

# Hochdruck-Kolbenmaschine für Heizkraftbetriebe

Autor(en): **Nyffenegger, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 49

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-60676>

## **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.

# Hochdruck-Kolbendampfmaschine für Heizkraftbetriebe

Von H. NYFFENEGGER, Oberingenieur der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur

DK 621.161

Die Gegendruck-Dampfmaschinen der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik (SLM) für Leistungen bis 350 PS, Frischdampfdrücke bis 20 atü und Drehzahlen bis 1000 U/min, über welche hier <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> berichtet worden ist, haben in inländischen und ausländischen Heizkraftanlagen zur Eigenstromerzeugung mit nachgeschalteter industrieller Abdampfverwertung erfolgreiche Anwendungen gefunden. Die Nachfrage nach Maschinen für Leistungen von 400 bis 1500 PS und für Frischdampfdrücke von 20 bis 40 atü, also für ein Gebiet, für das Dampfturbinen wegen ihres geringeren thermodynamischen Wirkungsgrades noch nicht in Frage kommen, haben die SLM veranlasst, eine entsprechende neue Mehrzylinder-Einheitsbauart zu entwickeln. Hierzu lieferten auch die stationäre Maschine für einen Anfangsdruck von 100 atü <sup>3)</sup> und die Lokomotivmotoren für 60 atü <sup>4)</sup> der SLM wertvolle Unterlagen und Erfahrungen.

Der neue Maschinentyp (Bild 1), der den Dampf wiederum in einstufiger Dehnung verarbeitet und die stehende, doppeltwirkende Kreuzkopfbauart, die Ventilsteuerung sowie den zusätzlichen Gleichstrom-Schlitzauslass in der Mitte des Zylinders grundsätzlich beibehält, weist folgende Hauptdaten auf:

- Zylinderdurchmesser: 220 bis 300 mm
- Kolbenhub: 260 mm
- Zylinderzahl: 1 bis 4
- Drehzahl: 500 U/min.

Die Einsitz-Diffusorventile der Einlasssteuerung werden nach dem Vorbild der 1000-tourigen Maschine von den Nocken zweier paralleler, durch ein schmales und ein breites Schraubenrad miteinander gekuppelter Einlasssteuerwellen über zugeordnete Rollenbalanciers und Winkelhebel betätigt (Bild 2). Das Öffnen des Ventils tritt erst ein, wenn eine Rolle des Balanciers auf der obern Bahn des einen Nockens läuft und die andere Rolle sich von der untern Bahn des zweiten Nockens abzuheben beginnt. Der auf der hintern Steuerwelle aufgekeilte Voreinströmnocken dreht in fester Stellung gegenüber der Kurbelwelle, während der auf der vorderen Steuerwelle sitzende Füllungsnocken im Betriebe relativ verdreht werden kann. Je ein Nockenpaar steuert das obere und das untere Einlassventil eines Zylinders. Die Winkelhebel, an welchen die Rollenbalanciers drehbar gelagert sind, werden durch zwei kräftige Rückstellfedern gegeneinander abgestützt (Bild 4). Im Bestreben, die schädlichen Räume gegenüber den bisherigen Maschinen noch weiter zu verkleinern, sind die Einlassventile statt vertikal horizontal angeordnet worden. Sie werden nun nicht mehr aufgestossen, sondern über kleine, einstellbare Bügelstücke aufgezogen, die auf den Ventilspindeln sitzen und auf welche auch die Ventildrücker drücken. Die Einlass-Ventilspindeln stehen bei dieser Anordnung nicht mehr unter wechselndem Expansionsdruck, sondern stets unter Frischdampfdruck. Die Füllungsverstellung, d. h. also die Relativdrehung des Füllungsnockens, erfolgt durch eine Axialverschiebung des auf der hintern Steuerwelle in einer geraden Nutung gelagerten schmalen Schraubenrades. Ein durch den Drehzahlregler oder den Gegendruckregler gesteuerter Drucköl-Servomotor bewirkt über eine Spurlagerkupplung und eine in der hintern Steuerwelle befindliche Zug- und Stoss-Stange diese Bewegung. Die Auslassventile, die ebenfalls horizontal angeordnet

