

Lu. Pat. 19. Dezember 1929.

3) Beschreibung des Erfindungsgegenstandes

Die Erfindungsgegenstände sind als schließende Kolbenringe aus unpolierten von Eisen unter 200 at Druck nach Ausgabe von terra lignea in konstruktionsmäßiger Weise in konstruktionsmäßiger Weise und so der Hauptbestandteil zu ausgeführt worden. Die ist für eine Vergrößerung von 20 bis 30 cm³/cm² (drucklos gemessen) von 200 auf 212 at bei 500 Uml./min. berechnet.

Die Konstruktion geht aus beiliegender Zeichnung Nr. 1 bis 1248 hervor. Das Prinzip wie auch die beiden einfach wirkenden, um 180° versetzten Kolben sind in einem Stahlgehäuse (1) untergebracht, dessen Längsbohrung als Führung für den Gleitschlitten (5) und die Rollen (7) ausgebildet ist und dessen Quersbohrung die Hauptlager (13) für die durchgehende Exzenterscheibe (2) aufnimmt. Sämtliche Innenteile des Gehäuses stehen unter dem Gasdruck von 200 at.

Der Antrieb der Rollen erfolgt durch ein in der Mitte des Schmalen rotierendes Exzenter. Die Pleuellstangen (8) sind an dem gemeinsamen Gleitschlitten (5) beweglich befestigt und stützen sich über Gleitstücke (4) direkt auf die zwei ebenen Seitenflächen des Exzenterlagers (3). In den Pleellen sind die Pleuellventile (9) mit selbstfedern Ventilplatten eingebaut. Die Pleuellventile (11) von gleicher Konstruktion sind in den beiden Pleelldeckeln (10) untergebracht. An die seitlichen Pleelldeckel des Pleellgehäuses (12) schlossen sich an.

Die Pleellventile sind in der Pleellgehäuse

telbar die beiden sich ausserhalb der Pumpe vereinigenden Druckleitungen an, während die zwei ebenfalls ausserhalb der Pumpe zusammenlaufenden Saugleitungen von oben in das Gehäuse eingeführt sind. Die Hauptlager (13) der Pumpe übernehmen gleichzeitig das Abdichten der durchgehenden, rotierenden Exzenterwelle vermittelt Sperröl. Letzteres schmirt durch die hohle Welle auch das Exzenterlager und die Flächen der beiden Gleitstücke. Das aus den Hauptlagern und dem Exzenterlager in das Gehäuseinnere austretende Öl wird durch je 2 auf den Enden des Gleitschlittens sitzende S.E.A.-Dichtungsringe (6) am Uebertreten in die Gas-Saugräume gehindert, und durch Bohrungen im Gehäuse (17) der Ölkreislaufpumpe zugeleitet.

Hinter den beiden Hauptlagern befindet sich noch je eine Öldrösselbüchse (14), die die Aufgabe hat, das durch den Gasdruck nach aussen gedrückte Sperröl abzuröseln, und die mit der Welle frei beweglich und nur gegen Verdrehen gesichert ist. Das den Achsialschub der Drosselbüchse aufnehmende Kugellager (15) hat lediglich den Zweck einer leichten Einstellbarkeit der Büchse auf der Welle. Am Aussenumfang ist die Drosselbüchse mit nachgiebigen S.E.A.-Dichtungsringen (16) gedichtet. Das durch die Drosselbüchsen austretende, entspannte Sperröl wird nach dem Ölsammelbehälter abgeführt.

An die Hauptpumpe schliesst sich organisch mit dieser verbunden eine Ölpumpe (18) an, die ebenfalls von der Hauptwelle durch einen exzentrisch angesetzten Zapfen (19) über einen Gleitstein (20) mit Gleitschlitten (21) angetrieben wird. Die Plunger (22) dieser Pumpe sind in gusseisernen Lauf-

Nocken (23) eingeschliffen, die Ventile (24) zeigen die gleiche Bauart, wie die der Gaspumpe (selbstfedernde Ventilplatten).

Hinter dem Kühler ist die Gasmessung mit Stauscheibe 120/72 l. eingebaut. Sodann durchströmt das Gas das Drosselventil zum Einstellen der gewünschten Druckdifferenz und gelangt durch eine zweite Pufferflasche (200 l., 4000 lang) nach der Saugseite der Pumpe. Um bei schwereren Gasen (z. B. Stickstoff) die zulässige Druckdifferenz von 12 at bei ganz geöffnetem Drosselventil nicht zu überschreiten, musste ein Teil des Druckes in die Saugleitung direkt an der Pumpe angebracht werden.

Veränderte Beobachtungen:

- 1) Gasmessung hinter dem Kühler.
- 2) Druckmessung in Saug- und Druckleitung mittelst registrierenden Differenz-Manometers.
- 3) Temperaturmessung in Saug- und Druckleitung direkt vor resp. hinter der Pumpe.
- 4) Dichtigkeitsmessung vor mittelst eines registrierenden Dichteschreibers nach dem Büchsenflussverfahren.
- 5) Temperatur- und Wassermessung des am Gaskühler verbrauchten Kühlwassers.

b) Ölkreislauf unter Druck:

Das im Innern des Pumpengehäuses sich sammelnde und unter dem Vassaugdruck stehende Sperröl wird durch die Ölkreislaufpumpe wieder auf den um ca. 12 at höher liegenden Sperröldruck gefördert. Da eine zunächst als Kreislaufpumpe vorgesehene Zentrifugalpumpe nicht einwandfrei arbeitete, weil die Pumpe notwendigerweise auch Gas mitkomprimieren muss, so wurde die an die Hauptpumpe angehängte Ölkolbenpumpe, die zunächst als Zusatzöl-

pumpe vorgesehen war und ein kolbendurchlaufenes Volumen von 1300 ltr./Std. hat, als Kreislaufpumpe gewählt mit der folgenden Anordnung. Aus einer tiefliegenden Oelabnahmeflasche, in die das Oel aus dem Pumpengehäuse mit natürlichem Gefälle abfließt, saugt es die Pumpe an und drückt es in die stehende Oeldruckflasche von 200 ltr. und 4000 mm Länge, wo es sich von dem mitgepumpten Gas trennt. Diese Flasche steht in der höchsten Stelle durch eine über Hochdruckleitung mit der Gasdruckleitung in Verbindung, so dass Gas von der Oelkreislaufpumpe mitkomprimierte Gas wieder dem Gaskreislauf zugeführt werden kann. Andererseits ist durch diese Verbindungsleitung ein dauernd gleichmässiger geringerer Überdruck auf den Sperröl gegenüber dem Innenraum der Exzenterumlaufpumpe gewährleistet, was für das Dichthalten der Oelabsperrung in den Hauptlagern von grosser Wichtigkeit ist. Über ein eingebautetes Schauglas kann die Verbindungsleitung daraufhin geprüft werden, ob sie reines Gas oder Oel resp. Gas-Oelgemisch führt, was letzteres bei zu voller Flasche der Fall sein könnte. Aus der Sperröldruckflasche gelangt das Oel über einen ca. 6 m² grossen Schlangenschlüssel in die Sperrölräume der beiden Hauptlager.

e) Oelkreislauf für entspanntes Oel:

Der Teil des Sperröls, der aus den Hauptlagern durch die Oelrosselbüchsen ins Freie gedrückt wird, übernimmt die Schmierung des Aussenlagers auf der Kupplungsseite und des Halslagers sowie des Zapfenlagers und des Gleitschlittens der angehängten Oelpumpe und wird in einem Oelabnahmehälter geleitet.

- 7 -

Aus dem Behälter saugt es die Ölzusatzpumpe an und gibt es dem Sperrölkreislauf kurz vor dem Gebläse wieder zu, den es dann zusammen mit dem Kreislauföl passiert. Als Zusatzölpumpe wurde nach Fortfall der Kreislaufzentrifugalpumpe eine kleine Simplex-Dampfpumpe mit ca. 150 ltr. Fördermenge verwendet, und als die Fördermenge dieser Pumpe bei höheren Gasdrücken nicht ganz ausreichte, auf die in Bau 425 stehende Kohlebreipumpe 400 mm Hublänge übergegangen, die bis zu 3 cbm/Std. liefern kann.

3) Durchführung und Ergebnisse der Versuche:

Die Versuche an der Exzenterrundlaufpumpe auf dem Versuchstand in Lu 425 sollten die Frage klären,

a) ob die herartige Abdichtung mit Sperröl gegen Gas von 200 at möglich und betriebsmässiger durchführbar ist

b) ob die schnelllaufende Wellenmaschine mit selbsttätigen Ventilen mechanisch einwandfrei arbeitet

c) wie die Wirkungsgrade der Exzenterrundlaufpumpe sind.

Zu a) Die Abdichtung rotierender Wellen durch Sperröl stützt sich auf vorangegangene Versuche mit einer Versuchsstopfbüchse in Lu 734. Das Hauptgewicht bei dieser Abdichtung liegt darauf, dass das Gas nicht bis zum Sperrölraum gelangt, was, wie die Versuche gezeigt haben, nur durch einen etwas höheren Öldruck gegenüber dem abdichtenden Gasdruck erreicht wird. Ausserdem muss das Spiel zwischen Welle und Drossel so bemessen sein, dass ein gewisser Öldurchfluss vorhanden ist, der die Reibungswärme abführt. Als geeignetes Lager- und Drosselbüchsenenspiel wurde bei den Versuchen bei einem Wellendurchmesser von 32,5 mm ein Spiel von 0,05 mm im Durchmesser festgestellt. Bei diesem Spiel kreiste bei einem Gasansaugdruck von 200 at stündlich eine Ölmenge von 200 - 300 ltr. den Ölzirklauf zugepumpt werden, die nicht an den beiden Drosselbüchsen und den Rängen der Wellenlaufpumpe nach

aussen drückgeprüft hatten. Die Lager- und Drossel Nocken-temperaturen waren dabei normal.

In wesentlichen ergaben sich übereinig auf die Oelabdichtung während der Versuche folgende Beobachtungen:

1) Das Sperröl dichtet, solange die Lager und Drosseln in Ordnung sind, gut ab. Die Gefahr, ob Stickstoff oder Wasserstoff, ist dabei gleichgültig. Selbst bei stärker ausgefahrenen Lagern und Drosselbuchsen (über 1/10 mm Spiel) ist die Abdichtung gegen Gas noch gut, allerdings steigt die nach aussen gedrückte Ölmenge ganz erheblich mit zunehmendem Lagerspiel, sodass die Zusatzölpumpe von vornherein reichlich zu benutzen ist, als grösste Zusatzölmenge wurde während der Versuche bei ausgefahrenen Lagern eine solche von 1200 ltr / Std. beobachtet. Ein Versagen der Oelabdichtung tritt ein, wenn das Feismetall der Hauptlager Sprünge bekommt, jedoch ist auch hierbei die mit dem Sperröl austretende Ölmenge als gering zu bezeichnen.

2) Das aus den Drosselbuchsen ins Freie austretende Sperröl war zeitweise stark schaumig und zwar hauptsächlich dann, wenn die Zusatzölpumpe nur wenig resp. gar kein Öl förderte, d.h. wenn das Sperröl der Oeldruckflasche entnommen wurde. Eine eindeutige Erklärung dafür gibt die Überlegung, dass das Kreislauföl schon im Pumpengehäuse selbst, dann auch beim Hineinpumpen in die Flasche und in der Flasche selbst dauernd mit hochgespanntem Gas in Berührung steht und eine gewisse Gasmenge in sich aufnimmt, die nach dem Entspannen des Oeles hinter der Drosselbochse den Oelschaum bildet. Wenn die Zusatzpumpe durch schnelleres Zufahren die

Sperräume mit Öl versorgte, kam schaumfreies Öl aus den Drosseln, ein Zeichen dafür, dass das nach aussen abfließende Öl in den Lagern nicht mit Gas in Berührung gekommen ist. Um ein Überschaumen des Ölsammelbehälters zu verhindern, musste eine Ölentwässerungsvorrichtung vorgesehen werden. Durch Versuche wurde festgestellt, dass der Ölschaum beim Erwärmen des Öles auf eine gewisse Temperatur (bei Stickstoffgemisch bis 70°) ganz plötzlich zusammenfällt. Es wurde daher im Ölsammelbehälter unter dem Auslauf der Rohre von den Drosselbüchsen eine enggewickelte, dampfheizte Spirale korbformig angebracht, worin der Ölschaum aufgefangen wird. In der heissen Rohrschlinge entgast sich schnell das Öl und läuft durch die engen Spalten zwischen den Rohren ab, während der Schaum die Spalten nicht so leicht passieren kann. Das Öl erwärmt sich dabei auf ca. $65 - 70^{\circ}$ C und wird durch den Hochdruckkühler wieder zurückgekühlt. Nur durch diese Ölentwässerung liess sich ein längerer Dauerbetrieb bewerkstelligen. Versuche, die dampfheizte Schlinge auszuschalten, hatten das Ergebnis, dass der Behälter schon nach etwa 5 Minuten lauffert überschäumte.

3) Eine unangenehme Begleiterscheinung der Sperrölabdichtung ist die Tatsache, dass Sperröl in den Gaskreislauf hineinkommt, welches zunächst als Öldunst in der Gasdruckleitung erscheint und sich dann im Gaskühler niederschlägt und als Ölschaum aus der hinter dem Kühler liegenden Pufferflanze abgezogen werden kann. Wenn auch diese Erscheinung im Laufe der Versuche durch verschiedene Änderungen bedeutend gebessert wurde, so konnte sie doch nicht vollends

behoben werden. Es konnten bei den letzten Versuchen mit
 Wasserstoff und Wasserstoff-Stickstoffgemisch innerhin nach
 etwa 7 stündigen Lauf abgesehen von dem Verdunst noch ca.
 800 gr reines Öl abgezogen werden. Das Übertreten des
 Sperröls in den Gaskreislauf kann an zwei Stellen der Ver-
 suchsapparatur erfolgen, und zwar einmal durch die 10er Ver-
 bindungsleitung von der Hochdruckleitung zur Niederdruckfläche;
 dann aber hauptsächlich an Gleitschlitzen der Gaslaufpumpe,
 wo nur je 2 S.H.A.-Dichtungsringe den Gasraum von den
 beiden Gasengrößen trennen. Die 10er Verbindungsleitung
 wurde während des Laufes ständig durch ein abgedichtetes
 Schmelzglas kontrolliert, daß es würde niemals ein Vordringen
 von Öl beobachtet, nur beim Bestellen und Entspannen der
 Anlage schaute das Öl in der Flasche auf und trat dann
 in die Gasleitung über. Die Hauptmenge ist innerhalb der
 Pumpen an den Gleitschlitzen übergetreten; es ist dies an-
 durchzusehen, wenn man die Gleitflächen des Führungsschlit-
 zes mit Maschinenöl geschmiert sein lassen und dass die
 beiden S.H.A.-Ringe nicht in der Lücke sind, das Schmieröl
 von der Lauffläche des Zylinders abzuwischen. U.K. kann das Über-
 treten des Sperröls in den Gaskreislauf nur durch eine Ab-
 änderung der Konstruktion, wie sie im Schluss dieses Berich-
 tes vorgeschrieben wird, restlos beseitigt werden.

