

Keinath

DEUTZ

D 7753

**VIERTAKT-DIESELMOTOR
TYPE
VM 536**

Band 1

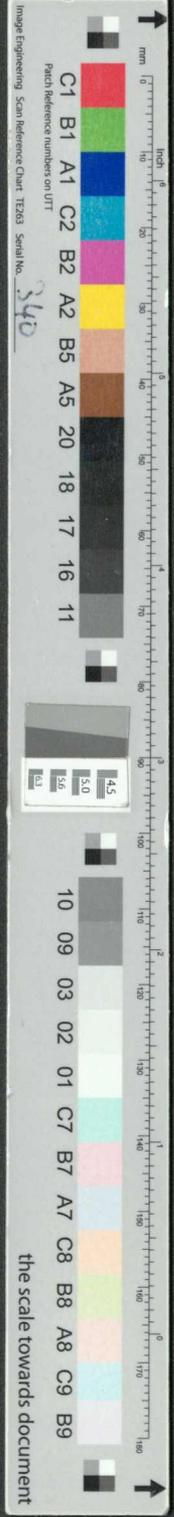
Bedienungsanleitung

für

**VM-, BVM-, SVM-, RVM-, RBVM-Motoren
der 6 und 8 Zylinder Bauart**

VM 536

8d



Veimath



**VIERTAKT-DIESELMOTOR
TYPE
VM 536**

Band 1

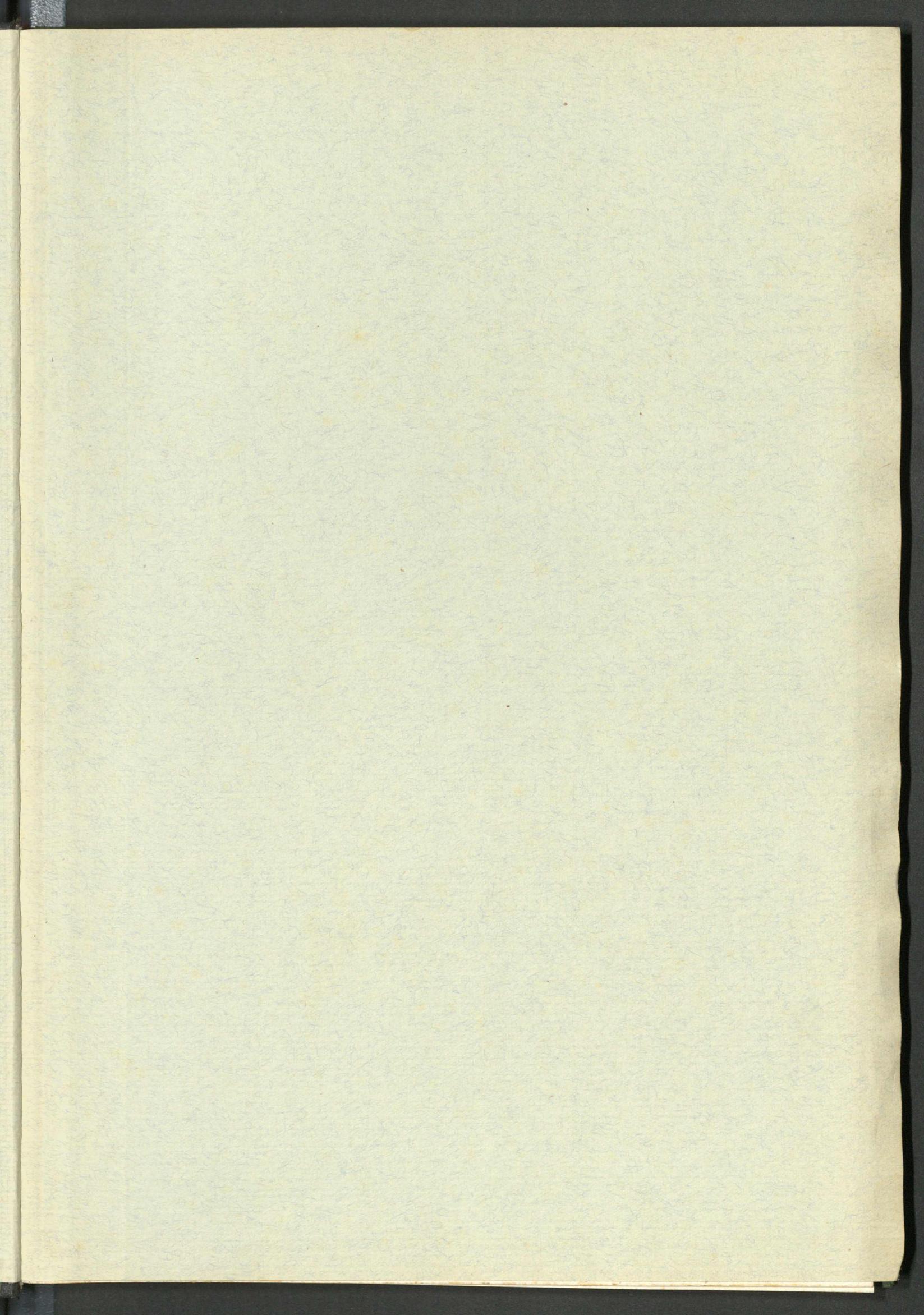
Bedienungsanleitung

für

**VM-, BVM-, SVM-, RVM-, RBVM-Motoren
der 6 und 8 Zylinder Bauart**

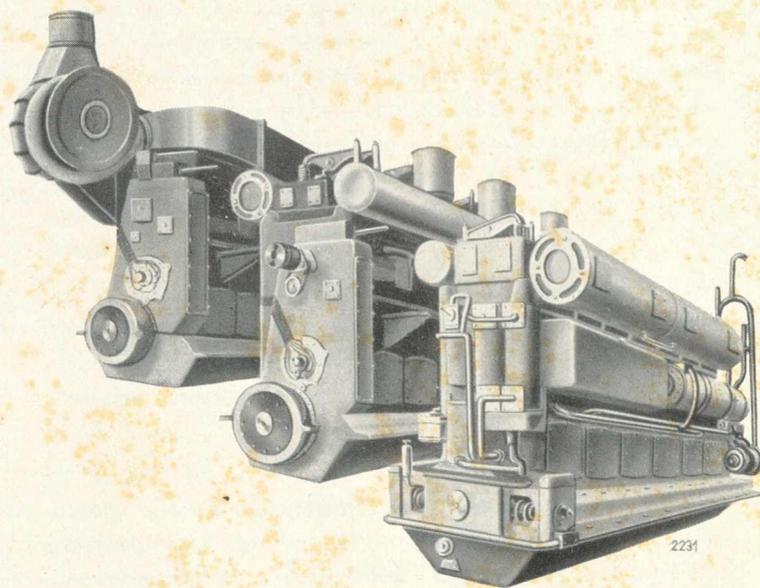
VM 536

DE



S. Kleinath

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG · KÖLN



Band 1

Bedienungsanleitung

für

**VM-, BVM-, SVM-, RVM-, RBVM-Motoren
der 6 und 8 Zylinder Bauart**

D 7753

Drahtwort: Deutzmotor Köln

Fernruf: Köln 67 21

Ohne unsere ausdrückliche Genehmigung darf diese Bedienungsanleitung dritten Personen, insbesondere Konkurrenzfirmen, weder zugänglich gemacht, noch dürfen Auszüge daraus mitgeteilt werden.

Die Drucksache Nr. 7753 wird in doppelter Ausfertigung zu jedem Motor mitgeliefert. Sollten weitere Exemplare benötigt werden, sind unsere Verkaufsstellen gerne bereit, diese gegen einen Unkostenbeitrag von

DM 15.— pro Band

unseren Kunden nachzuliefern.

Band 1: Bedienungsanleitung

Band 2: Teileverzeichnis

Vorwort

Diese Bedienungsanleitung soll Sie mit Ihrem Motor vertraut machen, und über alle Einzelheiten hinsichtlich der Instandsetzung unterrichten. Außerdem sind aus unserer Erfahrung wichtige Hinweise enthalten, welche Ihnen bei einer Störungsbehebung von großem Nutzen sein werden. Bei Kenntnis dieser Bedienungsanleitung werden Sie stets imstande sein, Ihren Motor so zu behandeln, daß Sie mit seiner Betriebsbereitschaft, Leistung, Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer voll zufrieden sind.

Mit diesem Ziel wurde diese Bedienungsanleitung verfaßt, und wir hoffen, daß Sie sich des öfteren die Zeit nehmen werden, sie zu lesen und die gegebenen Ratschläge zu befolgen. Letzten Endes wurde dieses Buch doch für Sie geschrieben.

Es ist trotz der größten Sorgfalt, mit der wir unsere Ratschläge zusammenstellten, nicht möglich jeden Einzelfall zu berücksichtigen. Deshalb bitten wir Sie in Ihrem Interesse, sich unbedingt an uns zu wenden, wenn Sie in einem besonderen Falle einer Ergänzung unserer Anleitungen bedürfen, und vor allen Dingen weil wir eine Verantwortung für Schäden, welche durch fehlerhafte Bedienung entstehen, ablehnen müssen.

Sie werden in dieser Bedienungsanleitung auch Angaben finden, welche die spezielle Ausführung Ihres Motors nicht betreffen; denn unsere Motoren werden je nach Verwendungszweck in sehr verschiedenen Ausführungen geliefert, die teilweise durch Kundenwünsche bestimmt sind. Da es nicht möglich ist, für jede Ausführung eine besondere Bedienungsanleitung zu verfassen, bitten wir Sie, nur die Angaben auszuwerten, welche Ihren Motor betreffen.

Klöckner-Humboldt-Deutz
Aktiengesellschaft
Köln

	Seite
Abgasturbolader	40
Überprüfen des Schmierapparates und der Frischölschmierung	40
Überprüfen des Umlaufschmieröles	42
Erneuerung des Umlaufschmieröles	42
Überprüfen der Fundamentschrauben	43
Festziehvorschrift für hochbeanspruchte Schrauben	43
Betriebsstörungen und ihre Beseitigung	47
Tabelle mit Hinweisen über Art der Störung, mögliche Ursache, Abhilfe	48
Störungen am Abgasturbolader	52
Achtung bei Arbeiten am Motor	52
Ventile am Zylinderkopf	54
Überprüfen der Einspritzventile	55
Überprüfen der Einspritzpumpe für VM- und BVM-Motoren	57
Warnung vor einer Veränderung der Einstellung der Einspritzpumpe	57
Art der Einspritzpumpen	58
Überprüfung des Regelstangenweges der Einspritzpumpe	61
Sicherheitsabstellung an der Einspritzpumpe	61
Beschreibung und Instandsetzung einzelner Motorgruppen	63
Grundplatte	63
Gestell	63
Schwungrad	63
Kurbelwelle	63
Kurbelschenkelatmung	65
Schmierölsystem des Motors	67
Pleuelstangen	68
Motor-Kolben	69
Zylinderlaufbuchsen	71
Zylinderköpfe	71
Ein- und Auslaßventile	72
Anlaß-Steuerung	72
Abgasturbolader	72
Nockenwellen mit Antrieb	72
Einspritzventile	72
Einspritzventilkühlung	73
Schwingungsdämpfer	73
Regelung	74
Abstellhubmagnet	75
Lichtmaschinen	75
Ventilatorantrieb	76
Kühlung des Motors	77
Kühlanlagen für stationäre und Schiffsmotoren	77
Lauf des Kühlwassers durch den Motor	77
Zinkschutz in den Kühlwasserräumen	78
Kühlwasserpumpen	78
Filterung des Kühlwassers	78
Reinigung der Kühlwasserräume des Motors	79
Kühlwasserrückspülung für Durchfluß- oder Mischkühlung	80
Umlaufkühlung mit selbsttätiger Temperaturregelung	81
Rohwasserweg der Umlaufkühlung	81
Notschaltung von Umlaufkühlung auf Durchflußkühlung	84
Regelung der Temperatur des Umlaufwassers	85
Rückkühler zur Umlaufkühlung	86
Reinigung des Rückkühlers	86
Ausdehnungsgefäß	86

	Seite
Ab- und Wiederanbau der Einspritzpumpe und ihre Einstellung	87
Abbau der Einspritzpumpe	87
Markierung der Einstellung vor dem Abbau	87
Wiederanbau der Einspritzpumpe	89
Arbeitstaktfolge für 6- und 8-Zylinder VM- und BVM-Motoren	90, 91
Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung für VM-Motoren	92
Einstellmarken am 6-Zylinder-Motor	96
Einstellmarken am 8-Zylinder-Motor	97
Korrekturen der Einstellung an der Einspritzpumpe	99
Indizieren der Zünddrücke	99
Nachregulieren der Fördermenge	99
Einspritzpumpe mit Vorströmbohrung für BVM-Motoren	100
Einstellmarken für 6-Zylinder-Motoren	104
Einstellmarken für 8-Zylinder-Motoren	105
Korrekturen der Einstellung an der Einspritzpumpe	107
Indizieren der Zünddrücke	107
Nachregulieren der Fördermenge	109
Analysendaten der Kraftstoffe	111
Analysendaten der Schmieröle	113
Abbildungen	117
Schema der Frischölschmierung	118
Umlaufschmierung für stationäre Motoren	119
Auflaufschmierung für Schiffsmotoren	120
Umlaufschmierung für stationäre Motoren mit getrennt aufgestelltem Ölkühler	121
Umlaufschmierung für Schiffsmotoren mit getrennt aufgestelltem Ölkühler	121
Schmiersystem mit elektrisch angetriebener Reserve-Schmierölpumpe	122
Plattenölkühler	123
Schmierapparat	123
Kraftstoffsystem der VM- und BVM-Motoren	124
Kolbenluftfilter	125
Delbag-Luftfilter an Abgasturbolader	125
Hochdruckfilter zum Einspritzventil	126
Rohwasserfilter	126
Kraftstoff-Doppelvorfilter	126
Schmieröl-Doppelfilter	126
Kraftstoff-Doppelfeinfiler	126
Lauf des Kühlwassers durch den Motor	127
Kolbenpumpe mit Armaturen	128
Schema der Umschaltung der Kolbenpumpen	128
Kühlanlage eines stationären BVM-Motors mit getrennt aufgestellten Apparaten	129
Kühlanlage eines Schiffsmotors mit Umlaufkühlung	129
Kühlanlage eines stationären Motors mit Umlaufkühlung	130
Kühlanlage eines Schiffsmotors mit Mischkühlung	130
Kühlanlage eines stationären Motors mit Durchflußkühlung	131
Absaugen des Kühlwassers aus Ventilkörpern	131
Umlaufkühlung eines Motors mit Schiffsraumheizung	132
Umlaufkühlung für mehrere Motoren mit Schiffsraumheizung	133
Zylinderkopf und Ventilsteuerung	134
Gestell und Grundplatte des Motors	135
Abgasturbolader	136
Regler	137
Pneumatische Deckumsteuerung	138
Vergleich der Temperaturgrade	139
Ladeluftkühler	140, 141

Bauweise der VM-Motoren

Allgemeines

Alle Motoren, welche in ihrer Typenbezeichnung die Buchstaben **VM** führen, arbeiten als einfachwirkende Viertaktmotoren.

Der Kraftstoff wird in die Motorzylinder direkt eingespritzt.

Die Einspritzpumpen sind eigener Bauart.

Die Zylinderköpfe sind einzeln auf das Motorgestell aufgesetzt.

Das Ansaugrohr des Motors schließt an der Bedienungsseite an, das Auspuffsammelrohr an der Auspuffseite.

Die Anlaßventile sind pneumatisch gesteuert.

Die Schmierung der Kurbelwellen und Pleuellager erfolgt durch Umlaufschmierung aus der Grundplatte des Motors.

Zylinderlaufbuchsen, Kompressor, Regler und Einspritzpumpe erhalten Frischöl aus einem Schmierölapparat.

Schiffsmotoren erhalten für die Umlaufschmierung einen zusätzlichen Schmierölbehälter und eine Zahnrad-Doppelpumpe.

Die Kühlung erfolgt durch die DEUTZ-Umlaufkühlung mit selbsttätiger Temperaturregelung oder, wenn die Umlaufkühlung nicht gewünscht wird, mittels Durchfluß- oder Mischkühlung.

Die Regulierung des Motors erfolgt über einen DEUTZ-Schneidenregler, welcher die Förderung der Einspritzpumpe beeinflußt. Die Drehzahl-Einstellung des Motors kann auch ferngesteuert werden.

Die Umsteuerung von Schiffsmotoren erfolgt durch mechanische oder Druckluft-Umsteuerung. Deckumsteuerung wird auf Wunsch eingebaut.

Motoren mit Aufladung. Um die Nennleistung des Motors zu erhöhen, werden die VM-Motoren auch mit Aufladung gebaut. Mit der Aufladung ist eine reichliche Luftspülung verbunden, so daß die Wärmebeanspruchung des Motors durch die Aufladung nicht erhöht wird. Der günstigste Kraftstoffverbrauch bleibt über einen noch erweiterten Belastungsbereich bestehen.

Typenbezeichnungen

Für stationäre Zwecke

V6M 536 bedeutet Viertakt-Sechszylinder-Motor Baumuster 5; Kolbenhub 360 mm.

BV6M 536 bezeichnet den gleichen Motor, jedoch mit Abgasturbolader zur Erzielung einer höheren Leistung.

Für Schiffe

SV6M 536 bezeichnet einen Schiffsmotor ohne Umsteuerung.

RV6M 536 bezeichnet einen Schiffsmotor mit Umsteuerung.

RBV6M 536 bezeichnet einen Schiffsmotor mit Abgasturbolader und Umsteuerung.

Achtzylinder-Motoren — V8M 536 — haben die entsprechenden Bezeichnungen.

Die weiteren Motortypen

VM 536 LOK bezeichnen einen Lokomotivmotor (siehe Drucksache D7752).

GVM u. SGVM bezeichnen Gasmotoren.

ZVM u. RZVM bezeichnen Zündstrahlmotoren.

Diese Motortypen sind in dieser Drucksache (D7753) nicht erwähnt. Für GVM, SGVM, ZVM und RZVM wird zu dieser Bedienungsanleitung ein Ergänzungsheft Nr. 7760 geliefert.

Jede der genannten Motortypen kann als Linksmotor oder als Rechtsmotor ausgeführt werden. Diese Bezeichnung richtet sich nach der Lage des Schwungrades vom Beschauer aus, wenn er gegen die Bedienungsseite des Motors blickt. Das Schwungrad ist dann bei einem Linksmotor vom Beschauer aus links, bei einem Rechtsmotor rechts.

Die Bezeichnung der Drehrichtung des Motors setzt die Blickrichtung gegen die Schwungradseite voraus. Ein im Uhrzeigersinn sich drehender Motor wird als rechtsdrehend bezeichnet, entgegen dem Uhrzeigersinn als linksdrehend.

Die normale Ausführung der VM-Motoren ist der rechtsdrehende Linksmotor.

Technische Daten

Die Betriebsdaten eines jeden Motors, bezüglich

Leistung, Drehzahl
Ventilsteuerzeiten

sind im Abnahmeprotokoll enthalten, das jedem Motor beigegeben wird. Einfluß des atmosphärischen Luftzustandes auf die Leistung (siehe Seite 26).

Allen VM-Motoren, Type 536, ist gemeinsam:

Arbeitsweise	Viertakt, einfachwirkend	
Zylinderbohrung	270 mm	
Kolbenhub	360 mm	
Gesamt-Hubvolumen	6 Zyl. 123,7 l	8 Zyl. 165 l

Bauweise:

a) Linksmotor rechtsdrehend (normal)	c) Rechtsmotor rechtsdrehend
b) Linksmotor linksdrehend	d) Rechtsmotor linksdrehend
Zündfolge 6 Zyl.	rechtsdrehend: 1-2-3-6-5-4 linksdrehend: 1-4-5-6-3-2
Zündfolge 8 Zyl.	rechtsdrehend: 1-3-4-7-8-6-5-2 linksdrehend: 1-2-5-6-8-7-4-3

Bezeichnung der Motorseiten:

Die **Bedienungsseite** ist die Längsseite des Motors mit Regler und Einspritzpumpe.
Auspuffseite Längsseite des Motors mit dem Auspuffsammelrohr.
Schwungradseite Stirnseite des Motors mit Schwungrad.
Pumpenseite Stirnseite des Motors mit Schmierölpumpe und bei Schiffsmaschinen auch mit den Kolbenpumpen.

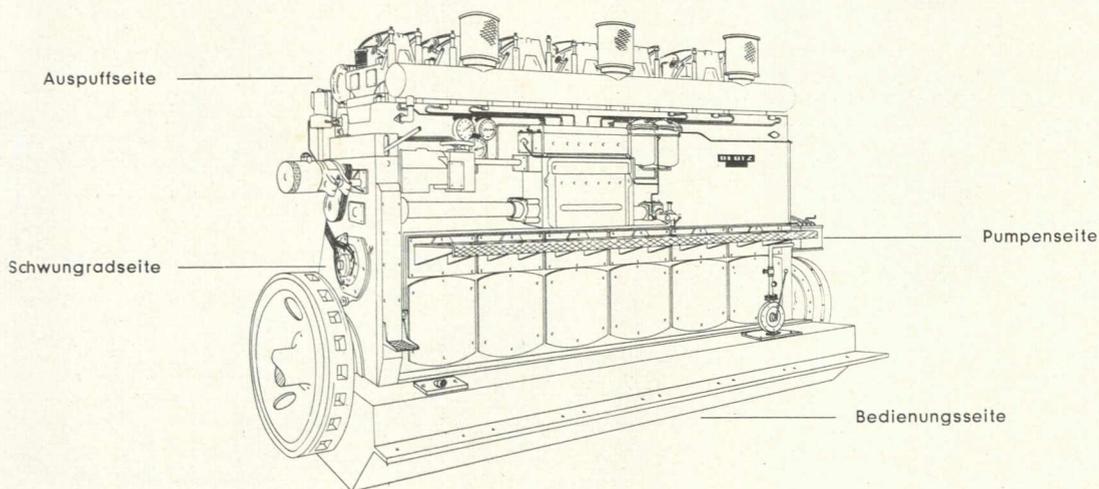


Bild 1

Längsschnitt des Motors

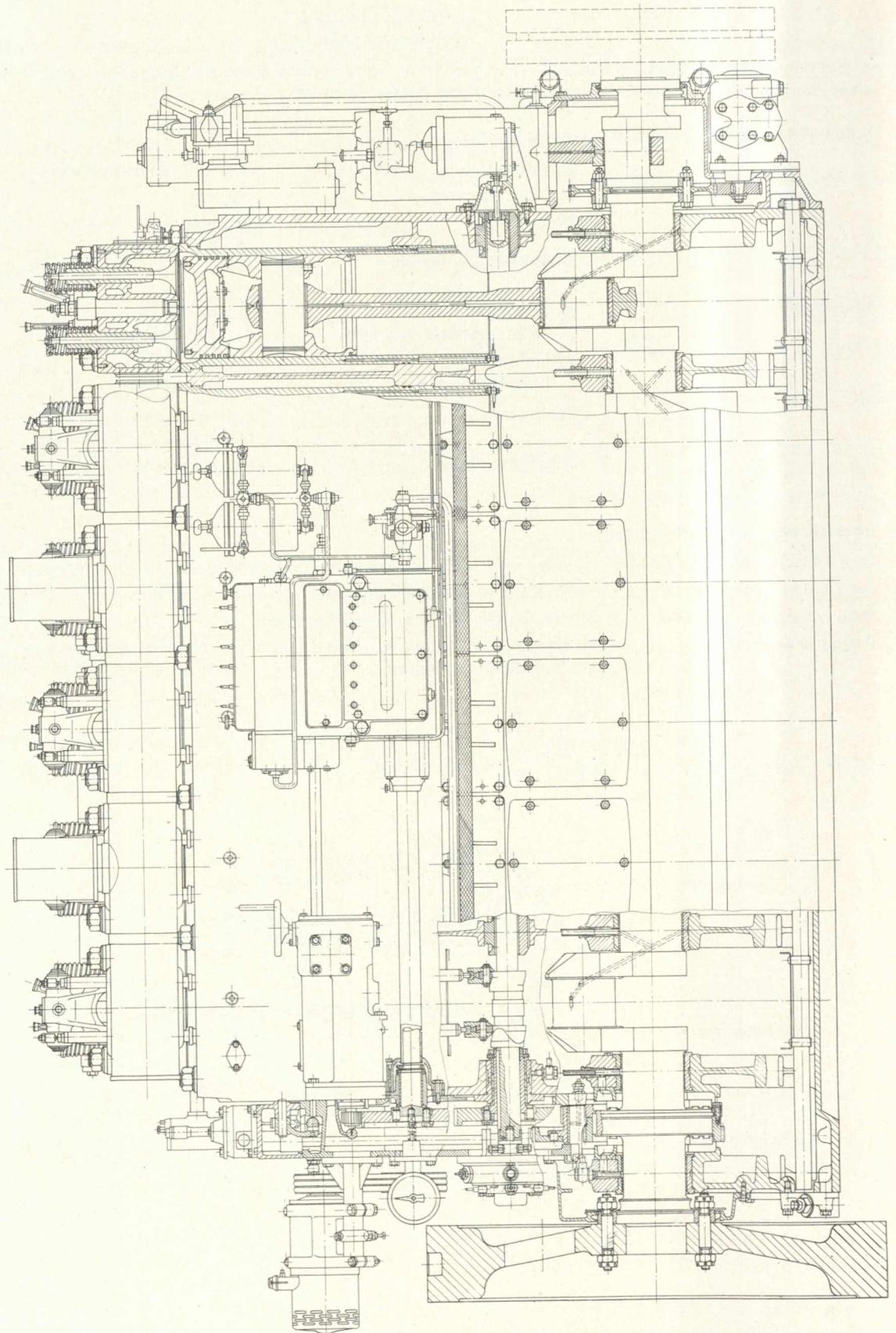


Bild 2

Querschnitt des Motors

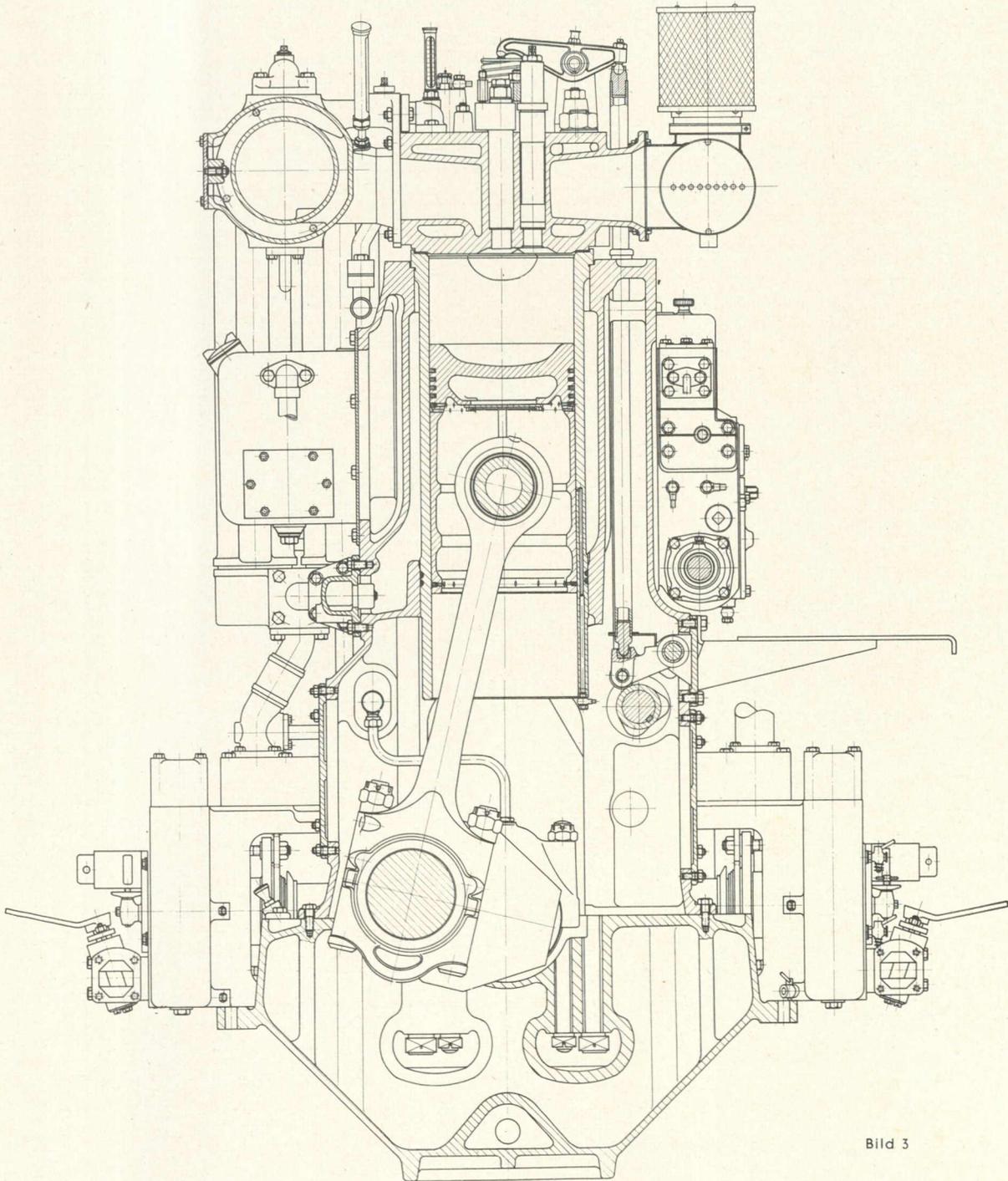
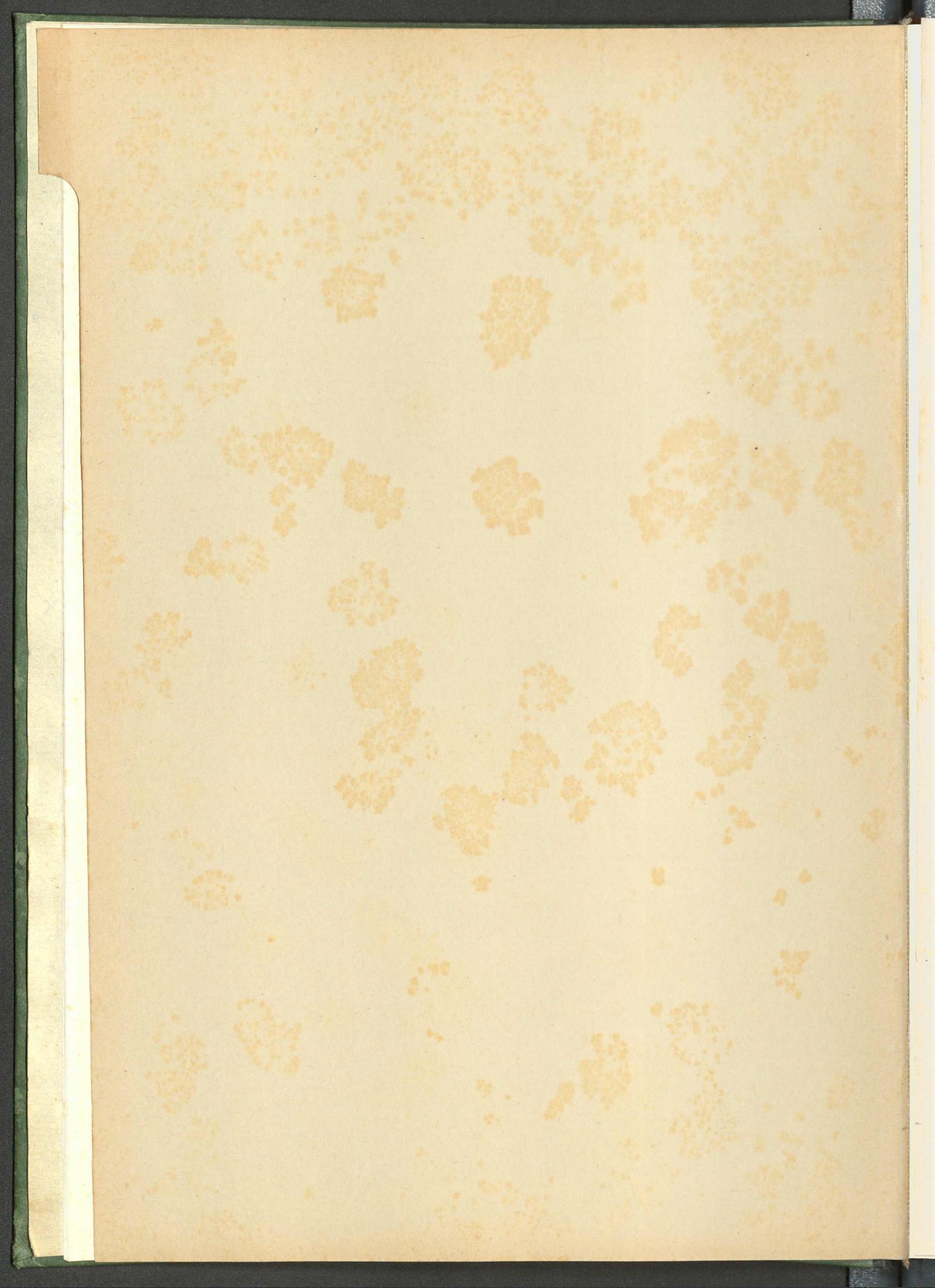


Bild 3

Bedienung des Motors



Bedienung des Motors

Einfahren eines neuen Motors

(Arbeiten vor der ersten Inbetriebnahme des Motors oder nach längerer Betriebsunterbrechung bzw. Reparaturen:)

Konservierungsmittel, wie Öle, Fette und Rostschutz, sorgfältig entfernen. Verharzte Fette und Schmieröl mit Benzin oder Petroleum, Rostschutzfarben mit farbblösenden Mitteln, z. B. Nitro, abwaschen.

Kurbelwanne, Schmierölbehälter bei Schiffen, Schmierapparat, Einspritzpumpe, Reglergehäuse, Reglergetriebe auf Sauberkeit prüfen und mit frischem Öl auffüllen.

Zur Reinigung Gasöl und faserfreie Putztücher verwenden (keine Putzwolle).

Beim erstmaligen Anlassen oder beim Anlassen nach längerer Betriebspause soll der Motor ganz allmählich anlaufen. Man lege den Fahrhebel auf Anlassen und lasse von einem zweiten Mann das Absperrventil am Druckluftbehälter öffnen. Nachdem der Motor Betriebswärme erreicht hat, ist er nochmals stillzusetzen und die Zylinderkopfschrauben in betriebswarmem Zustand nachzuziehen. Das Nachziehen ist nach den ersten 30 und 100 Betriebsstunden zu wiederholen.

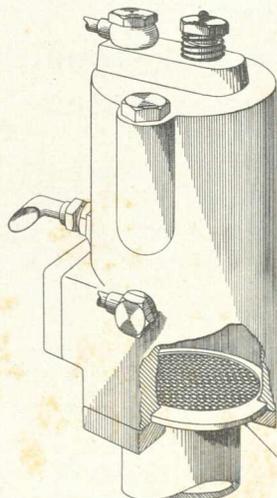
Es ist notwendig, in der ersten Betriebszeit des Motors auch die Schrauben der Kurbelzapfen und Kurbelwellenlager wiederholt zu prüfen.

Sieb vor dem Anfahrventil

Alle VM-Motoren werden vom Lieferwerk mit einem Sicherheitssieb in der Druckleitung vor dem Anfahrventil geliefert.

Dieses Sieb soll abgeblätternen Zunder, der trotz sorgfältigster Reinigung der Rohre vor dem Anbau noch in den Leitungen vorhanden sein kann, von den Anfahr- und Anlaßventilen fernhalten.

Kein Motor darf ohne dieses Sieb in Betrieb genommen werden. Erst nach einer Laufzeit von etwa 200 Betriebsstunden ist es zu entfernen.



Sicherheitssieb im Anfahrventil

Bild 4

Reinigung der Anlaßluftleitungen bei Neumontagen von Motoren.

Durch die hohen Luftgeschwindigkeiten in diesen Leitungen werden Sandkörner, Schmutzteilchen und abgeblätternen Zunder durch die Ventile getrieben und beschädigen die Ventilsitze der Anfahr- und Anlaßventile.

Beschädigungen der Ventile durch unsaubere Leitungen fallen auf die Montagefirma zurück und sind außerhalb unserer Verantwortung. Vorschriften für die Reinigung der Rohre sind in den Montageanweisungen gegeben.

Frischölbedarf in der Einlaufzeit

Bei Inbetriebnahme eines neuen Motors, oder nach Überholungen der Zylinderlaufbuchsen und Kolben, werden vorerst die Pumpenelemente des Schmierapparates auf volle Förderung eingestellt und erst nach 200 Betriebsstunden allmählich auf den normalen Bedarf (siehe Seite 13) gedrosselt.

Der Anschluß für den Kompressor wird gleichfalls auf volle Füllung eingestellt und erst nach Ablauf von etwa 200 h die Ölzufuhr soweit zurückgenommen, daß die Hochdruckstufe keine verölte Druckluft in die Druckbehälter liefert. Das Abstellen der Frischölschmierung für den Kompressor ist in zeitlichen Abständen vorzunehmen, und man überzeuge sich jeweils, daß der Kolben der Hochdruckstufe noch genügend

geschmiert wird. Eine genügende Schmierung erfolgt, wenn das Sicherheitsventil der Hochdruckstufe 5630 beim Öffnen noch etwas Schmieröl abscheidet. Eine zu reichliche Schmierung liegt vor, wenn beim Entwässern der Druckluftbehälter mit dem Wasser auch Schmieröl austritt. In vielen Fällen kann die Frischölschmierung des Kompressors allmählich ganz abgestellt werden.

Die Zylinderlaufbuchsen müssen vor Inbetriebnahme des Motors gut mit Schmieröl versorgt werden.

Man öffne die Indizierhähne an den Zylinderköpfen und lasse von einem zweiten Mann die Kurbelwelle turnen, während man gleichzeitig, mit etwa 100 Umdrehungen der Handkurbel des Schmierapparates, Schmieröl in jede Zylinderlaufbuchse pumpt. Bei geöffneten Gestelldeckeln stelle man dann die Kolben in die obere Totpunktlage und überzeuge sich, daß von den Laufbuchsen genügend Schmieröl abläuft.

Nach Anlauf des Motors ist bei langsamer Fahrt oder unbelastetem Motor der Schmierapparat nochmals mehrere Male von Hand durchzudrehen.

Die weiteren Vorbereitungen eines neuen Motors entsprechen den nachstehenden Anweisungen für den laufenden Betrieb.

Anweisungen für die Bedienung des Motors im laufenden Betrieb

Allgemeines zur Pflege des Motors

Peinliche Sauberhaltung aller Teile des Motors, insbesondere der Kraftstoffbehälter, Schmierölfiler, Leitungen, Pumpen, Ventile und Auspuffsammelrohre, ist die Voraussetzung für ein einwandfreies Arbeiten des Motors.

Zementfundamente werden von Schmieröl und Kraftstoff angegriffen und müssen vor Verschmutzungen durch diese Betriebsmittel geschützt werden.

Klarmachen des Motors vor dem Anlassen

Kurzanweisung für den Abschmierdienst (Siehe auch Seite 67)

Angaben über Schmierölviskosität siehe Seite 14

Angaben über Analysendaten der Schmieröle, Seite 113

Abschmierdienst am Zylinderkopf

Die Ventilspindeln der Ein- und Auslaßventile sind durch Niederdrücken auf Gängigkeit zu prüfen und mit einer Mischung von Gasöl-Schmieröl 1:1 leicht zu ölen. Es ist darauf zu achten, daß beim Niederdrücken der Ventile der betreffende Arbeitskolben nicht in O. T. steht, damit die Ventile nicht anstoßen.

Die Kolben der Anlaßventile sind von Zeit zu Zeit vor dem Anlassen durch wenige Tropfen Öl zu schmieren. Das Öl ist bei heruntergedrücktem Stempel in dessen Bohrung einzuführen. Man hüte sich jedoch vor Überschmierung, um zu vermeiden, daß Schmieröl in die Anlaßleitung eintritt und sich dort entzündet.

Anfahrventil und Anlaßventile sind täglich durch Niederdrücken der Kappen von Hand auf Gängigkeit zu kontrollieren. Undichte oder hängende Ventile lassen Verbrennungsgase in die Anlaßleitung zurückströmen — erkenntlich an dem Heißwerden der Anlaßleitung.

Anfahrsteuerventil, Anlaßsteuerstern, Steuerschieber bei umsteuerbaren Motoren sind regelmäßig auf Gängigkeit zu prüfen und die Entlüftungsbohrungen auf freien Durchgang nachzusehen.

Weiter sind die Kipphebel, das Aufladeventil, die Indizierventile, die Auspuffklappen und die Kühlwasserhähne auf Gängigkeit zu prüfen und evtl. nachzuölen. Siehe auch Seite 54.

Umlaufschmierung

Erforderliche Schmierölmenge für die Umlaufschmierung:

	V6M	V8M
a) Inhalt der Grundplatte	100	133 ltr.
b) Schiffsmotoren mit Hochbehälter zusätzlich: Inhalt des Hochbehälters	85	ltr.

Das Schmieröl wird bei stationären Motoren in die Grundplatte bis zur oberen Marke des Peilstabes eingefüllt.

Schiffsmotoren haben einen Einfüllstutzen am Hochbehälter. Durch einen Überlauf fließt das Öl vom Hochbehälter in die Grundplatte. Der zulässige Höchststand des Ölspiegels in der Grundplatte ist von der Trimmlage des Schiffes beeinflusst (bzw. Seegang).

Obwohl auch hier ein möglichst großes Ölquantum erwünscht ist, muß vermieden werden, daß die Kurbelschenkel in das Schmieröl eintauchen und übermäßig viel Öl schleudern.

Schmieröl-Vorpumpen mit der Handflügelpumpe

Man öffne erst die Ablasshähne des Schmieröldoppelfilters, um es von Rückständen zu entleeren. (Die Filtereinsätze werden öfters während des Betriebes gereinigt — siehe Seite 37 —, und es ist anzunehmen, daß sie sauber sind).

Dann pumpe man bei geöffneten Entlüftungshähnen des Doppelfilters und anschließend des Schmierölkühlers vor, bis der Ölaustritt an den Entlüftungshähnen anzeigt, daß alle Leitungen mit Öl gefüllt sind. (Der Umschalhahn des Doppelfilters muß in Mittellage stehen, damit beide Filterkammern Öl bekommen). Das Vorpumpen wird fortgesetzt, bis das Ölmanometer am Regulierventil des Schmierölverteilerrohres (siehe Bild Seite 119) einen Druck von etwa 1,5 atü anzeigt.

Vorschmieren der Kolbenbolzen

Der Kolbenbolzen erhält Schmieröl, wenn die Pleuelstange in der unteren Totpunktlage steht. Das Pumpen mit der Handpumpe muß daher bei Motoren, die länger als einen Tag gestanden haben, nach der Druckanzeige noch fortgesetzt werden, bis alle Kolbenbolzen mit Umlauföl versorgt sind. Um jeden Arbeitskolben durch die untere Totpunktlage zu drehen, muß die Kurbelwelle während des Pumpens von Hand geturnt werden.

Vorpumpen mit der Handkurbel des Schmierapparates. Handkurbel soweit wie möglich niederdrücken und dann mit dem Kurbeln beginnen.

Schmieröl geben durch 40—50maliges Drehen der Handkurbel, gleichzeitig Motor bei geöffneten Indizierventilen, zur besseren Ölverteilung in den Zylinderbuchsen, mehrere Male turnen (siehe auch Seite 40).

Nach längerer Standzeit des Motors ist die Handkurbel mindestens 100 mal zu drehen, damit die Zylinderbuchsen genügend Schmieröl bekommen.

Nach Beendigung des Vorpumpens Handkurbel hochziehen, bis sie in der Rastung gehalten wird; damit ist der Schmierapparat wieder mit dem mechanischen Antrieb verbunden.

Mit dem Turnen der Kurbelwelle wird gleichzeitig das in den Zylindern während der Standzeit angesammelte Wasser durch die Indizierventile ausgeblasen.

Abschmierdienst am Motorgestell

Anfahrventil bei heruntergedrückter Kappe mit wenigen Tropfen Öl schmieren. Überschmierung siehe unter Anlaßventil (Seite 12).

Drehzahlzeiger mit wenigen Tropfen Weißöl schmieren.

Schwingungsdämpfer, wenn mit Ventilator kombiniert, täglich abschmieren.

Kühlwasser- und Lenzpumpen — wenn vorhanden — Schmierpresse mit Wasserpumpenfett auffüllen.

Kreiselpumpen, vorhandene Staufferbuchsen auffüllen und nachdrehen.

Alle Staufferbuchsen sind mit reinem nicht harzenden Fett regelmäßig zu füllen und nachzuziehen.

Alle Apparate mit eigenem Ölsumpf auf Ölstand kontrollieren.

Ölinhalt des Drehzahlreglers	1 ltr.
Getriebe, wenn vorhanden	1 „
Einspritzpumpe	0,7 „
Abgasturbolader, wenn vorhanden	2—3 „

Schmieröldruck und Temperatur der Umlaufschmierung des Motors siehe Seite 27.

Schmieröl-Auswahl

Wir empfehlen grundsätzlich keine bestimmten Schmieröl-Marken, da wir unsere Motoren in die ganze Welt liefern und die einzelnen Bezugsmöglichkeiten nicht überblicken können.

Nur hochwertige Schmieröle bekannter Markenfirmen verwenden

Viele Großfirmen haben auf Grund unserer „Richtlinien“ Schmieröлтаfeln für unsere Motoren ausgearbeitet, unsere Motorenbesitzer können sich der Beratung dieser Firmen anvertrauen.

Gleiche Ölorte für Umlaufschmierung und Zylinderschmierung

In Anbetracht der heute sehr entwickelten Schmierölindustrie schreiben wir für unsere Motoren nur die Verwendung eines guten Motorenöles einer namhaften Firma mit nachstehenden Viskositäten vor.

Werden Kraftstoffe mit einem Schwefelgehalt von über 1% gefahren, so empfehlen wir

HD-Öle für Zylinder- und Umlaufschmierung zu benutzen (siehe Seite 114).

Wir bitten Sie, sich dieserhalb von einem maßgebenden Schmieröllieferanten beraten zu lassen.

Büchi-Abgasturbolader. Für die Turbolader wird die gleiche Schmierölsorte verwandt, wie für die Umlaufschmierung. Nur in den Tropen muß für den Turbalader eine niedrigere Viskosität als für den Motor gewählt werden:

Motor in Tropen Schmierölsorte SAE 40

Turbolader in Tropen Schmierölsorte SAE 20

Schmierölauswahl für das gesamte Schmiersystem	Schmieröl-Viskosität			
	Engler-Grade bei 50° C 122° F	SAE Einheit SAE	Centistokes 54° C 130° F	Saybolt Univ. Sec. 98,8° C 210° F
Europa:				
Winter	4—6	20	25,2—39,8	45—58
Sommer	6—9	30	39,8—55,0	58—70
Tropen:				
Schmiersystem des Motors	9—12	40	über 55,0	70—85
Abgasturboladers	4,2—8,5	20	—	45—58

Schmierölzusätze:

Im Handel werden oft Schmieröl-Zusätze angeboten, die ungünstige Einwirkungen des Kraftstoffes auf das Schmieröl und damit auf den Motor vermeiden sollen. Uns ist es — wie bei den Kraftstoffzusatzmitteln — nicht möglich, diese Zusatzmittel zu überprüfen.

Bewährt hat sich für die Einlaufzeit des Motors ein Zusatz von 1% kolloidalem Graphit (für die ersten 300—500 Betriebsstunden). Die Wirkung des Graphitzusatzes ist aber von seiner tatsächlichen kolloidalen Beschaffenheit und seiner Reinheit abhängig. Also auch hier nur erstklassige Qualität verwenden!

Näheres über Schmieröle siehe Seite 113.

Kurzanweisung für den Kraftstoffdienst

- Tagesbehälter entwässern und auffüllen.
- Lecköltank entleeren.
- Kraftstoffvorfilter und Feinfilter entwässern (siehe auch Seite 37).

Das Tanken des Kraftstoffes aus Fässern

Man beachte:

- a) Kraftstoff-Fässer vor Entleeren ruhig lagern, damit sich der Schlamm absetzen kann.
- b) Das Saugrohr unten verschließen und die Sauglöcher etwa 5 cm höher legen. (Handpumpe mit Saugrohr in Faßöffnung einschrauben).
- c) Kraftstoffrest im Faß nicht als Motortreibstoff verwenden.
- d) Alle Überfüllgefäße, wie Eimer, Kannen, Trichter, Flügelpumpen, stets sauber halten und nicht in staubigen Räumen oder im Freien abstellen.
- e) Den Einfülltrichter nur mit Sieb und Tucheinsetz verwenden. Der Tucheinsetz muß aus nicht haarendem Filtertuch gefertigt sein.
- f) Das Behältersieb darf nicht entfernt werden, wenn ohne entsprechend geschützten Trichter eingefüllt wird.

Die Förderpumpen

Auf Bild Seite 124 ist nur eine Förderpumpe zur Förderung des Kraftstoffes zur Einspritzpumpe gezeichnet. An dem Pumpenantrieb kann aber auch eine zweite Förderpumpe angebracht werden, die zum Auffüllen des Tagestanks aus dem Kraftstoffbunker benutzt werden kann.

Die Handpumpe an der Förderpumpe dient zum Vorpumpen des Kraftstoffes in die Einspritzpumpe.

Das Schaugefäß bzw. Blechgefäß des Filters muß gegen das Oberteil gut abdichten, da sonst die Bemühungen zur Entlüftung des Kraftstoffsystems erfolglos sind. (Dichtung evtl. auswechseln).

Entlüften des Kraftstoffsystems

Beim täglichen Anlassen vermeidet man die Entlüftung des Kraftstoffsystems, wenn man den Tagesbehälter für Kraftstoff rechtzeitig auffüllt, nie ganz leer fährt und beim Stillsetzen des Motors die Höhe der Kraftstoffleitungen offen läßt, so daß alles mit Kraftstoff gefüllt bleibt und keine Luft in die Einspritzpumpe und Leitungen eindringen kann.

Das Entlüften der Filter und der ganzen Einspritzanlage ist besonders wichtig, da Luftblasen im Kraftstoff den Betrieb des Motors sehr stören. Bei richtiger Entlüftung muß der Kraftstoff aus den von der Einspritzpumpe abgeschraubten Leitungen blasenfrei austreten.

Die Entlüftung ist vorzunehmen, wenn:

- a) der Motor neu in Betrieb genommen wird,
- b) die Filter gereinigt wurden,
- c) eine der Leitungen gelöst oder abmontiert wurde,
- d) der Kraftstoffbehälter versehentlich leer gefahren wurde,
- e) der Motor längere Zeit außer Betrieb war,
- f) wenn der Verdacht besteht, daß sich im Kraftstoffsystem aus irgend einem anderen Grunde Luft befindet.

Vor der Entlüftung müssen alle Saug- und Druckleitungen und deren Verschraubungen absolut dicht sein. (Dichtring am Schaugefäß beachten).

Das Entlüften der einzelnen Organe des Kraftstoffverbrauchs wird der Reihe nach vorgenommen
— Filter, Förderpumpe, Einspritzpumpe —

Der Kraftstoffbehälter muß aufgefüllt sein und die Kraftstoffzufuhr geöffnet.

Man beginnt mit dem Vorfilter, indem man dieses füllt und den Entlüftungshahn öffnet, bis blasenfreier Kraftstoff austritt, dann schließt man die Entlüftung des Vorfilters und füllt mit der Handpumpe die Feinfilter bei geöffneten Entlüftungsschrauben, bis auch hier der Kraftstoff blasenfrei austritt. Dann werden diese Entlüftungsschrauben geschlossen und die Leitungen zwischen der Einspritzpumpe und den Feinfiltern unter gleichzeitigem Niederdrücken der Kappen am Einspritzpumpenoberteil gefüllt und damit entlüftet. Die Druckräume der Einspritzpumpenelemente, sowie die Einspritzleitungen werden durch Vorpumpen mittels der Exzenterwellen entlüftet. Dabei sind die Einspritzleitungen an den Einspritzventilen zu öffnen.

Die Bewegung eines Pumpenelementes mit der Exzenterwelle ist nur bei jenen Elementen möglich, deren Hebelrollen auf dem Grundkreis der Pumpennocken aufliegen. Die Kurbelwelle des Motors muß darum in die jeweils notwendige Stellung gedreht werden.

Die Reglerstange der Einspritzpumpe muß beim Entlüften auf volle Füllung geschaltet sein. — Fahrhebel in Stellung „Betrieb“.

Die Exzenterwelle des zu entlüftenden Pumpenelementes wird nun solange bewegt, bis blasenfreier Kraftstoff am Ende der Einspritzleitung austritt. Danach wird die Einspritzleitung wieder festgezogen und die Exzenterwelle nochmals bewegt, bis ein kräftiger Widerstand fühlbar wird, der anzeigt, daß die Einspritzpumpe „steht“, d. h. daß alle Luft aus der Einspritzpumpe und den Leitungen entfernt ist.

Sollte sich die Exzenterwelle bei angeschlossenen Leitungen leicht durchdrehen lassen, so wäre das ein Zeichen dafür, daß die Saugventile undicht sind oder die Leitungen nicht dicht verschraubt wurden.

Kraftstoffe für den Dieselmotor

Guter und einwandfrei gefilterter Kraftstoff ist die wichtigste Voraussetzung für die Betriebssicherheit und lange Lebensdauer des Motors.

Der gebräuchlichste Dieselmotorkraftstoff ist Gasöl entsprechend der Spezifikationen auf Seite 17. Unter Gasöl versteht man denjenigen Anteil des Erdöles, der zwischen einer Wichte von 0,820—0,860 bei 15° C schwankt.

Gasöl wird entweder durch Destillation oder durch Kracken aus dem Rohöl gewonnen. Synthetische Gasöle werden durch Synthese oder Hydrierung hergestellt.

Außerdem werden Braunkohlenteeröle vertrieben, die den Gasölen ähnlich sind. Es ist aber immer ratsam, sich ausdrücklich bestätigen zu lassen, daß das in Frage kommende Produkt den motorischen Bedingungen des Dieselmotors genügt. Zu beachten ist ferner, daß Braunkohlenteeröl mit mineralischen Gasöl nicht vermengt werden darf und auch ein wechselweiser Betrieb zu vermeiden ist, um ungünstige Ausscheidungen zu vermeiden.

Die Verwendung von Steinkohlenteerölen ist abzulehnen.

„Marine-Dieselöl“ ist ein Kraftstoff, der je nach Herkunft entweder ein gegenüber dem „Gasöl“ etwas schlechteres Destillat oder eine Mischung von guten Destillaten (Gasöl) mit Rückstandsölen darstellt. Destillate haben gegenüber den Mischungen nicht nur im Schwefelgehalt, sondern vor allen Dingen in der Verkokungsneigung wesentlich günstigere Werte, während die sonstigen Eigenschaften im wesentlichen übereinstimmen.

Seine Wichte schwankt zwischen 0,850—0,920 bei 15° C.

Entscheidend für die Verwendung eines Kraftstoffes in unseren Motoren sind die in der Spezifikation empfohlenen Analysendaten.

Sollten Sie zum Betrieb Ihres Dieselmotors einen Kraftstoff verwenden wollen, der unserer Spezifikationstabelle nicht entspricht, so bitten wir Sie, uns zur Prüfung der Verwendungsfähigkeit genaue Analysendaten einzusenden.

Kraftstoff-Spezifikationen

Wir haben die Tabelle für Gasöle auf Marine-Dieselöle erweitert, da letztere für den Betrieb der Schiffs-Dieselmotoren, besonders für die Hochseeschifffahrt, immer mehr gefordert werden.

Die Analysendaten des Gasöles, die seine Qualität charakterisieren, werden in den verschiedenen Ländern nach verschiedenen Prüfungsmethoden angegeben, so daß wir genötigt sind, diese sowohl nach den deutschen Normen, wie nach den englischen und amerikanischen in nebenstehender Tabelle anzugeben.

Die maßgebende deutsche Norm für Gasöle ist: DIN 51 601, Entwurf August 1954;

Die englische Norm der British Standard Spezifikation: BSS 209/1947 / Class A;

Die amerikanische Norm der American Society for Testing Materials: ASTM/D 975/53 T No 1-D und No 2-D.

Wir bringen auf Seite 111 einen kurzen Überblick über die in der Spezifikationstabelle genannten Analysendaten, um Sie über deren Bedeutung für den Motorbetrieb zu informieren.

Kraftstoff-Zusätze

Zur Vermeidung von Düsen-Schwierigkeiten etc. werden im Handel gelegentlich Zusätze für Kraftstoff angeboten. Wir müssen eine Beurteilung der in verschiedenen Ländern angebotenen Zusatzmittel ablehnen, da es unserem Laboratorium nicht möglich ist, diese Angebote zu überprüfen. Mitteilungen über bewährte Zusatzmittel nehmen wir aus unserem Kundenkreis gerne entgegen. Um die Lagerbeständigkeit zu erhöhen, werden den Dieselmotorkraftstoffen Stoffe beigegeben, welche die durch den Sauerstoff der Luft angeregten Reaktionsketten abfangen, so daß die zur Verharzung führende Reaktion unterbunden wird. Derartige Hemmstoffe (Inhibitoren oder Stabilisatoren) für Dieselmotorkraftstoffe sind z. B. der Dubbs-Inhibitor (hauptsächlich Pyrogal) in USA und Stabisol in Deutschland.

Ein Aufwärmen des Kraftstoffes ist dann erst erforderlich, wenn die Viskosität des Kraftstoffes vor der Einspritzpumpe bei Betriebstemperatur von 3° Engler übersteigt.

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG - KÖLN

Spezifikationen der gebräuchlichen leichten und mittelschweren Dieseldieselkraftstoffe									
		Kraftstoff-Spezifikation für Gasöle					Kraftstoff-Spezifikation für Marine-Dieselöle		
		1.	2.	3.					
		Deutsche	Englische	Amerikanische		Engl.			
Normvorschriften		DIN 51601	BSS Nr. 209/1947	ASTM-D 975/53 T.		BSS	Forderung KHD	Analysen-Werte nach Firmenangaben	
Klasse			Class A				Class B		
Bestimmungs-Methode			min.	max.	No 1-D	No 2-D			Spez. II
Siedeverhalten	bei 350° C müssen übergehen	Vol. %	80	85%	—	—	—	—	
	90 Vol. % müssen übergehen	° F ° C	— 360° C	—	—	—	675° F 375° C	—	
	Destillations-Endpunkt	° F ° C	— —	—	—	625° F 329° C	—	—	
Viskosität = Zähigkeit	Centistokes bei 20° C (68° F)	VK	1,8 – 10,2	—	—	—	—	—	
	Centistokes bei 100° F (38° C)		—	2,0	7,5	min. 1,4 max. —	min. 1,8 max. 5,8	max. + 24	
	Engler-Grade bei 20° C	E	1,1 – 1,85	—	1.) (max. 2,5)	—	—	—	max. 2,5
	Redwood/sec. bei 100° F (38° C)	RI	—	—	1.) (52,5)	—	—	max. 101	max. 73
	Saybolt-Univ. sec.	SU	—	—	—	—	min. 32 max. 45	—	
Spec. Gewicht bei 15° C (60° F)		2.) 0,820 – 0,860	—	—	—	—	—	—	0,86 – 0,92
Flammpunkt geschl. Tiegel nach Abel - Pensky	° F mind. ° C	— 55°	150° 66°	—	100° 38°	125° 52°	min. 150° min. 66°	—	66° – 75°
Stockpunkt					*	*			-3 bis -10
Schwefelgehalt max.	Gew. %	3.) 1,0	—	1,5	0,5	1,0	2,0	max. 1,5	1,05 – 1,8
Kupferstreifen-Test	bei 212° F	—	negativ	negativ	—	—	—		
Zinkkorrosion Gewichtsabnahme max.	mg	4,0 mg	—	—	—	—	—		
Verkokungszahl nach Conradson	%	0,1 max.	—	0,1	—	—	max. 2,0	max. 1,5	1,1 – 1,5
Verkokungszahl aus 10% Rückstand	%	—	—	—	(0,15)	(0,35)	—		
Wassergehalt max.	%	0,1	—	0,1	—	—	max. 0,25		Spuren – 0,25
Wasser und Sedimente max.	%	—	—	—	Spuren	0,10	—		
Sedimente	%	—	—	0,01	—	—	0,1 max.		Spuren – 0,1
Aschegehalt max.	%	0,02	—	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01 – 0,02
Cetanzahl min.		4.) 40	45	—	40	40	23	40	38 – 53
Heizwert B. Th. U.	mind. %	—	19 000	—	—	—	18 500		
Organische —		—	—	—	—	—	—		
Anorganische Säuren		—	keine	keine	—	—	keine		

Analysendaten, bei denen keine Zahlen genannt sind, sind in der betreffenden Spezifikation nicht festgelegt.

Von KHD werden abweichend von BSS Class B mindestens eine Cetanzahl von 40 gefordert.

Angaben über schwere Kraftstoffe auf besondere Anfrage.

1. = Deutsche Industrie Norm, 2. = British-Standard-Spezifikation, 3. = American Society for Testing of Materials
*) 10° F unter Außentemperatur.

1.) KHD Spezifikation I 2.) außerhalb dieser Grenzen sind Einspritzorgane entsprechend einzustellen

3.) Schwefelgehalt kann bis 1,25 ansteigen 4.) anzustreben ist eine Cetanzahl nicht unter 45.

Kurzanweisung für den Kühlwasserdienst

Kühlwasserfilter bei Bedarf entschlammen und reinigen (siehe auch Seite 38).

Hahnstellungen: Zu- und Ablaufhähne für Rohwasser öffnen. Bei Umlaufkühlung Hahnstellungen kontrollieren, Ausgleichbehälter mit weichem Wasser auffüllen, eventuell Frostschutzmittel und Enthärtungsmittel dem Umlaufwasser begeben. Umlaufleitungen und Rückkühler entlüften. (siehe auch Seite 81).

Ablassen des Kühlwassers

(Abstellen des Motors siehe Seite 30).

Bei Frostgefahr muß bei Durchflußkühlung und Mischkühlung das Rohwasser abgelassen werden.

Beim Ablassen des Kühlwassers sind sämtliche Entleerungshähne am Motorgestell, Auspuffrohr, an Pumpen, Kühlern und Rohrleitungen zu öffnen und bis zur Wiederinbetriebnahme des Motors offen zu halten. (Siehe Entwässerungsplan).

Es ist unbedingt darauf zu achten, daß aus allen geöffneten Hähnen Wasser ausfließt.

Sollte kein Wasser fließen, so liegt vielfach Verstopfung durch Schlamm vor. Der betreffende Ablaufhahn ist abzuschrauben oder mindestens mit einem Draht zu durchstoßen. Die Ursache kann aber auch in einer ersten Verschlammung der Kühlräume liegen, die eine gründliche Reinigung erfordert!

Entwässerungsplan des Motors

Aufgestellt für einen RVM-Motor mit Umlaufkühlung (— VM-Motoren entsprechend —).

Es sind folgende Motorteile und Armaturen regelmäßig, insbesondere bei Frostgefahr, zu entwässern:

1. Auspuffsammelrohr (Ablahhähne beiderseits),
2. Ölkühler,
3. Schlammfänger der Kraftstoffförderpumpe (Glasgefäß),
4. Kompressor und Kompr.-Ölabscheider (nach jedem Aufladen),
5. Kühlwasserfilter,
6. Druckluftbehälter (täglich),
7. Ausdehnungsgefäß der Umlaufkühlung,
8. Rückkühler der Umlaufkühlung,
9. Abfluß und Ausdehnungsleitung der Umlaufkühlung,
10. Kreiselpumpe der Umlaufkühlung,
11. Verteilerrohr am Motor,
12. Kühlwasser- und Lenzpumpen.

Entwässerung von Sonder-Einrichtungen

13. Die Ventilkörbe bei eingesetzten Auslaßventilen sind gesondert mit der dem Motorwerkzeug beigegebenen Saugpumpe (Werkzeug Nr. 6367/6) zu entwässern,
14. Abgasturbolader: Ablaufhähne an der Ein- und Austrittsseite der Turbine und an der Sammelleitung öffnen.

Zum Korrosionsschutz in den Kühlwasserräumen ist darauf zu achten, daß das Kühlwasser möglichst wenig Luft mit sich führt, da diese korrodierend wirkt.

(Einregulieren des Schnüffelventils siehe Seite 29).

Härte des Kühlwassers

Je nach dem Gehalt des Kühlwassers an Härtebildnern wird eine mehr oder weniger harte und wärmeisolierende Kruste auf den Flächen der Kühlwasserräume gebildet. Diese Krusten können zu schädlichen, örtlichen Überhitzungen führen (Bild Seite 79).

Um sich über die Härte des zur Verfügung stehenden Wassers zu orientieren, ist es ratsam, eine Wasseranalyse durchführen zu lassen.

In Deutschland beträgt die Wasserhärte im Mittel 10° dH*), (nicht maßgebend für besondere Verhältnisse).

Deutsche Härtegrade	Kennzeichnung
unter 5°	sehr weiches Wasser
5—10°	weiches Wasser
10—20°	mittelhartes Wasser
20—30°	hartes Wasser
über 30°	sehr hartes Wasser

Zur Umrechnung der deutschen Härtegrade in englische und französische Härtegrade gelten folgende Werte:

- 1 deutscher Härtegrad = 1,25 englische Härtegrade,
- 1 deutscher Härtegrad = 1,79 französische Härtegrade.

Anmerkung*)

Maßeinheit für die Wasserhärte ist die Gesamthärte, gemessen in °dH (deutsche Härtegrade).

Die Gesamthärte dH setzt sich zusammen aus:

der Kalkhärte (°dCaH) + Magnesiumhärte (°dMgH) + sonstiger Erdalkalihärten.

Zusätze zum Umlaufkühlwasser

Im Bedarfsfalle können dem Umlaufwasser beigegeben werden:

a) Zusätze zum Schutz gegen Korrosion und Kesselsteinbildung

Diese Zusätze erzeugen auf den metallischen Oberflächen der Kühlwasserräume einen hauchdünnen Schutzfilm, der die schädlichen Einwirkungen des Kühlwassers unterbindet.

Um später feststellen zu können, ob dem Kühlwasser ein derartiges Zusatzmittel beigegeben wurde, ist es sehr zweckmäßig, wenn das Zusatzmittel das Umlaufwasser färbt.

Die Menge an Zusatzmitteln, die dem Kühlwasser beigegeben werden muß, richtet sich nach den chemischen Eigenschaften und den Härtegraden des Umlaufwassers, sowie nach der Wassermenge der Umlaufkühlanlage.

b) Frostschutzmittel

Bei Gebrauch eines Frostschutzmittels erübrigt sich das Ablassen des Kühlwassers bei kalter Witterung. Das Mischungsverhältnis, entsprechend verschiedenen Außentemperaturen, wird von den Lieferanten der Frostschutzmittel angegeben.

Wichtig ist, daß sich die Zusätze für Wasserenthärtung und Korrosionsschutz mit dem Frostschutzmittel chemisch vertragen.

Es ist darum zweckmäßig, nur erprobte Zusatzmittel zu verwenden, die international bekannt sind.

In unserem Hause ist das Zusatzmittel Nalco 39 als Korrosions- und Enthärtungsmittel erprobt, das sich auch mit dem international bekannten Frostschutzmittel Glysantin (einem Alkohol) gut verträgt.

Auch das Schäumen des Umlaufwassers, das durch kleine Mengen von aufgenommenem Schmieröl verursacht wird, wird durch die Beigabe von Nalco 39 unterbunden.

Pro Liter Umlaufwasser sind ca. 6 Gramm Nalco 39 beizugeben, die für eine dreimonatige Betriebszeit genügen. Nalco 39 färbt das Umlaufwasser blau.

Anmerkung: In Deutschland ist Nalco 39 durch uns oder durch die Firma Lurgi, Gesellschaft für Wärmetechnik m.b.H., Abteilung Aktivkohle und Adsorptionstechnik, Frankfurt a. M., Leerbachstr. 72/74, zu beziehen.

Menge des Umlaufwassers ohne Abwärme-Verwertung:

Der Motor V6M benötigt etwa 0,35 cbm Umlaufwasser, der V8M etwa 0,5 cbm.

Die tatsächlich umlaufende Kühlwassermenge muß aber für jede Motoranlage gesondert bestimmt werden.

Die Menge des Zusatzmittels pro Liter Umlaufwasser wird durch den Lieferanten angegeben.

Bei einem Nachfüllen des Umlaufwassers ist auch die entsprechende Menge Zusatzmittel zu ergänzen.

Auffüllen der Druckluftbehälter mit Kohlensäure aus handelsüblichen Kohlensäureflaschen mit flüssiger Kohlensäure von 10—20 kg Inhalt

Kohlensäure wird man nur im Notfall nehmen, wenn das Auffüllen während des Betriebes versäumt wurde oder aus anderen Gründen in den Druckluftbehältern der Druck von 25 atü nicht vorhanden ist.

Für ein einmaliges Anlassen eines VM-Motors mit 123,7 bzw. 165 Liter bei 8 Zyl. Hubraum muß man 2 Kohlensäureflaschen von 10 kg Inhalt rechnen.

Kohlensäureflaschen sind vor Sonnenwärme zu schützen! Die Ventile der Flaschen sind immer gut zu schließen, da ausströmende Kohlensäure in engen Räumen Erstickungsgefahr mit sich bringt.

Wir empfehlen dringend, sich vor dem Auffüllen zu vergewissern, daß nicht irrtümlich Sauerstoff- oder Wasserstoffflaschen bereitgestellt wurden.

Man prüfe sicherheitshalber den Inhalt der Flaschen auf folgende Art:

Das Entleerungsventil der betreffenden Flasche wird etwas geöffnet und in den austretenden schwachen Gasstrom ein Stück glimmendes Holz gehalten.

In Kohlensäure erlischt die Glut sofort.
Bei Sauerstoff wird die Glut intensiver.
Wasserstoff beginnt zu brennen.

Kohlensäure kann in Druckbehältern, die teilweise noch mit Luft oder Verbrennungsgasen gefüllt sind, ohne vorherige Entleerung aufgefüllt werden.

Während des Überfüllens von Kohlensäure werden zweckmäßig die Leitungen und Ventile, besonders das Absperrventil des Kohlensäurebehälters, angewärmt. Es wird hierdurch vermieden, daß die Überfülleitung infolge der bei der Verdampfung und Entspannung der Kohlensäure entstehenden Kälte zufriert. Zum Anwärmen umwickle man Leitungen und Ventile mit Putzwolle oder Lappen und gieße Wasser von höchstens 40° C in fingerdickem Strahl darüber. Bei einem Druck von 20 bis 22 atü im Druckluftbehälter ist das Überfüllen abzubrechen, da durch die allmähliche Erwärmung des Druckluftbehälters auf Raumtemperatur der Druck weiter ansteigt. Bei kalter Witterung ist gegen Ende des Überfüllens auch der fast entleerte Kohlensäurebehälter durch mäßig warme Tücher oder Wasser von höchstens 40° C anzuwärmen, um den Behälter völlig zu entleeren. Absperrventile und Leitungen müssen dabei unbedingt offen sein.

Das Beheizen der Kohlensäurebehälter mit offenem Feuer oder Dampf ist unzulässig, ebenfalls das Einstellen der Behälter in ein heißes Wasserbad, da durch die damit verbundene Drucksteigerung im Behälter beim Öffnen des Ventils eine zu rasche Vergasung eintreten könnte.

Anlassen des Motors

Der Motor wird im Viertakt angelassen,

d. h.: Das Anlaßventil öffnet sich nach Beginn des Expansionshubes des Motors und die Druckluft wird mit Öffnen des Auspuffventiles wieder ausgeblasen.

Zur Schonung des Motors soll das Anlassen bei stationären Motoren möglichst im Leerlauf, bei umsteuerbaren Schiffsmotoren mit kleiner Drehzahl erfolgen. Die Belastung des Motors steigere man nach dem Anlassen allmählich von Leerlauf auf Vollast, damit sich die Temperaturen in dem Motor ausgleichen können.

Die Anlaßzeit ist bei heißem Motor zu beschränken, da sich sonst die Motorkolben durch die kalte Anlaßluft zu plötzlich abkühlen und Risse in den Kolbenböden entstehen könnten.

