

# TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

HALFMAANDELIJKSCH TIJDSCHRIFT,  
ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: S. DE WAARD.

Redactie:

J. J. I. SPRENGER,  
G. J. P. M. BOLSUIS,  
G. EKAMA,  
W. P. VAN ZON,  
W. Th. H. STIBBE,  
S. DE WAARD,  
J. F. VAN DIERMEN,

Civiele faculteit,  
Bouwkundige faculteit,  
Werktuigkundige faculteit,  
Scheepsbouwkundige faculteit,  
Electrotechnische faculteit,  
Scheikundige faculteit,  
Mijnbouwkundige faculteit,

Voorstraat 101.  
Falkstraat 122, Den Haag.  
Oude Delft 249.  
Nieuwe Plantage 74.  
L. v. Meerderv. 314, d. Haag.  
Van Leeuwenhoeksingel 12.  
Mijnbouwkundig Instituut.

Vlaamsche Sub-Redactie:

M. STEENBRUGGE,  
M. VAN DER HAEGHEN,

Werktuigkunde,  
Burgerlijke Bouwkunde,

St. Machariusstraat 1, Gent.  
Coupure 155, Gent.

Luchtvaart: A. G. VON BAUMHAUER, Van Leeuwenhoeksingel 5.

en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleraren aan de T. H.

Abonnementsprijs per jaar f 4,—.

Uitgave Technische Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN JR., Delft.

4e Jaargang. No. 8. 15 Febr. 1914.

Alle berichten en mededeelingen zijn buiten  
verantwoordelijkheid van de Redactie.

## Inhoud.

- Over gekromde staven, II, door H. J. Oosterbeek Jr.  
Merkwaardige Schepen en Scheepsvormen, II,  
door G. R. Doeve.  
Inrichting van groote keukens, door P. J. Willekes  
Macdonald.  
Over een nieuwen pyrometer, door Marcel Steen-  
brugge (Gent).  
Dieselmotoren voor Koopvaardij-schepen.  
Lezing gehouden door den heer R. van Vloten, *w. i.*,  
voor „Leeghwater”.  
Spanningmeters en Spanningsmetingen.  
Lezing van den heer J. Schroeder v. d. Kolk, *c. i.*  
De Zon.  
Verslag van de lezing gehouden door den heer  
Kater voor „Christiaan Huygens”.  
Problema.  
Ingezonden.  
Boekbespreking.  
Berichten en Mededeelingen.

Over gekromde staven,  
door H. J. OOSTERBEEK JR.

II.

## Dwarskracht D.

Alvorens formules af te leiden enkele opmer-  
kingen. Bij rechte staven wordt steeds uitgegaan  
van symmetrische doorsneden. Er wordt aange-  
nomen dat  $D$  valt volgens de symmetrie-as en  
dat de schuifkracht per loopende lengte-eenheid  
zich gelijkmatig over de vezelbreedte  $b$  verdeelt  
Zoo ontstaat de bekende formule  $\tau = \frac{DS}{Ib}$ .

De resultante van alle schuifspanningen  $\tau$ , dus  
 $\int_F \tau dF$ , valt dan zeker volgens de symmetrie-as  
en is in evenwicht met de dwarskracht  $D$ .

Een tweede aanname leidt tot spanningen  $\tau_1$ ,  
loodrecht op de symmetrie-as gericht; de vectoren  
 $\sqrt{\tau^2 + \tau_1^2}$  convergeeren naar het snijpunt der  
raaklijnen die in de uiteinden van  $b$  aan den  
staafontrek zijn getrokken. Door deze aannamen  
zijn dan ook de spanningen  $\tau_1$  bepaald. De resul-  
tante  $\int_F \tau_1 dF$  is hier, op grond van symmetrie,  
zeker nul.



Is de doorsnede asymmetrisch dan verschillen  $\int_F \tau dF$  en  $\int_F \tau_1 dF$  in het algemeen beiden van nul. Ze kunnen dan saamgesteld worden tot een enkele resultante, die in het algemeen niet door het zwaartepunt  $s$  der doorsnede zal gaan. Zoodat dan niet alleen een dwarskracht, doch ook een wringend moment gevonden zal worden.

