

W. WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 12.

INHOUD: Twee „Werkspoor-Stal” turbogeneratoren van 17000/22500 kW voor de P.E.N.-Centrale te Velsen, door ir. W. H. VAN ZOEST. — Boekennieuws: Dipl. Ing. M. TEN BOSCH: Die Wärmeübertragung; Dipl. Ing. WALTER GOLDSTERN: Raumheizung; Prof. Dr. MELCHIOR WIERZ: Die Warmwasserheizung, door ir. P. D. v. D. WAL. A. H. W. HELLEMANS: Waterpijpketels; Dr. Ing. HANS BALCKE: Wärme- und Kälteschutztechnik door T. L.

Twee „Werkspoor-Stal” turbogeneratoren van 17000/22500 kW voor de P.E.N.-Centrale te Velsen

door

ir. W. H. VAN ZOEST.

Omstreeks November 1934 werden in de Centrale te Velsen van het Provinciaal Electriciteitsbedrijf van Noord-Holland twee turbogeneratoren in bedrijf genomen, welke in vele opzichten de belangstelling van de technische wereld verdienen. De turbines zijn van het systeem „Ljungström”. Deze aggregaten waren indertijd de grootste van dit type, welke in Nederland werden geïnstalleerd; sindsdien bestelde de N.V. Prov. Geld. Electr. Mij. te Arnhem voor haar nieuwe centrale te Nijmegen twee aggregaten, welke elk maximaal 25000 kW kunnen ontwikkelen.

Algemeen.

Het economisch vermogen van elk turbogenerator bedraagt 17000 kW, terwijl maximaal continu 22500 kW kan worden afgegeven. De stoomdruk aan de hoofdafsluiter van de turbine varieert van 25 tot 30 kg/cm², de stoom heeft een temperatuur van ca. 400° C. De generatoren lopen 3000 omw./min en leveren draaistroom van 50 perioden en 6600 V tussen de fasen. Het elektrisch vermogen bedraagt maximaal continu 25000 kVA. Elke turbine is voorzien van een condensatie-inrichting met de benodigde pompgroepen. Het condensaat wordt door middel van aftapstoom van de turbine in drie trappen voorgewarmd tot op 140° C bij de normale belasting van 17000 kW.

De in de machinezaal beschikbare plaatsruimte was oorspronkelijk bestemd voor een axiaal-turbine van het gewone type met een vermogen van 24000/30000 kW. In hetzelfde ruimtebestek zijn thans twee „Werkspoor-Stal”-machines, met elk 22500 kW geïnstalleerd, terwijl er gelegenheid is, om er een derde aggregaat van hetzelfde vermogen bij te plaatsen. Met deze turbines kan dus zonder bezwaar 67500 kW, ondergebracht worden in een ruimte, welke oorspronkelijk voor slechts 30000 kW was gereserveerd.

De machines hebben een totale lengte van slechts 11,8 m, waardoor plaatsing in de dwarsrichting van de machinezaal, welke 15 m breed is, mogelijk was. Fig. 1 geeft een overzicht van de machinezaal, met op den voorgrond de beide nieuwe turbines.

Turbines.

De turbines zijn van het bekende Ljungström- of dubbelrotatie systeem. Deze stoomturbine, welke nu reeds vele jaren geleden door de Gebr. Ljungström op zo geniale wijze werd ontworpen en door de firma Stal sedert meer dan twintig jaren verder ontwikkeld is, is van het radiale type.

Het principe van de in tegengestelde richting draaiende systeemhelften, waarbij de radiale trappen zich met een aantal omwentelingen van 6000 per minuut relatief ten opzichte van elkaar bewegen, maakt de inbouw van zeer grote Σu^2 (kengetal van PARSONS) in één huis mogelijk, terwijl bij normale axiaal-turbines dezelfde totaalwaarde van Σu^2 slechts door toepassing van meerdere huizen bereikt kan worden. Dit vergt echter een grote bouwlengte en daarmee belangrijke lengte-uitzettingen, welke in het algemeen vermeden moeten worden, daar zij de aanlooptijd verlengen en ook bij plotselinge belastingsveranderingen storend kunnen optreden.

De algemene opbouw van dit turbinetype vereist een

zeer compacte constructie van het schoepensysteem en op grond hiervan werd vroeger in vakkringen algemeen aangenomen, dat de Ljungström-turbine niet voor grote vermogens geschikt zou zijn. Deze opvatting werd door hoofdingenieur WIBERG van de firma Stal reeds sedert lang op theoretische gronden weerlegd en vooral in de laatste jaren werden ook talrijke praktische bewijzen geleverd, dat de door Stal ontwikkelde uitvoeringsvorm met „axiale” uittrede-schoepen ook bij de grootste vermogens gelijkwaardig of beter is dan de zuivere axiaal-turbines. Dit moet o.i. daaraan worden toegeschreven, dat de verliezen, tengevolge van de directe en symmetrische overgang in de lagedruk schoepen, geringer zijn dan bij meerhuizige of meerstromige bouwwijzen.

Fig. 2 toont in principe een doorsnede over het stoomgedeelte van deze machines. Elke rotorschijf is uit drie delen opgebouwd, welke onderling door conische pennen zijn verbonden. Op deze wijze is een ongestoorde warmte-



Fig. 1. Overzicht machinezaal, met op de voorgrond de beide nieuwe turbines.