Außerdem ist eine Beschränkung auch zur Lufterparnis notwendig.

Der Kühlwasserzufluß ist bei Durchflußkühlung erst unmittelbar vor dem Anlassen zu öffnen, um eine unnötige Abkühlung des Motors zu vermeiden.

Bei starkem Frostwetter ist es am besten, vorgewärmtes Schmieröl durch den Zylinderschmierapparat einzupumpen. Das heiß eingepumpte Schmieröl verteilt sich gut an den Zylinderwänden, erkaltet dort und bildet einen gut tragbaren Ölfilm, ohne das Anlassen zu sehr zu erschweren.

Vorgang des Anlassens mit pneumatischem Anfahrventil (siehe Bild Seite 22)

1. Anlaßventil an Luftflasche öffnen!
Die Druckluft strömt in den Bodenraum des Anfahrventils und von hier zum Anlaßsteuerventil.
2. Anfahrhebel auf „Anfahren“ legen.
Druckluft strömt als „Steuerluft“ vom Anlaß-Steuerventil zum Kolben des Anfahrventils und öffnet Hauptkegel.
3. Druckluft strömt als Anlaßluft in die Anlaßleitung zu den Zylinderköpfen und gleichzeitig als „Steuerluft“ in den Anlaß-Steuerstern.
Das automatisch arbeitende Ausblaseventil am Ende der Anlaßleitung läßt beim Niederdrücken des Anfahrhebels in Stellung „Anfahren“ die einströmende Anlaßluft aus der Anlaßleitung vorerst ins Freie treten. Dadurch werden Öldünste und Ablagerungen aus der Anlaßleitung entfernt. Nach diesem Ausblasen von Anlaßluft (geringer Verlust) schließt das Ausblaseventil automatisch.
Auf das einwandfreie Funktionieren des Ausblaseventils ist besonders zu achten.
4. Die Steuerschieber im Anlaßstern werden durch ihre Federn vom Anlaßnocken, der am Ende der Steuerwelle sitzt, aufgehoben. Der Steuerschieber desjenigen Motorzylinders, dessen Kolben auf „Expansion“ steht, sinkt durch die zum Anlaßstern zugeleitete Druckluft in die rotierende Kerbe des Anlaßnockens ein und gibt die „Steuerluft“ zum Anlaßventil dieses Zylinders frei. — Das Anlaßventil öffnet.
5. Anlaßluft aus der Anlaßleitung kann in diesen Zylinder eintreten und drückt den Arbeitskolben nach unten. Der Motor beginnt zu drehen.
Sobald dieser Steuerschieber die Kerbe wieder verläßt und auf den Umfang des Anlaßnockens auflieft, wird das Anlaßventil des betreffenden Zylinders durch den Anlaßstern wieder entlüftet. Es folgt der gleiche Vorgang für den nächsten Motorzylinder.
6. Bei Motoren ohne Umsteuerung gibt Kerbe 6 an der Schaltstange des Fahrstandes die Kraftstoff-Förderung der Einspritzpumpe bei Stellung des Fahrhebels auf „Anfahren“ (siehe 2) frei. Die Kraftstoffeinspritzung beginnt bei diesen Motoren schon beim Druckluftanlassen. (Umsteuerbare Motoren siehe Seite 31).

Vorgang nach dem Anlassen des Motors (Siehe Bild Seite 23)

7. Nach Erreichen genügend hoher Anlaßdrehzahl ist jetzt der Fahrhebel von der Anfahrstellung auf „Betrieb“ zu legen.
Durch das Umlegen des Fahrhebels auf „Betrieb“ wird das Anfahrsteuerventil und auch der Druckraum über dem Kolben des Anfahrventils entlüftet.
 8. Die Feder drückt den Hauptkegel des Anfahrventils zu, und die Anlaßluft aus der Anlaßleitung drückt den Nebenkegel des Anfahrventils auf. Dadurch wird die Entlüftung des Anfahrventils und der Anlaßleitung von den Zylindern freigegeben. Auch die Steuerleitungen des Anlaß-Steuersternes entlüften durch das Anfahrventil.
 9. Bei Motoren ohne Umsteuerung wird das Anlaßventil an dem Druckluftbehälter geschlossen.
Bei Motoren mit Umsteuerung bleibt es offen, um Druckluft zum Umsteuern zur Verfügung zu haben.
- Nach dem Anlassen ist die Drehzahl des Motors allmählich zu steigern.
- a) bei stationären Motoren mit konstanter Drehzahl beschränkt man die Drehzahl durch Halten des Fahrhebels in einer Stellung zwischen „Betrieb“ und „Stop“. Dadurch wird das Reguliergestänge zur Einspritzpumpe in einer Zwischenstellung gehalten und gibt weniger Kraftstoff frei (siehe Kerbe 7 der Schaltstange, Seite 32).
 - b) Bei Schiffsmaschinen mit größerem Drehzahlbereich wird die Drehzahl mit dem Handrad des Reglers gesteigert.

Kritische Drehzahlen, die sich durch Brummen oder Erschütterungen des Motors bemerkbar machen, sind beim allmählichen Steigern der Drehzahl schnell zu durchfahren. Sie werden zweckmäßig auf der Skala des Drehzahlmessers markiert.

Übersicht des Anlaßsystems

Vorgang während des Anlassens

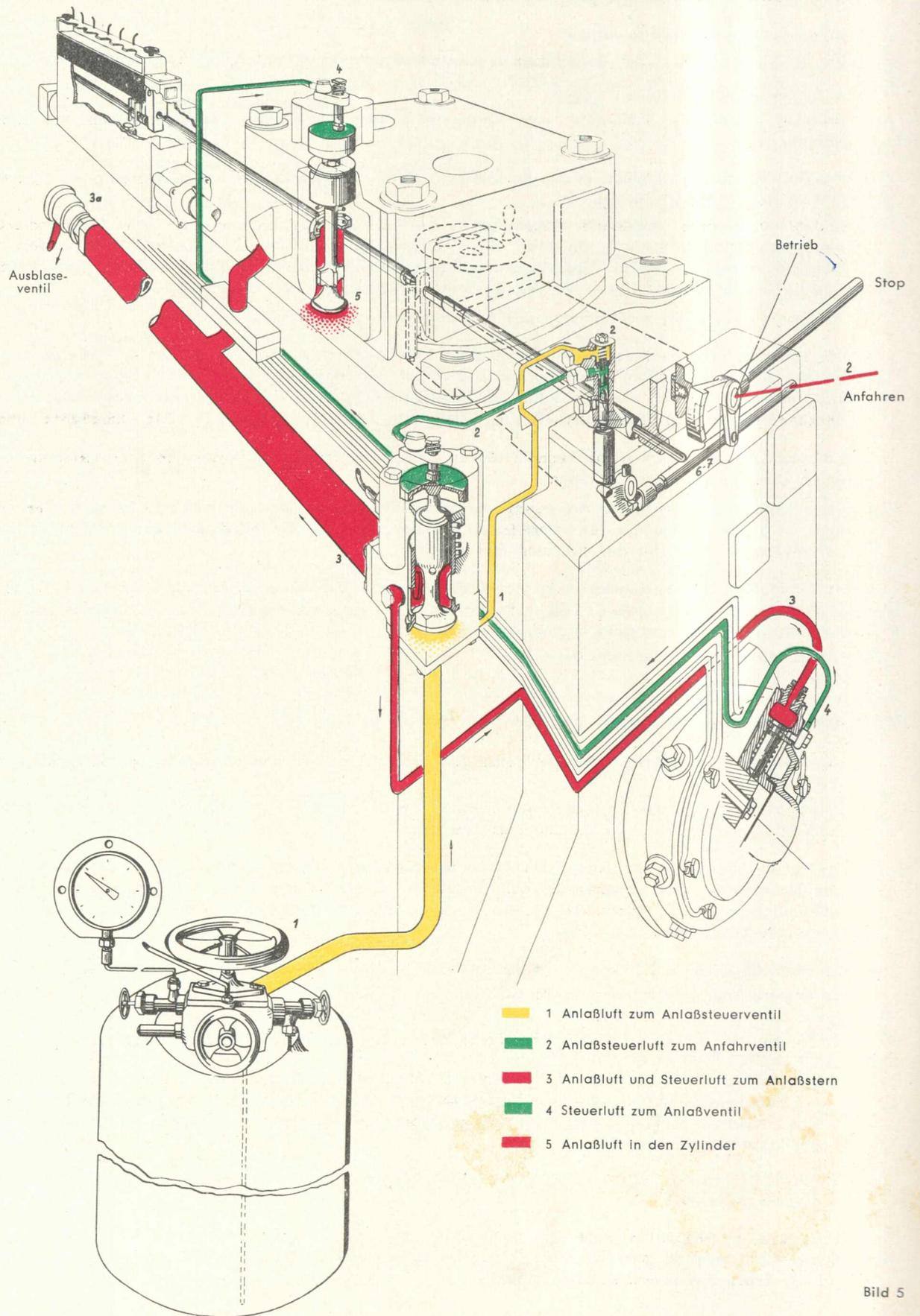
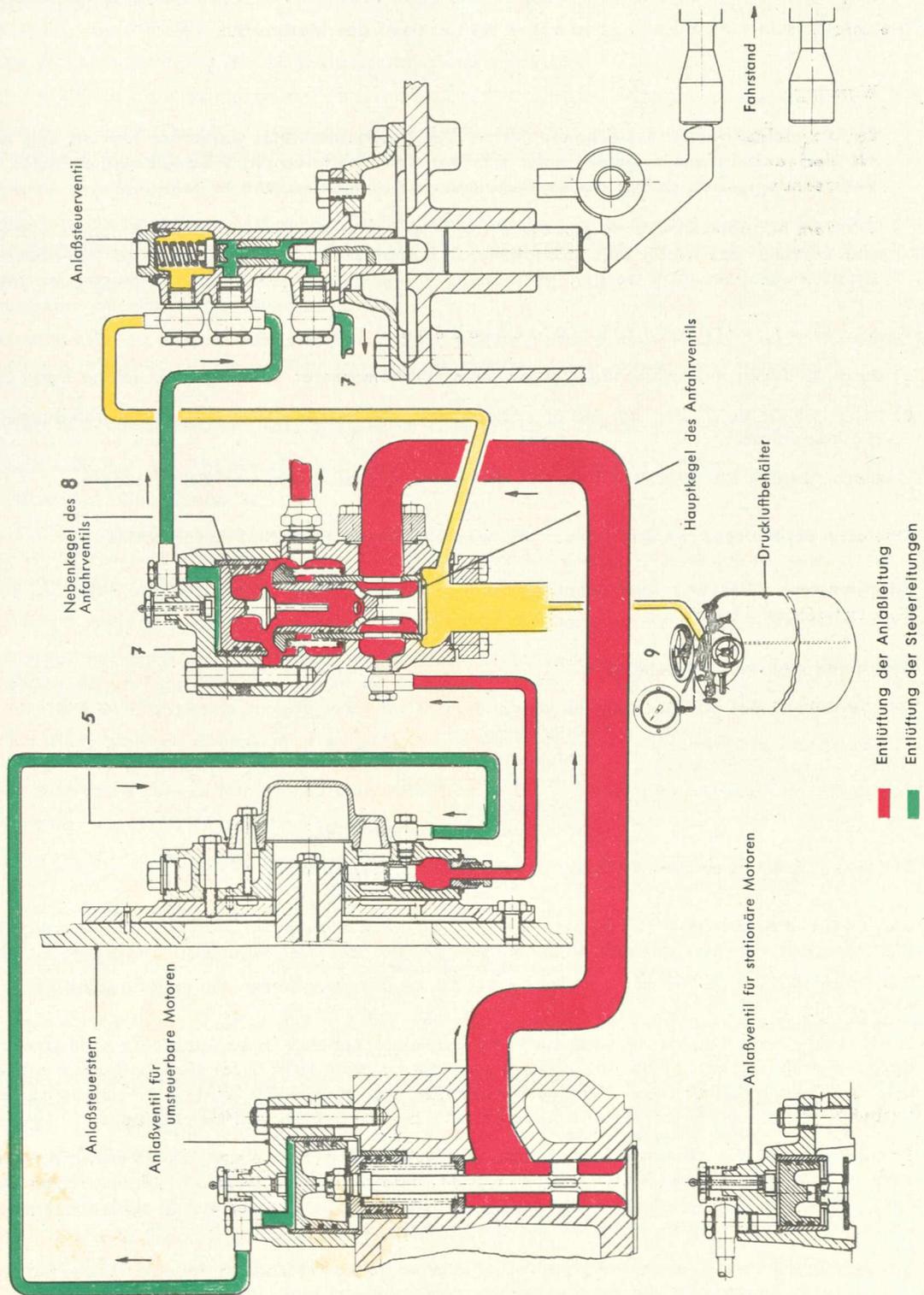


Bild 5

Vorgang nach dem Anlassen



█ Entlüftung der Anlaßleitung
█ Entlüftung der Steuerleitungen

Bild 6

Auffüllen der Druckluftbehälter

Man vergesse nie, die Druckluftbehälter nach dem Anlassen des Motors wieder auf einen Druck von 25—30 atü aufzuladen, so daß bei einem plötzlich notwendig werdenden Abstellen des Motors genügend Druckluft zum Wiederaanlassen vorhanden ist.

Gleichfalls lade man auch vor dem Abstellen des Motors auf.

Warnung!

Zur Vermeidung von Explosionen dürfen die Druckluftbehälter entweder nur mit Luft oder nur mit Verbrennungsgasen gefüllt sein, d.h. vor dem Aufladen mit Frischluft sind Behälter, die mit Verbrennungsgasen gefüllt waren, vollkommen zu entleeren und zu reinigen.

Vor dem Aufladen öffne man grundsätzlich immer zuerst das Ladeventil der Anlaßdruckluftbehälter und schließe das Ventil erst, nachdem der Kompressor abgestellt bzw. das Aufladeventil geschlossen ist. Dadurch werden unzulässige Drucksteigerungen in den Leitungen ausgeschaltet.

Das Füllen erfolgt auf verschiedene Arten:

- a) durch Auffüllen mit Kohlensäure, wenn kein Hilfskompressor vorhanden ist (siehe Seite 20).
- b) mit Frischluft durch den am Motor angebauten Kompressor oder mittels eines fremdangetriebenen Hilfskompressors.
- c) durch Abgase des Motors mittels des Aufladeventils an einem der Zylinderköpfe.

Ortsfeste VM-Motoren werden normal mit einem Druckluftbehälter ausgestattet.

Schiffsmotoren SVM und RVM erhalten immer zwei Druckluftbehälter, die jeder für sich zum Anlassen benutzt werden können.

Armaturen der Druckluftbehälter

Der Ventilkopf des Behälters ist mit einem
Anlaßventil,
Ladeventil,
Entwässerungsventil,
Manometerventil,
Sicherheitsventil ausgerüstet.

Bei zwei Druckluftbehältern ist eine Umschaltleitung vorgesehen.

Beträgt der Druck weniger als 25 atü, so müssen die Druckluftbehälter aufgefüllt werden. (Der Mindestdruck bei normaler Außentemperatur, bei der ein Motor noch anspringt, ist 10—12 atü).

Der Druck im Behälter ist auf höchstens 30 atü zu begrenzen, um unnötiges Abblasen der Sicherheitsventile zu vermeiden.

Es ist streng darauf zu achten, daß beim Aufladen der Behälter das Ladeventil ganz geöffnet ist, damit die Spindel auf ihrem Sitz aufliegt und die Druckluft nicht durch die Stopfbuchse entweichen kann und die Gewindespindel des Ventiles verschmutzt. Das gleiche gilt für die Anlaßventile der Druckluftbehälter bei umsteuerbaren Schiffsmaschinen, die im Betrieb geöffnet bleiben.

Entwässern. Die Druckluftflaschen sind mindestens täglich einmal zu entwässern, Kompressor und Ölabscheider nach jedem Aufladen. Beim Entwässern begnüge man sich nicht mit dem Öffnen der Hähne, sondern überzeuge sich, daß Kondenswasser und Öl abfließen können. Gegebenenfalls ist ein verstopfter Hahn wieder frei zu machen.

Das Eindringen von Öl in die Druckluftflasche könnte unter Umständen zu einer Explosion führen, wenn das Öl beim Anlassen in die Druckluftleitungen mitgerissen wird.

Sicherheitsventile am Druckluftbehälter. Bei geladener Flasche Dichtheit mit Seifenwasser prüfen. Nach Prüfung gut ausblasen. Prüfdruck 32 atü. Nur abnehmen, wenn undicht.

(Siehe auch Seite 12).

Auflade-Kompressor

Der am Motor angebaute Kompressor ist zweistufig, mit Wasserkühlung, und wird von der Kurbelwelle angetrieben.

Die Schmierung der Lager des Antriebes erfolgt durch die Umlaufschmierung. Die Kolben des Kompressors erhalten Schleuderöl.

Die Frischölschmierung der Hochdruckstufe (siehe Seite 11).

Durch Öffnen oder Schließen der Drosselscheibe 5610 wird der Kompressor an- oder abgestellt.

Ein Nachlassen der Förderleistung wird durch Reinigen oder Auswechseln der Ventile oder durch Auswechseln schadhaft gewordener Kolbenringe beseitigt.

Starke Verschmutzung der Ventile ist auf zu reichliche Schmierung zurückzuführen.

Arbeiten am Kompressor sollen nur bei Stillstand des Motors ausgeführt werden, um Körper- und Sachschäden zu vermeiden. Die Schlitze der Ventilsitze müssen beim Einbau nach außen zeigen.

Aus dem Kompressor ist wöchentlich das Kühlwasser abzulassen und der Kühlwasserraum auszuspülen. Entwässerung (siehe Seite 24).

Es ist darauf zu achten, daß der Ölabscheider in senkrechter Lage eingebaut wird. Die Durchflußrichtung der Druckluft ist am Gehäuse des Abscheiders durch einen Pfeil angedeutet.

Auffüllen der Druckluftbehälter mit Abgasen des Motors durch das Aufladeventil

Das Aufladen mit Abgasen hat vor dem Abstellen des Motors zu erfolgen.

(Warnung!) Siehe Seite 24).

Während des Füllens mit Abgasen soll der Motor möglichst nur halb belastet sein, auf keinen Fall aber im Leerlauf oder mit Überlast fahren, um Verschmutzungen der Armaturen der Druckluftbehälter durch schlechte Abgase zu vermeiden.

Um die Aufladezeit zu kürzen, lade man möglichst mit voller Drehzahl des Motors.

Das Aufladeventil am Zylinderkopf mindestens eine Umdrehung, höchstens $1\frac{1}{4}$ Umdrehungen öffnen. Zu geringe Öffnung drosselt die Abgase zu sehr, zu weite Öffnung erhitzt die Ventilsitze des Aufladeventils unnötig und führt zu Zerstörung der Sitzflächen.

Aus dem gleichen Grunde darf ohne Unterbrechung mit dem Aufladeventil nicht länger als 10 Minuten aufgeladen werden. Wird der Enddruck von 25—30 atü nicht in dieser Zeit erreicht, ist das Laden 10—20 Minuten zu unterbrechen, um das Aufladeventil abkühlen zu lassen.

Diese Anweisung ist streng zu beachten!

Kurz vor Ende des Aufladens sind die Druckluftbehälter zu entwässern, um im Behälter gebildeten Schlamm und das Kondenswasser zu entfernen. (Die Wasserabscheidung während des Ladens einer leeren Flasche beträgt etwa $\frac{1}{2}$ Liter).

Ist ein Druck von 25—30 atü in den Behältern erreicht, schließe man zuerst das Aufladeventil am Zylinderkopf, dann das Ladeventil an dem Behälter von Hand, ohne eine Stange als Hebel zu verwenden.

Nach 10 Minuten Abkühlen sind das Aufladeventil und das Ladeventil an dem Druckluftbehälter nochmals nachzuziehen.

Reinigung der Aufladeventile. Je nach den Betriebsverhältnissen ist das Aufladeventil etwa alle vier Wochen abzuschrauben und in allen Teilen zu reinigen. Petroleum oder Waschbenzin ist sorgfältig auszublasen und die Teile gut zu trocknen, um Explosionsgefahr zu vermeiden. Die Gewinde der Ventilspindeln sind mit Graphit zu schmieren und die Spindeldichtung zu erneuern.

Die Ladeleitung ist zu überprüfen, durch die Abgase zuwachsende Rohre zu reinigen oder bei schlechter Reinigungsmöglichkeit zu ersetzen.

Ladeventile am Druckluftbehälter alle 3 Monate ausbauen, und wie Aufladeventil behandeln. Undichte Ventilkegel ausbauen, nicht nachschleifen.

Hauptanlaßventil am Behälter alle 6 Monate, wie Ladeventil behandeln.

Entwässerungsventile jeden Monat abbauen, Abflußbohrungen mit Draht durchstoßen. Dichtkegel auswechseln und Kegelsitz eventuell nacharbeiten.

Einfluß des atmosphärischen Luftzustandes auf die Leistung

Die Leistungsangaben des Motors gelten immer unter ganz bestimmten atmosphärischen Verhältnissen. Diese atmosphärischen Verhältnisse werden als der „Bezugszustand“ bezeichnet.

Unter Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit gilt als Bezugszustand für Motoren allgemeiner Verwendungszwecke (ortsfest, Schiff, Einbaumotoren):

Barometerstand 736 Torr* (entsprechend etwa 280 m ü. d. Meer)

Lufttemperatur 20° C

Relative Luftfeuchtigkeit 60%

* (1 Torr = 1 mm Quecksilbersäule)

Bezugszustand nach British Standard-Spezification 649:1949 (umgerechnet)

Barometerstand 749 Torr (entsprechend etwa 152 m ü. d. Meer)

Lufttemperatur 29,4° C

Relative Luftfeuchtigkeit 50%

Für die Umrechnung der Leistung auf andere atmosphärische Verhältnisse erbitten wir jeweils Ihre Anfrage.

In den Tropen ist bei BVM-Motoren eventuell eine Kühlung der Ansaugluft vor dem Abgasturbolader notwendig, um die geforderte Leistung des Motors zu erhalten. In diesem Falle wird ein wassergekühlter Lade-Luftkühler vor dem Abgasturbolader angebracht. **Die Reinigung dieses Lade-Luftkühlers** ist entsprechend dem Staubgehalt der Luft und dem verwendeten Rohwasser in bestimmten Zeitabständen vorzunehmen (siehe Seite 38).

Beobachtungen während des laufenden Motors

1. Kurbelwellenlager

Man überzeuge sich durch Abfühlen der Gestelldeckel, daß kein Lager warm läuft.

2. Auf Geräusche achten

3. Auspuff des Motors

VM-Motoren mit gekühltem Auspuffsammelrohr und Schalldämpfer

BVM-Motoren mit ungekühlten Auspuffsammelrohren (Bild Seite 136).

Farbe des Auspuffs

Der Auspuff soll bei gutem Zustand des Motors und normaler Belastung unsichtbar sein.

Sichtbarer Auspuff bei Vollast deutet Überlastung des Motors oder Störungen in den Einspritzorganen an. Bei kleiner Last darf der Auspuff etwas blau — bei der nur kurzzeitig zu fahrenden Überlast etwas grau gefärbt sein.

Blaufärbung kann auch Überschmierung andeuten.

Bei dunkel gefärbtem Auspuff sind die Ursachen sofort zu beseitigen. (Siehe Störungstabelle Seite 49). Bei VM-Motoren stehen zur Beurteilung der Auspufffarbe jeden Zylinders die Auspuffklappen an den Zylinderköpfen zur Verfügung. (BVM-Motoren haben keine Auspuffklappen).

Temperatur und Druckkontrollen

Abgas-Temperatur

Die Belastung des Motors und ihre Verteilung auf die einzelnen Zylinder werden an den Stickstoffthermometern, bzw. an der Pyrometeranlage beobachtet.

Die der betreffenden Motorleistung entsprechende Abgas-Temperatur ist dem **Abnahmeprotokoll** zu entnehmen.

Sobald sich die Abgas-Temperatur gegenüber dem Abnahmeprotokoll ändert, bzw. die Streuungen zwischen den einzelnen Zylindern 40° C überschreiten, muß nach der Ursache gesucht und die Störung behoben werden.

Bei Motoren mit Abgasturboladern ist die zulässige Abgas-Temperatur **vor Turbine** am Leistungsschild des Laders angegeben.

Keinesfalls darf sie, auch nicht vorübergehend, 600° C überschreiten.

Mangelnder Luftüberschuß, erzeugt durch ein **verstopftes Luftfilter der Turbine**, kann unter anderen die Ursache einer Steigerung der Auspuff-Temperatur sein.

Undichtheit eines Anlaßventils

Undichtheit eines Anlaßventils zeigt sich durch Heißwerden der Anlaßleitung an. Die Anlaßleitung ist darum nach jedem Anlassen abzufühlen (siehe auch Seite 54).

Temperaturkontrolle der Einspritzventil-Kühlung (wenn vorhanden).

Von Zeit zu Zeit kontrolliere man die Temperatur des abfließenden Kühlkraftstoffes durch Abfühlen der Rohrleitungen an den Einspritzventilen. Fühlen sich die Rohre zu heiß an, so liegt entweder ein Mangel an Kühlkraftstoff vor, oder die Ursache liegt in Störungen an den Einspritzventilen; in letzterem Falle werden die Einspritzventile am besten ausgetauscht.

Auch ein kurzfristiger Betrieb ohne Kühlung ist bei gekühlten Einspritzventilen wegen der Verkokungsgefahr der Düsen nicht zulässig.

Schmieröldruck (siehe Bild Seite 119).

Maßgebend für den Schmieröldruck ist das Manometer, das am Regulierventil des Schmierölverteilerrohres angeschlossen ist. Das Regulierventil dient zur Einstellung des Schmieröldruckes der Umlaufschmierung. Der erforderliche Schmieröldruck für die Umlaufschmierung wird schon vom Lieferwerk mit diesem Regulierventil eingestellt.

Bei laufendem warmem Motor soll der Öldruck an diesem Manometer einen Druck von 1,5—2,2 atü anzeigen. Bei niedrigster Drehzahl von etwa 90 Umdrehungen und einer Öltemperatur von etwa 50 ° C muß das Manometer mindestens 0,5 atü anzeigen.

Man vergleiche die im Abnahmeprotokoll angegebenen Werte.

Das Schmieröl-Manometer hinter dem Ölkühler kann bei Motoren an dauernd kalten Standorten oder bei kühler Witterung vor dem Anlaufen des Motors einen Öldruck bis zu 7 atü anzeigen, der dann allmählich auf den normalen Betriebsdruck absinkt.

Schmieröl-Temperatur der Umlaufschmierung (siehe Bild Seite 119, 120, 121).

Die Temperatur des Umlaufschmieröles soll allgemein zwischen 55 — 65 ° C liegen.

Der Schmierölmischhahn sitzt am Ölaustritt des Schmierölfilters und wird von Hand betätigt. Er ermöglicht jede beliebige Teilmenge unter Umgehung des Ölkühlers ungekühlt dem Motor wieder zuzuleiten, dadurch wird gekühltes und ungekühltes Schmieröl gemischt.

Jedes Kühlerteil ist außerdem mit einem selbsttätigen Umgehungsventil ausgerüstet, welches bei zu hohem Widerstand der Platteneinsätze (Verschlammung oder zu zähflüssiges Öl) diese umgeht.

Steigt die Öltemperatur an, so ist das ein Zeichen dafür, daß entweder die den Ölkühler durchlaufende Schmierölmenge zu sparsam eingestellt ist, oder die Kühlwirkung des Ölkühlers durch Bildung eines Ölschlammablagelages nachgelassen hat. Der Ölkühler ist dann sorgfältig zu reinigen.

Ein Nachlassen der Feder des Umgehungsventils kann auch zur Temperaturerhöhung des Schmieröles führen.

Auf Wunsch kann auch die Regelung der Schmieröltemperatur selbsttätig mittels eines Thermostaten eingerichtet werden.

Normal sind am Motor zweiteilige Plattenkühler eingebaut, durch deren Rohre das Kühlwasser fließt.

Für die Tropen und für Sonderfälle werden die Plattenölkühler auch dreiteilig ausgeführt.

Vom Motor getrennt aufgestellte Ölkühler sind meistens Röhrenölkühler (Bild Seite 121), die bezüglich der Temperaturregelung, wie die Plattenölkühler eingerichtet sind.

Wiederkehrende Arbeiten
Betriebsstörungen
Beschreibung
Kühlung
Einspritzpumpe
Analysegeräte

Temperatur des Kühlwassers im Motor

Der heute verwendete Kraftstoff hat einen beträchtlich höheren Schwefelgehalt, dadurch sind unsere Motoren wesentlich stärker der Korrosion ausgesetzt.

Zu stark gekühlte Innenwandungen des Verbrennungsraumes bedingen eine erhöhte Kondensation der Oxydationsprodukte des Schwefels, die sich mit Wasserstoff aus der Verbrennung zu schwefliger Säure verbinden und stark korrodierend wirken.

Auch das Schmieröl wird durch Kraftstoff mit höherem Schwefelgehalt schneller gealtert und verliert an Schmierfähigkeit; damit wird der Abrieb an der Zylinderwand mechanisch erhöht.

Dem kann man nur dadurch begegnen, daß man den Motor wärmer fährt als früher.

Deshalb unsere Forderung:

Der Motor soll so warm wie möglich und zulässig gefahren werden.

Die zulässigen Kühlwasser-Abflußtemperaturen

Unter Berücksichtigung der Kraftstoffe mit erhöhtem Schwefelgehalt sind folgende Temperaturen des Kühlwassers gleichbleibend zu erhalten.

a) **Bei Durchflußkühlung oder Mischkühlung mit Seewasser** (siehe Bild Seite 130 und 131).

Bei Verwendung von Seewasser für die Durchflußkühlung soll die Kühlwasser-Abflußtemperatur, siehe Thermometer d, mit Rücksicht auf die Salzablagerungen in den Kühlwasserräumen des Motors nicht über 50° C liegen.

b) **Bei Durchflußkühlung oder Mischkühlung mit Süßwasser**

soll die Kühlwasser-Abflußtemperatur bei 55° C liegen.

Jedoch bei Süßwasser mit hohem Gehalt an Kalk, Gips und Salzen (hartes Wasser von mehr als 20—25 deutschen Härtegraden siehe auch unter Kühlwasser Seite 19) ist es zweckmäßig, mit der Kühlwasserabflußtemperatur auch nicht über 50° C zu gehen.

c) **Bei Umlaufkühlung** Temperatur des Umlaufwasser im Abfluß 70° C Temperaturdifferenz, zwischen Zu- und Abfluß 10—12° C.

Kühlwasserthermometer am Motor:

d) Abflußtemperatur aus dem Motor,

u) Austrittstemperatur aus den einzelnen Zylinderköpfen,

s) Eintrittstemperatur in das Verteilerrohr des Motors bei Durchfluß- und Mischkühlung,

r) Eintrittstemperatur in das Verteilerrohr des Motors bei Umlaufkühlung (siehe Bild Seite 82).

Temperaturregelung des Kühlwassers bei Durchfluß- und Mischkühlung

Die Regelung der Kühlwassertemperatur, insbesondere wenn der Motor kälter gefahren werden soll, ist sehr vorsichtig vorzunehmen. Eine plötzliche Erhöhung der Kaltwassermenge würde den Motor abschrecken, was erhebliche Schäden, wie Risse und Kolbenfresser, zur Folge haben könnte.

Bei reiner Durchflußkühlung für stationäre Motoren wird die Temperaturregelung mit dem Schieber der Kühlwasserleitung vorgenommen und damit die Durchflußmenge geregelt.

Bei Mischkühlung erfolgt die Regelung durch Beimischen mehr oder weniger Warmwasser aus dem Motor zum zulaufenden Rohwasser. Die Temperaturdifferenz zwischen dem in das Verteilerrohr eintretenden Kühlwasser und dem abfließendem soll wie bei der Umlaufkühlung nicht mehr als 10—12° C betragen. Wenn das Rohwasser einem Leitungsnetz entnommen wird, ist es notwendig, die zum Beimischen des Warmwassers dienende Leitung über eine Kreiselpumpe laufen zu lassen, um das Warmwasser gegen den Leitungsdruck zuführen zu können.

Bei Kolbenpumpen wird das Warmwasser vor die Kolbenpumpe geleitet.

Die Abstimmung der Austrittstemperaturen aus den einzelnen Zylinderköpfen erfolgt bei allen Kühlungsarten durch Schaltung der Hähne am Kühlwasseraustritt der Zylinderköpfe. Diese Hähne sollen aber möglichst offen bleiben, um die Kühlwassermenge nicht ungünstig zu beeinflussen. Ein Nachregulieren soll nur vorgenommen werden, wenn sich Differenzen über 12° C ergeben, ist im allgemeinen jedoch bei Misch- und Umlaufkühlung nicht erforderlich.

Kraftstoffdienst bei laufendem Motor

Kraftstoffbehälter nie ganz leer fahren, um das Ansaugen von Luft zu vermeiden.

Abschmierdienst bei laufendem Motor

1. Die Spindeln der Ein- und Auslaßventile alle vier Stunden mit Schmieröl-Gasölgemisch 1:1 schmieren. Man achte darauf, daß nicht zuviel geschmiert wird, da durch die Wärme der Abgase Schmierölablagerungen leicht verkoken.
2. Kipphebel alle vier Stunden mit reinem Öl schmieren.
3. Ölstand in Grundplatte, Schmieröltank und Schmierapparat kontrollieren.
4. Schmierölfilter rechtzeitig reinigen.

Das am Motor angebaute Schmierölfilter ist als umschaltbares Doppelfilter gebaut. Während des Betriebes sollen immer möglichst beide Filterkammern eingeschaltet sein, damit eine größere Filterfläche zur Verfügung steht. Das Öl strömt dadurch langsamer und kann mehr Rückstände und Verunreinigungen im Filter absetzen.

Zur Reinigung der Filter während des Betriebes schaltet man wechselweise die Kammern ab (siehe auch Seite 37).

Der Öldruck in den gebrauchten Filterkammern soll nicht mehr als 1 atü über dem Druck der gereinigten Filterkammern liegen.

5. Schmierölkühler von Zeit zu Zeit entlüften.

zu 3) bei stationären Motoren darf der Ölspiegel in der Grundplatte nicht unter die tiefste Marke des Peilstabes sinken. Ein Absinken des Ölspiegels in kurzer Zeit würde auf Undichtheiten oder Störungen im Ölumlaufl hinweisen. Der Motor wäre dann sofort stillzusetzen und die Ursachen des Ölverlustes zu suchen.

bei Schiffsmotoren (siehe Seite 12).

Kühlwasserdienst bei laufendem Motor

1. Kühlwasser-Zu- und Abfluß an Schautrichtern, Schaugläsern und Manometern beobachten.
2. Der Ablaßhahn des Filtergehäuses ist während des Betriebes zeitweise zu öffnen, um den angesammelten Schlamm abzulassen.
3. Pumpenpackungen der Kolbenpumpen auf Dichtheit kontrollieren. Man überzeuge sich, daß kein Wasser in die Grundplatte eindringt.
4. Das Schnüffel-Ventil ist so zu regulieren, daß ein stoßfreier Betrieb möglich ist, aber nicht übermäßig Luft nachgesaugt wird, da die Luft im Kühlwasser die Korrosion begünstigt.
5. Die Umschaltleitung von der Lenzpumpe zur Kühlwasserpumpe dient dazu, die Lenzpumpe vorübergehend als Kühlwasserpumpe (bei Reparaturen an letzterer) heranziehen zu können. Zum Umschalten ist je ein Hahn in der Saugleitung und Druckleitung der Pumpe vorgesehen. Beim Umschalten, das nach Möglichkeit bei Stillstand des Motors erfolgen soll, muß die Umstellung der Hähne in der Reihenfolge Hahn 1—2—3—4 erfolgen (siehe Schema Seite 128), beim Zurückschalten auf die Kühlwasserpumpe umgekehrt, Hahn 4—3—2—1. Das ist genau zu beachten! Das Schnüffel-Ventil der Kühlwasserpumpe ist vor dem Umschalten ganz zu öffnen.
6. Schmutzwasser aus der Bilge darf keinesfalls in die Kühlräume des Motors gelangen und es ist darauf zu achten, daß während des Lenzens das Lenzwasser nach außen abfließt.

Sonstige Beobachtungen

1. Bläst ein Sicherheitsventil während des Betriebes ab, so ist der betreffende Zylinder zu indizieren, um festzustellen, ob unzulässige Drücke auftreten. In diesem Falle sind Fördermenge und Förderbeginn der Einspritzpumpe nachzuprüfen, evtl. nachzuregulieren.

Das Abblasen eines Sicherheitsventils kann aber auch von dem Erlahmen seiner Feder herrühren, oder bei längerer Undichtheit des Ventils vom Ausglühen des Ventilkegels.

2. Ansprechen der Sicherheitsabstellung (siehe Seite 61).
Schwankungen des Drehzahlmessers bzw. Geräusche.

Abstellen des Motors

Vor dem Abstellen:

Druckluftbehälter wieder auf 25—30 atü auffüllen (siehe Seite 24, 25).

Motordrehzahl verringern.

Fahrhebel auf Stellung „Stop“ legen, um die Förderung der Einspritzpumpe auszuschalten.

Nach dem Abstellen:

Die Ein- und Auslaßventilspindeln mit Schmierölgemisch einölen, um ein Verhärten von Verbrennungsrückständen zwischen Spindeln und Führungen während des Stillstandes des Motors zu vermeiden.

Handkurbel des Schmierapparates 10—15 mal umdrehen.

Kraftstoffhähne nicht schließen, um das Eindringen von Luft in die Leitungen zu vermeiden.

Kühlwasserzulauf zum Motor schließen.

Bei ortsfesten Anlagen ohne Kühlwasserpumpe stelle man das Kühlwasser erst 5 Minuten nach dem Abstellen des Motors ab.

Bei Motoren mit Umlaufkühlung (ortsfest und Schiff) mit gesondert angetriebenen Umwälzpumpen wird entsprechend verfahren.

Bei Schiffsanlagen ist in den Betriebspausen der Seehahn für das Rohwasser zu schließen.

Bei Motoren mit steigenden Abgasleitungen ist der Entleerungshahn am Auspuffsammelrohr zu öffnen.

Bei Frostgefahr alles Wasser aus Leitungen und Motor ablaufen lassen.

Maschinenanlage reinigen.

Erkannte Störungen sofort beseitigen.

Zeitweise Außerbetriebsetzung

Motore, die nur zeitweise in Betrieb sind, sind monatlich mindestens einmal in Gang zu setzen, damit im Bedarfsfalle eine zuverlässige Betriebsbereitschaft gesichert ist. Störungen, die sich bei der Ingangsetzung ergeben, sollen sofort beseitigt werden.

Motoren, die zur ständigen Reserve einer Anlage dienen, sind von Zeit zu Zeit anzulassen und zu überprüfen, damit im Bedarfsfalle stets ein einwandfreier Motor zur Verfügung steht.

Maßnahmen für längere Außerbetriebsetzung

1. Alle blanken Teile einfetten.
2. Kühlwasser nach Entwässerungsplan Seite 18 ablassen.
3. Absperrventile am Kraftstoffbehälter schließen.
4. Die Handkurbel des Schmierapparates mehrmals bei geringer Drehzahl des Motors kurz vor dem Abstellen durchdrehen.
5. Von Zeit zu Zeit den Druck der Druckluftbehälter prüfen und Druckverluste — eventuell durch Anfahren des Motors — wieder auf normale Höhe bringen.
6. Einspritzpumpe konservieren,

Der Kraftstoff darf nicht in der Einspritzpumpe bleiben. Der Kraftstoff würde mit der Zeit in der Pumpe verharzen und Druck- und Saugventile sowie Pumpenkolben verkleben.

Um dies zu verhindern, läßt man zur Konservierung der Einspritzpumpe und der Doppelfilter den Kraftstoff ab, füllt dafür Petroleum ein, das jedoch weder Wasser noch Säure enthalten darf, und läßt den Motor etwa eine Viertelstunde lang damit laufen. Hierdurch wird auch der letzte Rest Dieselöl ausgewaschen und ein Verkleben der Pumpenelemente unmöglich gemacht.

Bei Wiederinbetriebnahme eines Motors nach längerer Betriebspause sind alle Arbeiten und Kontrollen wie bei Inbetriebnahme eines neuen Motors vorzunehmen (siehe Seite 11).

Umsteuerung bei RVM- und RBVM-Motoren

Stoppen des Schiffes bei Gefahr!

Bei direkt umsteuerbaren Schiffen könnte der Fall eintreten, daß bei dem normalen Umsteuervorgang das Schiff gefährdet wird, da das Umsteuern eine gewisse Zeit erfordert, während welcher das Schiff in der alten Fahrtrichtung ausläuft. (Schiffsmanöver im Hafen).

In diesem Notfalle, jedoch nur dann, kann man mit dem Motor das Schiff schnell stoppen, indem man Druckluft im Gegenstrom gibt. Man legt den Fahrhebel auf „Stop“, dann den Umsteuerhebel in Endstellung der neuen Fahrtrichtung und sofort darauf den Fahrhebel auf Anlassen.

Man muß sich jedoch darüber klar sein, daß man mit diesem Manöver den Motor abnormal belastet und vor allem die Sicherheitsventile der Zylinderköpfe übermäßig beansprucht.

Umsteuern

Ist eine Änderung der Drehrichtung beabsichtigt, ist es zweckmäßig, die Drehzahl zu reduzieren und stellt dann den Fahrhebel auf „Stop“. Der Motor erhält keinen Kraftstoff mehr und läuft aus.

Wiederaanlassen in geänderter Drehrichtung

Mit dem Wiederaanlassen des Motors in der geänderten Drehrichtung warte man zweckmäßigerweise, bis der Motor zum Stillstand gekommen ist. Der Fahrhebel soll erst in die Stellung „Betrieb“ gelegt werden, wenn der Motor mit Anlaßluft in der gewünschten Drehrichtung läuft.

Wegen Beschränkung der Anlaßzeit bei heißem Motor siehe Seite 20.

Beschleunigung des Reguliergestänges im Augenblick des Umschaltens auf „Betrieb“

Umsteuerbare Motoren erhalten während des Anlassens keine Kraftstoffeinspritzung. Diese erfolgt erst beim Umlegen des Fahrhebels auf „Betrieb“. Um nun in diesem Augenblick dem Motor volle Füllung zu geben, ist am Ende der Regulierstange der Einspritzpumpe eine Zusatzfeder angebracht, die bei dem Umlegen des Fahrhebels auf Betrieb unter Druckluft steht und entgegen ihrer eigenen Federwirkung die Regulierstange schnell volle Füllung drückt.

Sicherung zur Vermeidung von Schaltfehlern

Der Anfahrhebel mit den Stellungen: „Betrieb“, „Stop“, „Anlassen“ und der Umsteuerhebel mit den Stellungen: „Voraus“ und „Zurück“ sind durch die Blockierungsscheibe auf der Umsteuerwelle und entsprechende Nuten bzw. Rippen auf dem Anfahrhebel derartig gegeneinander blockiert, daß

1. der Anfahrhebel nur in den beiden Endlagen des Umsteuerhebels „Voraus“ und „Zurück“,
 2. der Umsteuerhebel nur in der Stopstellung des Anfahrhebels umgelegt werden kann (siehe Seite 32).
- Gewaltanwendungen sind zwecklos und können nur schaden.

Vorgang beim mechanischen Umsteuern bei RVM-Motoren (siehe Bild Seite 32)

Eine Änderung der Drehrichtung wird durch direktes Verschieben der Steuerwelle mit dem Umsteuerhebel erreicht.

Der Fahrhebel steht auf „Stop“.

Der Umsteuerhebel ist bereits auf „Voraus“ umgelegt.

Der Kraftstoff ist gesperrt, da die Abstellstange im Regler, welche über die Fahne im Regler mit der Regulierstange der Einspritzpumpe in Verbindung steht, nicht in der Kerbe „6“ der Schaltstange des Fahrstandes steht.

Die Druckluft zum Wiederaanlassen steht vor dem Anfahrventil und vor dem Anfahrsteuerventil, denn bei umsteuerbaren Motoren bleibt das Absperrventil der Druckluftbehälter immer offen. Die Steuerwelle des Motors ist bei Richtung „Voraus“ nach dem Schwungrad verschoben.

Im Anlaßsteuerstern steht derjenige Steuerschieber, der dem Anlaßzylinder entspricht, in der Abflachung und gibt Steuerluft zu dem Anlaßventil (siehe auch unter Anlassen Seite 22).

Die Sicherungsscheibe auf der Umsteuerwelle hat den Anfahrhebel freigegeben, da der Umsteuerhebel in seiner Endstellung „Voraus“ steht.

Der stillstehende Motor ist also in Richtung „Voraus“ umgesteuert, und es steht nichts mehr im Wege, den Motor durch Umlegen des Anfahrhebels auf „Anfahren“ in der neuen Fahrtrichtung „Voraus“ wieder anzulassen.

Schema der mechanischen Umsteuerung an RVM-Motoren

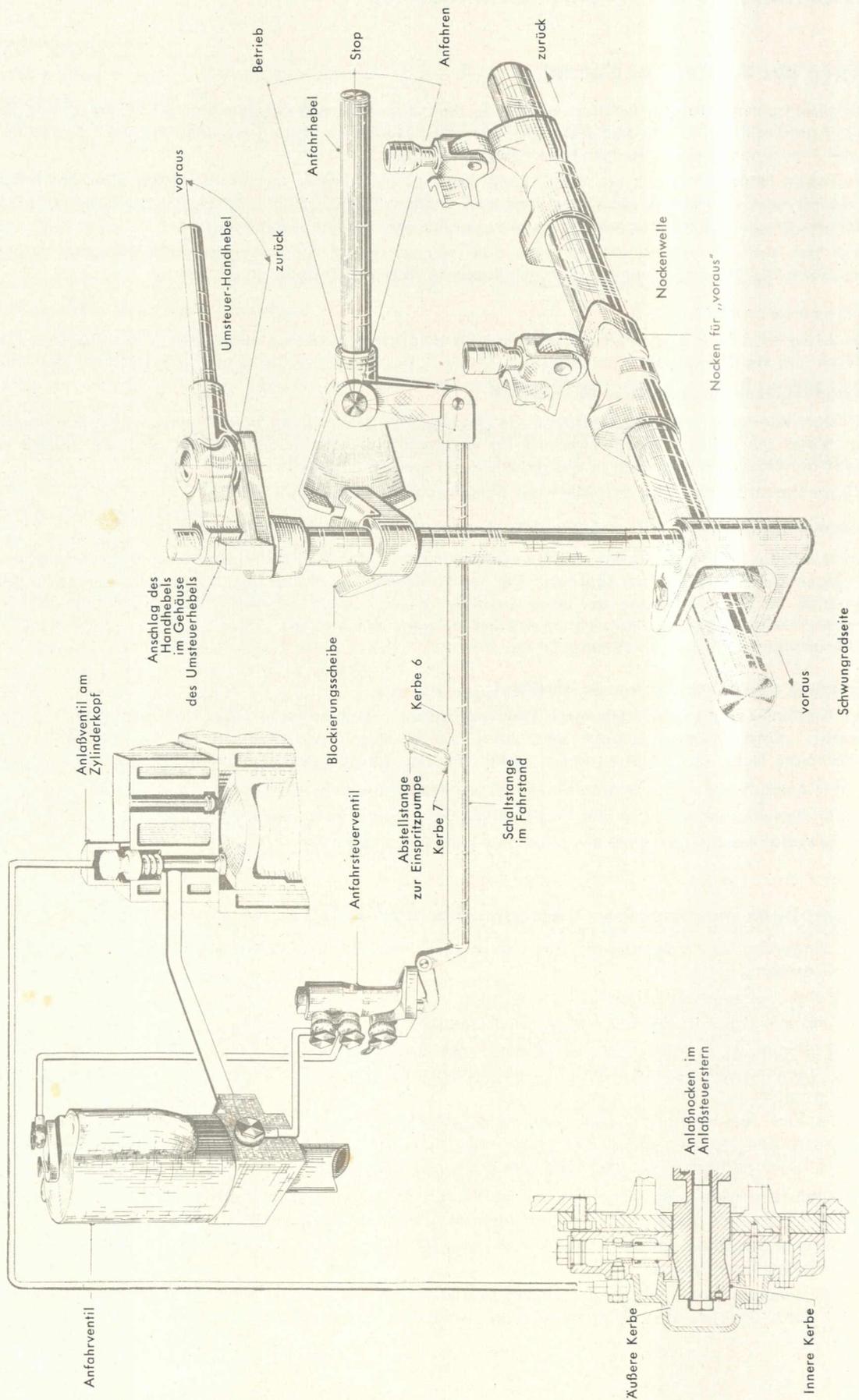


Bild 7

Schema der Druckluftumsteuerung an RBVM-Motoren

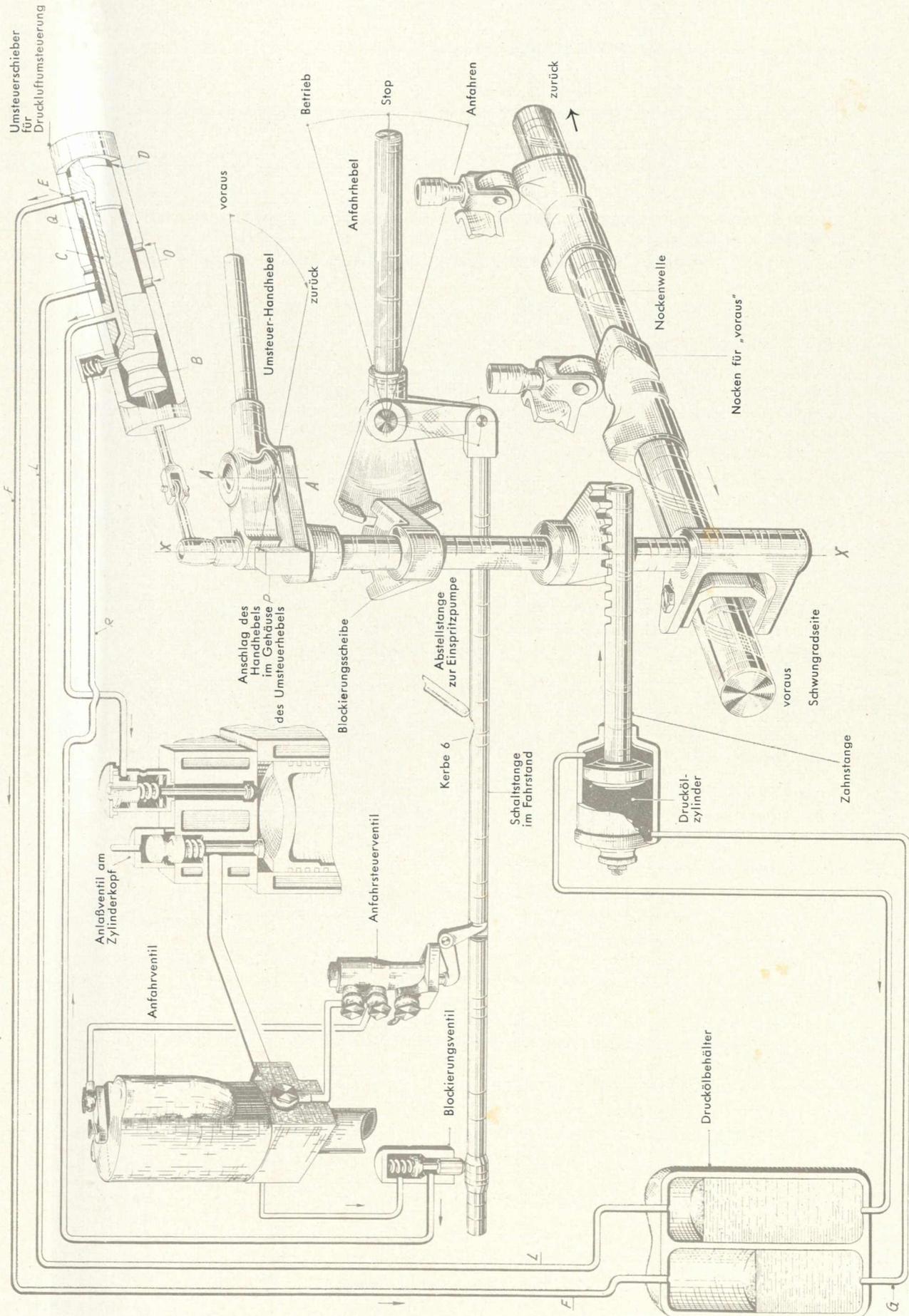


Bild 8

Wiederkehrende Arbeiten
 Betriebsstörungen
 Beschreibung
 Kühlung
 Einspritzpumpe
 Anfahrventil

Druckluftumsteuerung für RBVM-Schiffsmotoren siehe Bild Seite 33

Um den Umsteuervorgang zu erleichtern, werden

- a) die Sicherheitsventile an den Zylinderköpfen als Dekompressionsventile benutzt,
- b) Druckluft in einen Druckölbehälter geleitet.

Das verdrängte Drucköl betätigt einen Kolben, der mittels Zahnstange und Zahnsegment die Steuerwelle verschiebt.

Der Umsteuerhebel ist besonders ausgebildet. Er besteht aus einem U-förmigen Gehäuse, in dem sich der Handhebel etwas bewegen kann.

Die einleitende Bewegung des Handhebels öffnet die Sicherheitsventile und gibt Druckluft in den Ölbehälter.

Sobald der Handhebel an sein Gehäuse stößt und dieses mitbewegt wird, ist die rechte Kammer des Ölbehälters durch den Steuerschieber entlüftet und das Öl drückt den Kolben nach rechts. Der Motor wird auf „zurück“ umgesteuert.

Die Druckluftumsteuerung ist damit als sogenannte „Nachlaufsteuerung“ ausgebildet. Der von Hand betätigte Umsteuerhebel muß während des ganzen Umsteuervorganges bis in seine Endstellung von Hand nachgeführt werden, um den Umsteuervorgang während der Druckluftumsteuerung in der Hand des Maschinisten zu lassen. In dem Augenblick, in dem der Umsteuerhebel nicht mehr nachgeführt wird, ist die Druckluft abgesperrt und der Umsteuervorgang unterbrochen.

Das Umlegen des Umsteuerhebels von einer Endlage zur anderen soll vollkommen gleichmäßig in etwa 5—6 Sekunden erfolgen.

Durch die Zwischenschaltung des Drucköles ist ein weiches Arbeiten der Umsteuerung gesichert.

Bei leeren Ölbehältern (Peilstäbe kontrollieren) darf wegen der auftretenden Stöße nicht umgesteuert werden.

Sicherung zur Vermeidung von Schaltfehlern

Eine weitere Sicherung ist bei der Druckluftumsteuerung dadurch gegeben, daß die Druckluft durch das „Blockierungsventil“ nur bei Stellung „Stop“ des Fahrhebels freigegeben wird.

Deckumsteuerung

Um an Bord die Umsteuerung vom Steuerhaus vornehmen zu können, wird auf Wunsch eine Deckumsteuerung eingebaut.

Deckumsteuerung mit Kardanwelle (Bild siehe Teileverzeichnis Seite 145)

Im Steuerhaus ist je ein Hebel für Anlassen und Umsteuern vorgesehen. Die Hebel und das Handrad sind mittels Kardangestänge mit dem Fahrstand am Motor verbunden.

Pneumatische Deckumsteuerung (Bild Seite 138)

Der pneumatische Fahrstand im Steuerhaus erlaubt das Anlassen, Umsteuern und die Drehzahlverstellung nur mit einem Hebel, einschließlich etwaigen Ein- und Ausrückens einer Schaltkupplung zwischen Motor und Schraubenwelle, bzw. Getriebe.

Die Steuerluft von etwa 6 atü wird einem Druckminderventil in der Anlaßleitung des Motors entnommen, über ein Filter und eine Frostschutzpatrone geleitet und in vierfacher Verzweigung zu den Organen des Deckfahrstandes geführt.

Zur Sicherung gegen Schaltfehler wird der Fahrhebel der Deckumsteuerung aus der neuen Stopstellung nach dem Umsteuern erst freigegeben, wenn die Steuerwelle des Motors beim Umsteuern korrekt in ihre Endstellung verschoben wurde.

Abb. 1 zeigt das Bedienungsschild am Deckfahrstand für RVM-Motoren, die starr mit der Steuerwelle verbunden sind.

Abb. 2 zeigt das Bedienungsschild am Deckfahrstand für RVM-Motoren mit Kupplung in der Schraubenwelle und für SVM-Motoren mit Wendetriebe.

Direkte Steuerung des Motors. Nach Lösen der Verbindung des Schaltzylinders der pneumatischen Deckumsteuerung vom Fahrhebel des Motors ist es jederzeit möglich, den Motor direkt zu steuern.

Bei Zwei-Motorenanlagen können die beiden Deckfahrstände durch einen Schaltgriff so verblockt werden, daß die Steuerung beider Motoren durch einen Fahrhebel möglich ist.

Der pneumatische Fahrstand bedarf keiner besonderen Wartung.

**Regelmäßig wiederkehrende Arbeiten
zur Pflege des Motors**

Wiederkehrende Arbeiten

Betriebsstörungen

Beschreibung

Kühlung

Einspritzpumpe

Antriebsmechanik

Regelmäßig wiederkehrende Arbeiten zur Pflege des Motors

Zeitangabe der wiederkehrenden Arbeiten

Der zeitliche Abstand der wiederkehrenden Arbeiten ist in Betriebsstunden angegeben, um die verschiedenen Tageslaufzeiten der Motoren zu berücksichtigen.

Die hier genannten Betriebsstunden gelten für einen in gutem Betriebszustand befindlichen Motor, der unter normalen Betriebsbedingungen läuft und mit gutem Kraftstoff und Schmieröl betrieben wird.

Liegen diese Voraussetzungen nicht vor, so sind die Zeiten der Überprüfung und Pflege des Motors den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen anzupassen.

Im günstigen Sinne werden die Überprüfungszeiten durch Nebenschlußfilter in der Schmierölleitung und durch Umlaufkühlung beeinflusst.

Die nachstehend aufgeführten Arbeiten am Motor sind für den ordnungsmäßigen Betrieb unerlässlich, und die angegebenen Betriebsstunden müssen eingehalten werden, soweit die Arbeiten nicht durch die Bemerkung: „im Bedarfsfalle“ gekennzeichnet sind.

Es empfiehlt sich während des Betriebes beobachtete Unregelmäßigkeiten oder oberflächlich beseitigte Störungen zu notieren und bei der gründlichen Durchsicht des Motors zu beheben.

Für die Einlaufzeit eines neuen Motors gelten die auf Seite 11 zusätzlich angegebenen Arbeiten, die auch nach längerer Außerbetriebsetzung eines Motors entsprechend durchzuführen sind.

Überprüfungen und Überholungen an der Einspritzpumpe und den Einspritzventilen sind hier nicht erwähnt, da sich diese ausschließlich nach dem „Bedarfsfall“ richten.

Die täglichen Arbeiten am Motor sind in dem Kapitel „Vor dem Anlassen“ bereits aufgeführt (siehe Seite 12).

Nach je 50 Betriebsstunden

Kühlwasser vom Kompressor ablassen und Kühlräume spülen (siehe Seite 25).

Bei vorhandener Rückspülanlage die Kühlräume durchspülen.

Nach je 200 Betriebsstunden

Sämtliche Triebwerksteile, wie Lager mit Lagerschrauben, Pleuelstangen, Kompressor, Nockenwelle und Ventilbetätigung, Kolben- und Kreiselpumpen, Schwingungsdämpfer, Lichtmaschine evtl. Ventilatorantrieb einer Kontrolle unterziehen. Insbesondere auch die Pumpenpackungen prüfen, ob kein Wasser in den Motor eindringt.

Kraftstoffvorfilter und Kraftstoffefilter, sowie Filter an der Förder- und Einspritzpumpe kontrollieren und nach Bedarf reinigen, ebenso Hochdruckfilter an den Einspritzventilen.

Allgemeine Schraubenkontrolle

Insbesondere die hochbeanspruchten Schrauben für Zylinderköpfe, Kurbelwellen- und Pleuellagerschrauben, sowie die Zuganker und Fundamentschrauben.

Nach je 800 Betriebsstunden

Aufladeventil am Zylinderkopf reinigen.

Wechsel des Umlaufschmieröles (siehe auch Seite 42).

Nach Ablassen des alten Öles Schmierölwanne des Motors reinigen.

Das Schmieröl in Apparaten mit eigenem Ölsumpf wechseln und Ölsümpfe vor Auffüllen reinigen.

Schmierölkanäle der Kurbelwellenlager mit Handflügelpumpe durchdrücken und prüfen, ob Öl aus den Lagern abläuft.

Nach je 1600 Betriebsstunden

Kurbelwellen- und Pleuellagerspiel überprüfen.

Ein- und Auslaßventil ausbauen, reinigen und neu einschleifen.

Zylinderbuchsen im Kompressionsraum von Rückständen reinigen.

(Bei Motoren mit eingesetzten Ventilkörben brauchen zum Ventileinschleifen und zum Reinigen der Kompressionsräume die Zylinderköpfe nicht abgenommen zu werden).

Ventile des Kompressors nachsehen und neu einschleifen.

Packungen der Kolben- und Kreiselpumpen erneuern.

Kupplungsgehäuse an der Einspritzpumpe abschrauben und Kupplungsschrauben überprüfen.

Bei VM-Einspritzpumpe den Festsitz des Nockenbündels überprüfen. Die Verbindung zwischen Einspritzpumpe und Regler soll leicht beweglich, aber ohne toten Gang sein.

Zylinderschmierapparat reinigen.

Kühlwasserräume des Motors und Rückkühler der Umlaufkühlung im Bedarfsfalle reinigen. Der Zeitpunkt der notwendigen Reinigung hängt von der Qualität des Rohwassers und von der Art der Kühlung ab. (Durchfluß- oder Umlaufkühlung). Gleichzeitig Zinkschutz überprüfen (siehe Seite 78).

Nach je 3200 Betriebsstunden

Kolben ziehen.

Kolbenringe nachsehen, eventuell auswechseln und Nuten der Kolben reinigen.

Leichte Tragstellen an den Kolben und Laufbuchsen nacharbeiten (siehe Seite 70/71).

Bei schweren Schäden Kolben oder Laufbuchsen auswechseln.

Kurbelwellenatmung prüfen.

Alle anderen Konstruktionsgruppen des Motors überprüfen und eventuell schadhaft gewordene Teile auswechseln.

Nach Wiederaufsetzen der Zylinderköpfe sind die Zylinderkopfschrauben nach der Festziehvorschrift Seite 43 festzuziehen und nach den ersten 30 und 100 Betriebsstunden bei betriebswarmem Motor nochmals nachzuziehen.

Nach je 4000 Betriebsstunden

Bei Abgasturbolader Type Rc (Hochdruckgebläse) Kugellager auswechseln.

Nach je 5000 Betriebsstunden

Bei Niederdruckgebläse Type Pa und Pb Kugellager auswechseln.

Nach je 8000 Betriebsstunden

Schmierölpumpe des Abgasturboladers auswechseln.

Beschreibung der wiederkehrenden Arbeiten

Bei allen Reinigungsarbeiten nur faserfreie Putztücher verwenden — keine Putzwolle.

Filterdienst am Motor

1. Das Schmierölfilter der Umlaufschmierung wird während des Betriebes nach Bedarf gereinigt.
Reinigen der Filtereinsätze des Schmieröldoppelfilters und des Kraftstoffvorfilters (siehe Seite 126).
 Die Filtereinsätze sind stets vorsichtig auszubauen, damit das feine Gewebe nicht beschädigt wird. Sie sind in Gasöl gut auszuwaschen. Das Abwischen mit Putzlappen ist, wie bei allen Filtern, unbedingt zu unterlassen.
 Die Kupfergewebe der Schmieröl-Einsätze werden von Gasöl angegriffen. Sie müssen daher in kürzester Zeit gereinigt und dann schnell getrocknet werden. Nach dem Trocknen sind sie in Schmieröl zu tauchen, auch dann, wenn sie zur Reserve gestellt werden.
 Aus dem gleichen Grunde dürfen Einsätze mit Kupfergewebe — rote Farbe — nie für Kraftstofffilter verwendet werden.
 Kraftstofffiltereinsätze sind aus Nickelgewebe — weiße Farbe — und gegen Kraftstoff und Schmieröl unempfindlich.
 Die Filtergehäuse sind stets gut auszuwaschen.
2. **Der Siebeinsatz der Kraftstoff-Förderpumpe**
 Durch Reinigung des Einsatzes ist die Verschmutzung der Förderpumpe zu vermeiden.
3. **Doppelfeinfiler vor der Einspritzpumpe** (siehe Seite 126).
 Die Siebeinsätze dieser Filter sind neuerdings Papiereinsätze, die nach Verschmutzung weggeworfen werden. Die Auswechslung des Filtereinsatzes ist vorzunehmen, wenn der Kraftstoffdurchfluß durch das Filter zu gering wird. Die Auswechslung bei Gasöl ist etwa halbjährig notwendig.
 Im normalen Betrieb läuft der Kraftstoff durch beide Filter. Eine Umschaltmöglichkeit erlaubt jedoch die gründliche Reinigung des Filtergehäuses wechselweise während des Betriebes.
4. **Siebfilter in der Einspritzpumpe** (siehe Seite 92 und 114).
 Vor Eintritt des Kraftstoffes in die einzelnen Pumpenelemente fließt der Kraftstoff noch durch ein an der Einspritzpumpe angebautes Siebfilter. — Reinigung wie beim Vorfilter.
5. **Die Hochdruckfilter der Einspritzventile** (siehe Seite 56 und 126).
 Das Waschen dieser Hochdruckfilter ist immer mit größter Sorgfalt in Gasöl vorzunehmen. Zweckmäßig werden zwei Bäder zum Vor- und Nachreinigen verwendet.
6. **Bei Motoren mit gekühlten Einspritzventilen** ist für den Kühlkraftstoff ein besonderes Vorfilter und je ein Hochdruckfilter vorgesehen. (Siehe unter Ventilkühlung).
 Die Kraftstoff-Filter der Einspritzventilkühlung ist sorgfältig zu reinigen, damit nur gut gefilterter Kraftstoff durch die Einspritzventile fließt.
7. **Pflege der Anlaß-Anlage des Motors**
 Die Steuerorgane der Anlaß-Anlage sind in die allgemeine Motorpflege einzubeziehen und betriebsfähig zu erhalten.
 Bei normalen Betriebsverhältnissen, soweit sich keine Störungen zeigen, genügt eine einjährige durchgreifende Kontrolle der ganzen Anlaß-Anlage des Motors.

 Siehe in der Anlaßleitung siehe Seite 11.

 (Sonstige Pflegearbeiten an der Anlaß-Anlage siehe Seite 12, 24 und 25).

Die Reinigung der Luftfilter

Die Luftfilter müssen, je nach Art des Betriebes, in dem der Motor läuft, regelmäßig gereinigt werden. Zur Reinigung sind die Filter abzubauen und zunächst kräftig durchzuschütteln, um die groben Staubteilchen zu entfernen. Dann werden sie im heißen Wasserbad mit Soda oder P3-Lösung gewaschen und zum Trocknen abgestellt.

Die trockenen Filter werden dann mit Benetzungsflüssigkeit getränkt und zum Abtropfen aufgestellt.

Als Benetzungsflüssigkeit kann ein leichtes Spindelöl (Viscosität bei 50° C cca 2—2,5 Engler = 65,2 Sayboldt Univ. Sec.) oder das von der Filterfirma empfohlene Benetzungsmittel verwendet werden. Die Firma Delbag schreibt zum Waschen der Filter ihr Purinbad vor, zur Benetzung ihr Viscinolbad. Das Abtropfen soll 12—24 Stunden währen.

Ein Schmieröl-Gasöl-Gemisch ist als Benetzungsflüssigkeit nicht zu empfehlen; Petroleum darf wegen Explosionsgefahr keinesfalls als Benetzungsflüssigkeit verwendet werden.

Ölbadluftfilter

Diese finden vielfach Verwendung bei staubiger Atmosphäre, z. B. bei Bauaggregaten, Baulokomotiven usw.

Das verschmutzte Ölbad ist periodisch, je nach dem Staubgehalt der Luft, abzulassen und das Gehäuse gut mit Gasöl zu reinigen.

Die Reinigung der Kühlwasserfilter

Der Zeitpunkt der notwendigen Reinigung hängt von der Wasserart ab und muß von Fall zu Fall festgestellt werden.

Nach jeder Reinigung ist wieder eine Entlüftung des Filters vorzunehmen.

Pumpendienst

Schmierung der Deutz-Einspritzpumpe

Bei Inbetriebnahme einer VM- oder BVM-Einspritzpumpe nehme man den unteren Pumpendeckel ab und fülle das Gehäuse mit Schmieröl bis zum Überlauf (ca. 0,7 l).

Dann pumpe man mit der Handkurbel des Zylinder-Ölers vor, bis an den Nockenrollen Öl abfließt. Der Öler ist auf größte Fördermenge einzustellen.

Gleichzeitig beachte man, ob die Ölleitung vom Öler zur Einspritzpumpe dicht ist.

Nach dem Vorpumpen schließe man den Pumpendeckel wieder. Bei BVM-Einspritzpumpen sind vor dem Wiederaufsetzen des Deckels die Druckschrauben der Rollenhebel Federn abzuschrauben und die Federn nach Befestigen des Deckels sorgfältig einzusetzen.

Während des Betriebes des Motors wird der Ölstand in der Pumpe durch den Zylinderöler ergänzt. Ob die Pumpe Öl bekommt, ist durch Abschrauben des Ölanschlusses an der Einspritzpumpe festzustellen. Überschüssiges Öl, ebenso wie das Lecköl der Pumpe und der Einspritzventile, fließt über einen Kontrolltrichter in den Leckölbehälter.

Schmierung des Reglers

Der Regler wird mit Frischöl aufgefüllt. Der Anschluß an den Zylinderöler ist auf freien Durchgang zu prüfen. Der Schmierölablauf erfolgt in den Räderkasten des Motors. Ist ein Reglergetriebe vorhanden, so ist es gleichzeitig mit 1 Liter Schmieröl zu füllen. Das Reglergetriebe hat keinen eigenen Anschluß an den Zylinderöler.

Schmierung des Anlaß-Luftkompressors

Der Kompressor soll möglichst reine Druckluft in die Druckluftbehälter fördern, darum muß der Kompressor-Anschluß nach der Inbetriebnahme des Motors und etwa 200 h Laufzeit gedrosselt werden. (siehe Seite 11).

Wichtig ist auch das regelmäßige Entwässern der Hochdruckstufe, wobei auch überflüssiges Schmieröl abgeschieden wird (täglich entwässern).

Pflege der Schmierölpumpen

Die Zahnradpumpen zur Förderung des Schmieröles sind selbstschmierend.

Sowohl die Einfachpumpen wie die Doppelpumpen sind mit Sicherheitsventilen ausgerüstet, die bei einer Grundüberholung des Motors nachzusehen und zu reinigen sind.

Eine Überholung der Pumpenventile ist notwendig, wenn der Öldruck zu stark nachläßt. Dies ist nur bei ausgebauten Pumpen möglich. Bei dem Ausbau der Schmierölpumpen sind diese von Schlamm zu reinigen.

Pflege der Kolbenpumpen

Im Betrieb sind die Kolbenpumpen durch die angebaute Fettpresse des öfteren zu schmieren. Nur Spezial-Wasserpumpenfett verwenden, kein Staufferfett. (Siehe auch Seite 78).

Es ist darauf zu achten, daß die Packungen der Pumpenkolben kein Wasser in das Motorgehäuse durchlassen. Im Bedarfsfalle Packungen erneuern.

Stopfbuchsenpackung der Kreiselpumpe

Die Kreiselpumpenwelle soll sich unmittelbar nach der Stopfbuchse nicht mehr als höchstens 20° C über die Kühlwassertemperatur erwärmen, darf also im Höchsthalle 90° C annehmen. Wird die Welle zu heiß, muß die Mutter der Packung etwas gelöst werden.

Leichte Undichtheiten der Stopfbuchse beim Anfahren verlieren sich bei Betriebswärme. Bleibt die Stopfbuchse auch dann noch undicht, muß die Stopfbuchsenmutter bei Stillstand der Pumpe leicht angezogen werden.