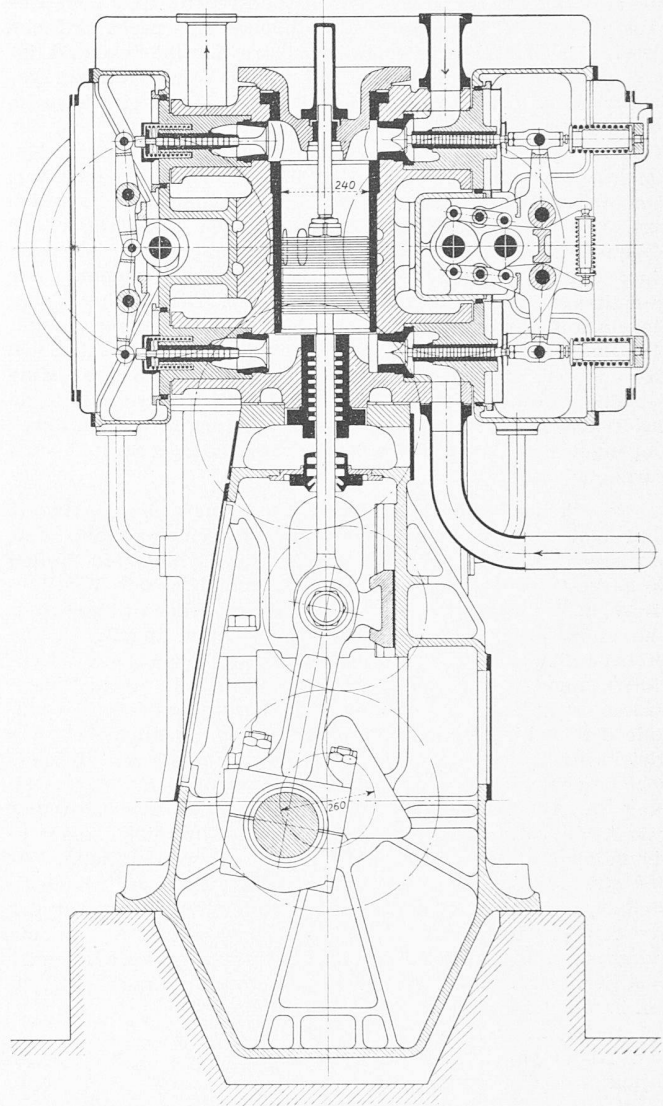


Bild 2. Dreizylinder-Hochdruckdampfmaschine, Querschnitt, Masstab 1:20

|                  |        |               |           |
|------------------|--------|---------------|-----------|
| Frischdampfdruck | 36 atü | Drehzahl      | 500 U/min |
| Gegendruck       | 3 atü  | Leistung max. | 1150 PS   |

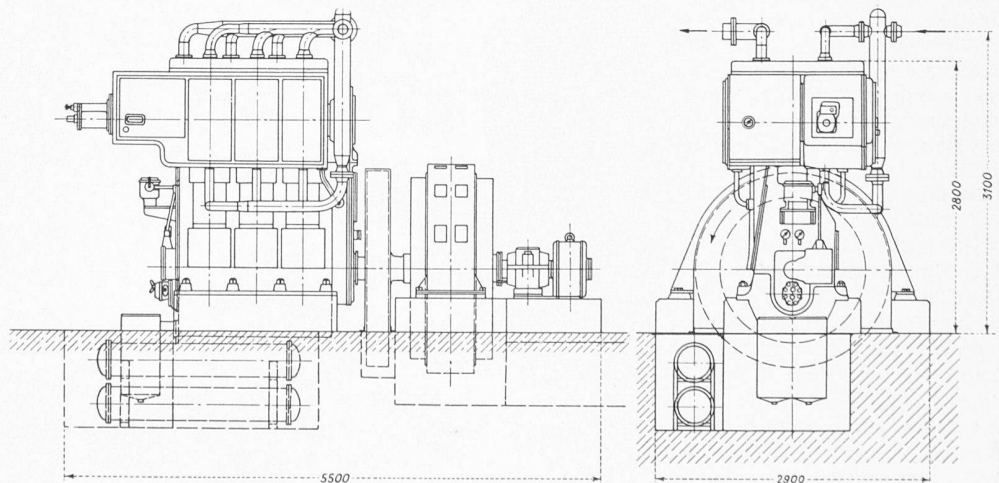


Bild 1. Typenskizze einer Dreizylindermaschine mit Generator 780 kW

1) SZ Bd. 125, S. 176 (14. April 1945)  
 2) SZ 1949, Nr. 19, S. 262.  
 3) SZ Bd. 128, S. 1 u. 19 (Juli 1946)  
 4) SZ Bd. 109, S. 123 (13. März 1937)

sind, werden von einer auf der andern Maschinenseite befindlichen Steuerwelle aus mit getrennten Nocken für die obere und untere Zylinderseite über Kipphebel bewegt. Die Auslassventile arbeiten mit unveränderlichen Steuerphasen und zwar geschieht das Öffnen erst nach dem Abdecken der Auspuffschlitze durch den Arbeitskolben.

