

# Die neuen Sulzer-Zweitakt-Schiffsmotoren geschweisster Bauart

Autor(en): **Kilchenmann, W.A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **71 (1953)**

Heft 42

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-60648>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Leider liegen die praktischen Möglichkeiten zu solchen Untersuchungen und Ueberprüfungen meistens zeitlich so weit auseinander, dass eine Kontinuität der Forschung am praktischen Objekt fast ausgeschlossen ist. Auch die Bestimmung der Relieflinie bedarf weiterer Erfahrung.

Ein weiterer besonders wichtiger Faktor ist der Einfluss des Wassers. Die Gesetzmässigkeit seines Einflusses harrt noch der Abklärung. Die Prognose ist bei allen Methoden dadurch bedeutend erschwert, dass die Menge des vermutlich anzutreffenden Wassers in den meisten Fällen schwer vorausbestimmen ist.

Unter III sind zwei nach der Methode Koenigsberger-Thoma durchgeführte Prognosen angeführt. Es lagen ihnen verschiedenartige Verhältnisse zugrunde. Wie bereits am Schlusse jenes Kapitels bemerkt, ist ein einzelnes Beispiel nicht endgültig schlüssig, besonders wenn, wie unter III, 2, das Ergebnis nicht ganz eindeutig ist. Wenn dieses Beispiel hier angeführt ist, so deshalb, weil, wie erwähnt, die Gelegenheiten, solche Prognosen durchzuführen, zeitlich und örtlich so auseinanderliegen, dass sie immer wieder von andern Fachleuten durchgeführt werden müssen. Es muss daher jeder Einzelne seine Erfahrungen, sein Beispiel, bekanntgeben, damit so mit der Zeit eine «Erfahrung» über das Problem und seine Lösung zusammenkommt.

Eine möglichst genaue Temperaturprognose ist für den Bau langer, tiefliegender Tunnel und Stollen wichtig, um das Leistungsvermögen der Kühleinrichtungen entsprechend bestimmen zu können. Dieses hängt von der bei den vorhandenen Gesteinstemperaturen aus dem sich abkühlenden Gebirge in der Zeitinheit dem Stollen oder Tunnel zuströmenden Wärmemenge ab. Ueber den Zusammenhang zwischen der Gesteinstemperatur und der vom Gebirge an den künstlich geschaffenen, abgekühlten Hohlraum abgegebenen Wärmemenge sind beim Bau des Simplontunnels durch Dr. Heerwagen eingehende Untersuchungen durchgeführt worden, deren Ergebnisse in den unter [15, 16 und 21] angeführten Werken veröffentlicht sind.

**Berichtigungen:** S. 598, rechte Spalte, 25. Zeile von unten, lies: Tiefenstufe für  $y = 0$  oder  $y = \pi b$ . — S. 599, rechte Spalte, 4. Zeile von oben, lies:  $x_2 = -769$ . — Bild 4, S. 599 gilt für  $h/l = 1/5$  (nicht  $1/10$ ).

#### Literaturverzeichnis

- [1] *Schardt H.*: Les résultats scientifiques du percement du tunnel du Simplon. «Bulletin Technique de la Suisse Romande» 1905. — Die geothermischen Verhältnisse des Simplongebirges in der Zone des grossen Tunnels. Aus der Festgabe der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich zur Einweihungsfeier 1914, Schulthess & Co. 1914.
- [2] *Niethammer G.*: Die Wärmeverteilung im Simplon. «Ecl. Geol. Helv.», Vol. XI, No. 1, Juni 1910.
- [3] *Künzli E.*: Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz XXI (51).
- [4] *Buxtorf A.*: Thermische Verhältnisse des Grenchenbergtunnels.

- Unter III im Schlussbericht über den Bau der normalspurigen Hauptlinie Münster-Lengnau. Selbstverlag der BLS, Bern 1917.
- [5] *Stapff F. M.*: Studien über die Wärmeverteilung im Gotthard. Schw. Naturf. Gesellschaft zur 60. Jahresversammlung in Bern 1877 u. a.
- [6] *Lommel G. H.*: Etude de la question de chaleur souterraine et de son influence sur les projets et systèmes d'exécution du grand tunnel alpin du Simplon présentée à la réunion de la Société helv. des Sciences nat. à Brigue le 13 sept. 1880.
- [7] Rapport sur les conditions géologiques du Tunnel du Splügen par *C. Schmidt* et *A. Stella* avec un résumé des études thermiques de *J. Koenigsberger*. E. Birkhäuser, Basel 1911.
- [8] *Fourier M.*: Analytische Theorie der Wärme. Deutsche Ausgabe von Dr. B. Weinstein, Berlin 1884. — *L. R.* und *A. C. Ingersoll* und *O. J. Zobel*, Heat conduction with engineering and geological applications. London 1948.
- [9] *Thoma E.*: Ueber das Wärmeleitungsproblem bei wellig begrenzter Oberfläche und dessen Anwendung auf Tunnelbauten, Karlsruhe 1906.
- [10] *Koenigsberger J.*, unter Mitwirkung von *Thoma E.* und *Goelz H.*: Versuche über primäre und sekundäre Beeinflussung der normalen geothermischen Tiefenstufe und über Temperaturen im Albul-, Arlberg-, Simplon-, Ricken-, Tauern- und Bosruck-tunnel. «Ecl. geol. Helv.» Bd. X, 1908.
- [11] *Koenigsberger J.* und *Mühlberg M.*: Ueber Messungen der geothermischen Tiefenstufe, deren Technik und Verwertung zur geologischen Prognose und über neue Messungen in Mexico, Borneo und Mitteleuropa. «Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie» XXXI, Beilageband, Stuttgart 1911.
- [12] *Woeikof A.*: Probleme der Bodentemperatur. Typen ihrer vertikalen Verbreitung. Verhältnis zur Lufttemperatur. «Meteorologische Zeitschrift» 1904.
- [13] *Koenigsberger, Thoma* und *Leier*: Ueber Bodentemperaturen im Schwarzwald, in Graubünden und in Aegypten. «Berichte der Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br.» Bd. 18, Heft 1, 1910.
- [14] *Koenigsberger J.*: Ueber Beeinflussung der geothermischen Tiefenstufe durch Berge, Täler, Schichtenstellung, durch fliessendes Wasser und durch Wärme erzeugende Einlagerungen. «Ecl. geol. Helv.» Vol. IX, 1906.
- [15] *Andrae C.*: Der Bau langer, tiefliegender Gebirgstunnel. Julius Springer, Berlin 1926.
- [16] *Andrae C.*: Les grands souterrains transalpins. Leemann Verlag Zürich 1948.
- [17] *Schmidt C.*: Die Geologie des Simplongebietes und des Simplontunnels. F. Reinhardt, Universitätsdruckerei, Basel 1908.
- [18] *Pressel K.*: Experimentelle Methode der Vorausbestimmung der Gesteinstemperatur im Innern eines Gebirges. R. Oldenbourg, München und Berlin 1928.
- [19] *v. Willmann E.*: Die Beeinflussung der normalen geothermischen Tiefenstufe durch fliessendes Wasser. «Ecl. geol. Helv.» Bd. X, 1908/09.
- [20] *Zollinger A.*: Wärmeverteilung im Innern verschiedener Alpentunnels. Orell Füssli, «Techn. Mitteilungen», Heft 26, Zürich.
- [21] *Brandau K.* und *Imhof K.*: Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Band V Tunnelbau. 4. Aufl. Wilh. Engelmann, Leipzig 1920.
- [22] *Haefeli R.* und *Kasser P.*: Beobachtungen im Firn- und Ablationsgebiet des grossen Aletschgletschers, SBZ vom 4. Sept. 1948. — Glaziologische Beobachtungen am grossen Aletschgletscher, SBZ vom 30. Aug. 1952.