Nachverpacken der Stopfbuchsen

Der Bleigraphit-Verpackungsring ist leicht aufgebogen über die Pumpenwelle zu schieben, danach die Packung anzuziehen und die Pumpenwelle gleichzeitig zu drehen, damit der Packungsring in die richtige Lage kommt. Dann ist die Überwurfmutter wieder zu lösen und gegebenenfalls sind weitere Packungsringe in gleicher Weise einzulegen. Man achte darauf, daß die Stoßfugen der Packungsringe gegeneinander versetzt sind. Die Überwurfmutter wird dann etwas fester angezogen, damit sich die Packungsringe setzen, dann nochmals gelöst und wieder leicht angezogen.

Kreiselpumpen mit Riemen- oder Elektro-Antrieb müssen an den vorgesehenen Staufferbuchsen geschmiert werden. Bezüglich der Stopfbuchsen gilt das gleiche wie oben.

Sonstige Pflegearbeiten

Pflege des Ölkühlers

Wenn die Kühlwirkung des Schmierölkühlers nachläßt (siehe auch Seite 119) ist der Kühler auf der vom Öl durchflossenen Seite mit Gasöl zu reinigen und dann mit Wasser und P 3 nachspülen. Auf der Wasserseite wird der Ölkühler wie der Rückkühler der Umlaufschmierung behandelt (siehe Seite 86).

Pflege der Schmierölbohrungen der Triebswerkteile

Anläßlich des Abnehmens der Kurbellagerdeckel müssen die Bohrungen der Kurbelwellenlager und Kurbelzapfen, sowie alle Leitungen der Umlaufschmierung auf guten Durchfluß geprüft und gereinigt werden.

Reinigen des Auspuffsammelrohres

Die Verrußung und Verschmutzung des Auspuffsammelrohres ist von der Art des Betriebes und von der Güte der Verbrennung abhängig, so daß ein Zeitpunkt für die notwendige Reinigung nicht angegeben werden kann. Man überzeuge sich gelegentlich durch Öffnen der Deckel des Auspuffsammelrohres von dem Zustand im Innern des Rohres und dehne eine eventuell notwendige Reinigung auch auf die anschließende Rohrleitung aus.

Instandhaltung der Druckluftbehälter

Die Druckluftbehälter sind nach Vorschrift alle drei Jahre einer amtlichen Druckprobe zu unterziehen und gleichzeitig zu reinigen.

Im laufenden Betrieb müssen die Ventile der Flaschenköpfe immer gut dicht sein. Zeigen sich größere Druckverluste, sind die Ventilsitze eventuell nachzuschleifen und die Ventilkegel auszuwechseln.

Abgasturbolader (siehe auch Seite 52, 72 und 136).

Die Betriebs-Vorschrift des Abgasturboladers ist bei Lieferung des Motors gesondert mitgegeben.

Wir bitten, diese vor Inbetriebnahme des Motors genau durchzulesen und die darin gemachten Angaben für die Bedienung und Wartung des Turboladers sorgfältig zu beachten.

(Schmierung siehe Seite 14).

Die Kugellager bei den Hochdruckgebläsen Type Rc sind nach 4000 Betriebsstunden auszuwechseln, bei den Niederdruckgebläsen Type Pa und Pb nach 6000 Betriebsstunden.

Die Ölpumpen der Turbogebälse sind nach 8000 Betriebsstunden auszuwechseln.

Näheres siehe in dem beigegebenen Sonderdruck von Brown-Boveri & Cie.

Achtung bei Wiederaufbau des Abgasturboladers!

Die Auspuffleitung ist bei Montage des Abgasturboladers so abzustützen, daß letzterer weder durch das Eigengewicht, noch durch die Wärmedehnungen des Rohres belastet wird.

Kühlung des Abgasturboladers siehe Seite 77.

Das Manometer des Abgasturboladers

Der Stoßdämpfer des Manometers arbeitet richtig, wenn der Zeiger ohne Pendeln einer Änderung des Druckes unmittelbar folgt. Ist die Dämpfung zu schwach, so muß sie durch Einfügen einer oder mehrerer Filzscheiben verstärkt werden. Zeigt das Manometer nicht an, so können verölzte Filzscheiben die Ursache sein, die ausgewechselt werden müssen.

Zu geringer Druck am Manometer könnte aber auch durch Verstopfung des Luftfilters entstanden sein. Es ist daher ratsam, den Luftfilter zu reinigen.

Die Büchi-Turbinen erfordern nur eine sehr einfache Wartung und Beobachtung während des Betriebes.

Sollten sich im Laufe der Betriebszeit an dem Turbolader Unregelmäßigkeiten anderer Art zeigen (siehe Bedienungsanleitung des Laders), die Ihnen eine Überprüfung durch einen Spezialisten ratsam erscheinen lassen, so bitten wir Sie, uns zu benachrichtigen, damit gleichzeitig die Arbeitsweise des Motors überprüft wird.

Bei Ihrer Benachrichtigung bitten wir Sie, uns Laufzeit, Belastung des Motors, Aufladedruck, Auspufftemperatur hinter den Zylindern und die beobachtete Unregelmäßigkeit anzugeben, damit wir über die Art der notwendigen Maßnahmen unterrichtet sind. Gegebenenfalls wird die Fa. Brown-Boveri durch uns verständigt.

Der Abgasturbolader ist getrennt mit Schmieröl aufzufüllen. Aus beiden Schmierölwannen werden die Kugellager der Rotorwelle durch Schmierringe versorgt. Die Kontrolle der Schmierölfüllung ist durch Schaugläser gegeben.

Blockieren des Rotors bei Störungen siehe Seite 53.

Überprüfung des Schmierapparates und der Frischölschmierung

Man prüfe bei geöffnetem Ölerdeckel die Gängigkeit der einzelnen Pumpenkolben des Ölers. Wenn nötig werden die Pumpenkolben durch Auftropfen von etwas Petroleum auf die vorstehenden Enden der Kolben gängig gemacht. Die Ölleitungen sind beiderseits abzunehmen und mit Druckluft sorgfältig durchzublasen. Dann wird der Öler vollständig gefüllt. Das Sieb darf unter keinen Umständen beim Füllen aus der Einfüllöffnung herausgenommen werden, um Verschmutzungen des Öles zu vermeiden.

Das Einstellen der Fördermenge des Ölers erfolgt bei offenem Verschlußdeckel mittels der Verstellerschrauben. Linksdrehen vergrößert die Fördermenge.

Rechtsdrehen bis zum Anschlag hebt die Förderung auf. Eine volle Umdrehung der Verstellerschraube verändert den Kolbenhub um 1 mm. Die Verstellerschraube rastet pro Umdrehung 4 mal ein. Bei jedem Vollhub fördert der Pumpenkolben 0,2 ccm.

Die Kontrolle der Einstellung des Ölers erfolgt mit einem 10 ccm Meßglas und Stoppuhr.

Der Öler ist richtig eingestellt, wenn die Anschlüsse der Zylinderschmierung bei $n = 500$ U/min des Motors 3,9 ccm in drei Minuten erhalten.

Werden mit dem Motor andere Drehzahlen gefahren, so ist die Fördermenge proportional umzurechnen.

Die Anschlüsse am Öler für Einspritzpumpe und Regler bleiben immer auf die größte Menge eingestellt, da sich hier das Auffüllen des Ölsumpfes durch den Überlauf reguliert.

Nicht benötigte Anschlüsse des Ölers mit Pappscheiben unter der Überwurfmutter verschließen — nicht verlöten, damit nicht bei irrtümliger Einstellung der Verstellschraube die Pumpe zu Bruch geht. Verstellschraube bis auf Anschlag rechtsdrehen.

Die Frischölaufuhr zu den Zylinderbuchsen kann außerdem bei langsamlaufendem Motor mittels der Handkurbel am Schmierapparat überprüft werden. Man schaltet die übrigen Schmierstellen ab und prüft jeden Zylinder für sich, indem man die Handkurbel dreht. Zeigt sich ein starker anhaltender Widerstand, so ist anzunehmen, daß die Bohrung in der Zylinderbuchse an ihrer Winkelstelle am Austritt in den Zylinder verstopft ist.

In gleicher Weise kann man auch die anderen Anschlüsse des Schmierapparates überprüfen.

Anschlüsse am Schmierapparat	6 Zyl.	8 Zyl.
	VM 536	VM 536
Anschlüsse für die Zylinderschmierung	6	8
Einspritzpumpe	1	2
Regler	1	1
Motor mit Kompressor	1	1

Die Zylinderlaufbuchsen erhalten Frischöl durch je zwei Bohrungen in der Buchsenwand, die gemeinsam an der Leitung angeschlossen sind.

Frischölbedarf des Motors bei 375 U/min für die Zylinderschmierung:

Kontrollwert pro Anschluß 3,4 ccm in 3 Minuten.

Diese Mengen sind ungefähre Richtwerte.

Man überzeuge sich außerdem vom Schmierzustand der Zylinder.

Zum Prüfen der Zylinderschmierung muß der Kolben etwa im oberen Totpunkt stehen. Bei Betätigung des Zylinderölers von Hand soll dann bei richtig arbeitender Schmierung innen am Zylinder an zwei gegenüberliegenden Stellen Öl herunterlaufen. Störungen an der Schmierölförderung sind sofort zu beseitigen.

Eine zu geringe Frischölmenge kann zum Trockenlaufen der Zylinderlaufbuchsen und Kolben führen. — Eine zu große Menge verursacht schlechte (rußende) Verbrennung, Verkokung des Verbrennungsraumes, als Folge davon Einschlagen der Ventilsitze und andere Mängel.

Reinigen des Schmierapparates

Den Deckel mit den Pumpenelementen abschrauben, diese mit ganz reinem Benzol oder Petroleum sorgfältig waschen. Den Ölbehälter ebenfalls sorgfältig reinigen. Das Reinigungsmittel durch Ablasschraube abtropfen lassen. Die Reinigung ist nach 750—1000 Betriebsstunden bzw. vierteljährlich vorzunehmen.

Überprüfen des Umlaufschmieröles

Trotz regelmäßigem Ölwechsel könnten besondere Umstände das Umlauföl des Motors frühzeitig verschlammern und verschmutzen.

Mit nachstehenden Untersuchungsmethoden kann man Anhaltspunkte über die jeweilige Beschaffenheit des Schmieröles gewinnen:

1. Die Schmieröltropfenprobe gibt Anhaltspunkte über die Beschaffenheit des betriebswarmen Öles im Vergleich mit einer Probe des frischen Öles. Öltropfen werden auf Fließpapier geträufelt und die im Öl enthaltenen Rückstände werden auf dessen Oberfläche deutlich sichtbar. Geeignete Fließpapierhefte für die Tropfenfolge sind durch unsere Firma beziehbar.
2. Untersuchung des Wassergehaltes des gebrauchten Schmieröles. Wasser im Schmieröl, besonders Seewasser, kann den Lagern sehr schaden.
 - a) Größere Mengen Wasser zeigen sich durch Entstehen einer weißlichen Wasser-Schmieröl-Emulsion in der Grundplatte des Motors an.
 - b) Man entnimmt mit trockenem Finger von einer Schmierstelle des Umlaufschmieröls etwas Umlauföl und zerreibt es auf der Linse einer brennenden Taschenlampe. Auch bei nur geringem Wassergehalt des Schmieröles zeigt sich sofort eine milchige Emulsion auf der Linse der Taschenlampe.
 - c) Die Spratzprobe. Der ölbenetzte Peilstab wird über eine ruhigbrennende Flamme gehalten (Gasbrenner). Das im Schmieröl enthaltene Wasser verdampft in der Flamme geräuschvoll und spritzt ab.

Genauere Untersuchungen des gebrauchten Schmieröles auf Verbrennungsrückstände und Wasser, die zusammen den Ölschlamm bilden, können nur im chemischen Laboratorium vorgenommen werden. Die Untersuchungen werden hier auf den Gehalt von Wasser, Ruß, Harzen und Asche durchgeführt. Im Bedarfsfalle ist es ratsam, einen Ölchemiker zu Rate zu ziehen (siehe auch Seite 113).

Regenerierte Alt-Öle. Die Qualität regenerierter Alt-Öle ist ohne entsprechende Einrichtungen eines Öllaboratoriums nicht zu beurteilen. Wir bitten daher, regenerierte Altöle für die Motorschmierung nicht zu verwenden, sondern sie für andere, untergeordnete Schmierzwecke auszunützen.

Erneuern des Umlaufschmieröles (Schmierölauswahl siehe Seite 14 und 113).

Ölwechselzeiten	Ölwechsel in Stunden nach Inbetriebnahme des Motors		
	1. Ölwechsel	2. Ölwechsel	laufend
Motoren mit Aufladung R/BVM	200	400	800
und Nebenschlußfilter	250	500	1000
Motoren ohne Aufladung R/S/VM	250	500	1000
und Nebenschlußfilter	300	600	1200
Ölwechsel im Abgasturbolader	250	500	1000

Zur Zählung der Betriebsstunden des Motors empfehlen wir einen Betriebsstundenzähler.

Die angegebenen Ölwechselzeiten sind nur als Mittelwerte bei normalen Betriebsverhältnissen zu betrachten. Bekanntlich beeinflussen eine Reihe von Faktoren diese Ölwechselzeiten, z. B. Zustand des Motors, Schmierölqualität, Staubgehalt der Ansaugeluft, Luftfilter-Beschaffenheit und -Pflege, Güte der Verbrennung, Belastungsverhältnisse, Art der Filterung des Öles, die Betriebstemperaturen des Motors. Um die Ölwechselzeiten für den Einzelfall richtig zu legen, müssen gelegentlich Ölproben aus der Grundplatte im Laboratorium untersucht werden.

Bei jedem Schmierölwechsel muß gleichzeitig eine Säuberung der Kurbelwanne und der Triebwerksteile vorgenommen werden. Um Verstopfungen der Leitungen zu vermeiden, beachte man, daß innerhalb des Motors, d. h. in Gestell und Grundplatte niemals mit Putzwolle gearbeitet wird, sondern nur mit unzerrissenen nicht fasernden Putztüchern.

Ist durch irgendeinen Zufall das Umlauföl mit Wasser durchsetzt worden, so ist die am weißlichen Aussehen erkennbare Wasser-Öl-Emulsion sofort zu entfernen und die gesamte Umlaufölmenge zu ersetzen. Die Ursache für das Eindringen von Wasser ist festzustellen und der Schaden zu beseitigen. Der Betrieb mit wasserdurchsetztem Öl ist dem Motor schädlich.

Es darf auf keinen Fall Kraftstoff in das Schmieröl gelangen, weil die Schmierfähigkeit schon durch geringe Mengen Kraftstoff sehr verringert wird.

Wenn man außergewöhnliche Schlamm- bildung im Öl feststellt, so kann diese ihre Ursache in schlechter Ver- brennung oder in undichten Kolbenringen haben. In diesem Falle muß der Zustand des Motors überprüft werden.

Es empfiehlt sich, den Ölwechsel bei noch heißem Motor vorzunehmen.

Überprüfen der Fundamentschrauben

Die Muttern der Fundamentschrauben sind nach kurzer Laufzeit eines neuen Motors und dann nach längerer Betriebszeit auf festen Sitz zu prüfen und eventuell nachzuziehen. Bei Schiffsfundamenten sind auch die Paßstücke, auf denen die Grundplatte des Motors aufliegt, auf richtige Lage zu prüfen. Sollten bei Schiffsfundamenten die Flurplatten die Fundamentschrauben verdecken, müssen die Flurplatten abgeschraubt werden, um die Kontrolle der Fundamentschrauben und Paßstücke vornehmen zu können.

Festziehvorschrift für Dehnschrauben

Dehnschrauben haben einen dünneren Schaft als der Kerndurchmesser des Gewindeteiles und sind aus hochwertigem Stahl gefertigt.

Durch das Anziehen der Schraube wird der Schaft der Dehnschraube etwas mehr gelängt als der Schaft einer normalen Schraube. Diese Längung des Schaftes muß aber in den Grenzen der Dauerelastizität der Dehnschraube liegen, wenn sie ihren Zweck erfüllen soll.

Darum müssen für Dehnschrauben die nachstehend angegebenen Festzieh- vorschriften genau eingehalten werden.

Dehnschrauben haben den Zweck, die verschraubten Maschinenteile auch dann noch unter Druck mitein- ander zu verbinden, wenn bereits ein geringes Nachgeben des Materials der Maschinenteile die Lockerung der normalen Schraube bedingen würde.

Sie sind am Motor deshalb in erster Linie an Teilen vorgesehen, die im Betrieb wechselnden Beanspru- chungen unterliegen, so daß die Pressung der Schrauben nur durch die Vorspannung aufrechterhalten wird.

Dehnschrauben am Motor

- Zylinderkopfschrauben
- Zuganker des Motorgestells
- Kurbelwellenlager-Schrauben
- Pleuelschrauben
- Schrauben der E-Pumpenkupplung bei BVM-Motoren

Festziehvorschrift

Das Drehmoment, mit dem die Mutter der Dehnschraube angezogen wird, ist maßgebend für die elasti- sche Längung des Schaftes.

- Wir geben in der Festziehvorschrift
- Anzugskraft für die Vorspannung,
 - Hebellänge des Schlüssels
 - und Nachspannwinkel

an, da besondere „Drehmomentschlüssel“ selten zur Hand sind und auch infolge der verschiedenen Reibungsverhältnisse der Muttern, für die zulässige elastische Längung des Schraubenschaftes nicht zu- verlässig sind.

Vor dem Festziehen der Schrauben sind die Auflagen der Muttern sorgfältig zu reinigen und die richtige Auflage, sowie die Gängigkeit der Muttern zu prüfen.

Betriebsstörungen
Beschreibung
Kühlung
Einspritzpumpe
Analyse-
daten
Abbildungen

Das Festziehen der Dehnschraube unterteilt sich in folgende Vorgänge:

- a) Das Vorspannen bezweckt, die Mutter der Schraube und die verbundenen Maschinenteile zu guter Anlage zu bringen. Nach dem Vorspannen ist die Schraubverbindung als solche einwandfrei hergestellt.

Die in der Tabelle angegebene Anzugskraft zum Vorspannen entspricht erfahrungsgemäß der Muskelkraft eines Mannes an einem Schlüssel angegebener Hebellänge.

Ein Mann vermag bei 50 cm Hebellänge leicht 50 kg Zug auszuüben.

Ein Mann vermag bei 30 cm Hebellänge leicht 20 kg Zug auszuüben.

- b) Das Vorspannen einer Schraubenverbindung mit plastisch nachgebenden Dichtungen oder sich „setzenden“ Teilen.

Das erstmalige Anziehen einer derartigen Schraubverbindung erfordert erst ein Festziehen, um die Dichtung zusammenzupressen oder die gute Anlage der Maschinenteile zu erreichen, dann ein nochmaliges Lösen und endgültiges Vorspannen.

- c) Das Nachspannen der Dehnschrauben.

Die beabsichtigte elastische Längung des Schraubenschaftes wird durch den Nachspanwinkel bestimmt, der wieder von der Gewindesteigung der Schraube abhängig ist.

Für das Nachspannen ist darum nur dieser Winkel zu beachten und genau einzuhalten. Die Kraft, mit der beim Nachspannen am Hebelarm gezogen wird, ist gleichgültig.

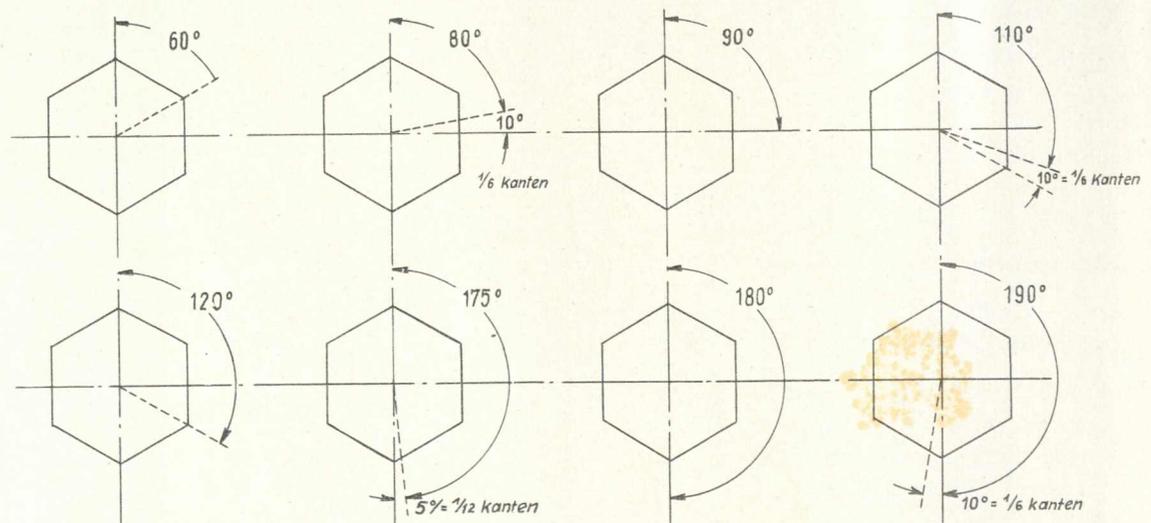
Der Nachspanwinkel ist an Hand des Sechskantes der Schraubenmutter leicht abzuschätzen:

60 Winkelgrade entsprechen 1 Sechskantseite der Mutter

90 Winkelgrade entsprechen $1\frac{1}{2}$ Sechskantseiten der Mutter

- d) Schmiermittel zum Anziehen von Schrauben

Um das Fressen der Gewinde zu verhindern, empfiehlt es sich, die Gewinde mit Schmieröl und Grafit einzufetten.



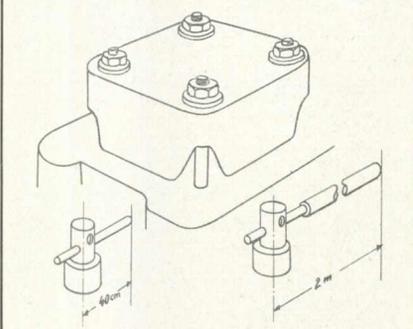
Nachspanwinkel nebenstehender Tabelle

Bild 9

Festziehvorschrift der Dehnschrauben für VM 536 Motoren

Zylinderkopfschrauben

Festziehen bei Neumontage des Zylinderkopfes

	Schrauben-Gewinde	Vorspannen	Festspannwinkel
	W 36 × 1/8" Stg.	Kraft am Hebel 24 kg Hebellänge 100 cm	80° — 90°

Vorspannen und Festspannen hat jeweils kreuzweise zu erfolgen.

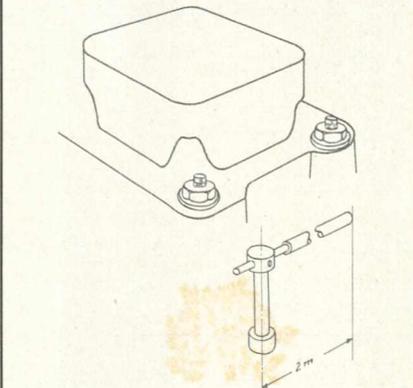
Kontrolle nach den ersten 30, 100 und jeweils nach 800 Betriebsstunden.

Der Schlüssel mit Verlängerung wird an den Zylinderkopfschrauben angesetzt und der Festsitz der Muttern überprüft. Gibt eine der Muttern beim Anziehen mit der Hebellänge von 2 m nach, so sind alle vier Muttern zu lösen, ihre Auflage zu kontrollieren, und das Vor- und Festspannen wie bei Neumontage vorzunehmen.

Bei der erstmaligen Kontrolle sind besonders diejenigen Schrauben zu beachten, die als Tragschrauben beim Einsetzen des Motors gedient haben.

Zuganker des Motorgestells

Festziehen bei Neumontage des Gestells

	Schrauben-Gewinde	Vorspannen	Festspannwinkel
	W 36 × 1/8" Stg.	Kraft am Hebel 24 kg Hebellänge 100 cm	180° bei Platzmangel Festspannen mit Hammer

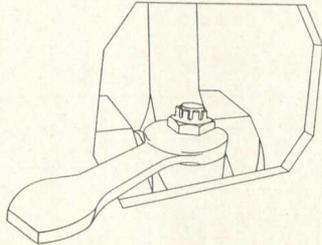
Das Vorspannen und Festspannen hat jeweils kreuzweise zu erfolgen, und zwar so, daß beim Festspannen vorerst alle Muttern auf 90° Festspannwinkel angezogen werden und dann wieder kreuzweise das Festspannen auf 180° erhöht wird.

Kontrolle nach den ersten 30 und jeweils nach 800 Betriebsstunden.

Die Nachkontrolle erfolgt mittels eines Verlängerungsrohres von 2 m Länge und zwei Mann. Wenn ein Nachziehen notwendig ist, genügt es, die betreffende Mutter für sich zu lockern und dann wie bei Neumontage zu behandeln.

Pleuelschrauben:

Festziehen bei Neumontage der Pleuellager

	Schrauben-Gewinde	Vorspannen	Festspannen: Festspannwinkel
	W 36 × 1/8" Stg.	Kraft am Hebel 24 kg Hebellänge 100 cm	80 — 90°

Das Vorspannen der Pleuelschrauben erfolgt durch Anziehen mittels eines Schlüssels von ca. 40 cm Länge wechselseitig an beiden Schrauben. Es muß mit dem Vorspannen eine gute Auflage der Trennflächen und Muttern erzielt werden. Die Lagerschalen sind in dem Pleuelstangenschaft und Deckel mit Vorspannung eingelegt, und es ist bei dem Vorspannen darauf zu achten, daß zuerst die Trennflächen der Lagerschalen und dann erst die Trennflächen zwischen Pleueldeckel und Pleuelschaft zum Tragen kommen.

Das Festspannen der Pleuelschrauben: Nach dem Vorspannen ist der Motor einmal von Hand zu drehen, um ein gleichmäßiges Setzen der Lagerschalen im Pleuel zu garantieren.

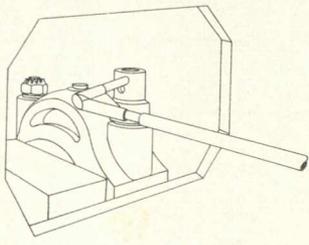
Dann wird die erste Mutter auf ca. 50° Festspannwinkel angezogen, dann die zweite Mutter auf 80—90° und im Anschluß daran die erste Mutter auf den Festspannwinkel gleicher Gradzahl nachgezogen. Zum Festziehen ist eine Verlängerung des Schlüssels notwendig — bei Platzmangel ist der Schlüssel mit einem Hammer anzuklopfen.

Nachkontrolle der Pleuelschrauben nach den ersten 30, 100 und jeweils nach 800 Betriebsstunden.

Die Nachkontrolle der Pleuelschrauben erfolgt mittels des Schlüssels mit Verlängerung. Gibt eine der Muttern nach, müssen die Muttern beider Schrauben gelöst und auf satte Auflage untersucht werden. Anschließend wird das Neuanklopfen wechselseitig wie bei Neumontage vorgenommen.

Kurbelwellen-Lagerschrauben:

Festziehen bei Neumontage

	Schrauben-Gewinde	Vorspannen	Festspannen: Festspannwinkel
	W 30 × 1/10" Stg.	Kraft am Hebel 26 kg Hebellänge 50 cm	175 — 190° (alte Form 90° — 110°)

Das Vorspannen und Festspannen der Kurbelwellenlagerschrauben erfolgt von Hand mit dem gezeichneten Winkel-Aufsteckschlüssel. Auch hier ist beim Vorspannen darauf zu achten, daß erst die Lagerschalen und dann erst die Trennflächen zwischen Lagerdeckel und Grundplatte zum Tragen kommen. Der weitere Vorgang des Anziehens ist der gleiche wie bei Pleuellagerschrauben.

Nachkontrolle der Kurbelwellenlagerschrauben nach den ersten 30, 100 und jeweils nach 800 Betriebsstunden

Die Nachkontrolle der Kurbelwellenlagerschrauben erfolgt gleichfalls mit dem Winkel-Aufsteckschlüssel mit Verlängerung. Im übrigen ist der Vorgang der gleiche wie bei den Pleuellagerschrauben.

Kupplungsschrauben zur Einspritzpumpe BVM-Motoren Bild Seite 101	Schrauben-Gewinde	Vorspannen	Vorspannwinkel
	M 12 x 1,75" Stg.	Mit Gefühl zur Anlage bringen	120°

Bei Prüfung der Schrauben auch Fundamentschrauben beachten! (Siehe Seite 43).

Betriebsstörungen und ihre Beseitigung

Abbildungen

Analysendaten

Einspritzpumpe

Kühlung

Beschreibung

Betriebsstörungen

Betriebsstörungen und ihre Beseitigung

Bei gewissenhafter Befolgung dieser Bedienungsanleitung sind Betriebsstörungen nicht zu erwarten. Jede nicht unbedingt erforderliche Verstellung an dem Motor und planloses Probieren ist bei der Suche nach Fehlern und deren Ursache zu vermeiden. Ernstere Störungen lasse man durch sachkundige Monteure beheben.

Auch kleine Störungen am Motor sollen möglichst sofort beseitigt werden, weil bei Vernachlässigung leicht schwere Schäden entstehen können.

Folgende Übersicht diene als Anhalt:

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG - KÖLN

Art der Störung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Motor springt nicht an	<p>Anlaßluftdruck zu gering.</p> <p>Ein- oder Auslaßventil bleibt hängen oder kein Spiel zwischen Ventilspindel u. Kipphebel.</p> <p>Anlaßventil oder Anlaßsteuerschieber bleibt hängen.</p> <p>Toter Punkt, Steuerzeiten stimmen nicht.</p> <p>Kompression zu niedrig.</p>	<p>Druckluftbehälter mit Hilfskompressor oder Kohlensäure aufladen.</p> <p>Ventil gängig machen bzw. Spiel richtig einstellen.</p> <p>Ventil oder Anlaßsteuerschieber gängig machen.</p> <p>Steuerzeiten der Ventile kontrollieren und Einstellen an Hand des Abnahmeprotokolls.</p> <p>Kolbenringe sowie Ventile im Zylinderkopf kontrollieren.</p>
Motor oder einzelne Zylinder zünden nicht	<p>Schlechter Kraftstoff.</p> <p>Wasser im Kraftstoff.</p> <p>Kraftstoff bleibt aus.</p> <p>Luft im Kraftstoff.</p> <p>Einspritzpumpe arbeitet fehlerhaft.</p> <p>Einspritzventil arbeitet fehlerhaft.</p> <p>Ein-, Aus- und Anlaßventil bleibt hängen oder ist stark undicht, keine Kompression.</p> <p>Kolbenringe nicht in Ordnung, keine Kompression.</p> <p>Reguliergestänge von Einspritzpumpe und Regler bleibt hängen.</p>	<p>Geeigneten Kraftstoff verwenden.</p> <p>Behälter, Filter und Leitungen gründlich säubern und neuen Kraftstoff einfüllen.</p> <p>Hahn der Kraftstoffleitung öffnen oder Leitungen und Filter reinigen.</p> <p>Kraftstoffzufuhrleitung und Filter auf undichte Stellen prüfen und entlüften.</p> <p>Einspritzpumpe prüfen</p> <p>Einspritzventil prüfen s. Seite 55.</p> <p>Ventile gängig machen, evtl. neu einschleifen.</p> <p>Kolben ausbauen und Ringe gängig machen oder erneuern.</p> <p>Gestänge gängig machen.</p>

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG - KÖLN

Art der Störung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Motor klopft	Ein Kolben oder Lager hat gefressen. Lager ausgelaufen oder Ausguß beschädigt.	Motor sofort stillsetzen. Kolben ausbauen und Freßstellen am Kolben und Zylinder sorgfältig beseitigen, — Lagerzapfen nacharbeiten und Lagerschalen erneuern.
	Kolbenbolzen im Kolben lose.	Kolben ziehen und Kolben oder Bolzen auswechseln.
	Zu großes Spiel im Kurbellager.	Kurbellager auswechseln.
	Zünddruck zu hoch.	Motor indizieren — Förderbeginn kontrollieren.
	Ein Zylinder überlastet.	Einspritzsystem kontrollieren, evtl. Last gleichmäßig auf die einzelnen Zylinder verteilen.
	Motor überlastet.	Motorbelastung verringern.
	Einspritzventil arbeitet fehlerhaft.	Einspritzventil prüfen.
	Luftmangel.	Ansaugeschalldämpfer oder Luftfilter reinigen.
	Schaden am Abgasturbolader.	Abgasturbolader abschalten und untersuchen (s. Seite 53).
Schlechte Verbrennung	Schlechter Kraftstoff.	Geeigneten Kraftstoff verwenden.
	Motor überlastet (Auspuff schwarz).	Motorbelastung verringern.
	Ungleiche Lastverteilung auf die einzelnen Zylinder.	Einspritzpumpe und Einspritzventile kontrollieren, evtl. einstellen. Abgasturbolader untersuchen.
	Klemmen oder Verschleiß der Ölabbstreifringe.	Ölabbstreifringe erneuern bzw. säubern.
	Zu geringe Verdichtung, Kompressionsring sitzt fest oder verschlissen.	Kompressionsringe erneuern.
	Luft im Einspritzsystem.	Filter, Leitungen, Einspritzpumpen und Ventile gründlich entlüften.
	Zünddruck zu niedrig.	Einstellung der Nocken zur Einspritzpumpe kontrollieren.
	Luftmangel.	Ansaugeschalldämpfer oder Luftfilter reinigen.
	Starke Überschmierung, Öldruck zu hoch (Auspuff blau).	Öldruck der Umlaufschmierung bzw. Fördermenge der Zylinderöler verringern.

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG - KÖLN

Art der Störung	Mögliche Ursache	Abhilfe
<p>Leistung oder Drehzahl des Motors läßt nach</p>	<p>Einzelne Zylinder zünden nicht.</p> <p>Schlechte Verbrennung einzelner oder aller Zylinder.</p> <p>Ein Kolben oder ein Lager hat gefressen.</p> <p>Motor überlastet.</p> <p>Luftmangel.</p> <p>Schaden am Abgasturbolader.</p>	<p>Siehe unter: „Motor oder einzelne Zylinder zünden nicht“.</p> <p>Siehe unter „Schlechte Verbrennung“.</p> <p>Motor sofort stillsetzen, Kolben ausbauen und Freßstellen am Kolben und Zylinder sorgfältig beseitigen, nacharbeiten bzw. auswechseln. Lagerschalen auswechseln.</p> <p>Motorbelastung verringern.</p> <p>Ansaugeschalldämpfer oder Luftfilter reinigen.</p> <p>Abgasturbolader abschalten und untersuchen. (s. Seite 52)</p>
<p>Regler folgt Belastungsänderung nur langsam oder schwankt</p> <p>Bei Schiffsreglern: Dämpfungskupplung defekt</p>	<p>Reguliergestänge von Regler und Einspritzpumpe klemmen.</p> <p>Zu großes Spiel im Räderkasten.</p> <p>Sicherheitsabstellung im Filtergehäuse der Einspritzpumpe (s. Seite 61) klemmt oder der Federdruck ist zu gering.</p>	<p>Gestänge gängig machen.</p> <p>Zahnspiel einstellen durch Verstellen des Exzenterbolzen.</p> <p>Feder erneuern evtl. Scheibe beilegen.</p>
<p>Motor kommt auf zu hohe Drehzahlen</p>	<p>Reguliergestänge klemmt oder falsche Einstellung der Einspritzpumpe.</p>	<p>Reguliergestänge gängig machen bzw. Einspritzpumpe neu einstellen.</p>
<p>Motor läßt sich am Fahrhebel nicht abstellen</p>	<p>Falsche Einstellung der Einspritzpumpe.</p>	<p>Motor durch Öffnen der Entlüftungsventile, Anheben der Einspritzpumpenplunger oder Unterbrechen der Kraftstoffzufuhr stillsetzen, dann Einspritzpumpe neu einregulieren.</p>
<p>Öldruck läßt nach bzw. bleibt aus</p>	<p>Ölvorrat der Umlaufschmierung zu gering.</p> <p>Schmieröl zu dünn und alt, evtl. mit Kraftstoff durchsetzt.</p> <p>Schmierölfilter verstopft.</p> <p>Saug- und Druckleitung undicht.</p> <p>Öldruckregulierventil hat sich verstellt.</p> <p>Ventile der Zahnradschmierpumpe undicht.</p>	<p>Öl nachfüllen.</p> <p>Schmieröl erneuern.</p> <p>Filter reinigen.</p> <p>Leitungen abdichten.</p> <p>Ventil richtig einstellen.</p> <p>Ventile reinigen oder auswechseln.</p>

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG - KÖLN

Art der Störung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Öldruck läßt nach bzw. bleibt aus	Lagerspiel der Pleuel- und Wellenlager zu groß geworden. Zahnradschmierpumpe verschlissen.	Neue Lager einbauen. Zahnradpumpe auswechseln.
Starker Öldunstaustritt aus dem Kurbelgehäuse	Kolbenringe festgebrannt oder beschädigt, Kompression schlägt ins Kurbelgehäuse durch (Überdruck im Kurbelgehäuse).	Kolben ausbauen, Ringe gängig machen bzw. erneuern.
Wasser im Schmieröl	Rundgummiringe der Zylinderabdichtung defekt. Ölkühler undicht. Abdichtung von Kühlwasser- und Lenzkolbenpumpe verschlissen.	Zylinder ausbauen, Rundgummiringe erneuern. Kühler-Einsatz kontrollieren. Dichtungen auswechseln.
Druck im Druckluftbehälter läßt nach	Undichte Ventile am Druckluftbehälter.	Ventile reinigen, evtl. Sitze nachfräsen und Ventilkegel erneuern.
Anlaßleitung wird heiß	Anlaßventil undicht.	Ventil ausbauen und einschleifen.
Kühlwasser in einem Zylinder wird zu heiß	Hahn im Kühlwasserübertritt zu weit geschlossen oder Wasserdurchtritte verstopft.	Hahn allmählich öffnen, bis normale Temperatur erreicht ist, evtl. Motor stillsetzen und Kühlwasserlauf kontrollieren.
Zu wenig Kühlwasser bei Durchfluß oder Mischkühlung	Schiff: Seehahn teilweise geschlossen. Schnüffelventil öffnet zu weit.	Ganz öffnen. neu einstellen (s. Seite 29).
Kühlwasser bei Umlaufkühlung wird zu heiß	Wassermangel im Umlaufsystem. Rohwasserumlauf zu gering. Temperaturregler arbeitet nicht richtig. Förderleistung der Kreiselpumpe zu gering.	Weiches Wasser, kein Seewasser nachfüllen. Rohwasserdurchlauf kontrollieren. Temperaturregler überprüfen. Pumpe reparieren, evtl. auswechseln.

Beschreibung

Kühlung

Einspritzpumpe

Analysendaten

Abbildungen

Störungen am Abgasturbolader

Der Aufladedruck bei bestimmter Motorleistung und Motordrehzahl entspricht nicht den Angaben im Abnahmeprotokoll des Motors

1. Zu niedrig:

- a) Luftfilter oder Luftsieb verstopft oder zu hoher Unterdruck am Gebläsesaugstutzen.
- b) Luftverlust in Gebläseleitung (Dichtungen).
- c) Abgasverluste zwischen Dieselmotor und Turbine.
- d) Beschädigte Dichtungen am Gebläserad (bei Type Pa u. Pb)
Beschädigte Dichtungen in der Zwischenwand (bei Type Rc).
- e) Zu großer Abgas-Gegendruck nach Turbine.
(Querschnittsverengungen in der Auspuffleitung nach Turbine durch Rußablagerungen).
- f) Übermäßige Verschmutzung. Gebläserad streift an der verrußten Zwischenwand oder die Welle streift an der verrußten Durchführung durch das Turbinengehäuse.

2. Zu hoch:

Störungen der Verbrennung des Motors.
(Undichte und defekte Auspuffventile des Motors, Verschlechterung des mechanischen Wirkungsgrades des Motors, erhöhte Kolbenreibung).

3. Schwingungen im Turbolader werden hervorgerufen durch:

- a) Abgebrochene Schaufeln.
 - b) Defekte Lager (siehe Seite 40).
 - c) Unrichtige Montage der Dämpfungspakete.
 - d) Krumme Welle.
- Abhilfe: Auswechseln der Teile.

4. Geräusche beim Auslaufen des Turboladers werden durch Streifen der Dichtungen oder des Turbinen- bzw. Gebläserades verursacht.

Die Geräusche können aber auch von beschädigten Kugellagern herrühren. (Kugellager auswechseln siehe Seite 36).

5. Ladeluft wird nicht genügend gekühlt — bei angebaute Luftkühler —, Ansaugluft-Temperatur ist zu hoch.

Die verschmutzten Rohre des Ladeluftkühlers reinigen und für genügend Wasserdurchlauf sorgen.

Blockieren des Rotors des Abgasturboladers

Aufrechterhaltung des Betriebes bei schadhaftem Abgasturbolader.

Es ist möglich, den Motor bei schadhaftem Abgasturbolader mit verminderter Leistung in Betrieb zu halten, wenn man den Rotor des Turboladers blockiert.

Die Abgastemperatur an den Zylinderköpfen darf bei der verminderten Leistung 380°C nicht überschreiten.

Für den Betrieb mit blockiertem Rotor, der nur als Notbetrieb zu betrachten ist, wird eine besondere Blockiervorrichtung mitgeliefert, da die dem Werkzeug mitgegebene Feststellvorrichtung für diesen Zweck zu schwach ist. Letztere dient nur Montagezwecken.

Wird das Gebläse durch Blockierung des Rotors stillgelegt, muß der Deckel der Ansaugleitung (siehe Bild Seite 136) entfernt werden, um den Unterdruck in der Saugleitung zu verringern. An Stelle des Deckels kann ein Drahtsieb eingebaut werden, um das Einströmen von Fremdkörpern zu verhindern (siehe Seite 40).

Näheres siehe in beiliegender Bedienungsanleitung für den Abgasturbolader VTR 250 bzw. VTR 320 der Firma Brown-Boveri & Cie.

Achtung bei Arbeiten am Motor!

Bei Arbeiten an der Kurbelwelle oder in der Nähe von Triebwerksteilen sind die Absperrventile an den Anlaßdruckflaschen stets geschlossen zu halten. Die Druckluftleitungen sind durch Niederdrücken der Kappe des Anfahrventils zu entlüften, die Motorzylinder durch Öffnen der Indizierventile. Diese Maßnahmen vermeiden ein unbeabsichtigtes Drehen der Kurbelwelle, das während dieser Arbeiten zu Unfällen führen kann.

Bei allen Arbeiten gehe man planmäßig vor und informiere sich an Hand dieser Bedienungsanleitung vor Beginn der Arbeiten genau über die Funktion und Handhabung der betreffenden Motorteile, um mit seinen Arbeiten rasch zum Erfolg zu kommen und nicht neue Störungsquellen zu erzeugen.

Werkzeuge und Ersatzteile

Alle zum Motor gehörenden Werkzeuge und Ersatzteile bewahre man, gut gegen Rost geschützt, nur an den dafür bestimmten Platz auf, um sie im Bedarfsfalle sofort zur Verfügung zu haben.

Zusammengehörende Teile

Zusammengehörende eingeschliffene Teile, z. B. Einspritzventilnadeln und Buchsen, Einspritzpumpenventile und Ventilsitze u. s. w., sind stets zusammengebunden — nicht ineinandergesteckt — gut eingefettet zu lagern, damit ein Festrosten vermieden wird.

Zusammengehörende markierte Teile dürfen nicht vertauscht werden; es ist beim Zusammenbau stets darauf zu achten, daß Art und Lage der Markierungen übereinstimmen.

Ausgebaute Teile ordne man sorgfältig für jeden Zylinder getrennt und merke sich, wie die einzelnen Teile angeordnet waren.

Vor dem Zusammenbau sind alle Teile gründlich zu reinigen und eventuell vorhandene Reste von Schleifmasse vollkommen zu entfernen.

Dichtungsmaterial

Außer Metalldichtungen verwende man als Dichtungsmaterial

- für Auspuff Asbest oder Reinzplatte
- für Wasser Gummi oder IT
- für Druckluft Klingerit
- für Schmieröl ITC oder Abil, zur Not Pappe, auf keinen Fall Gummi oder Klingerit.

Beim Einlegen von Dichtungen dürfen keine Durchflußquerschnitte verengt werden. Kupferringe werden vor der Wiederverwendung bis auf Dunkelrotglut erhitzt und in Wasser abgeschreckt, damit sie weich werden.

Umsteuerschieber und Blockierungsventil

Am Fahrstand ist der Umsteuerschieber auf leichten Gang zu prüfen und evtl. auszubauen, um ihn zu reinigen.

Das Blockierungsventil soll zwischen Spitze und Nocken etwa 1 mm Spiel haben. Es ist im Bedarfsfalle gängig zu machen und zu ölen.

Kühlwasserkolbenpumpen

Nichtansaugen oder zu geringe Förderung der Pumpen haben ihren Grund meistens in verstopften Filtern, undichten Ventilen, undichten Stopfbuchsen oder zu weit geöffneten Schnüffelventilen der Kolbenpumpen. Ein Anziehen der Stopfbuchsen und Drosseln des Schnüffelventiles werden den Fehler durchweg beseitigen. Eine systematische Untersuchung wird schnell den Fehler finden lassen. Der Hub der Schnüffelventile darf nicht zu weit verringert werden, um ein Stoßen der Kolbenpumpen zu vermeiden.

Einstellen des Reglers

Die Einstellung der Schlitzschraube, welche die Reglernadel in ihrer Lage festhält, darf nicht unnötig verändert werden. Es ist darauf zu achten, daß die Gegenmutter der Schlitzschraube immer fest angezogen ist. Auftretende Störungen am Regler lasse man nur von einem sachkundigen Monteur oder vom Lieferwerk beseitigen.

Ventile am Zylinderkopf

Ein- und Auslaßventile

Alle Ein- und Auslaßventile prüfe man bei Stillstand des Motors öfters auf Gängigkeit, und zwar müssen sie nach Herunterdrücken mit einem Hebel wieder leicht zuschlagen. Klemmende Ventilspindeln müssen sofort ausgebaut und gängig gemacht werden. In leichten Fällen hilft auch ein Lösen der Ventilspindel mit Petroleum und ein Nachschmieren mit Schmieröl-Kraftstoffgemisch 1:1.

Das im Abnahmebefund angegebene Spiel zwischen Ventilspindel und Ventilhebel muß bei warmem Motor stets eingehalten werden. Bei zu großem Spiel arbeitet die Ventilbetätigung stoßweise, was zu Beschädigungen der Nocken führen kann, und bei zu kleinem Spiel werden evtl. die Ventile nicht richtig schließen. Das Ventilspiel muß daher unbedingt nach jedem Abbau eines Zylinderkopfes, bzw. Ausbau eines Ventiles mit einem Spion geprüft werden.

Beim Messen des Ventilspieles muß der Arbeitskolben des Zylinders im Kompressionshub nahe dem oberen Totpunkt stehen. Die Nockenrollen liegen dann am Grundkreis des Steuernockens auf.

Undichte Ventile müssen rechtzeitig in Ordnung gebracht werden, um ein Ausbrennen der Sitzfläche zu vermeiden. Bei großen Unebenheiten im Sitz werden die Dichtflächen vor dem Einschleifen am besten nachgedreht bzw. nachgefräst, andernfalls genügt ein Einschleifen mit Schleifpaste. Gleiche Sitzbreiten von Ventilsitz und Ventilspindel sind anzustreben, um bei längerem Betrieb eine Gratbildung zu verhindern.

Die Einlaßventilspindeln (gezeichnet mit „Einlaß“ bzw. „Inlet“) dürfen nicht für Auslaßventile verwandt werden, wohl aber können die hochhitzebeständigen Auslaßventilspindeln (gekennzeichnet mit „Auslaß“ bzw. „Exhaust“) im Bedarfsfalle als Einlaßventile eingebaut werden.

Die Schrauben der Ventilkörbe zu den Auslaßventilen dürfen bei kaltem Motor nur leicht angezogen werden, da sonst bei der Erwärmung des Motors Schrauben bzw. Ventile brechen können, eventuell sind sie bei warmem Motor betriebsfest nachzuziehen.

Entwässern der eingesetzten Auslaßventile siehe Seite 131.

Instandhaltung der Anlaßventile

Undichtheiten eines Anlaßventils sind am Warmwerden der Anlaßleitung zu erkennen.

Zur genaueren Feststellung, welches der Anlaßventile undicht ist, wird der Fahrhebel auf Anlassen gestellt und die Indizierventile aller Zylinder geöffnet. Dann öffnet man am Druckluftbehälter das Anlaßventil ganz wenig, so daß der Motor unter Druckluft langsam durchdreht. Es wird dann derjenige Zylinder, dessen Anlaßventil von der Nockenwelle gesteuert offen steht, durch seinen Indizierhahn Druckluft abblasen. Bläst außer diesem Zylinder noch ein weiterer Zylinder, so ist das Anlaßventil dieses Zylinders undicht.

Die Undichtheiten sind sofort durch Einschleifen zu beseitigen. Vernachlässigung führt zum Ausbrennen der Ventilsitze, zum Verschmutzen des ganzen Anlaßsystems, zur Beschränkung der Manövrierfähigkeit des Motors und kann sogar schwere Motorschäden zur Folge haben. Nach jedem Nachschleifen und Ausbauen der Anlaßventile ist das Spiel zwischen dem Druckkolben und der Kappe zu prüfen. Ist dieses Spiel kleiner als 3 mm, muß es durch Nacharbeit von Druckkolben oder Spindel wieder hergestellt werden.

Sicherheitsventile

Bei Motoren mit **mechanischer Umsteuerung** haben die Sicherheitsventile in dem Zylinderkopf nur die Aufgabe, zu hohe Drücke zu vermeiden und sind wie bei Motoren ohne Umsteuerung ausgebildet.

Bei Motoren mit **Druckluft-Umsteuerung** dienen sie, wie schon erwähnt, als Dekompressionsventile während des Umsteuerns und werden durch Druckluft angehoben.

Undichte Sicherheitsventile sind sofort einzuschleifen. Der Abpreßdruck der Sicherheitsventile soll 100 atü betragen. Neue Ventile sind werkseitig auf diesen Druck eingestellt.

Sicherheitsventile mit Druckluftkolben für RBVM-Motoren mit Druckluftumsteuerung

Bei diesen Ventilen ist darauf zu achten, daß nach dem Nachschleifen der Ventilkegel das Spiel zwischen dem Kolben und der Unterlagscheibe der Spindel mindestens 1 mm beträgt. Dieses Spiel ist nach dem Einschleifen zu kontrollieren. Wird es nicht eingehalten, liegt die Scheibe der Spindel auf dem Kolben auf, so daß der Kegel der Spindel nicht auf dem Ventilsitz abdichten kann.

Die Spindeln der Sicherheitsventile sind einmal im Monat mehrere Male nur rechtsherum zu drehen, um Festbrennen und Undichtwerden zu vermeiden. Das Drehen kann bei RBVM-Sicherheitsventile mit einem Sechskant-Aufsteckschlüssel, bei VM und BVM mit einem Vierkantschlüssel erfolgen.

Überprüfen der Einspritzventile

Für das ordnungsmäßige Arbeiten des Einspritzventiles ist es notwendig, daß der Nadelsitz auf der Platte vollkommen einwandfrei ist. Der Kraftstoff darf aus der Düsenplatte weder vor- noch nachtropfen. Die Düsenplatte muß immer trocken sein. Die Düsennadel darf in ihrer Führung nicht klemmen und während des Abspritzens soll das Ventil ein schnarrendes Geräusch erzeugen.

Die Anzahl und Größe der Düsenbohrungen in der Düsenplatte, wie auch der vorgeschriebene Spritzwinkel, sind im Abnahmeprotokoll des Motors angegeben.

Bei einem Übergang auf andere Kraftstoffe (als bei Lieferung des Motors vorgesehen), müssen unter Umständen andere Düsenplatten eingebaut werden, gegebenenfalls sind auch gekühlte Einspritzventile notwendig.

(Wir bitten um Rückfrage im Lieferwerk).

Fehler an den Einspritzventilen

Fehler an den Einspritzventilen machen sich durch Verschlechterung des Auspuffs und durch Steigen der Auspufftemperatur an den anderen Zylindern bemerkbar.

Das fehlerhafte Ventil findet man bei halbbelastetem Motor:

Bei VM-Motoren durch Öffnen der Auspuffklappen an den Zylinderköpfen.

Bei BVM-Motoren durch Abschalten der einzelnen Pumpenelemente. (Niederdrücken der Kappen am Pumpenoberteil).

In den meisten Fällen liegt eine Verschmutzung eines oder mehrerer Einspritzventile vor und eine Reinigung führt zum Erfolg.

Es kann auch eine undichte oder klemmende Düsennadel die Ursache sein oder eine nachtropfende bzw. verstopfte Düse.

Abspritzvorrichtung (siehe Bild Seite 60).

Zur Überprüfung der Einspritzventile des Motors, ist die Abspritzvorrichtung zu benutzen, die mit jedem Motor als Hilfswerkzeug mitgeliefert wird.

Überprüfen der Abspritzvorrichtung (12 mm Plunger ϕ)

Um den Zustand eines Einspritzventiles richtig beurteilen zu können, muß zunächst die Abspritzvorrichtung in Ordnung sein und das Druckventil 115 in der Abspritzvorrichtung auf seine Dichtheit geprüft werden. Die Prüfung des Druckventiles erfolgt durch Verschließen der Druckleitung und durch darauffolgendes Aufpumpen mit dem Handhebel auf 250 atü. Fällt dann der Druck von 250 auf 240 atü in kürzerer Zeit als zehn Minuten, so ist ein Nachschleifen des Druckventiles notwendig.

Das Einspritzrohr der Abspritzvorrichtung darf nicht gewechselt werden, da es mit der Vorrichtung genau abgestimmt ist. Ein anderes Rohr, wenn auch scheinbar gleichen Durchmessers und gleicher Länge würde andere Standzeiten ergeben.

Überprüfen eines Einspritzventiles auf der Abspritzvorrichtung

Ein brauchbares Einspritzventil soll sowohl bei schnellem, als auch bei langsamem Durchpumpen auf der Abspritzvorrichtung gut zerstäuben.

Das Abspritzen der Düse muß einen tropfenfreien Kraftstoffnebel erzeugen, und der Kraftstoffnebel muß aus allen Düsenbohrungen ohne Nachtropfen mit einem schnarrenden Ton austreten.

Die Düsenplatte des Einspritzventiles muß trocken bleiben.

Der Abspritzdruck des Einspritzventiles

Der Abspritzdruck bei VM-Maschinen ist 350 atü mit ± 5 atü Streuung. Dieser Druck muß genau eingehalten werden und wird durch die Beilageringe eingestellt. **1/10 mm Ringhöhe** beeinflußt den Druck um ca. 20 atü.

Leckölprobe

Zeigen sich beim Abspritzen der Düsen Mängel, so ist zunächst das Spiel zwischen Düsennadel und Nadelführung zu überprüfen, um den Leckölverlust des Einspritzventiles festzustellen.

Diese Prüfung erfolgt auf der Abspritzvorrichtung durch Messen „der Standzeit“ während eines Druckabfalles von 300 auf 200 atü. Diese Standzeit darf bei neuen Ventilen nicht weniger oder mehr als 30 bis 40 Sekunden betragen. Bei gebrauchten Ventilen kann man noch eine Mindestzeit-Standzeit von 10 bis 20 Sekunden zulassen.

Erfolgt das Absinken des Druckes schneller, so ist das Spiel zwischen Nadel- und Führungsbuchse zu groß und beide Teile müssen ausgewechselt werden. Ist die Zeit von 30 bis 40 Sekunden überschritten, so zeigt dies an, daß zwischen Nadelführung und Nadel das Spiel zu eng ist und leicht ein Klemmen der Düsenadel eintreten kann.

Bei Zündstrahlmaschinen wird das Ventil viel heißer als bei normalen Dieselmotoren, da der Durchlaß an Kraftstoff viel geringer ist. Bei Zündstrahlmaschinen ist darum ein leichterer Gang der Nadel in der Führung notwendig. Die Standzeit für den Druckabfall von 300 auf 200 atü soll daher bei Zündstrahlmaschinen nur 10 bis 20 Sekunden bei neuer Nadel und Führungsbuchse betragen.

Kein unnötiges Zerlegen des Einspritzventiles

Ein gut abspritzendes Einspritzventil, das auch die Leckölprobe bestanden hat, soll möglichst nicht zerlegt werden.

Arbeiten an Einspritzventilen

Die Arbeiten an Einspritzventilen müssen mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden, weil von der Beschaffenheit der Einspritzventile Leistung, Gang und Kraftstoffverbrauch des Motors stark beeinflußt werden.

Werden Ventile zerlegt, dürfen die Teile verschiedener Ventile niemals miteinander vertauscht werden.

Das Arbeiten an Einspritzventilen erfordert die Sachkenntnis geschulter Maschinisten. Fehlen diese, so ist es besser, das ganze Einspritzventil auszutauschen und die Überholung des fehlerhaften Ventiles unserer nächsten Vertretung zu überlassen.

Reinigen der Einspritzventile

Zeigen sich Mängel bei der Überprüfung des Einspritzventiles auf der Abspritzvorrichtung, so muß eine Reinigung vorgenommen werden.

Hochdruckfilter

Das Hochdruckfilter wird abgeschraubt und gereinigt (Waschen in Gasöl — nicht abwischen!).

Waschen der einzelnen Teile des Ventiles

Die Druckschraube wird geöffnet, Federkörper und Düsenadel aus dem Ventilkörper entnommen und alle Teile im Gasölbad (oder Benzin) gewaschen.

Das Waschen der einzelnen Teile ist immer mit größter Sorgfalt vorzunehmen. Zweckmäßig werden zwei Kraftstoffbäder verwendet.

- 1 Bad zum Vorreinigen,
- 1 Bad zum Nachreinigen.

Die gereinigten Teile werden unmittelbar vor dem Wiedereinbau nochmals eingetaucht. Dann läßt man sie abtropfen und setzt sie naß in den Ventilkörper ein, damit man sicher sein kann, daß kein Stäubchen an der Oberfläche haftet.

Zur Reinigung des Ventilkörpers mit eingebauter Düsenplatte und Nadelführungsbuchse erfolgt durch Ausspülen mit reinem Kraftstoff unter Verwendung einer Handspritze.

Verstopfte Düsenbohrungen

Verstopfte Düsenbohrungen können sich auch durch Abspritzen der Sicherheitsventile der Einspritzpumpe bemerkbar machen.

Zeigen sich Düsenbohrungen hartnäckig verstopft, so können sie mit dem Düsenreiniger gereinigt werden. Das Arbeiten mit dem Düsenreiniger muß sehr vorsichtig geschehen, damit nicht der Draht in der Düsenbohrung abbricht.

Zur Reinigung der Düsenbohrungen wird die Düsennadel wieder in den gereinigten Ventilkörper eingesetzt und mittels der Verlängerung im Gasölbad auf- und abgeführt, wobei die Anschlußbohrung der Einspritzleitung mit dem Daumen zugehalten wird. Der austretende Kraftstoff reinigt dann die Düsenbohrungen. Nach diesem Durchspülen der Düse werden Düsennadel und Feder mit Federteller wieder in das Ventil eingesetzt und mit der Druckschraube nur leicht angezogen. Die Düse wird nun auf der Abspritzvorrichtung durch Abpumpen nochmals durchgespült. Bei diesem Durchspülen mit gelockerter Druckschraube tritt der Kraftstoff in geschlossenem Strahl aus der Düse aus.

Dann wird die Druckschraube angezogen und gegebenenfalls unter Verwendung der Ringe so eingestellt, daß der Abspritzdruck 350 atü beträgt.

Nach dem Reinigen wird das Einspritzventil nochmals auf der Abspritzvorrichtung überprüft.

Hat das Reinigen des Einspritzventils nicht den gewünschten Erfolg und tropft die Düse bei langsamen Abpumpen auf der Abspritzvorrichtung vor oder nach, so muß die Düse ausgewechselt werden.

Anmerkung: Ein Nachschleifen der Düsenplatten und Nadeln ist nur möglich, wenn der Werkzeugkasten Nr. 254.982 A 3 vorhanden ist. Dieser wird auf Bestellung von unseren Vertretungen geliefert und enthält auch eine Anweisung, wie das Nachschleifen vorzunehmen ist.

Ausgebaute Düsenplatten nicht mehr verwenden!

Eine ausgebaute Düsenplatte ist nicht mehr zu verwenden, da eingetretene Ungenauigkeiten nicht zu beheben sind.

Neue Führungsbuchse

Zeigt sich die Führungsbuchse und Nadel nicht mehr brauchbar, werden beide Teile ausgewechselt. Die neue Führungsbuchse muß dann mit Schleifpaste mit ihrem Bund in das Ventilgehäuse leicht eingeschliffen werden.

Beim Komplettieren des Einspritzventiles könnte durch unsachgemäßes Anziehen eine Verspannung der Führungsbuchse eintreten, wodurch die Nadel klemmt. Die Kontrolle ist durch Prüfung auf der Abspritzvorrichtung gegeben.

Überprüfen der Einspritzpumpe für VM- und BVM-Motoren

Warnung vor einer Veränderung der Einstellung der Einspritzpumpe

Die Einstellung der Einspritzpumpe ist vom Werk dem besonderen Verwendungszweck des gelieferten Motors angepaßt und soll nicht verändert werden. Eine unsachgemäße Veränderung der Einstellung könnte schwere Schäden zur Folge haben.

Eingehende Untersuchungen und die Erfahrung in vielen Fällen zeigen, daß abnormale Streuungen in den Abgastemperaturen und Zünddrücken fast nie an der ursprünglichen Einstellung der Einspritzpumpe liegen und die Pumpe selbst in den seltensten Fällen die Ursache von Störungen ist.

Treten unzulässige Streuungen in den Auspufftemperaturen oder Zünddrücken auf (siehe Seite 26, 107), so untersuche man vorerst:

- a) Die Kraftstoff-Filter.
- b) Die Auspuffthermometer auf richtige Anzeige durch gegenseitiges Auswechseln.
- c) Die Einspritzventile auf richtiges Abspritzen (Abspritzvorrichtung). Die Kraftstoffstrahlen müssen aus den Düsenbohrungen gleichmäßig und fein zerstäubt austreten. Die Düsen dürfen weder vor- noch nachtropfen. Auf Verstopfung einzelner Bohrungen achten!
- d) Die Hochdruckfilter an den Einspritzventilen.
- e) Die Luftfilter.
- f) Die Kompression der Zylinder (Dichtheit der Ein- und Auslaßventile — Ventilspiel, Anlaßventile usw.).

Man untersuche, ob die Einspritzpumpe dicht ist. Näheres siehe Seite 59. Evtl. baue man Druck- und Saugventile der Einspritzpumpe aus und untersuche die Ventilschäfte auf Verschleiß und Gängigkeit und die Ventillfedern auf Bruch und Verbiegung.

Nur in besonderen Fällen, wenn eine reparierte Einspritzpumpe angebaut wird, die nicht von unserem Stammwerk auf einem Prüfstand eingestellt wurde, kann sich ein Nachregulieren der Einstellung der Pumpenelemente als notwendig erweisen (siehe Näheres ab Seite 87). Arbeitstaktfolge Seite 90 u. 91.

Art der Einspritzpumpen

Die Einspritzpumpen sind Schlitzpumpen und vereinigen bei 6-Zylinder-Motoren die Pumpenelemente in einem Gehäuse. Bei den 8-Zylinder-Motoren ist die Einspritzpumpe als Doppelpumpe zu je 4 Pumpenelementen gebaut.

Konstruktiv unterscheiden sich die Einspritzpumpen

Für VM-Motoren

a) ohne Vorströmbohrung:

Die Förderung des Kraftstoffes zu den Einspritzventilen erfolgt mit Hubbeginn des Kolbens des entsprechenden Pumpenelementes und endet mit dem Öffnen der Überströmbohrung. Das Ende der Förderung wird durch den Regler beeinflusst.

b) Welle mit aufschiebbarem Nockenbündel.

c) Die Abstimmung der Fördermenge für die einzelnen Zylinder:

Die Kugelnzapfen der drehbaren Schlitzkolben sind direkt, aber nicht verstellbar in der Regelstange geführt. Die Abstimmung der Fördermenge erfolgt mit den Druckschrauben der Kolbenstößel.

d) Der Förderbeginn wird bei 6-Zylinder-Motoren für alle Pumpenelemente gemeinsam durch Versetzen der Verzahnung des Nockenbündels gegenüber der Pumpenwelle verstellt.

Bei 8-Zylinder-Motoren mit Doppel-Einspritzpumpen kann die Verstellung für jede Vierzylindergruppe getrennt erfolgen.

e) Die Pumpenkupplung bleibt durch die Verbindungsschrauben fest angezogen.

f) Pilzförmige Druckstücke zum Pumpenstößel.

g) Die Rollenhebel Federn sind ohne Verschlussschrauben im unteren Pumpendeckel abgestützt.

Für BVM-Motoren

mit Vorströmbohrung:

Zu Beginn des Nockenhubes fließt der geförderte Kraftstoff zunächst durch eine Vorströmbohrung in den Säugraum der Pumpe zurück. Erst nachdem diese Bohrung durch den Pumpenkolben überfahren wurde, beginnt die Förderung zu den Zylindern. Durch diese Vorströmung ist es möglich, den Einspritzbeginn in einen höheren Geschwindigkeitsbereich des Nockens zu verlegen und damit eine intensivere Einspritzung zu erzielen.

Welle und Nocken aus einem Arbeitsstück.

Auf der Regelstange sind verstellbare Führungen angebracht, mit welchen die Fördermenge abgestimmt wird.

Der Förderbeginn wird bei 6-Zylinder-Motoren für alle Pumpenelemente gemeinsam durch Versetzen des Zahnringes der Pumpenkupplung verstellt.

Bei 8-Zylinder-Motoren mit Doppel-Einspritzpumpe kann die Verstellung für jede Vierzylindergruppe getrennt erfolgen.

Außerdem kann der Förderbeginn jedes einzelnen Pumpenelementes zur Feineinstellung der Zünddrücke in geringeren Grenzen auch durch die Druckschrauben der Pumpenstößel eingestellt werden.

Die Pumpenkupplung ist zur Verstellung des Förderbeginns mit einer Stirnverzahnung eingerichtet.

Pilzförmige Druckstücke zum Pumpenstößel mit größerem Pilz als bei VM.

Die Rollenhebel Federn sind mit ausschraubbaren Verschlussschrauben im unteren Pumpendeckel abgestützt.

Ausschalten einzelner Pumpenelemente

- a) Will man vorübergehend die Kraftstoffförderung zu einem einzelnen Zylinder unterbrechen, drückt man auf die entsprechende Kappe des Saugventils. Durch das Herunterdrücken der Kappe wird das Saugventil des Pumpenelementes offen gehalten und so die Kraftstoffförderung unterbrochen.
- b) Jedes einzelne Pumpenelement kann durch Hochstellen des Pumpenkolbens mittels Drehen der Exzenterwelle ausgeschaltet werden. Dieses Hochstellen des Pumpenkolbens darf aber nur bei geschlossenem Pumpendeckel erfolgen, damit das Druckstück des Stößels in seiner Pfanne festgehalten wird. Das Hochstellen des Pumpenkolbens soll am besten im Stillstand, falls dies nicht möglich, aber nur bei kleiner Drehzahl des Motors vorgenommen werden, damit der Nocken während des Hochsetzens nicht gegen die Nockenrolle schlagen kann. Das gleiche sollte bei Herablassen des Stößels beachtet werden.

Störungen in der Funktion der Einspritzpumpe — besonders durch undichte Pumpenventile — werden meist durch Verunreinigungen im Kraftstoff verursacht.

Grundbedingungen für ein einwandfreies Arbeiten der Einspritzpumpe sind darum **peinliche Sauberhaltung und korrekte Beschaffenheit der Filter und Rohrleitungen.**

Überprüfungen an der Einspritzpumpe sollen möglichst von dem Personal unserer Firma vorgenommen werden, und wir bitten Sie, wenn eine Überprüfung notwendig erscheint, unseren Kundendienst anzufordern.

Rechts- und Linksmotoren

Rechtsmotor: Gegen die Bedienungsseite gesehen liegt das Schwungrad rechts.

Linksmotor: Gegen die Bedienungsseite gesehen liegt das Schwungrad links.

Die Pumpenkolben sind verschieden. Auf der Fläche des Kolbens unter dem Kugelzapfen ist beim Rechtsmotor ein „R“ eingeschlagen, beim Linksmotor ein „L“.

Die Steuerschlitze auf der Seite der Kugelzapfen müssen immer von der Pumpenseite des Motors zur Schwungradseite ansteigen.

Ein Einbau falscher Kolben gibt umgekehrte Regulierverhältnisse, d. h. der Motor wird unter Umständen durchgehen.

Darum kontrolliere man die richtige Lage der Steuerschlitze der Pumpenkolben.

Überprüfen der Pumpenkolben und der Saugventile auf Dichthalten

Vor der Überprüfung sind die Saug- und Überströmleitungen und die Einspritzpumpe zu entlüften (siehe Seite 15), um sicher zu sein, daß alle Pumpenkanäle mit Kraftstoff gefüllt sind.

Darauf schließt man die Druckschrauben (1762) zu den Einspritzleitungen mit dem dem Werkzeug beigegebenen Dichtkegel (Werkzeug Nr. VM 6384, BVM 6303 b) und hebt den Pumpenkolben langsam mit der Exzenterwelle an.

Bei der VM-Pumpe muß sich mit dem Anhub des Pumpenkolbens sofort ein starker Widerstand bemerkbar machen, der bei dichtem Saugventil und dichtem Pumpenkolben anhält.

Bei der BVM-Pumpe zeigt sich dieser Widerstand erst, wenn der Pumpenkolben die Vorströmbohrung geschlossen hat.

Läßt sich die Exzenterwelle durchdrehen, so ist zuerst das Saugventil auszubauen und durch ein Neues zu ersetzen oder einzuschleifen.

Der Hub des Saugventils soll 0,7—1,0 mm betragen.

Überprüfen der Druckventile mit der Abspritzvorrichtung

Um die einzelnen Druckventile der Pumpenelemente auf Dichtheit zu prüfen, geht man wie folgt vor:

Man stellt die Pumpenelemente mit den Exzenterwellen in die höchste Stellung. An den Druckstutzen der Einspritzpumpe zur Einspritzleitung schließt man die Abspritzvorrichtung (Werkzeug Nr. 6350 a) an, nachdem man sie vorher am Motor befestigt hat und auf einen Abspritzdruck von 500 atü überprüfte. Das Druckventil des betreffenden Pumpenelementes wird nun unter einen Druck von 500 atü gesetzt. Bei einem dichten Ventil darf dieser Druck nur sehr langsam, etwa in 10 sec abfallen.

Der Hub des Druckventiles des Pumpenelementes soll wie bei dem Saugventil 0,7—1,0 mm betragen.