Der gusseiserne Dampfzylinder hat mit den vier Hälsen für die Einsätze der Ein- und Auslassventile und dem Gehäuse für die Kolbenstangen-Stopfbüchse eine recht einfache Form. Er besitzt eine auswechselbare Laufbüchse und ist mit umgelegten Asbestmatratzen gegen Wärmeverluste geschützt (Bild 3). Der zweiteilige Dampfkolben weist je sechs Ringe auf; er ist mit Bund und Schraubenmutter auf der Kolbenstange befestigt. Die nach oben verlängerte, im Zylinderdeckel in einer Büchse geführte Kolbenstange ist mit dem einseitigen Kreuzkopf aus einem Schmiedestück gefertigt. Das Maschinengestell bildet zugleich den Träger der Kreuzkopfbahnen und der Kurbelwellenlager und ist nach einer Seite offen. Eingepasste Verankerungen dienen einer günstigeren Verteilung des Kraftflusses. Die Zylinder sind einzeln auf den Laternen des Maschinengestells aufgeschraubt. Kolbenstangen-Oelabstreifringe verhindern das Austreten von Oel aus dem Triebwerkraum. Schwungradseitig ist die Kurbelwelle durch ein Passlager fixiert. Die rotierenden Teile des Triebwerkes und ein Teil der Schubstangen werden durch Gegengewichte, die auf den Kurbelarmen aufgeschraubt sind, ausgeglichen.

Die beiden Tröge, in denen die Steuerwellen gelagert sind und die die Steuerungs- und Regelungsorgane einschliessen, sind in der Mittelpartie der Zylinder in Keilen längsverschieblich befestigt. Die Durchtritte der Ventilgehäuse in die Steuertröge sind mit Stopfbüchsen abgedichtet und einlassseitig überdies durch Spritzbleche abgedeckt. Die Steuerwellen werden von der Kurbelwelle aus mit Stirnrädern angetrieben, welche schwungradseitig in einem Räderkasten eingeschlossen sind. Der gefedert angetriebene vertikale Drehzahlregler bewegt über einen Winkelhebel das gleichzeitig auch am Rückführgestänge angelenkte Steuerschieberchen des Oeldruck-Servomotors zur Füllungsverstellung. Im Alleinbetrieb wird die Maschine vom Drehzahlregler beherrscht, während im elektrischen Parallelbetrieb die Maschine einem Gegendruckregler unterstellt werden kann. Für das genaue Einstellen der Drehzahl ist ausser der Handeinstellung ein kleiner elektrischer Verstellmotor vorgesehen, der von der Schalttafel aus betätigt werden kann und der, wie die Handeinstellung, eine Zusatzfeder zur Hauptreglerfeder mehr oder weniger spannt. Der Verstellmotor wird auch benützt, um im elektrischen Parallelbetrieb bei wechselndem Heizdampfbedarf den Abdampf- bzw. Heizdampfdruck auf den vorgeschriebenen Wert zu regeln. Zu diesem Zweck werden die vom Heiznetz ausgehenden Druckimpulse in einer speziellen Apparatur in elektrische Impulse umgewandelt. Durch diese wird der Verstellmotor in entsprechende intermittierende Bewegungen versetzt und so die erforderliche Zylinderfüllung eingestellt. Ein Umschalter ermöglicht wahlweise drehzahlgeregelten oder druckgeregelten Betrieb. Ein Sicherheitsregler, der bei ungefähr 10 % Ueberdrehzahl auslöst, lässt die Steuerung auf Nullfüllung gehen und bewirkt gleichzeitig das Schliessen des im Normalbetrieb durch Drucköl offen gehaltenen Schnellschluss-Hauptdampfventils vor der Maschine mit Federkraft. Für das Anfahren wird das öldruckbetätigte Hauptdampfventil zunächst mit Hilfe eines kleinen Bypass-Ventiles umgangen. Während des Anfahrens mit dem Bypass-Ventil kann die Füllung vorübergehend