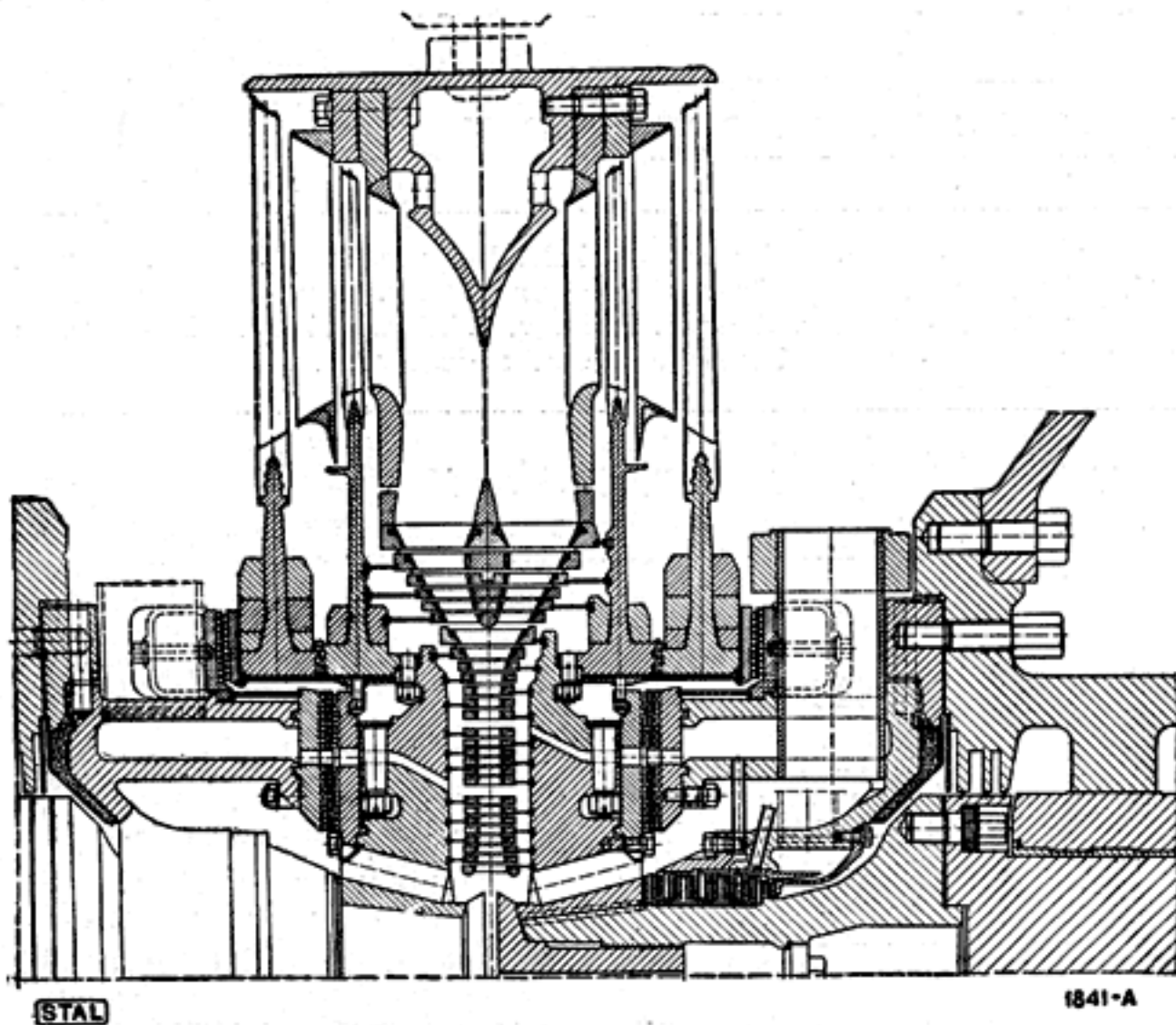


Fig. 2. Doorsnede over het stoomturbine-gedeelte van een Stal-turbogenerator.

uitzetting van de verschillende delen, onafhankelijk van elkaar, mogelijk, waardoor gevaarlijke temperatuurspanningen worden vermeden. Een zorgvuldige constructie van deze vitale delen is wel in het bijzonder daarom noodzakelijk, omdat de stoomtemperatuur over een betrekkelijk korte afstand belangrijk daalt, n.l. van ca. 400° C op 25° C. Elke rotor draagt een aantal schoepenkransen, welke door middel van conische elastische ringen aan de rotor-schijven worden bevestigd, volgens een methode, die als voldoende bekend mag worden verondersteld.

Het radiale dichtingsprincipe, waarbij de plaats van de dichtingselementen ten opzichte van elkaar niet door temperatuurspanningen of centrifugaalkrachten wordt beïnvloed, laat zeer kleine speelruimten en dus geringe lekkageverliezen toe.

De turbineschijven voor het axiale turbine-gedeelte hebben grote naafboringen, zodat er plaats voor de stoomkamers en de labyrinthen aanwezig is. Daardoor wordt ook bereikt, dat de temperatuurspanningen in deze schijven bij plotselinge belastingsveranderingen binnen geringe grenzen blijven; bovendien leert de ervaring, dat zulke schijven niet de neiging hebben om in knooppuntstrilling over te gaan.

De geringe massa's der draaiende delen en de grote elasticiteit van hun constructie maakt het gehele systeem betrekkelijk ongevoelig voor sterke en snelle temperatuurveranderingen. Een langdurig voorverwarmen van het stoomgedeelte, vòòrdat de turbine in bedrijf kan worden genomen, is bij dit systeem dan ook niet noodzakelijk. De tijdsduur voor de in bedrijfname der machine vanuit de koude toestand tot op het moment, dat parallel geschakeld kan worden, bedraagt volgens het contract 8 minuten. Bij de beproeving kon de aanlooptijd zelfs tot zes minuten beperkt worden. Al zal zulk een korte aanlooptijd onder normale omstandigheden wel niet altijd nodig zijn, het is zonder twijfel een bewijs voor het grote aanpassingsvermogen van de turbine, dat zo iets zonder bezwaar mogelijk is. In noodgevallen is de zeer korte aanlooptijd bovendien in het bijzonder een niet te onderschatten voordeel. In het bedrijf toont de machine zich zeer gemakkelijk bedienbaar en volkomen ongevoelig voor snelle en sterke belastingsschommelingen.

De holle turbine-as is met een flens aan het buiten het turbinekussenblok uitstekende einde van de generatoras bevestigd. Elke rotor is op een conisch gedeelte van deze turbine-

as met behulp van conische spieën vastgezet. De rotoren zijn op de as bovendien door een zware moer opgesloten. Ter afdichting tegen de volle stoomdruk zijn tussen turbineas en huis labyrinthdichtingen aangebracht. Deze dichtingen bestaan uit een aantal ringen, welke beurtelings op de as en aan het huis zijn bevestigd. Teneinde de lekkageverliezen te verminderen, wordt halverwege de labyrinthdichting een deel van de doorgelekte stoom afgetapt en naar het schoepensysteem teruggevoerd. De stoom, welke tenslotte aan het einde van de labyrinthen ontwijkt, stroomt door een duse en wordt daardoor verhinderd langs de as in het turbinekussenblok of in de generator binnen te dringen. Bovendien wordt door de straalpijpvorm gelijktijdig ook de lucht afgezogen, welke door een luchtdichting vanuit de generator kan zijn weggelekt. De uit de labyrinthen ontwijkende stoom wordt tenslotte in een speciaal condensortje, gekoeld door hoofdcondensaat, neergeslagen; het condenswater wordt over een vlotterpot naar de condensor afgevoerd. Om ook bij lage belastingen, als de stoomdruk vòòr de eerste schoepenkrans door sterk smoren in de regelklep te laag is, binnenleken van lucht te voorkomen, kan halverwege de labyrinthen verse stoom, geknepen op ca. 2 at, toegevoerd worden.