## Die neuen Sulzer-Zweitakt-Schiffsmotoren geschweisster Bauart

DK 621.436:629.12

Von Dipl. Ing. W. A. KILCHENMANN, technischer Direktor der Abteilung für Dieselmotoren der Firma Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft Winterthur

Schluss von Seite 606

### 2. Die neuen Bauelemente in geschweisster Ausführung

Der Uebergang von den schweren Gussteilen zu den leichteren Bauelementen in geschweisster Ausführung der RS-Motoren wurde hauptsächlich durch die Tatsache veranlasst, dass im Laufe des letzten Weltkrieges — namentlich in den britischen Werften — im Bau geschweisster Schiffe und Antriebsmaschinen sehr ausgedehnte Erfahrungen gesammelt worden waren. Zudem und im Zusammenhang damit bot es nach dem Kriege vielfach grosse Schwierigkeiten, Gusstücke solcher Ausmasse zu erhalten, wie sie für den Bau grosser Schiffsmotoren benötigt werden. Infolgedessen wurde beschlossen, bei den neuen Motoren einen grundsätzlich neuen Aufbau zu wählen, der weitgehend aus geschweissten Bauelementen besteht.

Bei Verwendung geschweisster Kurbelgehäuse verlangt die Frage der Kräfteverteilung über das Gerippe und die Ständer ganz besondere Aufmerksamkeit. Die sehr beträchtlichen und wechselnden inneren Kräfte, die bei der Zündung des Brennstoffs im Verbrennungsraum entstehen, müssen auf dem direktesten Weg vom Zylinderdeckel auf die Kurbelwellenlager übertragen werden, und zwar so weit wie möglich ohne quergerichtete Schweissnähte zu kreuzen. Dieser Bedingung wird auf die einfachste Weise durch den Einbau von Zugankern entsprochen (Bild 20), wie sie bei stationären Sulzer-Motoren von jeher verwendet wurden. Bei den RS-Mo-

toren werden diese Kräfte von der oberen Seite des gusseisernen Zylinderblocks über Zuganker direkt auf die Querträger der Grundplatte geleitet, in denen die unteren Schalen der Kurbelwellenlager eingebettet sind. Durch die den Zugankern erteilte Vorspannung werden der Zylinderblock, die Ständer und die Grundplatte einer derart bemessenen Druckbelastung unterworfen, dass diese Elemente selbst unter dem Einfluss der Zündkräfte nie auf Zug beansprucht werden. Die Mehrzahl der geschweissten Bauteile braucht aus diesem Grunde nicht spannungsfrei gegläht zu werden. Einem solchen Glühprozess werden einzig die Querträger der Grundplatte unterzogen, da sie den Hauptlagern der Kurbelwelle als Stütze dienen und die von den Zugankern übermittelten Kräfte daran angreifen.

Die sich aus der Anwendung von Zugankern bietenden Vorteile wurden auch bei der Konstruktion der Grundplatte ausgenutzt, indem die sehr beträchtlichen, von den Kurbelwellenlagern ausgeübten Kräfte durch vorwiegend auf Druck beanspruchte Bauteile auf dem kürzesten Wege auf die unteren Schraubenmutter der Zuganker übertragen werden. Die Grundplatte wird infolgedessen nur kleinen Zug- und Biegebeanspruchungen ausgesetzt. Der Umstand, dass die Zuganker so nahe wie möglich an die Kurbelwellenlager heran verlegt sind, um die Grundplatte zu entlasten, hat allerdings zur Folge, dass der Platz für das Unterbringen der üblichen Bolzen zum Befestigen der Kurbelwellenlagerdeckel nicht

mehr zur Verfügung steht. Diese Lagerdeckel sind daher bei den RS-Motoren durch besondere Druckschrauben 17 gegen die mittleren Querversteifungen der Ständer abgestützt. Diese Art der Deckelbefestigung wurde bereits in mehreren anderen Sulzer-Motoren verwendet, unter anderem in solchen doppelwirkender Bauart, bei denen bekanntlich sehr beträchtliche Kräfte von der Kurbelwelle auch auf die oberen Lagerhälften ausgeübt werden.

Die Ständer der neuen Motoren weisen einen sehr einfachen, kastenförmigen Aufbau auf, bei dem die seitlichen Wandplatten durch eingeschweisste Rohrstücke von grossem Durchmesser gegeneinander abgestützt sind (Bild 26). Um ihre Fabrikation weiter zu vereinfachen, sind an Stelle der früher verwendeten, zweiseitigen Kreuzkopfbahnen solche vom einseitigen Typ gewählt worden. Bei Motoren mit einseitigen Kreuzkopfbahnen sind die Ständer normalerweise durch stark dimensionierte Platten miteinander verschraubt, die einerseits als Stützen der Kreuzkopfbahnen, andererseits zur Versteifung der Maschine in der Axrichtung dienen. Bei den RS-Motoren wird diese Aufgabe zwei steifen Blöcken 18 übertragen, in denen die Gehäuse der seitlichen Spülpumpen untergebracht sind. Diese Blöcke tragen zugleich die Kreuzkopfbahnen und sichern die Standfestigkeit des Motors in seiner Längsrichtung. Jedem Zylinder ist eine eigene Spülpumpe zugeordnet, wie dies bei den Motortypen SD 60 und SD 72 schon seit längerer Zeit üblich ist. Sämtliche Spülpumpen fördern in einen gemeinsamen Receiver.

Die Grundplatte und die Ständer in geschweisster Ausführung können selbstverständlich auch durch solche aus Gusseisen ersetzt werden. In diesem Falle wird aber für diese Bauelemente an Stelle des kastenförmigen Aufbaus die bei Gusstücken übliche, offene und verrippte Bauweise angewendet. Alle übrigen Teile einer mit gegossenem Kurbelgehäuse versehenen Maschine entsprechen jedoch unverändert denjenigen der Motoren mit geschweisstem Gehäuse. Die Gewichtsersparnis von etwa 12 bis 15 %, die sich durch die geschweisste Ausführung erzielen lässt, kann unter gewissen Umständen von beträchtlichem Vorteil sein.