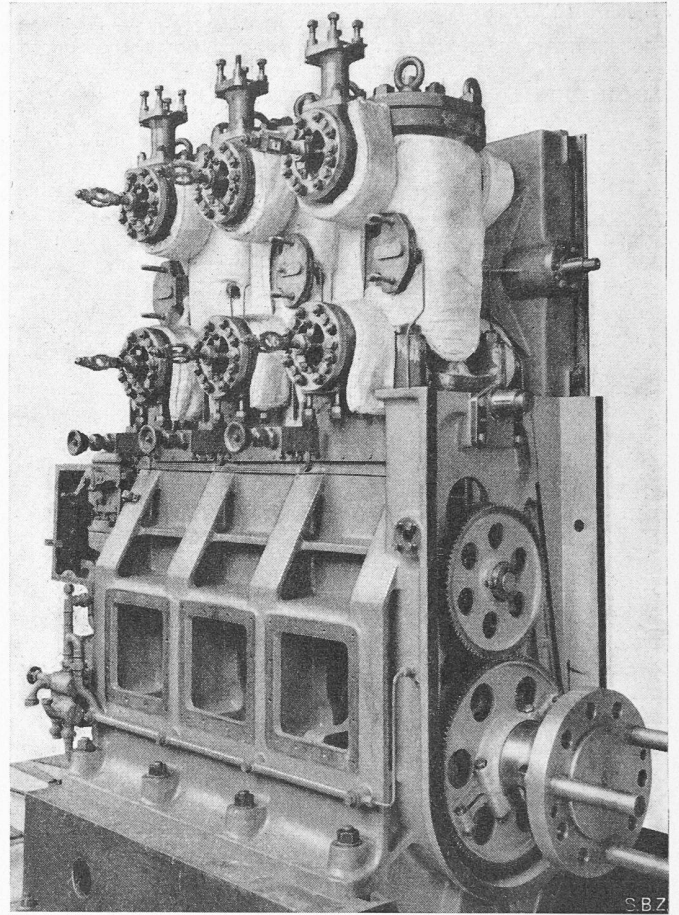


Bild 3. Maschinengestell mit aufgebauten Zylindern

von Hand verkleinert werden, bevor dies unter dem Einfluss des Drehzahlreglers selbsttätig geschieht.

Eine am freien Kurbelwellenende sitzende Zahnradöl-pumpe liefert gekühltes Drucköl für die Regelung sowie für die Umlaufschmierung des Triebwerkes und der Nockensteuerung. Die unter Dampf laufenden Teile werden von einer vielstempigen und einzeln verstellbaren Pumpe mit Heissdampf-Zylinderöl geschmiert. Handantriebe an den bei-