De verse stoom wordt vanaf de regelklep door vier pijpen naar stoomkamers rondom de turbine-as gevoerd, en komt vandaar door een aantal gaten in de turbine-rotorschijf binnen in het schoepensysteem. De tussen de beide rotoren aanwezige stoomdruk resulteert in een grote axiale kracht, welke de beide systeemhelften van elkaar wil drukken. Deze axiale kracht wordt voor het grootste deel door een aantal labyrinthschijven, zogenaamde „dummies” opgenomen. De stoom expandeert hierin op vrijwel overeenkomstige wijze als in het schoepensysteem. Daar de uitbalancering echter niet bij alle belastingen volkomen is, wordt de resterende axiale druk aan beide einden door een Michell-blok met „pads” aan weerszijden van de kraag opgenomen. De stand der rotoren ten opzichte van elkaar kan te allen tijde met behulp van axiaalindicatoren aan de aseinden worden gecontroleerd.

Het radiale turbine-gedeelte bestaat uit 31 schoepenkransen. Stoomaftap heeft na de 20ste, de 25ste en na de 31ste krans plaats. Daarna ontwijkt de stoom in beide richtingen door een axiaal-gedeelte, bestaande uit twee rijen leidschoepen en twee rijen loopschoepen, naar de condensor. De derde aftapplaats, welke juist na het radiale gedeelte ligt, is zo bijzonder gunstig, omdat met de stoom tevens een grote hoeveelheid uitgecentrifugeerd water kan worden weggevoerd, waardoor in het axiale gedeelte het vochtgehalte binnen redelijke grenzen kan worden gehouden.

Voor de belastingen boven ca. 17000 kW zijn vier bijschakelkleppen aanwezig, waarvan er twee bij ca. 17000 kW en twee bij ca. 20000 kW in werking treden. Elke klep laat een gedeelte van de verse stoom in een tussentraan van het schoepensysteem toe. De beweging van deze kleppen geschiedt door middel van oliedruk en wordt automatisch door de regelklep gecommandeerd. Fig. 3 toont het schoepensysteem tijdens de montage.

De doortocht naar de condensor is buitengewoon ruim gedimensioneerd, waardoor de uitrede-verliezen beperkt blijven. Het gehele turbinehuis staat onder vacuum; isolatie is dus niet nodig en de warmteverliezen zijn minimaal.

Generatoren.

Elke stoomrotor is gekoppeld met een draaistroomgenerator van het halve totaalvermogen. De dynamo bestaat uit een stator en een magneet of rotor. De stator is opgebouwd uit geponste en de daarin liggende, over de gehele omtrek geleidelijk verdeelde, wikkelingen. De stator-

wikkelingen zijn in ster geschakeld. De zes kabeleinden zijn naar buiten gevoerd, waar drie einden tot een nulpunt zijn verenigd. De fasen der beide statoren zijn parallel geschakeld. De statorhuizen zijn in axiale richting onbeweeglijk aan het turbinehuis bevestigd. De einden worden door een verende ondersteuning opgevangen, welke gelijktijdig het turbinehuis ontlast en bovendien kleine verschuivingen, tengevolge van temperatuurswisselingen, toelaat. De isolatie der wikkelingen is uitgevoerd met micaniet, volgens het „Micafil-systeem”. De symmetrische opbouw van de generatoren heeft een volkomen ongevoeligheid voor ongelijkmatige verwarming van het turbinehuis, zowel als voor verschuivingen van het fundament, ten gevolge.

De hermetisch opgesloten rotoren zijn opgebouwd uit drie zware smeedstukken van speciaal materiaal met bijzondere mechanische en magnetische eigenschappen. De drie delen zijn door conische a -magnetische ringen onderling verbonden. Deze ringen spelen dezelfde rol als de elastische ringen bij de bevestiging van de schoepenkransen aan de rotorlichamen. Zelfs grote temperatuurverschillen tussen het eigenlijke rotorlichaam en de beide eindstukken kunnen optreden, zonder dat daarvan nadelige gevolgen ondervonden zullen worden. In het rotorlichaam zijn diametraal tegenover elkaar, diepe, evenwijdige groeven gefraisd, waarin de veldwindingen verzonken liggen.

Het gehele elektrische gedeelte voldoet aan de voorschriften van de V.D.E., terwijl, ten aanzien van de isolatie en de toelaatbare temperaturen, door de N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen in Nederland, gevestigd te Arnhem, speciale eisen zijn opgesteld. Zo werden alle statorstaven beproefd met een spanning van 21 kV, terwijl de geheel afgewerkte isolatie aan een proefspanning van 18,2 kV werd onderworpen.

De opwekker is een gelijkstroom-dynamo voor 220 V, speciaal voor hoge snelheden gebouwd en direct aan het aseinde van één der generatoren gekoppeld. De commutatie heeft zonder borstelverschuiving plaats. De veldwindingen der beide rotoren zijn achter elkaar geschakeld.

Bij het aanlopen synchroniseren de generatoren automatisch. De spanningsregeling heeft plaats met behulp van de veldweerstand van de opwekker. Het rendement van de generatoren, incl. opwekker, bedraagt bij 22500 kW en $\cos \varphi = 0,9$ nauwelijks, 97,0%.

De koeling geschiedt met lucht in een volkomen gesloten systeem, waartoe op het einde van elke rotoras een aantal ventilatorschoepen zijn gemonteerd,

Ten slotte laat fig. 4 een moment tijdens de montage van een rotor zien.

Condensor-installatie.

De condensor heeft een koelend oppervlak van 1500 m², verdeeld over twee pijpenbundels, elk met afzonderlijke koelwater aan- en afvoerleidingen. Elke pijpenbundel vormt op zichzelf een twee-strooms condensor. Voor het reinigen van de pijpen kan elke condensorhelft afzonderlijk buiten bedrijf genomen worden, terwijl met de andere helft dan nog ca. 90% van het volle vermogen bereikt kan worden. Elke condensorhelft heeft een afzonderlijke koelwaterpomp, welke 60% van de voor het volle vermogen benodigde waterhoeveelheid levert. De totale koelwaterhoeveelheid bedraagt voor de beide helften tezamen 4500 m³/h. De koelwaterverbindingen zijn zodanig, dat elke pomp de beide condensorhelften van koelwater kan voorzien. De afvoerleidingen zijn gescheiden, teneinde onder alle omstandigheden van een goede hevelwerking verzekerd te zijn.

De condensorromp heeft dermate grote afmetingen, dat vervoer in één stuk moeilijkheden zou hebben gegeven. De romp is daarom over de lengte tussen de beide pijpenbundels in twee stukken gedeeld, welke delen door een flensverbinding tegen elkaar zijn geschroefd. Elke helft is geheel uit ketelplaat van 14 mm dik gelast en van zij- en boven-flenzen voorzien. De pijpen zijn aan één zijde in de pijpplaat gerold en aan de andere kant met wartels verpakt.