(a) Mechanische Prüfung der Exzenternlaufpumpe:

Nachdem die im vorhergehenden Abschnitt behandelten Fragen der Sperrölldichtung geklärt waren, konnte die Versuchsmaschine allmählich mit höheren Gasdrücken gefahren und voll belastet werden. Die Versuche wurden zunächst mit Stickstoff, und erst, nachdem ein einwandfreies mechanisches Arbeiten der Pumpe festgestellt war, mit Wasserstoff und Mischgas-Wasserstoff-Gemisch unter 200 at Druck unternommen.

Einige Schwierigkeiten infolge Lockerwerdens und Ausbreitens des Feinsandkornes in den Lagern konnten beseitigt werden, ebenso ein anfangs sehr schnelles Warmlaufen der Sperröl-Drosselbochse, die in ihrer radialen Bewegungsfreiheit durch zu starke Vorspannung der sie abdichtenden S.M.A.-Ringe behindert wurden.

Gegen die Undichtheiten der beiden seitlichen Abschlussdeckel, die mit einer Stahl- resp. Weismetallmanschette gedichtet werden, wurde eine provisorische Abhilfe dadurch geschaffen, dass den Manschetten beiderseits 1 mm starke Anilin Scheiben beigelegt wurden. Mit einiger Vorsicht beim Einsetzen der Dichtungsringe konnte fast bei jedem Zusammenbau der Pumpe eine absolute Dichtigkeit der Deckel erzielt werden.

An der angehängten Ölpumpe zeigte es sich, dass die in gußeisernen Büchsen eingeschliffenen Pleunger wohl gegen Öl von 200 at dicht waren, dagegen nicht gegen Gas, speziell gegen Wasserstoff von 200 at. Mit Rücksicht auf den schwachen Pleugelassen der Ölpumpe, der bereits beim Probe-

lauf in der Werkstätte zu Störungen Anlass gegeben hatte, und das gusseiserne Führunggehäuse wurde hier für die Zeit der Versuche keine Änderung in der Flangerichtung vorgenommen, zumal auch die Gasverluste verhältnismäßig gering waren. Dagegen konnte das schnelle Fortwachen der Schlittenführung der Velpumpe infolge Verbiegens des Schlittens durch Einsetzen einer Versteifung in denselben beheben werden.

Weitere Abänderungsvorschläge zur Erzielung einer höheren Betriebssicherheit der Pumpe siehe Seite 21 dieses Berichtes.

In dem bisher beschriebenen Zustand lief die Versuchsanlage ohne Anstöße 4 Tage ununterbrochen mit Stickstoff von 200 at, nachdem sie etwa 120 Stunden mit Unterbrechungen in Betrieb gewesen war. Am Schluss des 4tägigen Dauerversuchs klopfte die Maschine stärker und es wurde beim Ausbau des Triebwerkes (in ganzen 200 Stunden Laufzeit) festgestellt, dass das Weissmetall der Hauptlager und der Drosselbuchsen Risse hatte und dass die nitriert gehärtete Welle an den Lagerstellen bis auf maximal 0,03 mm im Durchmesser abgelaufen war. Wegen der verhältnismäßig sehr kurzen Laufzeit kann die Frage nicht entschieden werden, ob die erwähnte Erscheinung auf eine Überbeanspruchung der Lager zurückzuführen ist, oder ob sie vielleicht in der neuartigen Gelabdichtung mit über 200 at Gegendruck zu suchen ist insofern, als die im Sperröl sich im Laufe der Zeit ansammelnden Schmutz- und Eisenoxydteilchen in den engen Spalten der Lager zurückgehalten werden und eine schmiergelnde Wirkung auf die Welle ausüben. Wollte Klarheit in

der Frage kann erst eine längere Laufzeit der Pumpe unter regelrechten Betriebsbedingungen bringen. Was die Beanspruchung der Hauptlager anbetrifft, so ist die Maschine für eine Druckdifferenz von 12 at berechnet, wobei unter Berücksichtigung der Beschleunigungskräfte der hin- und hergehenden Teile der Lagerdruck sich zu

$$P_{\text{max}} = 40,5 \text{ kg/cm}^2$$

ergibt. Wie man aus den Differenzdruck-Indikator-Diagrammen, die beim Fahren mit Stickstoff-Wasserstoffgemisch (bei einer Druckdifferenz von 12 at am Differentialdruckmanometer) aufgenommen wurden, schliessen kann, beträgt der grösste Druckunterschied im Arbeitsraum

$$\sim 18 \text{ at,}$$

was einem Flächendruck in den Hauptlagern von

$$\underline{59 \text{ kg/cm}^2}$$

entspricht. Als höchste Lagerdrücke sind im Laufe der Versuche, bevor die Verbindungsleitung der beiden Druckstutzen von 70 auf 120 l. umgeändert war,

$$\underline{\sim 90 \text{ kg/cm}^2}$$

vorgekommen. Es dürfte sich empfehlen, bei einer eventuellen Neukonstruktion die beiden Hauptlager reichlicher zu bemessen.

Die Ventile der Exzenterumlaufpumpe zeigen insofern eine Bauart, als der Plattensitz aus zwei zentrisch zusammengeschraubten Teilen besteht (siehe Skizze), deren Bearbeitung es leicht gestattet, dem Gas einen günstigen Durchgangsquerschnitt zu bieten. Die Ventilplatte ist als selbstfedernde Scheibe mit radial oder tangential angeordneten Schlitzern ausgebildet und legt sich beim Öffnen des Ventils

gegen einen Plattenfänger, der den Hub auf ca. 5 mm begrenzt und durch seine kugelige Formgebung eine übermäßige Deformation der Platte verhindern soll. Das Arbeiten der Ventile bei schneller Tourenzahl ist, nach den an der Pumpe aufgenommenen Diagrammen und dem erreichten volumetrischen Wirkungsgrad zu urteilen, als zufriedenstellend anzusprechen. Nur ist die Kolbenbauart der Ventilplatten speziell nach einer vorgenommenen Verbreiterung des Durchgangsschlitzes von 6 auf 10 mm sehr kurz gewesen. Zum Teil sind die Platten schon nach einer Laufzeit von nur wenigen Stunden gebrochen. U.a. ist dem abnormal schnellen Defektwerden der Platten auf ungeeignete Formgebung zurückzuführen. Versuche mit anderem Plattenmaterial und anderer Formgebung haben Besserungen gebracht, die Versuche darüber sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

Zu c) Wirkungsgrade der Exsentergasumlaufpumpe :

Zwecks Bestimmung der Wirkungsgrade der Exsentergasumlaufpumpe wurde der elektr. Energieverbrauch des Antriebsmotors mit Präzisionsinstrumenten in Zweiwattmeterschaltung bestimmt (siehe beiliegendes Kurvenblatt). Gleichzeitig wurde die Pumpe mit dem Differenzdruck-Indikator des techn. Laboratoriums Op indiziert und Messungen der umgepumpten Gasmenge mit einer Druckwaage vorgenommen, während die jeweilige Dichte des Gases von einem Dichteschreiber registriert wurde. Wenn auch die Ergebnisse des Indizierens wegen der noch nicht genügenden Erprobung des Indikators und der Mengemessung mit Druckwaage wegen der in dem verhältnismässig kleinen Kreislauf auftretenden Stösse und Schwingungen mit Vorsicht aufzunehmen sind, so kann man doch bei deren Vergleich eine gute Uebereinstimmung in Bezug auf den volumetrischen Wirkungsgrad der Pumpe feststellen. Folgende Tabelle, die die Mittelwerte einer Versuchsreihe mit Stickstoff-Wasserstoffgemisch enthält, gibt ein ungefähres Bild der wirklichen Verhältnisse an der Exsentergasumlaufpumpe :

Versuchstag

2. 11. 29.

Gaszusammensetzung

79,3 % H₂ + 20,7 % N₂

Spez. Gewicht

(15°, 735 mm Hg)

kg/cbm

0,3027

Druckseite	at abs	218
Saugseite	at abs	206
Drucksdifferenz	at	12
Gastemp. Druckseite	°C	31,6
Gastemp. Saugseite	°C	26,3
Kühlwassermenge	ltr/Std.	8,860
Kühlwassertemp.-Zufluss	°C	9,8
Kühlwassertemp.-Abfluss	°C	19,7
Motorleistung	Kw	148,0
Druckhöhe	mm Hg	152
Gasmenge im Ansaugzustand	V ₁ cbm/Std.	209
Kolbendurchlaufenes Volumen	V _k cbm/Std.	280,5
	%	95,9
	Kwh/cbm	0,528
	mg/Std.	31 780 000
	Kw	86,5
	Kw	111,5
	%	89,4
	%	97,0
	Kw	123,5

$$\eta_{vol} = \frac{V_1}{V_k} \cdot 100$$

$$P_{ad} = \frac{k}{k-1} P_1 V_1^{\frac{k-1}{k}}$$

$$P_{ad} = \frac{367200}{k-1}$$

Indizierte Leistung N_i
 Motor (durch Versuche festgestellt)
 Zahnradgetriebe
 Stromverbrauch der Pumpe allein N_p

+)
 Anstelle der bei compressoren üblichen isothermischen Leistung wird hier die adiabatische bestimmt, weil sie den wahren Verhältnissen bei Umlaufpumpen näher kommt.

$$\eta_{ad} = \frac{L'_{ad}}{N_p} \cdot 100$$

% 70,0

$$\eta_{mech} = \frac{H_1}{N_p} \cdot 100$$

% 90,3

Zusatzpumpe

Liefermenge

Ltr/Std. 300

Lieferdruck

kg/cm² 220

ges der Zusatzpumpe angenommen

% 50

N_{zp}

Kw 3,6

Anteil an Gesamtpumpenleistung in

% 2,5

4) Vor- und Nachteile der Exzenterrundlaufpumpe gegenüber anderen Umlaufpumpen. Wirtschaftlichkeit.

a) Im Vergleich mit der Turbounlaufpumpe (Hochdruckpumpe) hat die Exzenterrundlaufpumpe den Vorteil der Verdüngerwirkung, d.h. die ungesaugte Gasmenge bleibt bei konstanter Tourenzahl unabhängig vom spez. Gewicht des Gases und der Druckdifferenz praktisch konstant, während die Turbopumpe speziell für eine bestimmte Gasart gebaut sein muss und ihre Liefermenge stark abhängig ist von der jeweiligen Druckdifferenz. Außerdem hat die Exzenterrundlaufpumpe einen geringeren spez. Leistungsverbrauch pro cm ungesaugten Gas. Bei 1200 U/min bei Vollast und 12 cm Druckdifferenz für Kohlenstoff mit 13 g/cm³ Dichtstoff (20/212 at) der Leistungsverbrauch der

Exzenterrundlaufpumpe	(269 cm ³ /Std.)	145 kW = 0,56 kWh/cm ³
Turbopumpe	(36 cm ³ /Std.)	225 kW = 0,625 kWh/cm ³

was eine Reparatur von 113 kWh an elektr. Energie bedeutet. In diesen Zahlen sind die Antriebsmaschinenverluste mit eingerechnet, bei der Exzenterrundlaufpumpe auch die Leistung der Zusatzpumpe.

Andererseits hat die Exzenterrundlaufpumpe wie jede Kolbenpumpe der Turbopumpe gegenüber den Nachteil, dass wegen der notwendigen Nockenmechanik kein ölfreies Gas geliefert wird.

b) Gegenüber den langsam laufenden Kolbenpumpen besteht der Vorteil der Exzenterrundlaufpumpe in den geringeren

¹⁾ Nach Versuchsbericht des Ing.-Büros Ann.-Fabr. Op 36a vom 14. 5. 28 über Versuche an der Hochdruck-Gasturbopumpe 200 cm³ Dichtstoff, II. Ausführung.

Anschaffungs- (35 % Ersparnis) und Aufstellungskosten.

Der Leistungsverbrauch der Exzentergasumlaufpumpe wird sich dagegen wegen der grösseren Ventildurchgangsverluste etwas höher stellen. Ausserdem ist die gas- oder dampfgetriebene Umlaufpumpe insofern überlegen, als ihre Liefermenge durch Tourenregulierung geändert werden kann. Der Vereinfachung der Stopfbüchsen durch die Sperrölabdichtung bei der Exzentergasumlaufpumpe steht die Komplizierung des Betriebes durch die Zusatz- und Kreislaufölpumpe gegenüber. Die Auswechslung der Ventile an der Exzentergasumlaufpumpe, sowie die Kontrolle und der Ausbau des Triebwerks werden bei der Exzentergasumlaufpumpe dadurch erschwert, dass auch die anschliessenden Druckleitungen entfernt werden müssen.