### 3. Weitere Neuerungen

Der Kolben der Spülpumpe wird in der denkbar einfachsten Weise angetrieben. Beim Motor SD 72 verwendet man hierfür einen Schwinghebel (Bild 18), der mehrere kleine Lager und am unteren Ende der Spülpumpenkolbenstange einen kleinen Kreuzkopf nötig macht. Bei den neuen Maschinen versieht ein an die Unterseite des Kreuzkopfes angeschraubter Arm den selben Dienst. Dadurch erhält allerdings der Spülpumpenkolben den gleichen Hub und infolgedessen auch die gleiche Kolbengeschwindigkeit wie der Arbeitskolben, die für eine Luftpumpe verhältnismässig hoch ist. Da aber in diesem Falle besondere, von Gebrüder Sulzer konstruierte Spülpumpenventile verwendet werden, die im Verhältnis zu dem für ihren Einbau benötigten Platz einen grossen nutz-

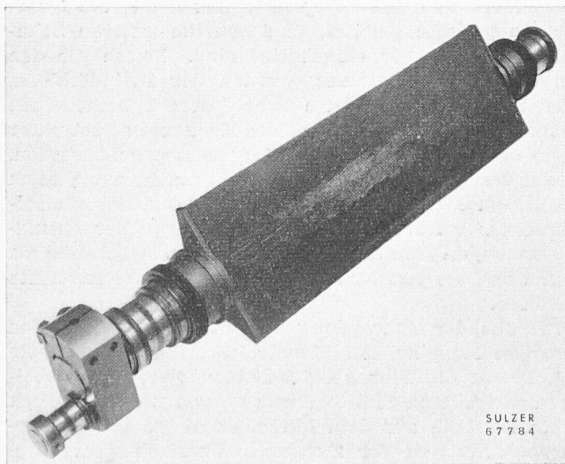


Bild 23. Auspuffklappe des Versuchsmotors von 720 mm Bohrung nach 1720 h Betrieb mit verschiedenen Schwerölen

Bild 24. Der verhältnismässig einfache Ausbau der Auspuffklappen beim neuen Motor RS 58

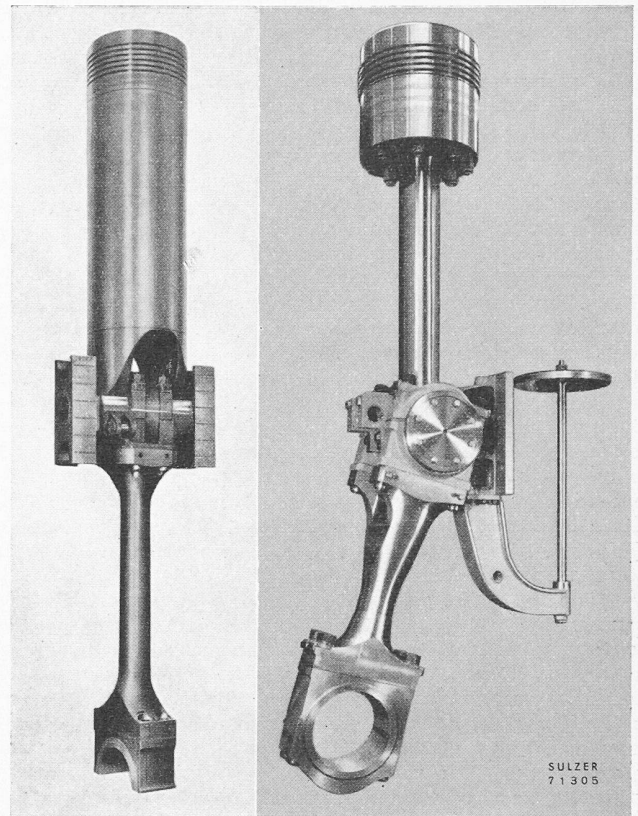
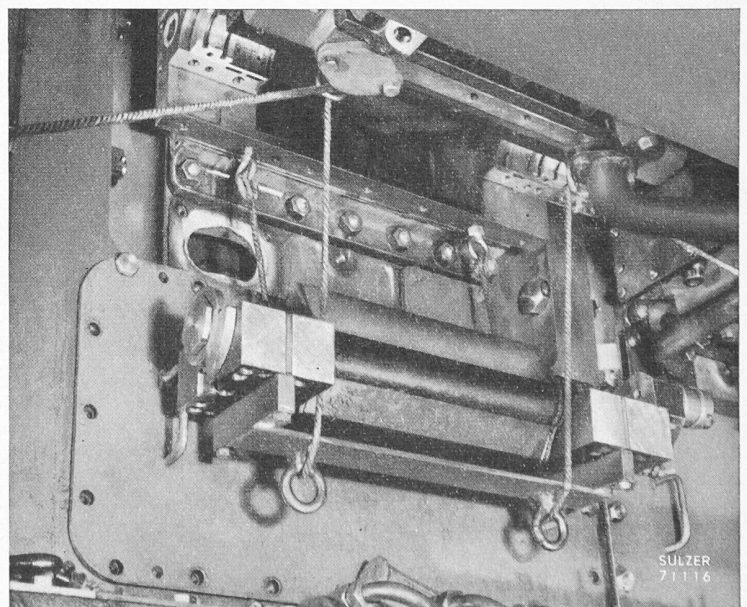


Bild 22. Vergleich zwischen den Arbeitskolben mit Kreuzkopf und Schubstange der SD-Motoren (links) und den selben Teilen der RS-Motoren (rechts); bei diesen ist auch der Spülpumpenkolben mit seinem Antrieb ersichtlich

baren Querschnitt aufweisen, bleiben die Luftgeschwindigkeiten in diesen Ventilen innerhalb normaler Werte.

Das Öl für die Kühlung des Arbeitskolbens und für die Schmierung der Triebwerkklager wird bei den RS-Motoren nicht mehr durch Teleskoprohre, sondern über Gelenkrohre 20 (Bild 19) zwischen den ruhenden und den bewegten Verbindungen hin- und hergeleitet. Dadurch werden die beträchtlichen Druckschwankungen, die im System der Kolben-Kühlöleleitungen von den Teleskoprohren infolge ihrer Pumpwirkung hervorgerufen werden, stark herabgesetzt. Das Kühlöl gelangt über den Kreuzkopf durch die hohle Kolbenstange zum Kolben, wo es gezwungen wird, von aussen nach innen über die Unterseite des heissen Kolbenbodens zu fließen. Schliesslich findet es durch ein in der Kolbenstange angeordnetes zentrales Rohr und die Gelenkrohre den Weg nach



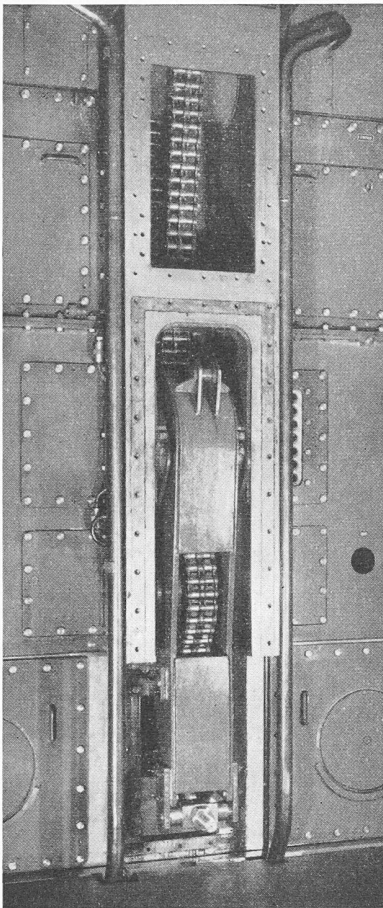


Bild 25. Der Kettenantrieb der Nockenwelle mit der Kettenspannvorrichtung beim Motor RS58