Bij asymmetrische doorsneden vindt men dus, met de gewone theorie, reeds tegenstrijdigheden van statischen aard.

Verlaat men de onderstelling dat de spanningen  $\tau$  zich gelijkmatig over de vezelbreedte  $b$  zouden verdeelen, dan kan men steeds op oneindig veel wijzen een ander verloop aannemen en dit zóó kiezen dat  $\int_F \tau dF$  wél door het zwaartepunt gaat. Een zelfde opmerking geldt voor de verdeling der spanningen  $\tau_1$ .

De oorzaak van deze statische onbepaaldheid ligt in het wezen der eenvoudige theorie, die alleen gebruik maakt van evenwichtsvergelijkingen en de continuïteitsvergelijkingen geheel buiten beschouwing laat. Ofschoon er een innig verband bestaat tusschen beide groepen van vergelijkingen, — wijl de vormveranderingen ten nauwste samenhangen met de spanningen, of omgekeerd — veronderstelt de eenvoudige theorie dat, bij elke spanningsverdeling die aan de evenwichtsvergelijkingen voldoet, vanzelf ook aan de continuïteitsvergelijkingen voldaan wordt. Zij neemt dus aan dat de stof continu blijft en vraagt er niet naar of zulks wel mogelijk is. Zij gaat niet verder dan het aannemen van een spanningsverloop zoo te doen dat — op grond van gissingen omtrent de te verwachten vormveranderingen — later waarschijnlijk niet al te groote tegenstrijdigheden optreden. En verder zorgt zij alleen voor de statische eischen.

Een moeilijkheid van anderen aard ontstaat bij doorsneden welker omtrek hoekpunten vertoont. In een hoekpunt zijn steeds twee raaklijnen mogelijk en is de richting van  $\sqrt{\tau^2 + \tau_1^2}$  dus als onbepaald te beschouwen. Doch bovendien moet in zoo'n punt  $\sqrt{\tau^2 + \tau_1^2}$  naderen tot de limiet nul, omdat het oppervlak der staaf zeker vrij van schuifspanning is.

Verandert de vezelbreedte  $b$  plotseling, dan vindt men een schuifspanningsdiagram dat discontinu is. En dit verdraagt zich niet met de continuïteitsvergelijkingen, aangezien het onmogelijk

is dat de spanningen in twee punten, welke oneindig dicht bij elkaar liggen, een eindig verschil zouden vertoonen.

Op het stuk van schuifspanningen laat de eenvoudige theorie ons dus op meerdere punten in het duister tasten. Vooral bij asymmetrische doorsneden. Daarom zullen wij in hetgeen volgt alleen symmetrische doorsneden behandelen en daarbij gebruik maken van dezelfde aannamen als voor rechte staven toelaatbaar geacht worden. De dwarskracht valle ook hier steeds volgens de symmetrieas.

Bij de bespreking van  $N$  hebben we de doorsnede getranslateerd in de richting der raaklijn. Daardoor kregen we, rekening houdend met de lengteveranderingen der verschillende vezels, dadelijk een inzicht wat betreft de optredende normaalspanningen.

Bij de dwarskracht zou het dus aangewezen schijnen de doorsnede radiaal te translateeren. Dan zou de verschuiving van alle punten dezelfde wezen en zou de specifieke hoekverandering omgekeerd evenredig zijn met de vezellengte. Zoodat dan gevonden werd  $\tau = \frac{\rho_0}{\rho} \frac{D}{F}$ .

Een dergelijke spanningsverdeling kan evenwel niet voorkomen. Bovendien zouden er schuifspanningen op het vrije staafoppervlak mede gepaard moeten gaan.