5) Abänderungsvorschläge für die Exzenterumlaufpumpe :

Durch die bisherigen Versuche wurde die Exzenterumlaufpumpe durch Beseitigung der Schwierigkeiten, die bei Neukonstruktionen naturgemäss immer auftreten, soweit gebracht, dass sie mit einiger Betriebssicherheit gefahren werden konnte. Um aber die Maschine dem Betrieb übergeben zu können, sind u.E. noch folgende Änderungen aus Gründen einer erhöhten Betriebssicherheit notwendig, die auf dem Versuchsstand nicht ausgeführt wurden, da sie zum Einfahren der Maschine nicht unbedingt erforderlich waren.

a) Zur Beseitigung des Sperrölübertritts in den Gaskreislauf ist es erforderlich, auf jeder Seite der Pumpe eine Zwischenwand mit Oelfangstopfbüchse zwischen Gleitschlitten und Gassaugraum anzubringen. Die Wand muss die Druckdifferenz zwischen Getrieberaum und Saugraum aushalten, die maximal gleich der gefahrenen Druckdifferenz werden kann. Zum Schutze der Wand sind Sicherheitsventile anzubringen, die auf ca. 20 - 25 at einzustellen wären. Der Führungsschlitten ist zu durchbohren, um Kompressionen im Getrieberaum zu vermeiden und Oelschläge zu verhindern. Die Durchbohrungen sind daher so gross als möglich zu halten.

b) Die Plunger der Oelkreislaufpumpe sind mit Stopfbüchsen gegen Gasverluste zu dichten, wie es auch schon vom Konstruktions-Büro vorgeschlagen wurde. Dabei muss aber wegen der grösseren Gefahr des Verallaufens und Fressens der Plunger des gusseisernen Gehäuses der Oelpumpe, das bei grösserer Undichtigkeit der Plunger oder Gasstopfbüchse trotz

des freien Sickerölablaufs nach höheren Druck auszuhalten in standeseinzuss, in Schmiedestahl ausgeführt werden.

c) Die Sperröldrösselbüchsen, die jetzt mit S.E.A.-Ringen am Aussenumfang gedichtet sind und wegen der Unnachgiebigkeit der Ringe leicht zum Verlaufen neigen, werden besser mit Schleifflächen gedichtet, die sowohl eine Schrägstellung als auch eine leichte radiale Beweglichkeit der Drösselbüchse mit der Welle gestatten.

d) Das Aussenlager an der Kupplungsseite ist mit einer Stopfbüchse nach aussen hin zu versehen, damit das Lageröl nicht wie bisher unten an der Maschine aufgefangen zu werden braucht, sondern mit geringem Überdruck direkt nach dem Ölsammelbehälter gedrückt werden kann. Auch würde die Stopfbüchse das Austreten von Gas bei etwaiger Undichtigkeit der Sperrölabdichtung nach der Kupplung hin verhindern.

e) Das Spitzgewinde der beiden Abschlussdeckel der Exzenterumlaufpumpe, welches ein schiefes Anziehen des schweren Deckels und daher keine einwandfreie Dichtung herbeiführen kann, ist in ein Trapezgewinde mit senkrechter Anzugfläche abzuändern. Dies bedeutet die Neuanfertigung der beiden Deckel, die bei dieser Gelegenheit gleich so auszubilden sind, dass der Druckraum hinter dem Druckventil zwecks Vermeidung grösserer Druckschwankungen beim Ausstossen des Gases möglichst gross wird.

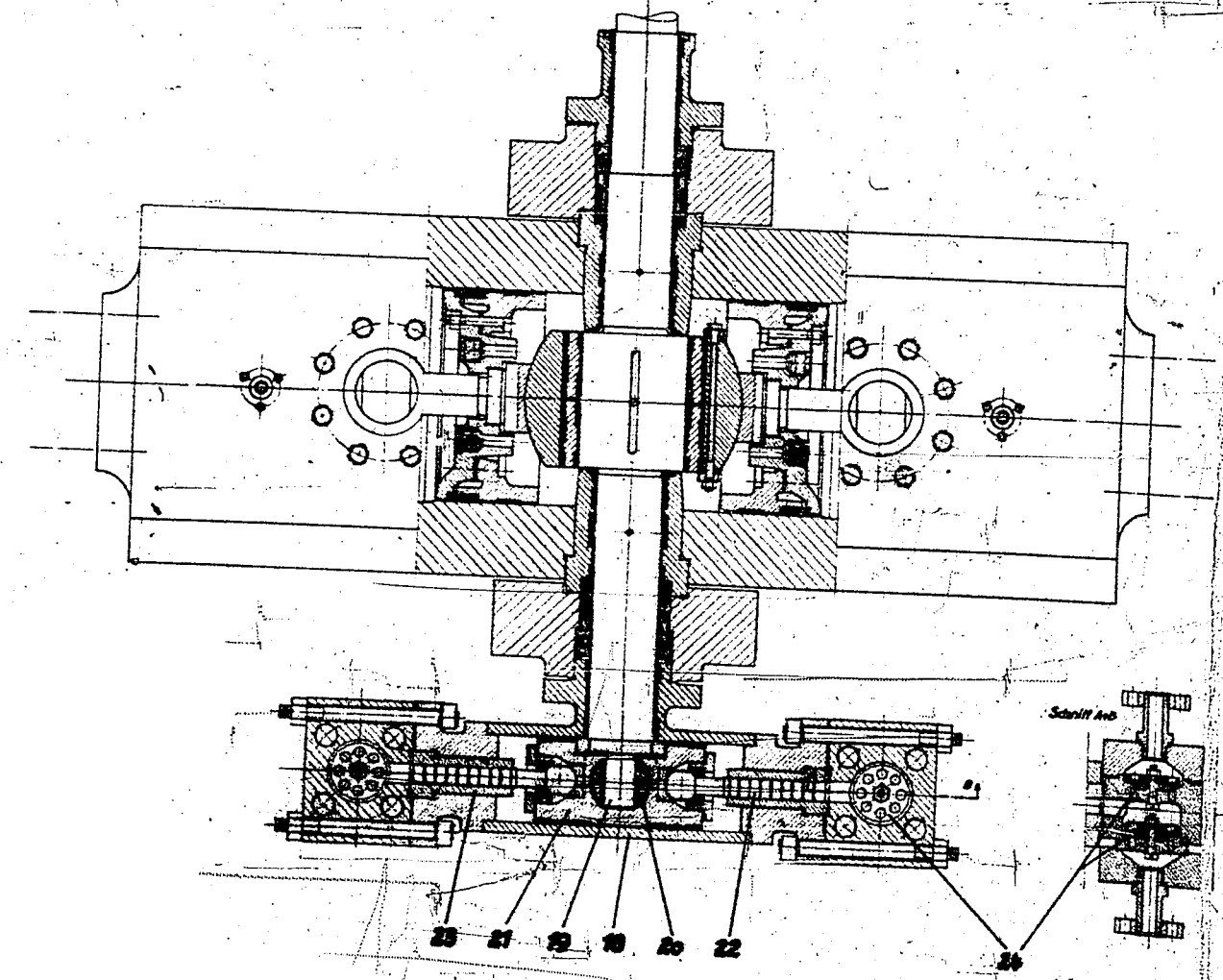
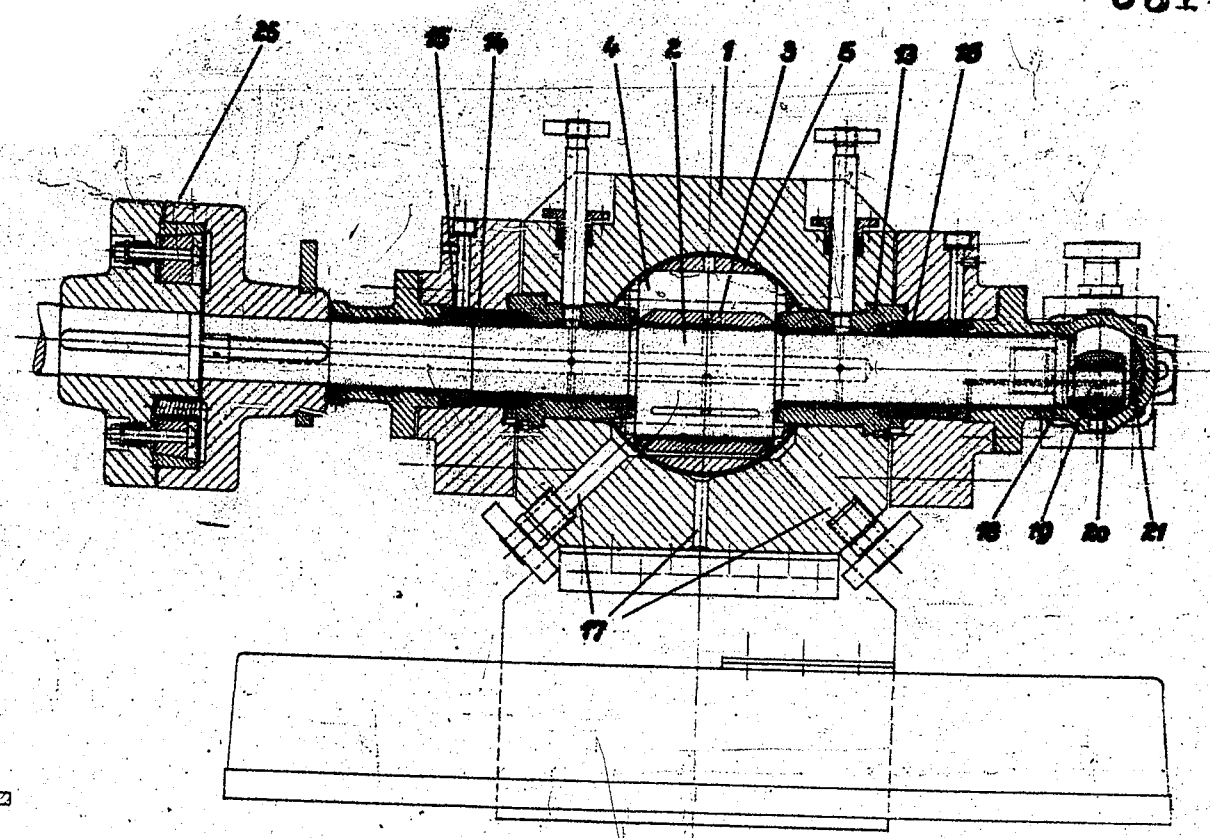
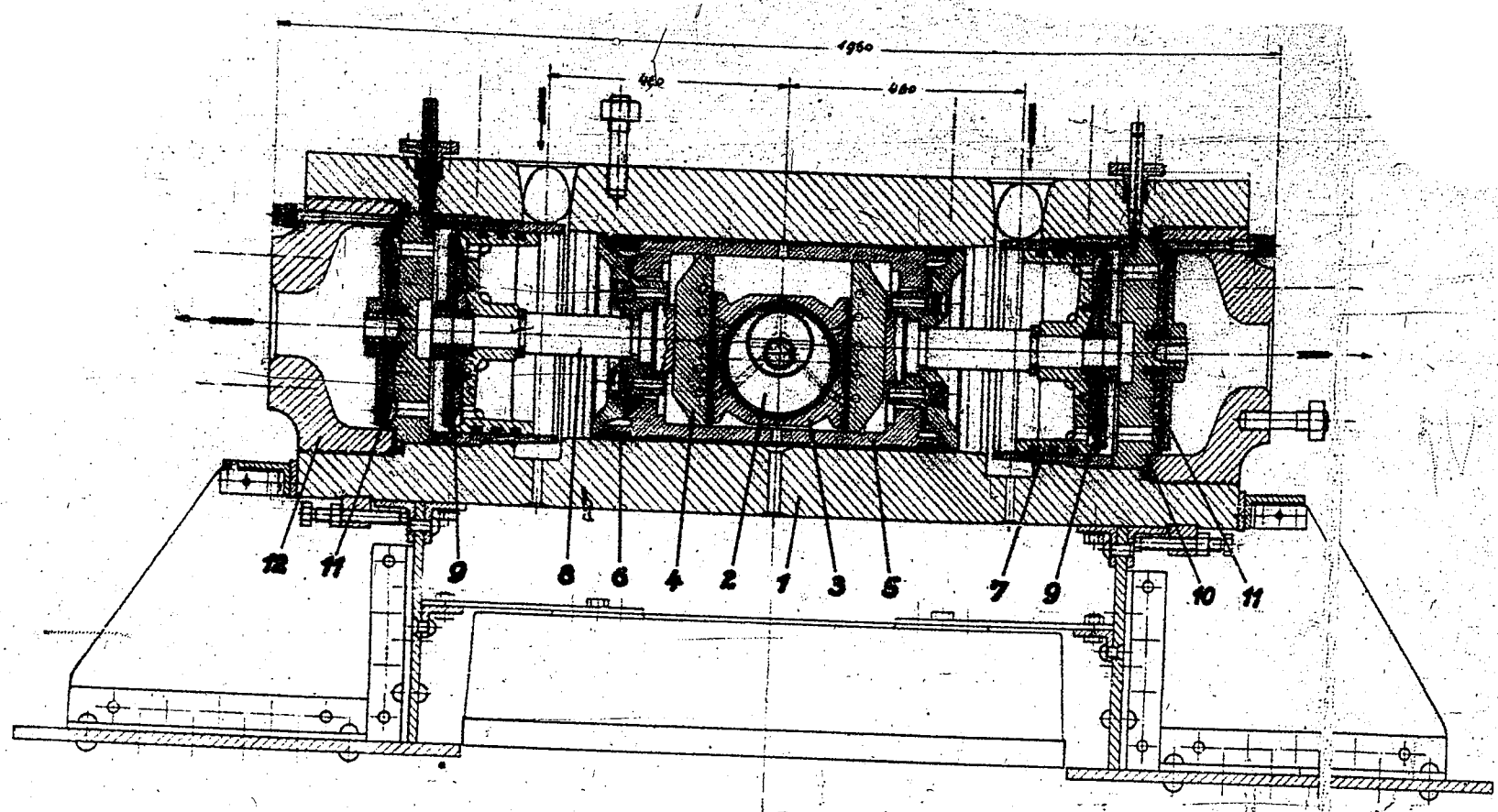
f) Die Lagerung des Pumpenkörpers auf den Kastenfüssen ist durch Anbringung von genau abgerichteten Flächen so auszugestalten, dass die erforderliche genaue Montage der Pumpe ohne den bisher notwendigen grossen Zeitaufwand sicher

durchgeführt werden kann. Die Kastenfüsse selbst sind zu verbreitern, damit auch die Bewegungen der Pumpe um ihre Längsachse abgestützt werden können, was bisher provisorisch mit Stockwinden erreicht wurde.

Alle unter a-f aufgeführten Änderungen lassen sich ohne weiteres an der Versuchsmaschine ausführen.