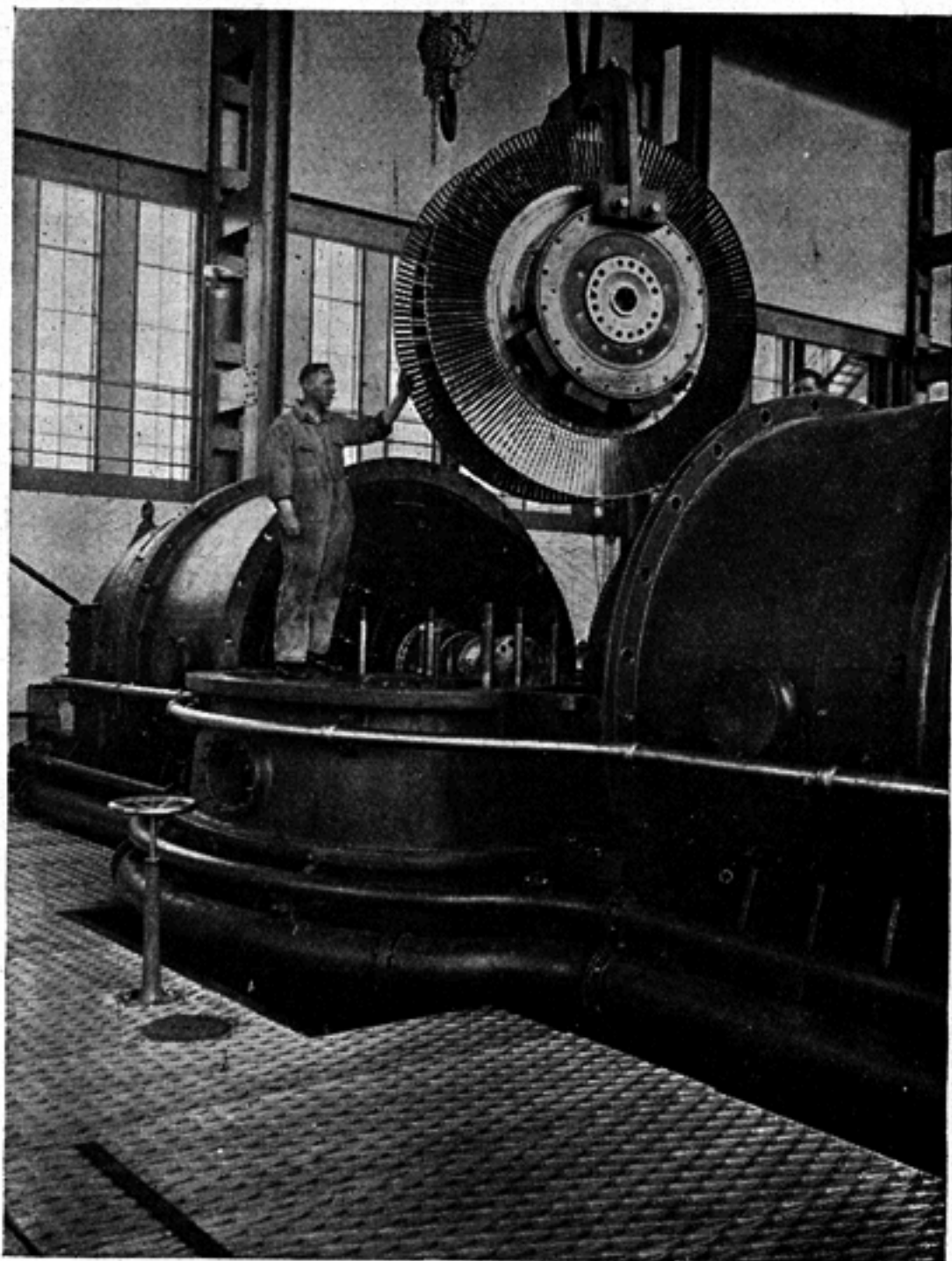


Fig. 3. Montage schoepensysteem.

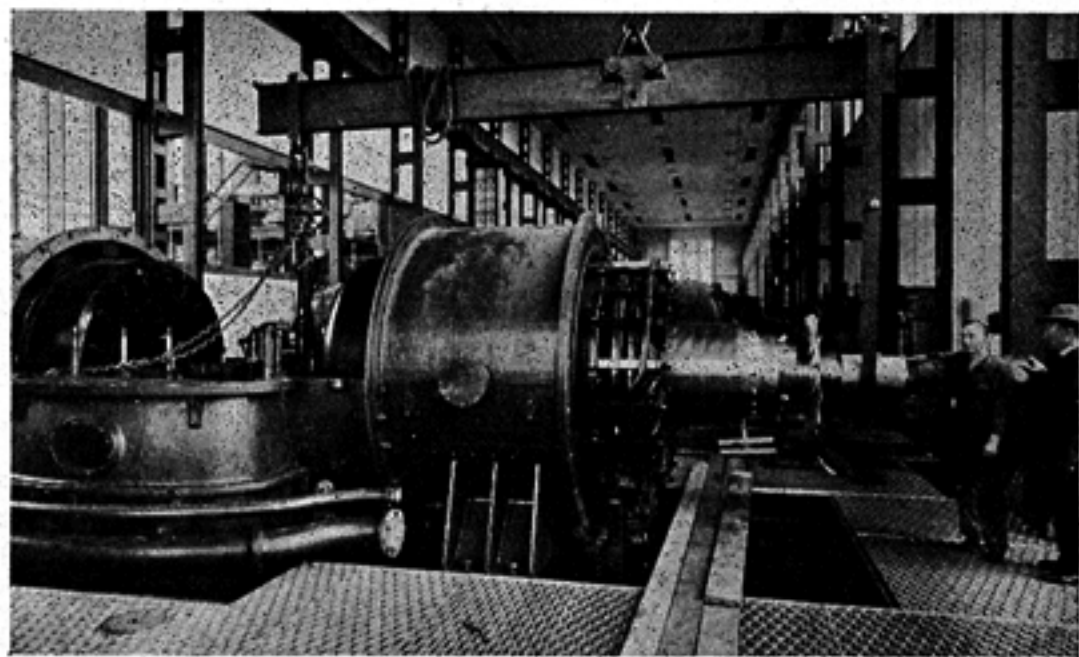


Fig. 4. Montage van een rotor.