Konstruktion auch in dieser Beziehung manche Vorteile bietet. So ist es z. B. nicht nötig, die Zylinderdeckel abzunehmen, um die Spül- und Auspuffschlitze zu reinigen. Es genügt, den Kolben ungefähr in seine obere Totpunktlage zu bringen und den entsprechenden Verschlussdeckel 21 im Spülluft-Receiver zu öffnen (Bilder 19 und 27), worauf allfällige Ablagerungen in den Spülluftschlitzen mit Hilfe einer geeigneten Eisenstange in kurzer Zeit abgestochen werden können. Die abgekratzten Koksrückstände fallen dabei auf die Trennwand 1 zwischen dem Kurbelgehäuse und den Zylindern, wo sie verbleiben können, bis der mit Rücksicht auf

dem Sammelbehälter. Das Öl für die Schmierung der Kreuzkopflager, der Kreuzkopfbahnen und der unteren Schubstangenlager wird von der Zufuhrseite des Kolben - Kühlölkreislaufes abgezweigt. Die Schmierung des unteren Schubstangenlagers durch eine in der Schubstange angebrachte Bohrung bietet den Vorteil, dass auf die Anordnung von Schmierölbohrungen in der Kurbelwelle verzichtet werden kann, wodurch deren Ermüdungsfestigkeit erhöht wird. Diese Methode der Kurbelzapfenschmierung ist seit über 15 Jahren bei allen grossen Sulzer-Motoren üblich. Die Hauptlager der Kurbelwelle werden auf normale Weise über die in der Grundplatte angeordneten Oelleitungen geschmiert.

4. Ueberholung und Unterhalt

Wenn der Aufbau der RS-Motoren vom Gesichtspunkt der Ueberholung betrachtet wird, so erkennt man, dass die neue

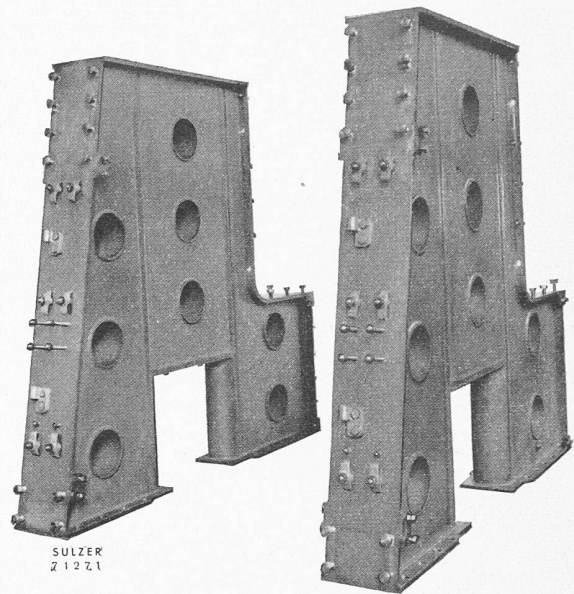


Bild 26. Die geschweissten Ständer des Motortyps RS58. Auf der Rückseite sind die Aussparungen für den Spülpumpenblock zu erkennen, der zugleich die Kreuzkopfbahnen trägt und zur Längsversteifung der Maschine dient

den Betrieb geeignete Zeitpunkt für das Entfernen gekommen ist. Dieses geschieht am bequemsten durch Oeffnen eines weiteren Verschlussdeckels 22 auf der Auspuffseite der Maschine. Von der gleichen Seite aus können in analoger Weise die Auspuffschlitze gereinigt werden, nachdem der kleine Deckel 23 auf der Unterseite des Auspuffklappengehäuses entfernt und die Auspuffklappe in die horizontale Lage gedreht worden ist.

Zum Herausnehmen des Kreuzkopfes werden die ihm als Führungen dienenden Gleitschienen abgeschraubt, wozu lediglich einige Bolzen gelöst und die Kolbenstangen des Arbeits- und Spülpumpenkolbens entkuppelt werden müssen. Der immer noch mit der Schubstange verbundene Kreuzkopf kann alsdann mit dieser um das untere Schubstangenlager gedreht und durch die Oeffnung der auspuffseitigen Kurbelkastentüre 24 herausgeschwenkt werden (Bild 28). Nachdem die Deckel der oberen Schubstangenlager abmontiert worden sind, lässt sich der Kreuzkopf mit Hilfe eines Krans bequem aus der Maschine herausheben.

Jedes Kurbelwellen-Hauptlager kann zu Inspektionszwecken ohne Entfernen oder Anheben der Kurbelwelle herausgenommen werden. Zu diesem Zweck entfernt man zu-

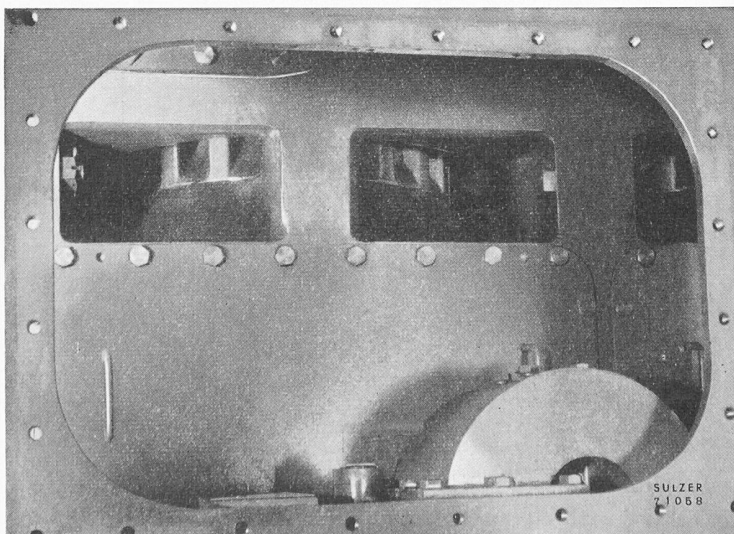
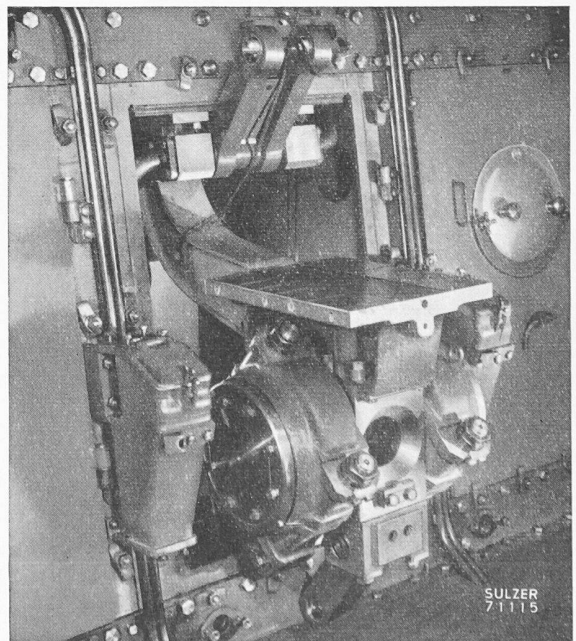