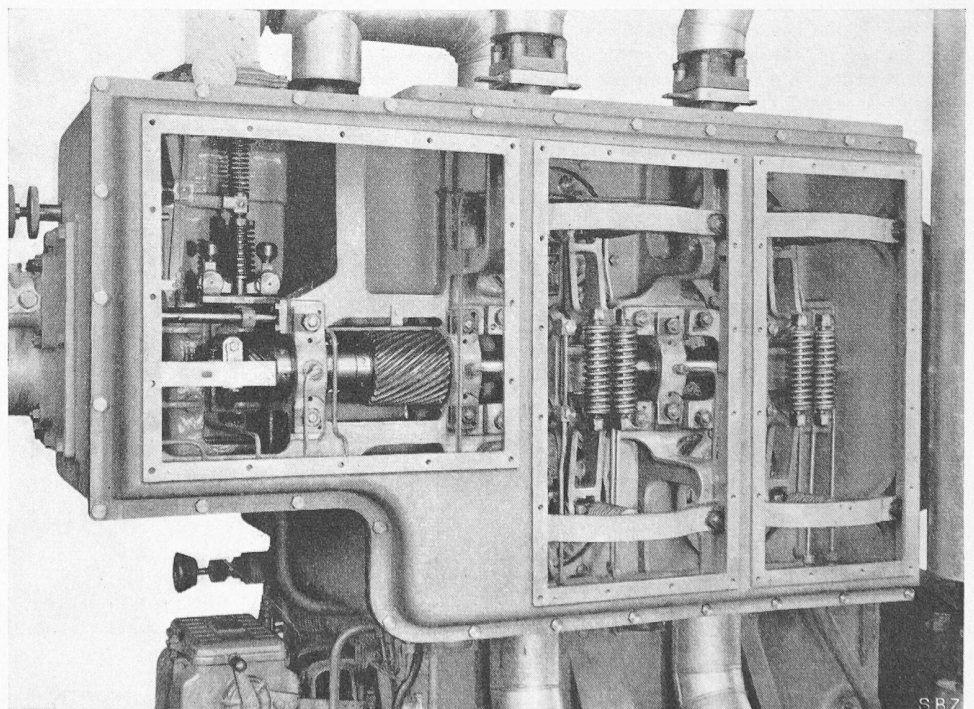


Bild 4. Einlassteuerung und Regulierung einer Zweizylindermaschine

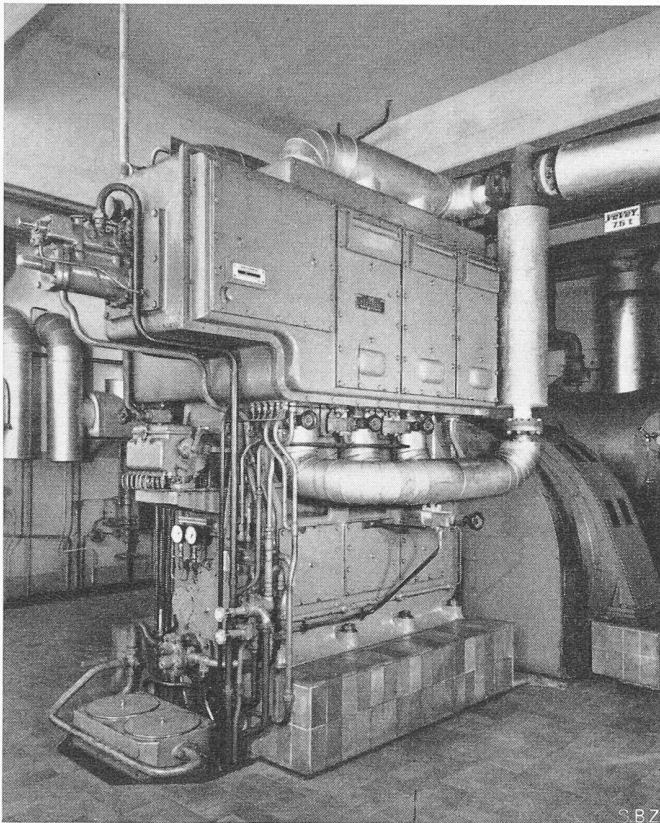


Bild 5. Dreizylindermaschine 1150 PS, Einlasseite

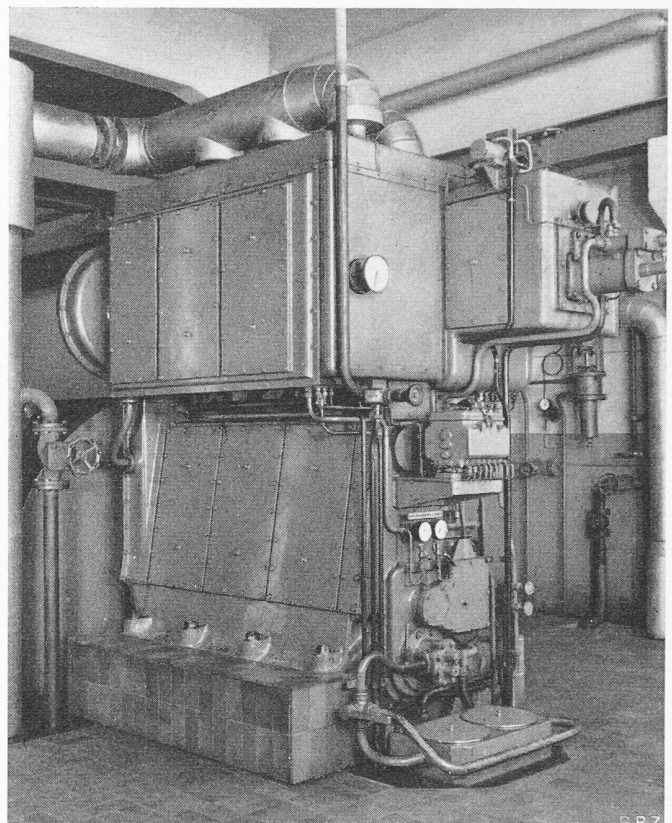


Bild 6. Dreizylindermaschine 1150 PS, Auslasseite

den Pumpen ermöglichen das Vorschmieren der Maschine und das Einstellen der Maximalfüllung im Stillstand. Ein an der Basis des Maschinengestells angeschraubter und in zwei Teile getrennter Oelsammelkasten mit eingebauten Saugfiltern ermöglicht umschaltbaren Wechselbetrieb, so dass auch bei durchgängig 24stündigem Lauf, wie er beispielsweise in der Papierindustrie die Regel ist, angesammeltes Wasser ausgeschieden und abgelassen werden kann.