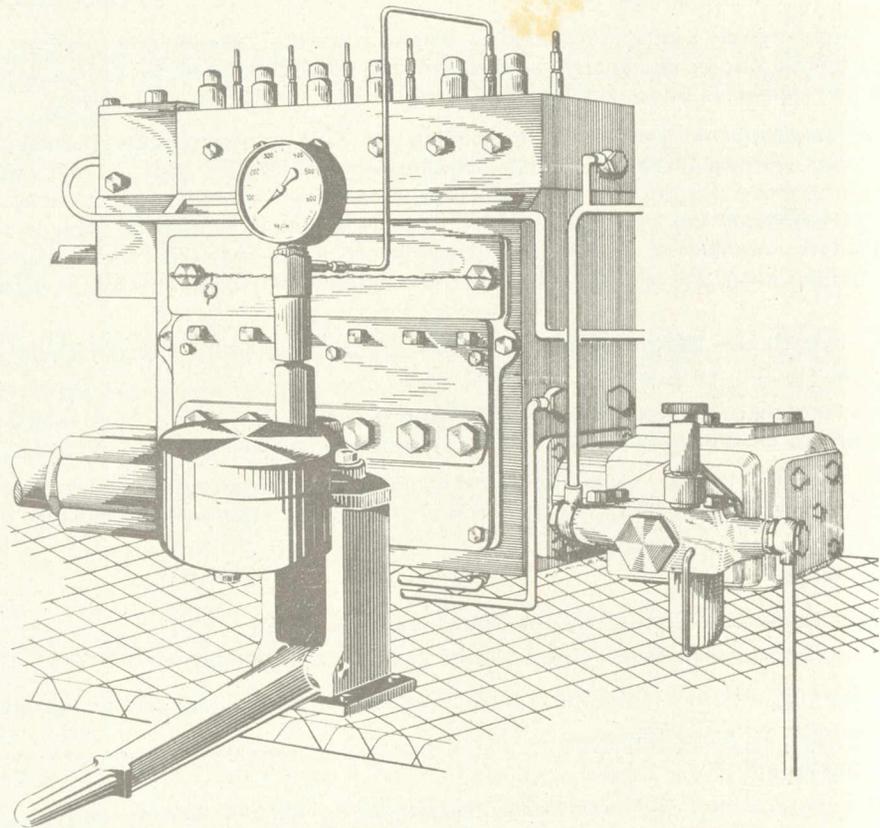
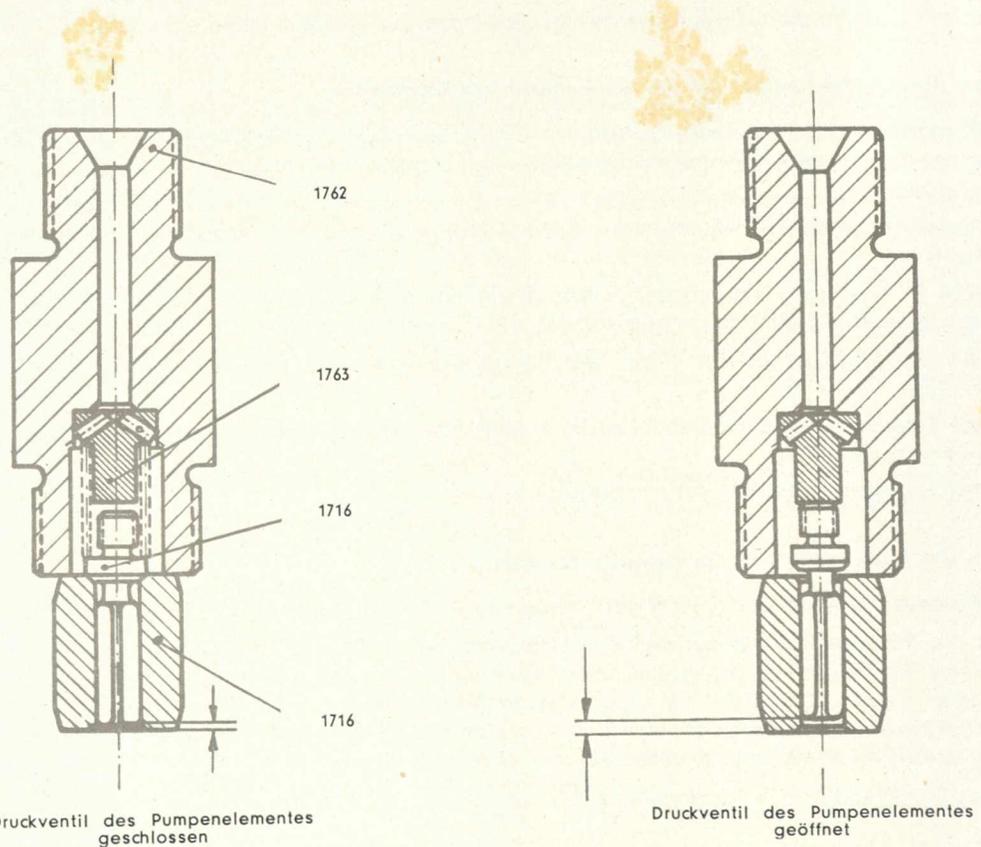


Bild 10

Am Motor aufgestellte Abspritzvorrichtung zum Prüfen der Druckventile der Einspritzpumpe



Druckventil des Pumpenelementes geschlossen

Druckventil des Pumpenelementes geöffnet

Bild 11

Die Kontrolle des Hubes hat bei ausgebautem Druckventil so zu erfolgen, daß man die beiden Messungen einmal mit, einmal ohne Feder durchführt (siehe Skizze). Die Differenz der beiden festgestellten Maße ergibt den wirklichen Hub. Die Druckschrauben der Ventile sind stets fest anzuziehen.

Undichte Ventile der Einspritzpumpe bewirken ein Absinken der Auspufftemperatur und der Zünddrücke des betreffenden Zylinders und in der Folge eine Erhöhung der Auspufftemperatur der übrigen Zylinder. Kolben und Buchse sind erst auszuwechseln, wenn durch Überholung der Ventile ein einwandfreies „Stehen“ der Pumpe nicht erzielt werden kann (siehe Seite 15).

Wenn ein Pumpenelement bei aufgeschraubtem Dichtkegel dicht ist, jedoch nicht bei angeschlossener Einspritzleitung, so liegt Undichtheit des Einspritzventils oder der Einspritzleitung vor.

Zum Einschleifen undichter Ventile ist nur feinste Schleifmasse — Chromoxyd oder dergleichen — zu verwenden. Die Sitzfläche der Saug- und Druckventile sowie auch der Kragen der Plungerbuchsen, sind bei Neueinbau dieser Teile wie auch bei Reparaturen infolge Undichtheit mit der gleichen oben genannten Schleifmasse auf den Gegenflächen des Pumpenoberteiles aufzuschleifen. Nach dem Schleifen sind alle Teile mit Kraftstoff und Pinsel zu waschen und abtropfen zu lassen.

Überprüfung des Regelstangenweges der Einspritzpumpe (Bild Seite 100).

Die Bemessung der jeweils erforderlichen Kraftstoffmenge erfolgt unter dem Einfluß des Reglers. Das Reglergestänge verdreht die Pumpenkolben. Die Steuerschlitze der Pumpenkolben beenden die Förderung früher oder später, während der Förderbeginn von dem Einfluß des Reglers unabhängig bleibt.

Die Gängigkeit des Regelgestänges wird bei hochgestellten Pumpenkolben durch Betätigen von Hand überprüft.

Die Regelstange wird durch den Regler vom Anschlag an der Blockierungsscheibe (höchste Fördermenge) bis auf Nullförderung bewegt. Es ist darauf zu achten, daß bei Nullförderung bzw. in Stoppstellung des Fahrhebels die Regelstange noch mindestens 1 mm bis zum Anschlag verschoben werden kann, damit die Regelstange nicht verbogen wird.

Die Höchstfördermenge entspricht dem Anschlag der Reglerstange an der Blockierungsscheibe und wird bei der Übergabe des Motors werkseitig plombiert. Eine Verletzung der Plombe entbindet das Lieferwerk jeglicher Garantieverpflichtung.

Eine Änderung der vom Werk eingestellten Blockierung muß in Sonderfällen dann erfolgen, wenn der Motor in außergewöhnlichen Höhenlagen aufgestellt wird und unter anderen atmosphärischen Verhältnissen arbeitet, oder wenn der Motor bei höheren Temperaturen betrieben werden soll, als vom Werk vorgesehen war. In diesen Sonderfällen bitten wir beim Werk anzufragen, damit wir entsprechend den Verhältnissen unsere Weisungen geben können.

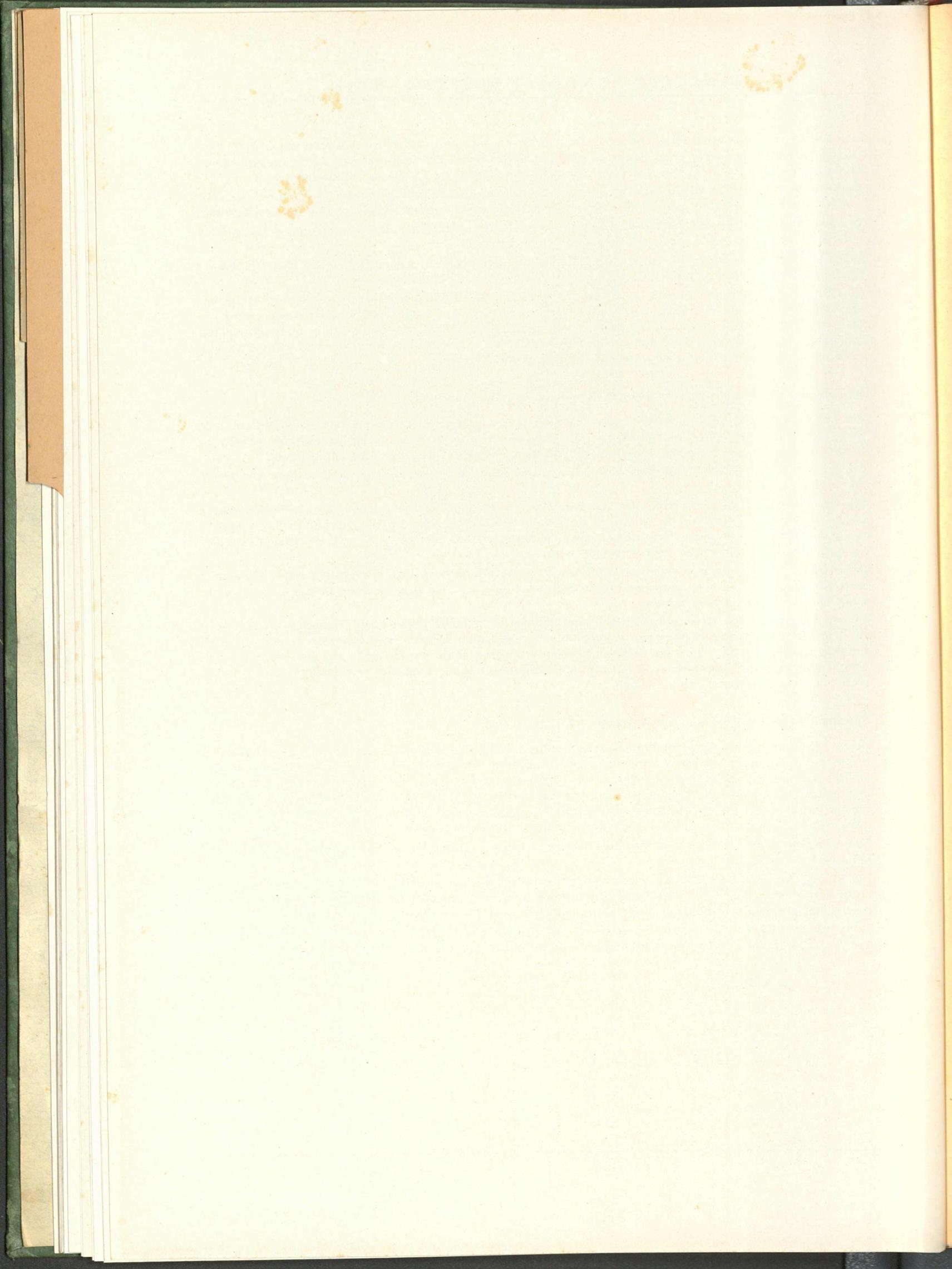
Sicherheitsabstellung an der Einspritzpumpe (Bild Seite 100).

Diese „Sicherheitsabstellung“ verhindert unzulässige Drehzahlsteigerungen des Motors bei Störungen in der Einspritzpumpe (meistens verursacht durch Klemmen eines Pumpenkolbens, wodurch die Regelstange an ihren Bewegungen gehindert wird). Die Sicherheitsabstellung stellt den Kraftstoff aber nur momentan ab und gibt mit sinkender Drehzahl des Motors den Zufluß des Kraftstoffes zur Einspritzpumpe wieder frei. Sobald die Sicherheitsabstellung anspricht, muß daher der Motor von Hand abgestellt werden, um die angezeigte Störung sofort zu beheben.

Die Überprüfung der Sicherheitsabstellung erfolgt im Leerlauf (bei nicht entlastbaren Motoren bei niedrigster Drehzahl).

Die Schutzkappe 5004 wird abgenommen und der Winkelhebel mit einem Schraubenzieher hochgedrückt. Durch das Hochdrücken des Winkelhebels (waagerechter Arm) schließt sich das Ventil der Sicherheitsabstellung, und der Kraftstoffzufluß zur Einspritzpumpe wird unterbrochen.

Sollte aber der Motor durch das Hochdrücken des Winkelhebels nicht stehen bleiben, so zeigt dies an, daß der Ventilkolben der Sicherheitsabstellung nicht abdichtet. Die Ursache muß schnellstens beseitigt werden.



**Beschreibung und Instandsetzung
einzelner Motorgruppen**

Abbildungen

Analysendaten

Einspritzpumpe

Kühlung

Beschreibung

Beschreibung und Instandsetzung einzelner Motorgruppen

Grundplatte (siehe Bild Seite 135).

Die durchgehende kräftige Grundplatte trägt die Lagerung der Kurbelwelle und das Gestell des Motors. Der untere Teil der Grundplatte ist als Öltrog ausgebildet (siehe Seite 119).

Gestell des Motors

Das Gestell des VM-536-Motors ist in einem Stück gegossen und mit der Grundplatte durch kräftige Zuganker verbunden.

Der Wasserraum des Gestells kann nach Abnahme des Kühlwasserverteilerrohres durch große Putzlöcher leicht von Schlamm und Kesselstein gereinigt werden.

Große Öffnungen beiderseits des Gestells erleichtern die Zugänglichkeit zu den Triebwerksteilen.

An der Schwungradseite des Motors ist der Räderkasten mit dem Gestell verschraubt. An der Pumpenseite ist je nach Ausführung des Motors ein Pumpenantriebsgehäuse oder ein Verschußdeckel angebracht.

Schwungrad

Das Schwungrad gleicht die durch das Arbeitsspiel wechselnden Drehkräfte des Motors aus und gibt ihm einen gleichförmigen Gang. Es ist in Durchmesser und Gewicht dem Verwendungszweck des Motors angepaßt.

Kurbelwelle

Die Kurbelwelle des VM-Motors ist neben jeder Kröpfung gelagert. Bei Motoren mit Druckluft-Kompressor bzw. Kolbenpumpen ist ein Exzenter auf der Pumpenseite des Motors an die Kurbelwelle angeflanscht.

Kurbelschenkelatmung Seite 65

Kurbelzapfenstellungen 6 Zyl. „ 96

Kurbelzapfenstellungen 8 Zyl. „ 97

Lagerung der Kurbelwelle

Alle Kurbelwellenlager des VM-536-Motors haben gleiche Stahlschalen mit Lagermetallausguß.

Am Schwungradende ist bei stationären Motoren zwischen den beiden Endlagern der Kurbelwelle ein Paßlager eingebaut, um die Kurbelwelle in der Längsrichtung zu fixieren.

Schiffsmotoren mit direkt gekuppeltem Propeller haben zur Aufnahme des Propellerschubes statt des Paßlagers ein Drucklager eingebaut.

Die Ölzuführung erfolgt von einer Zweigleitung des Schmierölverteilerrohres im Motorgestell durch die Lagerdeckel.

Die Lagerschalen sind mit Vorspannung eingelegt, d. h. sie werden durch das Anziehen der Lagerschrauben mit Preßsitz in Lagerdeckel und Grundplatte eingepreßt. Es ist bei dem Anziehen der Lagerschrauben darauf zu achten, daß zuerst die Trennflächen der Lagerschalen und dann erst die Trennflächen von Deckel und Grundplatte zum Tragen kommen.

Lagerschalen, die durch natürlichen Verschleiß oder durch Warmlaufen zu großes Spiel in den Lagerzapfen haben, sind auszuwechseln, ebenso Lagerschalen, die beim Wiedereinbau zeigen, daß sie die Vorspannung verloren haben. Ein Nacharbeiten der Trennflächen ist sowohl bei den Lagerschalen als bei den Lagerdeckeln unzulässig. Erstere Nacharbeit vermindert die Vorspannung bzw. hebt sie vollständig auf, wodurch dann die Lagerschalen in den Lagerstühlen lose liegen. Letztere ergibt bei einem späteren Einsetzen neuer Lagerschalen zu große Vorspannung, wodurch die neuen Lagerschalen verklemmt werden.

Grundplatte, Lagerdeckel und Lagerschalen sind vor dem Einlegen sorgfältig zu reinigen.

Die Lagerschrauben sind Dehnschrauben und müssen genau nach der Festziehvorschrift (Seite 43) angezogen werden.

Man überzeuge sich von der guten Auflage der Muttern der Lagerschrauben, um zusätzliche Beanspruchungen des Schraubenschaftes zu vermeiden, die zu Überdehnungen und Brüchen führen könnten.

Kurbelwellenlager für VM- und RVM-Motoren

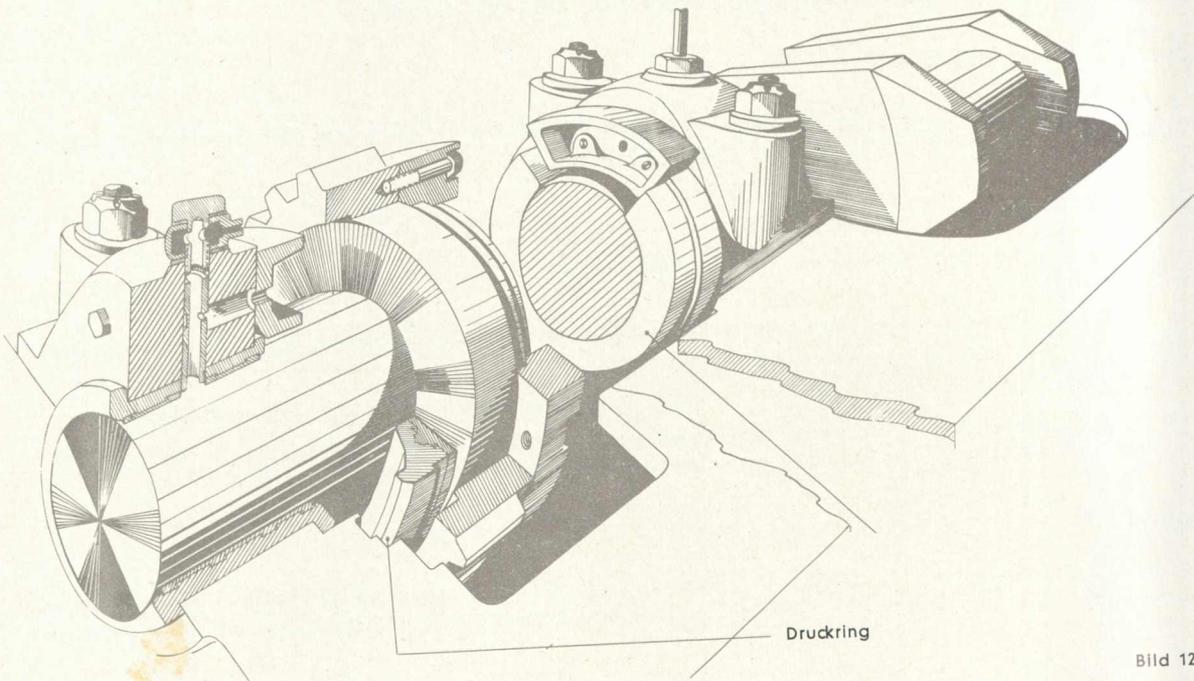


Bild 12

Paßlager für stationäre Motoren

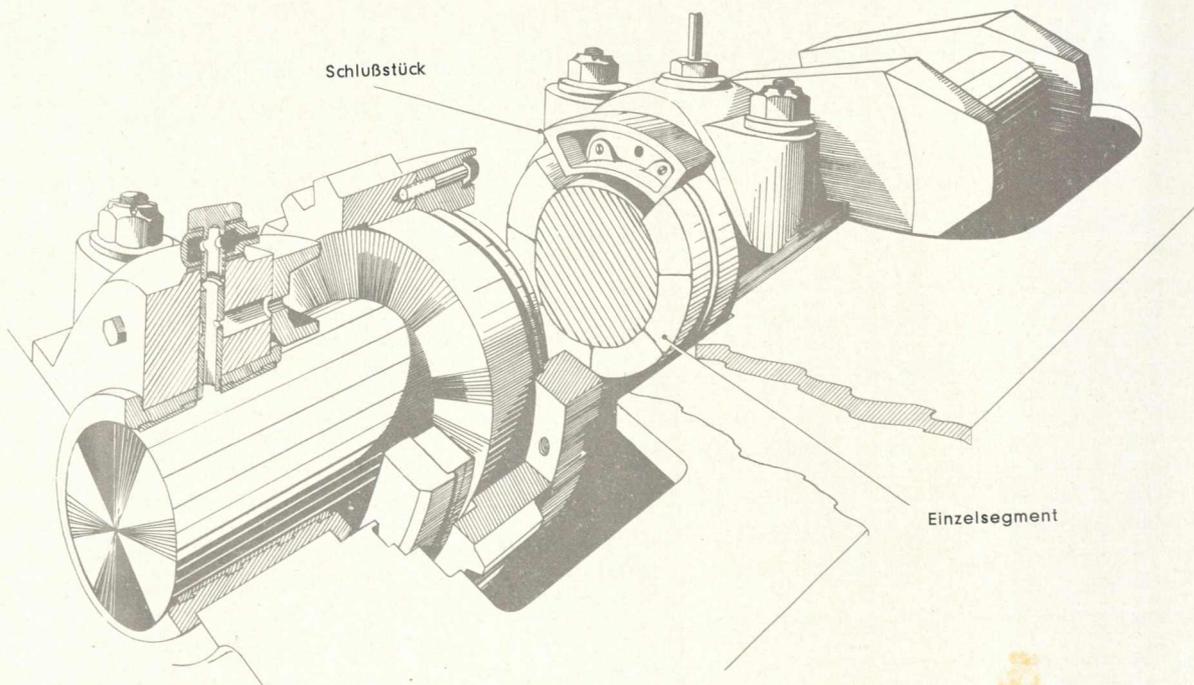


Bild 13

Drucklager für Schiffsmotoren

Bei dem Einbau einer neuen Kurbelwelle überzeuge man sich, daß die achsialen Spiele zwischen den Kurbelwellenlagern gleichmäßig verteilt sind.

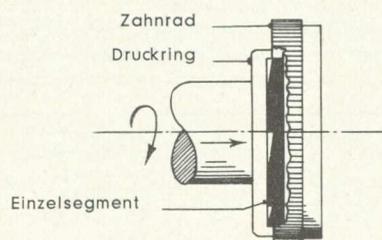
Bei Neubestellungen ist der genaue Durchmesser und die Länge der Kurbelwellenzapfen anzugeben, um die Lagerschalen mit den richtigen Maßen liefern zu können.

Die Temperaturen der Wellenlager sind nach kurzer Betriebszeit durch Abfühlen bei geöffneten Gehäusedeckeln zu überprüfen. Die Schmieröltemperatur ist während des Betriebes sorgfältig zu beobachten.

Kurbelwellendrucklager für umsteuerbare Schiffsmaschinen

Die Wirkungsweise des Drucklagers bei umsteuerbaren Motoren erfordert ein gesamtes Achsialspiel von **0,2 mm**.

Der Bund der Kurbelwelle soll stets auf die abgerundete, verjüngte Kante der Einzelsegmente auflaufen, dementsprechend sind die Einzelsegmente (Gleitstücke) für Propellerschub „Voraus“ und „Zurück“ einzulegen.



Die Schlußstücke und Deckel der beiden Kurbelwellenlager neben dem Steuerungsantrieb sind mit seitlichen Bohrungen für die Schmierung des eingebauten Drucklagers versehen.

Kurbelwellenpaßlager für stationäre und SVM-Motoren

Die Halteringe des Paßlagers dienen nur der Fixierung der Kurbelwelle. Die Kurbelwelle soll in achsialer Richtung nach jeder Seite **0,2 mm** Spiel haben.

Bei Motoren, die mit einem getrennt aufgestellten Drucklager starr verbunden sind, erhält die Kurbelwelle im Paßlager ein erhöhtes achsiales Spiel von je 2 mm.

Die Schmierung des Paßlagers erfolgt wie bei den Drucklagern.

Kurbelschenkel-Atmung

Die Größe der Kurbelschenkel-Atmung gibt bei neuen oder längere Zeit in Betrieb befindlichen Motoren ein Urteil über die richtige Ausrichtung des Motors auf seinem Fundament bzw. über eine evtl. eingetretene Fundamentsenkung, die dem Motor schädlich werden könnte.

Bei gut tragenden Lagern muß auch die unbelastete Kurbelwelle dem Einfluß einer achsialen Versetzung eines der Grundlager nachgeben, und dies kommt in der Kurbelschenkelatmung der betreffenden Kröpfung zum Ausdruck.

Bei eingebauten Kolben sind die Messungen nach Angabe des Meßblattes in den Hubzapfenstellungen jeden Zylinders 2, 3, 4, 5, 6 durchzuführen.

Die Meßuhr ist derart in die Kurbelkröpfung einzusetzen, daß die Meßstrecke in der Verbindung der tiefsten Mantellinie des benachbarten Grundlagerzapfens liegt.

Wenn die achsiale Versetzung eines Außenlagers nachgeprüft werden soll, so kann hierüber die Schenkelatmung der Kurbelkröpfung 1 Auskunft geben.

Die zulässigen Höchstwerte der ersten Kröpfung bei eingebauten Kolben sind dann:

für neue Motoren	0,05 mm Kurbelschenkelatmung
nach längerer Betriebszeit	0,08 mm Kurbelschenkelatmung.

Nur bei freiliegendem Schwungrad darf die Schenkelatmung des Zylinders **1** (nächst dem Schwungrad) 0,10 mm haben.

Nachstehendes Meßblatt ist für die Messung der Kurbelschenkelatmung anzufordern.

Meßblatt der Kurbelschenkel-Atmung

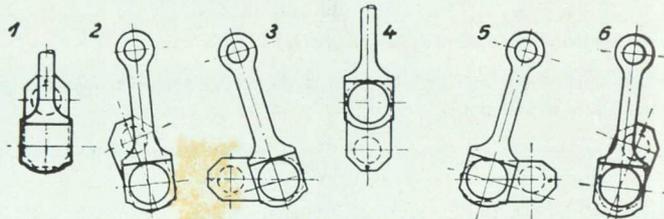
- Die meisten zur Verwendung kommenden Meßuhren haben sowohl eine schwarze als auch eine rote Skala, von denen die eine im Uhrzeigersinn, die andere entgegen dem Uhrzeigersinn zählt. Für die Ablesung ist die besser zu erkennende Skala zu benutzen. Gewöhnlich ist es die außenliegende schwarze Skala, die meistens bei größer werdenden Schenkelabständen „a“ fallende Skalenwerte ergibt. Unter allen Umständen muß auf dem Meßblatt in der Zeile „Bemerkungen“ angegeben werden, ob der an der Meßuhr abgelesene Wert steigt oder fällt, wenn der Schenkelabstand größer wird.
- Die Meßuhr ist derart in die Kurbelkröpfung einzusetzen, daß die Meßstrecke in der Verbindung der tiefsten Mantellinien der benachbarten Grundlagerzapfen liegt. (Siehe Skizze.)
- Auf dem Meßblatt sind 6 Kurbelwellenstellungen dargestellt. Die Reihenfolge der Meßstellungen ist vom Schwungrad aus gesehen. Die Kurbelwelle wird bei jeder Messung linksdrehend (entgegen dem Uhrzeigersinne) bewegt. Bei V-Motoren ist Stellung 1 die tiefste Lage des Hubzapfens, also nicht Schwungradmarke UT, Stellung 4 die höchste Lage des Hubzapfens, also nicht Schwungradmarke OT.
- Bei ausgebauten Kolben wird in den Meßstellungen 1, 3, 4 u. 5 gemessen. Bei eingebauten Kolben sind die Messungen in den Stellungen 2, 3, 4, 5 u. 6 durchzuführen. Stellung 2 und 6 sind Ausweichstellungen für Stellung 1. Sie werden auch bei V-Motoren benutzt.
- Die Meßuhr wird in Meßstellung 1 oder 2 auf den Skalenwert 25 eingestellt. Dieser Wert ist in die entsprechende Meßstellung und Spalte des Meßblattes einzutragen. In die übrigen Zeilen sind die Werte so einzusetzen, wie sie bei der Messung an der Uhr abgelesen werden, z. B. 23. (Siehe hierzu Absatz 1.) Von jeder Umformung, Zusätzen wie + oder —, insbesondere der Angabe der erreichten Differenz (z. B. 0,03) ist abzusehen.
- Zur Vermeidung von Meßfehlern darf die Meßuhr während der Dauer des Meßvorganges nicht berührt werden. Das Ablesen muß daher teilweise mit dem Spiegel vorgenommen werden.
- Um das Meßergebnis richtig auswerten zu können, ist es notwendig, den Zustand der Anlage im Augenblick der Messung deutlich zu kennzeichnen. Sämtliche möglichen Variationen sind im Meßblatt stark umrandet aufgedruckt. Der vorliegende Zustand ist durch deutliches Unterstreichen der gegebenen Hinweise zu kennzeichnen.

Zustand der Anlage
bei der Messung:

Schwungrad	angebaut	—	abgebaut	
Antriebswelle	angeflanscht	—	abgeflanscht	
Kolben	eingebaut	—	ausgebaut	
Gestell	aufgebaut	—	abgebaut	
Schiff	leer	—	beladen mit	to
Motor	kalt	—	warm	

Zutreffendes unterstreichen!

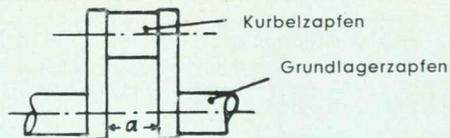
Meßstellungen von der Schwungradseite aus gesehen (Auch für V-Motoren gültig)



Bei ausgebauten Kolben Messungen 1, 3, 4 und 5

Bei eingebauten Kolben Messungen 2, 3, 4, 5 und 6

Anordnung der Meßuhr:
Meßuhr bei „a“ einspannen



Höchstwert des Maßes „a“ für VM 536
für neue Motoren auf dem Prüfstand
und im Betrieb: + 0,05 mm
für Motoren nach längerer Betriebszeit:
+ 0,078 mm

Meß- stellung	Stellung des Kurbelzapfens	Zylinder							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Tiefste Stellung								
2	Erste Ausweichstellung								
3	Waagrechtstellung								
4	Höchste Stellung								
5	Waagrechtstellung								
6	Zweite Ausweichstellung								
	Differenz Stellung 1 minus 4 o. Stellung 2+6:2 min. 4								
	Differenz Stellung 3 minus 5								

Bemerkungen: Anzeige der Meßuhr steigt — fällt, wenn der Schenkelabstand „a“ größer wird.



Meßblätter
zur Kurbelschenkelatmung
werden durch unsere Firma
auf Wunsch zur Verfügung
gestellt.

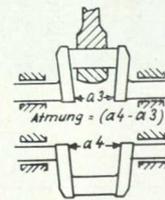


Bild 14

Schmierölsystem des Motors

Die Art der Schmiermittelzufuhr zu den einzelnen Schmierstellen erfolgt in verschiedener Weise:

1. durch die Umlaufschmierung
2. durch Schleuderschmierung:

Die Steuerwellenlager des Motors, mit Ausnahme des Lagers am Steuerwellenantrieb, und die Stößel der Ventilsteuerung werden mit Schleuderöl durch die Rotation der Pleuellager geschmiert.

3. durch den Schmierapparat (Frischölschmierung), siehe Seite 118, 123.
4. durch Handschmierung:

Die Schwinghebel der Motorventile, die Pfannen der Stoßstangen sowie außenliegende Teile, wie Lichtmaschinen usw. werden von Hand geschmiert.

Umlaufschmierung (Bedienung siehe Seite 12, Bild Seite 119 und 120).

Das umlaufende Schmieröl fließt unter dem Druck der Zahnradpumpe durch den Ölkühler und Ölfilter zum Schmierölverteilerrohr ins Motorgestell (Auspuffseite innen), von dort in die Pleuellager und in den Pleuellagerkasten.

Von den Pleuellagern wird es durch Bohrungen in der Pleuellager Pleuellager und durch den Pleuellager Pleuellager-Schaft den Pleuellager Pleuellager zugeführt.

Der Rücklauf des Umlauföles innerhalb des Motors erfolgt durch Abtropfen aus den genannten Pleuellager Pleuellager in die Pleuellager Pleuellager.

Außerhalb des Motors ist die Anlage der Umlaufschmierung bei stationären und Schiffsmotoren verschieden. Stationäre Motoren haben als Schmieröl-Vorrat für die Umlaufschmierung nur den Inhalt der Pleuellager Pleuellager des Motors, und das Schmieröl wird nur von einer Pleuellager Pleuellager in Umlauf gesetzt.

Schiffsmotoren haben wegen der wechselnden Pleuellager Pleuellager des Motors außer dem Inhalt der Pleuellager Pleuellager noch einen Pleuellager Pleuellager, der meist an der Pleuellager Pleuellager des Motors angebracht ist.

Diese Pleuellager Pleuellager haben auch eine Pleuellager Pleuellager.

Pumpe 1 mit einer Saugleistung von 155 l/min. bei 500 U/min. saugt das Schmieröl aus dem Pleuellager Pleuellager der Pleuellager Pleuellager und drückt es in den Pleuellager Pleuellager.

Pumpe 2 mit einer Saugleistung von 121 l/min. saugt das Schmieröl aus dem Pleuellager Pleuellager und drückt es durch Pleuellager Pleuellager und Pleuellager Pleuellager in das Pleuellager Pleuellager des Motors.

Durch die größere Leistung der Pleuellager Pleuellager bleibt der Pleuellager Pleuellager während des Betriebes immer bis zum Pleuellager Pleuellager gefüllt, und die Pleuellager Pleuellager Schmierölmenge läuft in die Pleuellager Pleuellager ab.

Wenn durch die Pleuellager Pleuellager des Schiffes (bei Pleuellager Pleuellager) der Pleuellager Pleuellager in der Pleuellager Pleuellager wandert und die Pleuellager Pleuellager der Pleuellager Pleuellager 1 statt Öl Luft fördert, fließt aus dem Pleuellager Pleuellager trotzdem Öl in die Pleuellager Pleuellager 2 nach, und die Pleuellager Pleuellager zu den Pleuellager Pleuellager wird Pleuellager Pleuellager erhalten.

Sicherheitsventile schützen die Pleuellager Pleuellager vor Pleuellager Pleuellager Druck.

Sondereinrichtungen für die Umlaufschmierung

Die Pleuellager Pleuellager vom Pleuellager Pleuellager zum Pleuellager Pleuellager ist mit Pleuellager Pleuellager ausgerüstet, um einen Pleuellager Pleuellager-Feinfilter in die Pleuellager Pleuellager anbauen zu können. Siehe Seite 122.

Diese Pleuellager Pleuellager sind mit Pleuellager Pleuellager Papier-Einsätzen Pleuellager Pleuellager, die im Pleuellager Pleuellager Betrieb des Motors das Öl von Pleuellager Pleuellager Verschmutzungen Pleuellager Pleuellager. Ihre Pleuellager Pleuellager und Pleuellager Pleuellager ist Pleuellager Pleuellager den Pleuellager Pleuellager der Pleuellager Pleuellager auszuführen.

Auf Pleuellager Pleuellager kann auch eine Pleuellager Pleuellager Pleuellager Pleuellager für den Pleuellager Pleuellager Umlauf Pleuellager Pleuellager werden (siehe Seite 122). Pleuellager Pleuellager siehe Seite 27.

Pleuelstangen

Der Schaft der Pleuelstange ist einteilig geschmiedet und in seiner Achse mit einer Bohrung versehen, durch die die Pleuelbuchse mit Schmieröl versorgt wird.

Die Lagerschalen der Pleuellager sind mit Bleibronze ausgegossen und im Anlieferungszustand an den Laufflächen verzinkt, was den Lagern gute Einlaufeigenschaften verleiht.

Die Lagerschalen sind mit Vorspannung eingelegt, d. h. sie werden durch das Anziehen der Lager-schrauben mit Preßsitz in Lagerdeckel und Pleuel eingepreßt. Es ist bei dem Anziehen der Schrauben darauf zu achten, daß zuerst die Trennflächen der Lagerschalen und dann erst die Trennflächen des Pleuelkopfes zum Tragen kommen.

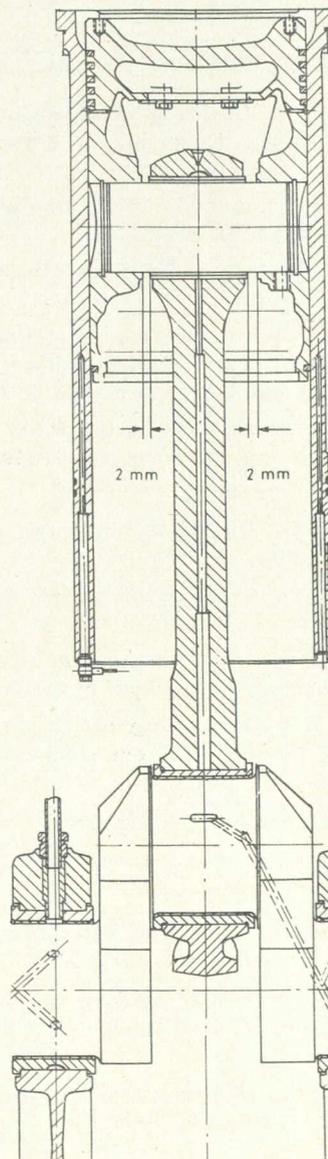


Bild 15

Pleuelschraube
(Dehnschraube)

Bild 16

Lagerschalen, die durch Warmlaufen oder durch natürlichen Verschleiß zu großes Spiel auf dem Kurbelzapfen haben, sind auszuwechseln (siehe Seite 63). Ein Nacharbeiten der Trennflächen der Lagerschalen ist unzulässig, weil dadurch die Vorspannung verloren gehen würde. Ebenso ist die Nacharbeit der Trennflächen des Pleuelkopfes nicht gestattet, weil neu bezogene Lagerschalen dadurch eine zu große Vorspannung erhalten würden.

Pleuelkopf, Pleueldeckel und Lagerschalen sind vor dem Einlegen sorgfältig zu reinigen.

Die Pleuelschrauben sind Dehnschrauben und müssen genau nach der Festziehvorschrift (Seite 43) angezogen werden.

Man überzeuge sich von der guten Auflage der Muttern der Pleuelschrauben. Eine schlechte Auflage könnte zu zusätzlichen Beanspruchungen des Schraubenschaftes, zu Überdehnungen und Brüchen führen. Bei Neubestellungen von Lagern ist der genaue Durchmesser und die Länge des Kurbelzapfens anzugeben, um die Lagerschalen mit den richtigen Maßen liefern zu können.

Die Temperaturen der Pleuellager sind während des Betriebes durch Abfühlen der Gehäusedeckel zu kontrollieren.

Sollte bei einem der Zylinder ein Kolbenfresser vorgekommen sein, so müssen dessen Pleuellagerschrauben ausgewechselt werden, weil durch die zusätzliche Beanspruchung mit einer Überdehnung der Schrauben zu rechnen ist. Die benachbarten Dehnschrauben der Kurbelwellenlager sind auf festen Sitz zu prüfen.

Die Pleuelbuchse aus Stahl mit Bronzeausguß ist mit Preßsitz im Pleuelstangenauge eingepreßt. Im Motor Kolben muß das Pleuelstangenauge beiderseits mindestens **2 mm Spiel** haben.

Motorkolben

Die Kolben der nicht aufgeladenen VM-Motoren mit Drehzahlen bis zu 500 U/min sind aus Spezial-Grauguß gefertigt.

Die Kolben von BVM-Motoren, Lokomotoren und Motoren mit Drehzahlen über 500 U/min sind Leichtmetallkolben.

Die Kolbenbolzen sind in den Kolben ohne Verdrehsicherung mit Preßsitz eingebaut und durch Seegeringe vor axialer Verschiebung gesichert.

Ziehen der Kolben

Ein Ausbau der Kolben zwecks Reinigung ist auch bei einwandfreiem Arbeiten des Motors nach 1800 Betriebsstunden notwendig.

Nach Abbau der Zylinderköpfe müssen zum Ziehen der Kolben zunächst die Ölkohleablagerungen im Kompressionsraum der Zylinderbuchsen restlos entfernt werden. Nach dem Abnehmen der Pleuellagerdeckel sind die Kolben mit den Pleuelstangen mittels Werkzeug Nr. 6338 vorsichtig herauszuziehen, um die Zylinderwände nicht zu beschädigen.

Man muß dabei beachten, daß der Pleuelstangenfuß nicht unter das Zylinderrohr faßt und dieses anhebt. Sollte dies doch geschehen, darf das Zylinderrohr nicht wieder zurückgedrückt werden, sondern ist auszubauen, denn beim Anheben des Zylinderrohres haben sich Schmutzteilchen gelöst, die ein richtiges Aufliegen der Flansche des Zylinderrohres im Gestell verhindern. Das Zylinderrohr muß darum sorgfältig gereinigt werden, bevor es wieder eingesetzt wird.

Kolbenbolzen

Das Herauspressen des Kolbenbolzens aus dem Kolben soll nach Möglichkeit unterbleiben, weil sich der Kolben leicht bei dieser Arbeit verzieht. Läßt sich die Trennung des Kolbens von der Pleuelstange nicht vermeiden, so ist der Kolben beim Ein- und Ausbau des Kolbenbolzens im Ölbad auf ca. 80° C zu erwärmen. Nach dem Wiedereinpressen des Kolbenbolzens ist der Kolben mit Hammer und Klopffholz auf 0,02 mm genau rund zu richten. (Mit Mikrometerbügel messen.)

An den gezogenen Kolben sind die Kolbenringe abzunehmen, die Ringnuten sorgfältig zu reinigen und vor dem Wiedereinbau der Kolben Sitz und Spiel der Kolbenringe genau zu prüfen.

Starkes Festbrennen der Kolbenringe läßt auf schlechte Verbrennung oder ungeeignetes Schmieröl schließen.

Schadhafte oder verschlissene Kolbenringe führen zum Durchblasen der Verbrennungsgase, was den Ölfilm an der Zylinderwand zerstört und starken Verschleiß der Zylinderbuchsen und Kolben verursacht.

Freßstellen am Kolbenschaft

Leichte Freß- und Tragstellen am Kolbenschaft sind mit Karborundumfeile und mit einem um eine Schlichtfeile gelegten feinstem Schmirgelpapier zu beseitigen. Nach dieser Bearbeitung sind die Kolben sehr sorgfältig mit Kraftstoff abzuwaschen.

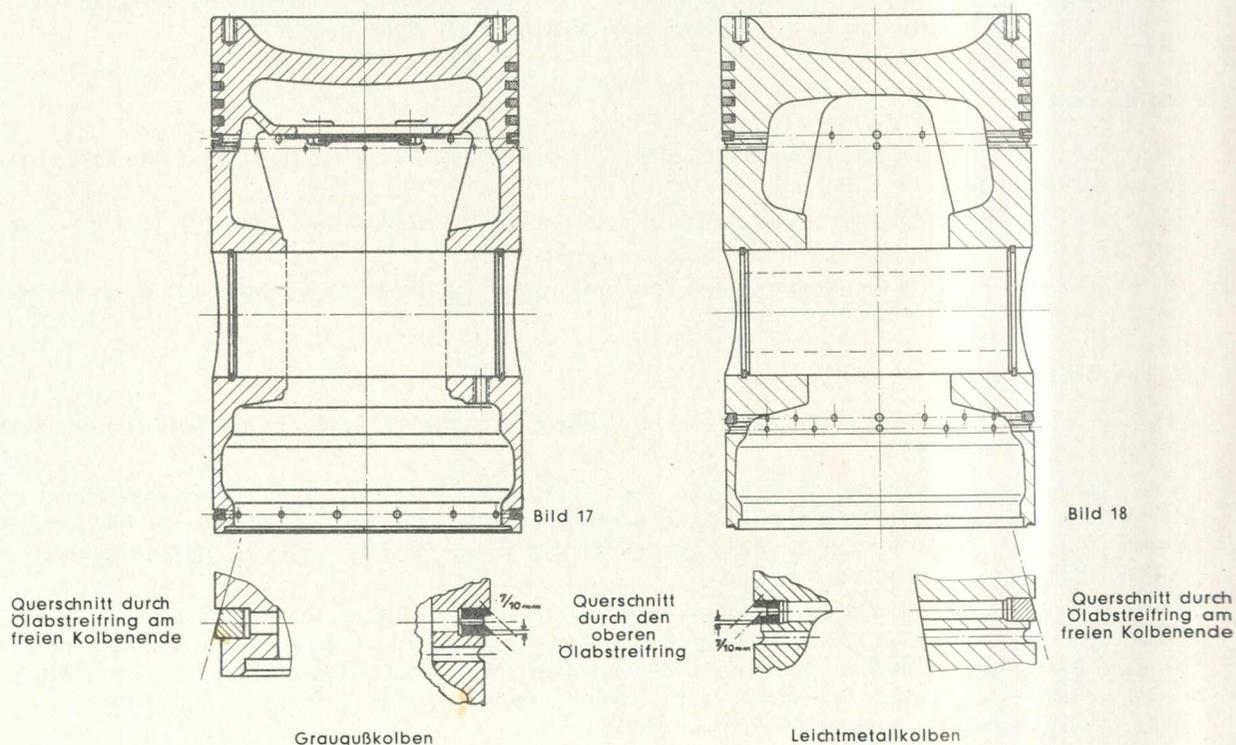
Sind starke Freßstellen aufgetreten, so sind nicht nur die Kolben, sondern auch die betreffenden Pleuellagerschrauben auszuwechseln und die Kurbelwellenlagerschrauben zu überprüfen.

Einbau der Kolben, Kompressionsringe und Ölabbstreifringe

Kolben und Zylinderbuchsen sind vor dem Einbau der Kolben sorgfältig zu säubern und reichlich einzuölen.

Die Unrundheit neuer Zylinderlaufbuchsen darf 0,04—0,05 mm nicht überschreiten.

Die Zylinderlaufbuchse, in die ein neuer Kolben eingesetzt werden soll, ist mit dem Innenmikrometer in der ganzen Lauffläche längs und quer zur Motorachse auszumessen. Die Maße sind zu notieren.



Das Spiel zwischen Buchse und Kolben ergibt sich aus den mit einem Mikrometer gemessenen Innenmaßen der Buchse und den Maßen der Tragflächen des Kolbens, die am Kolbenboden eingeschlagen sind.

Die Kolben tragen unterhalb des Kolbenbolzens vier Kompressionsringe und einen Ölabbstreifring mit Ölabfluß nach innen (sog. Kammerring), sowie einen Ölabbstreifring am freien Ende des Kolbenschaftes.

Die Stoßfugen der Kolbenringe müssen, probeweise am unteren Ende der Laufbuchsen eingelegt, (Stelle der geringsten Buchsenabnutzung), ein Spiel von mindestens 1 mm, höchstens 2 mm haben. Sie müssen gegeneinander um 180° versetzt sein.

Die eingeölte Ringe sollen in den oberen Kolbennuten besonders leicht, in den unteren Nuten leicht hin und her bewegt werden können. Die Ölabbstreifringe sind mit der abgeschrägten Kante nach oben einzulegen.

Das Einführen der Kolben in die Zylinderlaufbuchsen wird durch das Aufsetzen des Konusringes (Werkzeug Nr. 6339) erleichtert. Die Kolben müssen durch ihr Eigengewicht in die Buchse absinken.

Der Abstand der Kolbenoberkante von der Dichtungsfläche der Zylinderbuchse, gemessen am Umfang der Buchsenbohrung, muß in der oberen Totpunktstellung 9,3 mm betragen und muß genau kontrolliert werden.

Zylinderlaufbuchsen

Die Zylinderlaufbuchsen aus Spezialgrauguß sind einzeln und auswechselbar in das Motorgestell eingesetzt.

Zum Ziehen der Zylinderbuchsen ist das Werkzeug Nr. 6332 zu benutzen.

Die Buchsen dichten am oberen Bund und am unteren Buchsenende mit Gummiringen gegen den Wasserraum des Motorgestells ab.

Es ist darauf zu achten, daß die Gummiringe in ihren Nuten richtig liegen und gut in der Gestellbohrung abdichten.

Beim Einsetzen der Zylinderbuchsen sind die Gummiringe mit Seife einzuschmieren.

Nach dem Einbau ist die Bohrung sorgfältig auf Rundsein nachzumessen (größte zulässige Abweichung 0,04—0,05 mm). Geringes Unrundsein beseitigt man durch Einsetzen einer Spanschraube in die engste Stelle der eingebauten Buchse in Höhe des Rundgummiringes und durch leichte Schläge mit einem

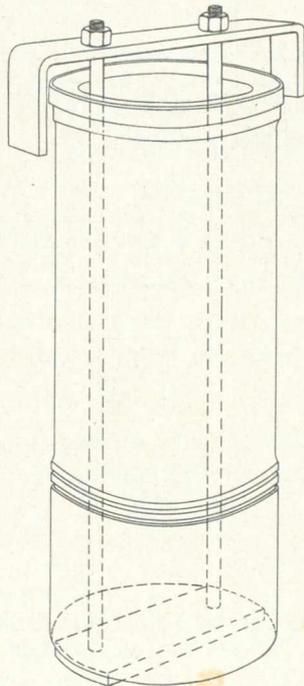


Bild 19

Vorrichtung zum Ziehen der Zylinderlaufbuchsen

Klopfholz von außen auf die hohen Stellen der unten aus dem Gestell herausragenden Zylinderlaufbuchse. Läßt sich die Zylinderlaufbuchse nicht bis auf 0,04—0,05 mm ausrichten, so muß sie wieder ausgebaut und die Ursache des Fehlers beseitigt werden. Zur Vorsicht ist die Rundheit der Zylinderbuchsen bei angezogenem Zylinderkopf nochmals nachzumessen.

Leichte Reib- und Freßstellen in der Zylinderlaufbuchse sind mit einer Karborundumfeile und Schmirgelpapier sorgfältig zu beseitigen. Nach dieser Bearbeitung ist die Buchse mit Kraftstoff auszuwaschen. Sind starke Freßstellen aufgetreten, ist das Zylinderrohr auszuwechseln.

Zylinderköpfe

Die Zylinderköpfe sind einzeln mit Dehnschrauben auf das Motorgestell aufgeschraubt und dichten mit Kupferringen gegen die Zylinderlaufbuchse ab.

Die Ein- und Auslaßventile sind mit ihren Ventillführungen entweder in den Zylinderkopf direkt eingesetzt oder die Köpfe sind auf Wunsch des Kunden mit Ventilkörpern ausgerüstet.

Der Kühlwassereintritt in den Zylinderkopf aus dem Motorgestell erfolgt durch eine besondere Buchse, deren Feder gegen einen Gummiring drückt und so die Kühlwasserräume von Kopf und Buchse wasserdicht verbindet.

Der Kühlwasseraustritt aus den Zylinderköpfen zum Auspuffsammelrohr (bzw. zur Kühlwasserabflußleitung bei BVM-Motoren) durchfließt einen Regulierhahn und ist mit einem Thermometer versehen.

Beim Aufsetzen eines Zylinderkopfes sind alle Muttern der Zylinderkopfschrauben gleichmäßig über Eck nach der Festziehvorschrift (Seite 45) anzuziehen.

Nach dem Warmwerden des Motors und nach 30 und nochmals nach 100 Betriebsstunden sind die Muttern auf festen Sitz zu prüfen und nachzuziehen. Übermäßige Gewalt ist zu vermeiden. Schlagschlüssel sollen nicht angewandt werden.

Ein- und Auslaßventile (siehe auch Seite 54).

Wir unterscheiden Ein- und Auslaßventile, die in den Zylinderköpfen direkt eingesetzt sind, und „eingesetzte Ventile“, die mit Ventilkörpern in den Zylinderköpfen eingebaut werden. Letztere haben den Vorteil, daß sie zum Nachschleifen der Ventilsitze ohne Abbau der Zylinderköpfe ausgebaut werden können.

Anlaß-Steuerung

Für ein exaktes Arbeiten der Anlaßsteuerung ist es wichtig, daß das Gehäuse der Anlaßsteuerschieber genau zentrisch zum Anlaßnocken sitzt, daß der Anlaßnocken in der richtigen markierten Stellung zur Nockenwelle eingebaut ist, und daß die Anlaßsteuerschieber leicht gängig sind. Im Bedarfsfalle müssen die Steuerschieber ausgebaut und gereinigt werden.

Abgasturbolader (System Büchi) (Bild Seite 136).

Siehe auch Sonderschrift der Fa. Brown-Boveri & Cie. und Seite 40, 52.

Der Anordnung am Motor entsprechend unterscheidet man:

- a) Abgasturbolader an der Schwungradseite des Motors montiert
- b) Abgasturbolader an der Pumpenseite des Motors montiert

Entsprechend der gewünschten Aufladung des Motors wird

- a) die Abgasturboladertypen VTR 250 für 40 % Aufladung
- b) die Abgasturboladertypen VTR 320 für 50 % Aufladung

verwendet.

Nockenwellen mit Antrieb

Bei Arbeiten am Nockenwellenantrieb ist unbedingt darauf zu achten, daß die Markierung der Steueräder genau übereinstimmt, und zwar so, daß der gezeichnete Zahn des einen Rades in die gleichgezeichneten Zähne des Gegenrades eingreift. Der Kolben von Zylinder 1 muß dabei im oberen Totpunkt (Kompression) stehen. Während der Überholungsarbeiten am Nockenwellenantrieb darf der Motor nur unter größter Vorsicht gedreht werden, da bei versetzter Nockenwelle die zu falscher Zeit öffnenden Ventile durch den Kolben beschädigt werden können.

Bei nicht umsteuerbaren Motoren ist es zweckmäßig, die Ventilhebelböcke abzubauen bei umsteuerbaren den Umsteuerhebel in die Mittellage zu legen, in der die Ein- und Auslaßventile nur leicht angehoben werden.

Die Oberflächen der gehärteten Nocken sind von Zeit zu Zeit zu kontrollieren.

Einspritzventile (siehe auch Seite 55).

Die VM-Motoren sind mit Deutz-Flachsitz-Einspritzventilen mit Mehrlochdüsen ausgerüstet.

Das Einspritzventil hat den Zweck, die von dem Regler zugeteilte und von der Einspritzpumpe geförderte Kraftstoffmenge fein zerstäubt in den Verbrennungsraum des Motorzylinders einzuführen.

Die Zerstäubung erfolgt durch mehrere sehr feine Bohrungen in der Düsenplatte durch welche der Kraftstoff unter einem Druck von 350 atü gespritzt wird.

Er wird im Einspritzventil zunächst gegen die von der Düsennadel verschlossene Düsenplatte gedrückt. Die Düsennadel ist durch eine Feder belastet, welche durch eine Einstellschraube (Druckstück) auf den vorgeschriebenen Abspritzdruck vorgespannt wird. Bei Erreichen dieses Druckes im Kraftstoff weicht die Nadel gegen die Feder zurück und gibt die Abspritzöffnungen frei. Nach Beendigung des Einspritzvorganges schließt die Nadel die Eintrittsbohrung der Düsenplatte wieder absolut dicht ab.

Einspritzventil-Kühlung (siehe auch Seite 37).

Eine Kühlung der Düsenplatten der Einspritzventile ist notwendig, wenn Verkokungsgefahr besteht. Diese tritt ein, wenn zum Betrieb des Motors ein Kraftstoff mit mehr als 0,5 Verkokungsrückstand verwendet wird.

Die Kühlung der Düsenplatte erfolgt mit Kraftstoff.

Dieser Kühlkraftstoff wird

- a) normal dem Tagestank entnommen, über ein besonderes Filter geleitet und durch eine eigene Sammelleitung den Einspritzventilen zugeführt. Die Rückkühlung des Kühlkraftstoffes erfolgt im Tagestank selbst, dessen Inhalt groß genug ist, um die Wärme des Kühlkraftstoffes aufzunehmen,
- b) einem besonderen Hilfstank entnommen, falls der Kraftstoff, mit dem der Motor betrieben wird, nicht zur Kühlung der Düsenplatten geeignet ist. Die Rückkühlung des aus dem Hilfstank entnommenen Kühlkraftstoffes erfolgt dann in einem besonderen Rückkühler, der in das Kühlwasserverteilerrohr des Motors eingebaut ist.

Kraftstoffe mit einer Viskosität über $2^{\circ} \text{E}/50^{\circ} \text{C}$ dürfen nicht mehr zur Ventilkühlung verwendet werden.

Schwingungsdämpfer

Schwingungsdämpfer haben den Zweck, das Durchfahren der kritischen Drehzahlbereiche ohne Gefahr für die Triebwerksteile zu erleichtern. Trotzdem sollen aber auch Motoren mit Schwingungsdämpfern im Bereich der kritischen Drehzahlen nur möglichst kurze Zeit gefahren werden.

Schwingungsdämpfer werden im Bedarfsfalle am Kurbelwellenende der Pumpenseite eingebaut.

Die Wirkungsweise des Schwingungsdämpfers ist folgende:

Beim Auftreten von Drehschwingungen der Kurbelwelle werden zunächst bei kleinen Ausschlägen die Schwungmassen des Schwingungsdämpfers mitgenommen.

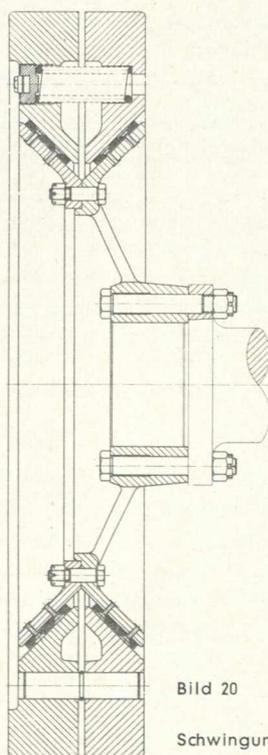


Bild 20

Schwingungsdämpfer für Motoren ohne Ventilatorantrieb

Bei anwachsenden Ausschlägen der Kurbelwellenschwingung reicht jedoch das Reibungsmoment der Beläge nicht mehr aus, um die Schwungmassen des Schwingungsdämpfers mitzunehmen. Es entstehen kleine Relativbewegungen zwischen den Schwungmassen und den mit der Kurbelwelle festverbundenen Reibkonen. Dadurch wird eine Reibungsarbeit geleistet, die dämpfend auf die Kurbelwellenschwingungen wirkt und durch Änderung der schwingenden Massen das weitere Anwachsen der Kurbelwellendreherschwingungen verhindert.

Der Schwingungsdämpfer arbeitet richtig, wenn sich die durch die Reibung mitgenommene Schwungmasse beim Durchfahren von kritischen Drehzahlen gegenüber den Belägen verdreht.

Gegenüberstehende Marken (Kreidestriche) auf den Schwungmassen und den Belägen erleichtern die des öfteren vorzunehmende Kontrolle des Schwingungsdämpfers.

Schlecht arbeitende Dämpfer sind baldmöglichst in Ordnung zu bringen. Fehler können entstehen durch ungleichmäßige Abnutzung des Reibbelages oder Festsitzen der Bolzen. Der Reibbelag muß erneuert werden, wenn er bis an die Nietköpfe abgenutzt ist.

Bei Motoren mit Ventilatorantrieb (Bau- und Bohraggregate sowie Motorloks) ist der Schwingungsdämpfer mit der Keilriemenscheibe für den Ventilatorantrieb kombiniert. Die Keilriemenscheibe für den Antrieb ist gleichzeitig ein Teil der losen Schwungmasse des Schwingungsdämpfers und darum mit der Kurbelwelle durch eine elastische Gummikupplung verbunden. Schmierung der Antriebsscheibenbuchse und der Kugellager des Ventilators siehe Seite 76.

Regelung der VM- und BVM-Motoren (Bild Seite 137).

Die Regler sind als Fliehkraftregler gebaut. Die in Schneiden gelagerten Fliehgewichte beeinflussen über die Reglernadel und Reglerfahne die Regelstange der Einspritzpumpe, und damit die von der Einspritzpumpe geförderte Kraftstoffmenge.

Die Einstellung der Schlitzschraube (5280) darf nicht unnötig verändert werden. Ihre Gegenmutter muß stets fest angezogen sein.

Der im Regler eingebaute Satz Reglerfedern wird nach den Betriebsverhältnissen des Motors geliefert.

Bei stationären Motoren beträgt infolge des Ungleichförmigkeitsgrades des Reglers die Differenz in der Drehzahl zwischen Leerlauf und Vollast etwa 4—5 Prozent (bei Schiffsmaschinen etwa 12 Prozent).

Bei Antriebsmotoren für elektrische Generatoren ist es zweckmäßig, an Stelle des Handrades einen Elektromotor mit Getriebe anzuordnen, der vom Schaltbrett aus bedient wird.

Bei Schiffsmaschinen kann die Drehzahl mit dem Handrad in weiten Grenzen verändert werden.

Wird eine noch kleinere Drehzahl gewünscht, so baut man Regler mit einem Übersetzungsgetriebe ein. Die Drehzahl kann dann bis auf eine Mindestdrehzahl von 80 U/min herabgesetzt werden.

Es kann an Bord auch eine Fernverstellung der Drehzahl durch Ketten oder Seilzug vom Steuerhaus aus erfolgen oder durch ein Handrad mit Kardangestänge.

Für die verschiedenen Verwendungsbereiche der VM-Motoren ergeben sich nach Vorstehendem folgende Regler und Verstelleinrichtungen:

1. Fliehkraftregler für stationäre Anlagen mit nahezu konstanter Drehzahl des Motors.
2. Die gleichen Regler mit elektrischer Verstellung vom Schaltbrett aus.
3. Die gleichen Regler mit Abstellhubmagnet zum Abstellen aus anderen Räumen. (Sonderfall).
4. Fliehkraftregler mit dämpfungs-elastischer Kupplung für Schiffe. (Normal: ohne Getriebe).
5. Schiffsregler mit Fernbetätigung mittels Seil- oder Kettenzug bzw. Kardangestänge, oder durch pneumatische Deckumsteuerung.
6. In Sonderfällen für kleine Drehzahlen mit Getrieberegler.

Instandhaltung der Regler

Demontage und Montage der Regler soll nicht unnötig erfolgen. Beim Zerlegen und dem Zusammenbau der umlaufenden Innenteile des Reglers halte man diesen in senkrechter Lage, damit die Schwungkörper nicht aus den Schneiden fallen.

Bei der Montage achte man darauf, daß die Schwungkörper beim Aufsetzen des Reglergehäuses nicht klemmen, die Reglerfedern gut in den Führungen sitzen und nicht gegeneinander reiben.

Vor dem Anbau des Reglers an den Motor überzeuge man sich nochmals, daß sich alle umlaufenden Teile des Reglers leicht drehen lassen.

Die vier Sechskantschrauben sind fest anzuziehen und mit Bindendraht sorgfältig zu sichern.

Für die Schmierung ist es wichtig, daß die Düse 5207a und die zugehörige Feder 5210a richtig eingebaut wird.

Vor Inbetriebnahme ist der Regler bis zum Überlauf mit Schmieröl zu füllen.

Wenn bei Arbeiten am Motor die Regelstange ausgebaut wurde, darf der Motor nicht mit Druckluft gedreht werden, da infolge Fehlens der Reguliermöglichkeit die Gefahr besteht, daß der Motor bei zufälligem Anspringen durchgeht.

Beim Regler für Schiffsantriebsmotoren ist der Antrieb der umlaufenden Teile durch Einschalten der Spiralfeder 5217 elastisch ausgebildet. Die zur Dämpfung vorgesehenen Reibscheiben müssen bei größter Abnutzung ersetzt werden.

Getriebe. Bei einem Zerlegen des Getriebes ist zunächst das Reglergehäuse abzuschrauben, dann das Flanschlager mit der Ritzelwelle auszubauen.

Zur Demontage des Doppelritzels muß der Bolzen gezogen werden.

Der Zusammenbau geschieht in der umgekehrten Reihenfolge.

Das Getriebe muß stets hinreichend mit Schmieröl gefüllt sein. (Siehe unter Schmierung).

Drehzahlmesser (Tachometer)

Motoren mit einer Drehrichtung (VM, SVM) erhalten Drehpendel-Tachometer.

Motoren mit Umsteuerung (RVM) erhalten Wirbelstrom-Tachometer mit je einer Skala für jede Drehrichtung.

Außerdem werden für Schiffsanlagen noch Ferntachometer-Anlagen geliefert.

Der Drehzahlregler kann auch mit einem Betriebsstundenzähler ausgerüstet sein, der die vom Motor geleisteten Betriebsstunden unter Ausschaltung der Betriebspausen summiert.

Abstellhub-Magnet (Sonderausführung)

Diese Vorrichtung dient zum automatischen Abstellen des Motors

a) als Sicherung gegen Überschreiten der Höchstdrehzahl. In diesem Falle wird der Motor mit einem Kontakt-Tachometer ausgerüstet. Bei Überschreiten der eingestellten Drehzahl des Motors schließt sich ein Kontakt am Tachometer, und ein elektrisches Relais schaltet den Hubmagnet ein, der über einen Hebel auf die Regelstange wirkt und die Kraftstoffförderung der Einspritzpumpe unterbricht,

b) zur automatischen Abstellung des Motors entsprechend seiner speziellen Verwendung.

Lichtmaschinen

Typen der Lichtmaschine, des Lichtmaschinen-Reglers und des Stromsammlers für RVM 536 Motoren

Bauart des Motors	Drehrichtung des Motors	Lichtmaschine		Bezeichnung	Drehrichtung der Lichtmaschine *)
		Leistung Watt	Spannung Volt		
a) Linksmotor	rechtsdrehend	500	24	GTL 500/24 — 900 L 1	linksdrehend
	rechtsdrehend	1000	24	GTL 1000/24 — 1275 L 1	linksdrehend
	linksdrehend	500	24	GTL 500/24 — 900 R 1	rechtsdrehend
	linksdrehend	1000	24	GTL 1000/24 — 1275 R 1	rechtsdrehend
b) Rechtsmotor	rechtsdrehend	500	24	GTL 500/24 — 900 L 1	linksdrehend
	rechtsdrehend	1000	24	GTL 1000/24 — 1275 L 1	linksdrehend
	linksdrehend	500	24	GTL 500/24 — 900 R 1	rechtsdrehend
	linksdrehend	1000	24	GTL 1000/24 — 1275 R 1	rechtsdrehend

*) Zur Beurteilung der Drehrichtung der Lichtmaschine muß der Blick auf den Antriebskonus der Lichtmaschine gerichtet werden.

Stromsammler	Kapazität Amp./h	Reglerschalter		Verwendung	Art der Regelung
		Bezeichnung			
Bleibatterie 12 zellig oder Alk. Batterie 19 zellig	nach Kundenwunsch	RS/Wak	500 Watt	spannungsregelnd mit einfacher Entstörung	
		RS/Wak	1000 Watt		

Die Auswahl und Einstellung des Reglerschalters ist nicht nur vom Typ der Lichtmaschine abhängig, sondern auch von der Art des verwendeten Stromsammlers.

Lichtmaschine und Regler werden mit dem Motor geliefert (bei angebaute Lichtmaschine). Lichtenanlage und Stromsammler von der Werft.

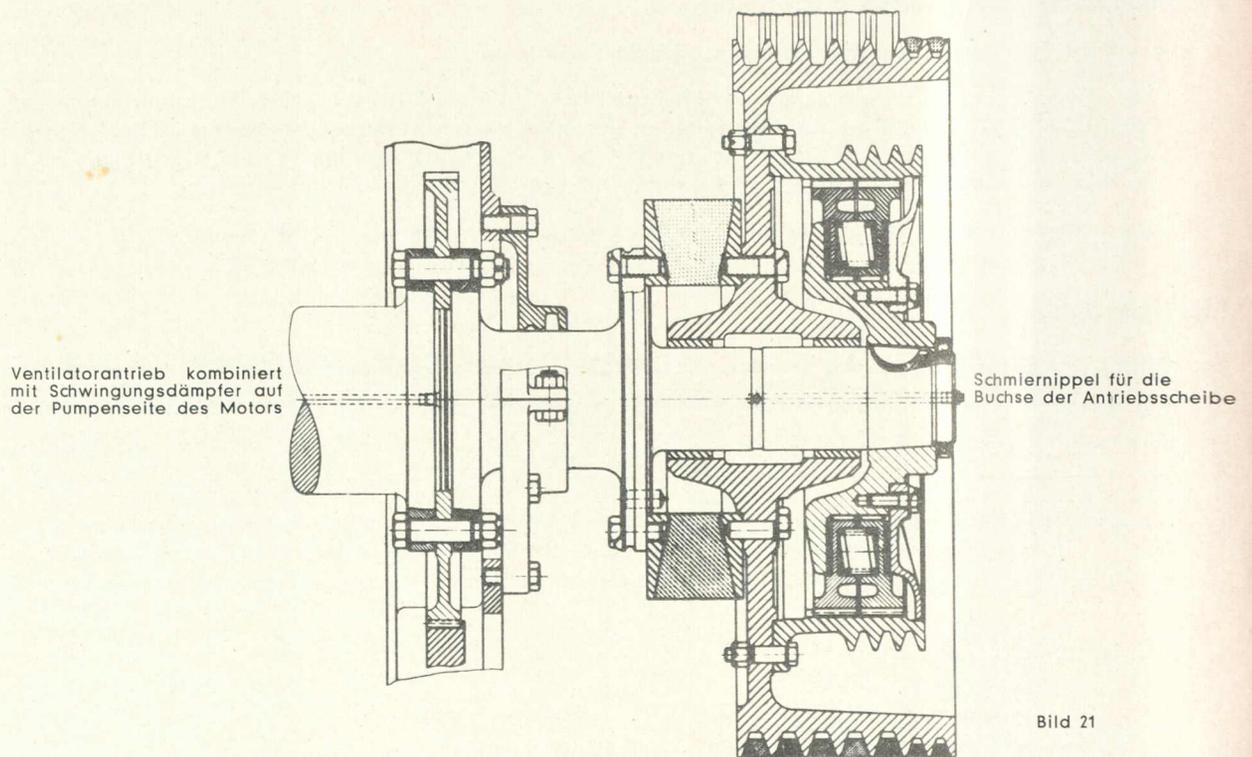
Sollte ein Stromsammelr mit einem anderer Art ausgewechselt werden, so ist auch der Regelschalter der Lichtmaschine auszutauschen.

In jedem Falle sind bei Ersatzteilbestellungen oder bei Änderung des Stromsammelrs folgende Angaben zu machen:

Bauart des Motors, durchschnittliche Drehzahl des Motors, Höchstdrehzahl, Drehrichtung; Bezeichnung der Lichtmaschine, Bezeichnung des Regelschalters, Art des Stromsammelrs, Kapazität des Stromsammelrs; ob Lichtenanlage nur von der Hauptmaschine betrieben wird oder ob Parallelschaltung vorliegt.

Ventilatorantrieb

VM-Motoren für Bauaggregate usw., deren Kühlwasser durch Luft gekühlt wird, sind mit einem Ventilator ausgerüstet. Der Antrieb des Ventilators erfolgt durch einen Keilriementrieb. Eine Spannrolle ermöglicht das Nachspannen der Keilriemen. Die Antriebsscheibe des Ventilators kann mit dem Schwingungsdämpfer kombiniert werden und bildet dann einen Teil der losen Massen des Schwingungsdämpfers.



Bei dieser Konstruktion ist besonders auf die Schmierung der Nabenbuchsen der Antriebsscheibe zu achten, damit der Schwingungsdämpfer wirksam bleibt. Ein Festfressen einer der Buchsen auf dem Wellenende würde die freie Bewegung der Antriebsscheibe als Schwungmasse des Schwingungsdämpfers hemmen und zu ernststen Motorschäden führen können, wenn kritische Drehzahlen durchfahren werden.

Der Schmiernippel für die Buchsen der Antriebsscheibe befindet sich am Wellenende und ist täglich nachzufüllen.

Die Staufferbuchsen der Kugellager der Riemen Spannrolle sind gleichfalls täglich aufzufüllen, da diese Spannrolle mit hoher Umdrehungszahl läuft.

Kühlung des Motors

Kühlung

Einspritzpumpe

Analysendaten

Abbildungen

Kühlung des Motors

Kühlanlagen für stationäre und Schiffsmotoren mit und ohne Aufladung

Entsprechend dem Verwendungszweck des Motors und den örtlichen Verhältnissen im Maschinenraum ist der Lauf des Kühlwassers außerhalb des Motors verschieden.

Nach Art der Kühlanlage unterscheidet man:

1. **Umlaufkühlung** (siehe auch Seite 81).

