Die Aufladung des Zweitakt-Dieselmotors

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **119/120 (1942)**

Heft 14

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-52340

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Aufladung des Zweitakt-Dieselmotors

(Schluss von Seite 152)

Anwendung der Zweitakt-Hochladung. Die Hochladung des Zweitaktmotors bietet, wie dargelegt worden ist, dank ihrer Anpassungsfähigkeit und ihrer Wirksamkeit ausserordentlich weitgehende Möglichkeiten, die einerseits in einer Reduktion an Preis, Gewicht und Raumbedarf, anderseits in einer Erweiterung der bisherigen Leistungs- und Anwendungsgebiete in Erscheinung treten werden. Dieser Erkenntnis entsprechend hat die Firma Gebrüder Sulzer die schrittweise Anpassung ihrer Einkolbenmotoren mittlerer bis grosser Bohrung an die Anforderungen der Zweitaktaufladung in Angriff genommen. Gleichzeitig haben Gebrüder Sulzer einen neuen Motortyp (Abb. 18) entwickelt, der die Möglichkeiten der Hochladung besonders weitgehend auszunützen erlaubt. Es handelt sich um einen Zweiwellen-Gegenkolbenmotor mit folgenden Kenngrössen:

Zylinderzahl	6
Bohrung	180 mm
Hub	2×225 mm
Drehzahl	850 U/min
Kolbengeschwindigkeit	6,375 m/s
Aufladedruck	2 ata
Stundenleistung	1560 PSe

Der Motor ist so gebaut, dass er versuchsweise auch mit 6 ata aufgeladen werden kann, wodurch seine Leistung auf 2340 PSe erhöht und sein Gewicht pro PS weiter herabgesetzt wird. Durch Entfernen der beiden Turbinen kann dieser Motor auch als Treibgaserzeuger verwendet werden. In diesem Fall beschränkt sich seine Leistung auf die Abgabe von Treibgasen, die allein oder mit denen anderer Treibgaserzeuger zum Antrieb einer Turbine verwendet werden können. Abb. 19 zeigt den entsprechenden 8-Zylindermotor, der bei Aufladung auf 2,5 ata eine Stundenleistung von 2750 PSe bei 1000 U/min aufweist.

Raumbedarf und Disposition aufgeladener Motoren. Die Einführung des hochgeladenen Zweitaktmotors in die Praxis wird, wie dies bei allen Neuerungen der Fall ist, nur schrittweise vor sich gehen können. Aus den Abb. 20 bis 22 sind an Hand einiger Beispiele insbesondere der Raumbedarf und die allgemeine Disposition ersichtlich, die sich aus der Anwendung hochgeladener Zweitaktmotoren ergibt (S. 167 bis 169).

Abb. 20 zeigt eine stationäre Kraftanlage von 7000 PSe, die zwei aufgeladene Zweitakt-Zweiwellen-Gegenkolbenmotoren von je 3500 PS und einen gemeinsamen Elektrogenerator umfasst. Die 9 Dieselzylinder jedes Motors haben 180 mm Bohrung, der Kolbenhub misst 2×225 mm. Bei der Betriebsdrehzahl von 1000 U/min beträgt die Kolbengeschwindigkeit 7,5 m/s. Die Motoren sind auf 3,5 ata aufgeladen; der effektive Vollastmitteldruck erreicht dabei 15,3 kg/cm². Die Spül- und Aufladeluft wird von einem Achsialverdichter geliefert, der aus einem Hoch- und einem Niederdruckteil, sowie einem dazwischen angeordneten Luftkühler besteht und von einer Abgasturbine angetrieben wird. Das beim Anlassen und bei kleinen Lasten in Erscheinung tretende Leistungsmanko der Abgasturbine wird durch einen Elektromotor ergänzt, der vom Kraftnetz des Werkes mit Strom gespeist wird und bei voller Belastung der Dieselmotoren leer mitläuft. Für den Fall eines Stromunterbruchs steht eine besondere Diesel-Generatorgruppe als Reserve zur Verfügung, die in erster Linie zum Anlassen des Aufladeaggregates dient.

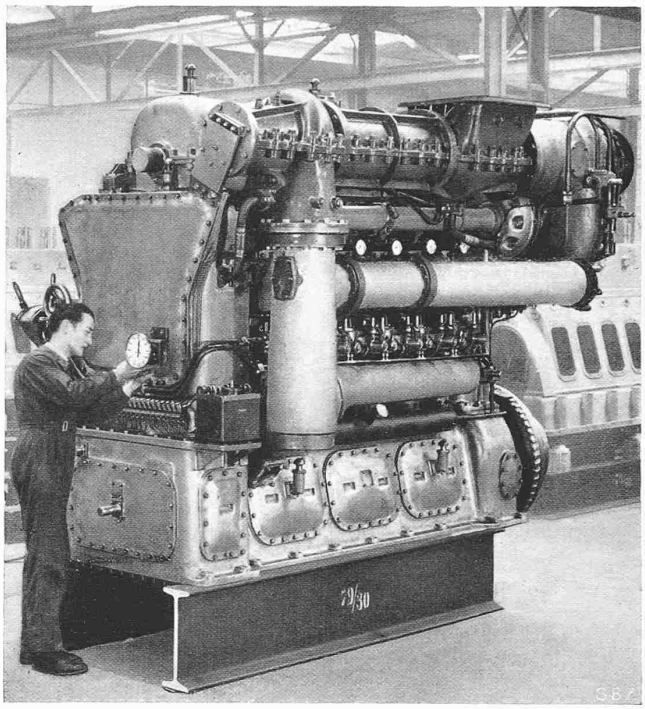


Abb. 18. Auf 2 ata aufgeladener Zweitakt-Zweiwellen-Gegenkolben-Sulzer-Dieselmotor von 1560 PSe Stundenleistung bei 850 U/min

Abb. 21 veranschaulicht die diesel-elektrische Anlage eines grossen Motorschiffes von 37 500 PS Wellenleistung, dessen Abmessungen denen des holländischen Motor-Passagierschiffes «Oranje» entsprechen[2]). Sie umfasst 10 Zweitakt-Zweiwellen-Gegenkolben-Generatorgruppen, von denen 9 für die Lieferung der Antriebsleistung bei Vollast zur Verfügung stehen, während eine den Strombedarf für allgemeine Zwecke zu decken hat. Die hochgeladenen Antriebmotoren weisen je 6 Zylinder von 320 mm Bohrung und 2×400 mm Hub auf und leisten je 4600 PS bei 450 U/min. Die Spül- und Aufladeluft wird von Kolbenkompressoren verdichtet, die unmittelbar von den Kurbelwellen angetrie-

[2]) Abgebildet mit nähern Angaben in Bd. 114, S. 137*. Red.