Das Schwungrad wird mit den Kupplungsschrauben zwischen den Flanschen der Kurbelwelle und der einlagerigen Generatorwelle eingeklemmt. Trotz grosser Gesamtleistungen ergeben sich, wie dies Bild 1 erkennen lässt, verhältnismässig kurze und nur wenig Raum beanspruchende Maschinengruppen. Kritische Drehzahlen infolge Torsionsschwingungen

liegen bei den kurzen und steifen Kurbelwellen wesentlich über der Betriebszahl. Zur Abschwächung der Druckimpulse in den verhältnismässig kleinen Frischdampfleitungen wird zwischen die oberen und unteren Einlassrohre ein grosses Rohr als Puffer eingeschaltet. Ein Frischdampf-Wasserabscheider, Anfahrntwässerungsventile sowie Manometer und

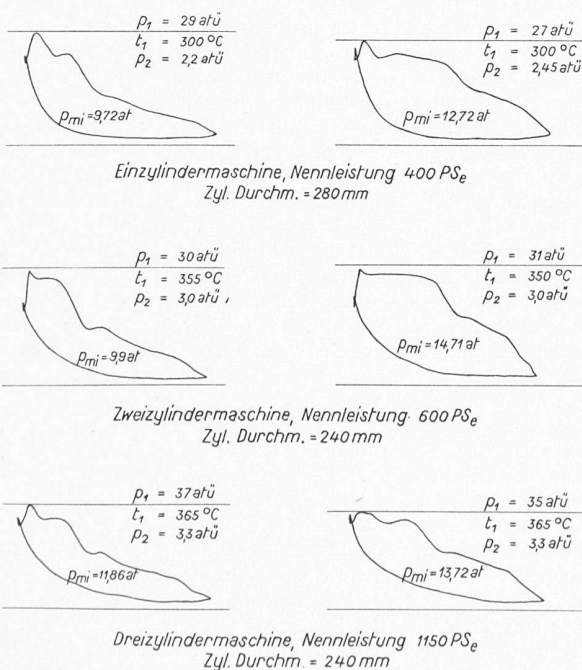


Bild 7. Indikator-Diagramme, aufgenommen auf der Deckseite von Ein-, Zwei- und Dreizylindermaschinen

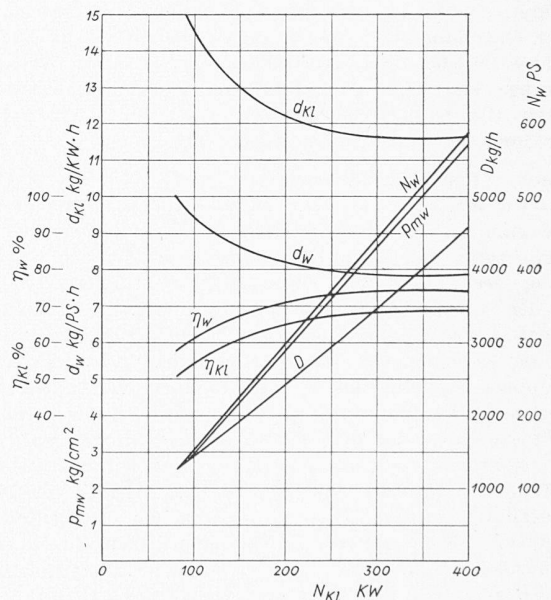


Bild 8. Dampfverbrauchsmessungen an einer Zweizylinder-Gegendruckmaschine mit folgenden Hauptdaten:

|                     |           |                       |        |
|---------------------|-----------|-----------------------|--------|
| Kolbenhub           | 260 mm    | Frischdampfdruck      | 29 atü |
| Zylinderdurchmesser | 240 mm    | Frischdampftemperatur | 370° C |
| Drehzahl            | 500 U/min | Gegendruck            | 3 atü  |

$N_{kl}$  Klemmleistung in kW

$N_w$  Wellenleistung in PS

$D$  Dampfmenge in kg/h

$p_{mw}$  Mittlerer Kolbendruck in kg/cm<sup>2</sup> bezogen auf  $N_w$

$d_{kl}$  Spez. Dampfverbrauch in kg/kW h bezogen auf  $N_{kl}$

$d_w$  Spez. Dampfverbrauch in kg/PS h bezogen auf  $N_w$

$\eta_{kl}$  Thermodynamischer Wirkungsgrad in % bezogen auf  $N_{kl}$

$\eta_w$  Thermodynamischer Wirkungsgrad in % bezogen auf  $N_w$

Thermometer für Frischdampf, Abdampf und Umlauföl gehören zur Ausrüstung der Maschine. Das Tachometer wird von der Auslass-Steuerwelle elastisch angetrieben. Bilder 5 und 6 zeigen Einlass-, Stirn- und Auslass-Seite einer Dreizylindermaschine in einem Heizkraftwerk der Papierindustrie.