Eine umlaufende Kühlwassermenge wird durch eine besondere Kreiselpumpe durch den Motor gedrückt und nimmt die Abwärme des Motors auf. Diese Abwärme wird dem Umlaufwasser in einem Rückkühler wieder entzogen. Die Umlaufkühlung ist von dem vorhandenen Rohwasser unabhängig und läßt eine genaue Temperaturregelung des Kühlwassers zu. Ablagerungen in den Kühlwasserräumen und Korrosionen der Kühlwasserwände werden durch die Umlaufkühlung vermieden.

2. **Mischkühlung**

Dem in den Motor eintretenden Rohwasser wird zur Temperaturerhöhung Warmwasser aus der Abflußleitung des Motors beigemischt.

3. **Durchflußkühlung**

Das zur Verfügung stehende Rohwasser wird ohne Beimischung von Warmwasser zur Kühlung benutzt. Die Temperaturregelung ist hier nur durch Drosselung der zulaufenden Rohwassermenge möglich. Die Anwendung reiner Durchflußkühlung beschränkt sich auf besondere Fälle stationärer Anlagen.

Lauf des Kühlwassers durch den Motor (Bild Seite 127).

Zylinderlaufbuchsen und Zylinderköpfe werden bei allen VM-Motoren mit Wasser gekühlt.

Vom Ölkühler kommend, tritt das Wasser in das Kühlwasserverteilerrohr ein, durchfließt dann in getrennten Parallelströmen die Kühlräume zwischen Gestell und Zylinderbüchsen und tritt durch besondere Überleitungsstutzen in die Zylinderköpfe ein.

Das aus den Zylinderköpfen austretende Kühlwasser durchfließt zuerst die für die Temperaturabstimmung der einzelnen Zylinder vorgesehenen Regulierhähne und fließt dann durch das Auspuffsammelrohr ab.

Bei Durchflußkühlung ist in der Abflußleitung ein Kontrolltrichter eingebaut. Bei Umlaufkühlung befindet sich der Kontrolltrichter in der Rohwasserleitung, während der Lauf des Umlaufwassers durch ein Manometer kontrolliert wird.

Bei Motoren mit eingesetzten Ventilen werden die Auslaßventile durch eine besondere Kühlwasserleitung gekühlt, die mit einer besonderen Sichtkontrolle ausgerüstet ist.

Bei Durchfluß- und Mischkühlung zweigt die Auslaßventilkühlung vor dem Ölkühler ab und wird in einer eigenen Sammelleitung von den Zylinderköpfen abgeführt.

Bei der Umlaufkühlung ist die Auslaßventilkühlung in den Kreislauf des Umlaufwassers eingeschlossen.

Kühlung von Anbauteilen

Außerhalb des Motors werden der Ölkühler und der Kompressor gekühlt. Beide werden immer mit Rohwasser gekühlt und sind bei Umlaufkühlung nicht in den Kreislauf des Umlaufwassers eingeschlossen.

BVM- und S/RBVM-Motoren mit Abgasturboladern haben wegen der Ausnützung der Abgaswärme in der Turbine keine gekühlten Auspuffrohre. Das aus den Zylinderköpfen austretende Kühlwasser wird in einer gesonderten Sammelleitung abgeführt. Siehe Seite 136.

Die Abgasturbolader haben für die Abgasturbine ein gekühltes Gas-Ein- und Austrittsgehäuse.

Die Kühlwasserzuleitung ist an das Kühlwasserverteilerrohr am Motorgestell angeschlossen und mit einem Schauglas versehen. Die Ableitung erfolgt bei Umlaufkühlung über das Kühlwassersammelrohr zur Kreiselpumpe. Bei Durchfluß- und Mischkühlung wird das Kühlwasser nach der Sammelleitung abgeleitet.

Die Regelung der Kühlwassermenge für das Turboladergehäuse wird bei der Abnahme des Motors mittels Blenden vor den Gehäusen eingestellt. (Näheres siehe Bedienungsanleitung „Büchi-Abgasturbolader“).

BVM-Motoren mit Ladeluftkühler

Ladeluftkühler werden bei Motoren mit Abgasturbolader (bei Bedarf) in den Tropen verwendet. Die Ladeluft bedarf einer großen Kühlwirkung und die Ladeluftkühler sind immer an die Rohwasserleitung angeschlossen.

Zinkschutz in den Kühlwasserräumen

Um die Oberflächen der Kühlwasserräume vor elektrolytischen Anfrassungen, besonders durch das Seewasser, zu schützen, werden in den vom Kühlwasser durchflossenen Motorteilen Zinkstücke eingeschraubt. Die beiden Metalle Eisen und Zink, bilden mit dem Kühlwasser als Elektrolyten ein galvanisches Element. Das Zink bildet den Minus-Pol und wird angegriffen, während die Eisenteile den Plus-Pol bilden und nicht angegriffen werden. In dieser Weise werden die metallischen Oberflächen der Kühlwasserräume durch den Zinkschutz vor Anfrassungen geschützt.

Der Zinkschutz muß ausgewechselt werden, sobald er bis zur Hälfte durch das Kühlwasser zersetzt ist.

Die Betriebszeit bis zu diesem Zustand ist von der Wasserart abhängig und muß durch Beobachtung festgestellt werden:

Zinkschutzformen:

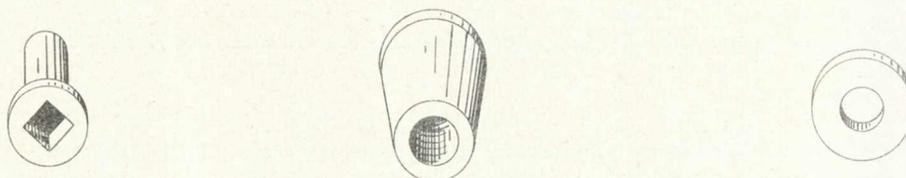


Bild 22

a) **Bolzenform**

Motorgestell (oben und unten)
Ventilkörpern (wenn vorhanden)

b) **Konische Ringform**

verwendet in:

Zylinderköpfen
Auspuffsammelrohr
Kühlwasser-Verteilerrohr

c) **Zylindrische Ringform**

Ölkühler
Kompressor
Kühlwasserpumpe

Kühlwasser-Pumpen

1. Kolbenpumpen

Schiffsmotoren erhalten am Motor angebaute Kühlwasser- und Lenzpumpen, die beide als Kolbenpumpen gebaut sind. Ihr Antrieb erfolgt von der Kurbelwelle des Motors.

Die Lager des Antriebes sind an die Umlaufdruckschmierung angeschlossen. Für die Pumpenkolben ist Fettschmierung durch eine Handpresse vorgesehen (siehe Seite 128).

Die Saug- und Druckventile der Kolbenpumpe sind innerhalb des Pumpengehäuses eingebaut und können nach Entfernen des Windkessels mittels Werkzeug 6398 leicht ausgebaut werden.

Jede Kolbenpumpe ist durch je ein Sicherheitsventil vor Überdruck geschützt.

Auf der Druckseite der Pumpe ist ein Windkessel angebracht, um einen stoßfreien Betrieb der Pumpe zu ermöglichen.

2. Kreiselpumpen

Für Sonderzwecke — zum Beispiel Bauaggregate — wird für die Kühlwasserförderung eine mit Keilriemen angetriebene Kreiselpumpe angebaut. Diese fördert das Kühlwasser bei angebautem Ölkühler in diesen und von hier aus zum Verteilerrohr des Motors, oder bei vom Motor getrenntem Ölkühler direkt in das Verteilerrohr. Der Ölkühler ist dann einer Zweigleitung angeschlossen.

Die Umlaufkühlung erfordert immer eine Kreiselpumpe zum Umwälzen des Umlaufwassers. Diese Kreiselpumpe ist meist mit Zahnrad vom Räderkasten aus betrieben.

Filterung des Kühlwassers

Im Allgemeinen erfolgt eine Filterung des verwendeten Rohwassers für die Durchfluß- oder Umlaufkühlung nur bei Schiffsmaschinen. Es werden für die Motortype S/RVM 536 Filter mit einfachen Siebkörpern verwendet.

Für abnormale Verhältnisse können auf Wunsch des Kunden auch umschaltbare Doppelfilter eingebaut werden.

Reinigung der Kühlwasserräume des Motors

Eine Reinigung der Kühlwasserräume kann insbesondere bei Durchlauf- und Mischkühlung je nach der verwendeten Kühlwasserart notwendig werden.

Ablagerung von Ölschlamm in den Kühlwasserräumen kann durch Ausspülen mit kochender Sodalösung entfernt werden. Ablagerungen von Sand und Schlamm nur durch Herauskratzen mit geeigneten Werkzeugen.

Es ist nicht zweckmäßig, Kesselstein mit Salzsäure lösen zu wollen, da Salzsäure nur den aus CaCO_3 gebildeten Kesselstein löst, während aus Gips gebildeter Kesselstein nicht gelöst wird.

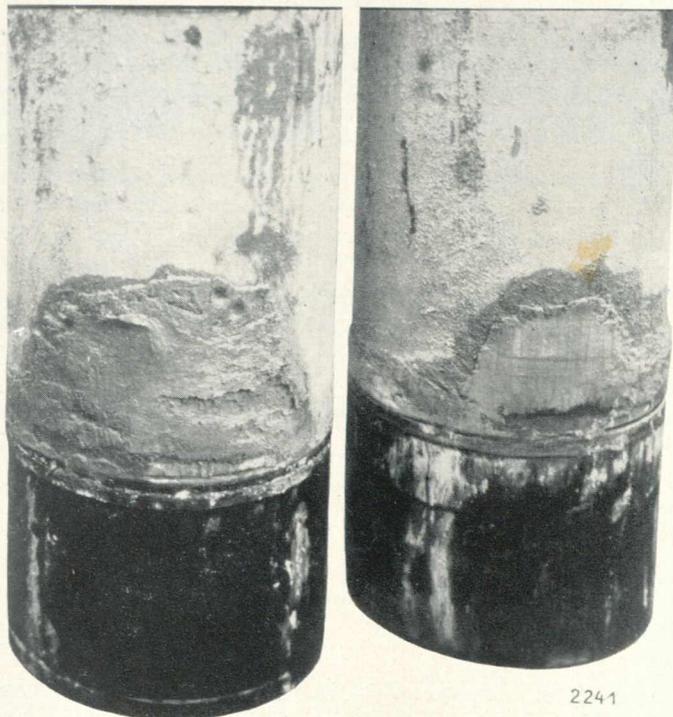
Außerdem müßten alle Teile aus Bronze, Kupfer und Zink, die mit Salzsäure in Berührung kommen, entfernt werden.

Wegen der Explosionsgefahr darf bei Verwendung von Salzsäure nicht mit offenem Licht gearbeitet werden.

Wasserkühler von Bauaggregaten etc. dürfen keinesfalls mit Salzsäure behandelt werden.

Eine gründliche Reinigung der Kühlwasserräume des Motors ohne wesentliche Demontagen ist nicht möglich. Ausgebaute Zylinderrohre werden außen am besten mit einem Sandstrahlgebläse mit wenig Druck und feinem Sand gereinigt. Die Paßstellen sind während des Sandstrahlens gut abzudecken.

Wie sehr Ablagerungen an den Zylinderrohren bei ungünstigem Wasser den Wärmedurchgang durch die Zylinderwandungen beeinflussen können, zeigt das Bild.



Kesselstein und Schlammansatz an Zylinderlaufbuchsen, welche durch unreines Rohwasser gekühlt wurden

Es ist darum besser, die Bildung von Schlamm durch gute Filterung des Rohwassers und die Bildung von Kesselsteinkrusten in den Kühlwasserräumen durch Verwendung möglichst weichen Wassers zu vermeiden. Steht kein gutes Rohwasser zur Verfügung, ist es jedenfalls ratsam, Umlaufkühlung zu verwenden, insbesondere bei seegehenden Schiffen.

Bei Umlaufkühlung werden derartige gefährliche Ablagerungen jedenfalls vermieden, insbesondere, da dem Umlaufwasser Zusatzmittel beigegeben werden können, die die Kesselsteinbildung weitgehend vermindern. Siehe Seite 19.

Reinigung der Rückkühler der Umlaufkühlung siehe Seite 86.

Reinigung der Schmierölkühler auf der Wasserseite, wie Rückkühler.

Kühlwasserrückspülung für Durchfluß- oder Mischkühlung

Eine Einrichtung zum Ausspülen der Kühlwasserräume in kurzen Betriebspausen kann für besondere Fälle vorgesehen werden. Durch Umschalten eines Vierweghahnes wird das Kühlwasser in umgekehrter Richtung durch den Motor getrieben und spült Verunreinigungen aus.

Das Hahnkücken darf nur in einer der beiden Endstellungen 1 oder 2 stehen; Zwischenstellungen sind zu vermeiden.

Die Stellung 1 ist die Betriebsstellung

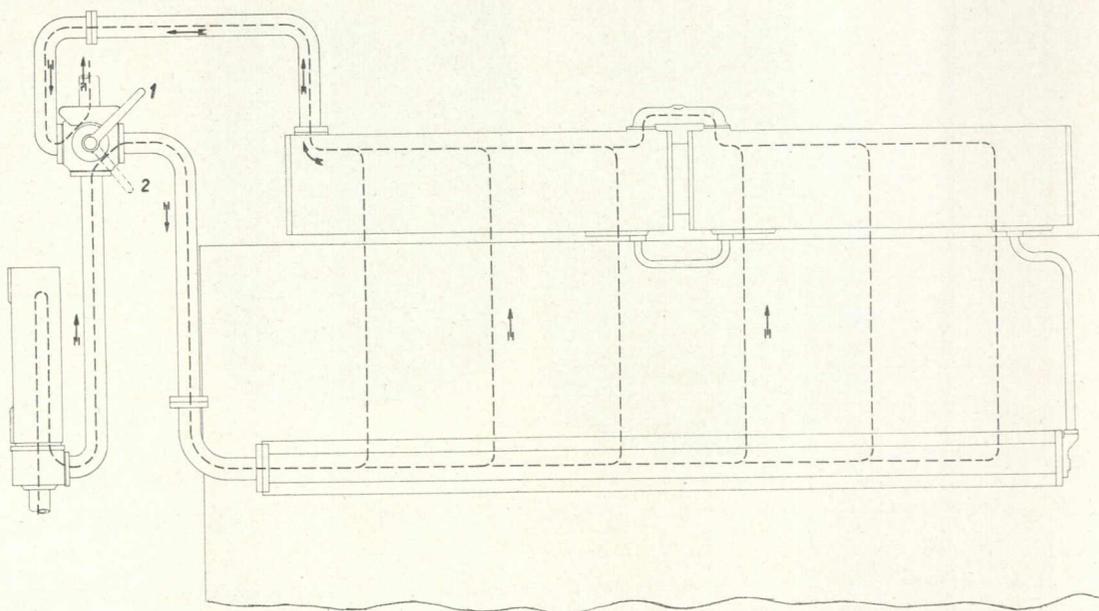
In Stellung 1 (obere Stellung) durchfließt das Wasser die Anlage in normaler Reihenfolge, also nacheinander Ölkühler, Vierweghahn, Kühlwasserverteilerrohr, Gestell, Zylinderköpfe, Auspuffsammelrohr, Vierweghahn, Austrittsleitung.

Die Stellung 2 ist die Rückspülstellung

In Stellung 2 durchfließt das Wasser den Motor in umgekehrter Richtung, also nacheinander Ölkühler, Vierweghahn, Auspuffsammelrohr, Zylinderköpfe, Gestell, Kühlwasserverteilerrohr, Vierweghahn, Abflußleitung. Während des normalen Betriebes muß der Vierweghahn immer in Stellung 1 stehen. Das Rückspülen darf nur dann vorgenommen werden, wenn der Motor nicht mehr betriebswarm ist, also in einer Betriebspause. Zweckmäßig wird zuerst der Hahn in Stellung 2 gebracht und dann der Motor zum Rückspülen wieder angelassen.

Es darf nur bis zu 10 Minuten Dauer ohne Unterbrechung rückgespült werden, und zwar möglichst bei geringer Belastung. Mit einem nochmaligen Rückspülen oder der Wiederinbetriebnahme des Motors ist zu warten, bis sich die Temperaturen in den Metallteilen des Motors ausgeglichen haben.

Außerachtlassen dieser Vorschrift, d. h. Rückspülen während des normalen Betriebes, kann ernste Betriebsstörungen zur Folge haben.



Schema der Rückspülanlage der Kühlwasserräume

Umlaufkühlung mit selbsttätiger Temperatur-Regelung

Der Zweck der Umlaufkühlung eines Motors ist:

- a) seine Kühlung von dem zur Verfügung stehenden Rohwasser — (Seewasser, Leitungswasser, aus einem Kühlteich oder Brunnen entnommenen Wasser) — unabhängig zu machen, um die von der Qualität des Kühlwassers abhängigen Ablagerungen und Korrosionen in den Kühlwasserräumen möglichst zu unterbinden,
- b) durch die selbsttätige Regelung der Temperatur des umlaufenden Kühlwassers möglichst gleichmäßige Wandtemperaturen im Motor zu erzielen und Wärmespannungen zu vermeiden,
- c) Betriebstemperaturen an den Zylinderwänden zu erreichen, die eine Kondensation der schwefeligen Abgase im Kompressionsraum verhindern und damit Korrosionen und Verschleiß auf ein Minimum herabsetzen.

Das umlaufende Kühlwasser verbleibt im Motor und wird ständig umgewälzt. Es wird ein möglichst säurefreies, gut gefiltertes und weiches Süßwasser (niederen Härtegrades siehe Seite 19) verwendet.

Zusätze zum Umlaufwasser siehe Seite 19.

Rohwasserweg der Umlaufkühlung

Das zur Verfügung stehende Rohwasser wird nur zur Rückkühlung des Umlaufwassers verwendet und zur Kühlung am Motor angebaute Apparate, die zur Reinigung leicht zugänglich sind. (Eine Beigabe von Zusatzmitteln zum Rohwasser wäre zwecklos, da diese Zusätze mit dem abfließenden Wasser verlorengehen würden).

Man vergesse nicht, daß bei Verwendung von Frostschutzmitteln im Umlaufwasser die vom Rohwasser durchflossenen Apparate, Kompressor, Ölkühler, Rückkühler, Kolbenpumpen, evtl. Luftkühler für Abgasturbolader bei Frostgefahr nicht geschützt sind und aus ihnen und den betreffenden Leitungen das Rohwasser abgelassen werden muß.

Das Rohwasser läuft von der Kolbenpumpe oder einer getrennt vom Motor aufgestellten Kühlwasserpumpe nach dem Ölkühler und von dort durch den Rückkühler zum Abfluß.

Der Kompressor eines Motors wird immer an einer Zweigleitung zum Ölkühler angeschlossen und gleichfalls mit Rohwasser gekühlt.

Wenn bei Abgasturboladern ein Ladeluftkühler eingebaut ist, so wird der Ladeluftkühler immer der Rohwasserleitung angeschlossen, um eine möglichst intensive Kühlung der Ladeluft zu erzielen. (Rohwasserweg bei Notkühlung siehe Seite 83).

Kreislauf des Umlaufwassers bei angebautem Rückkühler

Das Umlaufwasser fließt von der Kreiselpumpe zum automatischen Temperatur-Regler, von dort entweder durch den Rückkühler oder durch die Kurzschlußleitung zum Verteilerrohr, steigt an den Zylinderwandungen in die Zylinderköpfe und fließt von dort in das Auspuffsammlerrohr und wieder zurück in die Kreiselpumpe. Bei Motoren mit Abgasturboladern sind diese in den Kreislauf des Umlaufwassers eingeschlossen, die Auspuffsammelrohre bleiben hier ungekühlt, und das Umlaufwasser wird hinter den Zylinderköpfen in einer besonderen Kühlwasserleitung gesammelt und der Kreiselpumpe wieder zugeführt.

Motoren mit Auslaßventilkühlung

Die Körbe der Auslaßventile sind im Parallelstrom der Umlaufkühlung angeschlossen. (Entwässerung siehe Seite 131).

Im Rückkühler wird dem Umlaufwasser die aufgenommene Wärme durch das „Rohwasser“ entzogen. Das Rohwasser fließt durch die Rohre des Rückkühlers, das Umlaufwasser um die Rohre. Unter „Rohwasser“ verstehen wir bei Schiffen das Seewasser oder Flußwasser, bei stationären Anlagen das verwendete Leitungswasser oder Wasser aus einem Kühlteich bzw. einer Zisterne.

(Verschiedene Ausführungen der Kühlanlagen siehe Seite 129—131).

Kreiselpumpen für Umlaufkühlung

Zum Umwälzen des Umlaufwassers wird prinzipiell eine Kreiselpumpe eingebaut, um die Umlaufleitungen von Ablagerungen freizuhalten. Kreiselpumpen sind diesbezüglich günstiger als Kolbenpumpen, denn letztere saugen immer etwas Luft durch das Schnüffelventil, die korrodierend in den Kühlwasserräumen wirkt. Außerdem tritt durch die Fettschmierung der Kolbenpumpen Fett in das Kühlwasser ein, das sich dann an die Wandungen absetzt, und die Wärmeabfuhr hemmt.

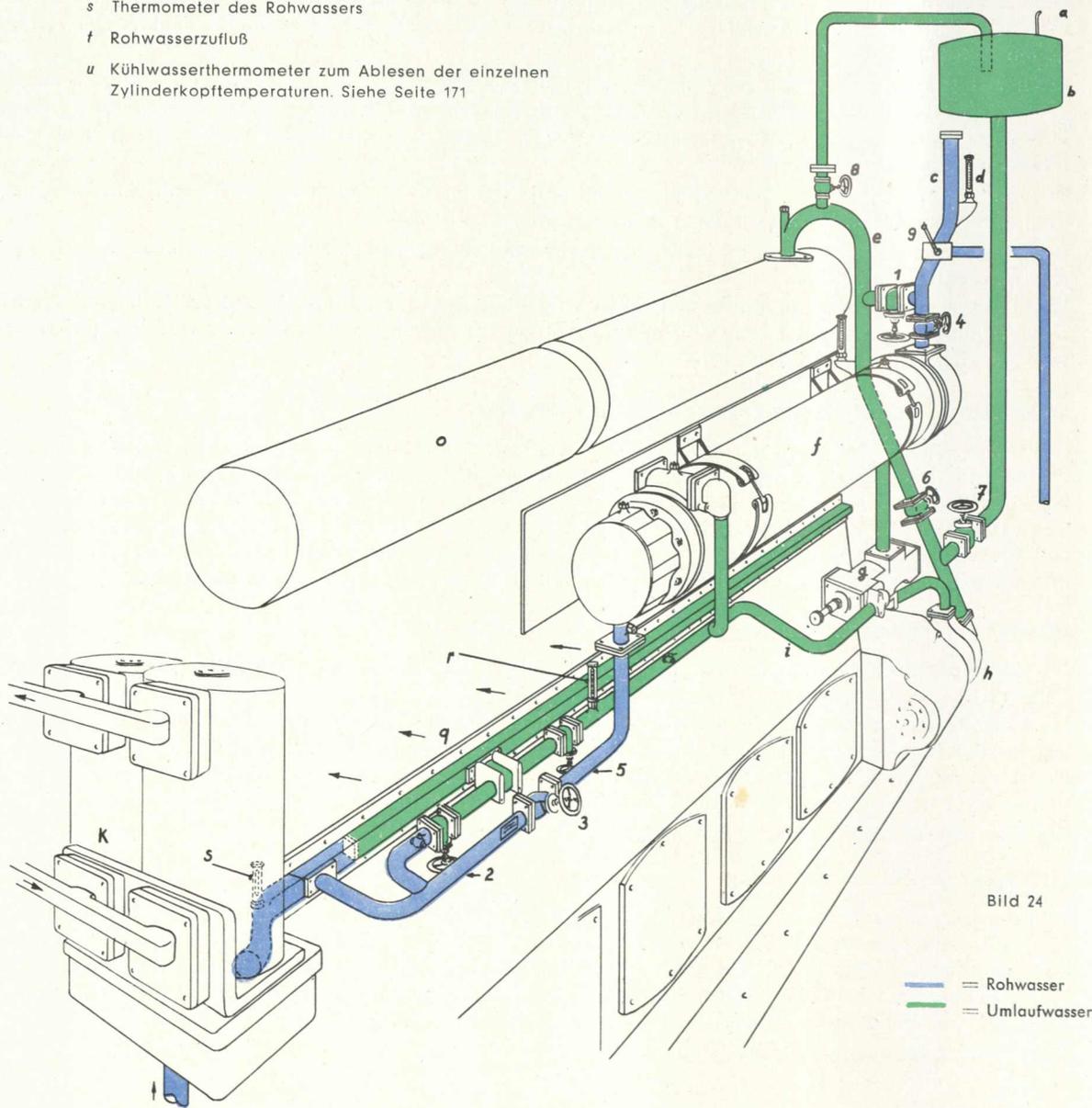
Pflege der Kreiselpumpen siehe Seite 39.

Umlaufkühlung mit selbsttätiger Temperaturregelung, am Motor angebaurem Rückkühler und angebaurem Kreiselpumpe

- a Entlüftung bei geschlossenem Ausdehnungsgefäß
- b Ausdehnungsgefäß
- c Rohwasser-Abfluß
- d Thermometer des Rohwasser-Abflusses vom Motor
- e Abfluß des heißen Kühlwassers
- f Rückkühler
- g Temperaturregler für Umlaufwasser
- h Kreiselpumpe für Umlaufwasser
- i Kurzschlußleitung
- k Schmierölkühler
- o gekühltes Auspuffsammelrohr
(bei ungekühltem Auspuffrohr schließt die Abflußleitung e am Kühlwassersammelrohr an)
- q Verteilerrohr zu den Kühlräumen des Motors
- r Thermometer des Umlaufwassers vor Eintritt in den Motor
- s Thermometer des Rohwassers
- t Rohwasserzufluß
- u Kühlwasserthermometer zum Ablesen der einzelnen Zylinderkopftemperaturen. Siehe Seite 171

Stellung der Schieber bei Umlaufkühlung

- 1 geschlossen
- 2 geschlossen
- 3 offen
- 4 offen
- 5 offen
- 6 offen
- 7 offen
- 8 reguliert. Siehe Seite 171
- 9 Mischhahn für Notkühlung



Notschaltung einer Umlauf-Kühlanlage auf Durchfluß des Rohwassers durch den Motor

Schieberstellung bei Notschaltung

- 1 offen
- 2 offen
- 3 geschlossen
- 4 geschlossen
- 5 geschlossen
- 6 geschlossen
- 7 geschlossen
- 8 geschlossen
- 9 Mischhahn für Notkühlung auf Durchfluß nach den Kolbenpumpen oder Kühlwasserzuleitung geschaltet, um auch bei Notkühlung Warmwasser dem Rohwasser beizumischen

q Verteilerrohr zu den Kühlräumen des Motors

s Thermometer für Rohwasserzufluß

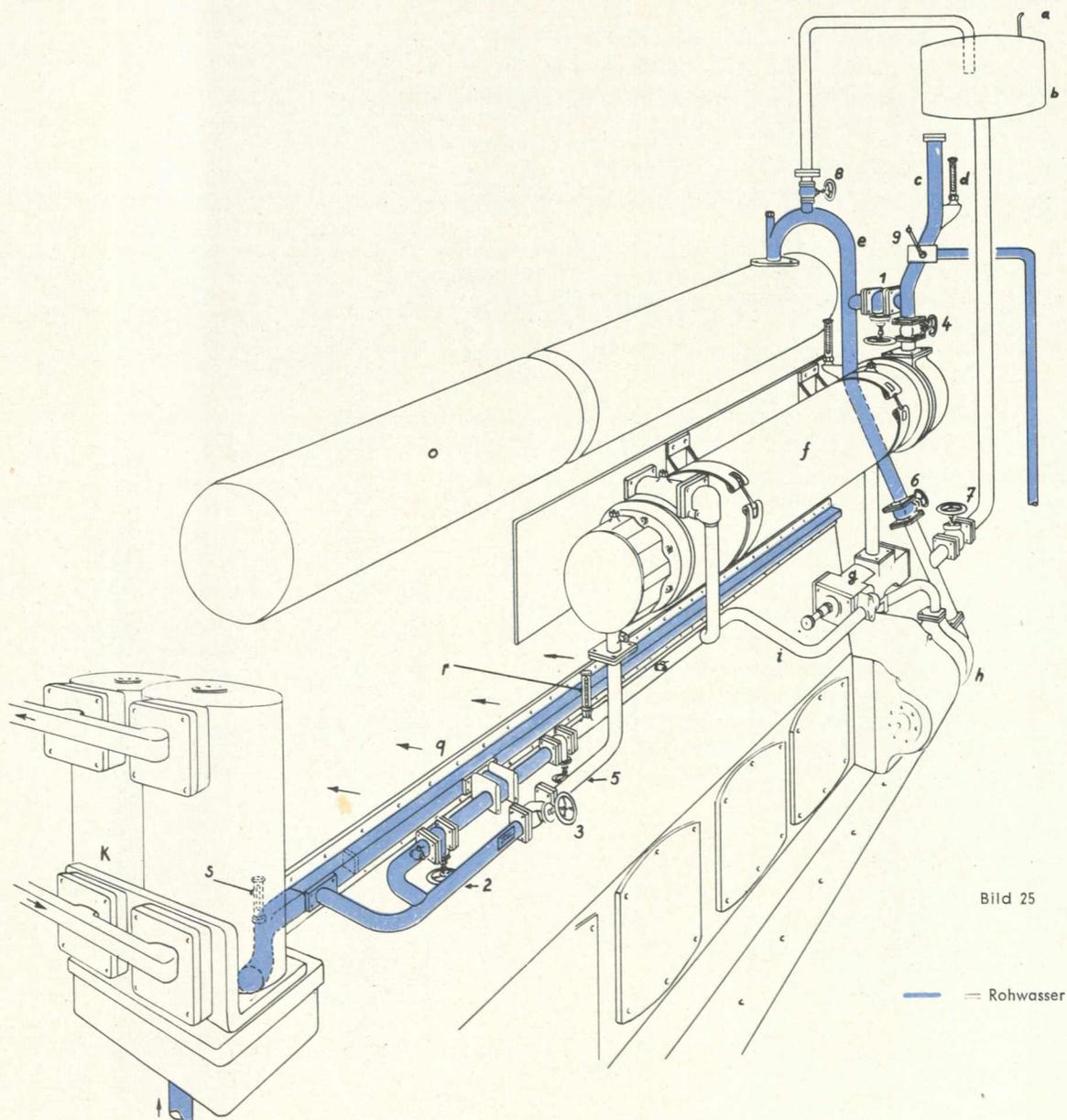


Bild 25

— Rohwasser

Notschaltung von Umlaufkühlung auf Durchflußkühlung

Motoren mit Umlaufkühlung sind immer mit Umschalteinrichtungen auf Durchflußkühlung ausgestattet, um im Falle von Störungen umschalten zu können.

Das Umschalten auf Durchflußkühlung darf nur mit großer Vorsicht vorgenommen werden!

Ein plötzliches Umschalten auf kaltes Rohwasser würde die noch heißen Zylinderrohre zusammenziehen, ohne daß die Kolben entsprechend mitgehen. „Kolbenfresser“ wären die Folge eines derartig unvorsichtigen Vorgehens.

Der Motor ist möglichst stillzusetzen und abkühlen zu lassen. Erlauben dies die Betriebsverhältnisse nicht, so ist bei Schiffsbetrieb die kleinste Drehzahl einzustellen, bei stationären Motoren die Last wegzunehmen. Das Umschalten auf Durchflußkühlung soll dann ohne Hast vorgenommen werden.

Die Schieber der Umlaufkühlung sind in der Reihenfolge nach Bild Seite 83 zu schalten. Zuletzt sind die Schieber 7 und 8 zu schließen.

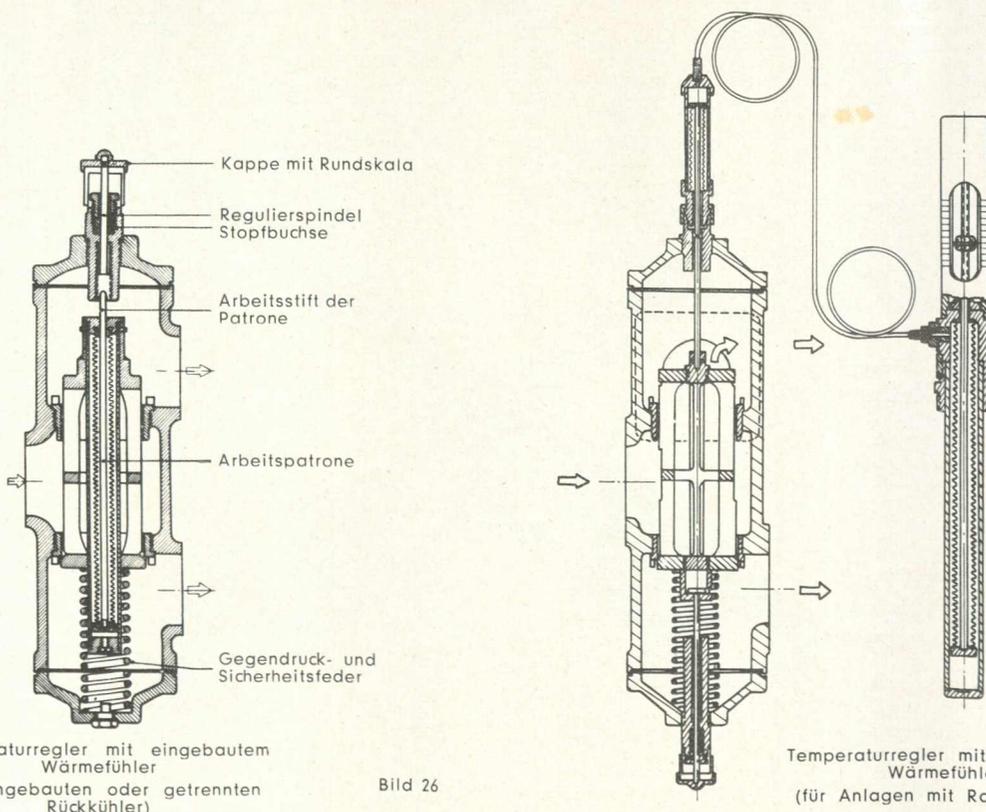
Der Mischhahn 9 ist so einzustellen, daß dem Rohwasser so viel Warmwasser aus dem Motor beigemischt wird, daß sich auch bei der Notkühlung möglichst eine Kühlwassertemperatur an Thermometer d) von 50 ° C ergibt.

Spülen der Anlage nach der Notkühlung

Wenn von der Notkühlung wieder auf Umlaufkühlung zurückgeschaltet wird, so müssen vorher die Reste des Rohwassers, insbesondere bei unreinem Rohwasser oder Seewasser aus Motor und Rohrleitungen entfernt werden.

Die Leitungen und der Motor sind wie folgt zu spülen:

1. Ablassen des Rohwassers durch die Ablaßhähne.
2. Das Kühlsystem durch das Ausdehnungsgefäß wieder mit Süßwasser auffüllen.
3. Motor etwa 10 Minuten laufen lassen.
4. Motor stillsetzen und Kühlwasser ablassen.
5. Falls der Motor längere Zeit mit Rohwasserkühlung gefahren wurde, ist der Vorgang nach Punkt 2—4 zu wiederholen.
6. Nach dem wiederholten Spülen sind die Rohrleitungen und Kühlräume des Motors vom Rohwasser befreit, und die Inbetriebnahme des Motors mit Umlaufkühlung kann vorgenommen werden.
7. Gegebenenfalls können nach dem Spülen die Zusätze zum Umlaufwasser nach Seite 19 wieder zugegeben werden.



Temperaturregler mit eingebautem Wärmefühler (für angebaute oder getrennte Rückkühler)

Bild 26

Temperaturregler mit getrenntem Wärmefühler (für Anlagen mit Raumheizung)

Bild 27

Die Regelung der Temperatur des Umlaufwassers

Die Temperatur des Umlaufwassers regelt sich selbsttätig.

Die Abflußtemperatur soll 70—75 ° C betragen, damit Kondensationen schwefeliger Gase im Kompressionsraum der Motorzylinder vermieden werden. Andererseits darf die Abflußtemperatur des Umlaufwassers 80 ° C keinesfalls überschreiten, um mit Sicherheit Dampfbildungen in den Kühlräumen zu vermeiden und den Schmierfilm an den Zylinderwänden zu erhalten.

Das Temperaturgefälle zwischen dem in das Verteilerrohr eintretenden und nach der Kreiselpumpe wieder abfließenden Umlaufwassers soll 10—12 ° C betragen.

Das Temperaturgefälle ist abhängig von der umgewälzten Wassermenge, und die Schieber der Umlaufleitung sind ganz zu öffnen, um das gewünschte Temperaturgefälle zu erreichen.

Die selbsttätige Temperaturregelung

Das Kühlwasser wird durch den Temperaturregler selbsttätig so gesteuert, daß bei steigender Kühlwassertemperatur eine größere Menge durch den Rückkühler und eine kleinere Menge über die Kurzschlußleitung zum Motor gelangt. Bei sinkender Kühlwassertemperatur ist die Steuerung umgekehrt.

Die Steuerung der Ventile des Temperaturreglers erfolgt durch eine wärmeempfindliche Patrone. (Durch Öffnen der Schrauben am Reglerboden kann die Patrone mit Doppelkegel und Feder bequem herausgezogen werden).

Einregulierung des Temperaturreglers

1. Ein im Belastungszustand der Maschine richtig einregulierter Regler sperrt beim späteren Anfahren der kalten Maschine den Weg über den Kühler solange ab, bis das Kühlwasser im Kurzschlußkreislauf die am Wärmefühler des Reglers eingestellte Solltemperatur erreicht.

Die Einregulierung kann durch Heben oder Senken der Regulierspindel vorgenommen werden. Durch Senken (Hineinschrauben) der Regulierspindel (an der Skala ersichtlich) wird Temperatursenkung und durch Heben Temperaturerhöhung erreicht.

2. Wenn der Arbeitskörper am Ventil abgeschraubt wird, hört die selbsttätige thermische Regelung auf. Der Regler fällt aber keineswegs aus, da durch Betätigung der Handeinstellung eine annähernde im Betrieb vielleicht gerade noch zulässige Temperatur erreicht werden kann. Beim Herausdrehen der Handeinstellung wird der Kurzschlußweg gedrosselt und der Kühlerweg geöffnet. Eine entsprechende Markierung ist an der Handeinstellung vorgesehen.
3. Falls die Stopfbuchse an der Handeinstellung tropft, wird die Hutmutter und das Handrädchen mit Skalenbuchse abgeschraubt und die Stopfbuchse selbst nachgezogen oder neu verpackt.

Es ist möglich, daß die Regelventile des Temperaturreglers unter dem Einfluß der Strömung ins Pendeln geraten. Dieses Pendeln kann man durch Änderung des Durchgangsquerschnittes des Schiebers 8 beheben. Siehe auch Seite 82.

Die selbsttätige Temperatur-Regelung erfolgt:

- a) **bei Umlaufkühlung ohne Raumheizung** durch einen Temperaturregler mit eingebautem Wärmefühler;
- b) **bei Umlaufkühlung mit Raumheizung** oder anderer Abwärmeverwertung durch einen Temperaturregler mit getrennten Wärmefühlern. Die Trennung des Wärmefühlers von dem Gehäuse der Regelventile ist hier wegen des größeren Wärmegefälles notwendig, das durch die angeschlossene Heizung entsteht. Um die Kühlwassertemperatur richtig zu regeln, muß der Wärmefühler direkt in den Kühlwasserabfluß des Motors angebracht werden.
- c) **Regulierung von Hand**

Wenn auf selbsttätige Temperaturregelung verzichtet wird, muß die Temperaturregelung durch ein handgesteuertes Mischventil erfolgen.

Die umgewälzte Wassermenge in den Umlaufleitungen wird in etwa durch das in der Druckleitung der Kreiselpumpe vorgesehene Manometer kontrolliert.

Bei richtig arbeitender Pumpe und luftfreien Leitungen zeigt das Manometer bei Nenndrehzahl des Motors etwa 2 atü Wasserdruck an (drehzahlabhängig). Der Zeiger des Manometers muß während des Anfahrens des Motors nach kurzem Vibrieren zur Ruhe kommen. Dauert das Vibrieren an, ist entweder zu wenig Wasser in der Umlaufleitung, oder das Wasser ist zu stark mit Luft durchsetzt.

Im ersteren Falle ist Wasser nachzufüllen, anderenfalls der Schieber 8 mehr zu öffnen, um eine bessere Entlüftung zu erreichen.

Rückkühler

Die Umlaufkühlung mit angebautem Rückkühler ist so ausgelegt, daß zum Rückkühlen des Umlaufwassers noch Rohwasser bis zu 35 ° C verwendet werden kann.

Reinigung des Rückkühlers

Das Süßwasser der Umlaufkühlung läuft außen um das Röhrenbündel des Rückkühlers und verschmutzt den durchlaufenden Raum nur sehr wenig. Auf der Innenseite werden die Rohre durch das Rohwasser bestrichen. Die Notwendigkeit der Reinigung des Kühlers zeigt sich dadurch an, daß bei genügender Wassermenge im Umlauf und ruhiger Anzeige des Manometers **die Austrittstemperatur am Thermometer „d“ zu hoch ist**. Ist dies der Fall, so muß der Rückkühler gereinigt werden. Die Deckel sind abzunehmen und die Rohre mit der mitgelieferten Rundbürste zu reinigen. Ebenso ist das Rohrbündel außen von allen Verunreinigungen zu befreien. Auch wenn kein besonderer Anlaß vorliegt, ist diese Reinigung bei Grundüberholung vorzunehmen. Zur Reinigung kann P 3 verwendet werden.

Ausdehnungsgefäß

Bei jeder Umlaufkühlung ist ein Ausdehnungsgefäß notwendig, um Volumenverluste durch Leckage bzw. Volumenzunahme des Umlaufwassers durch Wärmedehnungen auszugleichen.

Das Ausdehnungsgefäß dient gleichzeitig zur Entlüftung des Umlaufwassers. Der Schieber 8 des Ausgleichsrohres hat darum im Hahnküken eine Bohrung, die sich nicht schließt. Beim Auffüllen des Ausgleichsgefäßes ist der Schieber 8 offenzuhalten, damit sich die Leitungen genügend entlüften können.

Während des Betriebes wird der Durchgangsquerschnitt des Schiebers 8 verringert, damit nicht durch zu starke Strömungen Wasserwirbel im Ausdehnungsgefäß gebildet werden, die wieder Luft durch das Entlüftungsrohr nachziehen.

Das Ausdehnungsgefäß ist durch den Kunden zu stellen. Wird es in geschlossener Ausführung gebaut, ist es mit einem Wasserstandsanzeiger, einem Entlüftungsrohr und einer Einfüllöffnung zu versehen.

Das Volumen des Behälters muß etwa 15—25 Prozent der Kühlwassermenge betragen.

Auf Wunsch kann an höchster Stelle der Umlaufwasserleitung statt des Ausdehnungsgefäßes auch ein 2-t-Sammeltank angebracht werden, der als Warmwasserspeicher für verschiedene Zwecke benutzt werden kann. Dieser Sammelbehälter wird in den Hauptstrom der Umlaufleitung eingebaut (während das Ausdehnungsgefäß im Nebenstrom liegt).

**Einspritzpumpe
für VM- und BVM-Motoren**

Einspritzpumpe

Analysendaten

Abbildungen

Einspritzpumpe für VM- und BVM-Motoren

Wir bitten Sie, die gegebenen Anweisungen vor einer Beschäftigung mit der Einspritzpumpe genau durchzulesen.

Für Einstellungs- und Montagearbeiten empfehlen wir Ihnen, möglichst unseren Kundendienst in Anspruch zu nehmen, damit vor Inangriffnahme dieser Arbeiten der Motor genau überprüft wird (siehe auch Seite 57).

Sollte aber unser Kundendienst für Sie nicht erreichbar sein, so werden auch Ihre Bemühungen zum Erfolg führen, wenn die Arbeiten an der Pumpe von einem technisch geschulten Personal an Hand dieser Anweisungen fachmännisch und gewissenhaft durchgeführt werden.

Das Beste bleibt immer, Eingriffe durch sorgfältige Pflege des ganzen Motors zu vermeiden.

Die Überprüfung der Einspritzpumpe und die Zusammenstellung der konstruktiven Unterschiede VM-Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung und BVM-Einspritzpumpe mit Vorströmbohrung siehe Seite 58.

Abbau der Einspritzpumpe

Ein Abbau der Einspritzpumpe ist nur dann zweckmäßig, wenn ein sichtbarer Mangel an der Einspritzpumpe vorliegt, der am Motor nicht behoben werden kann. Zeigen sich nur Mängel in der Betriebsbereitschaft oder während des Laufes des Motors, so nehme man erst die auf Seite 59 angegebenen Untersuchungen vor, bevor man sich zu einem Abbau der Einspritzpumpe entschließt.

Tritt der Fall ein, daß eine Einspritzpumpe zur Reparatur ausgebaut oder gegen eine neue Pumpe ausgetauscht wird, ohne daß zum Aus- und Einbau und zur Pumpeneinstellung unser Kundendienst in Anspruch genommen werden kann, so gehe man wie folgt vor:

1. Markierung der Einstellung der Einspritzpumpe vor dem Abbau

Alle Konstruktionsteile, die auf den Zünddruck und die Abgastemperaturen des Motors durch ihre Stellung zueinander von Einfluß sind, müssen vor Abbau der Einspritzpumpe in ihren Stellungen markiert sein, damit bei dem Wiederaufbau der reparierten Pumpe die ursprüngliche Einstellung erfolgen kann. Die an den Antriebsteilen der Einspritzpumpe und in der Einspritzpumpe angebrachten Einstellmarken sind bei den beiden Pumpenarten VM und BVM verschieden, siehe Seite 96 und 104. Als erstes ist vor dem Abbau zu kontrollieren, ob diese Einstellmarken vorhanden sind. — Man öffne den Deckel des Antriebsrades am Räderkasten und schiebe die Schutzhaube der Pumpenkupplung zurück. Man überzeuge sich, daß die Zahnstellung des Antriebsrades zum Zwischenrad markiert ist. Sollten die angegebenen Marken auf der Pumpenkupplung, Pumpenwelle und Nockenbündel-VM- bzw. Pumpenkupplung und Pumpengehäuse-BVM nicht vorhanden sein, so sind diese Marken unbedingt vor dem Abbau gewissenhaft nachzutragen. Die Zeichnungen Seite 96 bzw. 104 geben die Anweisung, bei welcher Stellung des Nockenbündels bzw. der Nockenwelle diese Marken anzubringen sind.

(Messen der Einstellung der Stoßelldruckschrauben siehe weiter unten).

2. Das Antriebsrad im Räderkasten ist auszubauen und die Antriebswelle der Pumpe von Hand durchzudrehen, um den Lauf der Welle kennenzulernen, damit man beim Wiederaufbau der Pumpe die alten Laufeigenschaften kennt und zum Vergleich heranziehen kann. Vor dem Durchdrehen mit der Hand müssen die Stößel mit den Exzenterwellen hochgestellt werden.
3. Die Lage des Pumpenunterteiles am Motorgestell ist genau anzureißen, insbesondere die Lage der Oberkante des Pumpenunterteiles. Bei 8-Zylinder-Motoren sind beide Unterteile in ihre Lage durch Anriß festzuhalten.
4. Dann erst wird die Pumpenkupplung gelöst und das Pumpenunterteil vom Motor abgenommen. Zur besseren Durchführung der Maßnahmen unter 3. und 4. kann das Pumpenoberteil vom Motor abgebaut werden.

Bei BVM-Einspritzpumpen muß nach dem Lösen der Kupplung der Deckel 1617 b der Kraftstoffförderpumpe abgenommen werden, um die Nockenwelle axial verschieben zu können. Diese Verschiebung ist notwendig, um die Kupplungshälften in der Planverzahnung freizumachen.

5. An dem abgebauten Pumpenunterteil ist noch bei der VM-Pumpe die Einstellung der Stößeldruckschrauben zur Oberkante des Pumpenunterteiles zu messen (siehe Bild).

Das Maß „A“ ist auf ein Zehntel-Millimeter genau anzugeben und für den Wiedereinbau der Pumpe zu notieren. Die Messung erfolgt mit einem Tiefenmaß, das auf das Pumpenunterteil aufgesetzt wird. Um den Stößeln während der Messung eine feste Höhenlage zu geben, müssen die Rollen auf dem Grundkreis der Nockenwelle bzw. des Nockenbündels aufliegen. Um dies mit Sicherheit zu ermöglichen, müssen die Rollenhebel Federn entfernt werden. Durch diese Messung ist es möglich, bei dem Wiederaufbau der Einspritzpumpe auch die Stößeldruckschrauben wieder in ihre vorherige Höhenlage zu bringen.

Das Maß „A“ soll bei der VM-Pumpe 536 **97,3** mm betragen.

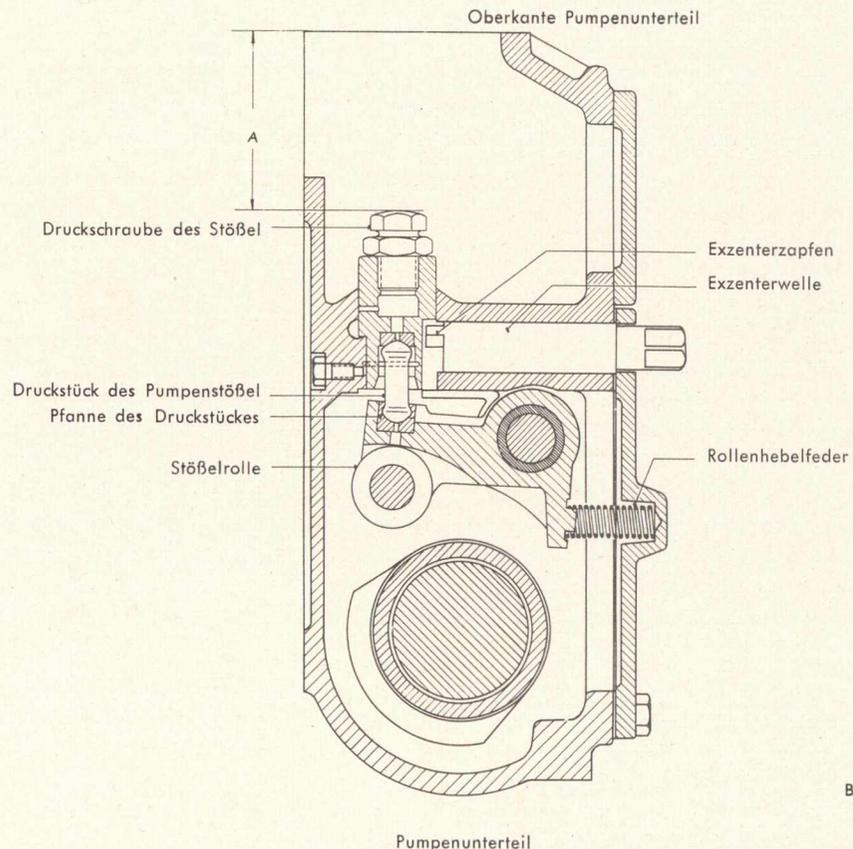


Bild 28

Bei Einspritzpumpen ohne Vorströmbohrung — VM — beeinflusst die Stellung der Stößeldruckschrauben die Fördermenge.

Bei der BVM-Pumpe sind diesbezüglich andere Verhältnisse, so daß die Messung des Maßes „A“ zwecklos wäre.

Austausch von Einzelteilen

Einzelteile verschiedener Pumpenelemente, insbesondere Kolben und Kolbenbuchsen, Ventile und Ventilsitze dürfen nie untereinander oder mit denen einer anderen Pumpe vertauscht werden.

Im Falle des Bedarfes sind nur neue Originalersatzteile zu verwenden. Kolben und Kolbenbuchsen werden nur paarweise, Saugventile nur komplett und Druckventile nur mit Sitz geliefert.

Wiederanbau einer Einspritzpumpe

Man befestigt das Pumpenunterteil am Motorgestell entsprechend den bei der Abnahme gemachten Anrissen und zieht die Befestigungsschrauben an.

Dann verbindet man das Pumpenunterteil mit der Antriebswelle und prüft von Hand bei ausgebautem Antriebsrad die Leichtgängigkeit des Wellenstranges — Antriebswelle — Pumpenwelle. Bei 8-Zylinder-Motoren hat selbstverständlich diese Überprüfung für beide angeschlossenen Pumpen zu erfolgen.

Wenn man das Pumpengehäuse im Spiel der Befestigungsschrauben nach oben oder unten etwas verschiebt, erhält man die Stellung bester Leichtgängigkeit. Ist der Lauf der Welle einwandfrei und damit die Lage der Einspritzpumpe richtig, wird sie am Motorgestell festgezogen und die Bohrungen der Kegelstifte aufgerieben, um die neuen abnormalen Kegelstifte von 10 mm ϕ einsetzen zu können. Die Kegelstifte fixieren die Lage der Einspritzpumpe am Motorgestell endgültig. Nun wird das Antriebsrad im Räderkasten wieder auf die alte Markierung eingesetzt.

In der Folge der Montage sind jetzt bei der VM-Einspritzpumpe nur die Kupplungshälften entsprechend den besprochenen Markierungen zu verbinden und festzuschrauben (siehe Seite 93 u. 95).

Bei der BVM-Einspritzpumpe ist bei der Verbindung der Kupplungsflanschen darauf zu achten, daß der Einstellring der Kupplung ein Zahnflankenspiel von 0,1 mm (mit Spion messen) erhält. Gegebenenfalls sind mehr oder weniger Beilagscheiben 1626c zu benutzen (siehe Bild Seite 101 u. 103).

Die Längslage der Nockenwelle in der Einspritzpumpe ist bei der VM-Einspritzpumpe durch das Zusammenschrauben der Kupplung gegeben.

Bei der BVM-Einspritzpumpe muß sie besonders kontrolliert werden, da mehr oder weniger Beilagen, die Längslage der Nocken zu den Stößelrollen ungünstig beeinflussen kann. Die Rollen dürfen keinesfalls seitlich über die Nocken überstehen.

Beim Austausch einer Einspritzpumpe ist die Längslage der Einspritzpumpe am Gestell durch die Länge der Antriebswelle und durch die Pumpenkupplung gegeben. Es können sich hier Differenzen ergeben.

Bei der VM-Pumpe kann man dadurch einen Ausgleich schaffen, daß man bei zu kurzer Länge des Wellenstranges — Räderkasten — Einspritzpumpe — vor den Kupplungsflansch der Einspritzpumpe eine Beilagscheibe legt. Bei zu langem Wellenstrang wird die Nockenwelle herausgenommen und der Kupplungsflansch, auf der Nockenwelle sitzend, etwas abgedreht. Die Stirnfläche und die Zentrierung des Kupplungsflansches muß genau schlagfrei laufen.

Bei der BVM-Pumpe müssen, bei großen Differenzen in der Länge des Wellenstranges, die Befestigungslöcher am Pumpengehäuse aufgebohrt werden, so daß die Einspritzpumpe in der Längsrichtung am Motorgestell verschoben werden kann.

Nach dem Ausrichten der Einspritzpumpe am Gestell müssen die Paßlöcher aufgebohrt und neue abnormale Kegelstifte eingesetzt werden.

Die Muttern der Dehnschrauben der Pumpenkupplung sind zunächst handfest anzuziehen und dann 120°, d. h. eine Drittelumdrehung festzuziehen.

Das Einführen der Stößel in das Pumpenunterteil darf nur erfolgen, wenn der betreffende Pumpennocken nach oben steht, um die Sicherheit zu haben, daß das Druckstück des Pumpenstößels einwandfrei in der Pfanne des Rollenhebels sitzt.

Bei dem Wiederbefestigen eines abgenommenen Pumpenunterteil-Deckels ist zu beachten:

Bei der VM-Pumpe, daß die Federn der Rollenhebel richtig in die entsprechende Vertiefung des Pumpendeckels zu liegen kommen.

Bei der BVM-Pumpe, daß die Verschlussschrauben dieser Federn vor dem Wiederaufsetzen des Deckels abgenommen werden, erst der Deckel aufgeschraubt wird und dann erst die Rollenhebelfedern eingesetzt und verschraubt werden.

Beim Aufsetzen des Einspritzpumpenoberteiles auf das anmontierte Unterteil ist darauf zu achten, daß die Kugelzapfen der Pumpenkolben in die Schlitze der Regelstange (VM) bzw. in die Führungen (Reiter der BVM-Pumpe) richtig eingeführt werden und ein Verbiegen der Kugelzapfen und damit spätere Regulierungsschwierigkeiten vermieden werden.

Die metallischen Oberflächen zwischen Pumpenunterteil und -oberteil müssen beim Zusammenbau absolut sauber sein. Alle Teile des Unter- und Oberteiles sind vor dem Zusammenbau sorgfältig mit Kraftstoff und Pinsel zu reinigen.

Kraftstoffförderpumpe und Antrieb werden nach Aufsetzen des Oberteiles angebaut.

Bei allen Arbeiten an der Einspritzpumpe ist größte Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit anzuwenden, um ein einwandfreies Arbeiten der Pumpe zu erzielen und Betriebsschäden durch etwaige Einbaufehler zu vermeiden.

Die weiteren Vorgänge siehe für VM-Motoren Seite 98, für BVM-Motoren Seite 106.

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG - KÖLN

Arbeitstaktfolge bei 6 Zylinder VM- und BVM-Motoren und der zugehörigen Elemente der Einspritzpumpe

- Pumpenkolben fördert Kraftstoff in den Überströmkanal der Pumpe
- Pumpenkolben fördert Kraftstoff in das Einspritzventil — Druckventil der Pumpe offen. (Vorströmen bei BVM siehe Seite 58 und 102)
- Pumpenkolben saugt Kraftstoff. Saugventil der Pumpe offen.
Bei umsteuerbaren Motoren: Fahrt „voraus“
Zyl. 1 — O. T. Expansion (360°)
Zyl. 6 — O. T. Ansaugen (360°)

6 Zylinder Motor		Zündfolge rechtsdrehend Zylinder Nr. 1—2—3—6—5—4								
Zyl.		→								
	Arb. Kolb.	0°	Ansaugen	180°	Kompression	360°	1. Expansion	540°	Auspuff	720°
Nr. 1	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	-puff	Ansaugen		Kompression		2. Expansion		Aus-	
Nr. 2	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	-sion	Auspuff		Ansaugen		Kompression		3. Expan-	
Nr. 3	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	-gen	Kompression		6. Expansion		Auspuff		Ansau-	
Nr. 4	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	-pression	5. Expansion		Auspuff		Ansaugen		Kom-	
Nr. 5	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	4. Expansion	Auspuff		Ansaugen		Kompression			
Nr. 6	E.-Pumpe									

Kurbelwelle rechtsdrehend
(Nockenbündel linksdrehend)

Kurbelzapfenstellung siehe Seite 96

Arbeitstakte bei Linksdrehung der Kurbelwelle

Bei umsteuerbaren Links- Motoren: Fahrt „zurück“
Zyl. 1 — O. T. Expansion (360°)
Zyl. 6 — O. T. Ansaugen (360°)

6 Zylinder Motor		Zündfolge linksdrehend Zylinder Nr. 1—4—5—6—3—2								
Zyl.		←								
	Arb. Kolb.	720°	Auspuff	540°	Expansion 1.	360°	Kompression	180°	Ansaugen	0°
Nr. 1	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	-saugen	Auspuff		Expansion 6.		Kompression		An-	
Nr. 2	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	-sion	Ansaugen		Auspuff		Expansion 5.		Kompres-	
Nr. 3	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	-puff	Expansion 2.		Kompression		Ansaugen		Aus-	
Nr. 4	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	Expan- 3.	Kompression		Ansaugen		Auspuff		-sion	
Nr. 5	E.-Pumpe									
	Arb. Kolb.	Kompression	Ansaugen		Auspuff		Expansion 4.			
Nr. 6	E.-Pumpe									

Kurbelwelle linksdrehend
(Nockenbündel rechtsdrehend)

Der Vergleich der Diagramme für rechtsdrehende und linksdrehende Kurbelwelle zeigt die gleichen Förderverhältnisse der Einspritzpumpe.

Pumpenelement 1 fördert — Element 6 saugt.

Stellung der Pumpenelemente: VM siehe Seite 96, BVM siehe Seite 104
in O. T. Exp. Zyl. 1

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG - KÖLN

Arbeitstaktfolge bei 8 Zylinder VM- und BVM-Motoren und der zugehörigen Elemente der Einspritzpumpe

- Pumpenkolben fördert Kraftstoff in den Überströmkanal der Pumpe
- Pumpenkolben fördert Kraftstoff in das Einspritzventil — Druckventil der Pumpe offen. (Vorströmen bei BVM siehe Seite 58 und 102)
- Pumpenkolben saugt Kraftstoff. Saugventil der Pumpe offen.
Bei umsteuerbaren Motoren: Fahrt „voraus“
Zyl. 1 — O. T. Expansion (360°)
Zyl. 8 — O. T. Ansaugen (360°)

8 Zylinder Motor		Zündfolge rechtsdrehend								
Zyl.		Zylinder Nr. 1—3—4—7—8—6—5—2								
Nr. 1	Arb. Kolb.	0°	Ansaugen	180°	Kompression	360°	1. Expansion	540°	Auspuff	720°
	E.-P. I					■	□			■
Nr. 2	Arb. Kolb.	-gen		Kompression		8. Expansion		Auspuff		Ansau-
	E.-P. I				■	□				■
Nr. 3	Arb. Kolb.	-puff		Ansaugen		Kompression		2. Expansion		Aus-
	E.-P. I		■						■	□
Nr. 4	Arb. Kolb.		Auspuff		Ansaugen		Kompression		3. Expansion	
	E.-P. I			■					■	□
Nr. 5	Arb. Kolb.		Kompression		7. Expansion		Auspuff		Ansaugen	
	E.-P. II				■	□			■	■
Nr. 6	Arb. Kolb.	-pression		6. Expansion		Auspuff-		Ansaugen		Kom-
	E.-P. II			■	□				■	■
Nr. 7	Arb. Kolb.	-sion		Auspuff		Ansaugen		Kompression		4. Expan-
	E.-P. II				■	■				■
Nr. 8	Arb. Kolb.		5. Expansion		Auspuff		Ansaugen		Kompression	
	E.-P. II		■				■	■		■

Kurbelwelle rechtsdrehend
(Nockenbündel linksdrehend)

Kurbelzapfenstellung siehe Seite 98

Arbeitstakte bei Linksdrehung der Kurbelwelle

Bei umsteuerbaren Motoren: Fahrt „zurück“
Zyl. 1 — O. T. Expansion (360°)
Zyl. 8 — O. T. Ansaugen (360°)

8 Zylinder Motor		Zündfolge linksdrehend								
Zyl.		Zylinder Nr. 1—2—5—6—8—7—4—3								
Nr. 1	Arb. Kolb.	720°	Auspuff	540°	Expansion 1.	360°	Kompression	180°	Ansaugen	0°
	E.-P. I					■	□			■
Nr. 2	Arb. Kolb.	Aus-		Expansion 2.		Kompression		Ansaugen		-puff
	E.-P. I								■	□
Nr. 3	Arb. Kolb.	-gen		Auspuff		Expansion 8.		Kompression		Ansau-
	E.-P. I		■						■	□
Nr. 4	Arb. Kolb.		Ansaugen		Auspuff		Expansion 7.		Kompression	
	E.-P. I			■					■	□
Nr. 5	Arb. Kolb.		Expansion 3.		Kompression		Ansaugen		Auspuff	
	E.-P. II			■	□				■	■
Nr. 6	Arb. Kolb.	Expan-4.		Kompression		Ansaugen		Auspuff		-sion
	E.-P. II						■	■		
Nr. 7	Arb. Kolb.	-pression		Ansaugen		Auspuff		Expansion 6.		Kom-
	E.-P. II				■	■				■
Nr. 8	Arb. Kolb.		Kompression		Ansaugen		Auspuff		Expansion 5.	
	E.-P. II		■				■	■		■

Kurbelwelle linksdrehend
(Nockenbündel rechtsdrehend)

Der Vergleich der Diagramme für rechtsdrehende und linksdrehende Kurbelwelle zeigt die gleichen Förderverhältnisse der Pumpenelemente: VM siehe Seite 96, BVM siehe Seite 104
Pumpenelement 1 fördert — Element 8 saugt.

Stellung der Pumpenelemente: VM siehe Seite 96, BVM siehe Seite 104
in O. T. Exp. Zyl. 1

Einspritzpumpe mit Nockenbündel ohne Vorströmbohrung für VM-Motoren

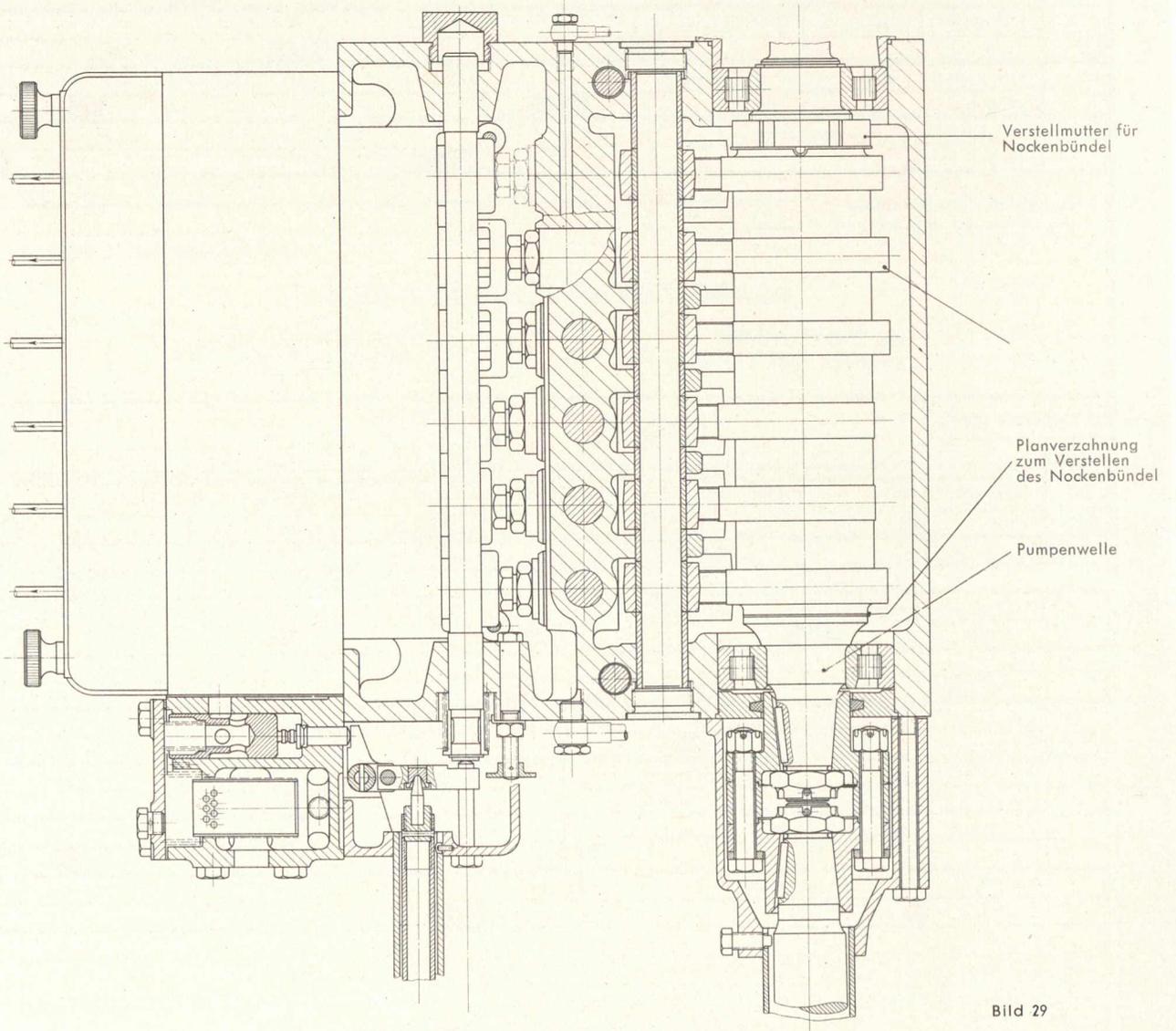
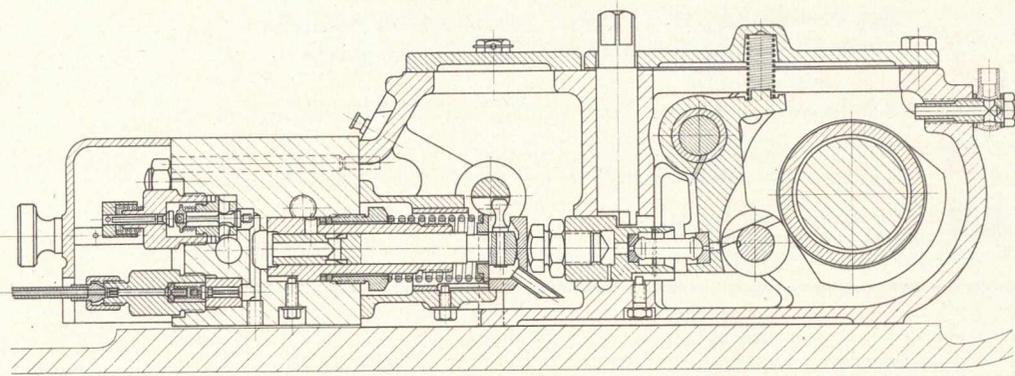
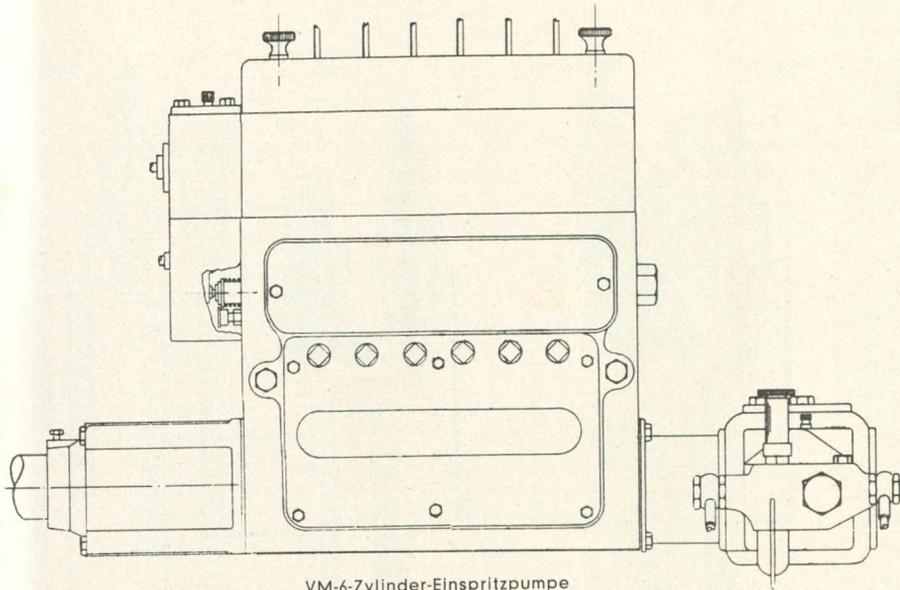
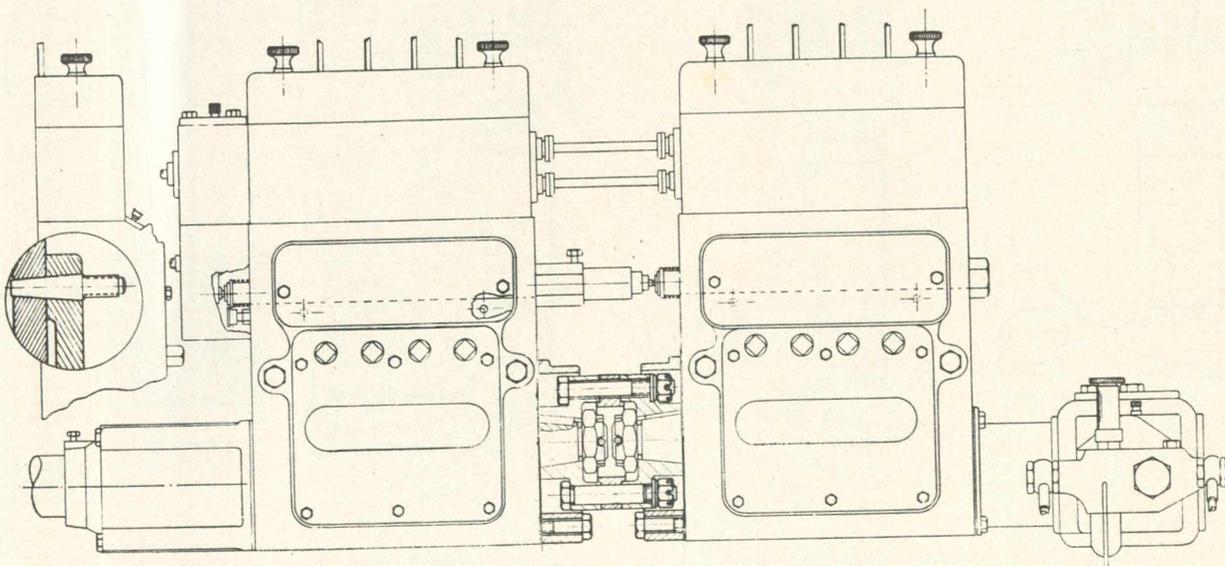


Bild 29



VM-6-Zylinder-Einspritzpumpe

Bild 30

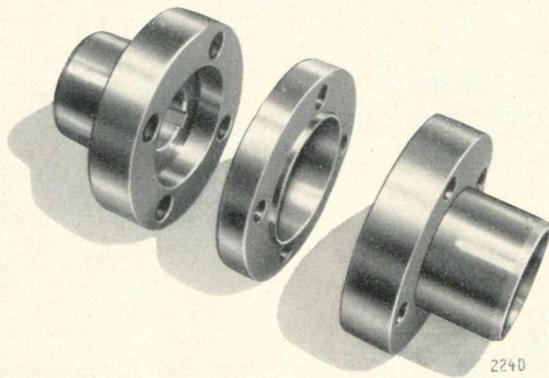


Pumpe 1

VM-8-Zylinder-Einspritzpumpe

Pumpe 2

Bild 31

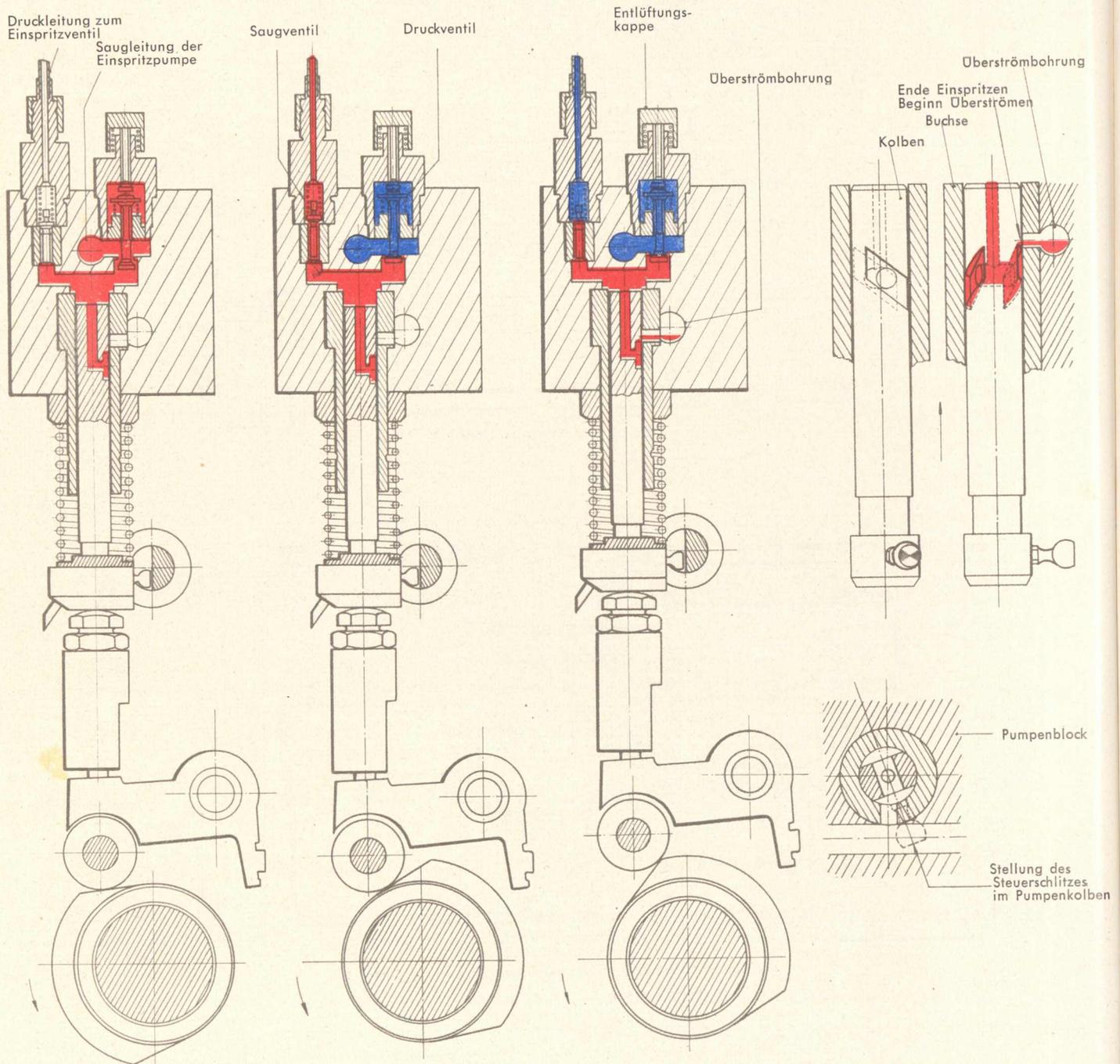


2240

Teile zur Kupplung der VM-Einspritzpumpe

Bild 32

Schema der Kraftstoffförderung in der Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung



Saugen

Kolben bewegt sich abwärts, Saugventil offen, Kraftstoff fließt aus Saugleitung in den Kolbenraum der Einspritzpumpe.