Bild 27. Die Spülluftschlitze sind nach Oeffnen des Deckels 22 (Bild 19) leicht zugänglich und können gereinigt werden

Bild 28. Der Kreuzkopf kann mit der Schubstange um das untere Schubstangenlager gedreht und durch die Seitenöffnung herausgeschwenkt werden



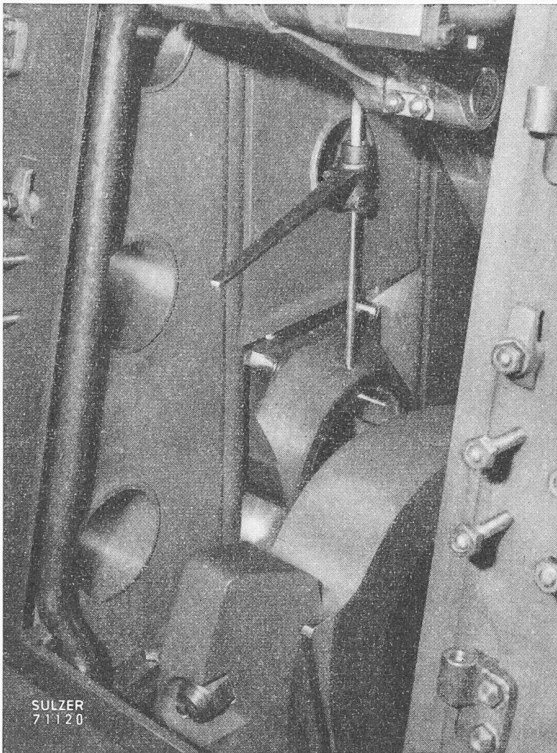


Bild 29. Die Deckel der Kurbelwellenlager können zu Inspektionszwecken mit Hilfe von Gewindestangen emporgehoben und sodann entfernt werden, worauf sich auch die unteren Lagerschalen in üblicher Weise herausnehmen lassen

nächst die Druckschrauben 17 des Lagerdeckels, worauf dieser mit Hilfe von Gewindestangen angehoben (Bild 29) und anschliessend herausgenommen werden kann. Um die untere Lagerschale herauszunehmen, wird diese unter Verwendung einer kleinen Hilfsvorrichtung mit der Kurbelwelle verbunden und diese hierauf um 180° gedreht. Die untere Lagerschale kommt dadurch nach oben zu liegen und lässt sich dann ohne weiteres abheben.

Der Kolben kann nach zwei Methoden ausgebaut werden. Entweder geschieht dies in normaler Weise durch Abheben des Zylinderdeckels, nachdem die Verschraubung der Kolbenstange mit dem Kreuzkopf durch die Oeffnung der Kurbelkastentüre 24 gelöst worden ist. Mit Hilfe des Krans lassen sich dann der Kolben und die Kolbenstange nach oben herausziehen. Oder man schaltet den Kolben vorerst in seine untere Totpunktlage, öffnet den auspuffseitigen Verschluss-

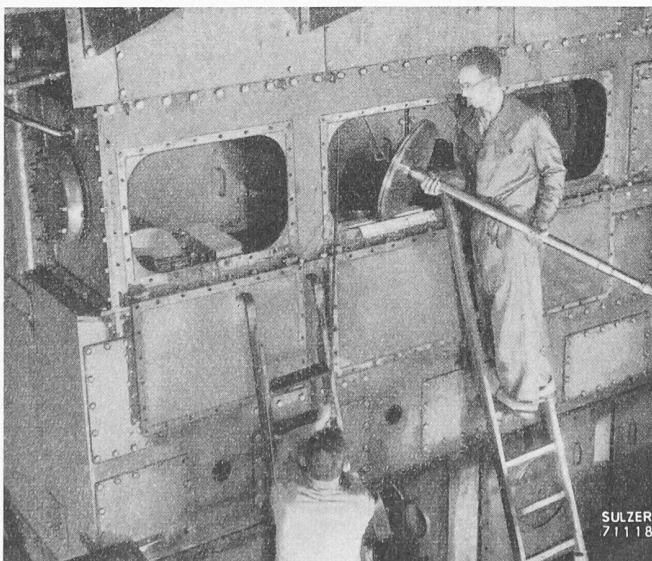


Bild 31. Der Spülpumpenkolben und seine Kolbenstange sind verhältnismässig leicht und können ohne Benützung des Krans herausgenommen werden

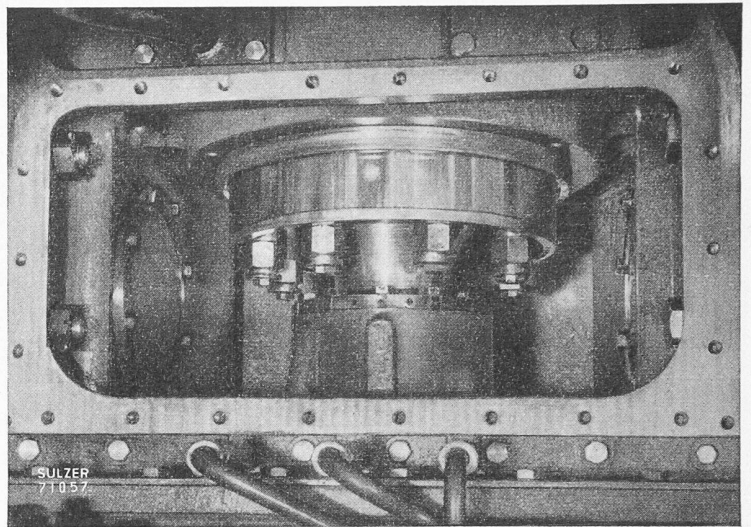


Bild 30. Die nach dem Abheben eines Verschlussdeckels gut zugängliche Verschraubung des Kolbens mit der Kolbenstange

deckel 22 und löst die Verschraubung des Kolbens mit der Kolbenstange mit Hilfe eines Spezialschlüssels (Bild 30). Der Kolben kann hierauf wiederum nach oben herausgezogen werden, in diesem Falle aber ohne Kolbenstange. Die zweite Methode, bei der die Kurbelkastentüre geschlossen bleiben kann, bietet nebenbei den Vorteil, dass auch die Innenseite des Kolbens inspiziert und allfällige vom Kühlöl stammende Ablagerungen entfernt werden können.