De methode, welke men volgt om de  $\tau$  diagrammen te berekenen, berust op het feit, dat de schuifspanningscomponenten, die voorkomen op twee willekeurig aangebrachte doch onderling loodrechte vlakken in een willekeurig punt van het in spanningstoestand verkeerd lichaam, steeds gelijk zijn. En òf beiden gericht naar de snijlijn dier vlakken òf beiden daarvan afgericht. Men gaat na het evenwicht van een volume-elementje; waarvan twee zijvlakken samenvallen met de twee doorsnedevlakken die het staafelementje begrenzen. Voor het opmaken van dit evenwicht is het noodig te kennen de normaalspanningsdiagrammen op de beide doorsneden. Daarna berekent men de schuifspanning in vlakken die loodrecht staan op de symmetrieas (lengtevlakken). En deze spanningen zijn dan tevens die welke op de doorsnede voorkomen.

Er wordt aangenomen dat het staafprofiel en de kromming zóó geleidelijk veranderen, dat die



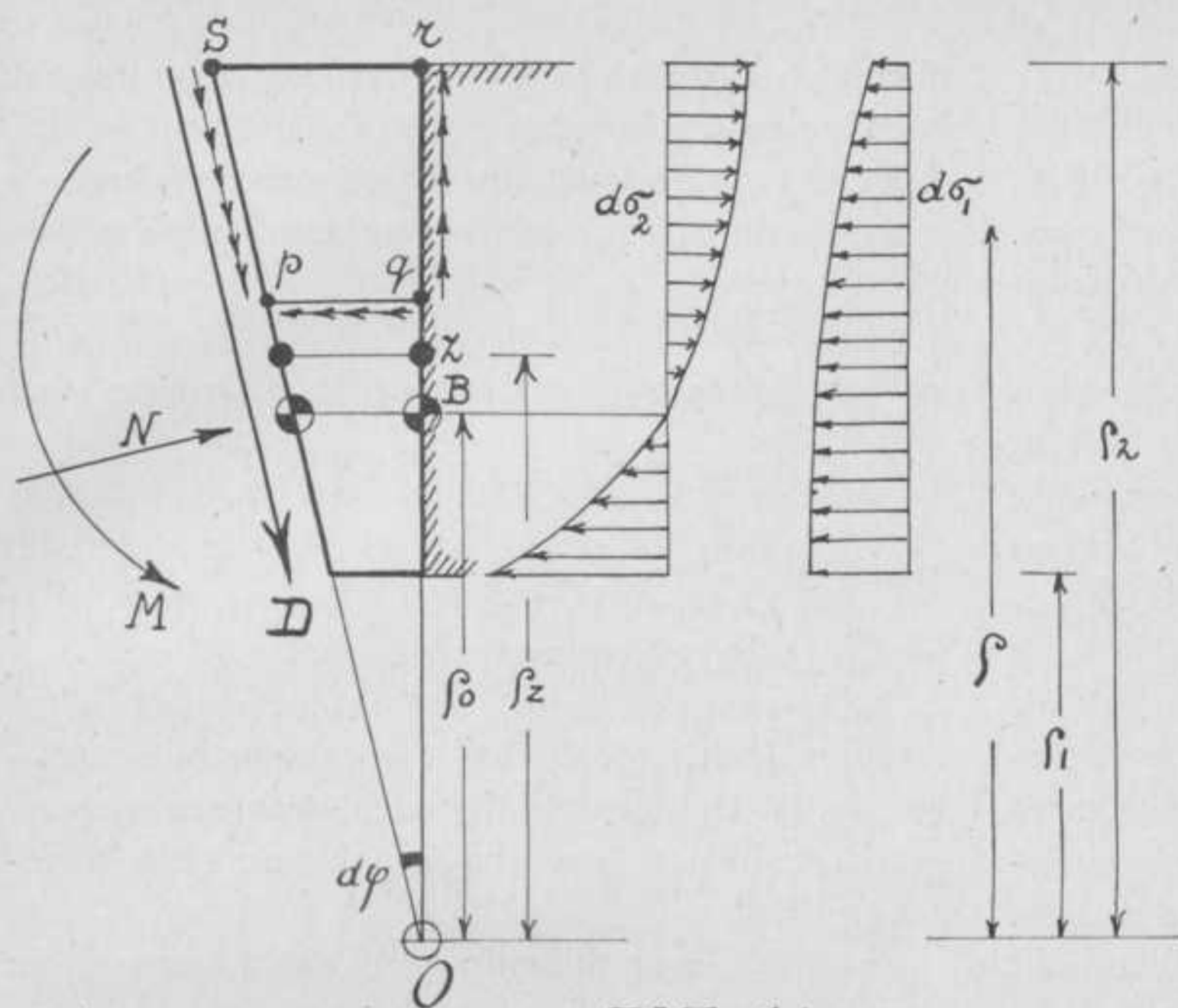


FIG. 11

veranderingen buiten beschouwing kunnen blijven.

Fig. 11 stelt voor een staafelementje op welks linker vrije doorsnede zijn aangebracht de invloeden  $NMD$ , die het weggenomen linkerstaafdeel oefent. De rechterdoorsnede is door het gearceerde rechterstaafgedeelte ingeklemd. Het buigend moment  $M$  gaat van links naar rechts onveranderd over. De normaalkracht  $N$  is op de ingeklemde doorsnede geworden  $N \cos d\varphi = N \left( 1 - \frac{(d\varphi)^2}{2} + \dots \right)$  en heeft dus slechts oneindig kleine veranderingen van de 2<sup>e</sup> orde ondergaan, die hier buiten beschouwing kunnen blijven.

Het verschil in de normaalspanningsdiagrammen op de beide doorsneden wordt alleen veroorzaakt door de dwarskracht  $D$ . Deze geeft een buigend momentje  $D \rho_0 \sin d\varphi = D \rho_0 d\varphi$ . Dit is de eindwaarde die het in de inklemming heeft. Van links naar rechts is het lineair toegenomen van af nul tot deze eindwaarde. De oneindig kleine normaalspanningen, die door het buigend momentje veroorzaakt worden, duiden we aan door  $d\sigma_2$ .