Einspritzen

Kolben bewegt sich aufwärts, Druckventil offen. Überströmleitung geschlossen. Kraftstoff fließt zum Einspritzventil.

Ende Einspritzen Beginn Überströmen

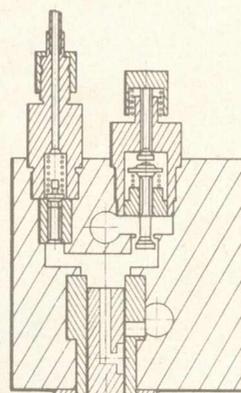
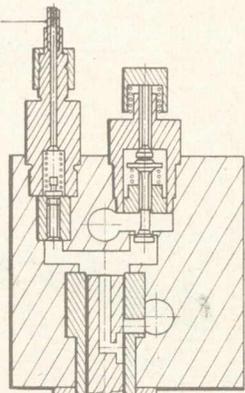
Kolben geht aufwärts, Steuerkante gibt, je nach Verdrehung des Pumpenkolbens durch Regler, früher oder später Überströmen frei. Kraftstoff fließt durch Überströmleitung zurück zum Feinfilter.

Bild 33

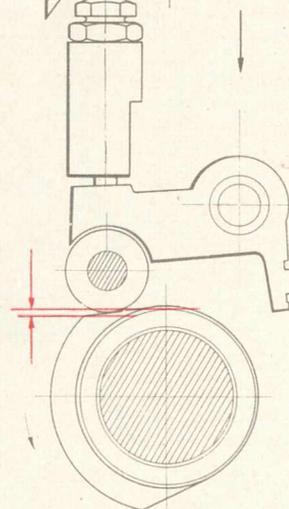
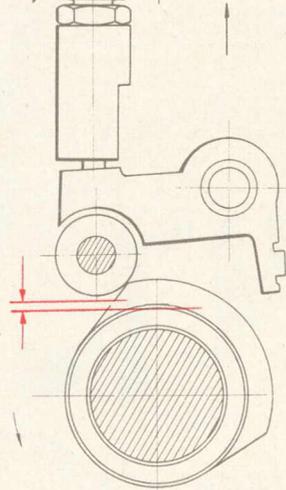
Der Förderbeginn bei der VM-Pumpe tritt mit Hubbeginn des Pumpenkolbens ein und ist von der Einstellung des Nockenbündels zur Kurbelwelle abhängig.

Stellung der Pumpenelemente bei O.T.-Expansion der Zylinder-
Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung

Zum Einspritzventil
des Zyl. 1



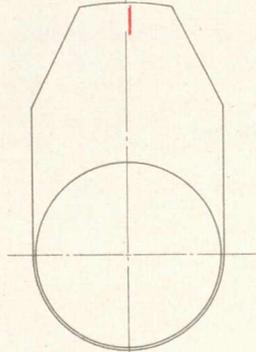
Zylinder 1 O.T.-Expansion



O.T. Zyl. 1
Expansion

Zyl 1 Fördern

Zyl. 6 bzw. 8 Saugen



Stellung der Pumpenelemente in O.T.-
Kurbelwelle

Arbeitsakte des Motors s. S. 90 u. 91
Die roten Pfeile (siehe Bild oben) zeigen
an, daß der hochgehende Pumpenkolben
des Zyl. 1

a) beim 6-Zylindermotor

genau in der gleichen Hubstellung ist,
wie der Zylinder 6 (abgehend)

b) beim 8-Zylindermotor

genau in der gleichen Hubstellung
wie Zylinder 8,

— wenn die roten Marken an der
Pumpenkupplung c) und d) und die
Marken an Pumpenwelle und Nocken-
bündel e) und f) übereinstimmen.

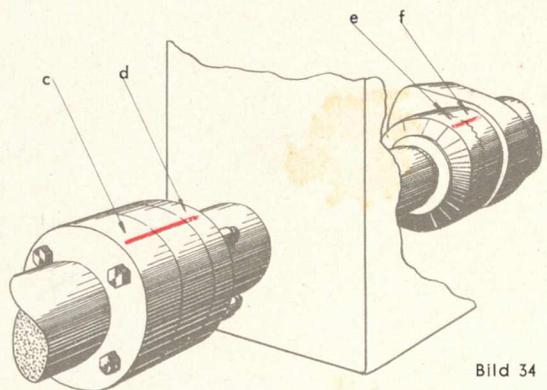
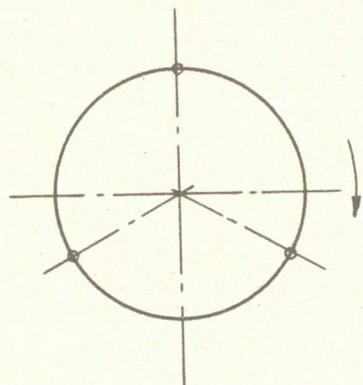
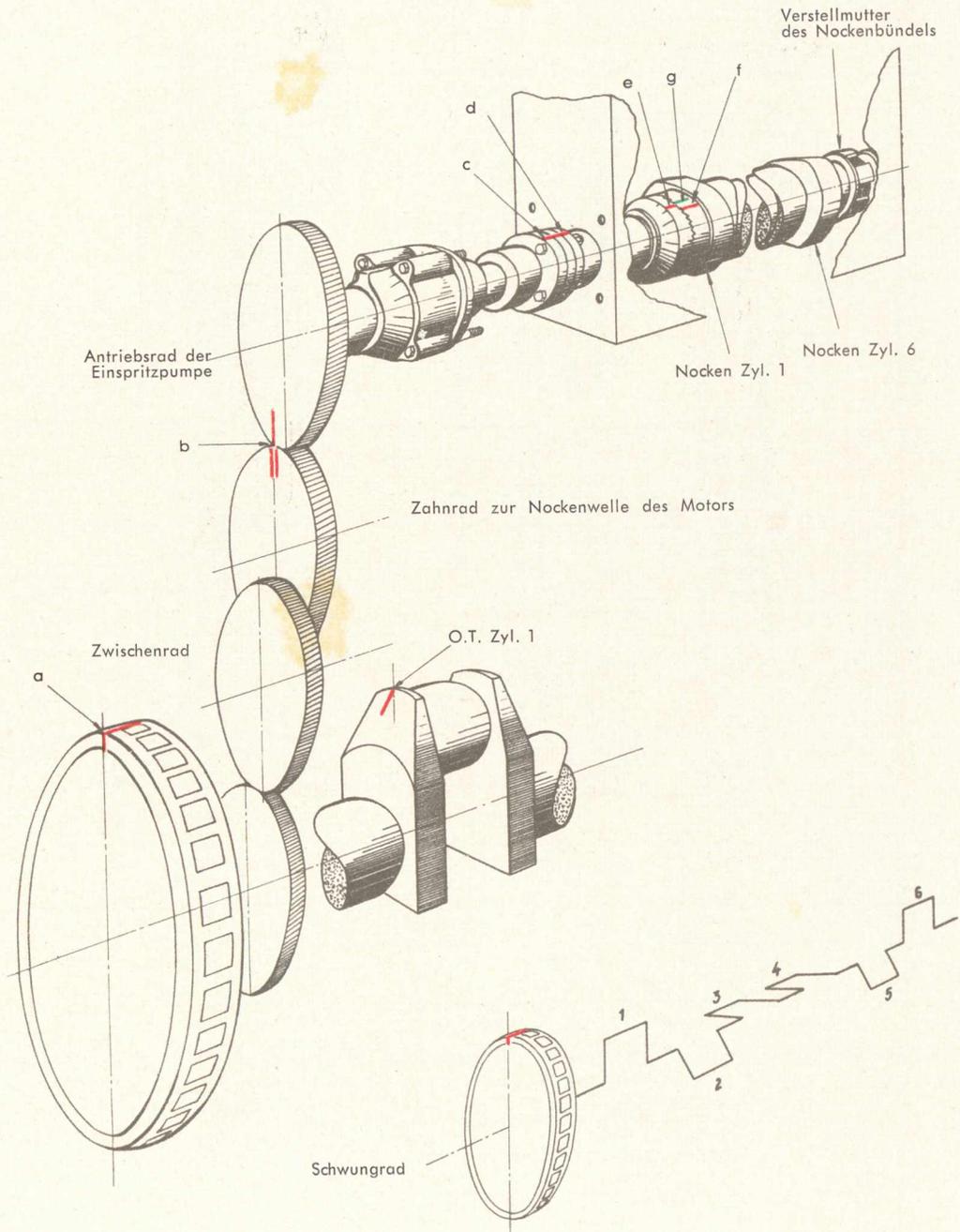


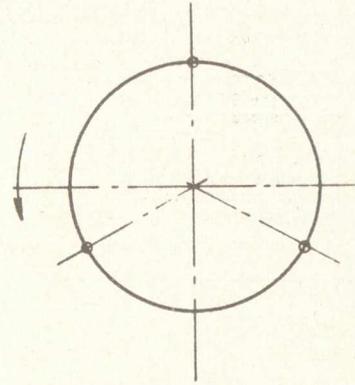
Bild 34

Einstellmarken der VM-6-Zylinder-Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung

zu O.T.-Exp. des Zyl. 1



Kurbelwelle rechtsdrehend
Zündfolge: 1-2-3-6-5-4

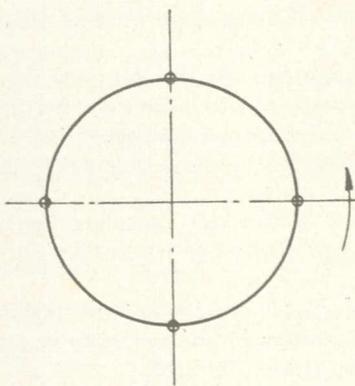
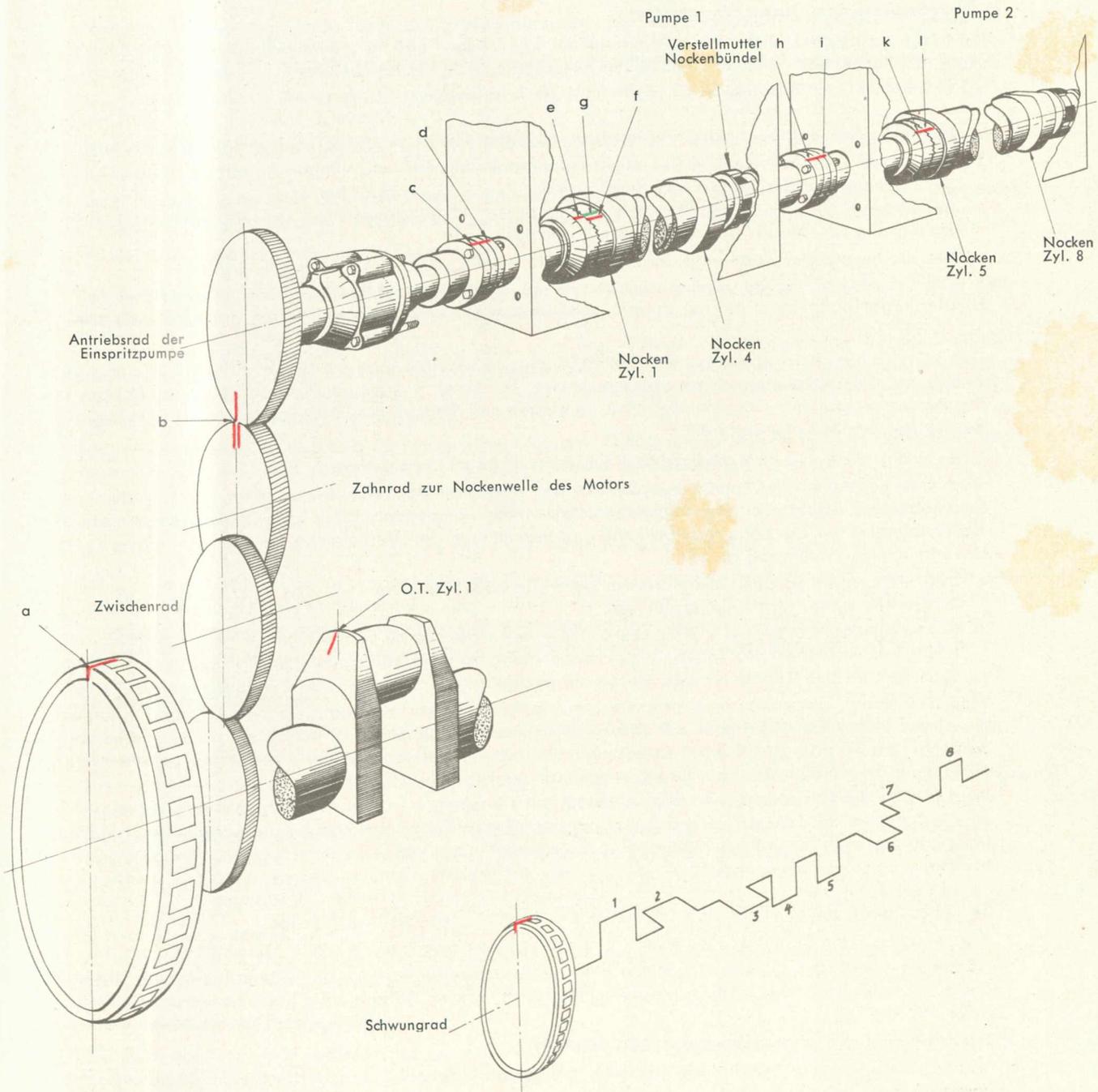


Kurbelwelle linksdrehend
Zündfolge: 1-4-5-6-3-2

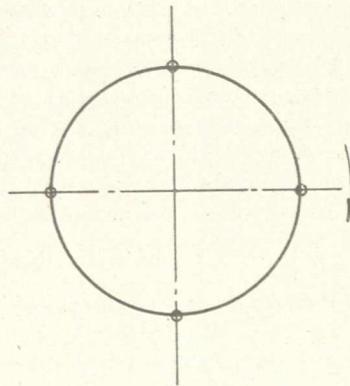
Bild 35

Einstellmarken der VM-8-Zylinder-Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung

zu O.T.-Exp. des Zyl. 1 und 5



Kurbelwelle rechtsdrehend
Zündfolge: 1-3-4-7-8-6-5-2



Kurbelwelle linksdrehend
Zündfolge: 1-2-5-6-8-7-4-3

Bild 36

Einstellung der Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung für VM-Motoren

Einstellmarken am Sechszylindermotor

Für die Einstellung des Nockenbündels der Einspritzpumpe zur Kurbelwelle des Motors sind folgende Einstellmarken (siehe Seite 96) maßgebend:

- a) O.T.-Marke am Schwungrad für Zylinder 1 (Zyl. nächst dem Schwungrad)
— Marke a —
Die maßgebende Stellung des Arbeitskolbens Zylinder 1 ist immer der O.T.-Expansion (360° Kurbelwinkel)
- b) Die Marken der Zahnstellung des Antriebszahnrad des Einspritzpumpen-Antriebes zu dem Zahnrad der Nockenwelle des Motors im Räderkasten — Marke b —
Bei einem Anbau der Einspritzpumpe ist immer der Räderkastendeckel des Antriebsrades offen zu lassen, um die Marke b) kontrollieren zu können.
- c) Die Marke auf der Kupplungshälfte der Antriebswelle der Einspritzpumpenkupplung
— Marke c —
- d) Die Gegenmarke zu c) auf der Kupplungshälfte der Einspritzpumpe
— Marke d —

Die Marken a, b, c, d müssen bei VM-Motoren mit Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung beim Anbau der Einspritzpumpe immer übereinstimmen. In dieser Einstellung sind die Kupplungshälften der Antriebswelle und der Einspritzpumpe zu verbinden und festzuziehen. (Nachprüfen der Leichtgängigkeit der Antriebswelle siehe Seite 89).

Stellung des Nockenbündels in der Einspritzpumpe

Nach dem Festziehen der Pumpenkupplung ist das Nockenbündel selbst einzustellen. Die Einstellung des Nockenbündels erfolgt bei abgenommenem Deckel des Pumpenunterteiles durch Lösen der Mutter des Nockenbündels an der Förderpumpenseite und Verstellung der Verzahnung an der Antriebsseite der Einspritzpumpe. (Werkzeug Nr. 6327).

- e) Die Marke e) an dem Wellenflansch der Einspritzpumpe stimmt mit der Marke d) an der Kupplungshälfte der Einspritzpumpe überein.
- f) Die Gegenmarke f) am Nockenbündel wird der Marke e) nicht genau gegenüberliegen, da schon bei Abnahme des Motors eine Nachstellung des Nockenbündels erfolgt sein mag, um den durchschnittlichen Zünddruck des Motors zu korrigieren. (Korrekturen des Zünddruckes siehe Seite 99).

Man muß daher, wenn man eine Einspritzpumpe abbaut, um sie aus irgendwelchen Gründen in Reparatur zu geben, genau gegenüber der Marke e) am Nockenbündel eine neue Marke g) (im Bilde Seite 96 und 97 grün gezeichnet) anbringen, um beim Wiederaufbau der Einspritzpumpe die frühere Einstellung des Nockenbündels zur Kurbelwelle zu erzielen.

Wird jedoch die Einspritzpumpe ausgewechselt und durch eine neue Einspritzpumpe ersetzt, so ist die Stellung der Marken e) und f) der neu gelieferten Einspritzpumpe für die endgültige Einstellung Ihres Motors nicht unbedingt maßgebend. Es empfiehlt sich aber, vorerst die rotgezeichneten Marken e) und f) beim Anbau der neuen Einspritzpumpe genau gegenüberstehen zu lassen. Der Motor wird mit dieser Nockenbündeleinstellung immer anspringen und Korrekturen des Zünddruckes müssen nach dem Indizieren des Motors vorgenommen werden.

Kontrolle der Zünddrücke nach dem Wiederaufbau einer Einspritzpumpe

Nach dem Wiederaufbau oder Neuanbau einer Einspritzpumpe müssen die Zünddrücke aller Zylinder auf jeden Fall gewissenhaft durch Indizieren überprüft werden. (Siehe unter Korrekturen der Einstellung Seite 99).

Einstellmarken am Achtzylindermotor (Bild Seite 97)

Der 8-Zylindermotor unterscheidet sich vom 6-Zylindermotor u. a. auch durch die angebaute Doppel-Einspritzpumpe zu je 4 Zylinder.

Im Nachstehenden ist die Einspritzpumpe an der Antriebswelle mit Pumpe I bezeichnet, die nachfolgende Einspritzpumpe mit Pumpe II. Siehe Bild Seite 93.

Pumpe II ist mit Pumpe I wieder durch eine Kupplung verbunden und die übereinstimmende Einstellung beider Pumpenkupplungen ergibt sich von selbst, da die Marken h) und i) mit dem O.T. Expansion des Zylinders 8 abgestimmt sind, der mit dem O.T. Expansion des Zylinders 1 übereinstimmt. Die Marken h) und i) müssen sich daher in der gleichen Lage zur Marke a) am Schwungrad befinden, wie die Marken c) und d) der Pumpe I.

Für die Einstellmarken des Nockenbündels der Pumpe I e) und f) und der Einstellmarken des Nockenbündels der Pumpe II k) und l) gilt das gleiche, wie für die Einstellung des Nockenbündels beim Sechszylindermotor.

Für die Einstellung der Fördermenge ist bei VM-Einspritzpumpen die Stellung der Stoßelldruckschrauben maßgebend. Das Maß „A“ von der Oberkante Pumpenunterteil zu der Stoßelldruckschraube ist daher bei jedem Pumpenelement zu messen und zu notieren (siehe Seite 88).

Korrekturen der Einstellung der Einspritzpumpe ohne Vorströmbohrung VM-Motoren

Wenn der Anbau der Pumpe und die Einstellung nach den beschriebenen Einstellmarken beendet ist (Seite 98), die Leichtgängigkeit des Wellenstranges Antriebswelle — Einspritzpumpe (Seite 89) gewissenhaft überprüft, sowie die Befestigungsschrauben am Gestell und die Pumpenkupplungsschrauben festgezogen wurden, wird die Einspritzpumpe und das Förderpumpengehäuse mit Schmieröl aufgefüllt.

Nach Beendigung dieser Arbeiten wird der Motor allgemein auf den Probelauf vorbereitet. (Siehe Klar machen des Motors Seite 12, Entlüften des Kraftstoffsystems Seite 15).

Nach dem Anlassen wird der Motor allmählich auf Betriebswärme gefahren. Zeigen sich irgendwelche Mängel, so sind diese sofort abzusteilen. Beachte besonders die Anweisungen ab Seite 47.

Während des Warmlaufens des Motors ist die Indizierung vorzubereiten.

Das Indizieren ist eine unerläßliche Maßnahme, um sich zu überzeugen, ob die Zünddrücke aller Zylinder mit den Angaben im Abnahmeprotokoll übereinstimmen.

Der Indikator muß vollkommen in Ordnung sein, wenn man einwandfreie Diagramme erhalten will.

Der Kolben des Indikators mit dem Schreibzeug muß sich bei abgenommener Feder spielend leicht bewegen lassen. Nach 4—5 Diagrammen ist der Kolben herauszunehmen und mit einem leichten harz- und säurefreien Öl zu schmieren (Knochenöl).

Die Indikatorhähne an den Zylinderköpfen sind vor dem Aufschrauben des Indikators zu öffnen und zur Reinigung während 2—3 Zündungen des laufenden Motors durchzublasen.

Höhe der Zünddrücke

Der höchstzulässige Zünddruck bei VW-Motoren ist 60 atü.

Wird dieser Zünddruck bei einem der Zylinder überschritten, so müssen durch Einstellen des Nockenbündels alle Zylinder so weit zurückgestellt werden, daß kein Zylinder den Höchstdruck von 60 atü überschreitet. Geringere Zünddrücke (entsprechend dem Abnahmeprotokoll) können mit Streuungen zwischen den einzelnen Zylindern von ± 3 —4 atü zugelassen werden, soweit 60 atü nicht überschritten werden.

Einstellen der Zünddrücke

Ein Verdrehen des Nockenbündels entgegen dem Drehsinn der Einspritzpumpenwelle bringt eine Verringerung der Zünddrücke.

Ein Nachstellen des Nockenbündels um 1 Zahn bringt im Durchschnitt etwa 4 atü Zünddruckänderung, bleibt aber sehr von den speziellen Verhältnissen des einzelnen Motors abhängig.

Bei umsteuerbaren Motoren ist zu beachten, daß ein Nachstellen des Nockenbündels die Symmetrie des Einspritzvorganges für die Drehrichtung „Voraus“ und „Zurück“ beeinflusst und darum eine Nachkontrolle der Zünddrücke in beiden Drehrichtungen notwendig ist.

Außerdem ist bei VM-Einspritzpumpen ohne Vorströmbohrung zu beachten, daß ein Nachstellen der Zünddrücke immer auch eine Veränderung der Auspufftemperatur mit sich bringt, so daß nach dem Nachstellen des Nockenbündels evtl. auch die Veränderung der Fördermenge erfolgen muß, die Einfluß auf die Leistung des Motors hat.

Nachregulieren der Fördermenge

Ein Nachregulieren der Fördermenge ist notwendig, wenn die im Abnahmeprotokoll vermerkten Abgastemperaturen bei den vorgeschriebenen Zünddrücken um mehr als 40° C streuen. Dabei ist zu beachten, daß man die Zylinder mit den höchsten Temperaturen erniedrigt und die niedrigsten erhöht, um eine durchschnittliche Grundeinstellung der Einspritzpumpe zu erhalten.

Die Nachregulierung der Fördermenge erfolgt durch Verstellen der Stößeldruckschrauben jedes Pumpenelementes. Durch Hineindreihen der Druckschraube in den Stößel wird die Fördermenge erhöht, Herausdrehen bringt Verringerung. Beim Herausdrehen ist mittels eines Schraubenziehers zu prüfen, ob der Pumpenkolben noch Spiel am oberen Kolbenende hat, wenn er mittels der Exzenterwelle hochgestellt ist.

Während des Nachregulierens der Stößelschrauben sind die Auspufftemperaturen an den Stickstoffthermometern jedes einzelnen Zylinders genau zu beobachten. (Bei Motoren mit Pyrometer-Anlage an den Pyrometerscalen).

Die Druckschrauben sind nach dem Nachstellen wieder sorgfältig zu kontern.

Nachkontrolle der Höchstmengenbegrenzung siehe Seite 61.

Nachkontrolle der Sicherheitsabstellung siehe Seite 61.

Einspritzpumpe mit Nockenwelle und Vorströmbohrung für BVM-Motoren

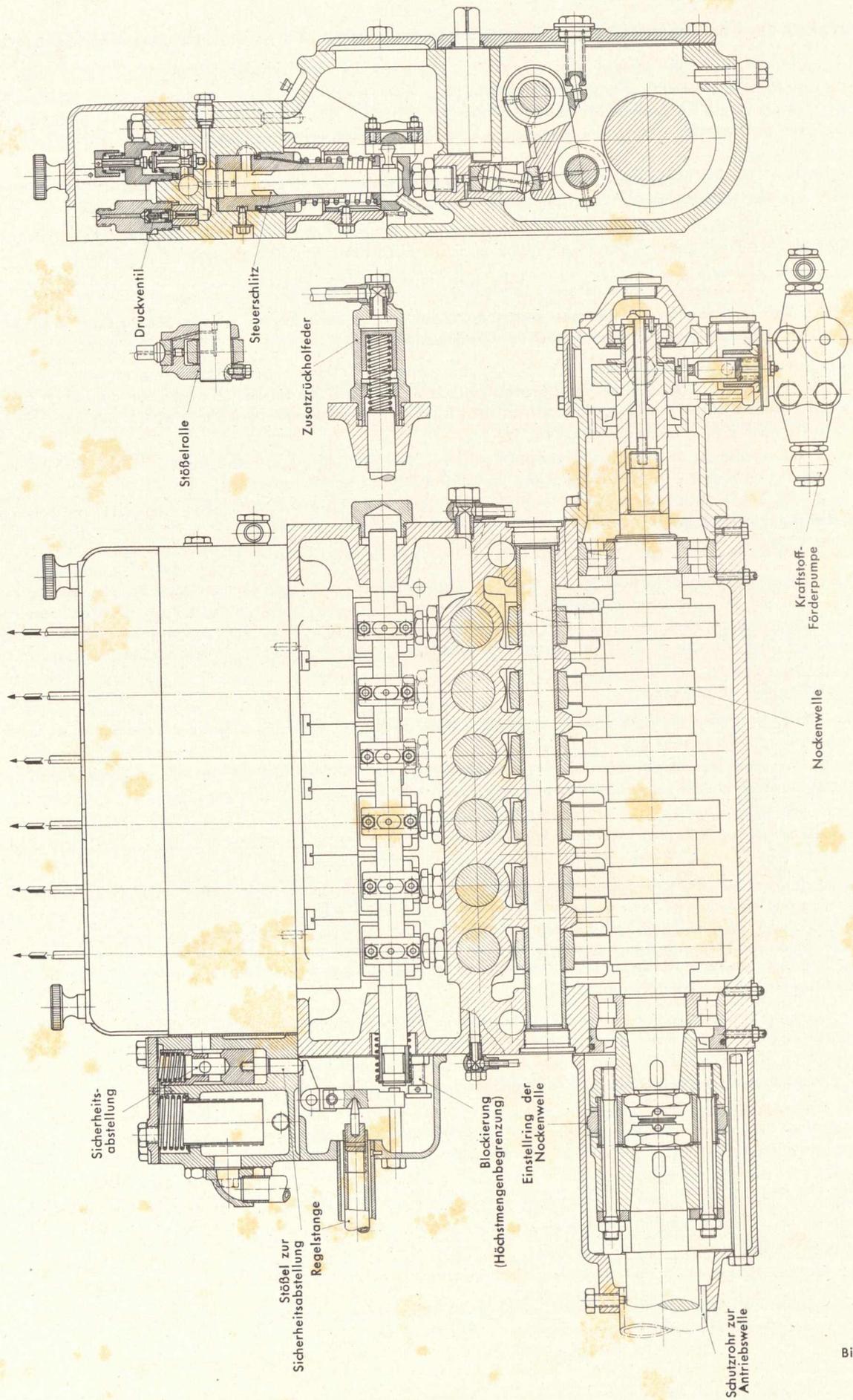
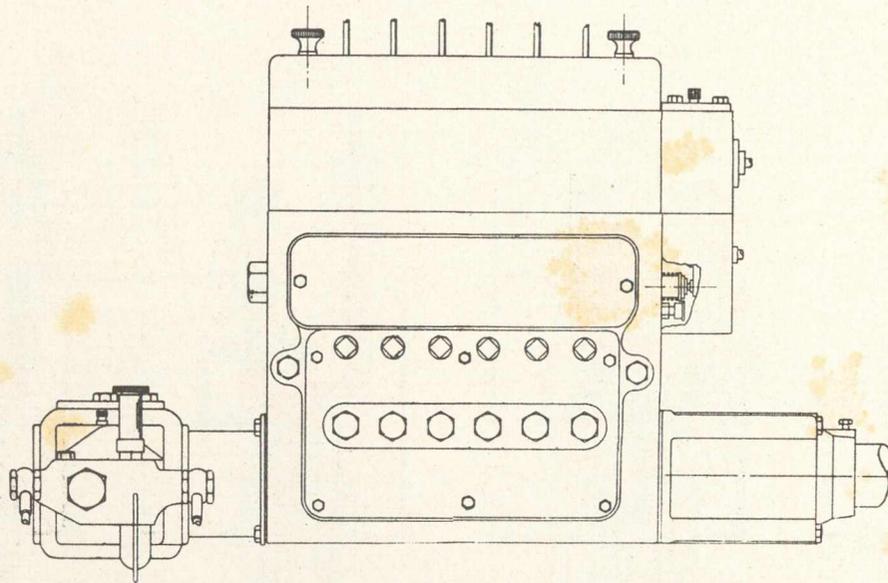
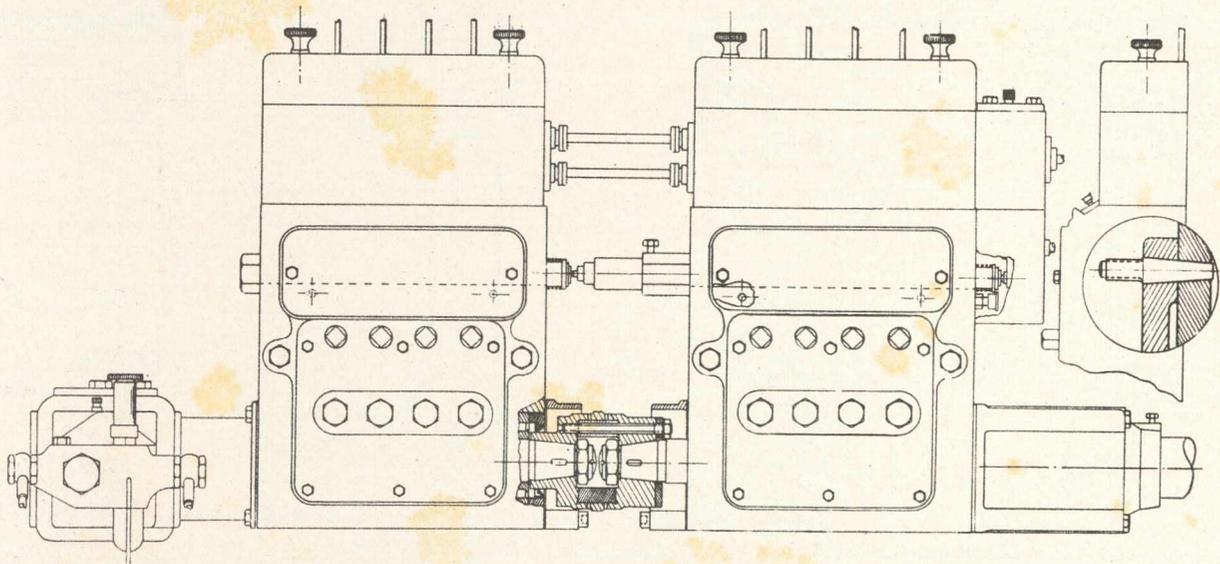


Bild 37



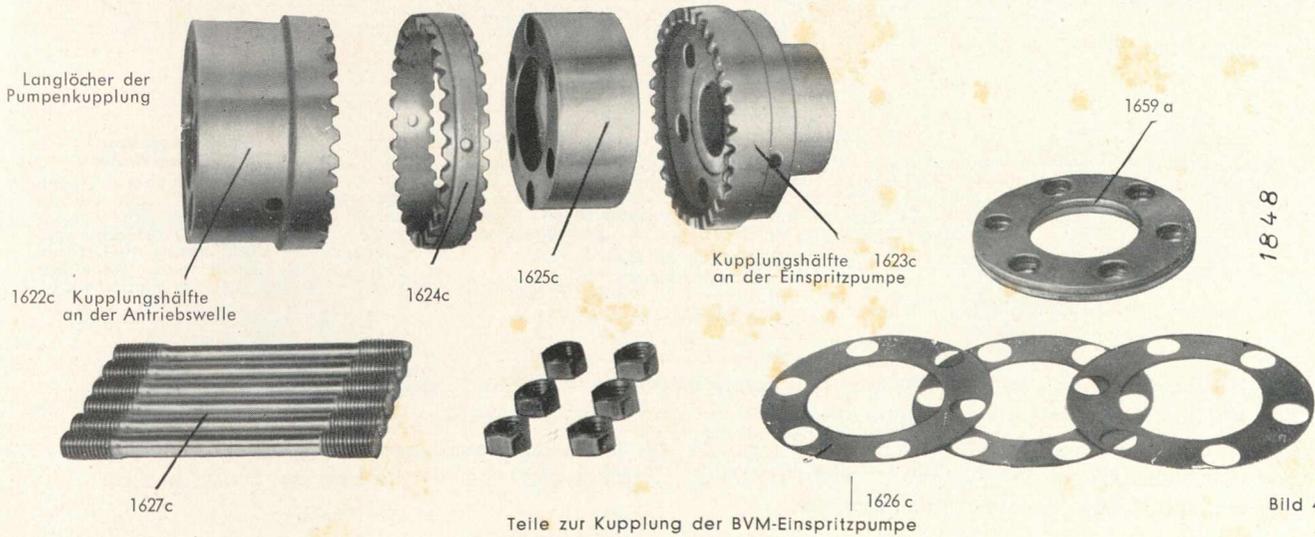
BVM-6-Zylinder-Einspritzpumpe

Bild 38



Pumpe 1 BVM-8-Zylinder-Einspritzpumpe Pumpe 2

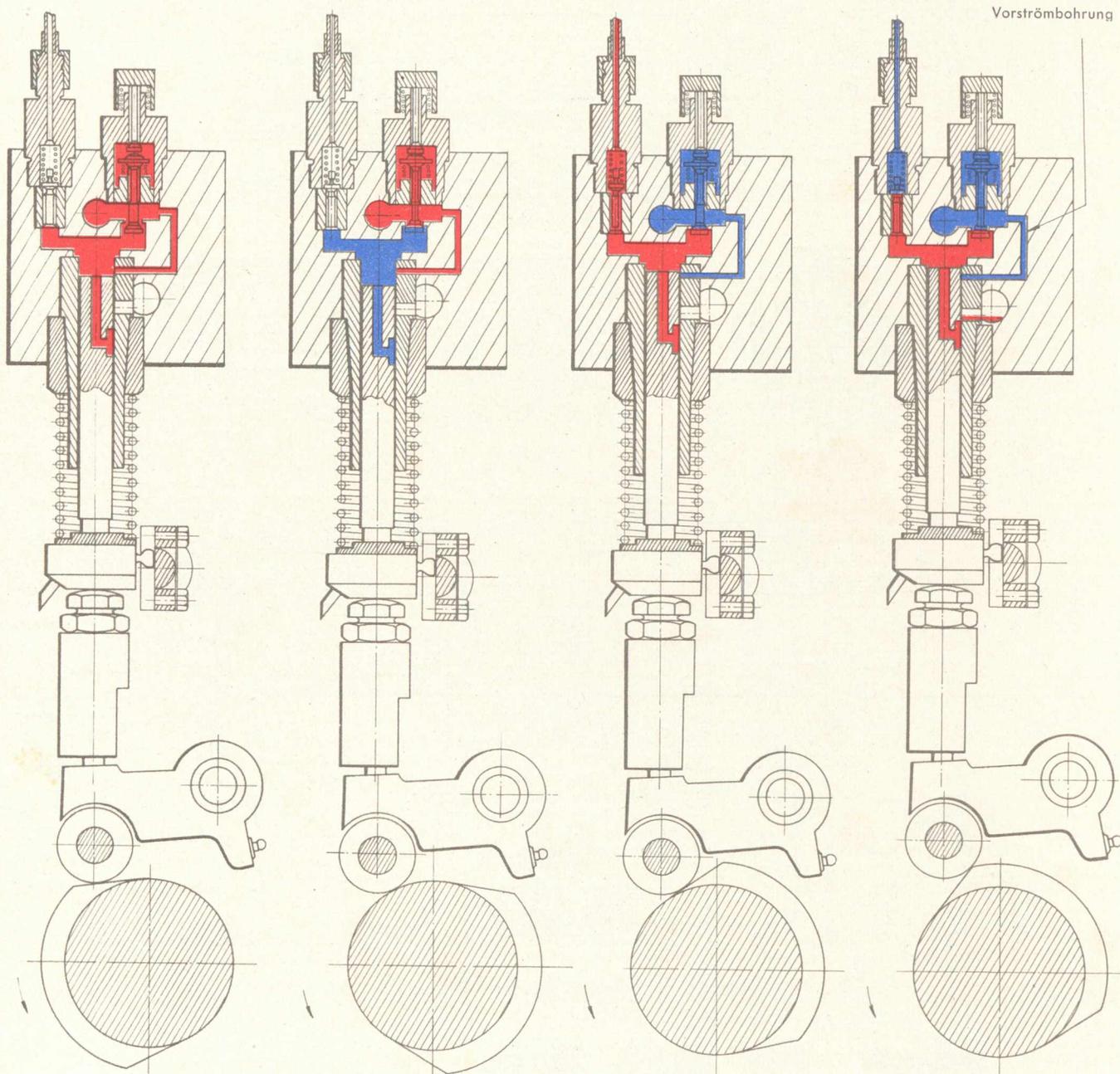
Bild 39



1848

Bild 40

Schema der Kraftstoffförderung in der Einspritzpumpe mit Vorströmbohrung



Vorströmbohrung

Saugen

Kolben geht abwärts, Saugventil offen, Kraftstoff fließt aus Saugleitung in den Kolbenraum der Einspritzpumpe.

Vorströmen

Kolben geht aufwärts, Ventile geschlossen, Vorströmbohrung offen, Kraftstoff fließt aus dem Kolbenraum in die Saugleitung zurück.

Einspritzen

Kolben geht aufwärts, Druckventil offen, Vorströmbohrung und Überströmleitung geschlossen. Kraftstoff fließt zum Einspritzventil.

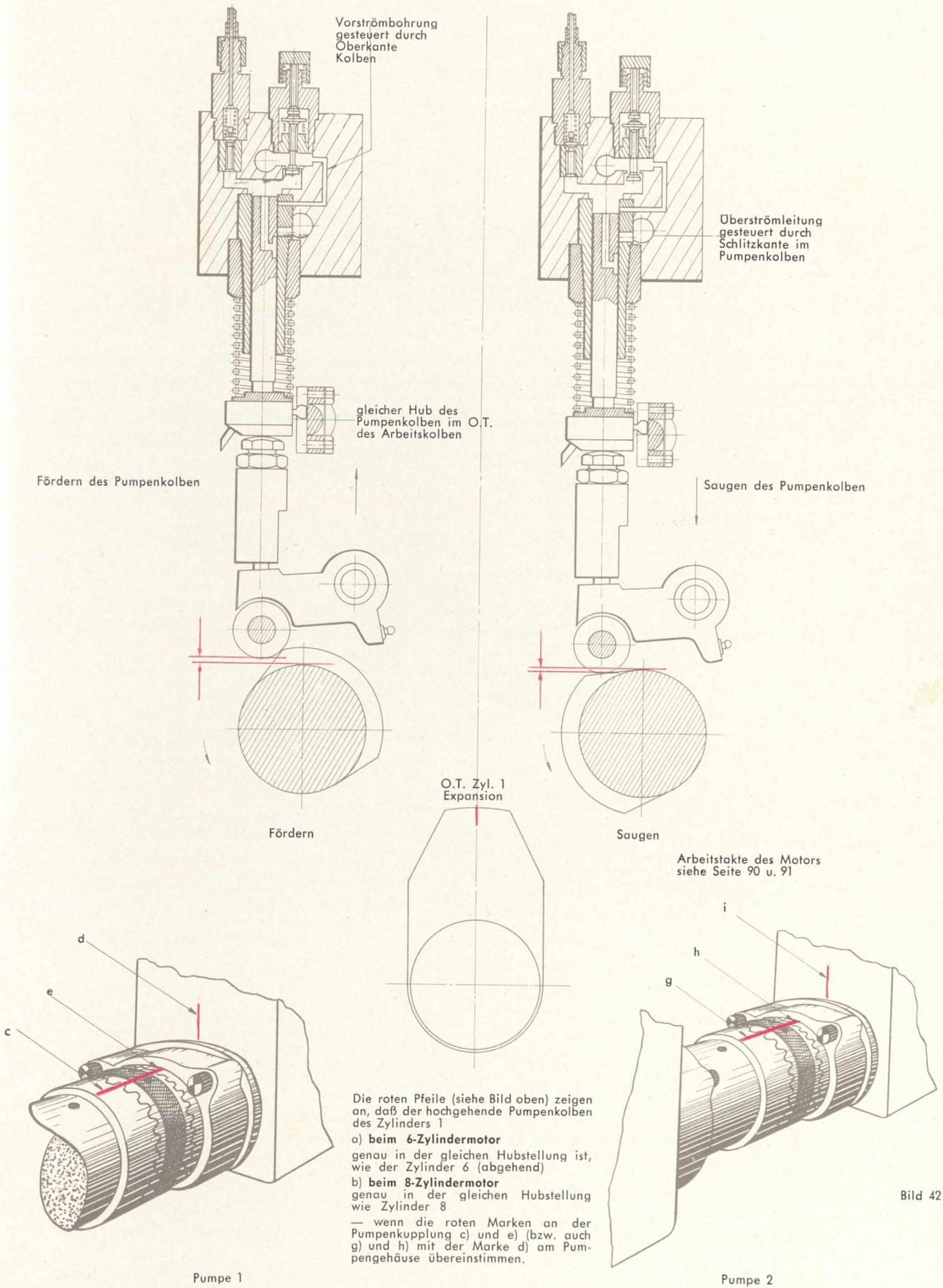
Ende Einspritzen Beginn Überströmen

Kolben geht aufwärts, Steuerkante gibt je nach Verdrehung des Pumpenkolbens durch Regler früher oder später Überströmen frei. Kraftstoff fließt durch Überströmbohrung zurück zum Feinfilter.

Der Förderbeginn bei der BVM-Pumpe mit Vorströmbohrung wird durch die Oberkante des Pumpenkolbens gesteuert und tritt ein, wenn diese die Vorströmbohrung schließt.

Der Förderbeginn der BVM-Pumpe ist nicht nur von der Einstellung der Nockenwelle zur Kurbelwelle durch den Einstellring der Pumpenkupplung abhängig, sondern auch von der Stellung der Druckschraube des Pumpenstößels jedes Pumpenelementes.

Stellung der Pumpenelemente bei O.T.-Expansion des Zylinder 1
Einspritzpumpe mit Vorströmbohrung



Die roten Pfeile (siehe Bild oben) zeigen an, daß der hochgehende Pumpenkolben des Zylinders 1

a) beim 6-Zylindermotor genau in der gleichen Hubstellung ist, wie der Zylinder 6 (abgehend)

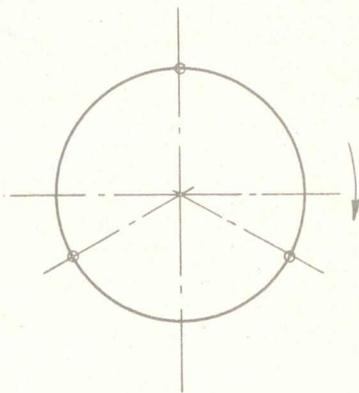
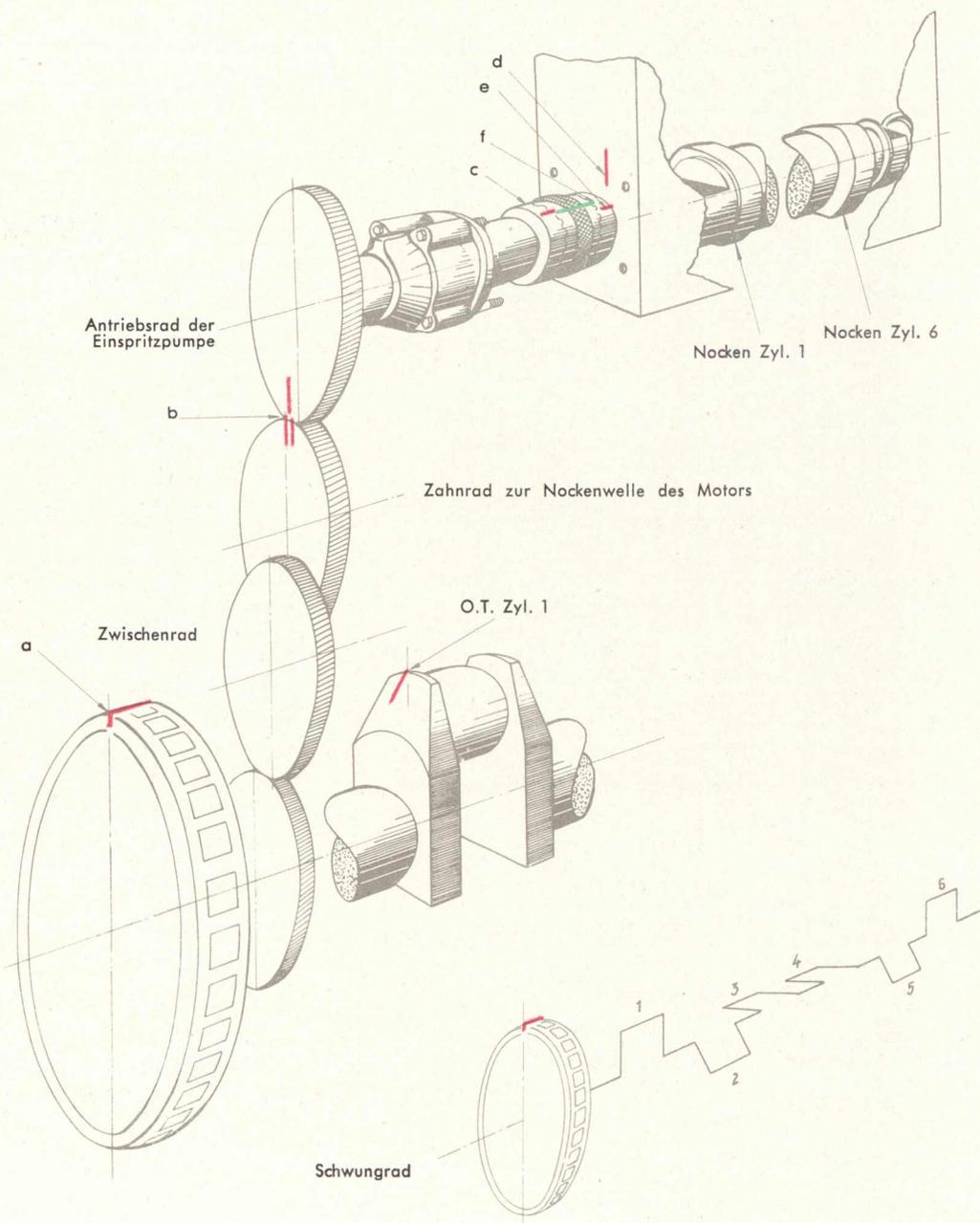
b) beim 8-Zylindermotor genau in der gleichen Hubstellung wie Zylinder 8

— wenn die roten Marken an der Pumpenkupplung c) und e) (bzw. auch g) und h) mit der Marke d) am Pumpengehäuse übereinstimmen.

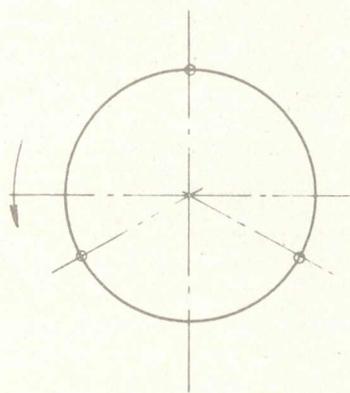
Bild 42

Einstellmarken der BVM-6-Zylinder-Einspritzpumpe mit Vorströmbohrung

zu O.T.-Exp. des Zyl. 1



Kurbelwelle rechtsdrehend
Zündfolge: 1-2-3-6-5-4

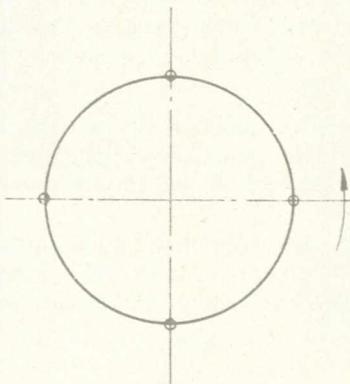
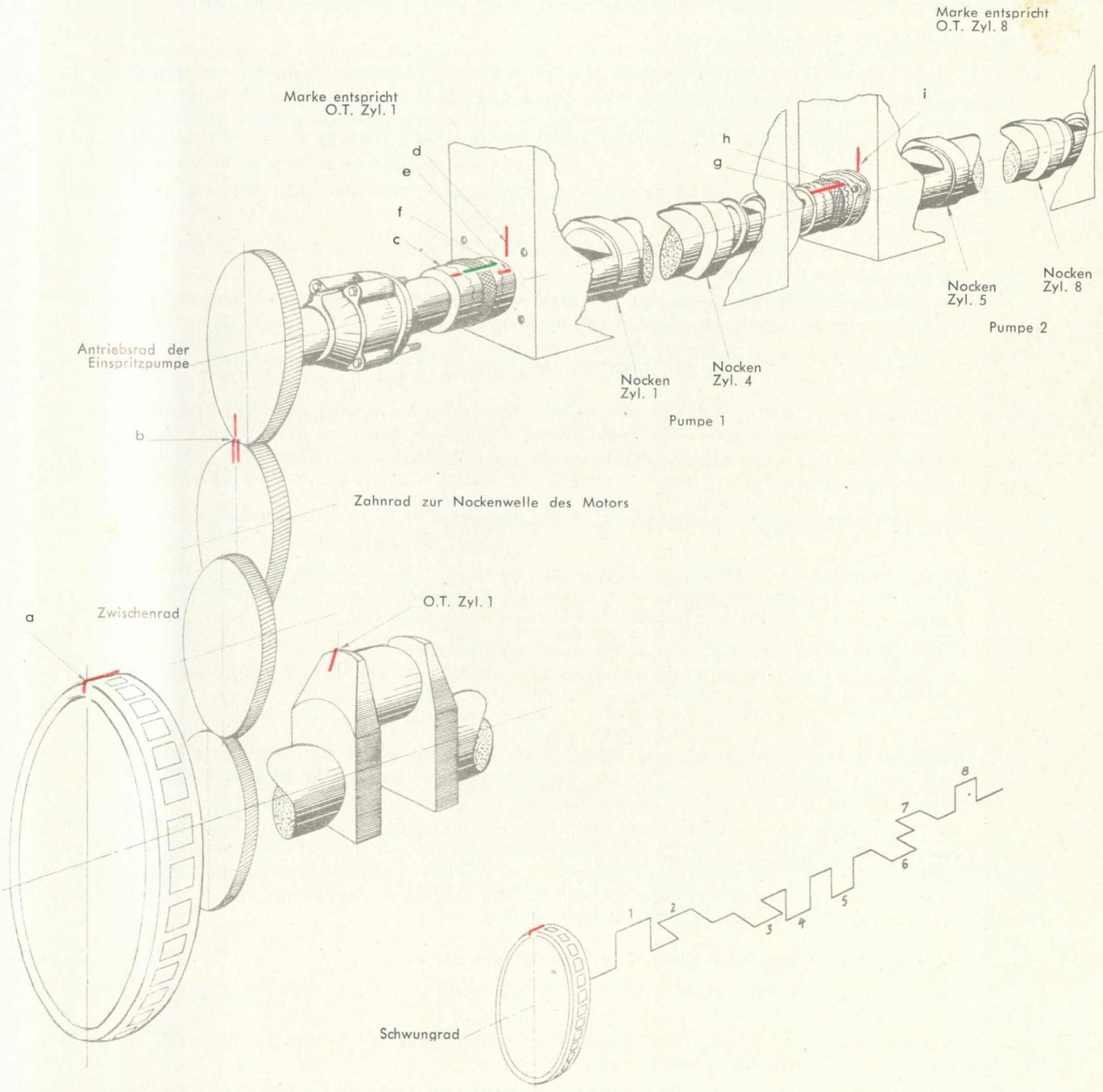


Kurbelwelle linksdrehend
Zündfolge: 1-4-5-6-3-2

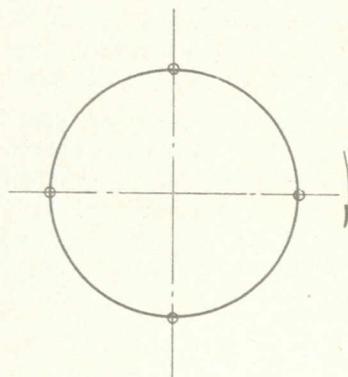
Bild 43

Einstellmarken der BVM-8-Zylinder-Einspritzpumpe mit Vorströmbohrung

zu O. T.-Exp. des Zyl. 1 und 5



Kurbelwelle rechtsdrehend
Zündfolge: 1-3-4-7-8-6-5-2



Kurbelwelle linksdrehend
Zündfolge: 1-2-5-6-8-7-4-3

Bild 44

Einstellung der Einspritzpumpe mit Vorströmbohrung für BVM-Motoren

Einstellmarken am Sechszylindermotor

Für die Einstellung der Nockenwelle der Einspritzpumpe zur Kurbelwelle des Motors sind folgende Einstellmarken (siehe Seite 104) maßgebend:

- a) O.T. Marke am Schwungrad für Zylinder 1 (Zyl. nächst d. Schwungrad).

— Marke a —

Die maßgebende Stellung des Arbeitskolbens Zylinder 1 ist immer der O.T. Zündung (360° Kurbelwinkel).

- b) Die Marken der Zahnstellung des Antriebsrades des Einspritzpumpen-Antriebs zu dem Zahnrad der Nockenwelle des Motors im Räderkasten.

— Marke b —

Bei einem Anbau der Einspritzpumpe ist immer der Räderkastendeckel des Antriebsrades offen zu lassen, um die Marke b) kontrollieren zu können.

- c) Die Marke auf der Kupplungshälfte der Antriebswelle der Einspritzpumpenkupplung.

— Marke c —

- d) Die Marken a), b), c) müssen vor dem Abbau und beim Anbau der Einspritzpumpe immer mit der Marke d) am Pumpengehäuse übereinstimmen, wenn die Kurbelwelle richtig auf O.T. des Zylinders 1 Exp. steht und das Antriebsrad richtig nach Marke b) in Eingriff mit dem Zahnrad der Nockenwelle des Motors ist.

— Marke d am Pumpengehäuse —

- e) Als Gegenmarke zu d) ist die Marke e) an der Kupplungshälfte zur Einspritzpumpe zu betrachten.

— Marke e —

Diese Marke wird vor Abbau der Einspritzpumpe nicht immer mit den Marken c) und d) übereinstimmen, da schon bei Abnahme des Motors eine Nachstellung der Nockenwelle der Einspritzpumpe mittels des Einstellringes der Pumpenkupplung erfolgt sein mag.

Man muß daher an der Kupplungshälfte der Einspritzpumpe durchgehend über den Einstellring eine neue Marke f) (im Bild grüngezeichnet) anbringen, die mit der Marke d) am Pumpengehäuse und mit der Marke c) an der Kupplungshälfte der Antriebswelle übereinstimmt.

— Marke f —

Damit ist die alte Einstellung der Einspritzpumpe vor dem Abbau einwandfrei markiert und man kann beim Wiederaufbau der reparierten Pumpe diese Einstellung wieder erzielen.

Wird jedoch die Einspritzpumpe ausgewechselt und durch eine neue Einspritzpumpe ersetzt, so ist die Stellung der Marken c), d) und e) für die endgültige Einstellung Ihres Motors nicht unbedingt maßgebend. Es empfiehlt sich aber, vorerst die rotgezeichneten Marken c), d) und e) gegenüber zu stellen. Der Motor wird mit dieser Nockenwelleneinstellung immer anspringen und Korrekturen, soweit sie für alle Zylinder gemeinsam am Zünddruck notwendig sind, müssen nach dem Indizieren des Motors vorgenommen werden.

Einstellmarken am Achtzylinder-Motor (Bild Seite 105).

Der 8-Zylindermotor unterscheidet sich vom 6-Zylindermotor u. a. auch durch die angebaute Doppel-Einspritzpumpe.

Im Nachstehenden ist die Einspritzpumpe an der Antriebswelle mit Pumpe I bezeichnet, die nachfolgende Einspritzpumpe mit Pumpe II. Siehe Seite 101.

Pumpe II ist mit Pumpe I wieder durch eine Kupplung II verbunden. Die Kupplungshälften der Kupplung II können immer auf den roten Marken g), h) und i) stehenbleiben, da ein Nachstellen der Zünddrücke gemeinsam für alle 8 Zylinder durch Verstellen des Einstellringes der Kupplung I erfolgen kann. Eine besondere Nachstellung der Zünddrücke für eine Gruppe von 4 Zylindern wird man aber immer schon mit den Stößeldruckschrauben durchführen können.

Um die alte Einstellung der Fördermenge bei BVM-Pumpen festzuhalten, müssen die Stellungen der Führungen (Reiter) auf der Regelstange des Pumpenunterteiles genau durch Anriß markiert werden, damit bei Neueinstellung der Fördermenge nach dem Wiederaufbau der Einspritzpumpe von diesen Stellungen ausgegangen werden kann.

Das Nachstellen der Führungen erfolgt dann wieder nach den Auspufftemperaturen jeden Zylinders beim Probelauf des Motors. Die Temperaturmessung soll möglichst nicht mit der Pyrometeranlage erfolgen, sondern es soll an den Zylinderköpfen ein Stickstoffthermometer eingeführt werden.

Korrekturen der Einstellung der Einspritzpumpe mit Vorströmbohrung BVM-Motoren

Wenn der Anbau des Pumpenunterteiles nach den beschriebenen Einstellmarken beendet ist und die Leichtgängigkeit des Wellenstranges Antriebswelle — Einspritzpumpe gewissenhaft überprüft wurde, sowie die Befestigungsschrauben am Gestell und die Pumpenkupplungsschrauben festgezogen wurden, müssen bei der BVM-Pumpe die Stößeldruckschrauben aller Pumpenelemente auf die Grundeinstellung mittels Tiefenmaß eingestellt werden, da die Stellung der Stößeldruckschrauben bei der BVM-Pumpe die Höhe der Zünddrücke beeinflusst.

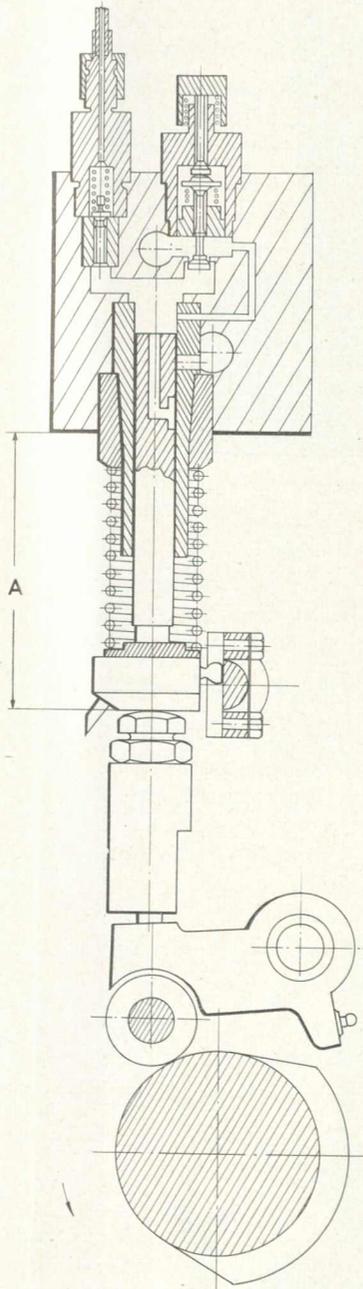


Bild 45

Das einzustellende Maß „A“ von Oberkante Pumpenunterteil zur Stößeldruckschraube beträgt bei der Einspritzpumpe für Motor BVM 536 „A“ = 97,2 mm (siehe Bild).

Zur richtigen Einstellung dieses Maßes „A“ muß die Rolle jedes einzelnen Pumpenelementes satt auf dem Grundkreis des Nockens aufliegen. Um dies zu gewährleisten, ist die Rollenhebefeder zu entfernen und der Pumpenstößel mit der Hand auf den Nocken Grundkreis zu drücken.

Nach dem Einstellen des Maßes „A“ muß zunächst das Pumpenoberteil aufgebaut werden.

Beim Aufsetzen des Oberteiles ist zu beachten, daß die Kugelbolzen der einzelnen Kolben in die Führungen auf der Regelstange ohne Anstoßen eingeleiten, damit sie nicht verbogen werden und dadurch Schwierigkeiten bei der Regelung der Einspritzpumpe entstehen.

Dann wird die Einspritzpumpe und das Förderpumpengehäuse mit Schmieröl aufgefüllt (siehe Seite 13).

Nach Beendigung dieser Arbeiten wird der Motor allgemein auf den Probelauf vorbereitet. (Siehe Inbetriebnahme des Motors Seite 12 und Entlüften des Kraftstoffsystems Seite 15).

Nach dem Anlassen wird der Motor allmählich auf Betriebswärme gefahren. Zeigen sich irgendwelche Mängel, so sind diese sofort abzustellen. Beachte besonders die Anweisungen Seite 47.

Während des Warmlaufens des Motors ist die Indizierung vorzubereiten.

Das Indizieren ist eine unerläßliche Maßnahme, um sich zu überzeugen, ob die Zünddrücke aller Zylinder mit den Angaben im Abnahmeprotokoll übereinstimmen.

Der Indikator muß vollkommen in Ordnung sein, wenn man einwandfreie Diagramme erhalten will. Der Kolben des Indikators mit dem Schreibzeug muß sich bei abgenommener Feder spielend leicht bewegen lassen.

Die Indikatorhöhe an den Zylinderköpfen sind vor dem Aufschrauben des Indikators zu öffnen und zur Reinigung während 2—3 Zündungen des laufenden Motors durchzublasen.

Nach je 4—5 Diagrammen ist der Kolben herauszunehmen und mit einem leichten harz- und säurefreien Öl (Knochenöl) zu schmieren.

Höhe der Zünddrücke

Der höchstzulässige Zünddruck bei BVM-Motoren ist 60 atü. Wenn auf diesen Zünddruck eingestellt wird, darf eine Streuung zwischen den einzelnen Zylindern oder zwischen der Drehrichtung „Voraus“ und „Zurück“ nur in Richtung niedrigerer Zünddrücke zugelassen werden. Die Streuung soll höchstens 3 atü betragen. Bei einer Einstellung auf niedrigere Zünddrücke als 60 atü, dürfen die Streuungen auch in Plusrichtung zugelassen werden, soweit damit die Höchstgrenze von 60 atü Zünddruck nicht überschritten wird. Die Höhe der Zünddrücke muß immer in beiden Fahrtrichtungen festgestellt werden.