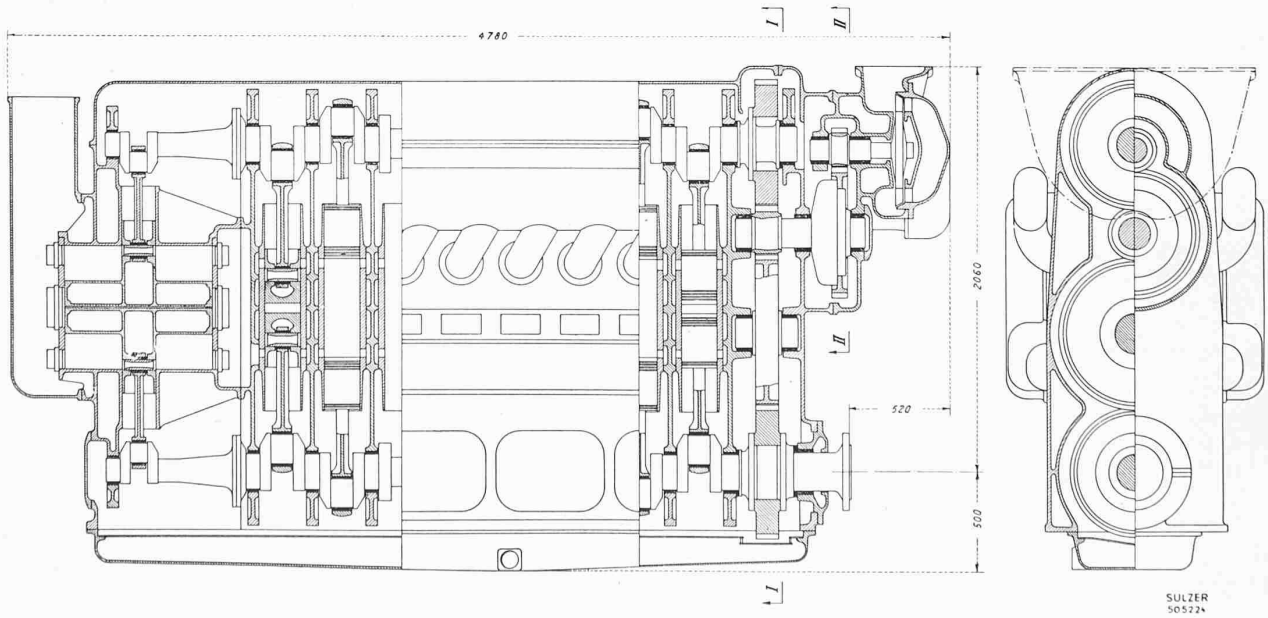
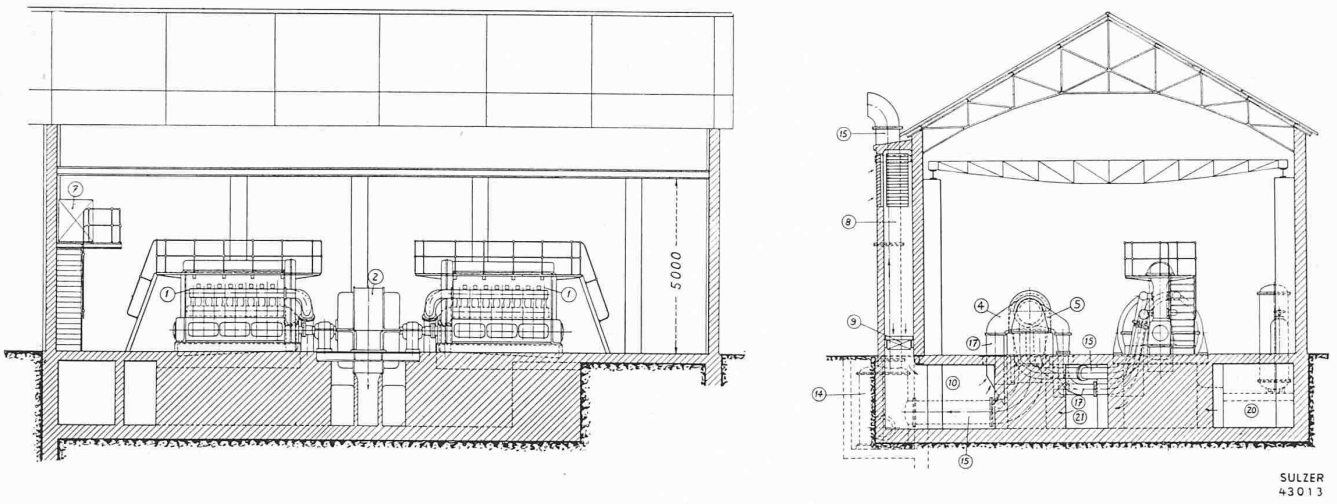


Abb. 19. Auf 2,5 ata aufgeladener Achtzylinder-Gegenkolbenmotor, Hub 2×225 mm, Bohrung 180 mm, mit direkt gekuppeltem Kolbenkompressor (links). Stundenleistung 2750 PSe bei 1000 U/min und effekt. Mitteldruck 13,5 kg/cm². — Masstab 1 : 35



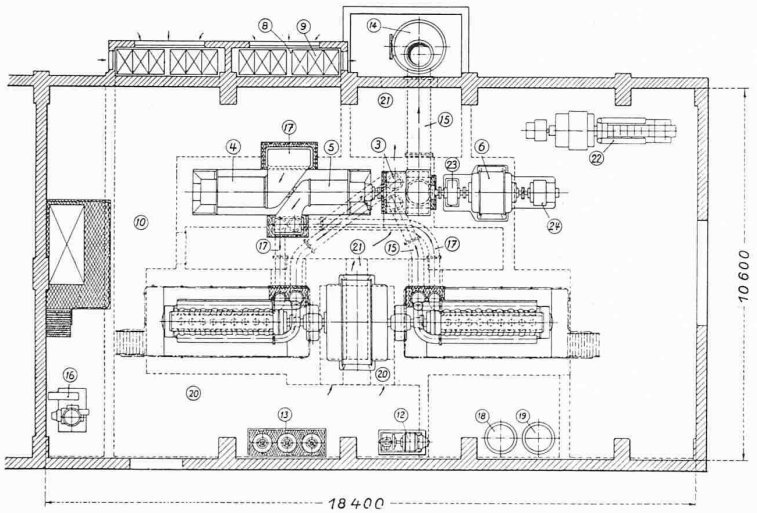


Abb. 20. Ortsfeste Kraftanlage von 7000 PSe mit zwei aufgeladenen Zweitakt-Zweiwellen-Gegenkolben-Motoren und getrennt aufgestellter Aufladegruppe. Die mit dem gemeinsamen Elektrogenerator gekuppelten Motoren haben 9 Zylinder von 180 mm Bohrung und 2 × 225 mm Hub. Bei Aufladung auf 3,5 ata und 1000 U/min beträgt der Vollast-Mitteldruck 15,3 kg/cm² und die Leistung 3500 PSe pro Motor. — Etwa 1 : 200