Doch de dwarskracht drukt het elementje ook nog met een krachtje  $D d\varphi$  tegen de inklemming. Zij veroorzaakt normaalspanningen  $d\sigma_1$ . Ook deze nemen van links naar rechts lineair toe.

In een willekeurig punt van de inklemming, op een afstand  $\rho$  uit de krommingsas, werkt dus een totale normaalspanning  $d\sigma = d\sigma_1 + d\sigma_2$ .

$$d\sigma = \frac{\rho_0}{\rho} \left( \frac{D \rho_0 d\varphi \eta}{I} - \frac{D d\varphi}{F} \right)$$

Door het aldus bepaalde normaalspanningsdiagram zijn de schuifspanningen bekend. Beschouwen we een deel  $pqr$  van het staafelementje; de straal van den vezel  $pq$  noemen we in het algemeen  $\rho$ . Dan werkt op dit lichaampje naar rechts een krachtje  $dK$ :

$$dK = \int_{\rho}^{\rho_0} dF \cdot d\sigma = \frac{D \rho_0}{F a} d\varphi \int_{\rho}^{\rho_0} \frac{\eta - a}{\rho} dF;$$

$$I = F \rho_0 a$$

$$\eta - a = z$$

Doch bovendien werkt er op, naar rechts gericht, de component  $dK_1$  van de som der schuifspanningen die op het deel  $\rho s$  van de vrije doorsnede voorkomen.

Om  $dK + dK_1$  in evenwicht te houden, moeten in den vezel  $pq$  schuifspanningen  $\tau$  optreden. Stel de breedte van dien vezel loodrecht op het vlak van tekening is  $b$ . Dan moet  $\rho d\varphi \cdot b \cdot \tau = dK + dK_1$ . Doch  $dK_1$  is onbekend. Daarom is het beter niet een translatie-evenwichtsvergelijking, doch een rotatie-evenwichtsvergelijking op te stellen. Want omdat schuifspanningen steeds paarsgewijze voorkomen, zal, als het lichaampje  $pqr$  in rotatie-evenwicht is, ook het translatie-evenwicht verzekerd zijn. We kiezen nu  $O$  als momentenpunt; dan vallen de krachten die op  $ps$  en  $qr$  werken er uit en moet:

$$\rho (\rho d\varphi \cdot b \cdot \tau) = \int_{\rho}^{\rho_0} (dF \cdot d\sigma) \rho.$$

$$\tau = \frac{D}{I b} \frac{\rho_0^2}{\rho^2} \int_{\rho}^{\rho_0} z dF.$$

Dit is de gezochte formule, waarvan de voor rechte staven geldende  $\tau = \frac{D S}{I b}$  blijkbaar een bijzonder geval vormt.

Het is eigenaardig, dat het  $B$  punt, dat bij de bespreking van  $N$  en  $M$  het zwaartepunt geheel had verdrongen, hier zijne beteekenis eenigszins ziet verminderen. Immers in de formule verschijnt



$\int_{\rho}^{\rho_2} z dF$ , dus het statisch moment van het deel der doorsnede boven den beschouwdelen vezel gelegen, ten gezichte van een lijn door het zwaartepunt, evenwijdig aan de krommingsas. En niet ten opzichte van een lijn door het  $B$  punt.

Wanneer men — zooals hierboven — onderstelt dat de staafdoorsneden steeds vlak zullen blijven, staat de juistheid van de gevonden uitdrukking vast. Er is echter een principieel verschil tusschen de afleiding van  $\tau$  en die van  $\sigma$ . Bij de bespreking der normaalkracht stelden we eigenlijk de vraag: hoe wordt de spanningsverdeling als de doorsnede translateert en de invloed van zijdelingsche contractie wordt verwaarloosd. Omgekeerd konden we toen zeggen dat zoo'n spanningsverdeling de doorsnede werkelijk zal translateeren. Bij de behandeling van  $M$  wisten we zeker dat de doorsneden vlak moesten blijven, op grond van symmetrie; aannemend dat staafprofiel en kromming constant zijn. Toen was dus de vraag: hoe geschiedt de wenteling als de doorsnede vlak blijft en  $\int \sigma dF = 0$ : waarbij de zijdelingsche contractie weer wordt verwaarloosd.

Wanneer we nu  $D$  er bij voegen is het niet meer zeker dat de doorsnede vlak zal blijven. Integendeel, ze zal zich welfen. Doch als dit geschiedt zal de uitdrukking voor  $\sigma$  zeker niet meer juist zijn. En bijgevolg zal de daarmee berekende  $\tau$  niet meer juist zijn. Want de behandeling van  $D$  doen we op grond van „spanningen” die we niet precies kennen. De behandeling van  $N$  en  $M$  geschiedde op grond van „vormveranderingen” die geacht werden met juistheid bekend te zijn.

Als men dus voor de spanningsdiagrammen van  $N$  en  $M$  andere aannamen doet, komt men ook tot andere  $\tau$  diagrammen. Neemt men b.v. aan dat het diagram van  $d\sigma_1$  eenzelfde verloop heeft als dat van  $\tau$ , dus dat de raaklijn component  $\tau d\varphi$  van  $\tau$  op de vrije doorsnede dadelijk overzet naar de inklemming, dan vindt men de formule:

$$\tau = \frac{D}{I b^1} \cdot \frac{\rho_0^2}{\rho^2} \int_{\rho}^{\rho_2} \eta dF'; \quad I = F \rho_0 a = F^1 \rho_0 a,$$

waarin  $b^1$  en  $dF^1$  nu betrekking hebben op de, op  $\rho_0$  getransformeerde, doorsnede. Uit deze formule is het zwaartepunt verdwenen. Doch zij zou in het algemeen onjuist zijn. Immers moet  $\int \tau dF = -D$  en moet elk volume elementje  $p q r s$  in evenwicht zijn. Bij onderzoek blijkt nu, dat

alleen voor rechthoekige doorsneden in dit opzicht geen tegenstrijdigheden optreden.