Nachstellen der Einspritzpumpen-Elemente für VM- und BVM-Motoren

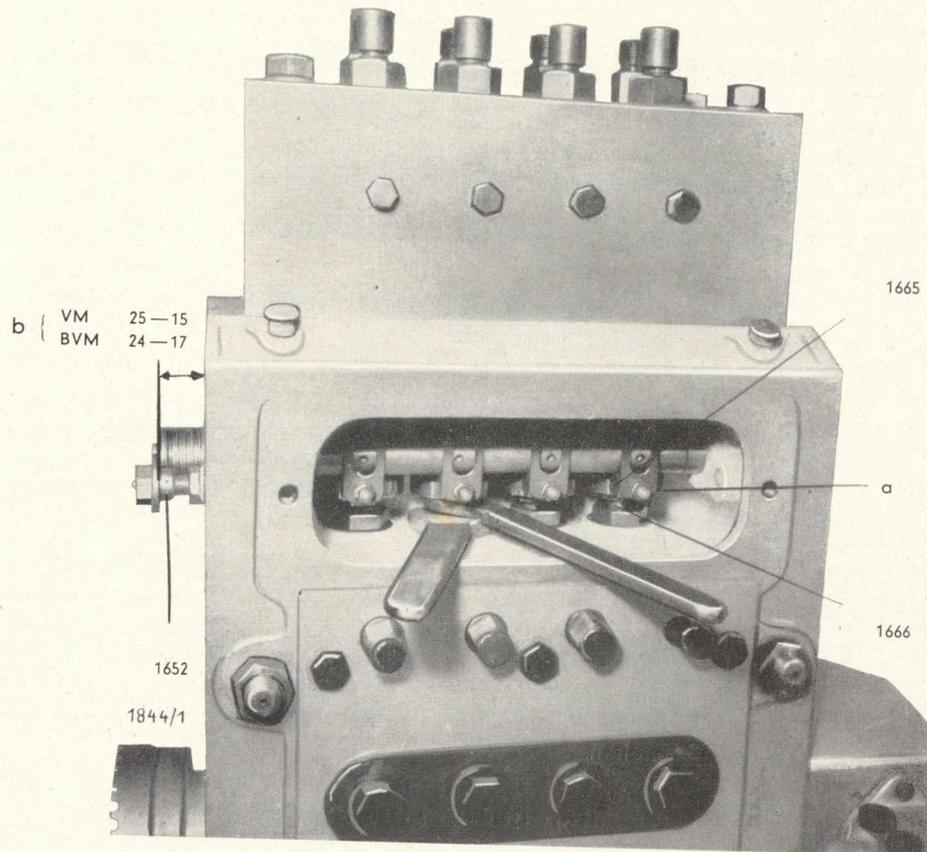


Bild 46

- a) Nachstellen der Stößeldruckschrauben
- b) Höchstmengenbegrenzung und Nullförderung
- c) bei VM-Einspritzpumpe 25—15
- e) bei BVM 536 Einspritzpumpe 24—17

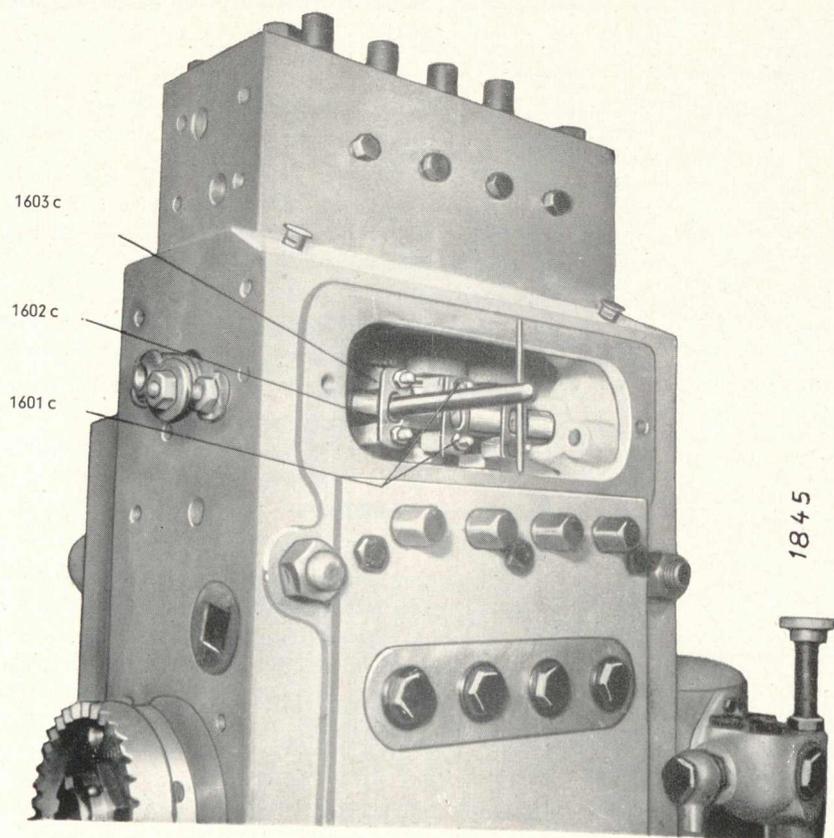


Bild 47

Nachstellen der Führungen (Reiter) auf der Regelstange bei BVM-Einspritzpumpen
Werkzeug Nr. 6304b

Einstellung der Zünddrücke bei BVM-Motoren

- a) Die Zünddrücke werden, wenn sie allgemein bei allen Zylindern zu hoch oder zu niedrig sind, durch Nachstellen des Einstellringes der Pumpenkupplung korrigiert.

Ein Verdrehen der Nockenwelle zur Kurbelwelle wird durch Versetzen der beiden Kupplungshälften an dem beiderseits verzahnten Einstellring erreicht.

Die Feineinstellung mittels des Einstellringes wird durch die verschiedene Zahnteilung der Stirnverzahnung der Kupplungshälften und des Einstellringes ermöglicht. Die Kupplungshälfte der Antriebswelle hat 31 Zähne, die Kupplungshälfte der Pumpenwelle 34 Zähne. Soll die Nockenwelle um 1° voraus verstellt werden, dann ist die gröbere Verzahnung um einen Zahn voraus und die feinere Verzahnung um einen Zahn zurück zu setzen.

Zur Einstellung der Pumpenkupplung wird auf der Antriebsseite der Haubenflansch Nr. 1627 der Pumpenkupplung auf dem Schutzrohr zurückgeschoben und die Kupplungsschrauben gelöst.

Auf der Förderpumpenseite der Einspritzpumpe muß der Deckel Nr. 1617b und die Kraftstoffförderpumpe mit Führungsgehäuse (1665a und 1604b) entfernt werden, um die Nockenwelle soweit in die Einspritzpumpe hineinschieben zu können, daß die Verzahnung der Kupplung frei wird.

Beim Verbinden der Kupplungshälften nach Einstellung des Einstellringes ist auf das Flankenspiel des Einstellringes zu achten.

Wenn der Einstellring 1624c (Seite 101) gegen die linke Kupplungshälfte gedrückt wird, soll in der rechten Planverzahnung ein Spiel von 0,2 mm vorhanden sein.

- b) Wenn keine allgemeine Einstellung der Zünddrücke notwendig ist, und nur die Zünddrücke der einzelnen Zylinder gegeneinander abgestimmt werden sollen, wird die Korrektur nicht mit der Pumpenkupplung, sondern mit den Stößeldruckschrauben vorgenommen.

Herunterschrauben der Stößeldruckschrauben vermindert den Zünddruck. $\frac{1}{8}$ Umdrehung des Schraubenkopfes, gleich einer Sechskantseite, entspricht einer Verstellung des Zünddruckes von etwa 2 atü.

Wenn es erforderlich ist, die Stößeldruckschrauben höher zu stellen, muß man anschließend die Pumpenkolben mit der Exzenterwelle hochstellen.

Dann kontrolliert man durch Nachheben des Pumpenstößels mit einem Schraubenzieher, ob der Kolben des Pumpenelementes mit seinem oberen Ende nicht an das Pumpengehäuse anstößt.

Nachregulieren der Fördermenge bei BVM-Motoren

Die Kugelzapfen der Pumpenkolben greifen in die auf der Regelstange befindlichen Führungen (Reiter) ein und geben damit jedem Kolbenschlitz eine bestimmte Stellung der Regelstange. Die Einstellung dieser Führungen soll so sein, daß alle Zylinder des Motors die gleiche Kraftstoffmenge eingespritzt erhalten. Durch Verschieben der Regelstange in die innere Endlage muß die Kraftstoff-Förderung der Einspritzpumpe zu den Einspritzventilen mit Sicherheit ausgeschaltet sein.

Das Nachregulieren der Fördermenge wird durch Verschieben der Führungen auf der Regelstange vorgenommen. Die Klemmfedern 1602c und die Führungen (Reiter) 1603c werden durch die Muttern 1601c auf der Regelstange soweit gelöst, daß die Führungen gleiten können.

Dann wird das Einstellwerkzeug (6304b) eingesetzt und damit die Führungen verschoben.

Die Kraftstoff-Förderung wird bei 1,2 mm Verschiebung der Führung um 10% geändert. Normalerweise entspricht dies einer Änderung der Auspufftemperatur von 30—40° C.

Die Verschiebung in Richtung Regler vergrößert die Füllung und erhöht die Auspufftemperatur.

Neueinstellung der Nockenwelle der Einspritzpumpe BVM mittels der Meßuhr (Werkzeug Nr. 6302b) bei umsteuerbaren Schiffsmotoren

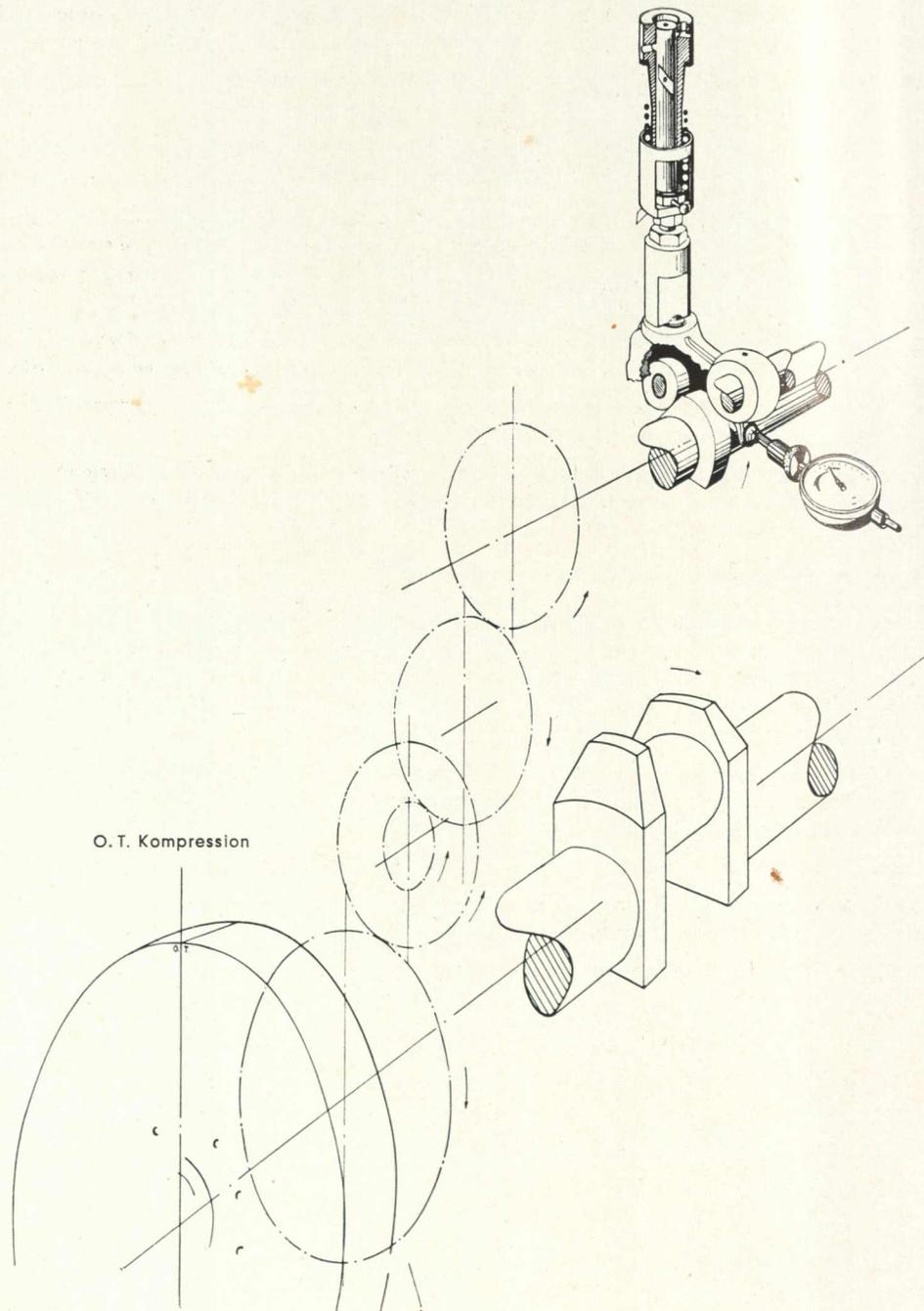
Sollte beim Anbau einer neuen Einspritzpumpe oder ein Auswechseln der Nockenwelle der Einspritzpumpe die Einstellung nach den Markierungen nicht die gleichen Zünddrücke in beiden Drehrichtungen ergeben, so muß die Kupplung der Nockenwelle mit der Meßuhr eingestellt werden, wie untenstehendes Bild zeigt.

Die Meßuhr wird in den Deckel mit der Vorrichtung eingeschraubt und 5—10 mm vorgespannt. Diese Vorspannung ist notwendig, da sich der Zeiger der Meßuhr beim Anhub des Pumpenkolbens nach rückwärts bewegt.

Das Bild zeigt die Kurbelwelle im O.T. Kompression. Bei dieser Kurbelwellenstellung muß der Pumpenkolben des Zylinders 1 einen Hub von

4,25 mm = 1,96 mm auf der Meßuhr

anzeigen. Bei 8-Zylinder-Motoren ist diese Einstellung mit Zylinder 5 zu wiederholen.



**Analysendaten
der Kraftstoffe und Schmieröle**

Analysendaten

Abbildungen

Analysendaten der Kraftstoffe

Das Siedeverhalten des Kraftstoffes wird durch Destillation bestimmt und die einzelnen Anteile, die bei bestimmten Temperaturen übergehen, in einer Siedekurve festgehalten.

Das Siedeverhalten ist für Dieselmotoren von geringer motortechnischer Bedeutung. Wichtiger ist es bei Kraftstoffen für Ottomotoren, weil daraus Rückschlüsse auf die Gemischbildung, Startfreudigkeit und Schmierölverdünnung gezogen werden können.

Viskosität oder Zähigkeit einer Flüssigkeit ist, physikalisch ausgedrückt, der Widerstand den eine Flüssigkeit der Verschiebung benachbarter Schichten bei einer bestimmten Temperatur entgegensetzt.

Dieser Widerstand wird die dynamische Zähigkeit z genannt, wenn sie im technischen Maßsystem gemessen ist.

Direkt meßbar ist die kinematische Zähigkeit V_k , aus der die dynamische Zähigkeit durch Multiplikation mit der Dichte errechnet werden kann.

Als Maß der kinematischen Zähigkeit V_k gelten cSt (Centistokes), sie wird heute mit den älteren konventionellen Zähigkeitsmaßen allgemein angegeben, da sie letztere mit der Zeit verdrängen soll.

In Deutschland ist noch das Engler-Viskosimeter üblich, das die Ausflußzeit von 200 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit als ein Vielfaches der Ausflußzeit von Wasser bei 20° C mißt und diese Verhältniszahl als „Englergrade“ = E° der Zähigkeit der Flüssigkeit angibt.

In England wird das Redwood-Viskosimeter benutzt und als Maß der Zähigkeit dient die Zeit in Sekunden, die der Auslauf von 50 ccm Flüssigkeit erfordert. Die in Betracht kommende Bezeichnung des Maßes für Dieselmotoren ist: Redwood I Sekunden = RI. In Amerika wird für Mineralölprodukte ein ähnliches Viskosimeter nach Saybolt benutzt und als Maß für Dieselmotoren dient die Ausflußzeit in Saybolt-Universal-Sekunden = S.U.

Die konventionellen Maße E - RI - S.U. der Zähigkeit stehen zueinander in Beziehung, wie eine Vergleichstabelle angibt. Für die kinematische Zähigkeit V_k ist die Vergleichstabelle in den Bereich der niedrigen Viskositäten $V_k = 1,0$ bis 9,5 nur annähernd.

Mineralölprodukte ändern ihre Zähigkeit mit der Temperatur. Darum ist es möglich im Dieselmotor auch noch relativ hochviskose Kraftstoffe von etwa 6 E bei 20° C = 185 RI = 208 S. U. bei Betriebstemperatur zu verwenden, wenn eine Vorwärmung des Kraftstoffes vorgesehen ist.

Das spez. Gewicht des Kraftstoffes, auch Wichte genannt

Die Wichte des Kraftstoffes gibt an, wievielmals schwerer eine Raumeinheit Kraftstoff bei 15° C \approx 60° F als Wasser bei 4° C ist.

Unter Gasölen versteht man denjenigen Anteil des Erdöles, der zwischen einer Wichte von 0,820—0,860 schwankt. Marineöle sind schwerer und schwanken zwischen 0,850—0,920.

Die Wichte allein erlaubt keine zuverlässigen Schlüsse auf das motorische Verhalten des Kraftstoffes, sie dient hauptsächlich als Umrechnungsfaktor für Gewicht und Volumen.

In Amerika wird die Wichte in API-Graden angegeben.

$$API^\circ = \frac{141,5}{\text{Wichte bei } 15,6^\circ \text{ C}} - 131,5;$$

Bei handelsüblichen Dieselmotoren besteht eine Abhängigkeit zwischen Wichte und Zündwilligkeit (siehe auch unter Cetanzahl). Die Zündwilligkeit nimmt mit steigender Wichte ab.

Flammpunkt

Der Flammpunkt eines Kraftstoffes ist im allgemeinen lediglich wegen der behördlichen Lagervorschriften von Bedeutung. Zu seiner Bestimmung werden offene Tiegel oder geschlossene Tiegel verwendet. Flammpunkte im offenen Tiegel gemessen, liegen etwa um 12—20° höher, als die im geschlossenen Gerät nach Pensky-Martens.

Der Flammpunkt ist jene niedrigste Temperatur, bei der über der Oberfläche des Kraftstoffes die entwickelten Gase mit der Luft ein brennbares Gemisch bilden, das bei Annäherung einer Zündquelle sich entzündet, ohne daß die Flamme weiterbrennt.

Stockpunkt

Der Stockpunkt ist die Temperatur, bei welcher der Kraftstoff durch Abkühlung so steif wurde, daß er nicht mehr zu fließen vermag. Deutsche Normvorschrift DIN 53662.

Schwefelgehalt des Kraftstoffes

Bei hohem Schwefelgehalt (siehe Spezifikationstabelle Seite 17) ist es zweckmäßig, die Motoren so warm wie möglich zu fahren, um Korrosionsangriffe zu vermeiden. Die Umlaufkühlung, die heute mit seltenen Ausnahmen bei allen Schiffsmotoren und größeren Schiffshilfsmotoren verwendet wird, gewährleistet am besten ein konstant hohes Temperaturniveau.

Der Schwefelgehalt des Kraftstoffes gibt allerdings keinen zuverlässigen Aufschluß über das Ausmaß der Korrosionsgefährdung. Störungen werden hauptsächlich durch „aktiven“, d. h. reaktionsfähigen, Schwefel verursacht. Dieser kann schon in Spuren stark angreifend wirken, insbesondere Kupfer gegenüber. (Bruch von Kraftstoffleitungen aus Kupfer, die darum nicht mehr angewandt werden.) Schwefelhaltige Kraftstoffe können Anfressungen in den Auspuffleitungen hervorrufen, wenn durch Abkühlung der Auspuffgase ausgeschiedenes Wasser vorhanden ist. Der Korrosionsangriff auf verschiedene Leichtmetalle und andere Baustoffe ist nicht restlos geklärt, da sich eine Gesetzmäßigkeit schlecht erkennen läßt.

Organische Säuren

Der Kraftstoff soll keine organischen Säuren enthalten, da diese unter Umständen bereits in Spuren Angriffe auf Metall verursachen können. Der Nachweis organischer Säuren läßt jedoch noch keinen Schluß auf etwaige korrosive Eigenschaften des Kraftstoffes zu. Aus diesem Grunde ist eine Begrenzung des Gehaltes an organischen Säuren in den Spezifikationen nicht enthalten. Statt dessen wurde die Zinkkorrosion eingeführt.

Kupferstreifentest

Freier „aktiver Schwefel“ und andere korrodierende Verunreinigungen des Kraftstoffes werden allgemein durch den Kupferstreifentest nachgewiesen. Ein blankgeschmigelter Kupferstreifen wird in einem Gefäß mit Rücklaufkühler bei 50° C oder bei 212° F 3 Stunden belassen. Eine eventuelle Verfärbung des Kupferstreifens läßt Schlüsse auf die Korrosionsgefahr zu, wobei leichtere Anlauffarben noch zulässig sind.

Zinkkorrosion

Die Korrosionsneigung des Dieselmotorkraftstoffes wird außerdem durch die Gewichtsabnahme eines Zinkstreifens von 10×100 mm bestimmt, der 24 Stunden bei 100° C im Kraftstoff getaucht ist. Die Gewichtsabnahme soll 4 mg nicht überschreiten. DIN 51779

Verkokungszahl nach Conradson

Die Verkokungsneigung eines Kraftstoffes im Motor stimmt nach deutschen Versuchen am besten mit der Verkokungsneigung nach dem Conradson-Test überein, obwohl auch dieser nur einen Anhaltswert darstellt.

Die Verkokungsneigung des Kraftstoffes führt zu Verkokungen der Düsen der Einspritzventile und man muß daher bei Kraftstoffen mit einer Verkokungszahl nach Conradson von über 0,5 % gekühlte Einspritzventile verwenden. Es können aber auch bei Kraftstoffen mit einer Verkokungszahl von 0,1—0,5 % schon Schwierigkeiten bei ungekühlten Einspritzventilen auftreten.

Bei dem Conradson-Test werden 10 g des Kraftstoffes in einem Tiegel erhitzt; dies führt zu einer Entwicklung brennbarer Dämpfe. Wenn die Dämpfe zu brennen aufhören, wird der Tiegel auf Rotglut erhitzt; dann der Koksrückstand im Tiegel gewogen. DIN 51551

Ramsbottom-Test. ASTM D 524-42 gibt den Ramsbottom-Test für Dieselmotorkraftstoffe an. Bei diesem Test wird in einer genormten Bombe eine 4-g-Probe des Kraftstoffes 20 Minuten lang auf 550° C erhitzt. (Diese Untersuchungsmethode ist in Deutschland nicht gebräuchlich).

Wasser im Kraftstoff

Wenn Wasserspuren, die im Kraftstoff gelöst waren, bei Abkühlung ausscheiden, können sie in Verbindung mit Eisen, Rost bilden und mit einigen Leichtmetallen Gallerten. Mit freiem aktivem Schwefel bildet Wasser im Kraftstoff schweflige Säure oder Schwefelsäure (siehe unter Schwefel), die stark korrodierend wirken.

Wasser und Sedimente

In dem ASTM Normvorschlag D 49-47T werden die Anteile der festen Verunreinigungen in Dieselmotorkraftstoffen zusammen mit dem Wassergehalt durch Ausschleudern bestimmt.

Sedimente

Sedimente sind feinstverteilte feste Fremdkörper, die im Kraftstoff schwimmen. Sie stammen meist aus den Transportbehältern und können zur Schlamm- und Koksbildung im Motor beitragen.

Aschegehalt

Unter Asche versteht man die unverbrennbaren Anteile des Kraftstoffes. Der Aschegehalt in g je 100 g Kraftstoff, oder in Gewichts-% angegeben, ermöglicht einen Anhalt für den zu erwartenden Zylinderverschleiß bei Verbrennung des Kraftstoffes. Gute Dieselmotorkraftstoffe weisen einen Aschegehalt von unter 0,05 % auf. Deutsche Norm DIN 53657.

Cetanzahl

Die Zündwilligkeit eines Diesekraftstoffes wird durch die Cetanzahl ausgedrückt. Die Cetanzahl ist derjenige Anteil in Raum-% Cetan, einer Mischung von Cetan mit α -Methylnaphthalin, die dem zu prüfenden Diesekraftstoff im Zündverzug gleichkommt. Je höher die Cetanzahl ist, desto zündwilliger ist der Kraftstoff.

Der Zündverzug, also die Zeit zwischen der Einspritzung und dem Zündbeginn, ändert sich aber nicht im gleichen Maße wie die Cetanzahl. Wenn wegen ungenügender Zündwilligkeit des Kraftstoffes der Zündverzug zu groß wird (größer als etwa 0,002 sec), dann sammelt sich eine so große Kraftstoffmenge im Verbrennungsraum an, daß ihre schließliche Entflammung eine sehr heftige, schlagartige Drucksteigerung auslöst. Dies ruft das Klopfen oder „Nageln“ des Dieselmotors hervor und wirkt ungünstig auf die Triebwerksteile ein.

(Das Wichteverfahren zur Bestimmung der Cetanzahl von Heinze und Marder ist nur eine Anhaltsregel)

Heizwert

Flüssige Kraftstoffe werden mit dem oberen Heizwert gehandelt. Für die motorische Verbrennung ist der untere Heizwert maßgebend, der etwas tiefer liegt, weil die aus dem Verbrennungswasser bei Kondensation freigewordene Wärmemenge abgezogen ist.

Der Heizwert handelsüblicher Diesekraftstoffe steht in enger Beziehung zu ihrer Wichte und läßt sich annähern auf geeichten therm. Spindeln (nach Marder) unmittelbar ablesen. (Genauere Bestimmung im Kalorimeter). Der Heizwert wird nach DIN DVM 3716 in kcal/kg angegeben und nach der amerikanischen Norm in BTU/lbs = British Thermal Unit pro (engl.) Pfund.

Analysendaten der Schmieröle

Der Ölfilm an der Zylinderwand

Der Zylinder wird während der Expansion mit Gasen von 2500—1700° gefüllt, und die Temperatur geht während des Auspuffhubes auf äußerst 500—350° zurück. Diese hohen Gastemperaturen haben vielfach zu der Annahme geführt, daß das Öl an der Zylinderwand oberhalb des Kolbens im Expansionsraum verbrennen muß, weil diese Temperaturen weit über dem Brennpunkt des Schmieröles liegen.

Tatsächlich ist dieses aber nicht der Fall. Das Öl haftet an der Zylinderwand in so dünner Schicht, daß es in seiner Temperatur nur von der Zylindertemperatur abhängig ist.

Die Zylinderlaufbahn muß von einem schlierenfreien Ölfilm von so geringer Stärke überzogen sein, daß diese durch die Kühlwirkung des Zylinders von der Verbrennung durch die Ladung weitgehend geschützt ist und die Schmierung des Kolbens bis zur oberen Kolbenkante (beim Einwärtslauf) im Zylinder sichert.

Ölabbrand und Ölverbrauch

Unter der Annahme, daß je Umdrehung ein Drittel des Ölfilmes an der Zylinderwand verbrennen würde, ergibt sich für einen stationären Diesel-6-Zylinder-Motor rechnerisch ein stündlicher Ölverbrauch von 29 Liter, der tatsächliche Ölverbrauch beträgt aber nur ca. 2 Liter. Dies ist ein Beweis dafür, daß der Ölfilm an der Zylinderwand während des Arbeitshubes nicht verbrennt, sondern nur überschüssiges Schmieröl.

Die Beanspruchung des Öles hängt im Motor in starkem Maße vom Betriebszustand, dem verwendeten Kraftstoff und der Belastung des Motors ab, also von drei Faktoren, deren gegenseitige Wechselwirkung auf das Schmieröl sich nicht ohne weiteres beurteilen lassen. Es ist darum auch völlig abwegig, nach dem besten Schmieröl zu suchen, das für einen besonderen Fall geeignet wäre, da nach Ablauf eines Jahres, nachdem ein anderer Betriebszustand eingetreten ist, die so sorgsam gewählte Ölsorte nicht mehr den neuen Verhältnissen entsprechen würde.

Der Schwefelgehalt des Kraftstoffes gibt allerdings keinen zuverlässigen Aufschluß über das Ausmaß der Korrosionsgefährdung. Störungen werden hauptsächlich durch „aktiven“, d. h. reaktionsfähigen, Schwefel verursacht. Dieser kann schon in Spuren stark angreifend wirken, insbesondere Kupfer gegenüber. (Bruch von Kraftstoffleitungen aus Kupfer, die darum nicht mehr angewandt werden.) Schwefelhaltige Kraftstoffe können Anfressungen in den Auspuffleitungen hervorrufen, wenn durch Abkühlung der Auspuffgase ausgeschiedenes Wasser vorhanden ist. Der Korrosionsangriff auf verschiedene Leichtmetalle und andere Baustoffe ist nicht restlos geklärt, da sich eine Gesetzmäßigkeit schlecht erkennen läßt.

Organische Säuren

Der Kraftstoff soll keine organischen Säuren enthalten, da diese unter Umständen bereits in Spuren Angriffe auf Metall verursachen können. Der Nachweis organischer Säuren läßt jedoch noch keinen Schluß auf etwaige korrosive Eigenschaften des Kraftstoffes zu. Aus diesem Grunde ist eine Begrenzung des Gehaltes an organischen Säuren in den Spezifikationen nicht enthalten. Statt dessen wurde die Zinkkorrosion eingeführt.

Kupferstreifentest

Freier „aktiver Schwefel“ und andere korrodierende Verunreinigungen des Kraftstoffes werden allgemein durch den Kupferstreifentest nachgewiesen. Ein blankgeschmigelter Kupferstreifen wird in einem Gefäß mit Rücklaufkühler bei 50° C oder bei 212° F 3 Stunden belassen. Eine eventuelle Verfärbung des Kupferstreifens läßt Schlüsse auf die Korrosionsgefahr zu, wobei leichtere Anlauffarben noch zulässig sind.

Zinkkorrosion

Die Korrosionsneigung des Diesekraftstoffes wird außerdem durch die Gewichtsabnahme eines Zinkstreifens von 10×100 mm bestimmt, der 24 Stunden bei 100° C im Kraftstoff getaucht ist. Die Gewichtsabnahme soll 4 mg nicht überschreiten. DIN 51779

Verkokungszahl nach Conradson

Die Verkokungsneigung eines Kraftstoffes im Motor stimmt nach deutschen Versuchen am besten mit der Verkokungsneigung nach dem Conradson-Test überein, obwohl auch dieser nur einen Anhaltswert darstellt.

Die Verkokungsneigung des Kraftstoffes führt zu Verkokungen der Düsen der Einspritzventile und man muß daher bei Kraftstoffen mit einer Verkokungszahl nach Conradson von über 0,5 % gekühlte Einspritzventile verwenden. Es können aber auch bei Kraftstoffen mit einer Verkokungszahl von 0,1—0,5 % schon Schwierigkeiten bei ungekühlten Einspritzventilen auftreten.

Bei dem Conradson-Test werden 10 g des Kraftstoffes in einem Tiegel erhitzt; dies führt zu einer Entwicklung brennbarer Dämpfe. Wenn die Dämpfe zu brennen aufhören, wird der Tiegel auf Rotglut erhitzt; dann der Koksrückstand im Tiegel gewogen. DIN 51551

Ramsbottom-Test. ASTM D 524-42 gibt den Ramsbottom-Test für Diesekraftstoffe an. Bei diesem Test wird in einer genormten Bombe eine 4-g-Probe des Kraftstoffes 20 Minuten lang auf 550° C erhitzt. (Diese Untersuchungsmethode ist in Deutschland nicht gebräuchlich).

Wasser im Kraftstoff

Wenn Wasserspuren, die im Kraftstoff gelöst waren, bei Abkühlung ausscheiden, können sie in Verbindung mit Eisen, Rost bilden und mit einigen Leichtmetallen Gallerten. Mit freiem aktivem Schwefel bildet Wasser im Kraftstoff schweflige Säure oder Schwefelsäure (siehe unter Schwefel), die stark korrodierend wirken.

Wasser und Sedimente

In dem ASTM Normvorschlag D 49-47T werden die Anteile der festen Verunreinigungen in Diesekraftstoffen zusammen mit dem Wassergehalt durch Ausschleudern bestimmt.

Sedimente

Sedimente sind feinstverteilte feste Fremdkörper, die im Kraftstoff schwimmen. Sie stammen meist aus den Transportbehältern und können zur Schlamm- und Sedimentbildung im Motor beitragen.

Aschegehalt

Unter Asche versteht man die unverbrennbaren Anteile des Kraftstoffes. Der Aschegehalt in g je 100 g Kraftstoff, oder in Gewichts-% angegeben, ermöglicht einen Anhalt für den zu erwartenden Zylinderverschleiß bei Verbrennung des Kraftstoffes. Gute Dieselöle weisen einen Aschegehalt von unter 0,05 % auf. Deutsche Norm DIN 53657.

Cetanzahl

Die Zündwilligkeit eines Diesekraftstoffes wird durch die Cetanzahl ausgedrückt. Die Cetanzahl ist derjenige Anteil in Raum-% Cetan, einer Mischung von Cetan mit α -Methylnaphthalin, die dem zu prüfenden Diesekraftstoff im Zündverzug gleichkommt. Je höher die Cetanzahl ist, desto zündwilliger ist der Kraftstoff.

Der Zündverzug, also die Zeit zwischen der Einspritzung und dem Zündbeginn, ändert sich aber nicht im gleichen Maße wie die Cetanzahl. Wenn wegen ungenügender Zündwilligkeit des Kraftstoffes der Zündverzug zu groß wird (größer als etwa 0,002 sec), dann sammelt sich eine so große Kraftstoffmenge im Verbrennungsraum an, daß ihre schließliche Entflammung eine sehr heftige, schlagartige Drucksteigerung auslöst. Dies ruft das Klopfen oder „Nageln“ des Dieselmotors hervor und wirkt ungünstig auf die Triebwerksteile ein.

(Das Wichteverfahren zur Bestimmung der Cetanzahl von Heinze und Marder ist nur eine Anhaltsregel)

Heizwert

Flüssige Kraftstoffe werden mit dem oberen Heizwert gehandelt. Für die motorische Verbrennung ist der untere Heizwert maßgebend, der etwas tiefer liegt, weil die aus dem Verbrennungswasser bei Kondensation freigewordene Wärmemenge abgezogen ist.

Der Heizwert handelsüblicher Diesekraftstoffe steht in enger Beziehung zu ihrer Wichte und läßt sich angenähert auf geeichten therm. Spindeln (nach Marder) unmittelbar ablesen. (Genauere Bestimmung im Kalorimeter). Der Heizwert wird nach DIN DVM 3716 in kcal/kg angegeben und nach der amerikanischen Norm in BTU/lbs = British Thermal Unit pro (engl.) Pfund.

Analysendaten der Schmieröle

Der Ölfilm an der Zylinderwand

Der Zylinder wird während der Expansion mit Gasen von 2500—1700° gefüllt, und die Temperatur geht während des Auspuffhubes auf äußerst 500—350° zurück. Diese hohen Gastemperaturen haben vielfach zu der Annahme geführt, daß das Öl an der Zylinderwand oberhalb des Kolbens im Expansionsraum verbrennen muß, weil diese Temperaturen weit über dem Brennpunkt des Schmieröles liegen.

Tatsächlich ist dieses aber nicht der Fall. Das Öl haftet an der Zylinderwand in so dünner Schicht, daß es in seiner Temperatur nur von der Zylindertemperatur abhängig ist.

Die Zylinderlaufbahn muß von einem schlierenfreien Ölfilm von so geringer Stärke überzogen sein, daß diese durch die Kühlwirkung des Zylinders von der Verbrennung durch die Ladung weitgehend geschützt ist und die Schmierung des Kolbens bis zur oberen Kolbenkante (beim Einwärtslauf) im Zylinder sichert.

Ölabbrand und Ölverbrauch

Unter der Annahme, daß je Umdrehung ein Drittel des Ölfilmes an der Zylinderwand verbrennen würde, ergibt sich für einen stationären Diesel-6-Zylinder-Motor rechnerisch ein stündlicher Ölverbrauch von 29 Liter, der tatsächliche Ölverbrauch beträgt aber nur ca. 2 Liter. Dies ist ein Beweis dafür, daß der Ölfilm an der Zylinderwand während des Arbeitshubes nicht verbrennt, sondern nur überschüssiges Schmieröl.

Die Beanspruchung des Öles hängt im Motor in starkem Maße vom Betriebszustand, dem verwendeten Kraftstoff und der Belastung des Motors ab, also von drei Faktoren, deren gegenseitige Wechselwirkung auf das Schmieröl sich nicht ohne weiteres beurteilen lassen. Es ist darum auch völlig abwegig, nach dem besten Schmieröl zu suchen, das für einen besonderen Fall geeignet wäre, da nach Ablauf eines Jahres, nachdem ein anderer Betriebszustand eingetreten ist, die so sorgsam gewählte Ölsorte nicht mehr den neuen Verhältnissen entsprechen würde.

Will man sich davon überzeugen, ob ein „gutes brauchbares“ Schmieröl vorliegt, so kann man durch einen Ölchemiker folgende Analysendaten feststellen lassen:

1. Dichte
2. Viskosität
3. Temperaturabhängigkeit der Viskosität
4. Stockpunkt bzw. Fließbeginn
5. Harz- und Asphaltgehalt
6. Neutralisationszahl
7. Verseifungszahl.

Mit den ersten vier Angaben sind die wichtigsten physikalischen Eigenschaften eines Schmieröles erfaßt. Die übrigen Daten sind Kennziffern für die Sorgfalt der Herstellung des Öles und seiner Reinheit. (Erläuterung der Analysendaten siehe weiter unten).

In diesen Analysendaten ist die

- Notlaufeigenschaft
- Oxydationsneigung
- Neigung zur Schlamm- und Schmutzbildung
- Schmierfähigkeit

nicht erfaßt. Diese Eigenschaften sind nicht mit einfachen Mitteln festzustellen, teilweise sind die Untersuchungsmethoden dafür noch sehr umstritten.

Für den Gebrauch des Schmieröles im Motor sind gerade diese Eigenschaften von größter Bedeutung, denn in der Nähe des oberen Totpunktes liegt in der Zylinderlaufbuchse Grenzschmierung vor, d. h. daß hier der Ölfilm so verringert ist, daß teilweise eine direkte Berührung der Metalle der Zylinderlaufbuchse und des Kolbens stattfindet.

Reine Mineralöle sind in diesen Eigenschaften nicht so stark unterschieden, daß von einer besonders scharfen Ölauswahl allzu viel zu erwarten wäre. Reine Mineralöle haben sich im Rahmen normaler Beanspruchungen durchaus bewährt. In Bezug auf reine Mineralöle würde eine Untersuchung auf die letztgenannten Eigenschaften nur eine Überspitzung bedeuten.

Verwendung von HD-Ölen (heavy duty Öle)

In letzter Zeit werden auch von den deutschen Ölfirmen sogenannte HD-Öle in den Handel gebracht, die durch gewisse Zusätze die letztgenannten Eigenschaften verbessern.

Außerdem haben diese Zusätze die Fähigkeit, die sich im Betrieb bildenden Rückstände wie Kraftstoffruß, Ölkohle und Alterungsstoffe zu lösen und in fein verteilter Form in Lösung zu halten. Hierdurch werden insbesondere die pastenartigen Überzüge auf Kolben- und Zylinderlaufbuchsen und das Festsetzen von Kolben- und Ölresten möglichst verhindert. Sie wirken daher besonders auch den Erscheinungen entgegen, die infolge der jetzt im Handel befindlichen schlechteren Kraftstoffe auftreten. Durch weitere besondere Zusätze wird auch der schädliche Einfluß des erhöhten Schwefelgehaltes in den heutigen Kraftstoffen aufgehoben. Wir haben uns durch langwierige Versuche davon überzeugt, daß die HD-Öle sich tatsächlich gut bewähren und können ihre Verwendung empfehlen, ohne uns jedoch darauf festlegen zu wollen, da es uns unmöglich ist, alle im Handel befindlichen HD-Öle zu überprüfen. Wir bitten unsere Kundschaft, sich bezüglich der Verwendung der HD-Öle von namhaften Schmierölfirmen beraten zu lassen (siehe auch Seite 14).

HD-Öle können mit normalem Schmieröl gemischt werden, verlieren jedoch dann ihre besondere Wirksamkeit, so daß es zweckmäßig erscheint, HD-Öle sowohl für die Umlaufschmierung wie auch für die Frischölschmierung durch den Schmierapparat zu verwenden.

Inwieweit sich HD-Öle verschiedener Firmen vertragen, ist ungeklärt, und es ist daher ratsam, einen Wechsel des Öllieferanten nur anlässlich eines Ölwechsels im Motor vorzunehmen und in diesem Falle die Ölsümpfe und Ölleitungen sorgfältig zu reinigen.

Die gleiche Maßnahme ist zu treffen, wenn von normalem Mineralöl auf HD-Öl übergegangen wird. Am besten geht man wie folgt vor:

1. Ablassen des bisherigen Motorenöles bei warmgefahrter Maschine.
2. Reinigen der Ölsümpfe und Leitungen, am besten mit Nachspülen durch ein Spülöl, während einer Laufzeit von 15—20 Minuten.
3. Restloses Ablassen des Spülöles.
4. Einfüllen von HD-Öl mit normalem Ölwechsel.

Erläuterung der Analysendaten

Wir wollen hier nur auf die ersten vier genannten Analysendaten eingehen, da die übrigen doch nur vom Ölchemiker beurteilt werden können.

Die Wichte des Schmieröles = spezifisches Gewicht

Die Wichte des Schmieröles ist für die Dieselmotorenschmierung von geringer Bedeutung und deutet die Herkunft des Öles an. Paraffinbasierte (p e n s y l v a n i s c h e) Öle haben z. B. eine geringere Wichte wie Texasöle.

Die Zähigkeit = Viskosität

(Definition des Begriffes siehe Seite 111)

Die noch immer hervorstechendste Eigenschaft der Schmieröle ist ihre Zähigkeit, die richtig gewählt werden muß, um sowohl in den Lagern, als auch in den Zylindern, die richtige Festigkeit des Ölfilmes zu sichern. Für die Wahl der Ölviskosität ist nicht der Reibungsverlust maßgebend, den das Öl in einem Motor ergibt, sondern überwiegend die Betriebssicherheit des Motors. Für die Betriebssicherheit des Motors sind aber fünf Gesichtspunkte maßgebend, die sich bezüglich der Schmierölviskosität widersprechen.

1. Gutes Anlassen — verlangt dünnes Öl, um schnell die Anlaßdrehzahl zu erreichen.
2. Möglichste Vermeidung von Rückständen in den Kolbenringnuten — verlangt dünnes Öl, da dieses weniger zur Koksbildung neigt.
3. Gutes Ölpolster in den Kurbellagern — verlangt dickes Öl.
4. Kräftiger Ölfilm an der Zylinderwand — verlangt dickes Öl, um örtlichen Pressungen des Kolbenschaftes standzuhalten.
5. Ölverluste — verlangen dickes Öl —

Es ergibt sich daraus, daß die Ölauswahl bezüglich der Viskosität nur dadurch getroffen werden kann, daß man zwischen diesen Gesichtspunkten vermittelt und versucht, die bestmögliche Auswahl zu treffen, die von uns bereits auf Seite 14 festgelegt ist.

Die Temperaturabhängigkeit der Viskosität

Praktisch genommen kann man sagen, daß sämtliche üblichen Schmieröle für Motoren verschiedenster Viskosität bei 50° C, bei einer Temperatur von 180° C die gleiche Zähigkeit haben. Für das Anlassen des Motors ist die dynamische Zähigkeit bei den Temperaturen maßgebend, die vor dem Anlaßvorgang an den Zylinderwänden und in den Lagern herrschen. Je dicker das Öl bei diesen Temperaturen ist, desto mehr wird der Anlaßvorgang erschwert. Auch für den Durchflußwiderstand durch die Rohrleitungen ist die Viskosität bei niederen Temperaturen von Bedeutung.

Ein klares Bild darüber, wie sich ein Öl bei verschiedenen Temperaturen verhält, ist nur aus Viskositätskurven zu entnehmen, in denen die dynamische Zähigkeit als Funktion der Temperatur aufgetragen ist. Ein derartiges Temperaturblatt kann man vom Öllieferanten anfordern. Die Polhöhe bzw. der Viskositätsindex geben nur eine Aussage für den Ölspezialisten.

Stockpunkt und Kälteverhalten des Öles

Bei tieferen Temperaturen gehen die Öle allmählich von dem flüssigen Zustand in einen salbenartigen über. Die Schmieröle erstarren ohne ausgesprochenen „Gefrierpunkt“.

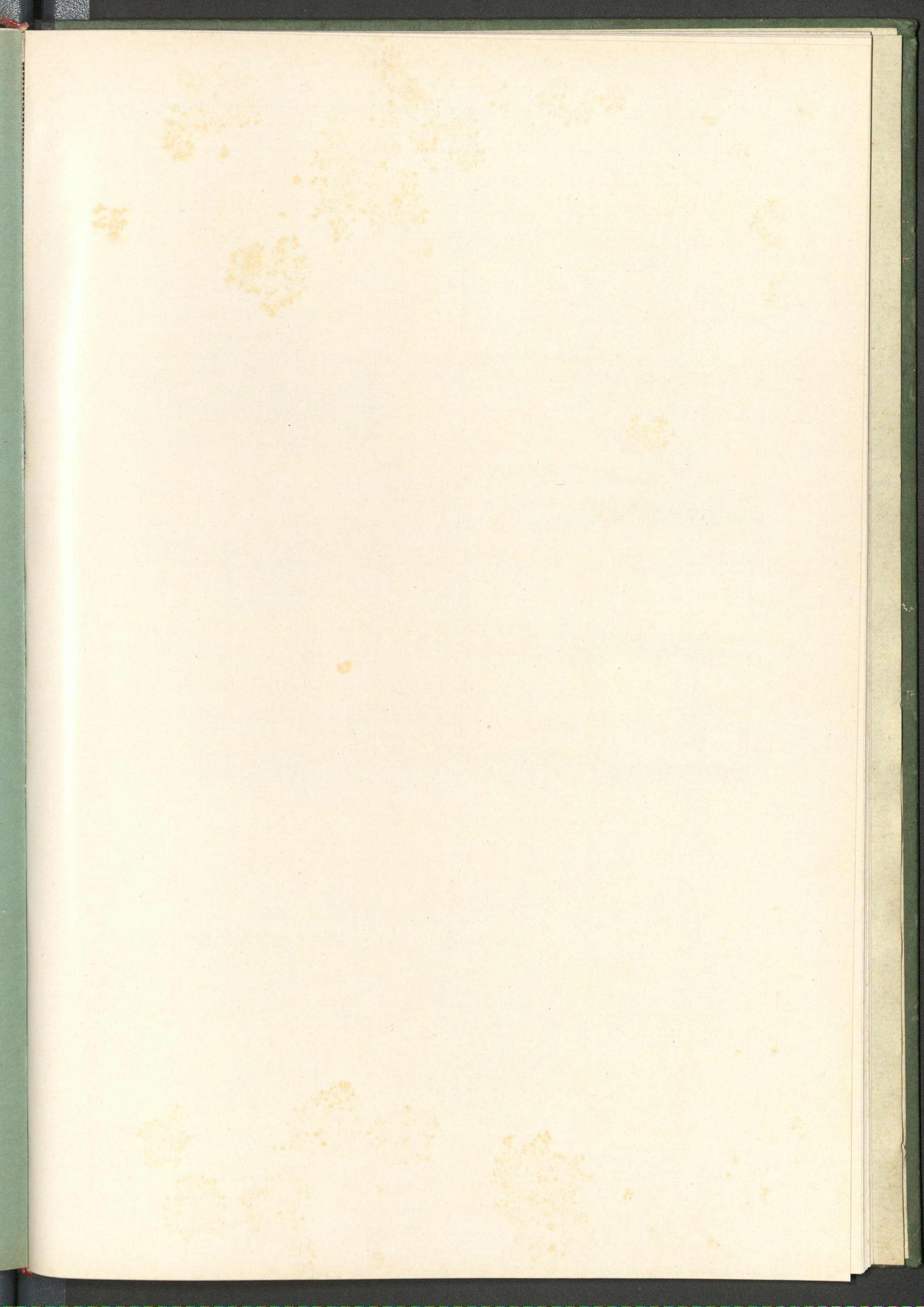
Das ist von Bedeutung für alle drucklosen Öler, für das Ansaugen der Ölpumpen, für Füllen und Entleeren von Tanks und so weiter.

Die Gefahrentemperatur, bei der das Öl unter eigenem Gewicht nicht mehr fließt, wird als Stockpunkt bezeichnet.

Das Stocken eines Öles ist auf die Ausbildung eines Skelettes von Paraffinkristallen zurückzuführen. Die Temperaturhöhe des Stockpunktes ist bei einem Öl durchaus nicht immer gleich, da der Stockpunkt sehr von der Dauer der Abkühlung abhängig ist.

Das Stocken des Öles ist gefährlich, weil es zu Verstopfungen der Ölkänaäle führen kann, auch dann, wenn dieses Stocken nur lokal an besonders kälteexponierten Stellen des Schmiersystems auftritt.

Abbildungen



Schema der Frischölschmierung durch den Schmierapparat für VM- und BVM-Motoren

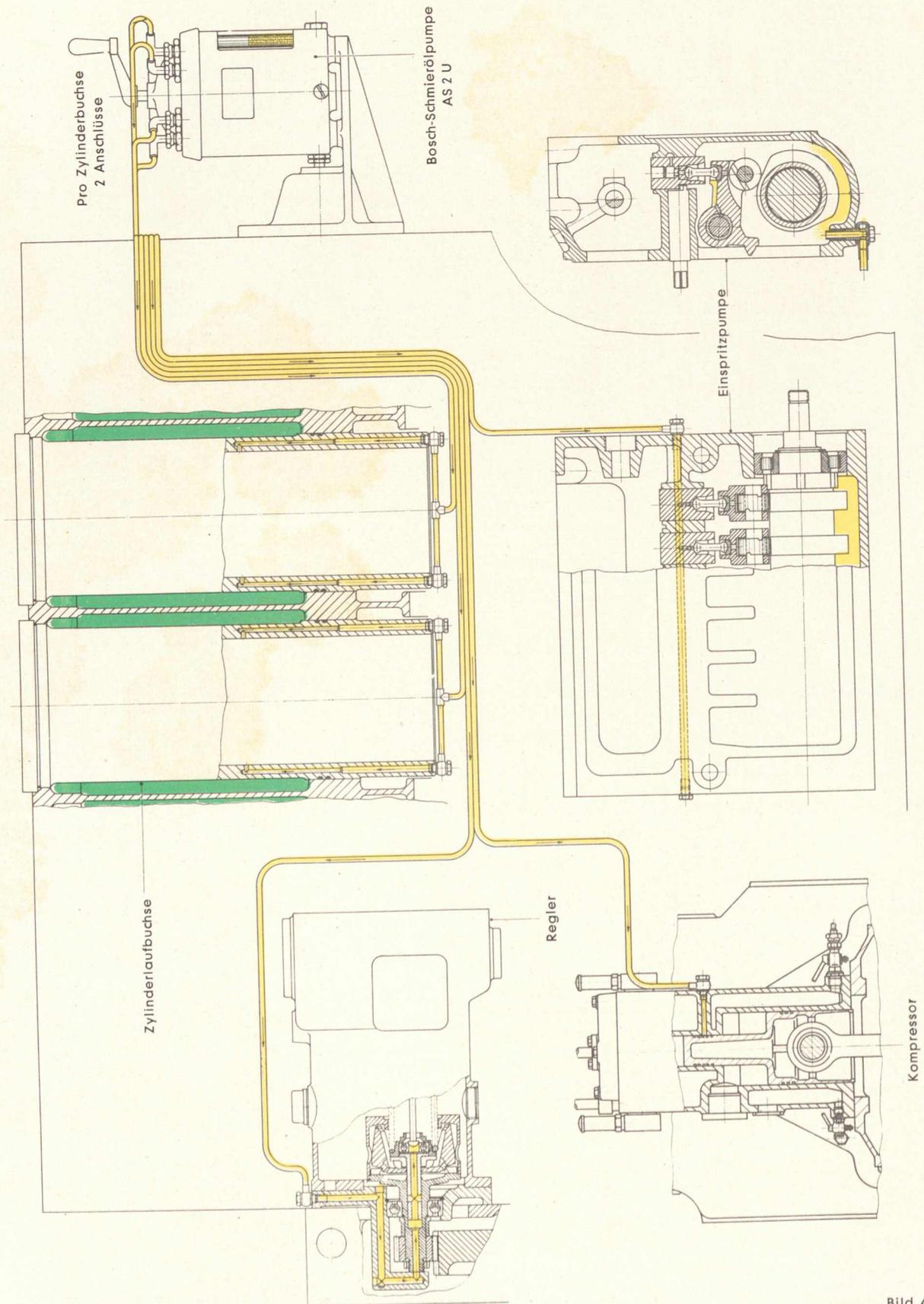


Bild 48

Umlaufschmierung für stationäre Motoren

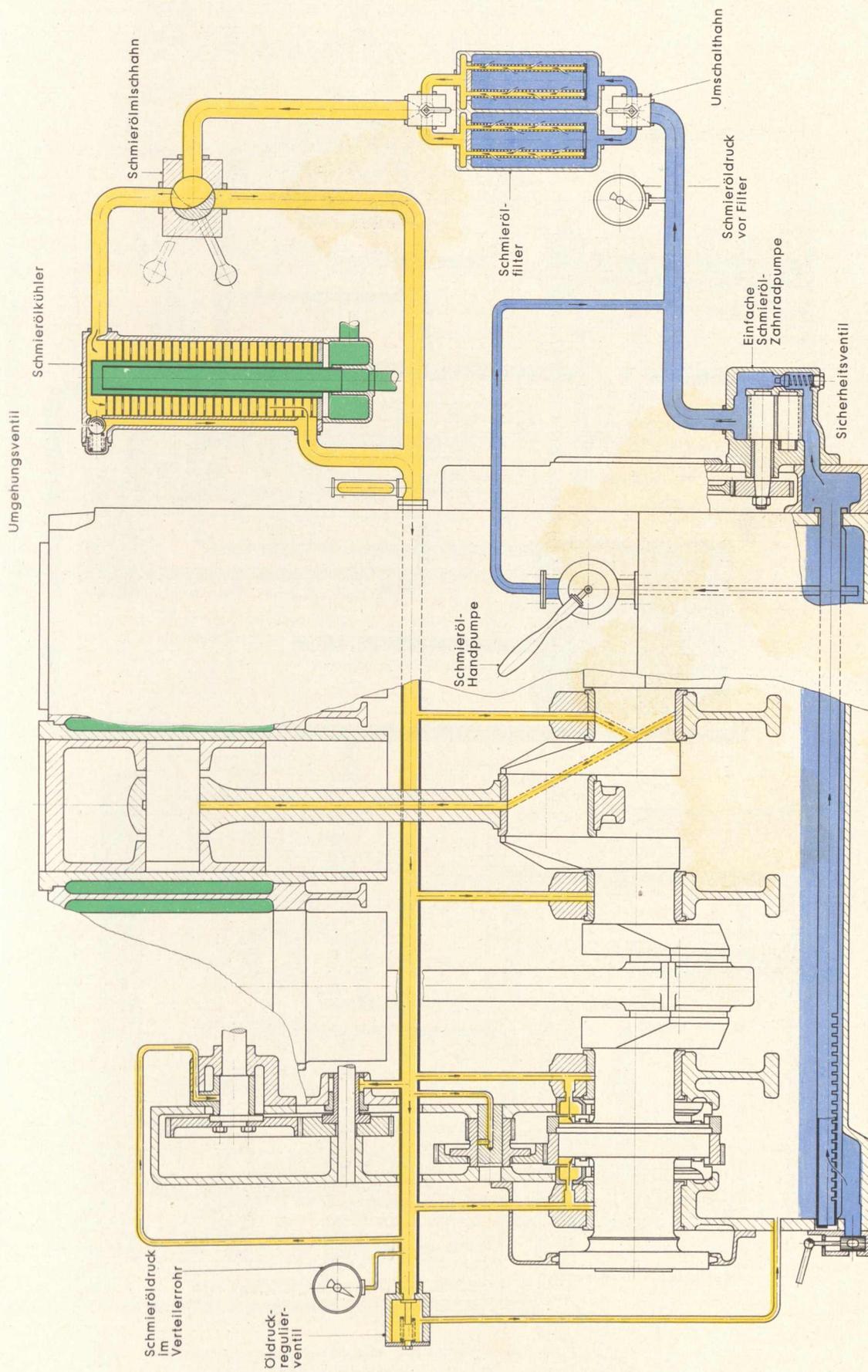


Bild 49

Umlaufschmierung für Schiffsmotoren

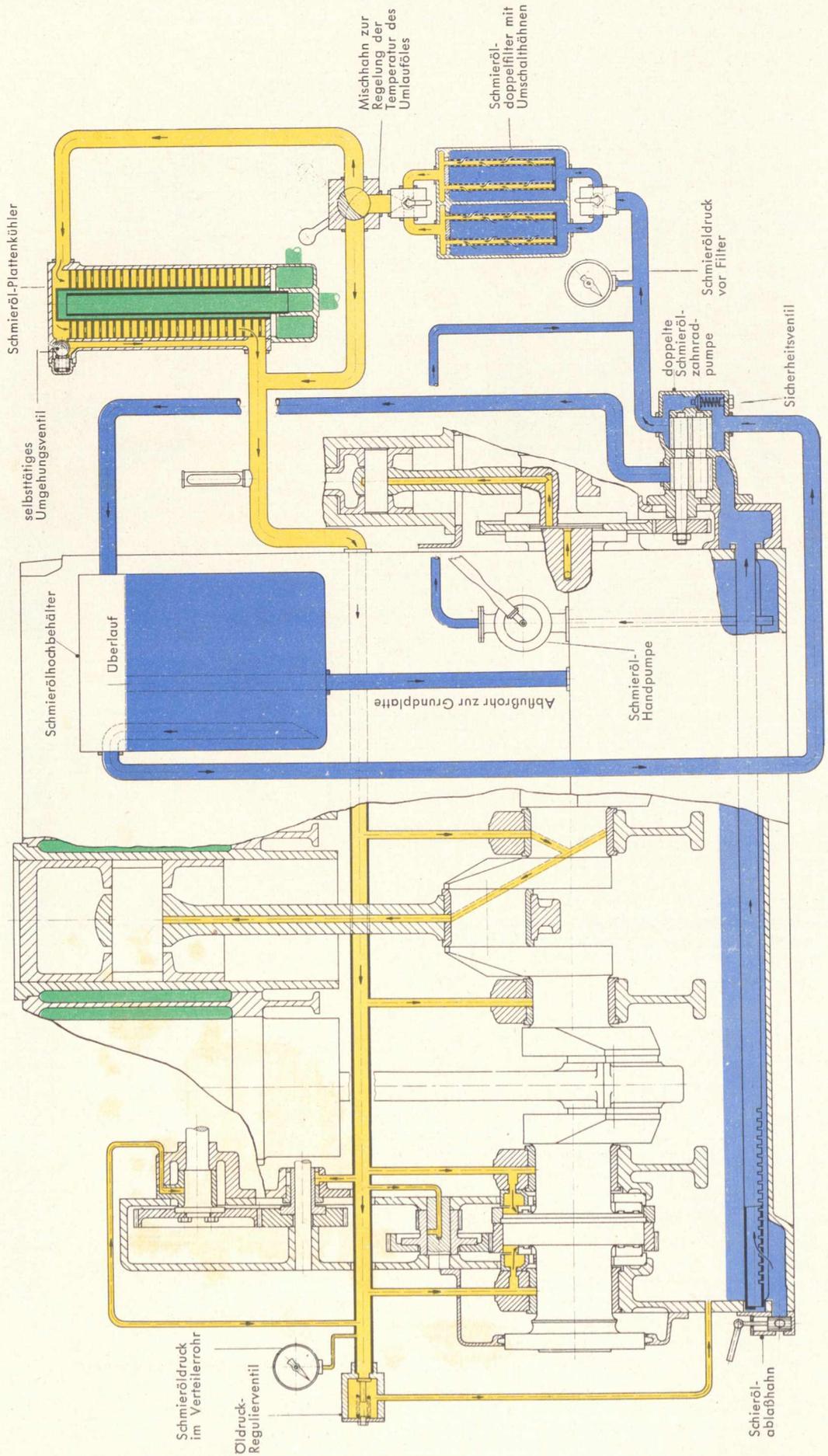


Bild 50

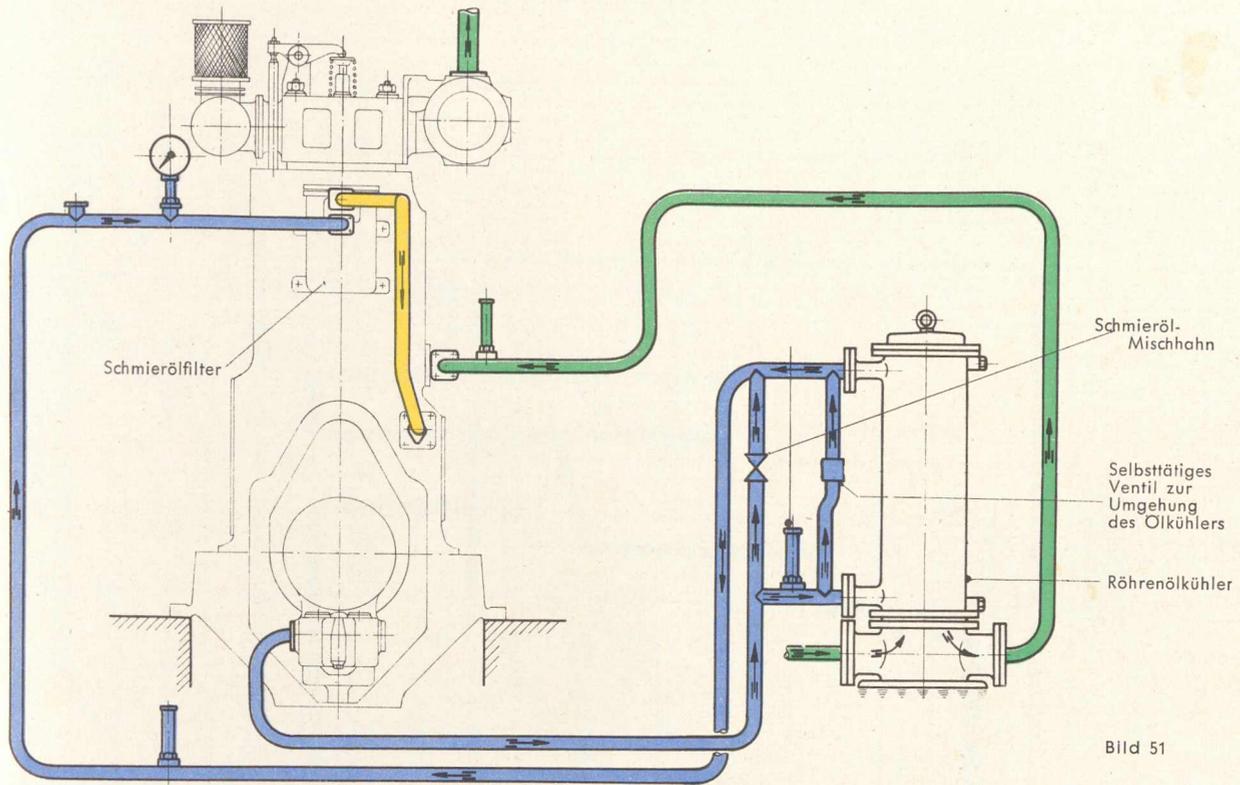


Bild 51

Umlaufschmierung für stationäre Motoren mit getrennt aufgestelltem Schmierölkühler und einfacher Schmierölzahnradpumpe, wie in Bild —

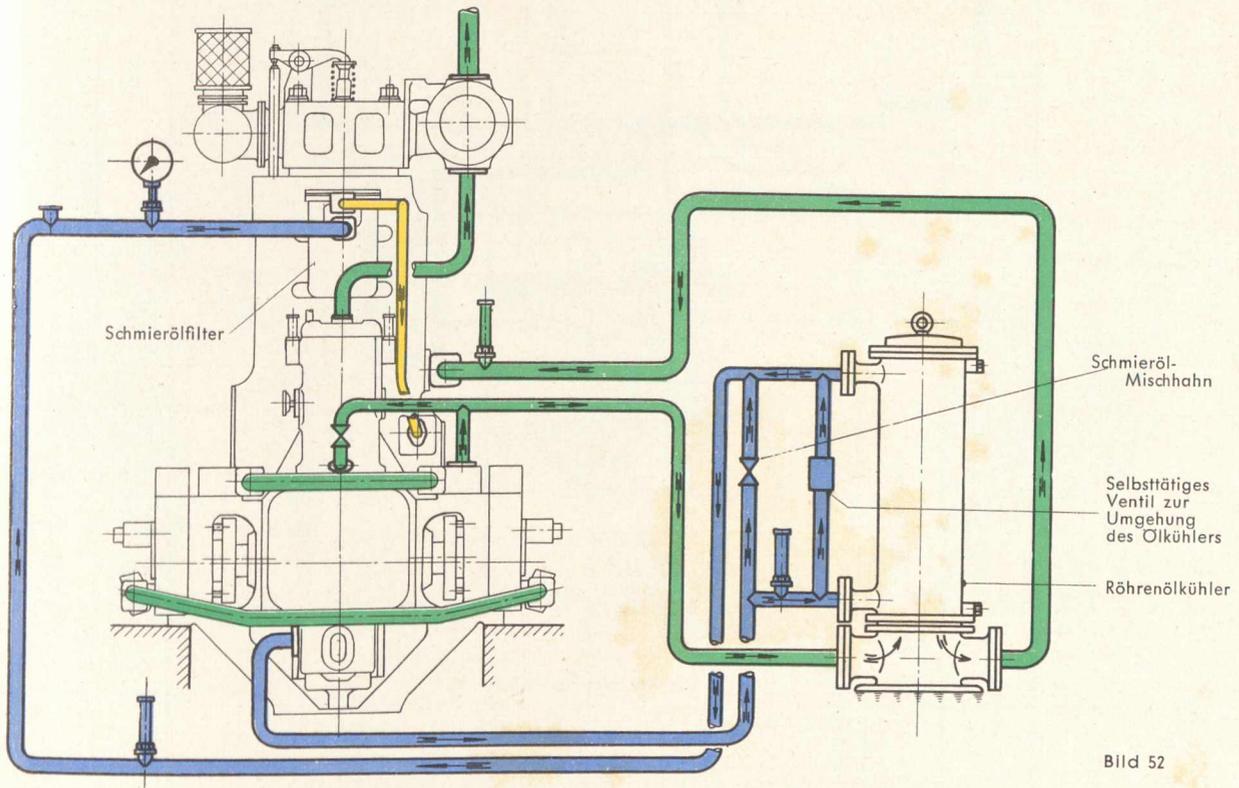


Bild 52

Umlaufschmierung für Schiffsmotoren mit getrennt aufgestelltem Schmierölkühler und doppelter Schmierölpumpe, wie in Bild —

Im Schema ist nur die Druckleitung der Schmierölpumpe II gezeichnet.