Im Gegendruckbetrieb können bei mässigen Kolbengeschwindigkeiten grosse Füllungsgrade bzw. grosse indizierte Mitteldrücke zur Anwendung kommen und trotzdem sehr gute thermodynamische Wirkungsgrade erreicht werden.

In Bild 7 sind einige deckelseitig aufgenommene Indikatordiagramme des schwungradseitigen Zylinders von Ein-, Zwei- und Dreizylindermaschinen wiedergegeben. Ueber Dampfverbrauch- und Leistungsmessungen an einer durch den Betrieb vorläufig noch nicht ganz ausgelasteten Zweizylindermaschine mit 240 mm Kolbendurchmesser gibt Bild 8 Auskunft. Die Frischdampfmenge wurde bestimmt durch Messung des Kesselspeisewassers mit Norm-

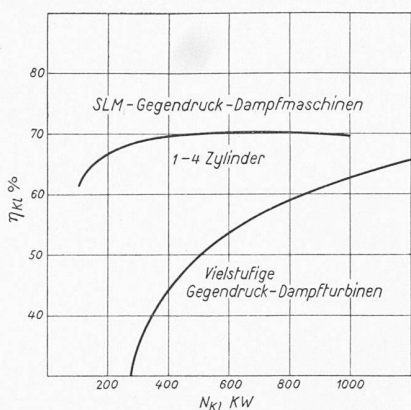


Bild 9. Thermodynamische Wirkungsgrade  $\eta_{kl}$  von Gegendruck-Dampfmaschinen und vielstufigen Gegendruck-Dampfturbinen in % bezogen auf die Klemmleistung  $N_{kl}$  in kW

blende, während die Kupplungsleistung aus der mit Zähler und Präzisionswattmetern gemessenen Klemmenleistung und dem bekannten Generatorwirkungsgrad berechnet wurde. Da die untern Zylinderseiten nicht indiziert werden können, ist die gesamte an die Kolben abgegebene Dampfleistung nicht bekannt, und es kann deshalb der mechanische Wirkungsgrad nicht angegeben werden. Hingegen geht der thermodynamische Wirkungsgrad, bezogen auf die Kupplungsleistung, der ja den mechanischen Wirkungsgrad ebenfalls einschliesst, aus den Versuchen hervor. Er erreicht über eine grosse Belastungszone Werte von 70 bis 74 %. Demzufolge werden auch die spezifischen Dampfverbrauchszahlen, bezogen auf die PSh an der Kupplung oder auf die kWh an den Generatorklemmen entsprechend günstig. Ähnlich hohe Werte erreichen Gegendruck-Dampfturbinen gleicher Leistung bzw. gleichen mittleren Durchsatzvolumens nicht, ganz abgesehen davon, dass ihr Teillastverhalten ungünstiger ist als bei Dampfmaschinen. In Bild 9 sind vergleichsweise die besten Wirkungsgrade einer grösseren Zahl vielstufiger Gegendruck-Dampfturbinen mit ähnlichen Druckverhältnissen nach Jaroschek<sup>5)</sup> und die Wirkungsgrade ein- bis vierzylinderiger SLM-Dampfmaschinen bezogen auf die Klemmenleistung zusammengetragen. Den Bedürfnissen moderner Heizkraftwerke nach erhöhter Stromerzeugung bei gesteigerten Heizdrücken und abnehmender Heizdampfmenge vermag bis zu Leistungen von etwa 1000 kW die Dampfmaschine wesentlich besser zu genügen als die Dampfturbine. Erst im Gebiete grösserer Leistungen wird die Kolbenmaschine durch die Dampfturbine abgelöst. Maschinen der beschriebenen Bauart haben bereits 3500 bis 8000 Betriebsstunden erreicht.

<sup>5)</sup> Die Wirkungsgrade von Industriedampfturbinen. «Z. VDI» 1952, Nr. 27, S. 897.

## Der Kongress der UIA (Union Internationale des Architectes) in Lissabon 1953 DK 061.3: 72 (469)

In der von der Pracht des ausgehenden Sommers erfüllten portugiesischen Hauptstadt fanden vom 20. bis 27. September d. J. der 3. Kongress und die 4. Versammlung der UIA statt (s. das Programm SBZ 1953, Nr. 29, S. 428). Der eine wie die andere waren mit Verhandlungsstoff reich befrachtet. In der kurzen Zeitspanne von fünf Jahren, die seit der Gründung der UIA in Lausanne vergangen ist, hat sich diese Internationale Architekten-Organisation weltweite Bedeutung verschafft. 35 Länder waren durch Delegationen vertreten. Ein grosser Teil des Erfolges beruht auch auf der Entwicklung der einzelnen nationalen Sektionen.