De luchtpomp is een tweetraps-ejecteur, systeem patent Contraflo. De lucht wordt door twee in serie geschakelde straalapparaten afgezogen, waarvoor tot op ca. 10 at gereduceerde verse stoom wordt gebezigd. Na elk straalapparaat wordt de stoom in een condensortje, door hoofdcondensaat gekoeld, neergeslagen. Het condenswater vloeit naar de condensor af, terwijl de lucht via een terugslagklepje naar buiten ontwijkt. Voor het snel aanzetten van de machine is nog een startejecteur aanwezig. Deze bestaat uit een grote straalpijp, welke in staat stelt om in ca. 2 min een vacuum van 85% te bereiken. Op deze startejecteur zijn tevens, via een op 10 m hoogte liggend barometertankje, de koelwaterpompen aangesloten, welke dus op deze wijze gelijktijdig met water worden volgezogen en derhalve bedrijfsgeraad staan.

Het condensaat vloeit via een zeef naar de condensaatpomp, welke het door de verschillende apparaten naar de voedingswateraccu perst. Als reserve is nog een volledig pompaggregaat aanwezig. De verschillende onder vacuum staande afsluiters en kleppen hebben waterdichting op klep en spindel om lekkage te vermijden. Als dichtwater

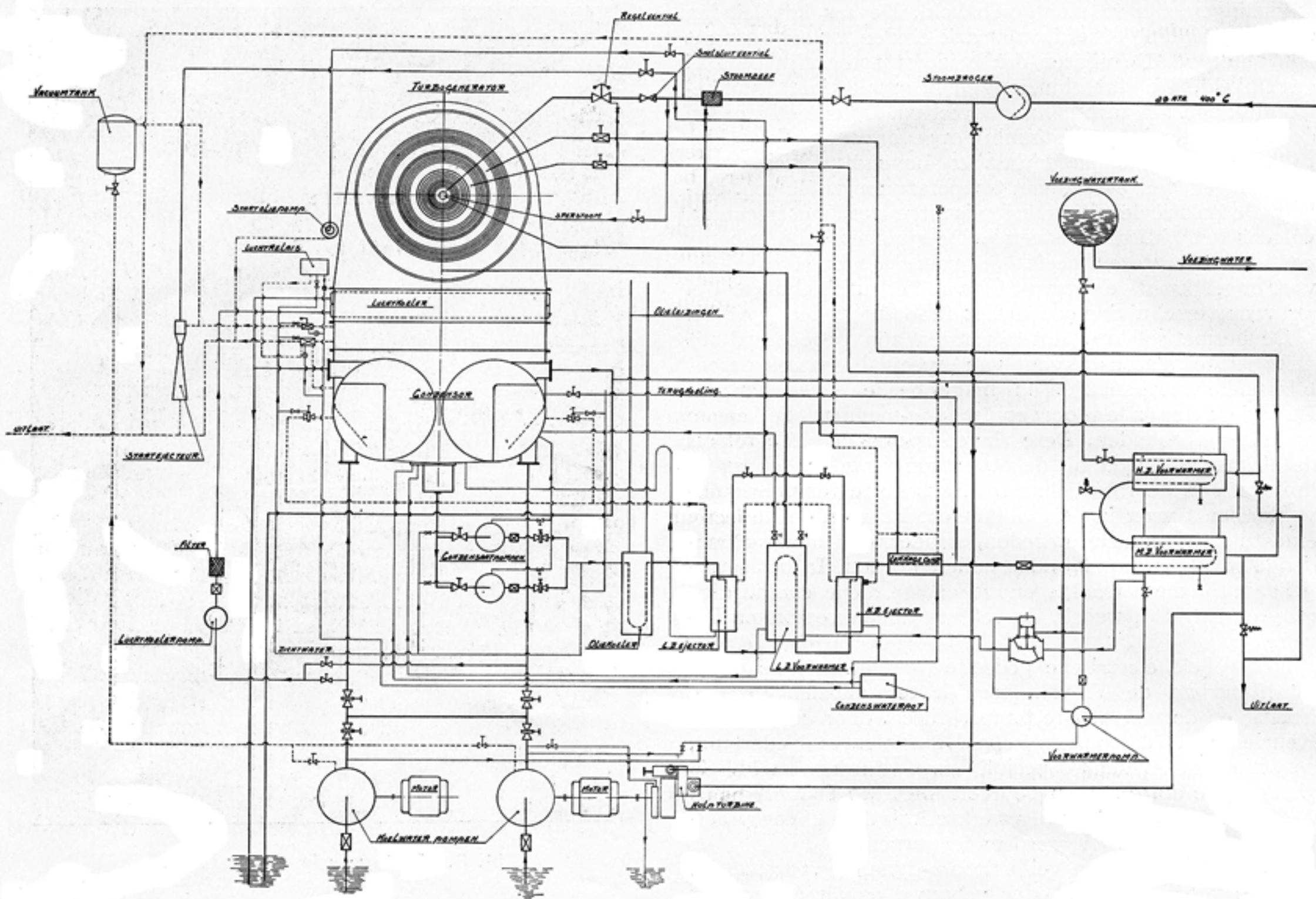


Fig. 5. Pijpleidingschema.