Schmiersystem mit elektrisch angetriebener Reserve-Schmierölpumpe

(Sonderausführung)

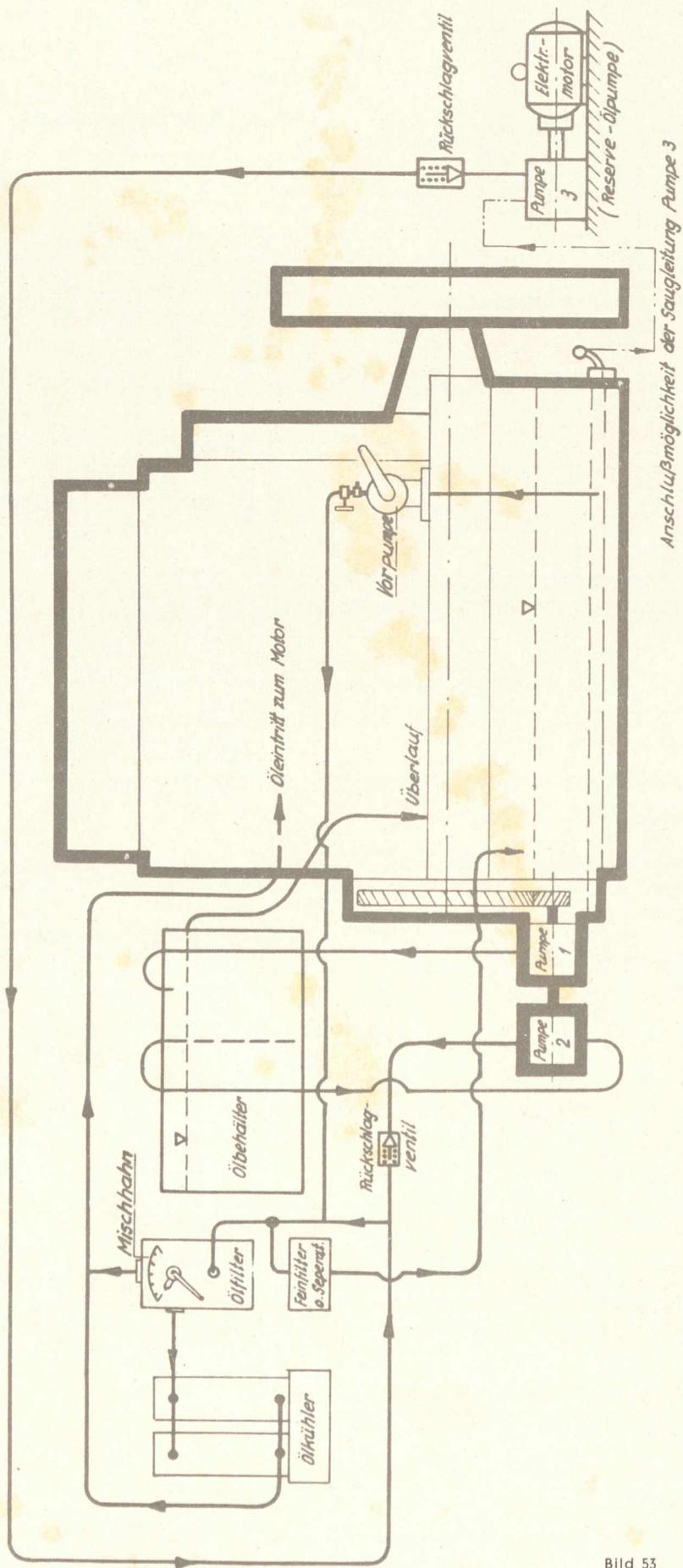


Bild 53

Motortype	Motordrehzahl n/min.	Fördermenge der Reserveölpumpe l/min.	Druck p = kg/cm ²
R/S/VM 536 R/S/BVM 536	500	121	4 atü Sicherheitsventil 6 atü

Schmieröl-Plattenkühler

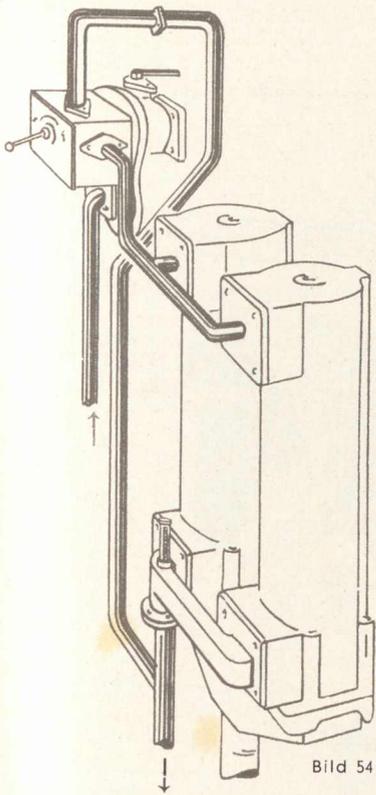


Bild 54

Plattenölkühler
(zweiteilig)

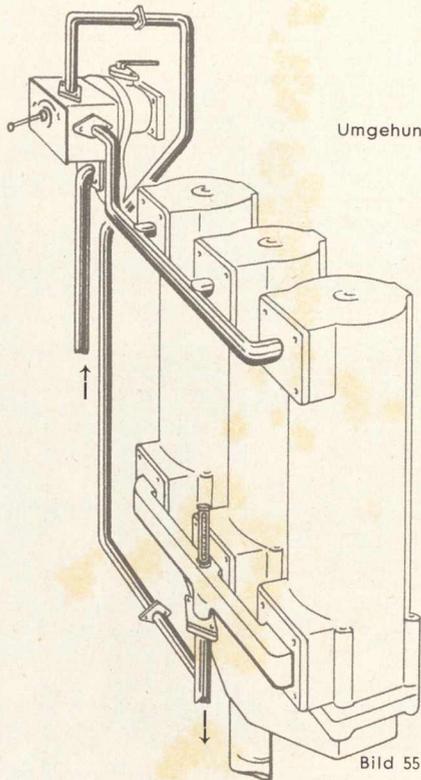


Bild 55

Plattenölkühler
(dreiteilig)

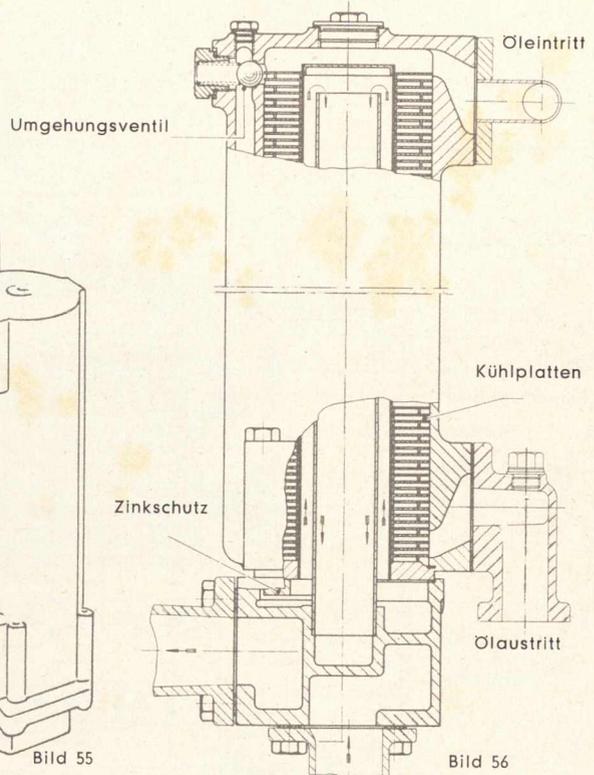


Bild 56

Plattenölkühler
(Schnittzeichnung)

Bosch-Schmierölapparat

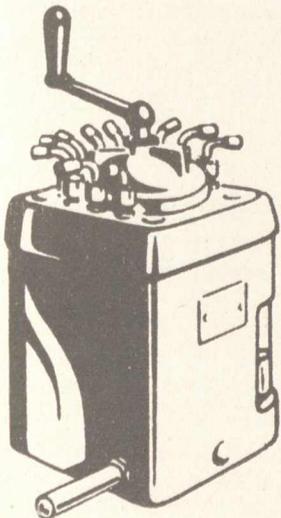


Bild 57

Bosch-Schmierapparat AS 2 U

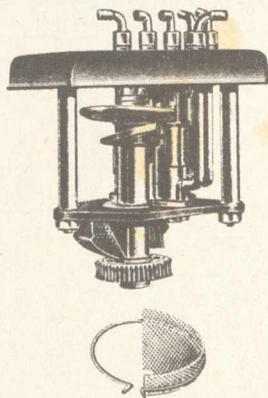


Bild 58

Deckel mit Pumpensystem

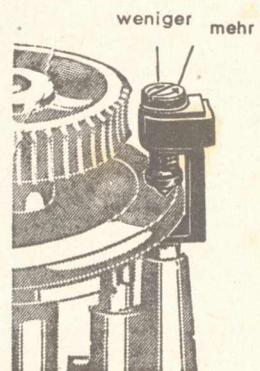


Bild 59

Verstellschraube zur Regelung
der Fördermenge

Kraftstoffsystem der VM- und BVM-Motoren

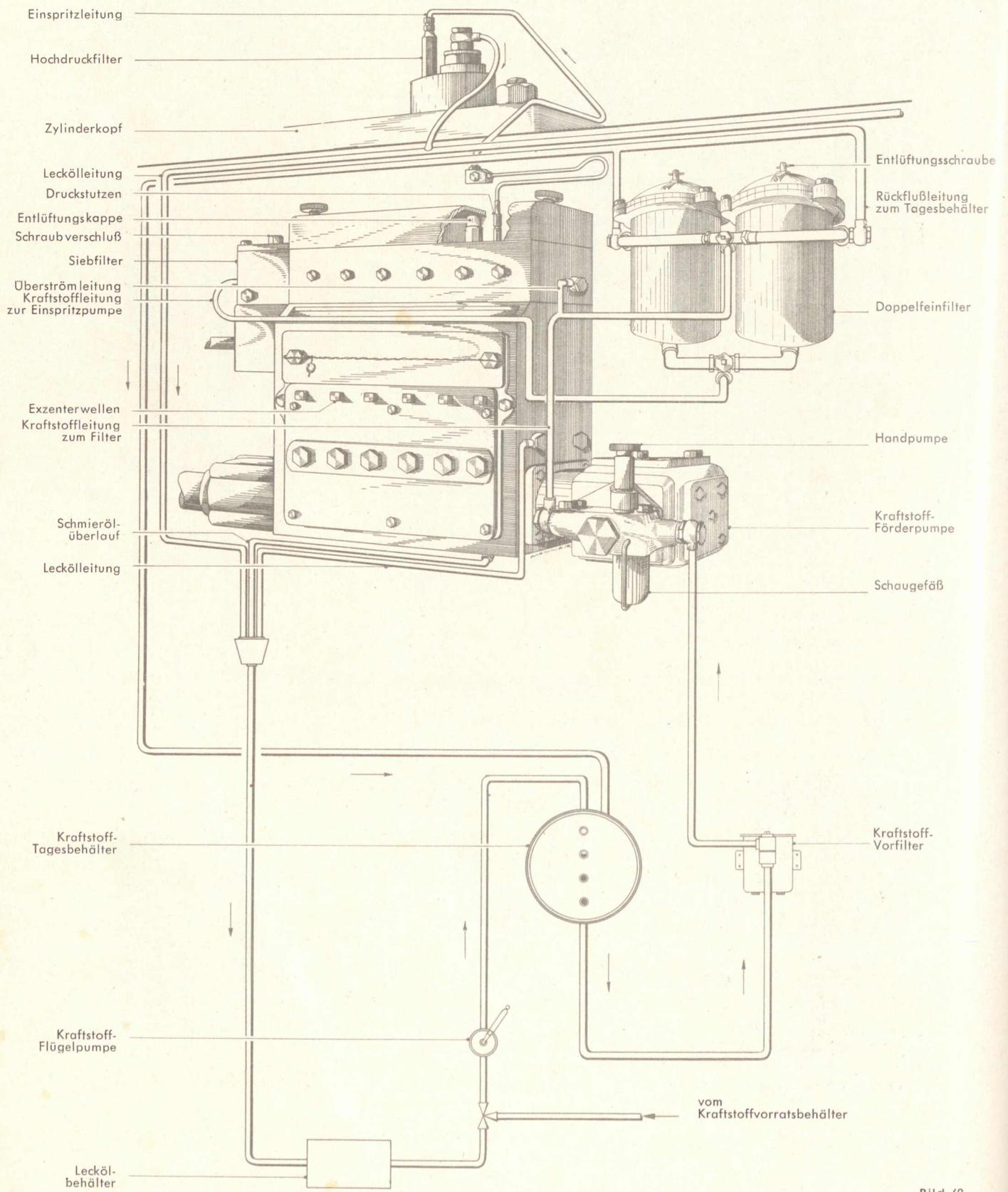


Bild 60

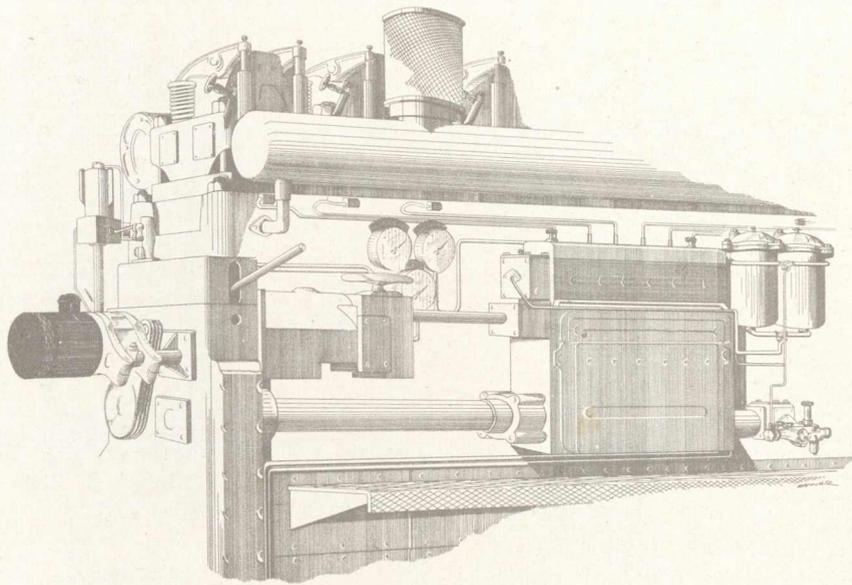


Bild 61

Normale Ansaugleitung mit Kolbenluftfilter für VM- und S/R/VM-Motoren

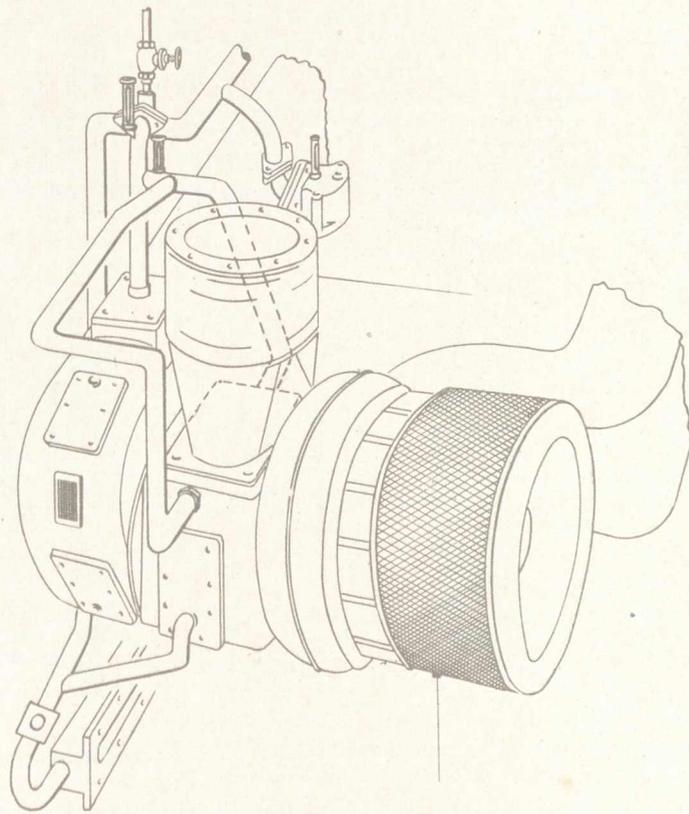


Bild 62

Delbag-Luftfilter an Abgasturbo ladern

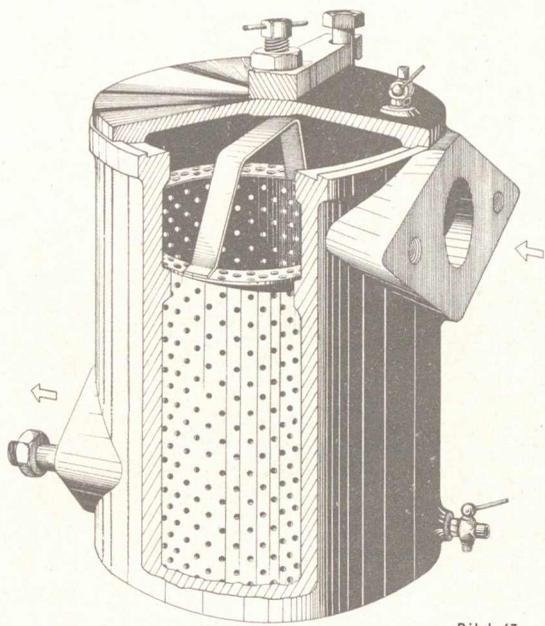


Bild 63

Rohwasserfilter

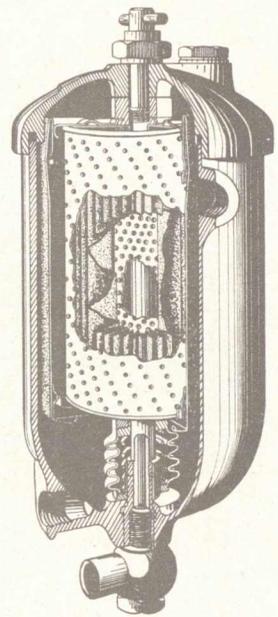


Bild 64

Kraftstoff-Doppelfilter
(mit Micronic-Einsatz)

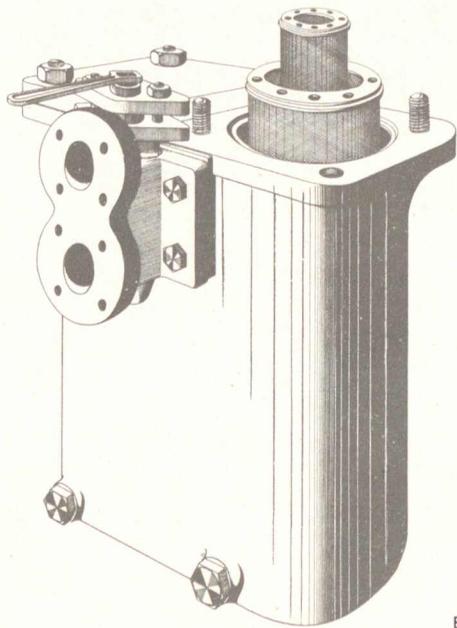


Bild 65

Kraftstoff-Doppel-Vorfilter
(Einsätze aus Nickelgewebe)

Schmieröl-Doppelfilter
(Einsätze aus Kupfergewebe)

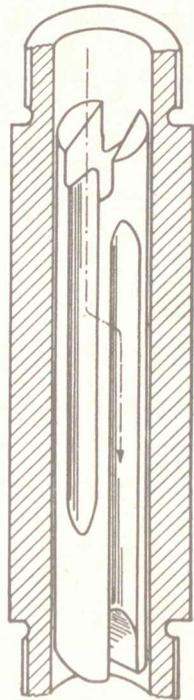


Bild 66

Hochdruckfilter zum Einspritzventil

Lauf des Kühlwassers durch den VM-Motor
(gezeichnet für Durchflußkühlung)

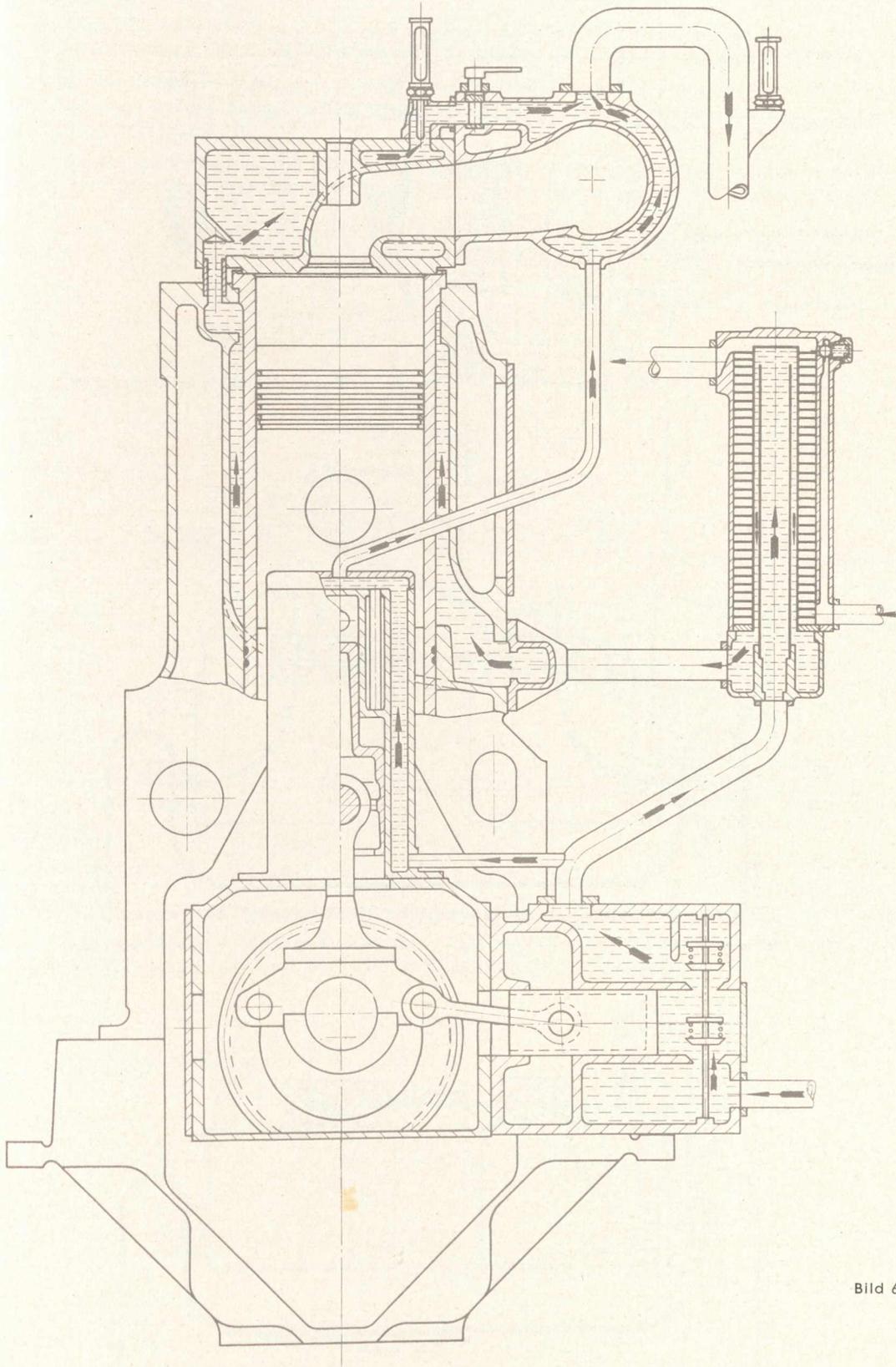
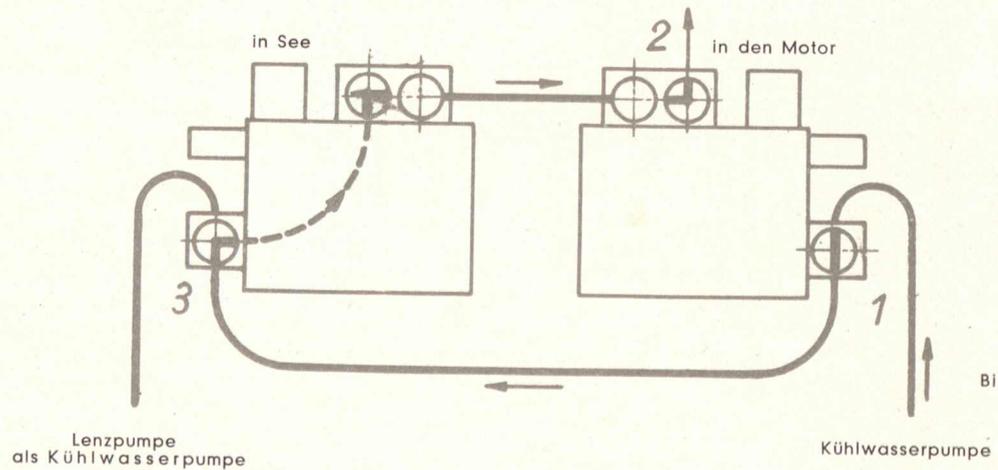
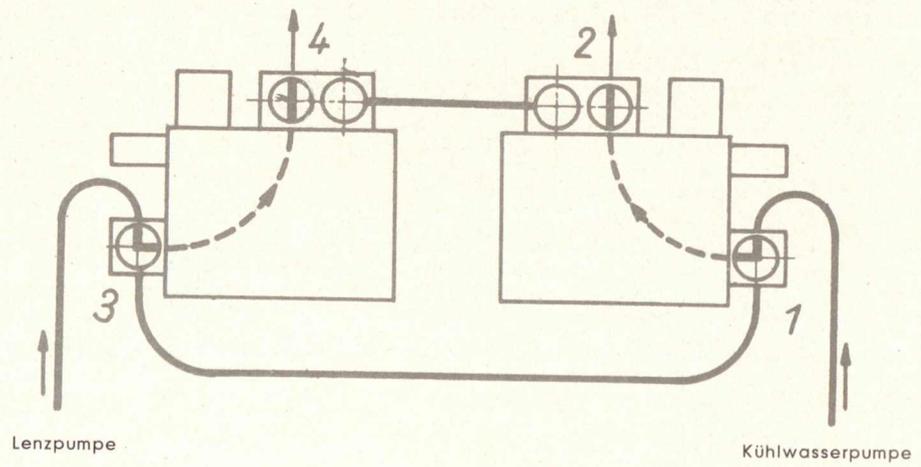
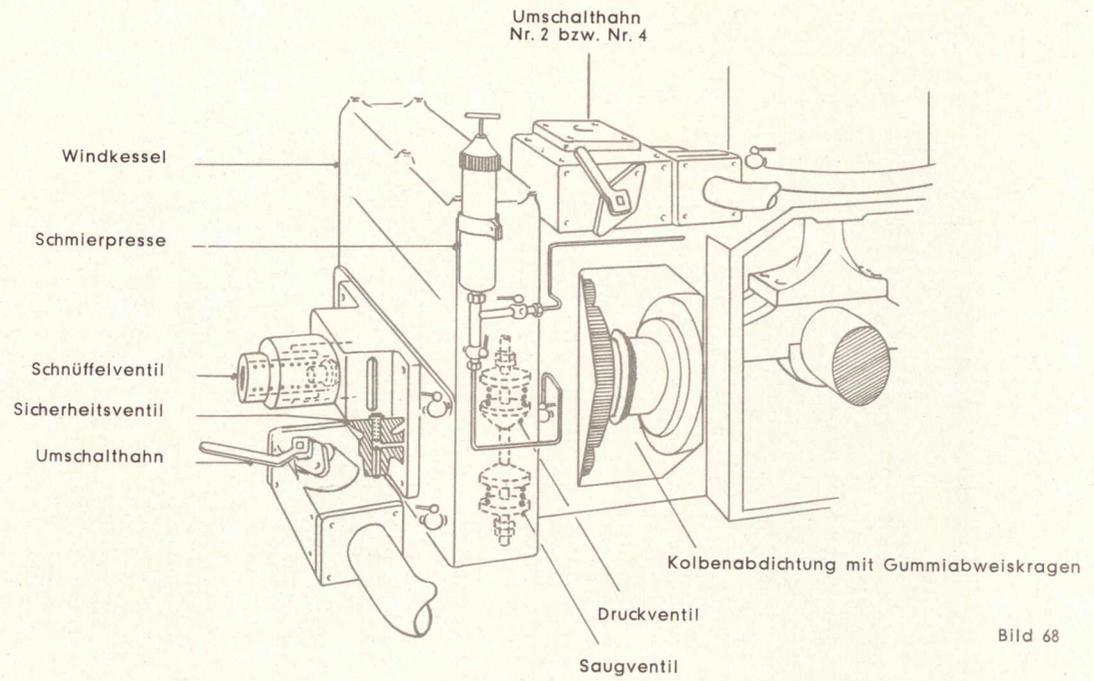


Bild 67

Kolbenpumpe mit Armaturen



Schema für die Umschaltung der Lenz- und Kühlwasser-Kolbenpumpen. Text siehe Seite 29

Kühl-Anlage eines stationären BVM-Motors mit getrennt aufgestellten Apparaten

Hier ist eine Anlage gezeigt, bei der Pumpen, Anlaß-Kompressor und Rückkühler für das Umlaufwasser getrennt aufgestellt sind.

Das zur Verfügung stehende Rohwasser wird durch ein Doppelfilter gereinigt und dann von einer Kreiselpumpe einerseits durch den Kompressor, andererseits durch den Ölkühler und Rückkühler gedrückt.

Die zweite Kreiselpumpe dient dem Umlauf des Umlaufwassers. Die Aufladeturbine des Motors ist im Nebenstrom dem Umlauf angeschlossen. In der Skizze ist ein geschlossenes Ausdehnungsgefäß für das Umlaufwasser gezeichnet.

(Die gleiche Anlage kann auch bei einem VM-Motor ohne Aufladung getroffen werden, wie überhaupt die in den Bildern gezeigten typischen Anlagen untereinander die verschiedensten Kombinationen zulassen).

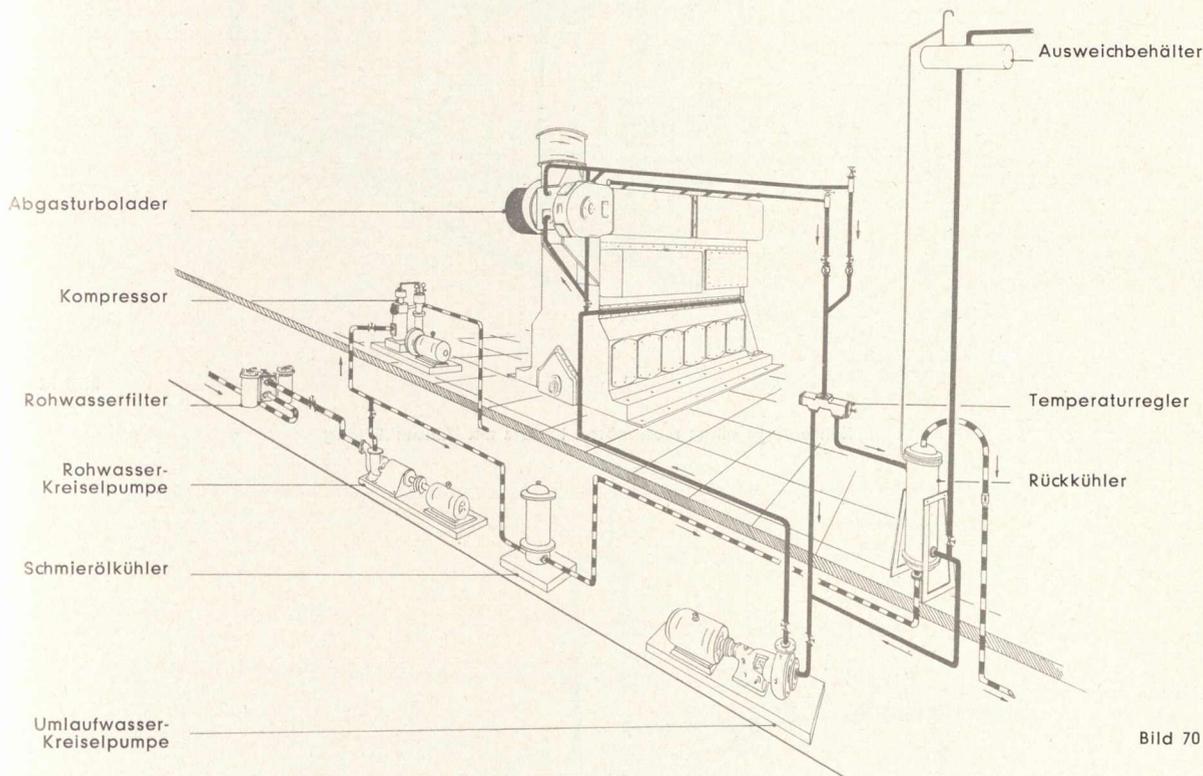


Bild 70

Kühl-Anlage

R/S/VM-Schiffsmotor, mit Umlaufkühlung, zahnradgetriebener Kreiselpumpe, angebautem Rückkühler

Der angebaute Ölkühler und der Kompressor liegen im Rohwasserstrom. Das Ausdehnungsgefäß ist als offenes Gefäß gezeichnet, kann aber auch geschlossen ausgeführt werden.

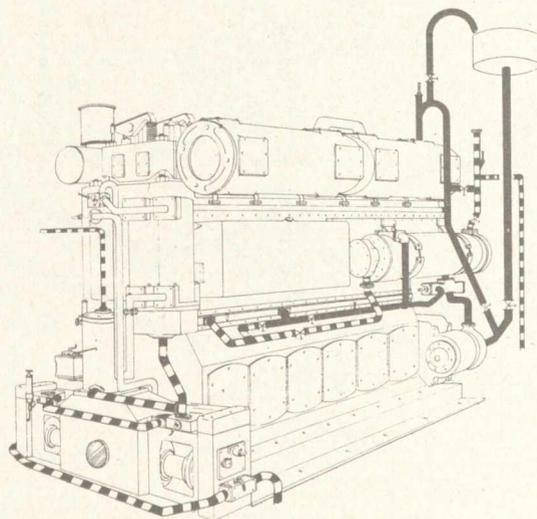


Bild 71

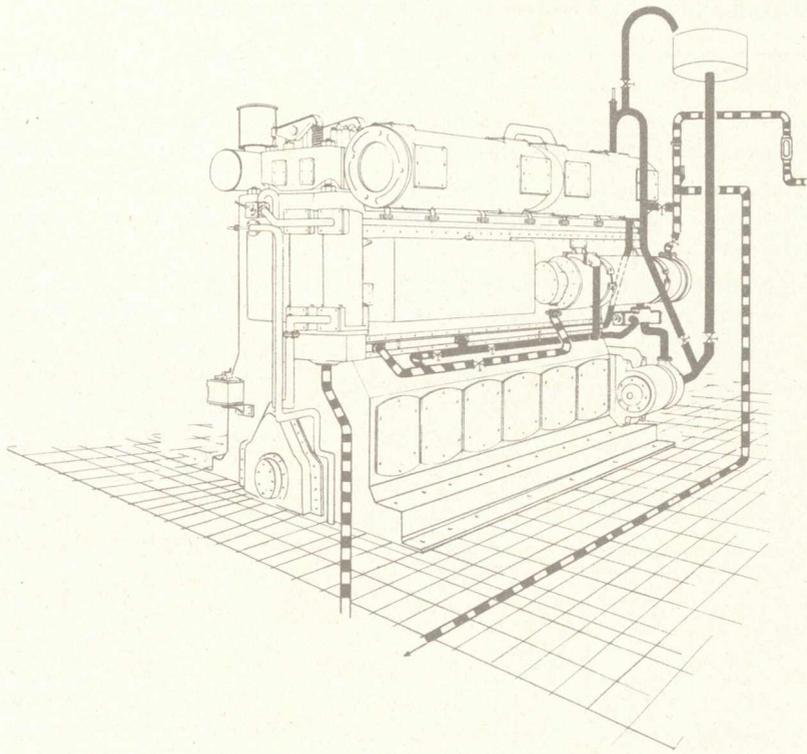


Bild 72

Kühlanlage eines stationären Motors mit Umlaufkühlung

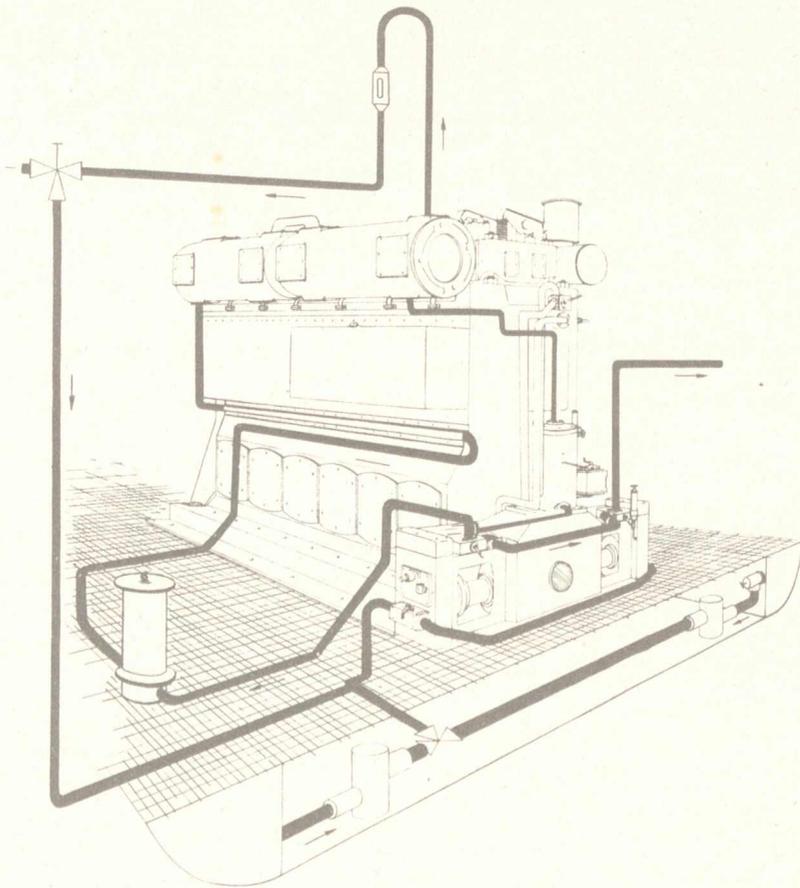
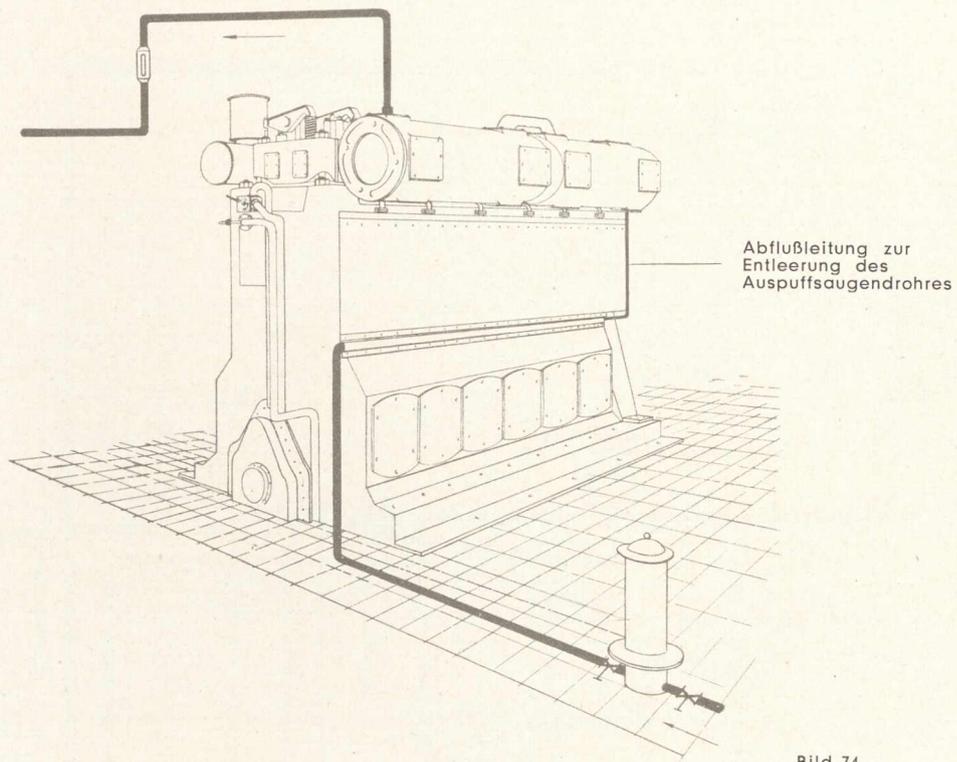


Bild 73

Kühlanlage eines Schiffsmotors mit Mischkühlung



Abflußleitung zur
Entleerung des
Auspuffsaugendrohres

Bild 74

Kühlanlage eines stationären Motors mit Durchflußkühlung ohne Kühlwasserpumpen

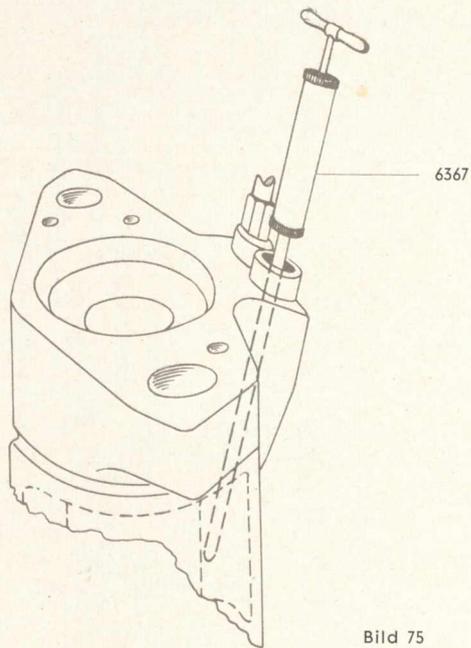


Bild 75

Absaugen der Kühlwasserräume bei eingesetztem Auslaßventil

Umlaufkühlung eines Motors mit Schiffsraumheizung

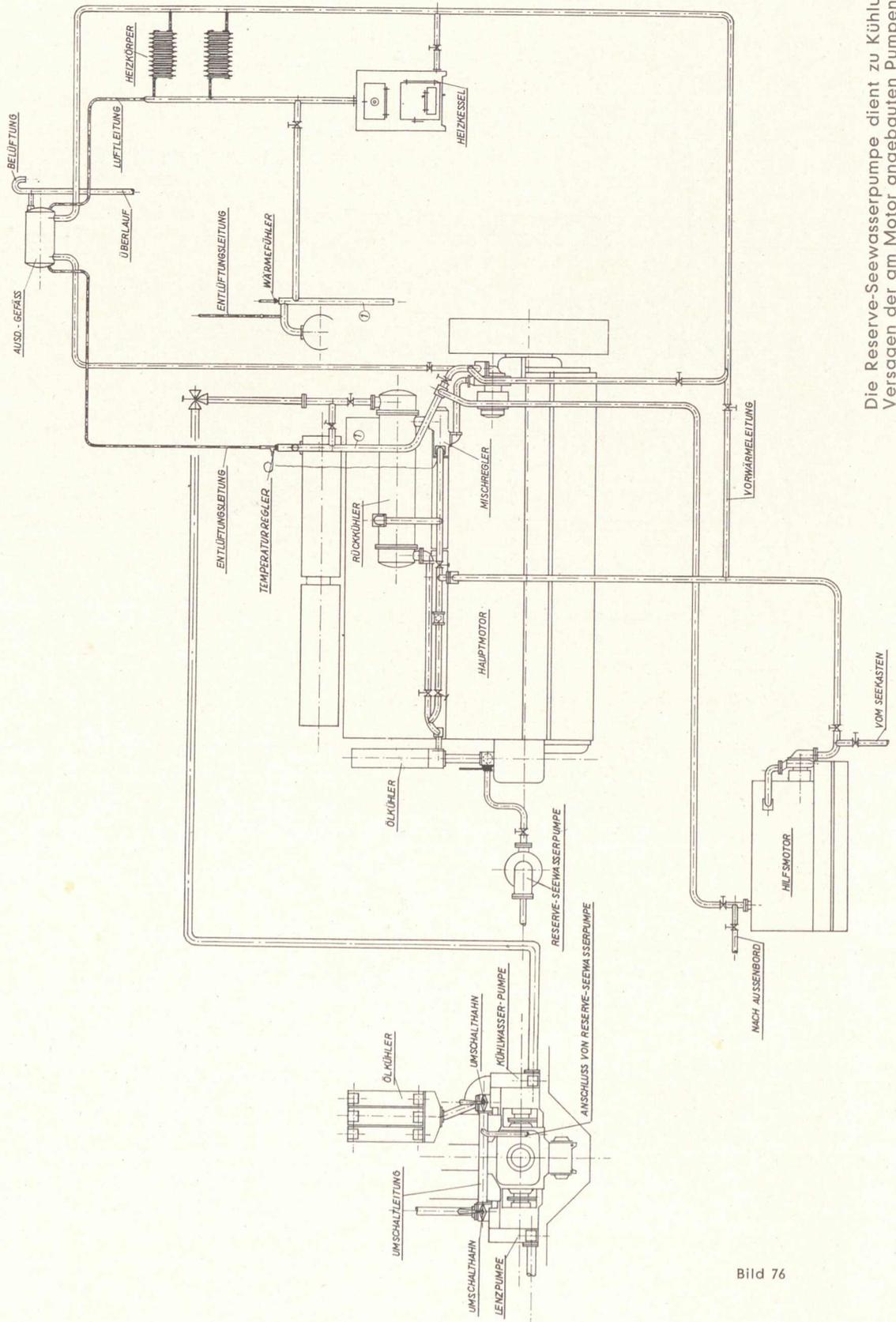


Bild 76

Die Reserve-Seewasserpumpe dient zu Kühlung bei Versagen der am Motor angebauten Pumpen.
 Der Heizkessel dient zum Betrieb der Raumheizung bei Motorstillstand, und kann auch zum Vorwärmen des Kühlwassers bei Wieder-Inbetriebnahme benutzt werden.

Die Umlaufkühlung bietet den weiteren Vorteil, daß mit ihr eine Abwärmeverwertung (Raumheizung) verbunden werden kann, wodurch die thermische Ausnutzung des Kraftstoffes wesentlich erhöht und in der gesamten Anlage Brennstoff gespart wird. Der mit der Raumheizung verbundene Heizkessel kann auch zum Anwärmen des Kühlwassers bei Inbetriebnahme des Motors benutzt werden.

Umlaufkühlung für mehrere Motoren mit Schiffsraumheizung und elektrisch angetriebenen See- und Süßwasserpumpen

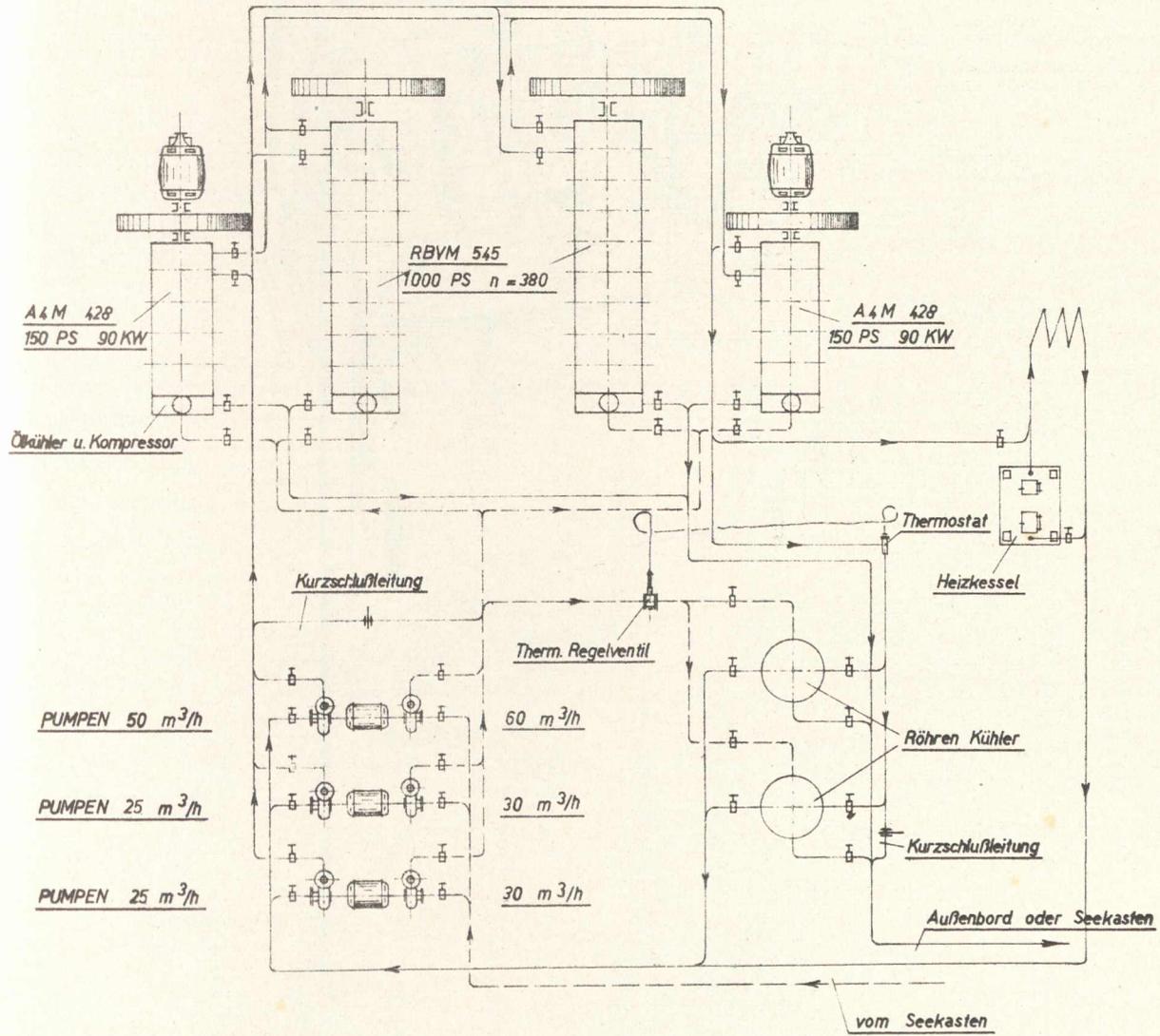


Bild 77

Zylinderkopf und Ventilsteuerung eines Schiffsmotors mit Druckluft-Umsteuerung

Text siehe Seite 12 und 31

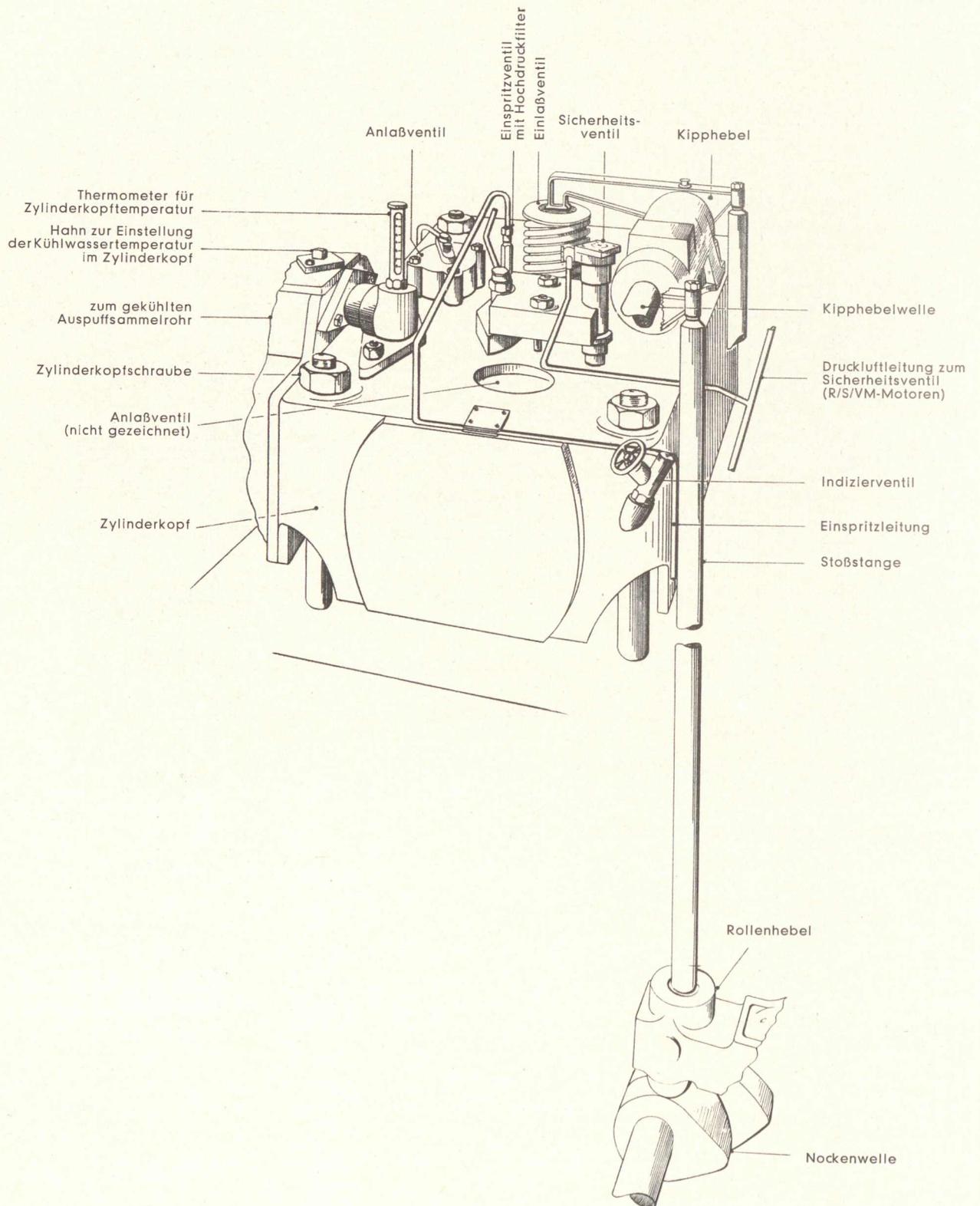


Bild 78

Querschnitt durch Abgasturbolader VTR

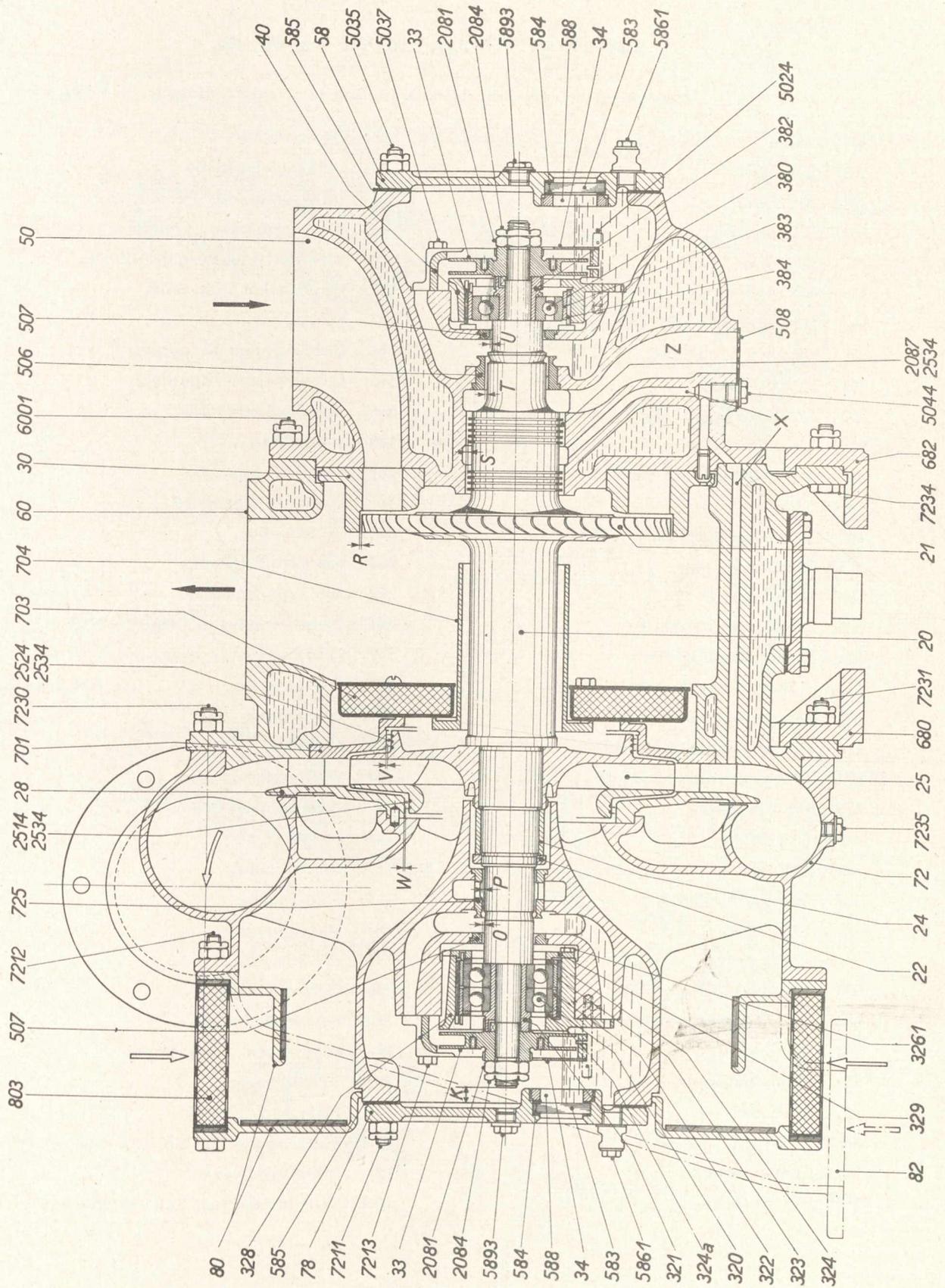


Bild 79

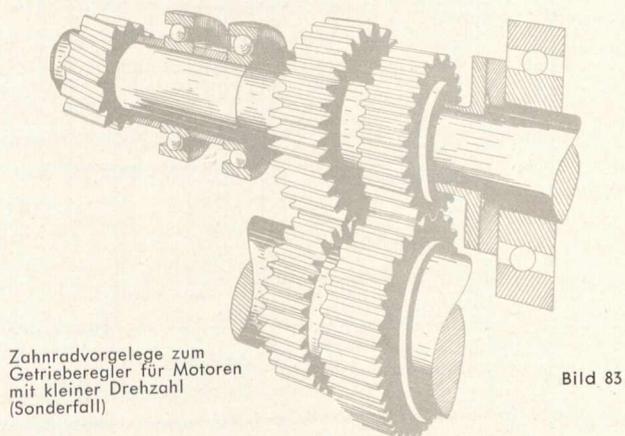
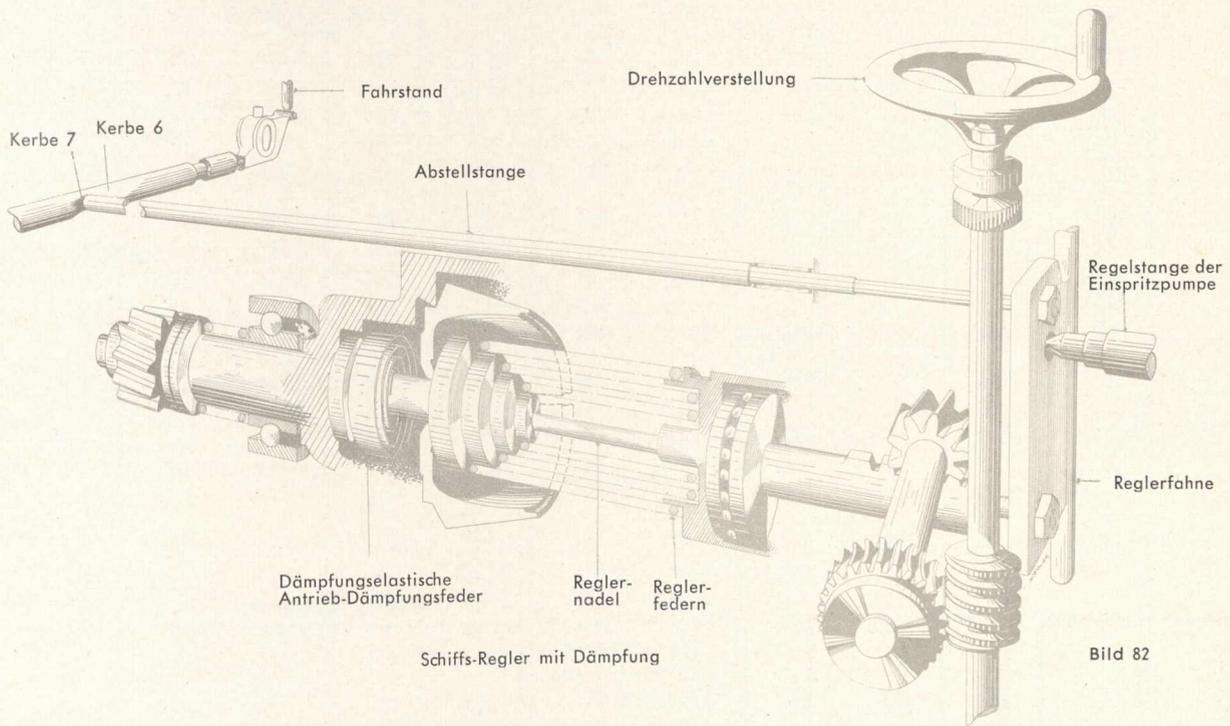
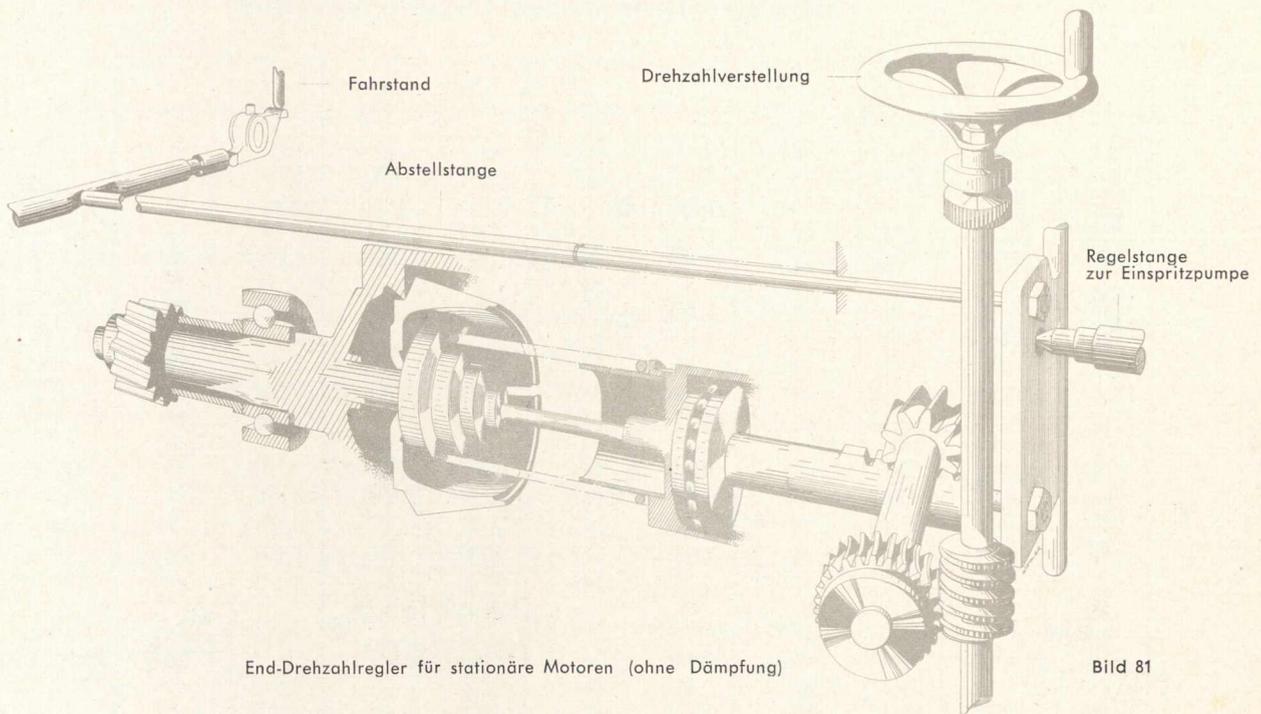
Turbolader VTR 160, 200, 250 Pa, Pb, Rc.

Bezeichnung der Teile zu Schnittzeichnung und Lagerzeichnung

20	Welle		5037	6kt.-Schraube
2081	Ringmutter		5044	Verschuß-Schraube
2084	Palmutter		506	Dichtungsbuchse
2087	Dichtungsring		507	Dichtungsbuchse
21	Schaufel		508	Sieb auf Druckausgleichstutzen
22	Schrumpfring		58	Lagerdeckel Turb. Seite
24	Distanzbuchse (nur bei Pa, Pb)		583	Schauglas
25	Laufrad		584	Dichtung zum Schauglas
2514	Dichtungsring	} (nur bei Pa, Pb)	585	Dichtung zum Lagerdeckel
2524	Dichtungsring		5861	Verschuß-Schraube
2534	Stemmdraht		588	Anpreßring
26	Vorschalttrad (nur bei Rc)		5893	Verschuß-Schraube
28	Diffusor		60	Gasaustrittsgehäuse
30	Düsenring (nur bei Pa, Pb)		6001	Stiftschraube
3080	Düsenaußenring	} (nur bei VTR 160 Rc)	680	Fuß Gebläse-Seite
3081	Düseneinsatz		682	Fuß Turbinen-Seite
320	Kugellager, Gebl. S.		701	Zwischenwand (nur bei Pa, Pb)
321	Innere Lagerbuchse		702	Zwischenwand
322	Äußere Lagerbuchse		7021	Dichtungsring
323	Dämpfungspaket, radial		7022	Stemmdraht
324	Dämpfungspaket, achsial		703	Isolation
324a	Dämpfungspaket, achsial		704	Wellenschutzbuchse
3261	6kt.-Schraube		72	Gebläse-Gehäuse
3262	Sich.-Draht		7211	Stiftschraube
328	Ölfänger		7213	6kt.-Schraube
329	Scheibe z. Ölfänger		7230	Stiftschraube
33	Schmierrad		7231	Stiftschraube
34	Deckblech		7234	6kt.-Schraube
380	Kugellager, Turb. Seite		725	Dichtungsbuchse
382	Innere Lagerbuchse		7512	Verschußschraube
383	Äußere Lagerbuchse		78	Lagerdeckel Gebl. Seite
384	Dämpfungspaket		80	Schalldämpfer
40	Ölfänger		803	Filter
50	Gaseintrittsgehäuse		8037	Stiftschraube (nur bei VTR 160 u. 200)
5024	Führungsbolzen		82	Luftsaugestutzen
5035	Stiftschraube		8065	Stiftschraube (nur bei VTR 250)

Regler für VM-536-Motoren

Text siehe Seite 74



Vergleich der Thermometergrade

C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F
- 20	- 4,0	+ 30	+ 86,0	+ 80	+ 176,0	+ 130	+ 266,0	+ 180	+ 356,0	+ 500	+ 932
- 19	- 2,2	31	87,8	81	177,8	131	267,8	181	357,8	550	1022
- 18	- 0,4	32	89,6	82	179,6	132	269,6	182	359,6	600	1112
- 17	+ 1,4	33	91,4	83	181,4	133	271,4	183	361,4	650	1202
- 16	3,2	34	93,2	84	183,2	134	273,2	184	363,2	700	1292
- 15	5,0	35	95,0	85	185,0	135	275,0	185	365,0	750	1382
- 14	6,8	36	96,8	86	186,8	136	276,8	186	366,8	800	1472
- 13	8,6	37	98,6	87	188,6	137	278,6	187	368,6	850	1562
- 12	10,4	38	100,4	88	190,4	138	280,4	188	370,4	900	1652
- 11	12,2	39	102,2	89	192,2	139	282,2	189	372,2	950	1742
- 10	14,0	40	104,0	90	194,0	140	284,0	190	374,0	1000	1832
- 9	15,8	41	105,8	91	195,8	141	285,8	191	375,8	1050	1922
- 8	17,6	42	107,6	92	197,6	142	287,6	192	377,6	1100	2012
- 7	19,4	43	109,4	93	199,4	143	289,4	193	379,4	1150	2102
- 6	21,2	44	111,2	94	201,2	144	291,2	194	381,2	1200	2192
- 5	23,0	45	113,0	95	203,0	145	293,0	195	383,0	1250	2282
- 4	24,8	46	114,8	96	204,8	146	294,8	196	384,8	1300	2372
- 3	26,6	47	116,6	97	206,6	147	296,6	197	386,6	1350	2462
- 2	28,4	48	118,4	98	208,4	148	298,4	198	388,4	1400	2552
- 1	30,2	49	120,2	99	210,2	149	300,2	199	390,2	1450	2642
0	32,0	50	122,0	100	212,0	150	302,0	200	392	1500	2732
1	33,8	51	123,8	101	213,8	151	303,8	210	410	1550	2822
2	35,6	52	125,6	102	215,6	152	305,6	220	428	1600	2912
3	37,4	53	127,4	103	217,4	153	307,4	230	446	1650	3002
4	39,2	54	129,2	104	219,2	154	309,2	240	464	1700	3092
5	41,0	55	131,0	105	221,0	155	311,0	250	482	1750	3182
6	42,8	56	132,8	106	222,8	156	312,8	260	500	1800	3272
7	44,6	57	134,6	107	224,6	157	314,6	270	518	1850	3362
8	46,4	58	136,4	108	226,4	158	316,4	280	536	1900	3452
9	48,2	59	138,2	109	228,2	159	318,2	290	554	1950	3542
10	50,0	60	140,0	110	230,0	160	320,0	300	572	2000	3632
11	51,8	61	141,8	111	231,8	161	321,8	310	590	2050	3722
12	53,6	62	143,6	112	233,6	162	323,6	320	608	2100	3812
13	55,4	63	145,4	113	235,4	163	325,4	330	626	2150	3902
14	57,2	64	147,2	114	237,2	164	327,2	340	644	2200	3992
15	59,0	65	149,0	115	239,0	165	329,0	350	662	2250	4082
16	60,8	66	150,8	116	240,8	166	330,8	360	680	2300	4172
17	62,6	67	152,6	117	242,6	167	332,6	370	698	2350	4262
18	64,4	68	154,4	118	244,4	168	334,4	380	716	2400	4352
19	66,2	69	156,2	119	246,2	169	336,2	390	734	2450	4442
20	68,0	70	158,0	120	248,0	170	338,0	400	752	2500	4532
21	69,8	71	159,8	121	249,8	171	339,8	410	770	2550	4622
22	71,6	72	161,6	122	251,6	172	341,6	420	788	2600	4712
23	73,4	73	163,4	123	253,4	173	343,4	430	806	2650	4802
24	75,2	74	165,2	124	255,2	174	345,2	440	824	2700	4892
25	77,0	75	167,0	125	257,0	175	347,0	450	842	2750	4982
26	78,8	76	168,8	126	258,8	176	348,8	460	860	2800	5072
27	80,6	77	170,6	127	260,6	177	350,6	470	878	2850	5162
28	82,4	78	172,4	128	262,4	178	352,4	480	896	2900	5252
29	84,2	79	174,2	129	264,2	179	354,2	490	914	2950	5342

Außer der 100-teiligen Skale war früher die 80-teilige nach Réaumur (°R) mit dem Eispunkt bei 0° und dem Dampf-
punkt bei 80° R gebräuchlich, wobei 1° R = 5/4° C ist. In England und USA ist heute noch die Skale nach Fahrenheit
(°F) mit dem Eispunkt bei + 32° F und dem Dampfunkt bei 212° F gebräuchlich. 1° F = 5/9° C.

Ladeluftkühler

Einbau und Anschluß:

Der Kühler kann in jeder Lage in die Ladeluftleitung eingebaut werden. Die Kühlwasserleitungen werden so angeschlossen, daß der Kühler im Gegenstrom gefahren wird; das heißt, die Zuleitung des Kühlwassers muß zu dem Stutzen erfolgen, der an der Austrittsseite der Ladeluft liegt. An der höchsten und der niedrigsten Stelle des Kühlers ist ein Entlüftungs- und ein Entleerungshähnen für das Kühlwasser anzubringen.

Inbetriebnahme:

Bei Inbetriebnahme des Kühlers muß der Kühler entlüftet werden. Man läßt das Hähnen an der höchsten Stelle des Kühlers so lange offen, bis luftfreies Kühlwasser austritt. In der Ladeluftleitung des Motors direkt unter dem Kühler ist an tiefster Stelle ein Entwässerungshähnen angebracht. Vor Anlassen des Motors und wenn möglich nach dem Öffnen der Kühlwasserleitung zum Ladeluftkühler ist darauf zu achten, daß durch das Hähnen kein Wasser austritt. Zweckmäßig läßt man diese während des Betriebs etwas offen, damit ein Kühlerschaden und damit Wassereintritt in die Luftleitung sofort erkannt werden kann.

Betrieb:

Der Ladeluftkühler soll mit möglichst kaltem Wasser beschickt werden. Die Kühlwassermenge muß so abgestimmt werden, daß die Luftaustrittstemperatur aus dem Kühler etwa 15° — 25° C über der Kühlwasser-eintrittstemperatur in den Kühler liegt.

Bei aufgeladenen Motoren mit Ladeluftkühlung soll die Ladelufttemperatur vor Eintritt in die Zylinder 40° — 50° C im allgemeinen nicht überschreiten.

Außerbetriebnahme:

Bei einer kurzzeitigen Außerbetriebnahme ist es nicht notwendig, den Kühler zu entleeren. Ist diese jedoch von längerer Dauer, so empfiehlt es sich, das im Kühler stehende Wasser an dem unteren Hähnen abzulassen. Bei Frostgefahr ist der Kühler, auch bei kurzzeitigen Außerbetriebnahmen, sofort zu entleeren.

Reinigung:

Zur kühlwasserseitigen Reinigung wird der obere und untere Kühlerdeckel entfernt. Die Rohre können dann mittels einer Rundbürste mechanisch gereinigt werden.

Bezeichnung der Teile zu nebenstehender Zeichnung

1. Komplettes Gehäuse mit Rippenrohrbündel
2. Rippenrohrbündel
3. Oberer Rohrboden
4. Unterer Rohrboden
5. Rohrbindung (nur bei BV 6 M 366 und BV 8 M 366)
6. Stiftschrauben
7. Dichtung zwischen 3 und 9
8. Dichtung zwischen 4 und 10
9. Kühlerdeckel ohne Kühlwasseranschluß
10. Kühlerdeckel mit Kühlwasseranschluß
11. Dichtung zwischen 9 und 12 und zwischen 10 und 12
12. Verschußschraube
13. Dichtung zwischen 1 und Luftleitung
14. Flansch für Kühlwasserleitung
15. Flanschdichtung zwischen 1 und Kühlwasserleitung
16. Sechskantschraube mit Sechskantmutter für Kühlwasserleitung
Werkzeuge zum Reinigen der Rippenröhren
17. Rundbürste
18. Verlängerungsstange

Ladeluftkühler

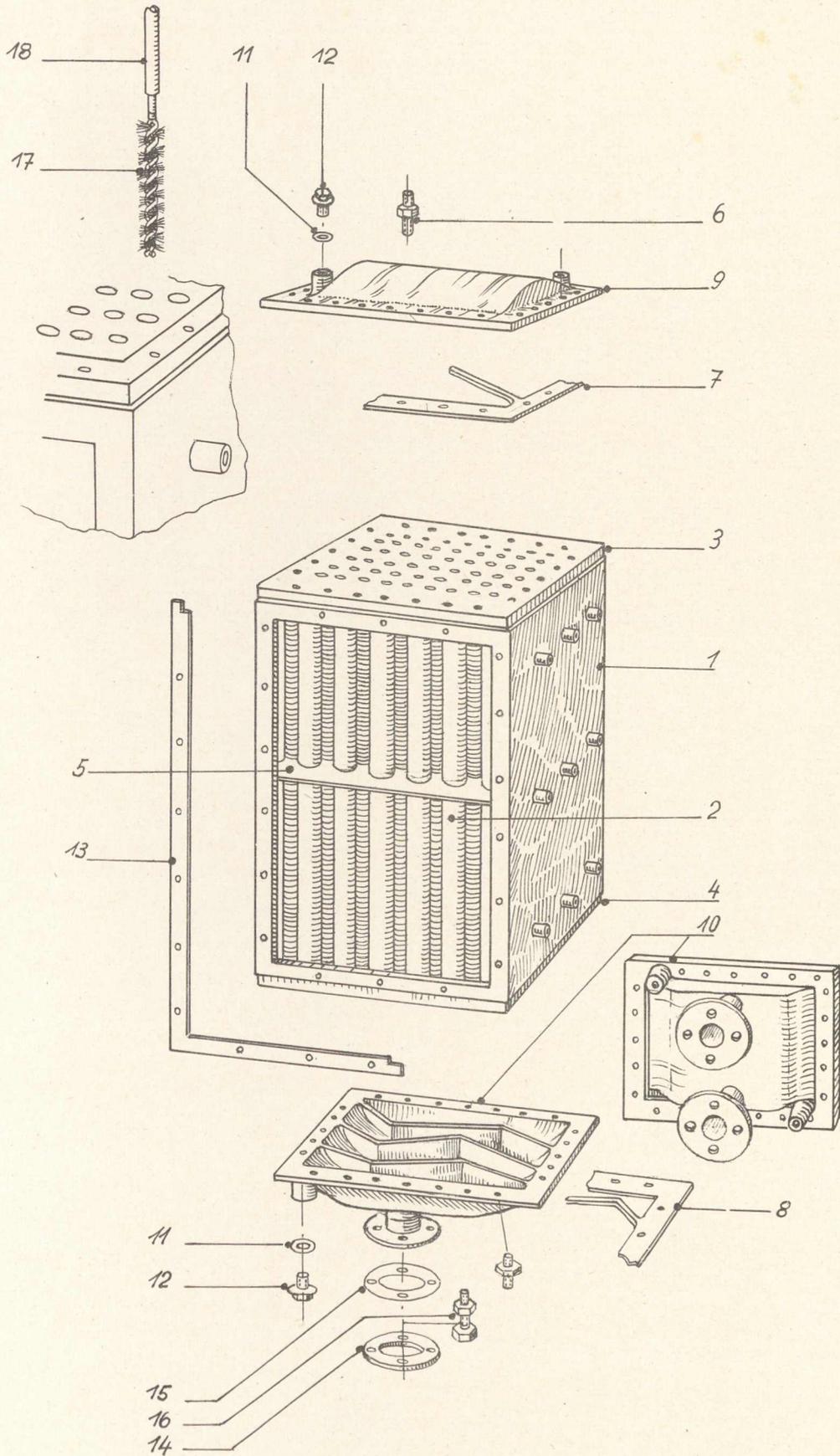


Bild 85