1 Sulzer-Dieselmotoren, 2 Generator, 3 Gasturbine, 4 Luftkompressor I. Stufe, 5 Luftkompressor II. Stufe, 6 Elektromotor für Anlassen, 7 Brennstoff-Reservoir, 8 Luft-Ansaug-Kanal, 9 Luftfilter, 10 Luftkammer, 11 Kran, 12 Anlass-Luftkompressor, 13 Anlassluft-flaschen, 14 Auspufftopf, 15 Auspuffleitungen, 16 Schmier-öl-Separator, 17 Luftleitungen, 18 Oelkühler, 19 Wasser-kühler, 20 Frischluftkanal, 21 Warmluftkanal, 22 Not-aggregat, 23 Uebersetzungsgetriebe, 24 Erreger

ben werden. Bei Vollast erreicht der Aufladedruck 2,5 ata und der effektive Mitteldruck 12,1 kg/cm². Zur Kraftanlage gehören noch zwei kleinere Hilfsaggregate von je 200 PS. Die Hauptmotoren sind mit je zwei Abgasturbinen ausgerüstet, deren Leistung über das Synchronisierungsgetriebe auf die Antriebwelle des Elektrogenerators übertragen wird. Die von den Elektrogeneratoren erzeugte elektrische Energie dient zum Antrieb der beiden Propellermotoren, die bei 130 U/min je 18750 PS leisten. Durch die Anwendung hochgeladener Zweitakt-Gegenkolbenmotoren an Stelle unaufgeladener Grossmotoren kann die Höhe des Maschinenraumes im vorliegenden Fall um rund 4,5 m verkleinert und dadurch erheblich an nutzbarem Raum gewonnen werden.

Im Falle der in Abb. 21 dargestellten dieselelektrischen Schiffsanlage ist die Umsteuerbarkeit durch die elektrische Energieübertragung ohne weiteres gegeben. Die direkte Umsteuerbarkeit kann auch dadurch erzielt werden, dass die Aufladegruppe vom Motor getrennt und ihr die beim Anlassen und bei kleinen Lasten fehlende Energie von einem Hilfselektromotor geliefert wird, wie dies bei der in Abb. 20 veranschaulichten Anlage der Fall ist. Eine andere Möglichkeit besteht darin, für die Lieferung der Spül- und Aufladeluft Kolbenkompressoren zu verwenden und die Abgasturbine über eine lösbare Kupplung mit dem Motor zu verbinden. Bei Rückwärtsfahrt wird die Abgasturbine losgekuppelt und die Abgasleitung über eine Drosselstelle auf freien Auspuff umgeschaltet. Der mit dem Abkuppeln der Abgasturbine verbundene Leistungsausfall spielt bei Rückwärtsfahrt nur eine untergeordnete Rolle. Eine Anlage dieser Art ist in Abb. 22 dargestellt. — Eine aussichtsreiche Lösung des Umsteuerungsproblems stellt auch der Wendepropeller dar, dessen Flügel während der Fahrt verdreht und dadurch bei gleichbleibendem Motordrehsinn von Vorwärts- auf Rückwärtsfahrt umgestellt werden können.

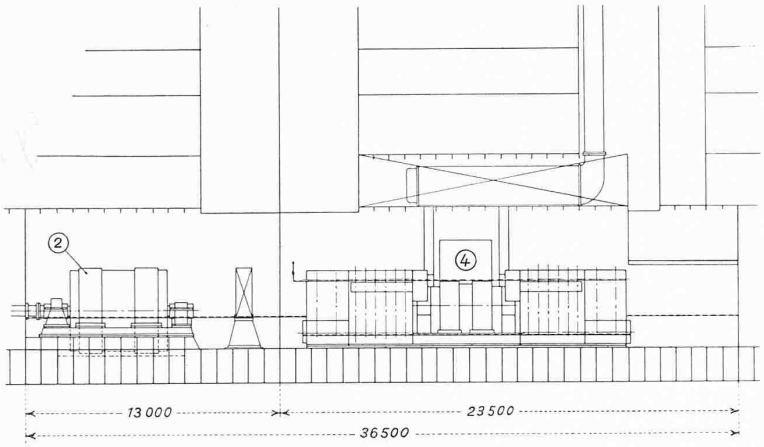
Abb. 22 stellt eine Schiffsanlage von 3900 PS Wellenleistung mit einem horizontal angeordneten, hochgeladenen Zweitakt-Zweiwellen-Gegenkolbenmotor dar, der in üblicher Weise direkt umgesteuert werden kann. Dieser umfasst 6 Zylinder von 320 mm Bohrung und 2 × 400 mm Hub. Bei 450 U/min, was einer Kolbengeschwindigkeit von 6 m/s entspricht, beträgt der Aufladedruck 2,0 ata und der effektive Vollastmitteldruck 10 kg/cm². Das grosse Zahnrad des Synchronisierungsgetriebes dient gleichzeitig als Reduktionsgetriebe und treibt die damit gekuppelte Propellerwelle mit 112 U/min an. Die erforderliche Spül- und Aufladeluft wird von Kolbenkompressoren geliefert, die, für jeden Zylinder getrennt und senkrecht angeordnet, von der Kurbelwelle spülseitig angetrieben werden. Die Abgasturbine wirkt über eine hydraulische Kupplung und ein Vorgelege direkt auf das grosse Getrieberad. Bei Rückwärtsfahrt wird die hydraulische Kupplung durch Entleeren gelöst. Die Anlage umfasst ausserdem drei Hilfsdieselmotoren der Einkolbenbauart von je 120 kW und 5 Zylindern von 220 mm Bohrung und 320 mm Hub; die Betriebsdrehzahl beträgt 450 U/min, was einer Kolbengeschwindigkeit von 4,8 m/s entspricht. Durch die Anwendung eines hochgeladenen Zweitaktmotors als Hauptmaschine und die in diesem Falle gewählte Anordnung wird gegenüber Anlagen üblicher Bauart, mit unaufgeladenen Motoren, die Länge des Maschinenraumes um etwa 40 % verkürzt.

Wesentlich ist bei den beschriebenen Anlagen, neben dem Preisvorteil, namentlich die Einsparung an Raumbedarf und an der Länge des Maschinenraumes, die der hochgeladene Zweitaktmotor gegenüber dem unaufgeladenen Motor zu bieten imstande ist. Dadurch wird auch die Freiheit der Gesamtanordnung erhöht. Diese Vorteile sind, wie erwähnt, in der Hauptsache darauf zurückzuführen, dass die Leistungausbeute, die aus einem gegebenen Zylinder-Hubvolumen gewonnen werden kann, durch die Zweitaktaufladung schon beim Aufladedruck von 2 ata ungefähr verdoppelt wird und bei höheren Aufladedrücken noch mehr zunimmt.