6) Kurze Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

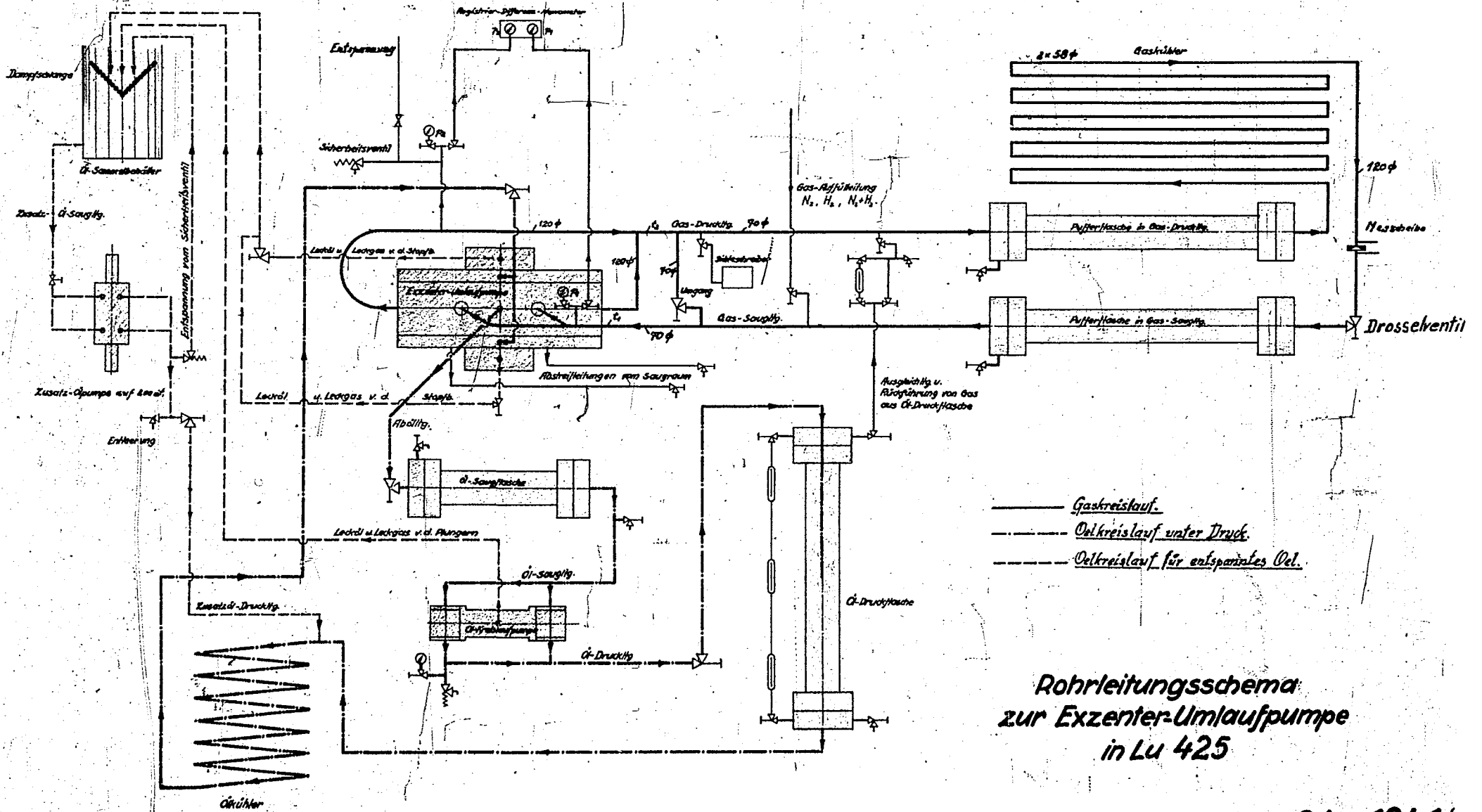
Es wird eine durch Exzenter angetriebene, schnelllaufende Kolbenumlaufpumpe mit neuartiger Sperrölabdichtung der rotierenden Welle untersucht, die mit verschiedenen Gasen (Stickstoff, Wasserstoff und Stickstoff-Wasserstoffgemisch) auf einen Versuchskreislauf gefahren wird und nach der vorgeschlagenen Abänderung einiger Teile dem Betrieb übergeben werden kann. Im Einzelnen werden die aufgetretenen Schwierigkeiten und deren Beseitigung behandelt. Noch nicht restlos beseitigt ist das Uebertreten des Sperröls in den Gaskreislauf, der Gasverlust an den Plungern der Ölkreislaufpumpe und das häufige Defektwerden der Gasventilplatten, Abänderungen zur Beseitigung dieser Mängel werden vorgeschlagen. Die vorgenommenen Messungen zeigen, dass die neue Umlaufpumpe in Bezug auf Energieverbrauch mit den bestehenden Umlaufpumpentypen (langsam laufende Kolbenpumpe und Turbopumpe) konkurrenzfähig ist. Ihre Betriebssicherheit müsste jedoch durch eine längere Laufzeit im Betriebe erprobt werden.



Exzenter-Gaslaufpumpe.

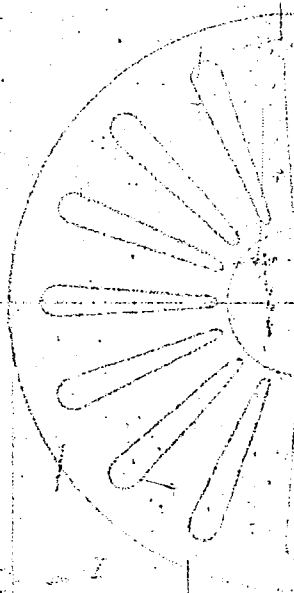
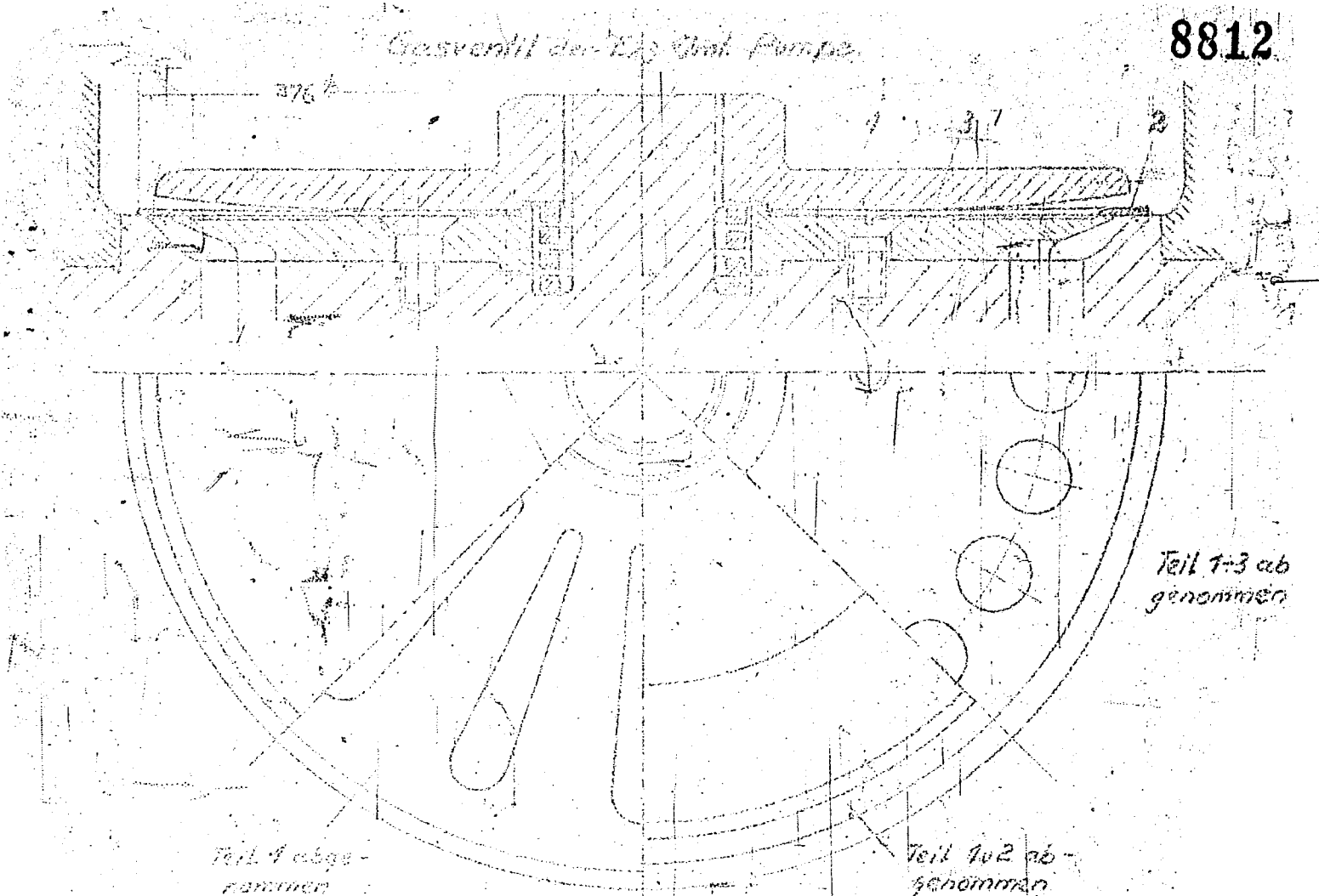
300 Uml./Min., 50000 cbm/Std., 200/212 at.

G. Lu. 1248.

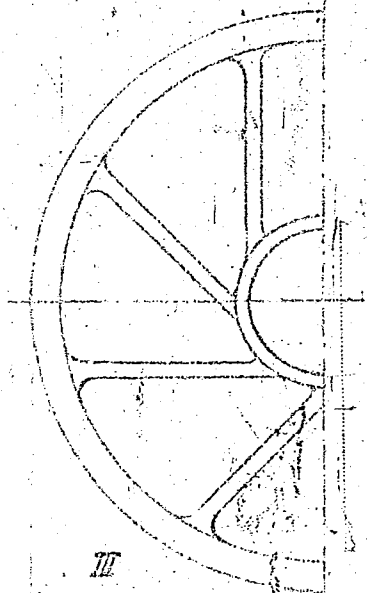
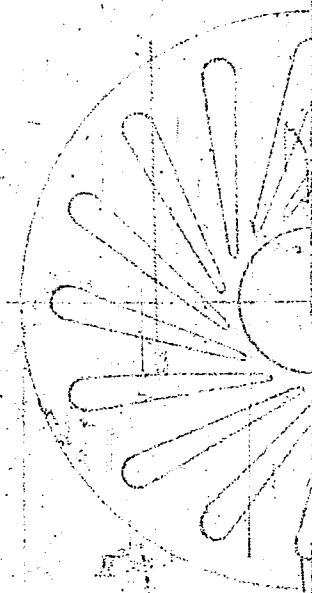


- Gaskreislauf.
- - - Ölkreislauf unter Druck.
- · - Ölkreislauf für entspanntes Öl.

Rohrleitungsschema
zur Exzenter-Umlaufpumpe
in Lu 425



Form I nicht geeignet

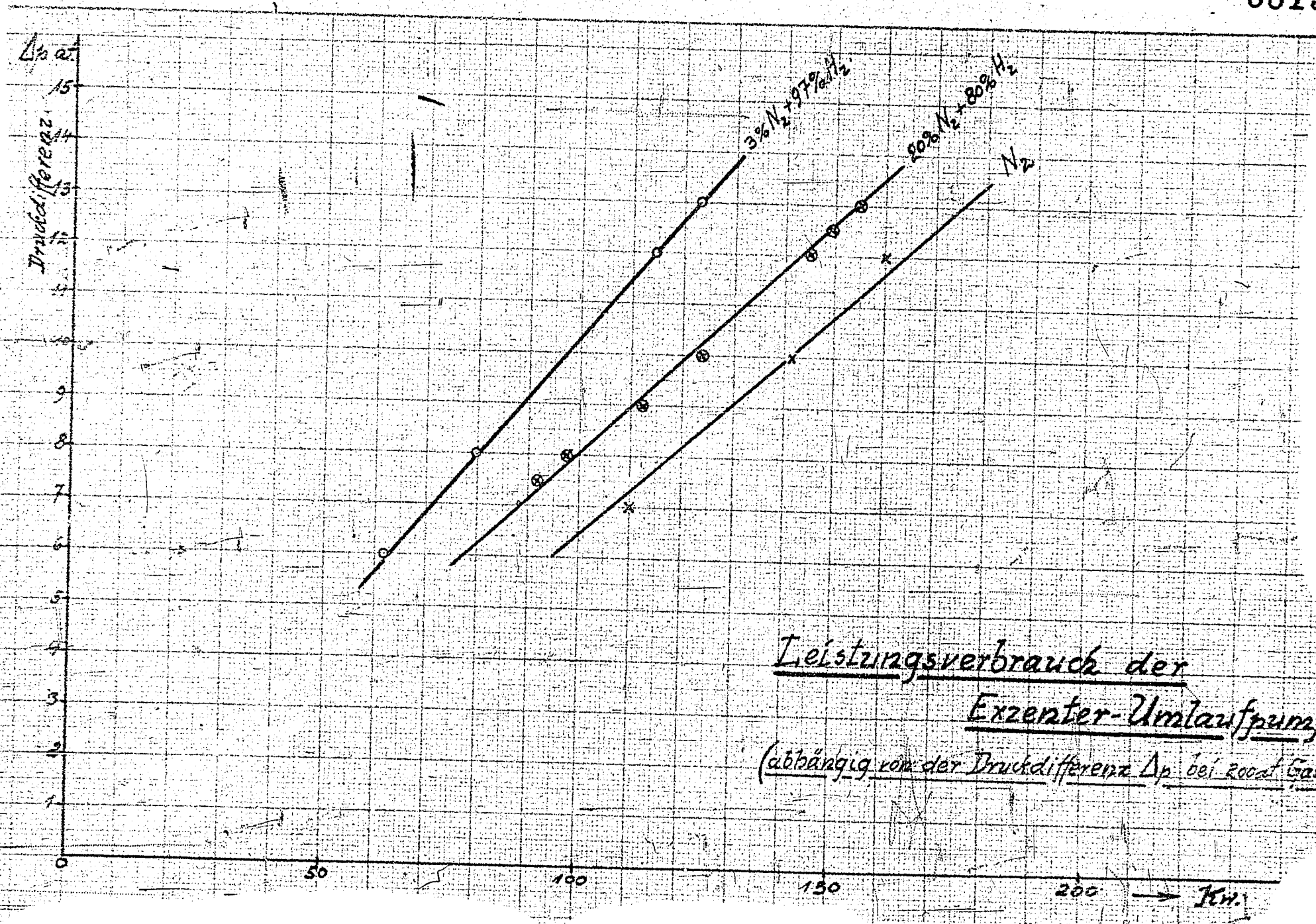


Form III bisher besser bewährt

Druckdifferenz Δp at

Gascompressorenbetrieb 7. Hochdr. Vers. K.u.

0.1.30/14



Leistungsverbrauch der Exzenter-Umlaufpumpe
 (abhängig von der Druckdifferenz Δp bei 200 at Gasdruck)

Erzenter-Uml.-Pumpe

N₂ Lu 425
n = 300/min
Kettend. = 390
Hub = 65
Federmaß 1.50 - 1.37 mm

8814

Diff. Manom.
199, 785

16.9.29.