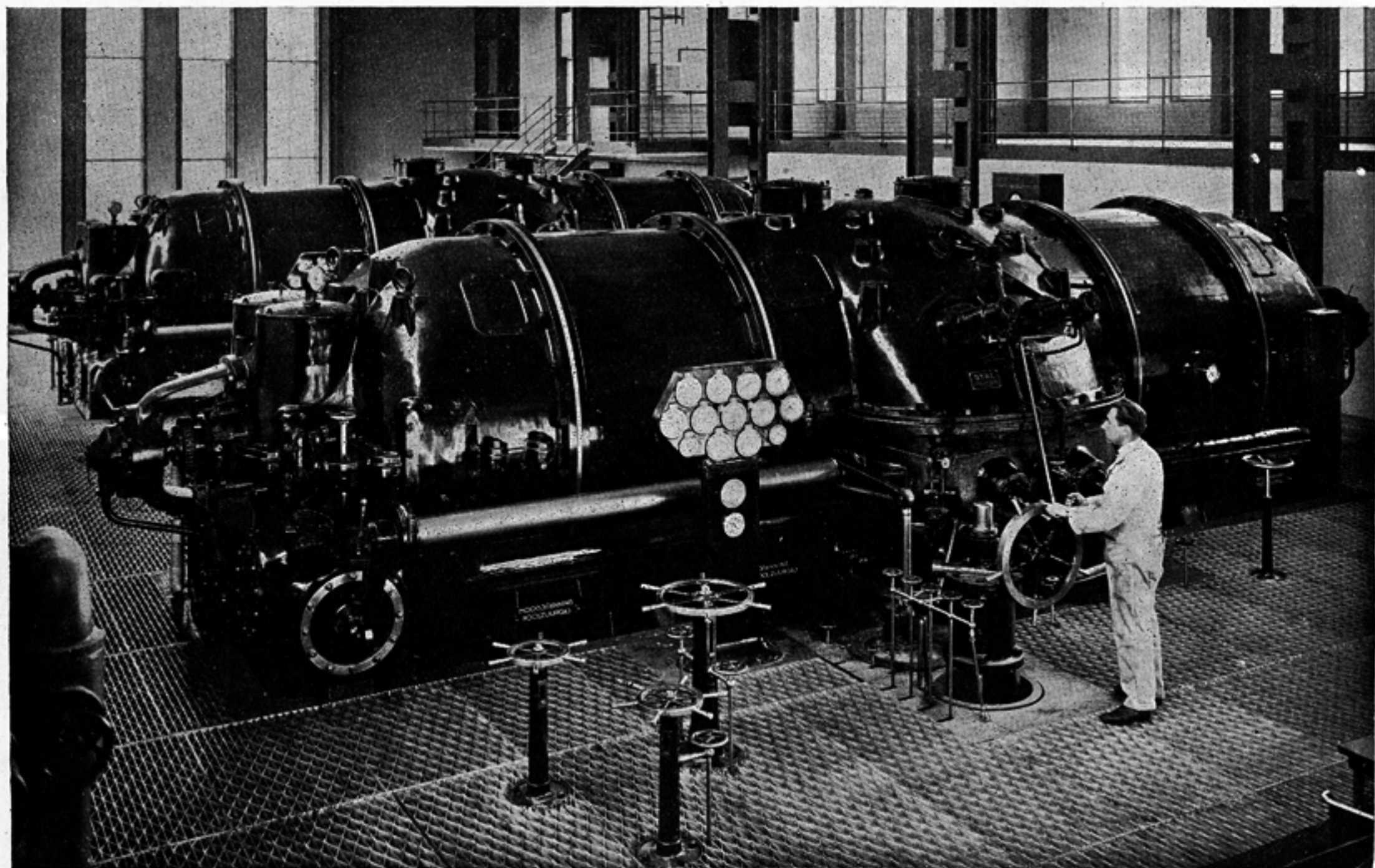


Fig. 6. Aanzicht van de turbine aan de bedieningszijde.

wordt condensaat gebruikt. Het overtollige dichtwater, waarvan de regelmatige afloop in kijkglasjes kan worden gecontroleerd, wordt door een vlotterpot naar de condensor afgevoerd.

Zoals uit het bovenstaande reeds blijkt, behoren tot elke turbine twee koelwaterpompen, waarvan één direct gekoppeld is met een electromotor, terwijl de andere, behalve door een motor, ook door middel van een hulp-turbine wordt aangedreven. Deze turbine werkt met de volle stoomdruk van 30 at en neemt automatisch de aandrijving over, als het toerental beneden een bepaalde waarde daalt, dat wil dus zeggen: wanneer de spanning van de motor wegvalt.

Voorwarm-installatie.

Het volledige leidingschema blijkt uit fig. 5. Het condensaat passeert achtereenvolgens de oliekoeler, ejecteur eerste trap, l.d. voorwarmer, ejecteur tweede trap, lekkagecondensor, m.d. en h.d. voorwarmer. Teneinde bij lage belastingen verzekerd te zijn van een niet te hoge smeer-olietemperatuur en van het condenseren van de ejecteurstoom, is na de lekkagecondensor een omloop aangebracht, waardoor de circulerende waterhoeveelheid kunstmatig kan worden vermeerderd. De olietemperatuur stijgt op deze wijze niet boven de 45° C. Het condenswater uit ejecteurs, lekkagecondensor en l.d.voorwarmer, benevens het afloofdichtwater wordt of direct of via een condenspot naar de condensor teruggevoerd. Het condenswater van de m.d. en h.d.voorwarmers wordt door een pompje direct in de condensatieleiding geperst. Wanneer dit pompje onverwachts mocht weigeren, zorgt een automatisch werkend klepje voor de afvoer van het condenswater naar de l.d.voorwarmer.

Olievoorziening en -regeling.

De olievoorziening van de kussenblokken wordt verzorgd door een tandradpompje, dat door een worm- en wormwielaandrijving vanaf één der beide rotorassen wordt gedreven. Voor het aanzetten en als reserve is een stoom-turbocentrifugaalpompje aanwezig. Boven elk kussenblok bevindt zich een reserve-oliereservoir, dat door de pomp steeds wordt bijgevuld en van waaruit de kussenblokken gedurende enkele minuten van olie kunnen worden voorzien, wanneer de oliedruk door één of andere oorzaak wegvalt. Door contróle-kijkglasjes kan steeds worden nagegaan, of de reserve-reservoirs gevuld zijn. De tandradpomp levert de olie met een druk van ca. 3,5 kg/cm²; voor de kussenblokken wordt deze druk door een reduceerklepje teruggebracht op een niveau, hetwelk met de totale weerstand in kussenblokken, oliekoeler en leidingen overeenkomt. De hogedruk-olie wordt verder gebezigt voor de servomotor van de regelklep en voor de bediening van de overbelastingskleppen. De oliekoeler bevindt zich in de persleiding tussen de oliepomp en de kussenblokken en wordt, zoals reeds eerder vermeld, door condensaat gekoeld. Door een kunstmatige vermeerdering van de doorstromende condensaat-hoeveelheid (z.g. terugkoeling) is het mogelijk, ook bij lage belastingen de olietemperatuur binnen toelaatbare grenzen te houden.

De reguleur is op een naar boven verlengd gedeelte van de oliepompas gemonteerd. Deze as is hol, zodat de beweging van de reguleur-gewichten via een stang door de holle spil overgebracht kan worden naar de regelschuif. Dit schuifje, dat met de stang mede roteert, regelt de olietoevoer naar de servomotor. De servomotorzuiger is door spiraalveren belast; de beweging wordt door een zware as met hefbomen overgebracht naar de regelklep.

De regelafsluiter is een dubbelzittingklep; de kleppen hebben enige ruimte op de zitting, zodat de afsluiter nooit geheel stoomdicht kan afsluiten. Daartoe is nog een hoofd-afsluiter tevens snelsluitventiel aanwezig.

In elke rotor bevindt zich een snelheidsveiligheid, welke bij een bepaalde overschrijding van het normale toerental uitklinkt, ten gevolge waarvan het snelsluitventiel dichtvalt en tevens de condensor-vacuumverbreker in werking komt en de nooduitlaat opent.