*

Zweitakthochladung und Gasturbine. Der thermo-dynamische Zusammenhang zwischen dem hochgeladenen Zweitaktmotor und der Gleichdruckgasturbine geht am klarsten aus den in den Abb. 10 bis 12 (S. 151) gezeigten Indikatordiagrammen hervor.

Die indizierte Leistung der Gleichdruckgasturbine wird bekanntlich durch die Differenz der Diagrammflächen dargestellt, die der Turbinenleistung einerseits und dem Leistungsbedarf des Verdichters anderseits entsprechen. Betrachtet man das Aufladeaggregat des aufgeladenen Zweitaktmotors als eine Gleichdruckgasturbine, deren Brennkammer durch einen aufgeladenen Diesel-



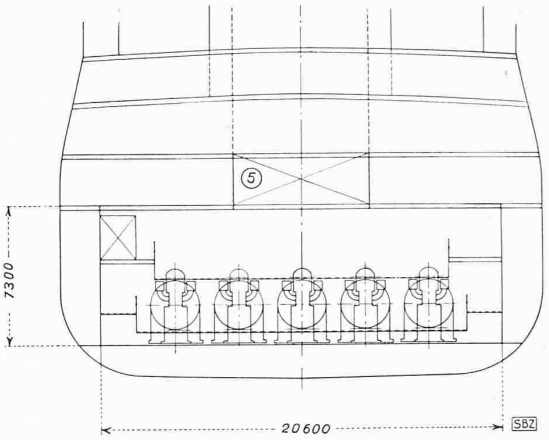
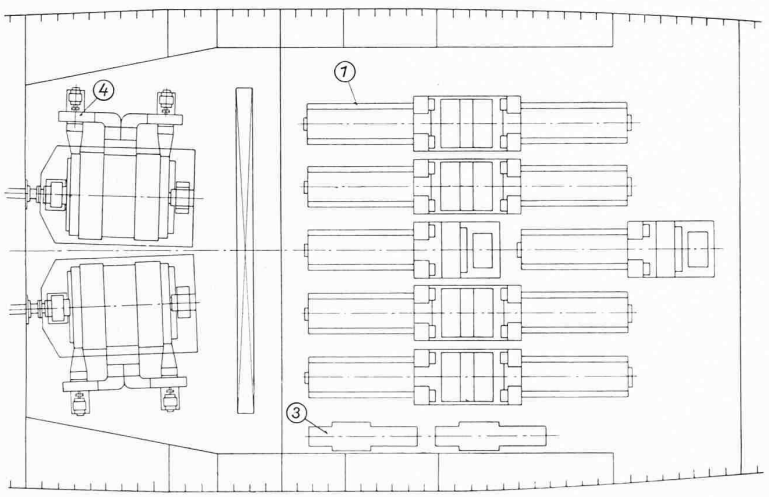


Abb. 21. Raumbedarf einer diesel-elektrischen Schiffsanlage von 37500 PSe. Die Anlage umfasst zehn Zweitakt-Zweiwellen-Gegenkolben-Generatorgruppen, von denen neun für die Antriebleistung und eine zur Deckung des Strombedarfs für allgemeine Zwecke zur Verfügung stehen. Die Motoren umfassen je 6 Zylinder von 320 mm Bohrung und 2 × 400 mm Hub. Bei der Betriebsdrehzahl von 450 U/min und einem Aufladedruck von 2,5 ata beträgt der effektive Mitteldruck 12,1 kg/cm². — Masstab 1 : 350

1 Doppel-Generator-Gruppen, 2 Elektromotoren, 3 Hilfsmotoren mit Dynamo und Luftkompressor, 4 Ventilator, 5 Kesselanlage



motor ersetzt ist, so zeigt sich, wie bereits erwähnt, dass auch hier das Gasvolumen, das der Abgasturbine zuströmt, infolge seiner höheren Temperatur grösser ist als das Volumen der vom Verdichter geförderten Luft im verdichteten Zustand. Die Differenz beider Diagrammflächen stellt wiederum die indizierte Leistung dar. Ein Teil dieser indizierten Leistung wird durch die Verluste des Verdichters und der Turbine aufgezehrt. Der Verdichterenddruck muss zudem den Anfangsdruck der Turbine um einen gewissen Betrag übersteigen, damit die Spülluft den Widerstand überwinden kann, den ihr die Dieselzylinder entgegensetzen. Dadurch entsteht gegenüber der eigentlichen Gleichdruckgasturbine ein zusätzlicher Verlust. Dennoch verfügt das Aufladeaggregat bei den grösseren Ausführungen und den höheren Belastungen des Dieselmotors über einen effektiven Leistungsüberschuss, der über die mechanische Uebertragung an die Kurbelwelle abgegeben wird.

Sinngemäss übertragen, gelten diese und die folgenden Ueberlegungen auch für das Freikolben-Treibgasverfahren mit oder ohne Vorverdichtung, wenn man den Dieselmotor durch den Dieselteil des Freikolben-Treibgaserzeugers ersetzt und die Kolbenkompressoren des letztgenannten sowie die Treibgasturbine zusammen als Aufladeaggregat betrachtet.

Während nun bei der Gleichdruckgasturbine lediglich die Differenz zwischen Turbinen- und Verdichterleistung als Nutzleistung erscheint, vermehrt sich diese bei der Hochladung und beim Treibgasverfahren (abzüglich des erwähnten, durch den Spülwiderstand verursachten zusätzlichen Verlustes) um die in den Dieselzylindern gewonnene Leistung. Dies kommt insbesondere im thermischen Wirkungsgrad zum Ausdruck, der bei der Hochladung wie beim atmosphärischen Dieselmotor in der Grössenordnung von etwa 40 % liegt (Brennstoffverbrauch 158 gr/PSeh), während er bei der einfachen Gleichdruckgasturbine, beim heutigen Stand der Technik und ohne Wärmeaustauscher, etwa 18 % (Brennstoffverbrauch 352 gr/PSeh) beträgt. Der niedrige Verbrauch des hochgeladenen Zweitaktdieselmotors ist zum Teil auch die Folge seiner vorzüglichen Verbrennung, die ihm nebenbei noch eine bemerkenswerte Unempfindlichkeit gegenüber der Qualität des Brennstoffes verleiht.

Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, dass es ein Sulzer-Zweitaktdieselmotor von 5500 PSe war, bei dem der Brennstoffverbrauch von 150 gr/PSeh erstmals unterschritten wurde. Dieser betrug 149,3 gr/PSeh, bezogen auf Gasöl mit einem Heizwert von 10138 kcal/kg, was einem thermischen Wirkungsgrad von rd. 42 % entspricht[3]).

Vom Gesichtspunkt des erwähnten Vergleiches ist der Ersatz der Brennkammer der Gleichdruckgasturbine durch einen Dieselmotor auch mit Rücksicht auf die Wärmebelastung berechtigt, da eine Abkühlung der anfänglich 1500 bis 2000° C heissen Feuergase auf rd. 500 bis 600° C ohnehin nötig ist, bevor diese der Abgasturbine zugeführt werden dürfen. Anstatt nun diese Abkühlung, wie es bei der Gleichdruckgasturbine geschieht, durch Beimischung von Ueberschussluft zu erreichen, was zur Anwendung entsprechend vergrösserter Verdichter und Turbinen zwingt und zudem einer Energieentwertung gleichkommt, findet diese Abkühlung beim hochgeladenen Dieselmotor vorwiegend durch die Expansion der Feuergase im Dieselzylinder statt, wobei diese gleichzeitig nutzbare Arbeit abgeben. Diese zusätzliche Arbeit ist es, die bewirkt, dass der thermische Wirkungsgrad des hochgeladenen Dieselmotors mehr als doppelt so hoch ist wie jener der einfachen Gleichdruckgasturbine in ihrer heutigen Ausführung.

Die erwähnte Analogie wird noch zutreffender, wenn man beim hochgeladenen Dieselmotor den Aufladedruck weiter zunehmen lässt. Nach den in den Abb. 10 bis 12 gezeigten Indikatordiagrammen muss dann das Hubvolumen, bei gleichbleibendem Totraum, immer kleiner werden. Im Grenzfall wird das Hubvolumen zu Null und der Dieselmotor schrumpft auf den Totraum zusammen. Dieser ist dann mit der Brennkammer der hypothetischen Hochdruckgasturbine identisch. Mit der Schrumpfung des Hubvolumens ist gleichzeitig die mittlere Arbeitstemperatur des Dieselzylinders immer höher angestiegen. Im Grenzfall, d. h. beim Hubvolumen Null, ist diese Arbeitstemperatur derart hoch, dass sie mit den heutigen Mitteln in einer Brennkammer nicht mehr beherrscht werden kann, es sei denn mit unzulässig hohen Wärmeverlusten. Dasselbe gilt von der Temperatur der Abgase, mit Rücksicht auf die Abgasturbine. Schliesslich ist es mit den heutigen Radial- und Achsialverdichtern nicht möglich, relativ kleine Fördermengen auf Drücke in der Grössenordnung von 100 at mit guten Wirkungsgraden zu verdichten. Eine Hochdruckgasturbine dieser Art lässt sich somit heute noch nicht verwirklichen. Dagegen kann dieser Arbeitsprozess, wie dargelegt wurde, mit gutem Wirkungsgrad im hochgeladenen Dieselmotor oder in der Treibgasanlage durchgeführt werden.

Auch vom konstruktiven Gesichtspunkt aus ist es folgerichtig, die in jedem Fall, bzw. für jedes Druckgebiet bestgeeigneten Mittel zu verwenden. Da nun zur Erzielung guter Wirkungsgrade hohe Drücke und Temperaturen verarbeitet werden müssen, ist die Verlegung der Verbrennung, sowie der hohen Kompres-

[3]) Siehe u. a. Prof. Dr. Eichelberg: «Abnahmeversuche an einem Sulzer-Schiffsmotor von 5500 PSe» «Werft, Reederei, Hafen», Hamburg (1935).