184 769

Diff. Manom.
212, 202

25.7.29.

204 767

Diff. Manom.
213, 207

30.9.29.

207 783

Diff. Manom.
167, 157

77.5 N₂

85.5 H₂

16.9.29.

219 727

Diff. Manom.
202, 197

2.5 N₂

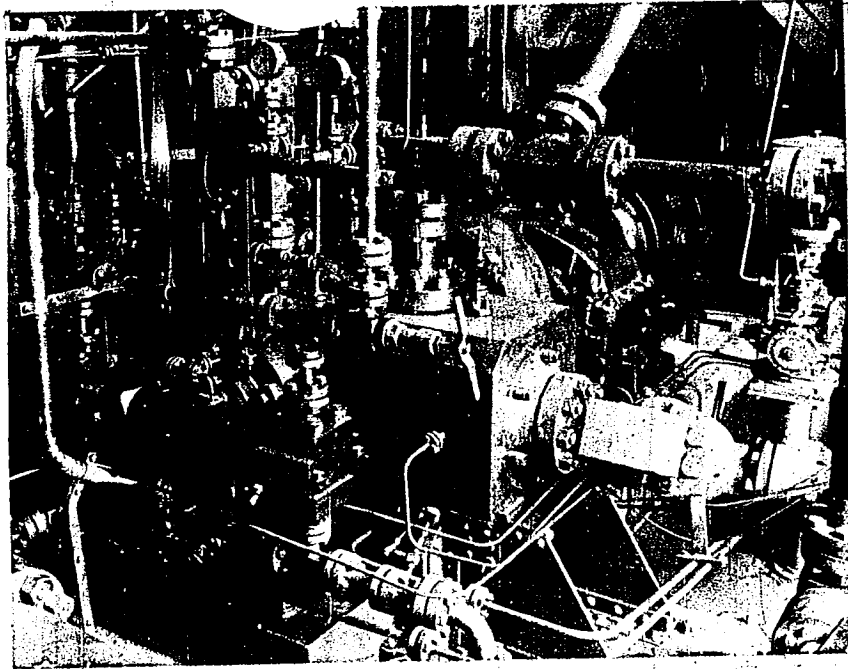
97. H₂

224 718

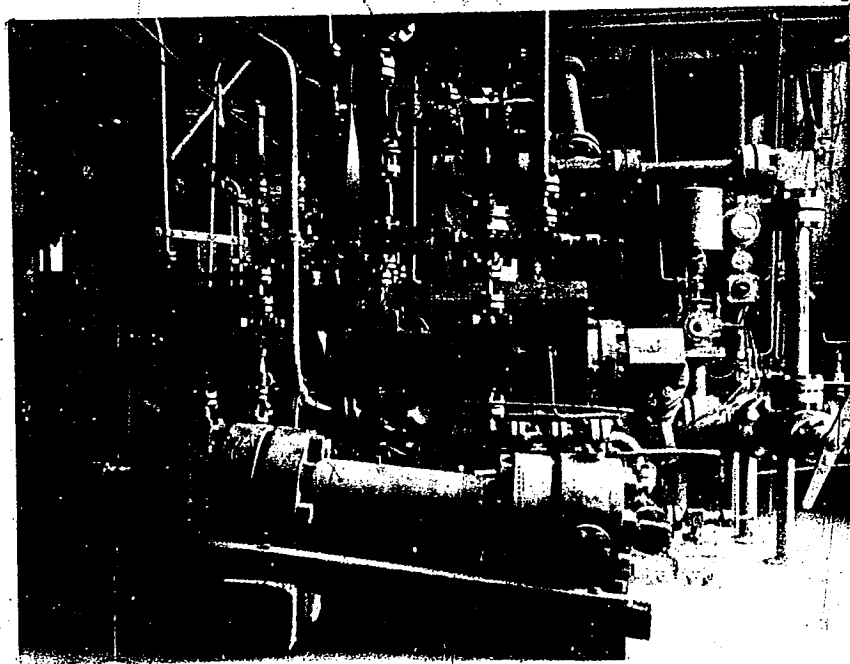
Gastpumpe L'etr. Hölzer Vers. Lu

Exzenter - Gasumlaufpumpe Lu425.

8815



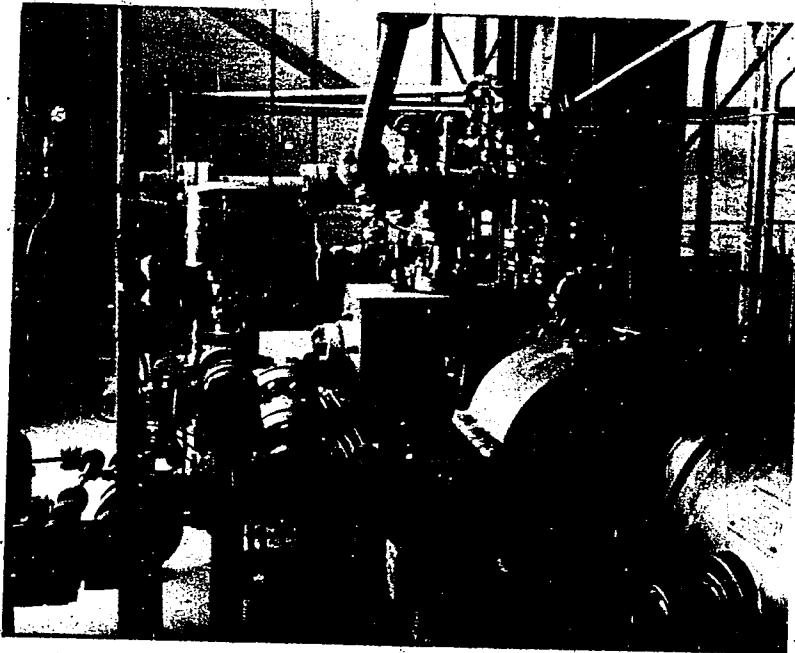
Ölpumpenseite.



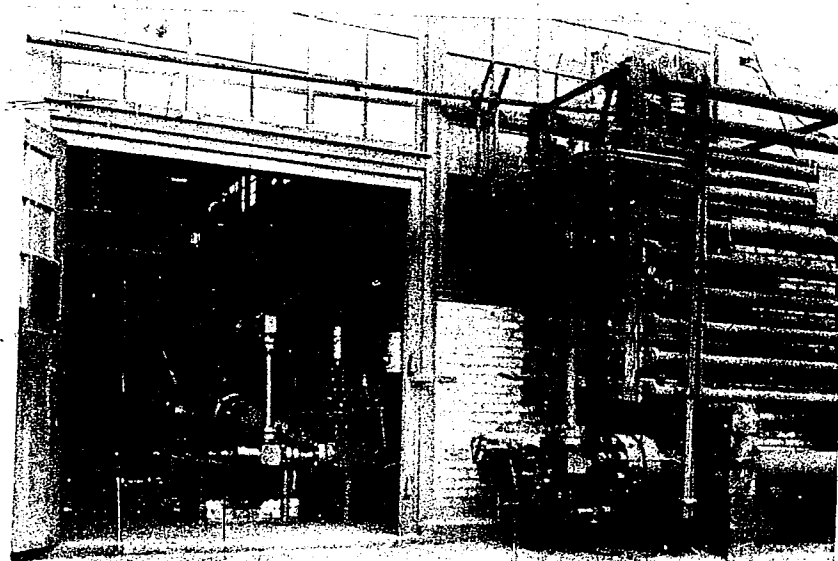
Ölpumpenseite.

Exzenter - Gasumlaufpumpe Lu 425.

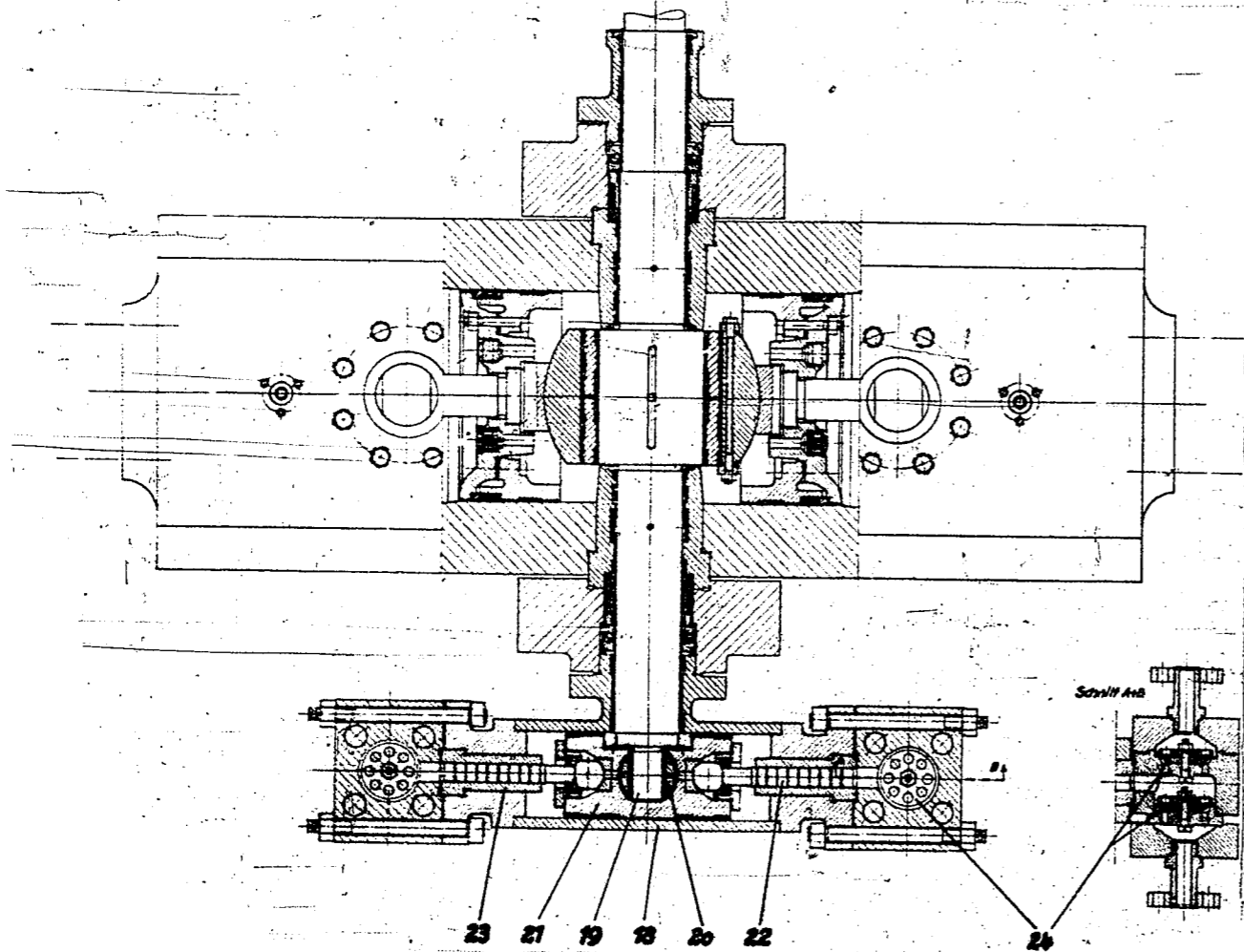
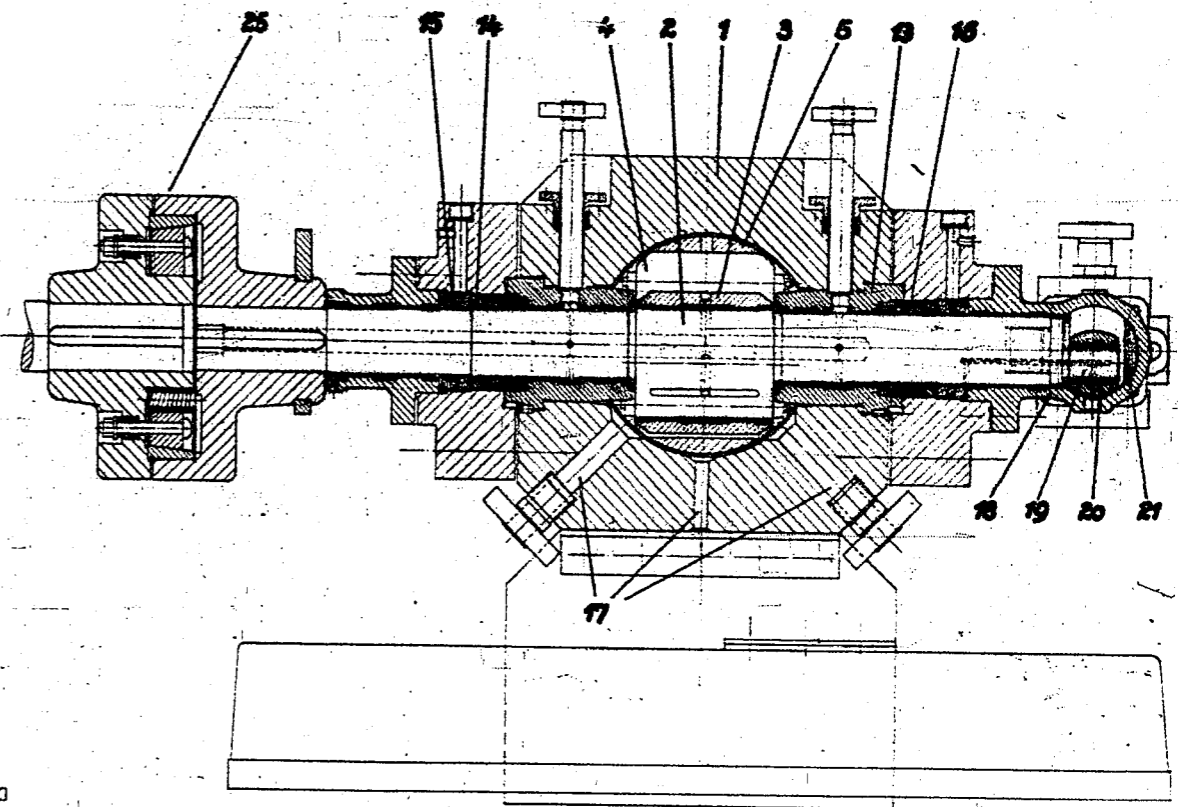
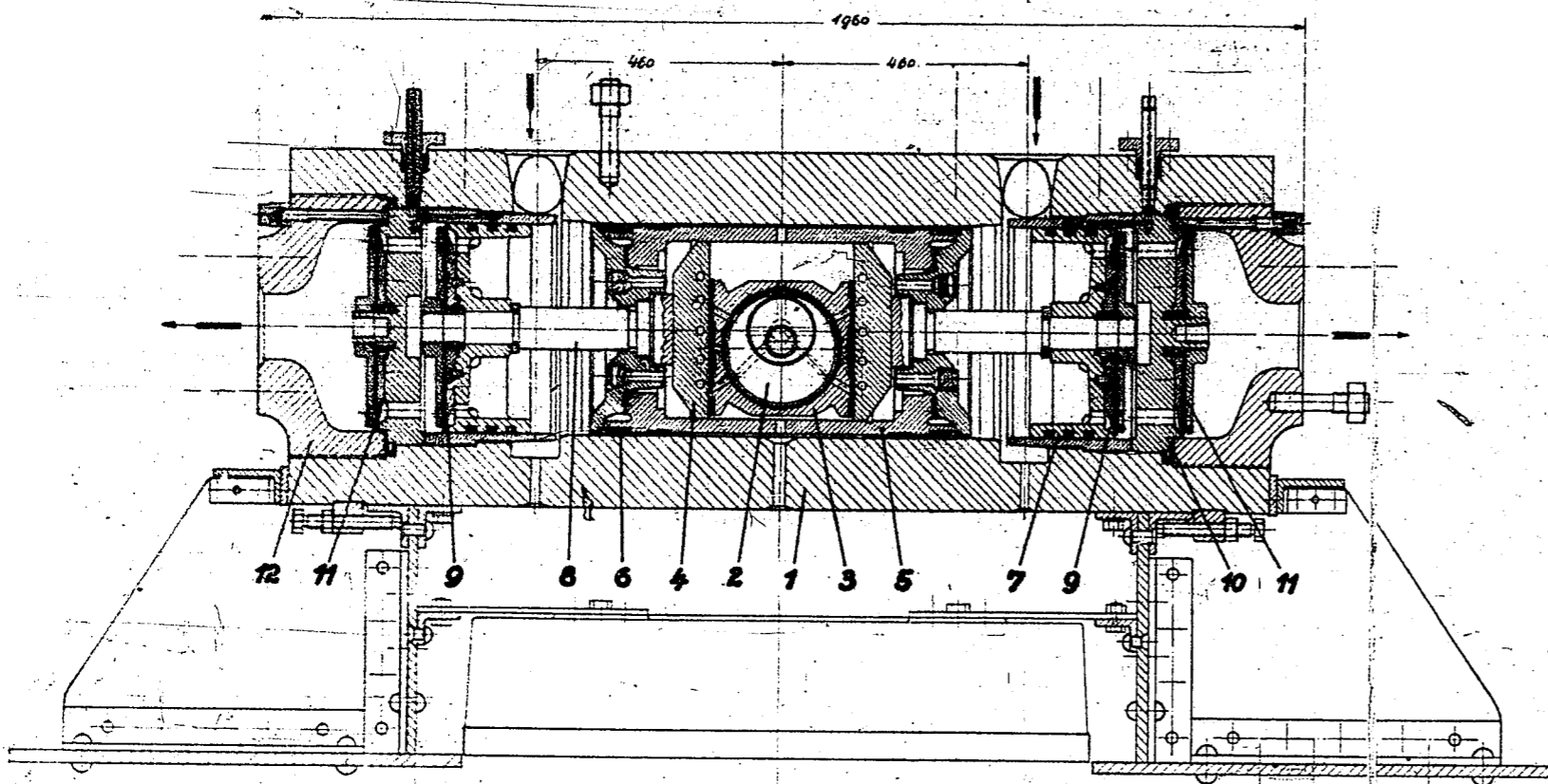
8816