Nach einem bemerkenswerten Vortrag des Präsidenten Sir Patrick Abercrombie, «Die Architektur am Scheideweg», waltete eine auf hoher Stufe stehende Diskussion über die Verantwortung der Architektenschaft für die soziale Entwicklung der Menschheit. Diese Diskussion leitete die Debatten der verschiedenen Arbeitsgruppen ein. Ausbildung des Architekten, Entwicklung seiner gesellschaftlichen Stellung, Beziehung zwischen der Architektenschaft und anderen Berufsgruppen, Stellung des Urbanisten usw. waren der weit ausholende Stoff, der in viertägiger Arbeit soweit durchgearbeitet wurde, dass dem Kongress Resolutionen vorgelegt werden konnten, die alle einstimmig angenommen worden sind. Das Anfang 1954 erscheinende S. I. A.-Bulletin Nr. 5 wird diese Resolutionen den schweizerischen Fachleuten bekanntgeben. Sie enthalten noch keine präzisen Einzelheiten, sondern zeichnen den Weg vor, der für die Lösung folgender Aufgaben zu beschreiten sein wird:

- Reform des Bildungsganges des Architekten,
- Ausarbeitung von Satzungen für den Architektenberuf,
- Studium der Arbeitsbedingungen in der Vorfabrikation und Rückwirkungen auf die Stellung des Architekten,
- Festlegung von Vereinbarungen zwischen den Architekten, den Ingenieuren und den Künstlern,
- Festlegung der Aufgaben der Urbanisten.

Gleichzeitig behandelte der Kongress konkrete Probleme, die von den Kommissionen der UIA vorbereitet worden waren: Darstellungsnormalien für Stadtbaupläne,

Festlegung eines Moduls von 10 cm oder 4" als Masseinheit der Bauwirtschaft, Minimalmasse im Wohnungsbau, Schulbauten als dringliche Bauaufgaben.

Mit diesen Arbeiten dokumentierte der Kongress, dass ihm nicht nur an der Stellung des Architekten gelegen war, sondern, dass er auch grosses Verständnis für die Verbesserung der menschlichen Lebensbedingungen aufzubringen bereit ist.

Anlässlich des von 530 Teilnehmern besuchten Kongresses, der unter der Leitung von Arch. Carlos Ramos, Präsident der portugiesischen Sektion, durchgeführt wurde, hat die UIA die zweite Internationale Architekturausstellung veranstaltet, die von fünfzehn Ländern besichtigt worden war. Die Schweiz war leider, da es an Finanzen fehlte, auch an dieser Ausstellung nicht vertreten, obwohl die grundlegenden Arbeiten für solche Ausstellungen seinerzeit von unserem Landsmann E. F. Burckhardt, Zürich, geleistet worden sind. An der Ausstellung eines Schülerwettbewerbwerbes waren ebenfalls 15 Länder beteiligt. Die Schweiz war durch Arbeiten von Studenten der Architektenschulen Lausanne und Genf vertreten.

Der geschäftliche Teil der Tagung wurde bei grosser Beteiligung der Delegierten (die Schweiz hatte die Professoren J. Tschumi, Lausanne, und W. Dunkel, Zürich, abgeordnet) durchgeführt. Neu aufgenommen wurden Chile, Uruguay und Westdeutschland. Der nächste Kongress wird in Holland stattfinden. Der Arbeitsausschuss für die kommende Periode besteht aus Vertretern folgender Staaten: Dänemark, Frankreich, Mexiko, Holland, Polen, Portugal, Rumänien und Jugoslawien. P. Vago, Paris, wurde als Generalsekretär bestätigt; Quästor wurde M. van Hove, Belgien. Die drei Vizepräsidenten sind: R. Walker, USA, A. Mordvinov, USSR, M. Ceas, Italien. Der letztgenannte übernimmt das Amt, das bisher von P. Vischer, Schweiz, bekleidet war. Nachfolger des zurücktretenden Präsidenten Sir Patrick Abercrombie, England, ist unser Landsmann Prof. Jean Tschumi geworden.

Die Veranstaltung ist in allen Teilen wohl gelungen. Die Teilnehmer sprechen den portugiesischen Kollegen, vor allem dem Tagungspräsidenten C. Ramos und dem Präsidenten des Organisationskomitees, M. de Sá e Melo, den besten Dank aus.