De regeling van het toerental van de machine heeft

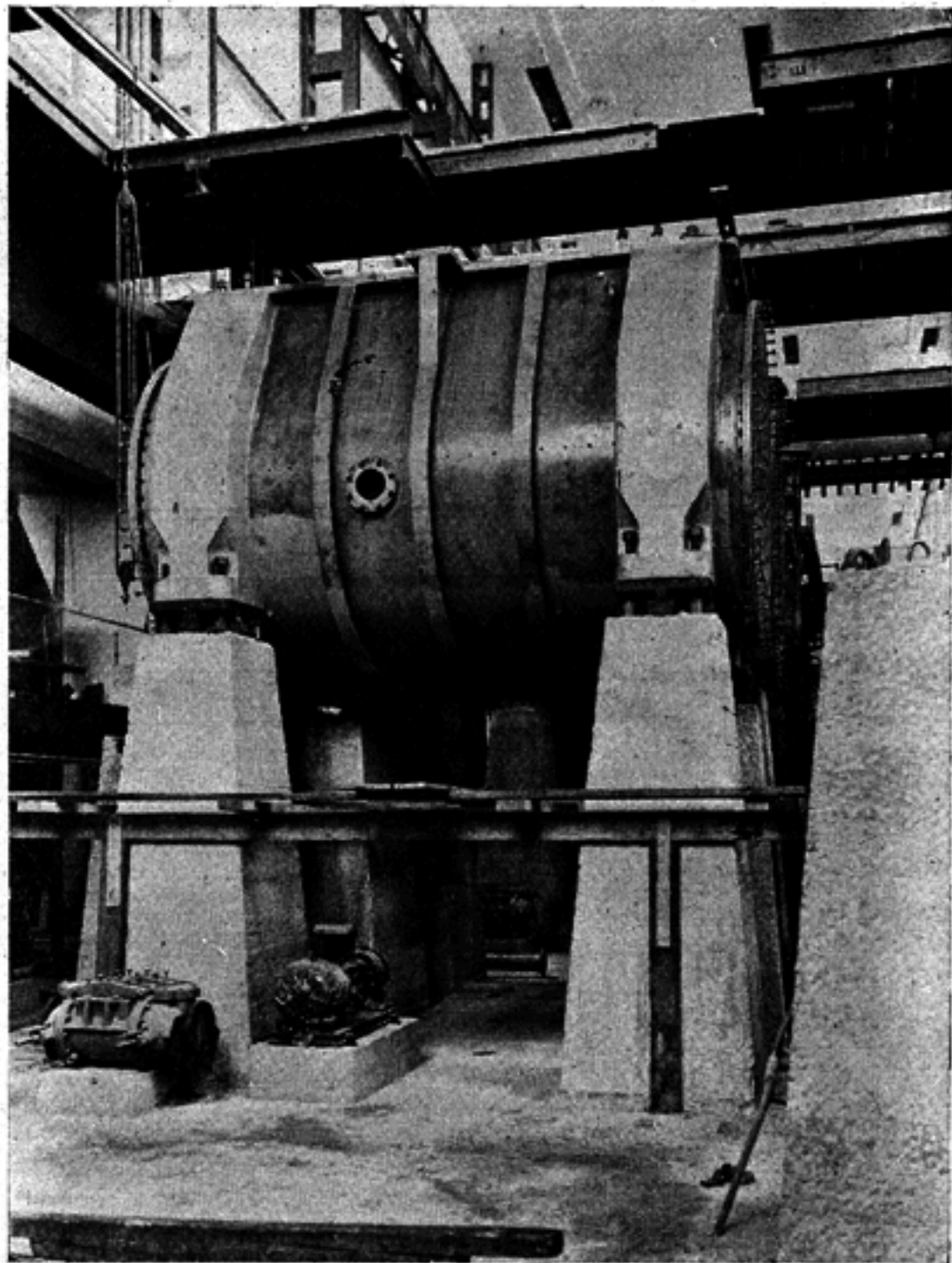


Fig. 7. Montage van de condensor.

plaats uit de hand of met behulp van een motortje, dat via tandwielletjes en hefboompjes de stand der regelschuif beïnvloedt.

Fig. 6 geeft een aanzicht van de turbine aan de bedieningszijde.

Fundering.

Opbouw en ondersteuning van deze machines vormen wel één der meest markante bijzonderheden. De gehele turbine rust direct boven op de condensor. Deze laatste heeft een zestal aangelaste voeten, welke op betonnen kolommen steunen. De overhangende einden der generatoren zijn, teneinde het turbinehuis te ontlasten, bovendien verend ondersteund op profielijzeren zuilen. De gehele installatie rust dus in totaal op acht betonzuilen, welke zo hoog zijn, dat men gemakkelijk onder de condensor door kan lopen. Fig. 7 laat duidelijk deze bijzonder eenvoudige ondersteuning zien. Een vergelijking met de bij axiaal-turbines gangbare betonmassa's valt onomstotelijk in het voordeel van het hier gekozen systeem uit. De gehele constructie is bijzonder licht, eenvoudig en uitstekend toegankelijk. Ondanks de zeer lichte fundatie lopen de turbines buitengewoon rustig. Deze wijze van opstellen biedt bovendien het voordeel, dat, bij eventuele kortsluiting in de generatoren, geen krachten op het fundament worden overgebracht. De dan optredende gelijke, maar tegengesteld gerichte, momenten belasten alleen het gemeenschappelijke turbinehuis op wringing en heffen elkaar ten opzichte van de fundamente op, waardoor trillingen en verzakkingen vermeden worden.

Zoals reeds werd opgemerkt, zijn de generatoreinden verend opgelegd. In de eerste plaats dient dit om geringe verplaatsingen tengevolge van warmteuitzetting van het turbinehuis mogelijk te maken. Doch de verende ondersteuning dient tevens om, wanneer de bouten voor de verbinding van het turbinehuis met de statoren zijn losgemaakt, de generatoren een weinig op de veren te laten doorzakken. Daardoor komen de flenzen van het turbinehuis even los te liggen (ca. 0,2 mm) en kan dit stuk er tussen uit gehesen worden. Het schoepensysteem is dus zeer ge-

makkelijk toegankelijk en inspectie van dit zeer belangrijke onderdeel behoeft niet af te stuiten op een omslachtige demontage.

Slotopmerkingen.

Aan de hand van enkele photo's hebben wij getracht een algemene indruk van deze installatie te geven. Op de met de turbines bereikte warmteverbruiken, stoomcijfers en rendementen hopen wij naderhand nog afzonderlijk te kunnen terugkomen. Wel kan reeds worden medegedeeld, dat de turbines in alle opzichten aan de gestelde eisen hebben voldaan.

BOEKENNIEUWS.