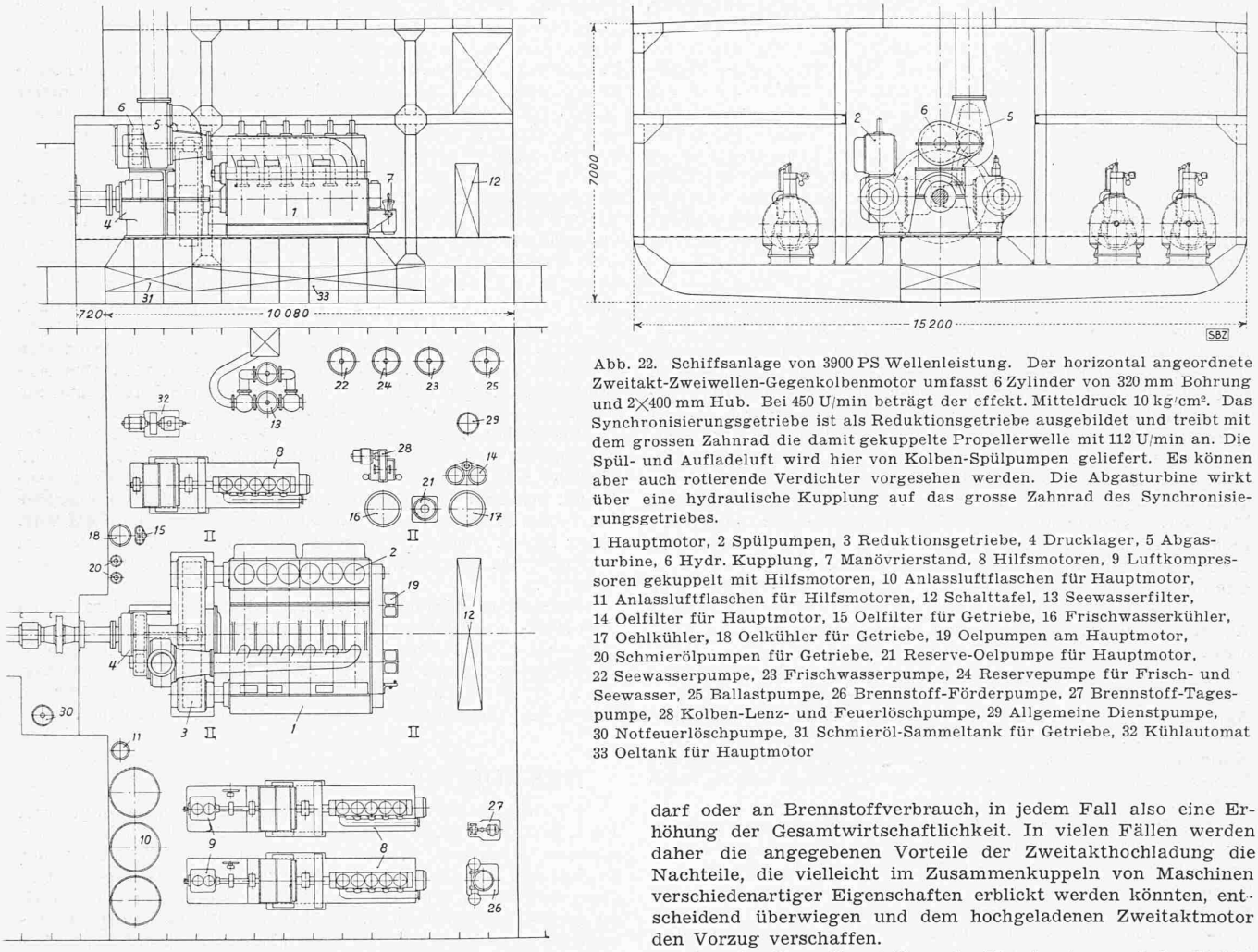


Abb. 22. Schiffsanlage von 3900 PS Wellenleistung. Der horizontal angeordnete Zweitakt-Zweiwellen-Gegenkolbenmotor umfasst 6 Zylinder von 320 mm Bohrung und 2×400 mm Hub. Bei 450 U/min beträgt der effekt. Mitteldruck 10 kg/cm². Das Synchronisierungsgetriebe ist als Reduktionsgetriebe ausgebildet und treibt mit dem grossen Zahnrad die damit gekuppelte Propellerwelle mit 112 U/min an. Die Spül- und Aufladeluft wird hier von Kolben-Spülpumpen geliefert. Es können aber auch rotierende Verdichter vorgesehen werden. Die Abgasturbine wirkt über eine hydraulische Kupplung auf das grosse Zahnrad des Synchronisierungsgetriebes.

1 Hauptmotor, 2 Spülpumpen, 3 Reduktionsgetriebe, 4 Drucklager, 5 Abgasturbine, 6 Hydr. Kupplung, 7 Manövrierstand, 8 Hilfsmotoren, 9 Luftkompressoren gekuppelt mit Hilfsmotoren, 10 Anlassluftflaschen für Hauptmotor, 11 Anlassluftflaschen für Hilfsmotoren, 12 Schalttafel, 13 Seewasserfilter, 14 Oelfilter für Hauptmotor, 15 Oelfilter für Getriebe, 16 Frischwasserkühler, 17 Oehlkühler, 18 Oelkühler für Getriebe, 19 Oelpumpen am Hauptmotor, 20 Schmierölpumpen für Getriebe, 21 Reserve-Oelpumpe für Hauptmotor, 22 Seewasserpumpe, 23 Frischwasserpumpe, 24 Reservepumpe für Frisch- und Seewasser, 25 Ballastpumpe, 26 Brennstoff-Förderpumpe, 27 Brennstoff-Tagespumpe, 28 Kolben-Lenz- und Feuerlöschpumpe, 29 Allgemeine Dienstpumpe, 30 Notfeuerlöschpumpe, 31 Schmieröl-Sammeltank für Getriebe, 32 Kühlautomat 33 Oeltank für Hauptmotor

sions- und Expansionsdrücke in den Dieselzylinder als dem hierfür geeignetsten Bauelement gegeben. Da aber das teure Hubvolumen des Dieselmotors im unteren Teil des Indikatordiagramms bekanntlich nur unvollkommen ausgenützt wird, ist es wiederum folgerichtig, diesen Teil der Kompressions- und Expansionsarbeit Radial- oder Achsialverdichtern, sowie Turbinen zu übertragen, die bekanntlich wesentlich billiger, leichter und kleiner sind und sich namentlich für grosse Mengen bei niederen und mittleren Drücken bis zu etwa 10 ata als gut geeignet erwiesen haben. Hierbei ist zu beachten, dass bei der Dieselhochladung die Verdichter und Turbinen bis zum Aufladedruck von 6 ata höchstens für die einfache Nutzleistung bemessen sind, während diese Organe bei der einfachen Gleichdruckgasturbine wegen des benötigten Luftüberschusses für die 3- bis 5fache Nutzleistung gebaut werden müssen. Diese ergibt sich dann, wie erwähnt, als Differenz zwischen der Turbinenleistung und dem Leistungsbedarf des Verdichters.

Das Zusammenkuppeln von Maschinen derart verschiedener Eigenschaften, wie sie dem Dieselmotor, der Turbine und dem dynamischen Verdichter radialer oder achsialer Bauart eigen sind, erscheint dem Praktiker zunächst mindestens unerwünscht. Es ist jedoch heute allgemein bekannt, dass die bei der Zweitakthochladung neu hinzukommenden Elemente, nämlich die Abgasturbine, der Verdichter und das Zahnradgetriebe, bei Anwendung solider Konstruktionen, sowie sachgemässer Ausführung und Wartung, nicht nur keinerlei Schwierigkeiten im Betrieb hervorrufen, sondern dem Dieselmotor an Lebensdauer durchaus ebenbürtig sind.

Aus diesen Ueberlegungen und den erzielten Versuchsergebnissen geht hervor, dass sowohl in thermodynamischer, wie in konstruktiver und betriebstechnischer Hinsicht wichtige Gründe zugunsten der Kombination von Dieselmotor und Gasturbine sprechen. Gegenüber der heutigen Gleichdruckgasturbine bringt sie eine Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades um mehr als 100 % und gegenüber dem unaufgeladenen Dieselmotor eine Erhöhung des effektiven Mitteldruckes um 100 bis 200 %. Die Folge ist eine erhebliche Reduktion an Gewicht und Raumbedarf oder an Brennstoffverbrauch, in jedem Fall also eine Erhöhung der Gesamtwirtschaftlichkeit. In vielen Fällen werden daher die angegebenen Vorteile der Zweitakthochladung die Nachteile, die vielleicht im Zusammenkuppeln von Maschinen verschiedenartiger Eigenschaften erblickt werden könnten, entscheidend überwiegen und dem hochgeladenen Zweitaktmotor den Vorzug verschaffen.

Aus der Gegenüberstellung des Dieselmotors und der Gleichdruckgasturbine eine grundsätzliche Ablehnung der letztgenannten abzuleiten, wäre ein Irrtum. Die Gleichdruckgasturbine hat im Gegenteil, nur schon vom Standpunkt der technischen Entwicklung aus betrachtet, eine überragende Bedeutung. Diese Erkenntnis hat denn auch die Firma Gebrüder Sulzer veranlasst, der Entwicklung dieser kalorischen Kraftmaschine ihre ganz besondere Aufmerksamkeit zu schenken und in der Folge die Realisierung einer Gleichdruckgasturbine eigenen Systems an die Hand zu nehmen.