Kupplungsseite.



Gesamt-Anordnung.

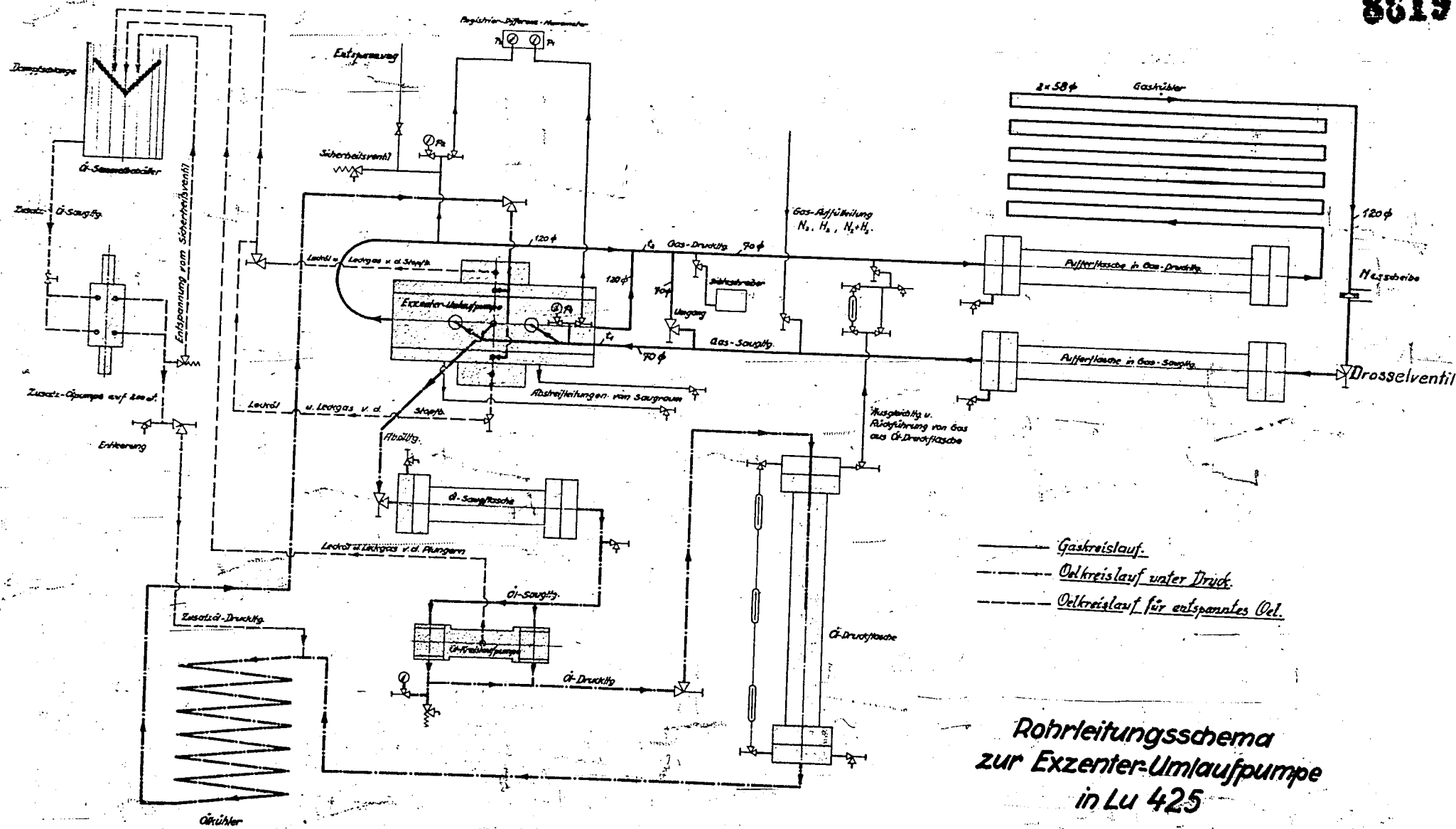


Exzenter-Gasumlaufpumpe.

300 Uml./Min., 50000 cbm/Std., 200/212 at.

G.Lu. 1248.

8819



- Gaskreislauf.
- - - Ölkreislauf unter Druck.
- · - Ölkreislauf für entspanntes Öl.

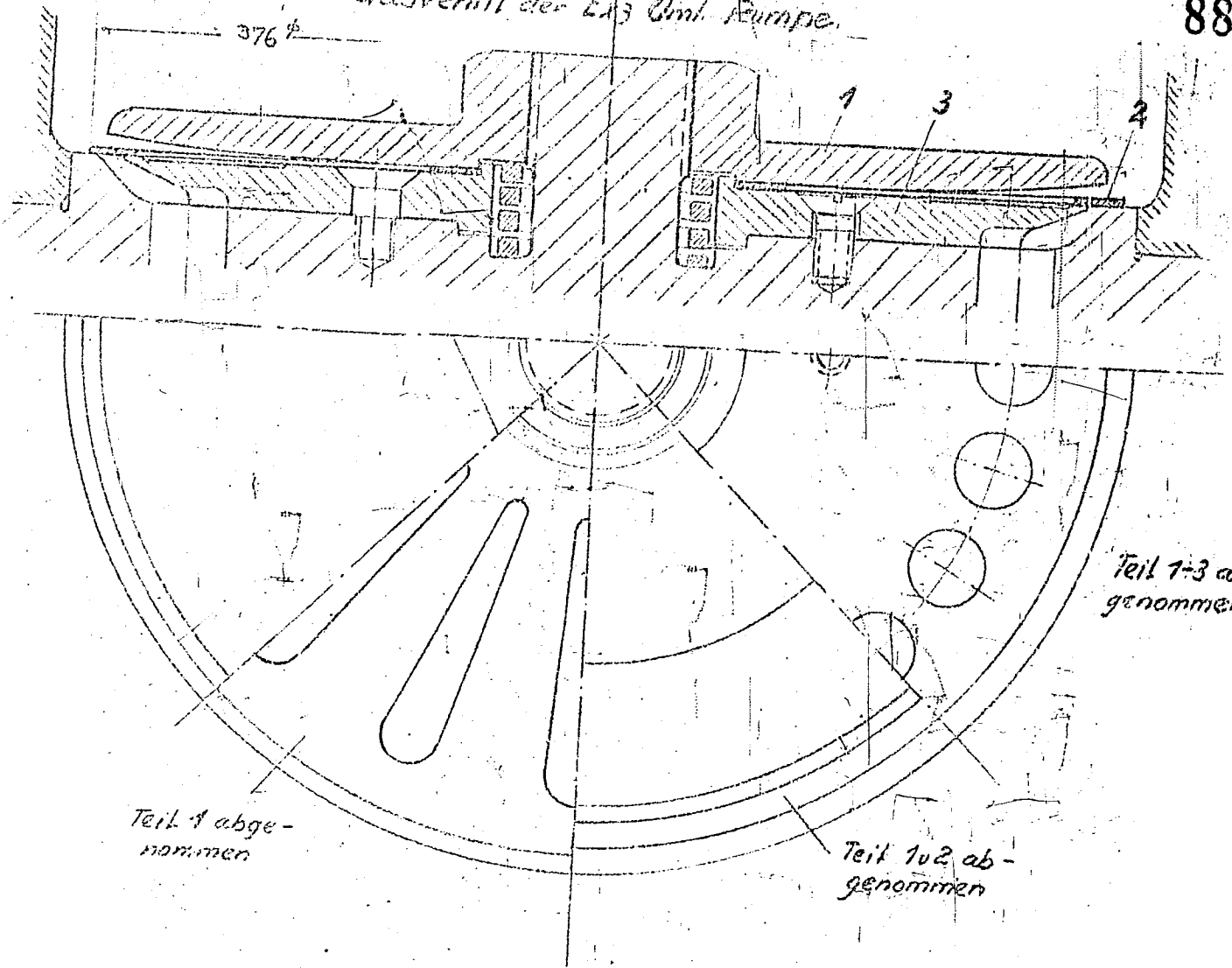
Rohrleitungsschema
zur Exzenter-Umlaufpumpe
in Lu 425

22. 10. 29
Klein

GLu 1241^α
IGLu 12.39.1

Gasventil der E₂₃ Umf. Pumpe.

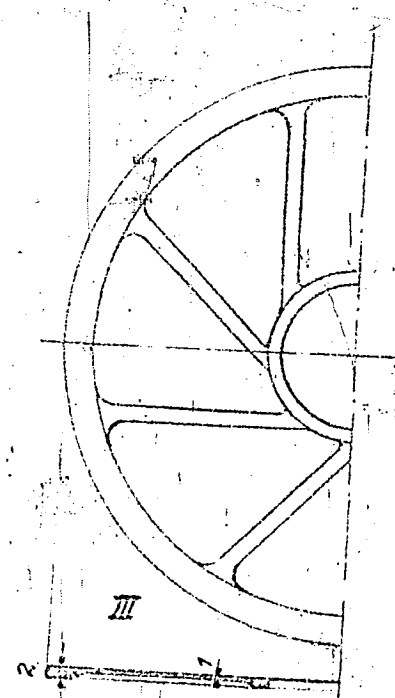
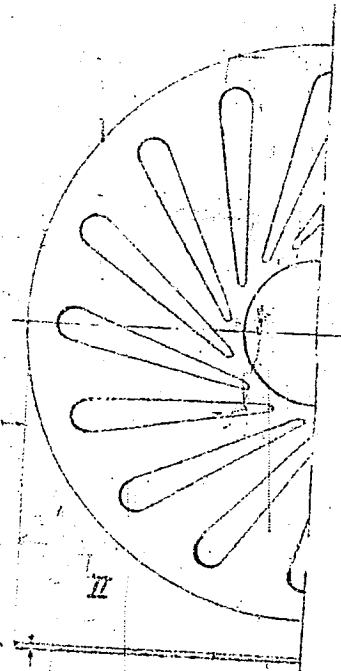
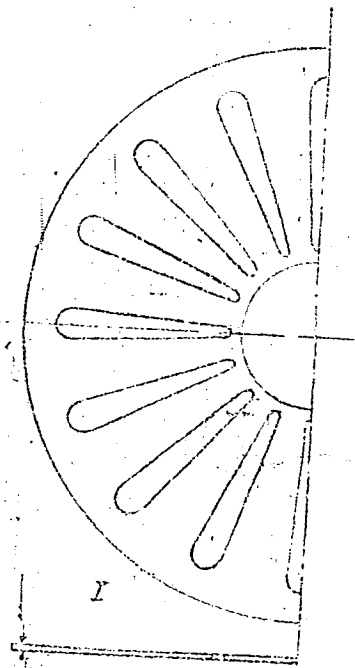
8820



Teil 1 abge-
nommen

Teil 1+2 ab-
genommen

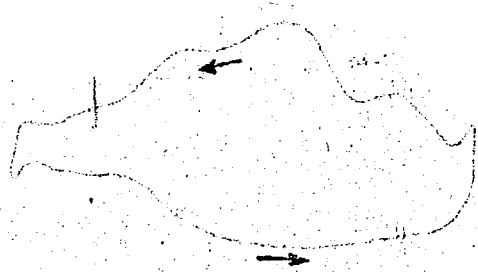
Teil 1+3 ab-
genommen



Form I u II ungünstig

Form III bisher besser bewährt.