Die Nockenwelle 15 lässt sich mit Hilfe besonderer Montageschienen seitlich herausrollen, ohne dass die Brennstoffpumpen abmontiert werden müssen. Es ist jedoch nicht nötig, die Nockenwelle herauszunehmen, wenn es sich nur darum handelt, die Brennstoffpumpen-Nocken einzustellen oder zu

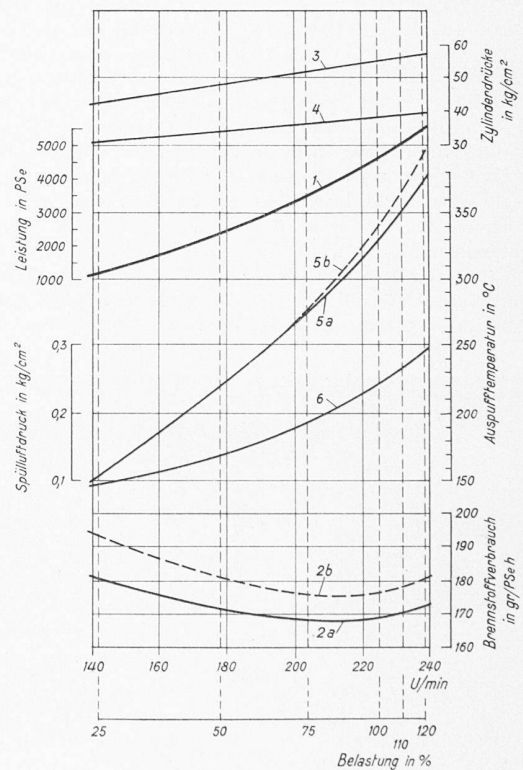


Bild 32. Versuchsergebnisse des Prototyps 10RS58 von 4500 PSe bei 225 U/min, bzw. 5200 PSe bei 240 U/min beim Betrieb mit Gasöl und Schweröl ( $c_m = 5,7$  m/s,  $p_{me} = 4,55$  kg/cm<sup>2</sup>)

- 1 Leistung
- 2a Brennstoffverbrauch bei Gasölbetrieb
- 2b Brennstoffverbrauch bei Schwerölbetrieb
- 3 Maximaler Druck
- 4 Kompressionsenddruck
- 5a Auspufftemperatur bei Gasölbetrieb
- 5b Auspufftemperatur bei Schwerölbetrieb
- 6 Spülluftdruck

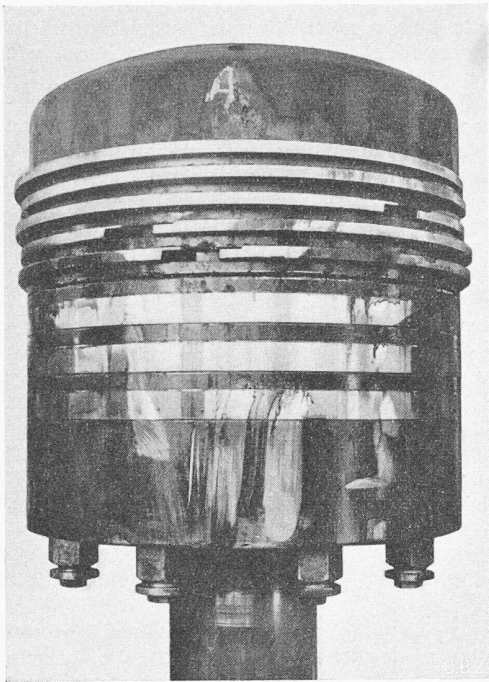


Bild 33. Auspuffseitige Ansicht des Arbeitskolbens nach 235 Betriebstunden

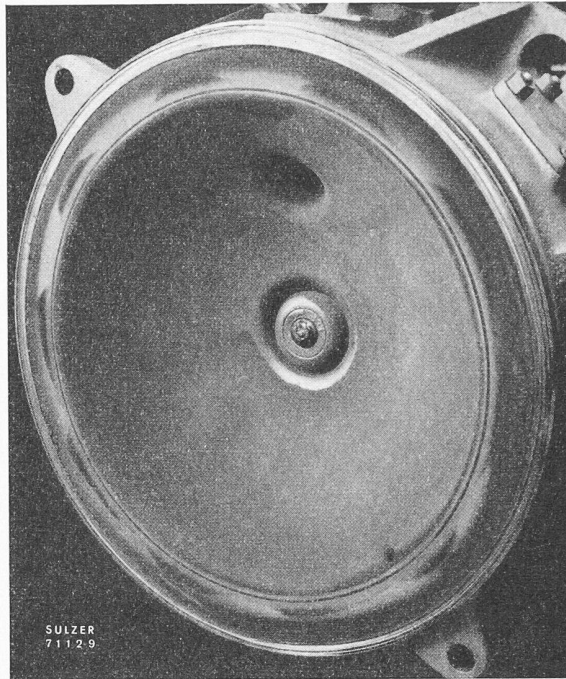


Bild 34. Ansicht des Zylinderdeckels und der Einspritzdüse nach 235 Betriebstunden

ersetzen. Diese Nocken bestehen aus zwei Teilen und sind mit einer konischen Verzahnung enger Teilung versehen. Diese steht vermittelt einer entsprechenden Verzahnung mit einer auf der Nockenwelle aufgekeilten Büchse im Eingriff, so dass die Winkellage der Nocken feinstufig eingestellt werden kann.

Der Spülpumpenkolben und seine Pleuellagerpleuel sind sehr leicht, so dass diese Teile ohne Benützung des Krans durch die Öffnung 21 des Spülluft-Receiver herausgenommen werden können (Bild 31).

#### D. Die Werkstattversuche am Prototyp 10 RS 58

##### 1. Allgemeines

Die Prüfstandversuche am zehnzylindrigen Prototyp der neuen Motoren RS 58 von 580 mm Bohrung wurden nach einem sehr eingehenden, alle Einzelheiten berücksichtigenden Programm durchgeführt und umfassten unter anderem auch verschiedene Dauerläufe mit Schweröl. Die Ergebnisse erwiesen sich als ausserordentlich zufriedenstellend. Die lange Dauer dieser Versuche, die sich über 235 Stunden erstreckten, von denen 100 auf die Schwerölversuche (Oel von 1500 sec. Redwood I bei 100° F) entfielen, hätte jede verborgene Schwäche entdecken lassen. Diese Erprobung lieferte auch deutliche Anhaltspunkte über das voraussichtliche Verhalten der Maschine, wenn sie während längerer Zeit mit Schwerölen betrieben wird. Die neuen Konstruktionselemente, wie z. B. die geschweisste Ausführung der Ständer, der Grundplatte und der Spülpumpengehäuse, der kurze Pleuellagerpleuel, die Auspuffklappe, die Trennwand zwischen den Zylindern und dem Pleuellagerpleuel, die Pleuellagerpleuel und die Pleuellagerpleuel zeigten keinerlei Anzeichen einer irgendwie anormalen Beanspruchung. Die neuen auf der Höhe der Zylinderdeckel angeordneten Brennstoffpumpen mit einstellbaren Zeitpunkten für Beginn und Ende der Förderung haben sich während der ganzen Dauer der Versuche ebenfalls bestens bewährt. Die durch diese Pumpen gebotene Möglichkeit, den Zeitpunkt des Einspritzbeginns während des Betriebes dem Bedarf entsprechend zu verstellen, kann als ein entscheidender Fortschritt auf dem Wege zur Erzielung einwandfreier Verbrennung schwerer Oele betrachtet werden. Ein paar unwesentliche Kinderkrankheiten, wie fehlerhafte Oelabdichtungen, das Vibrieren einzelner Teile und dgl., wie sie bei Neukonstruktionen immer vorkommen, wurden festgestellt und noch im Laufe der Versuche behoben.