Trotz aller Neuerungen wird sich aber der normale unaufgeladene Zweitakt-Dieselmotor, der eine sehr hohe Stufe der Vervollkommnung erreicht hat und heute das Feld beherrscht, nach wie vor auf vielen Gebieten mit Erfolg behaupten. Seine neueste Weiterentwicklung, der hochgeladene Zweitakt-Dieselmotor, wird in erster Linie dort Eingang finden, wo höhere Anforderungen an das Gewicht und den Raumbedarf der Kraftanlage gestellt werden, wie dies z. B. in der Traktion, in gewissen Schiffskategorien und allgemein bei Spitzen-, Reserve- und Notstrom-Anlagen der Fall ist.

Dem Treibgasverfahren, das eine der möglichen Realisierungen der Gasturbine darstellt und die Vorzüge der Gleichdruckgasturbine mit denen des Dieselmotors verbindet, eröffnen sich, namentlich auf dem Gebiet der grossen Leistungen, oberhalb des normalen und des hochgeladenen Zweitakt-Dieselmotors, aussichtsreiche Möglichkeiten.

Die Gleichdruckgasturbine dürfte namentlich auf dem Gebiet der grösseren Leistungen neben dem Treibgasverfahren zu Bedeutung gelangen, vorausgesetzt, dass ihr Wirkungsgrad, sowohl bei Vollast wie auch namentlich bei Teillast, noch erheblich verbessert werden kann. Ihrem Wesen nach wird aber die Gleichdruckgasturbine hauptsächlich mit der Dampfkraftanlage in Wettbewerb treten, der gegenüber sie den Vorteil des wasserfreien Betriebes aufweist. Anderseits wird sie aber den Dieselmotor, sei es mit oder ohne Hochladung, nicht ersetzen können, wie s. Zt. die Dampfturbine die Kolbendampfmaschine. Während sich nämlich die Kolbendampfmaschine und die Dampfturbine, thermodynamisch betrachtet, nur dadurch unterscheiden, dass sie das-

selbe Wärmegefälle auf zwei verschiedene Arten ausnützen, unterscheidet sich der Dieselmotor von der Gleichdruckgasturbine durch die verschiedene Ausdehnung und Höhe des verarbeiteten Wärmegefälles. Zudem ist zu beachten, dass der Dieselmotor unter allen kalorischen Krafterzeugern nach wie vor den höchsten thermischen Wirkungsgrad aufweist und diese Ueberlegenheit auch gegenüber der Gleichdruckgasturbine behaupten wird; denn jede künftige Verbesserung der Wirkungsgrade des Verdichters und der Turbine, sowie der Hitzebeständigkeit des Materials wird nicht nur der Gleichdruckgasturbine, sondern auch dem hochgeladenen Zweitaktmotor und der Treibgasanlage zugute kommen und auch hier die Leistungsbereiche und die Brennstoffökonomie erhöhen.

*

Zusammenfassung. Unter den Entwicklungsmöglichkeiten des Dieselmotors stand die Aufladung des Zweitaktmotors im letzten Jahrzehnt bei Gebrüder Sulzer im Vordergrund des Interesses. Sie erhöht die Leistungsdichte, wodurch das Gewicht und der Raumbedarf reduziert werden. Schon die bekannte Sulzer-Nachladung war eine Aufladung. Die Anwendung höherer Aufladedrücke erfordert die Nachschaltung von Abgasturbinen, um den Auspuffverlust herabzusetzen. Die unmittelbare Aufladung des Zweitaktmotors, bei der der von der Kurbelwelle angetriebene Spülverdichter durch das Aufladeaggregat ersetzt ist, lässt sich praktisch nicht verwirklichen, weil es auf diese Weise nicht möglich ist, den Motor anzulassen. Durch die Kupplung der Abgasturbine und des Verdichters mit der Kurbelwelle lässt sich diese Schwierigkeit vermeiden. Dieses hier als «Hochladung» bezeichnete Arbeitsverfahren lässt auch die Anwendung höherer Aufladedrücke zu. Die Steigerung des Aufladedruckes auf 5 bis 6 ata hat zur Folge, dass Diesel- und Verdichterleistung gleich werden, sodass die Turbine abgekuppelt und getrennt aufgestellt werden kann. Das aus Dieselmotor und Verdichter bestehende Aggregat wirkt dann als Treibgaserzeuger. An dessen Stelle können auch Freikolben-Treibgaserzeuger verwendet werden. Die Aufladung über 6 ata ist möglich, erfordert aber im Falle des Treibgasverfahrens die Anwendung der Vorverdichtung des Kompressors.

Die Erprobung der «Hochladung» an verschiedenen Versuchsmotoren ergab im Dauerbetrieb gehaltene effektive Mitteldrücke von 12 kg/cm² bei Aufladung auf 2 ata, von 15 kg/cm² bei Aufladung auf 3 ata und von 18 kg/cm² bei Aufladung auf 6 ata. Der Brennstoffverbrauch betrug bei Aufladung auf 2 ata weniger als 160 gr/PSeh. Auf Grund der durchgeführten Studien und Versuche wurde ein auf 2 ata hochgeladener Zweitaktmotor von 1200 PS gebaut, der sich im eigenen Werk während eines industriellen Betriebes von mehreren tausend Stunden einwandfrei bewährt hat. Es ist dies die erste Realisierung eines hochgeladenen Zweitaktmotors dieser Art. Die Hochladung wurde mit gleichem Erfolg ausserdem an Motoren bis zu 420 mm Bohrung und an solchen bis zu 2400 U/min erprobt. Gebrüder Sulzer haben die Anpassung ihrer vorhandenen Motoren an die Forderungen der Zweitakthochladung, sowie den Bau neuer, eigens der Hochladung angepasster Motoren in Angriff genommen. Die Anwendung der neuen Bauart wird durch Beispiele veranschaulicht. Der hochgeladene Zweitaktmotor ist der unaufgeladenen Maschine in Bezug auf den Mitteldruck bzw. die Leistungsdichte und der einfachen Gleichdruckgasturbine auch in Bezug auf den thermischen Wirkungsgrad überlegen.