Diff. Manom.
190/185



Exzenter-Uml-Pumpe

N₂

Lu 425

n = 300/min

Kolben ø = 390

Hub = 65

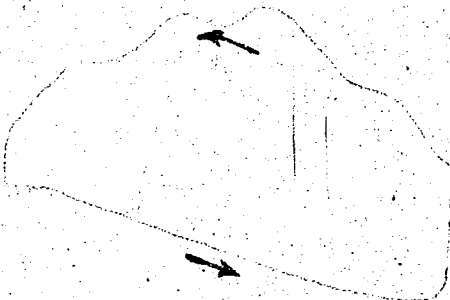
Federmaßst. 1.60 - 1.35 mm

8821

16.7.20

154/160

Diff. Manom.
212/208

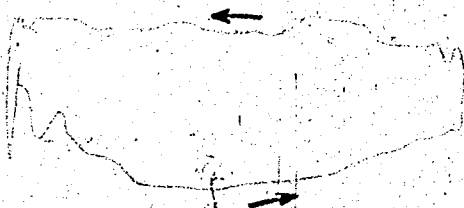


N₂

25.7.20

(204) 187

Diff. Manom.
218/201



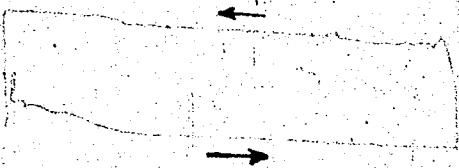
10% N₂

80% H₂

30.8.20

(200) 183

Diff. Manom.
164/153



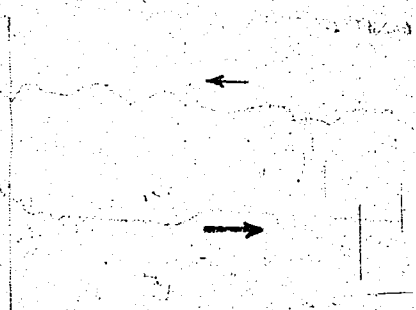
17.5% N₂

82.5% H₂

26.7.20

(139) 127

Diff. Manom.
208/195



2% N₂

97% H₂

35.9.20

(104) 114

Gasdruck/Batr. Meerdr. Vers. Lu. - fd.

Exzenter-Umlen-Pumpe

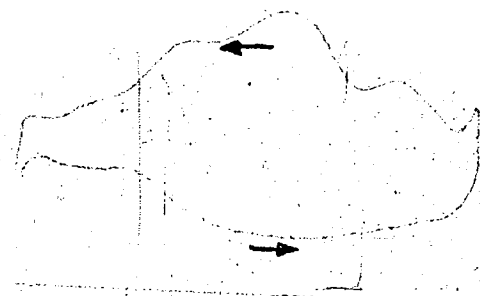
N₂ Lu 425
n = 300/min
Kolleis r = 39
H₀₅ = 65
Federnabst. 1 kg 1,3 mm

8822

Diff. Manom.
100/785

26.7.29.

(194) 160



Diff. Manom.
202/202

25.7.29.

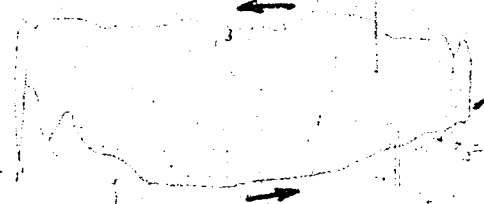
(204) 187



Diff. Manom.
213/201

20.8.29.

(200) 183

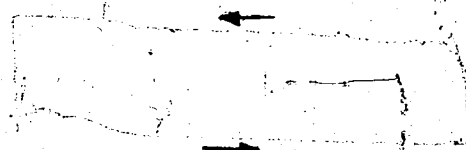


19% N₂
80% H₂

Diff. Manom.
184/150

16.9.29.

(139) 127



11,5% N₂
88,5% H₂

Diff. Manom.
205/195

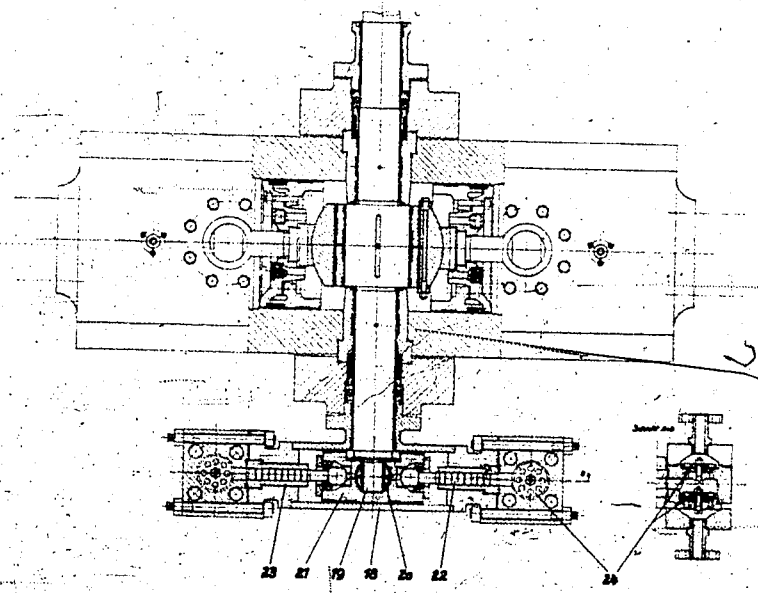
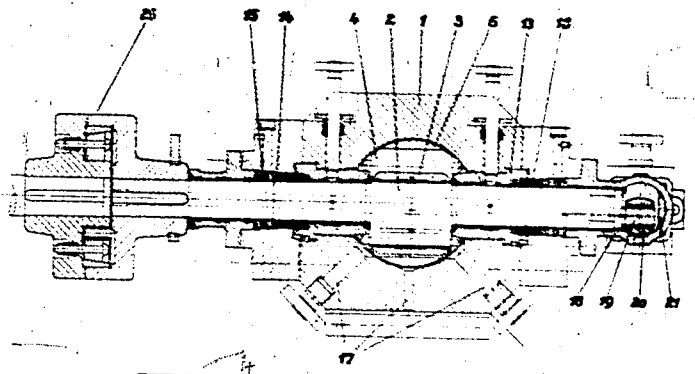
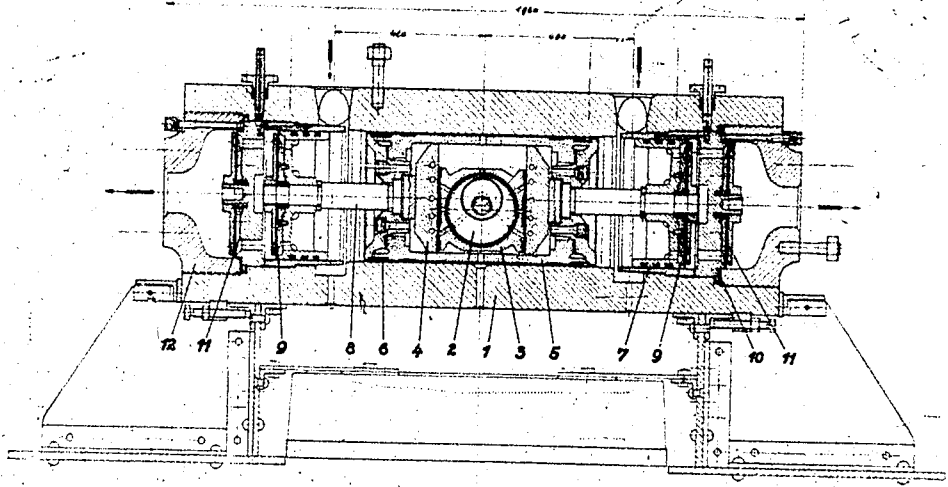
25.9.29.

(194) 170



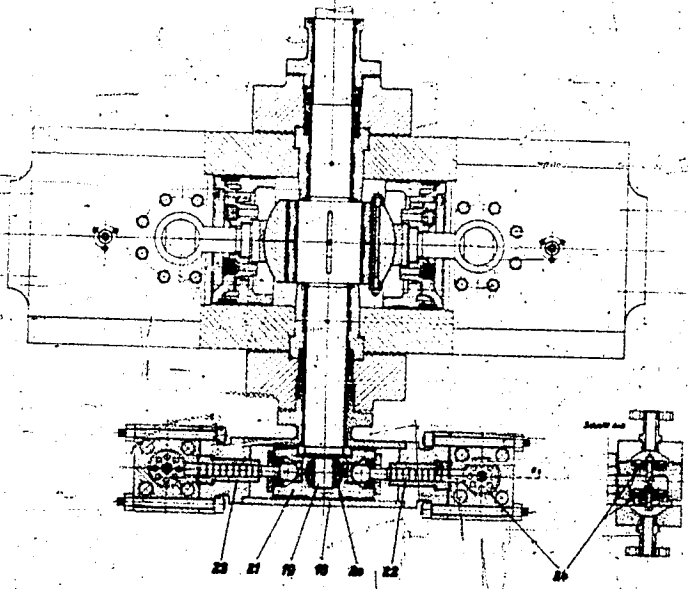
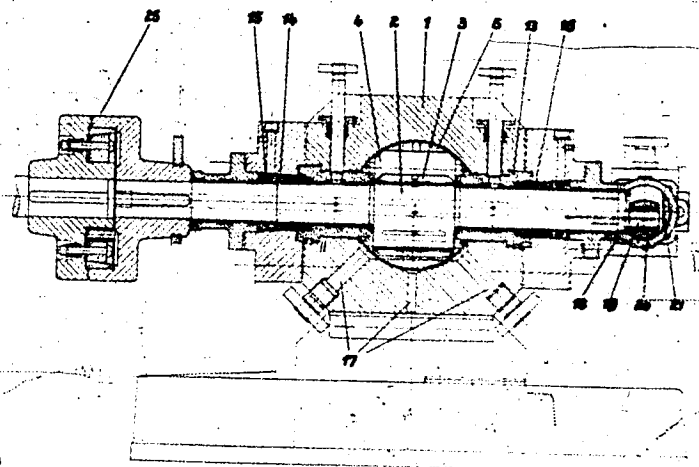
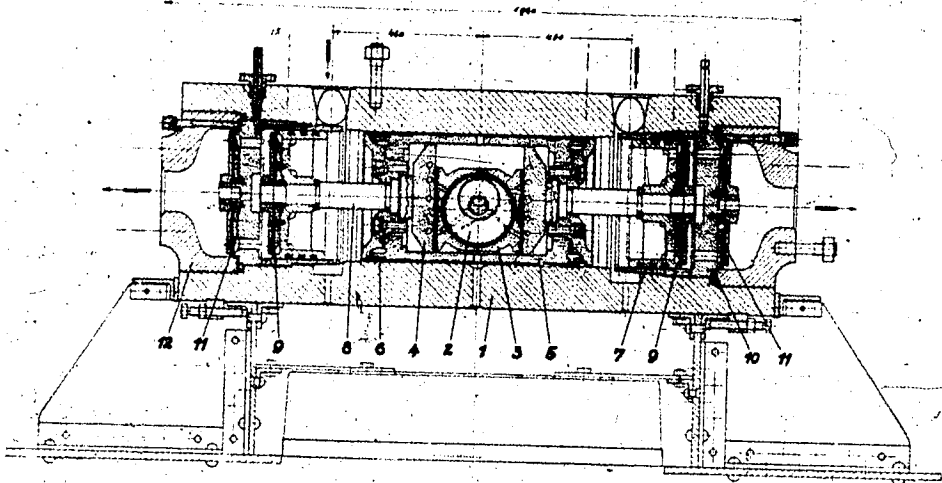
2% N₂
97,8% H₂

8824



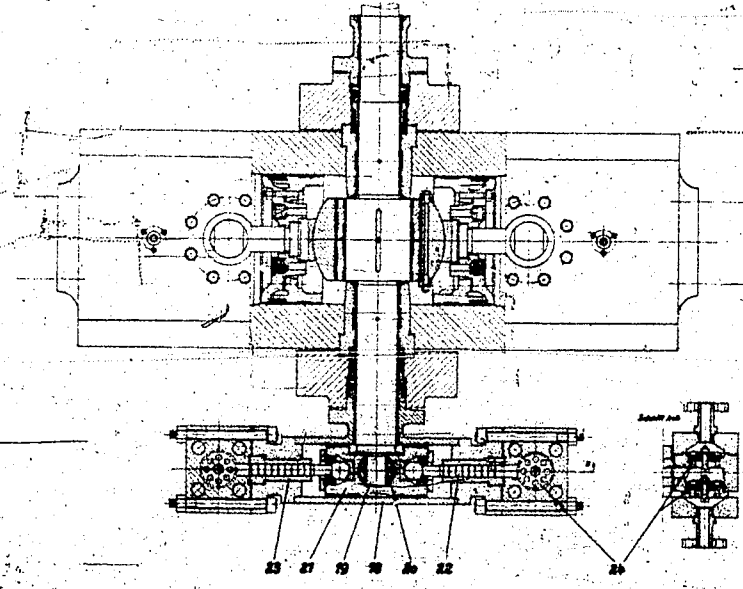
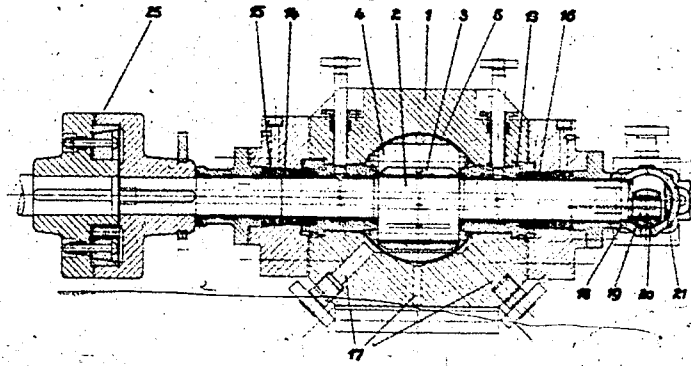
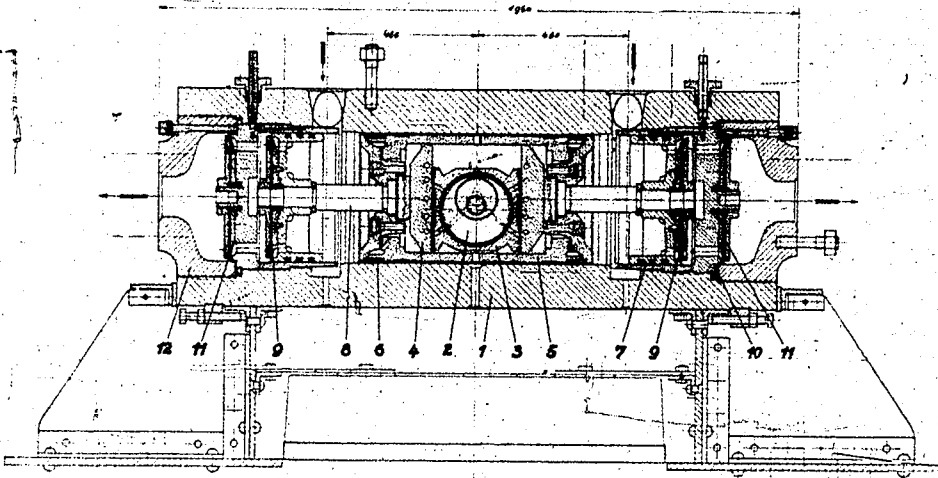
№	Изд.	Дата	Исполн.	Провер.
И.О. Подписавший			6.11.1248	