Während der Versuche stand die Maschine auffallend ruhig auf ihrem provisorischen Prüfstandfundament, und es konnten keinerlei anomale Erschütterungen festgestellt werden. Obschon das Maschinengeräusch etwas stärker war

als bei Maschinen niedrigerer Drehzahl, so übertraf es doch in keiner Weise dasjenige von Maschinen mit vergleichbarer Drehzahl. Der Geräuschpegel konnte inzwischen durch das Verkleiden der Saugöffnungen der Spülpumpen noch herabgesetzt werden.

Während den 235 Stundenprobelauf hat die Maschine über drei Millionen Umdrehungen vollführt. Auf Grund dieser Erprobung kann die ausreichende Dauerfestigkeit der Grundplatte und der Ständer geschweisster Ausführung, und der Zylinder sowie die Bewahrung der Pleuellagerpleuel, wenn auch nicht endgültig, so doch weitgehend als gesichert betrachtet werden.

##### 2. Die Versuchsergebnisse

Mit Dieselöl betrug der spezifische Brennstoffverbrauch bei Vollast zwischen 168 und 171 g/PSeh. Der Wärmeverbrauch war beim Betrieb mit Dieselöl und mit Schweröl genau der selbe. Infolge des geringeren Heizwertes des Schweröls war der Konsum notwendigerweise entsprechend höher. Der Verlauf der Brennstoffverbrauchs-Kurve war auffallend flach. Im Bereich zwischen Halb- und Ueberlast änderte der Verbrauch um nur etwa 3 g/PSeh. Bei Ueberlast stieg die Verbrauchskurve nur langsam an. Dies deutet darauf hin, dass die Maschine bei Vollast noch über eine beträchtliche Leistungsreserve verfügt. Auf dem Prüfstand wurde eine maximale Leistung von 6000 PSe erreicht, was einem mittleren effektiven Druck von 5,6 kg/cm<sup>2</sup> entspricht. Bei dieser Belastung war der Auspuff immer noch absolut klar. Das Spülluftvolumen entsprach dem 1,3fachen Pleuellagerpleuel, wobei der Spülluftdruck 0,24 atü betrug. Die Auspufftemperatur erreichte bei Vollast 320° C bei einer Drehzahl von 225 U/min und einem mittleren effektiven Druck von 4,55 kg/cm<sup>2</sup>.

Die Pleuellagerpleuel und die Zylinderdeckel waren in einwandfreiem Zustand, als sie nach 235 Betriebsstunden freigelegt und inspiziert wurden (Bild 33). Die Spül- und Auspuffschlitze waren sauber und zeigten keinerlei Ansätze beginnender Verkrustung. Ebenso war das Einspritzventil von irgendwelchen Koksablagerungen völlig frei (Bild 34). Auch die Auspuffklappe wies keine Koksansätze auf und entsprach nach Beendigung der Versuche dem in Bild 23 gezeigten Zustand der Auspuffklappe des Versuchsmotors von 720 mm Bohrung. Schliesslich waren auch sämtliche Lager absolut einwandfrei.

Die geschweissten Teile wurden sorgfältig nach Rissen abgesucht, namentlich die Grundplatte und vor allem die Ständer, da diese nicht spannungsfrei gegläht worden waren. Doch konnte nirgends auch nur der kleinste Anriss gefunden werden.

Im Laufe der Prüfstandversuche wurden ausser den normalen Messungen Spannungsuntersuchungen mit Hilfe elektrischer Widerstandsdrähte (strain gauges) durchgeführt, um die Beanspruchung der verschiedenen Bauteile festzustellen; ferner hat man mit elektrischen Druckempfängern den Verlauf der Gasdrücke ermittelt und schliesslich sind mit Hilfe spezieller Ventile Gas- und Spülluftproben entnommen worden, um den Wirkungsgrad der Spülung zu bestimmen und den Verlauf des Spülprozesses zu verfolgen. Diese Untersuchungen sollten zur Kontrolle der berechneten Werte dienen und haben diese voll bestätigt.

### 3. Zukünftige Entwicklungen

Für die weitere Entwicklung der Motoren vom RS-Typ wird eine einzylindrige Versuchsmaschine dieser Bauart dienen, mit deren Hilfe eine Reihe noch ausstehender Fragen abgeklärt werden sollen. Damit werden namentlich auch eingehende Aufladeversuche sowie zusätzliche Untersuchungen über den Schwerölbetrieb zur Durchführung kommen, speziell mit dem Ziel, geeignete Massnahmen zur weiteren Herabsetzung der Zylinderabnutzung zu ermitteln.

Die Möglichkeit, den effektiven Mitteldruck durch das Mittel der Aufladung zu steigern, wurde bereits zu Beginn dieses Aufsatzes erwähnt. Während mehr als 15 Jahren wurde ein grosser Prozentsatz der Sulzer-Viertaktmotoren für die Aufladung nach dem Büchi-Verfahren ausgerüstet. Mehrere dieser Maschinen arbeiten mit einem effektiven Mitteldruck von 11,3 kg/cm<sup>2</sup>. Ueber die bei Gebrüder Sulzer auf dem Gebiet der Aufladung von Zweitaktmotoren durchgeführten Entwicklungsarbeiten ist bereits in früheren Veröffentlichungen berichtet worden<sup>11)</sup>. Bei den dort beschriebenen Versuchen wurden nicht nur effektive Mitteldrücke von 18 kg/cm<sup>2</sup> erreicht und mit kleineren Maschinen während über 20 000 Betriebsstunden mit effektiven Mitteldrücken zwischen 10 und 12 kg/cm<sup>2</sup> gearbeitet, sondern es wurden damals auch Dauerläufe von mehreren hundert Stunden mit effektiven Mitteldrücken von 10,5 kg/cm<sup>2</sup> mit einem aufgeladenen Zweitaktmotor von 4000 PSe gefahren.

Unmittelbar nach Beendigung der in diesem Aufsatz beschriebenen Schwerölversuche von über 2000 Stunden Dauer am einzylindrigen Versuchs-Zweitaktmotor von 720 mm Bohrung wurden an der gleichen Maschine Aufladeversuche durchgeführt. So arbeitete man z. B. mit schwacher Aufladung während 72 Stunden mit einem effektiven Mitteldruck von 7 kg/cm<sup>2</sup> im Dauerlauf und ging unmittelbar darauf zu einem

<sup>11)</sup> SBZ Bd. 119, S. 147\*, 166\* (28. März und 4. April 1942); ferner «Technische Rundschau Sulzer» vom 31. Dezember 1941.