MITTEILUNGEN

Vorschau auf die Schweizer Mustermesse 1942, 18. bis 28. April. Die harten Anforderungen unserer Zeit geboten eine verantwortungsbewusste Uebersichtlichkeit in der Darstellung des schweizerischen Produktionsangebotes und damit die Fortführung der im Vorjahr so glücklich begonnenen Auflockerung des gesamten Messebildes. Soweit es immer möglich war, kam die Messeleitung trotz der Ungunst der Zeit dem Andrang der rd. 1300 Aussteller entgegen und hält ihnen für 1942 eine Ausstellungsfläche von rd. 40 000 m² zur Verfügung. Ausser den sieben Hallen im Hauptgebäude stehen jetzt noch die ihrer Vollendung entgegengehende Halle VIII auf dem neuen Messegelände und Halle IX auf dem Parkplatz, beide zusammen mit rd. 7000 m² Bodenfläche bereit. — Die thematische Sonderausstellung «Schaffen und Sorgen in der Kriegszeit» wird in der neuen Halle VIII vom eidgenössischen Kriegs-Industrie- und Arbeitsamt durchgeführt werden. Ihrer schweren Verantwortung bewusst, zeigt hier die oberste planende und lenkende Stelle unseres Landes, was bisher zur Aufrechterhaltung der schweizerischen Wirtschaft getan wurde. In der nämlichen — in ihrer eigenen — Halle ist auch die *Baumesse* untergebracht. Gegenüber auf dem Parkplatz erhebt sich die grosse Halle IX. Sie nimmt in der Hauptsache die Transportmittelgruppe auf mit Lastwagen, Traktoren, Fahrrädern, Zubehör und Ersatztreibstoffen, sowie die landwirtschaftlichen Maschinen. Halle VII, der grösste aller Ausstellungsräume, wird vollständig von der Maschinenindustrie belegt. Die Werkzeugmaschinen rücken mit einer Ausstellerzahl und in einer Vollständigkeit auf, die bisher noch nie erreicht wurde. Auch die Holzbearbeitungsmaschinen und Werkzeuge sind in der längsseit anschliessenden Halle komplett vertreten. Die Elektrizitätsindustrie kommt mit ihren beiden Abteilungen Elektrotechnik und elektrothermische Apparate zu einer überaus umfassenden Darstellung. Ganz vorzüglich reiht sich die Gruppe Gas, Wasser, Holz, Kohle in der selben Halle an. Die Gruppen Uhren, Textil, Schuhindustrie, Möbel haben ebenfalls ihren guten Anteil an der Rekordbeschickung der diesjährigen Veranstaltung. Es mag noch besonders erwähnt werden, dass die chemische Industrie es sich angelegen sein lässt, eindringlich ihre vielen Neustoffe vorzuführen. Ueberhaupt verleihen die vielfachen Anpassungen unserer Wirtschaft an die *neuen Werkstoffe* und die *Austauschstoffe* der Messe 1942 ein besonderes Gepräge.

Persönliches. Auf Seite 135 lfd. Bds. (am 21. März) ist im Bericht über die «Tagung Industrielles Messwesen» Dir. H. Ambühl (Baden) irrtümlicherweise als Vorsteher des VSM-Normalienbureau genannt, während er tatsächlich früherer Vorsitzender der Techn. Kommission 16 (Grenzlehren-System) des VSM war. Heute nimmt Obering. F. Streiff (Baden) diese Stelle ein, und Vorsteher des Normalienbureau ist nach wie vor H. Zollinger (Zürich).

Technikum Winterthur. Die Ausstellung der Schülerarbeiten (Semester- und Diplomarbeiten, Zeichnungen und Modelle) der Fachschulen für Hochbau, Maschinenbau und Elektrotechnik ist am Samstag, den 11. April von 14 bis 17 Uhr und am Sonntag, den 12. April von 10 bis 12 Uhr und von 13.30 bis 16 Uhr im Ostbau des Technikums zur freien Besichtigung geöffnet.

NEKROLOGE

† **Ferdinand Holzach,** Maschineningenieur von Basel, geboren am 1. Sept. 1882, E. T. H. 1901/05, ist am 11. März nach kurzer, schwerer Krankheit in Bern gestorben. Nach Abschluss der Studien und Ableistung seines Militärdienstes als Artillerist in Thun und Zürich arbeitete Ing. Holzach zuerst im Sachsenwerk der Licht- und Kraft-A. G. in Niedersedlitz bei Dresden, anschliessend ab Ende 1907 bei Brown Boveri in Mannheim-Käfertal und seit 1918 bei der A. G. Lonza in Basel. Hier wirkte er zunächst als Elektroingenieur, später als Leiter der Betriebsabteilung. In dieser Stellung hatte Holzach den ständigen Kontakt zwischen der Zentrale und den einzelnen Werken zu besorgen, wie auch zwischen der Betriebsleitung und den Konstruktionsbureaux des weitläufigen Unternehmens. Alle diese Arbeiten hat er peinlich exakt und in korrekter Weise besorgt, wie überhaupt die Korrektheit für Holzach kennzeichnend war. 1936 übernahm er die Leitung des grossen Hallenschwimmbades in Basel, um dann mit Ausbruch des Weltkrieges in den Dienst der Abteilung für Artillerie des Eidg. Militärdepartements in Bern zu treten. Als Oberstleutnant war Ferd. Holzach zuletzt Artilleriechef einer Grenzbrigade. Er war ein ruhiger, zielbewusster Mann von vornehmer Gesinnung.

LITERATUR

Eingegangene Werke; Besprechung vorbehalten:

Das Emmentaler Bauernhaus. — Der Emmentaler Speicher. — Beim Grindelwaldner Bauer. Hefte 1 bis 3 der Reihe «Berner Heimatbücher», herausgegeben in Verbindung mit der Bernischen Erziehungsdirektion und der Bernischen Landwirtschaftsdirektion von Dr. Walter Laedrach und Christian Rubi. Mit vielen schönen Aufnahmen. Bern 1942, Verlag Paul Haupt. Preis kart. pro Heft Fr. 1,80.

Die Werke der Baumeister Grubenmann. Von Dr. Jos. Killer, Ingenieur. 192 Seiten mit 125 Fig. und 1 Tafel. Zürich 1942, Verlag A.-G. Gebr. Leemann & Co. Preis geb. 12 Fr.

Gli Elementi dell' Architettura funzionale. Dell' architetto Alberto Sartoris. Sintesi panoramica dell' architettura moderna. Terza edizione, interamente rifatta. 1135 riproduzioni. Milano 1942, Editore Ulrico Hoepli. Prezzo 400 Lire.

Schlussbericht der Schweizerischen Landesausstellung 1939 Zürich an die Grosse Ausstellungskommission, erstattet im Namen und Auftrag des Organisationskomitees von E. J. Graf, Stellvertretender Direktor und Chef des Finanz- und Rechnungswesens. Mit Figuren, Tabellen und einem Uebersichtsplan. Zürich 1940.

Bericht über die Inland- und Ausland-Werbung der Schweizerischen Landesausstellung 1939 in Zürich. Von C. A. Weiland, Propagandachef LA 1939. Reich illustriert. Zürich 1942.

Schweizerische Wirtschaftsperspektiven. Von Edgar Schorer. 225 Seiten. Olten 1942, Verlag Otto Walter A. G. Preis geh. 6 Fr., geb. Fr. 6,80.

Für den Textteil verantwortliche Redaktion:
Dipl. Ing. CARL JEGHER, Dipl. Ing. WERNER JEGHER
Zuschriften: An die Redaktion der «SBZ», Zürich, Dianastr. 5. Tel. 34 507