Dipl. Ing. M. TEN BOSCH. *Die Wärmeübertragung. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für den praktischen Gebrauch.* Verlag von Julius Springer. Gebunden R.M. 26.70.

De thans verschenen derde druk van het werk van Prof. TEN BOSCH is uitgegroeid tot een omvangrijk geheel, dat een schat van gegevens bevat voor allen, die zich met warmteverschijnselen bezig houden.

Het boek is ingedeeld in vijf hoofdstukken, te weten:

- I. Wärmestrahlung.
- II. Wärmeleitung.
- III. Wärmeübergang.
- IV. Allgemeine Gesichtspunkte für die Konstruktion von Wärmeaustauschapparaten.
- V. Stoffwerte.

Bij het eerste hoofdstuk wordt zowel de straling van vaste lichamen als die van gassen besproken, terwijl enkele praktische toepassingen voor de keteltechniek worden behandeld.

Onder het hoofdstuk de warmtegeleiding wordt, uitgaande van de vergelijking van FOURIER, bij stationnaire strooming en afwezigheid van warmtebronnen, de oplossing gegeven voor enkele gevallen van één-dimensionale strooming. De niet-stationnaire warmtestroom wordt eveneens onderzocht, waarbij dan voor enkele gevallen zowel een analytische als een grafische oplossing wordt beschreven.

In het hoofdstuk warmteoverdracht wordt het verschijnsel zelf uitvoerig nagegaan, terwijl het onderling verband van de dikwijls zeer uiteenlopende gevallen wordt vastgelegd door dimensielloze grootheden, de zgn. Kennzahlen. Bovendien wordt in dit hoofdstuk zeer veel aandacht besteed aan de warmteoverdrachtsverschijnselen gedurende het veranderen van aggregaatsstoestand. Het geheel is weer verduidelijkt met vele praktische voorbeelden.

Het vierde hoofdstuk, dat voor het praktische gebruik is ingericht, brengt een groot aantal voorbeelden van berekeningen.

Hoofdstuk V bevat technische gegevens, die voor warmtevraagstukken van belang zijn.

Het boek, dat een zeer verzorgd uiterlijk heeft, eindigt met een uitvoerige literatuurlijst.

Wanneer we een vergelijking mogen maken met het werk van GRÖBER—ERK: *Die Grundgesetze der Wärmeübertragung*, dan valt allereerst op, dat TEN BOSCH veelal de theoretische afleiding meer beknopt weergeeft, of daarvoor verwijst naar andere werken, terwijl GRÖBER—ERK minder direct bij de praktijk aanknoopt. De beide werken vullen elkaar prachtig aan.

Ir. P. D. v. D. WAL.

Dipl. Ing. WALTER GOLDSTERN. *Raumheizung. Rechentafeln für Wärmetechniker.* Verlag von R. Oldenbourg.

Dit boekje omvat de verzameling van een veertigtal grafische voorstellingen, die voor het verwarmingsvak van beteekenis zijn. Om het voor een breeden kring van gebruikers geschikt te maken, zijn de verklaringen bij de figuren,

die overigens zeer beknopt zijn, in de Duitse, Fransche en Engelsche taal geschreven. In elke grafische voorstelling is een voorbeeld voor den gang van een berekening ingestippeld.

Daar het boekje een eerste druk is, mogen de erin voorkomende dimensiefouten den samensteller niet al te zwaar worden aangerekend. Het geheel is overigens, wanneer men in het gebruik der diagrammen eenigszins geoefend is, zeer bruikbaar.

v. D. W.

Prof. Dr. MELCHIOR WIERZ. *Die Warmwasserheizung. Anordnung und Ausführung mit vereinfachter Rohrnetzrechnung.* Verlag von R. Oldenbourg. Preis geheftet 6.60 R.M.

In dit boek wordt uitsluitend de berekening van het leidingnet behandeld, waarbij er van wordt uitgegaan, dat eenige kennis van het centrale verwarmingsvak bij den lezer aanwezig is.

De schrijver geeft tabellen, die de voorloopige berekening van het warmwaterverwarmingsnet zeer vereenvoudigen. Bij de narekening van het definitieve ontwerp wordt, voor de zgn. extra-weerstanden, de Einzelwiderstände, van het begrip gelijkwaardige pijplengte gebruik gemaakt om de berekening snel te kunnen doorvoeren.

Voor verschillende leiding-systemen wordt een voorbeeld berekend.

v. D. W.

A. H. W. HELLEMANS. *Waterpijpketels.* Uitg. Æ. Kluwer, Deventer. 56 blz., 23 afb. Ing. f 1.—

De heer HELLEMANS geeft in deze publicatie van de Vereniging „Krachtwerktuigen” een kritisch overzicht van de ontwikkeling van den industrieelen waterpijpketel aan de hand van jarenlange ervaringen en van een groot aantal proefnemingen.

Behandeld worden de in ons land gangbare typen waterpijpketels voor middelbare drukken, met de bijbehorende stookinrichtingen. Een aantal stookproeven, waarvan de resultaten in het boekje vermeld worden, geven een inzicht in de eigenschappen van de verschillende constructies. De hoge waarden voor de „Restpost” in de warmtebalansen van deze stookproeven wijzen er op, dat we met „praktijkmetingen” te maken hebben, waarvan de nauwkeurigheid nog wel iets te wensen overlaat.

Het boekje bevat in een kort bestek verschillende belangrijke gegevens en ervaringen op het gebied van den waterpijpketel, welke zeker voor vele technici, die zich voor deze ketels interesseeren, van waarde kunnen zijn.

T. L.

Dr.-Ing. HANS BALCKE. *Wärme- und Kälteschutztechnik.* Serie: Kohle, Koks, Teer. Uitg. Wilhelm Knapp, Halle (Saale). 168 blz., 54 afb., 33 tab. Ing. R.M. 8.63.

Dit boek is geheel aan de techniek van de isolatie van warmte en koude gewijd. Na een korte bespreking van de theorie van de warmte-transmissie en van de warmte- en koude-isolatie, worden de verschillende isolatie-materialen, die in de praktijk gebruikt worden, min of meer uitvoerig behandeld. Vervolgens geeft de schrijver eenige berekeningsmethoden voor de bepaling van de gunstigste isolatiedikte, van het warmteverlies per meter pijp onder verschillende omstandigheden, van de isolatie van een waterleiding bij vorstgevaar, enz.

Het overige deel van het boek behandelt de toepassingen van de isolatietechniek bij verschillende industrieën (stoombedrijven, elektrische centrales, ovens, spoorwagens, schepen, enz.).

Het werk van Dr. BALCKE geeft in beknopten vorm een goed inzicht in de belangrijkste problemen, die zich bij de isolatie-techniek voordoen.

T. L.