Ueberlastversuch über, bei dem ein effektiver Mitteldruck von 9 kg/cm<sup>2</sup> mit immer noch klarem Auspuff erreicht wurde. Dies bedeutet nicht, dass in nächster Zukunft mit der Lieferung von Motoren grosser Bohrung für effektive Mitteldrücke von 9 kg/cm<sup>2</sup> gerechnet werden kann. Immerhin werden die noch bevorstehenden Versuche am erwähnten einzylindrigen Motor RS 58 möglicherweise dazu führen, dass die RS-Motoren von 580 und von 760 mm Bohrung sowohl für stationäre Anlagen als auch für den Schiffsantrieb in absehbarer Zeit mit leichter Aufladung und mässig erhöhtem Mitteldruck zur Verfügung stehen werden.

### E. Schlussfolgerung

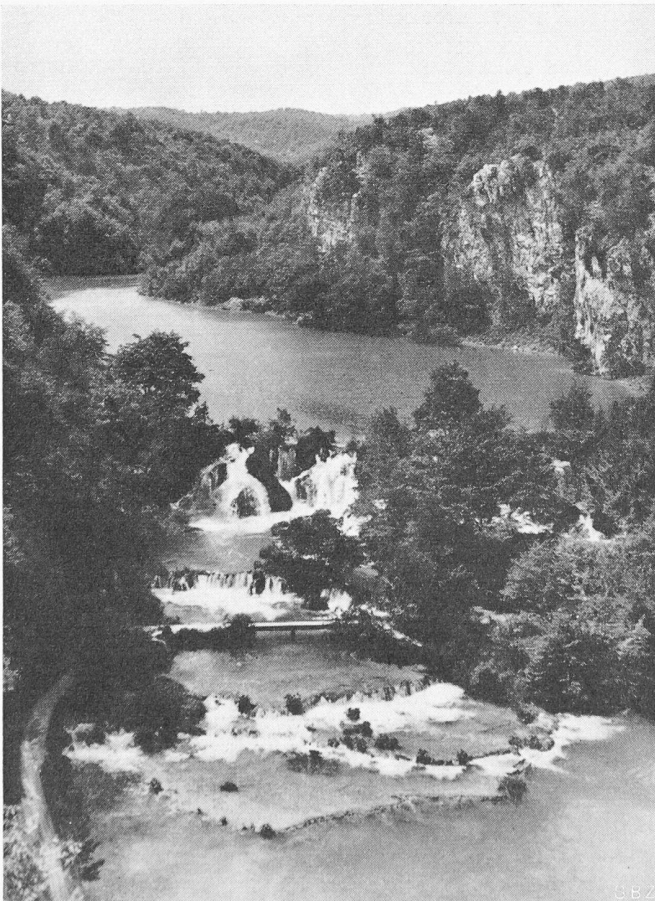
Der erste in Winterthur gebaute 10 RS 58 von 4500 PSe bei 225 U/min ist für den Einbau in das Frachtschiff «Middlesex» von 10 780 t Tragfähigkeit der New Zealand Shipping Co. bestimmt. Die zweite Maschine dieser Schiffsanlage wird in England in Lizenz hergestellt, wo ausserdem noch vier zwölfzylindrige und zwei zehnzylindrige Motoren dieses Typs im Bau begriffen sind. Zudem werden zwei siebenzylindrige Maschinen der gleichen Bauart zur Zeit in Holland fabriziert. Vom grösseren Typ von 760 mm Bohrung werden gegenwärtig zwei achtzylindrige Maschinen gebaut, und zwar die eine im Werk Winterthur der Firma Gebrüder Sulzer, die andere in Japan.

Die einzelnen Bauteile der hier beschriebenen Motoren vom RS-Typ sind in keiner Weise völlig neu. Das wichtigste Ziel, das mit diesen Neukonstruktionen verfolgt wurde, bestand vor allem darin, auf Grund der bisherigen Erfahrungen die bestmögliche Kombination bewährter konstruktiver Lösungen zu verwirklichen, um den heutigen Bedürfnissen der Reeder noch besser zu entsprechen. Die Resultate der sehr eingehenden Prüfstanderprobung des Prototyps berechtigen zur Hoffnung, dass dieses Ziel zum grossen Teil erreicht wurde.

## Der jugoslawische Nationalpark. Die Seen von Plitvice und die touristischen Bauten

Von Prof. ZDENKO STRIZIC, Zagreb

DK 719.62(447.1)



Wasserfälle in der Region der unteren Seen im jugoslawischen Nationalpark von Plitvice

Die weltbekannten Plitvices-Seen, die eines der schönsten Naturwunder sind, wurden zum Nationalpark erklärt. Vor dem Kriege waren die schönsten Teile ausgebaut. Die Bauten beeinträchtigten die einzigartige Natur in hohem Masse. Sie waren ohne einheitlichen Plan und ohne Einfühlung zur Umgebung gebaut worden. Während des Befreiungskrieges wurden die Objekte erheblich beschädigt, was Anlass zu einem gründlichen Wiederaufbau bot. Es war nicht einfach, sich zu entschliessen, die teilweise noch intakten Grundmauern und einzelne vom Krieg verschont gebliebene Häuser abzutragen, doch fiel die Entscheidung zur Sanierung der verunstalteten Landschaft nach gründlicher Prüfung des gesamten Fragenkomplexes in Verbindung mit den Organen des Naturschutzes. In einem regionalen Plan wurden die gestalterischen Grundsätze festgelegt.

Die Grenzen des Parks umfassen ein grosses Waldgebiet im ganzen hydrographischen Flussgebiet. Wegen des verhältnismässig kleinen Masstabes ist die Natur besonders empfindlich und duldet nur bescheidene Bauwerke, die sich vollständig dem topographischen und pflanzlichen Relief unterordnen. Alle Wege wurden nach Möglichkeit weit entfernt von den Seen geführt, um diesen die beschauliche Ruhe zu sichern.

Im Bereich des Parkes wurden drei touristische Basen vorgesehen, eine südliche bei der Ansiedlung Ljeskovac, eine mittlere in Seenähe und eine nördliche, aus dem Blickfeld gerückte, die dem Massenverkehr dienen soll. Die Bauten dürfen ein Stockwerk nicht übersteigen, die Frontlängen sind mit 30 bis 40 m begrenzt. Durch die äussere Gestaltung und die Auswahl des Materials müssen sie mit der Umgebung in Einklang gebracht werden. Die Natur soll ohne Rivalität vorherrschen, weil sie nach Auffassung der Verantwortlichen eine der schönsten der Welt ist.

An Hand einiger der ausgeführten Bauten sollen gewisse Prinzipien erörtert werden, welche beim Situieren und der Formgebung der Bauten massgebend waren.

Der hier gezeigte Wohnpavillon ist von den zuerst ausgeführten Bauten der grösste. Für den Bau stand eine relativ grosse Waldlichtung zur Verfügung. Um den Bau