16L02390



Rev. No.	Rev. D	Quantity	Material
Part No.	6L11248		
U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE OFFICE OF THE ASSISTANT SECRETARY FOR PATENTS AND TRADEMARKS WASHINGTON, D.C. 20530			

8826



Part No.	Rev. No.	Description	Quantity
6Li. 1248			

6Li. 1248

16L02390

8827

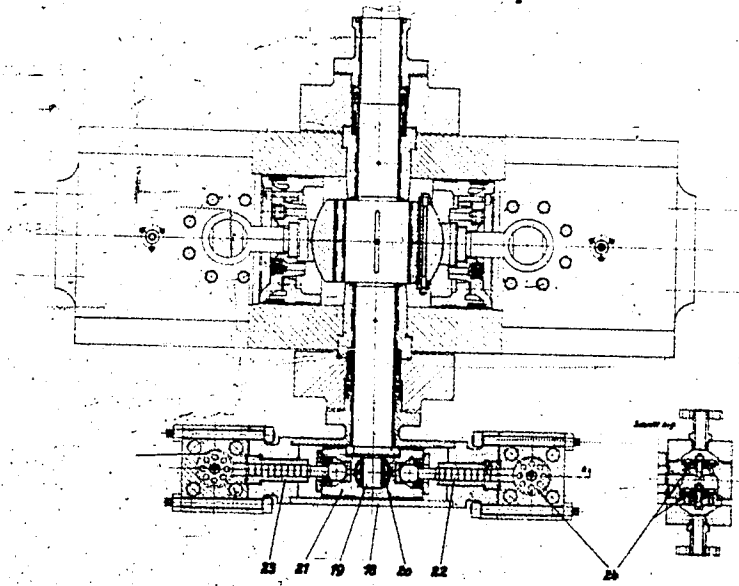
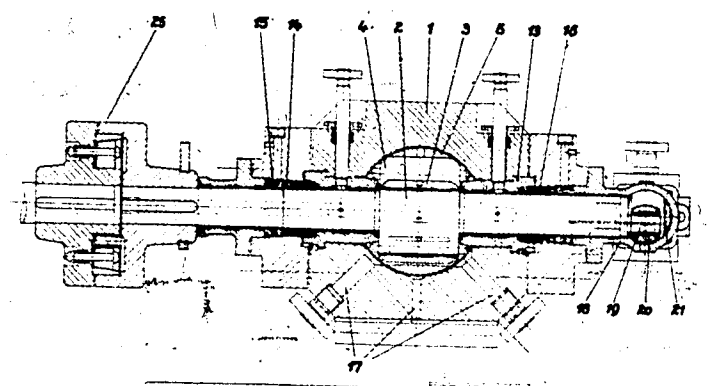
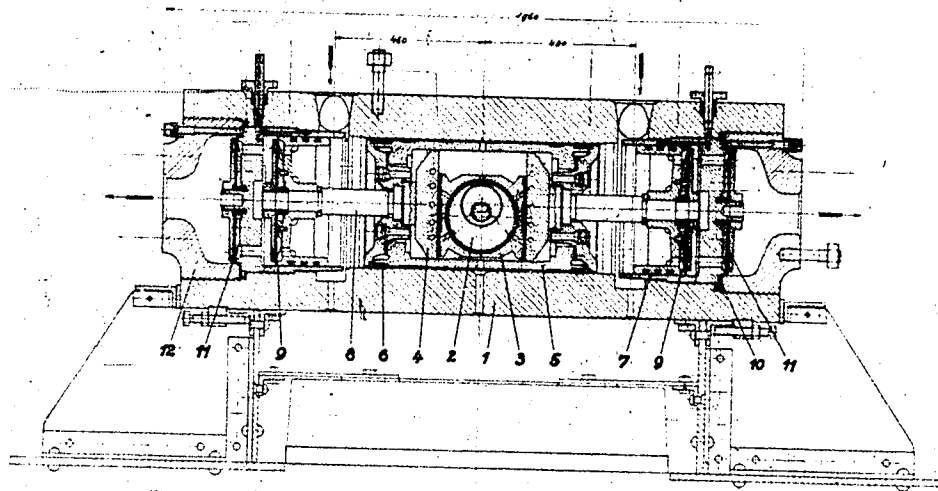


Fig. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Part Name																							
1.6. Submitter's Name: GLU. 1248																							

Zeit	Versuche	Beobachtungen u. Abänderungen
27.12.28- 31. 1.29	Montage in Lu 485	(Pumpe u. gesamte Versuchsanrichtung)
28. 1.29 - 7. 2.29	Versuche mit N_2 bis zu 50 at. Länge - ste Fahrzeit = 12 Std. ununterbrochen	Sehr viel Öl in Gaskreislauf, Druck schließt stark. Ölkerne im Ölwanne pariert werden. Asche im Ölwanne. Gaskreislaufdruck zu niedrig. Ölwanne auf Kupplungsseite wird heiß.
8. 2.29- 14. 3.29	Änderungen	<ol style="list-style-type: none"> 1) Stoffbuchschichtung f. Kurbellager 2) Sicherheitsventile angebracht 3) Ölwanne in Ölwanne 4) Entfernen von 2 Kurbeln an Gaskreislaufpumpe, da Motor überlastet. 5) Neue Halbkupplung angefertigt 6) Ueberschleifen der Welle an Ölwanne 7) Zurückfahren der Schlingringe an S.E.A. Ringen an Schlitzen und Bohrung für Nocken des Oles im Schlitze. 8) Anrichten der Pumpe gestaltet sich sehr schwierig.
16. 3.29- 3. 4.29	Probefahrten bis 50 at N_2 u. bis zu 7 Std. ununterbrochen.	Viel Öl in rechten Saugraum. Federbolzen gebrochen. Drossel auf Kupplungsseite wird schnell heiß. Durch Öl Wärmemetallo im Kurbellager.
5. 4.29- 29. 4.29	Reparatur der ganzen Pumpe.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kurbellager neu auftragen, Schmelbeschleuse ändern. 2) Drossel auf Kupplungsseite neu anbringen. 3) Ringlaufene Welle auf Drehbank kontrolliert u. Nocken mit Kurbelwelle falls etwas geändert. 4) Kupplung geändert (Längsfeder statt Keil) 5) Änderung des Gaskreislaufs (Kollern statt Zentrif.-Pumpe, Saugleitung u. stehende Entgasungsflasche in Druckleitung). 6) Simplex-Pumpe f. Kontrolle aufgestellt
30. 4.29- 6. 5.29	Probelauf bis 100 at N_2 u. bis 6 1/2 Std. ununterbrochene Fahrzeit.	Drossel auf Kupplungsseite wird bei 100 at heiß, Durchfluss steckt plötzlich.

Zeit	Versuche	Beobachtungen u. Abänderungen
7. 5.29- 15. 5. "	Reparatur d. Lager	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ausgießen des Hauptlagers auf Kuppelungsseite. 2) Drossel wird nachgeschalt. u. wieder verwendet. 3) Ölpumpenlager nachgeschalt. u. wieder verwendet. 4) Gaswegung 70 mm ϕ an Pumpe angebracht. <p>Simplexdrumpfung fördert zu wenig Öl. Deckel der Gaswege beiderseits stark undicht.</p>
14. 5.29- 23. 5. "	Probelauf bis 170/ 188 at H _g (46 Amp.) u. 6 1/2 Std.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Deckel mit je 2 Anilinscheiben gedichtet. 2) Kohlepumpe Nr 1 als Zusatzpumpe eingerichtet.
24. 5.29- 27. 5. "	Reparatur	<p>Ölpumpenführung und Ölpumpenhalblager wird sehr warm.</p>
28. 5.29- 29. 5. "	Probelauf bis 185/ 190 at H _g u. 4 Std.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ölpumpenhalblager mit Nuten versehen. 2) Drossel auf Ölp.-Seite hat geschwärzt. 3) Deckel auf Thromseite neu gedichtet (Dichtung war gerissen). 4) Kuppelung kontrolliert (Pumpe mit Steckwinge gestützt).
30. 5.29- 1. 6. "	Reparatur	<p>Abänderungen :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sperrplatte in Führungsschritten der Ölpumpe. 2) Einbau einer Heizspirale in Ölwannebehälter. 3) Zusatzleitung durch Ölbehälter geführt. 4) Gasicherheitsventil von Pumpe entfernt, weil durch Erschütterung undicht (auf 250 at erhöht). 5) Indisierbohrung an linken Deckel angebracht, dazgl. an linken Lagerdeckel. 6) Oberen Schmierstutzen links als Indisierstutzen ausgebildet. 7) Deckel verabschiedlich neu gedichtet. <p>Indisierungen ergeben 28 at Druckschwankung im Druckraum der Pumpe.</p>
3. 6.29- 28. 6. "	Probelaufe bis 218/220 at H _g und Indisierungen.	<p>Verbindungsleitung der beiden Druckseiten wird von 70 auf 120 mm ϕ erweitert.</p>
29. 6.29- 3. 7. "	Reparatur	

Zeit	Versuche	Beobachtungen u. Abänderungen
3. 7.29- 9. 7.29	Probekäufe bei 200/ 207 at H ₂ und Indi- sierungen.	<p>Pumpe und Getriebe laufen ruhig, Druck- schwankungen sind kleiner geworden, Dreh- moment von 40 auf ~ 35 Amp. zurückgegangen.</p> <p>Anmerkungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sicherheitsventile sind tief gesenkt. 2) Entlastungsbohrung an Dichtungswal- schette.
10. 7.29- 16. 7. "	Dauererprobung 27 Std.	<p>Viel Öl im Gaskreislauf, Zusetzen muss viel Öl geschehen. Saugt Pumpen- auch mechanisch einwandfrei. Stopf- sen gehen stärker.</p>
15. 7.29- 17. 7. "	Probekäufe und Indisierungen	<p>Viel Öl im Gasraum. Bei 10 at Differenzdruck kann Gasölriegel in Flasche nicht mehr gehalten werden.</p>
18. 7.29- 22. 7. "	Reparatur	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2 Sicherheitsventile aus Schlitzen herausgenommen. 2) Ölpumpe kontrolliert, Weiswoll- spitze zwischen Sitz und Platte. 3) Gaswege in Ventilen wurden gereinigt, Spalt von 6 auf 10 mm Breite. 4) 3 Ventilplatten gebrochen, 2 wurden ersetzt.
23. 7.29- 29. 7. "	Probefahrt und Indisierung	<p>Drosseln gasen beiderseits stark.</p>
26. 7.29- 27. 7. "	Reparatur	<ol style="list-style-type: none"> 1) Deckel ausgedreht. 2) Ölpumpendrossel um 90° gedreht.
29. 7.29- 30. 7. "	Probelauf mit Indisierungen	<p>Viel Öl im Gaskreislauf, Drosseln gehen stark. Ölpumpendrossel wird schnell warm.</p>
31. 7.29- 17. 8. "	Grosse Reparatur der Pumpe.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Welle in Lu 120 überwechseln. 2) 2 Hauptlager neu auslagern. 3) Drosseln neu auslagern. 4) S.E.A. Ringe an Schlitzen erneuern. 5) Plattenlager bohren nach 2 1/2" Ø. 6) Indisierstutzen auch für rechten Arm, Raum. 7) Rohrbogen 120 1.5" anstatt 2 Nuten. 8) Kupplung egalisieren, neuer gleit- samer Ring. 9) Ölpumpenschlitten ausbauen. 10) Ölpumpenlager neu auslagern. 12) Sicherheitsventile im Schlitzen aus- lagern u. auf 2 at einstellen. 12) Haltbolzen an Schlitzen abkürzen und verdrichten.

Zeit	Versuche	Beobachtungen u. Abänderungen
30. 8.29- 26. 8. "	Probefahrten bis 305/212 at Hg	<p>13) Gassaugflache Effort u. rüben (Kleinspritz).</p> <p>14) Oelammelbehälter nach Grundriss ver- legen.</p> <p>15) S.R.A. Ringe an Drosseln ohne Vergrö- ßerung einbauen.</p>
37. 8.29- 11. 9. "	Reparatur	<p>Anfangs Öl im Gaskreislauf, nach Wasser- metallismus in Oelungventile tauschen. Oelungflache gereinigt.</p> <p>Änderung der Entspannungslinien im Freie zum Fahren mit Wasserdampf. Anschluss an Nullleitg. Stickstoffleitung für Oelammelbehälter.</p>
12. 9.29- 16.10. "	Probefahrten mit Hg u. H ₂ g-Gemisch bis 300/212 at. u. Indisierungen	<p>Periode der Ventilplattenbrüche. Elektr. Messungen mit Präzisionsinstru- menten, Dichteschreiber u. Drucker für Gasmessungen.</p> <p>Ausprobieren des neuen Diff.-Druck-Indi- kators.</p>
22.10.29- 8.11. "	Probefahrten mit H ₂ g-Gemisch.	<p>Indisierungen mit neuen Differenzdruck-Indi- kator. Einbau von Ventilplatten aus ver- schiedenem Materialien und mit anderen Formen.</p>