Deze formule ontstaat ook als men de gekromde staaf vervangt door een rechte staaf met getransformeerde doorsnede; daarop toepast  $\tau = \frac{D S}{I b^1}$  en vervolgens opmerkt dat in de gekromde staaf de overeenkomstige vezelvlakken  $\frac{\rho}{\rho_0}$  maal zoo breed en  $\frac{\rho}{\rho_0}$  maal zoo lang zijn; zoodat  $\tau$  kleiner wordt in de verhouding  $\frac{\rho_0^2}{\rho^2}$ . Doch de aldus gestelde formule leidt, zooals we opmerkten, bijna altijd tot statische tegenstrijdigheden, wanneer men de grondslagen der onderhavige theorie blijft handhaven.

Practisch is er dikwijls geen enkel bezwaar om over die tegenstrijdigheden heen te stappen, aangezien geen der beide formules juist zijn en de resultaten, welke zij geven, onderling niet zoo heel veel verschillen.

Er zal nu nog aangetoond worden dat  $\int_{\rho_1}^{\rho_2} \tau dF = -D$ .

$$\tau dF = \tau b d\rho = \frac{D \rho_0^2}{I} \cdot \frac{d\rho}{\rho^2} \cdot \int_{\rho}^{\rho_2} z dF$$

$$\int_{\rho_1}^{\rho_2} \left\{ \frac{d\rho}{\rho^2} \int_{\rho}^{\rho_2} z dF \right\} = - \int_{\rho_1}^{\rho_2} \left\{ \left( d \frac{1}{\rho} \right) \int_{\rho}^{\rho_2} z dF \right\},$$

hetwelk partiëel geïntegreerd geeft:

$$- \int_{\rho_1}^{\rho_2} \left( \frac{1}{\rho} \int_{\rho}^{\rho_2} z dF \right) + \int_{\rho_1}^{\rho_2} \frac{z dF}{\rho}.$$

De eerste term hiervan is nul.

De tweede term wordt, daar  $z = \rho - \rho_z$

$$F - \rho_z \int_{\rho}^{\rho_2} \frac{dF}{\rho} = F - \frac{\rho_z F}{\rho_0} = \frac{a F}{\rho_0}.$$

Zoodat we vinden, omdat  $I = F \rho_0 a$

$$\int_{\rho_1}^{\rho_2} \tau dF = - \frac{D \rho_0^2}{I} \cdot \frac{a F}{\rho_0} = -D$$

wat te bewijzen was.

Wanneer op een rechte staaf oppervlaktekrachten werken, b.v. wrijving, zullen deze eenzelfde rol spelen bij de bepaling van het  $\tau$  diagram als in boven-



staande afleiding het normaalkrachtje  $D dx$ . Ook daar zal het normaal spanningsdiagram, dat maatgevend is voor de bepaling van het  $\tau$  diagram, niet altijd uitsluitend een gevolg zijn van de verandering  $D dx$  in het buigend moment, doch ook kunnen afhangen van de verandering in normaalkracht.

De bekende definitie  $D = \frac{dM}{dx}$  is alleen juist wan-

neer dergelijke oppervlaktekrachten ontbreken, of als haar resultante juist door het zwaartepunt gaat.

Er kunnen dus in de doorsnede van een rechte staaf zeer goed schuifspanningen optreden, zonder dat er dwarskracht werkt. Ook daarom reeds zal de gebruikelijke uitdrukking  $\mathfrak{A}$  voor den vormveranderingsarbeid:

$$\mathfrak{A} = \int \frac{N^2 dx}{2EF} + c \int \frac{D^2 dx}{2GF} + \int \frac{M^2 dx}{2EI} + \int \frac{\mathfrak{N}^2 dx}{2GI_p}$$

niet juist zijn.

Ter toelichting diene fig. 12, voorstellende een rechte staaf, per lengte-eenheid tangentiaal belast door  $q$ .

$$N = -qx; D = 0; M = qx \cdot \frac{h}{2}; \mathfrak{N} = 0.$$

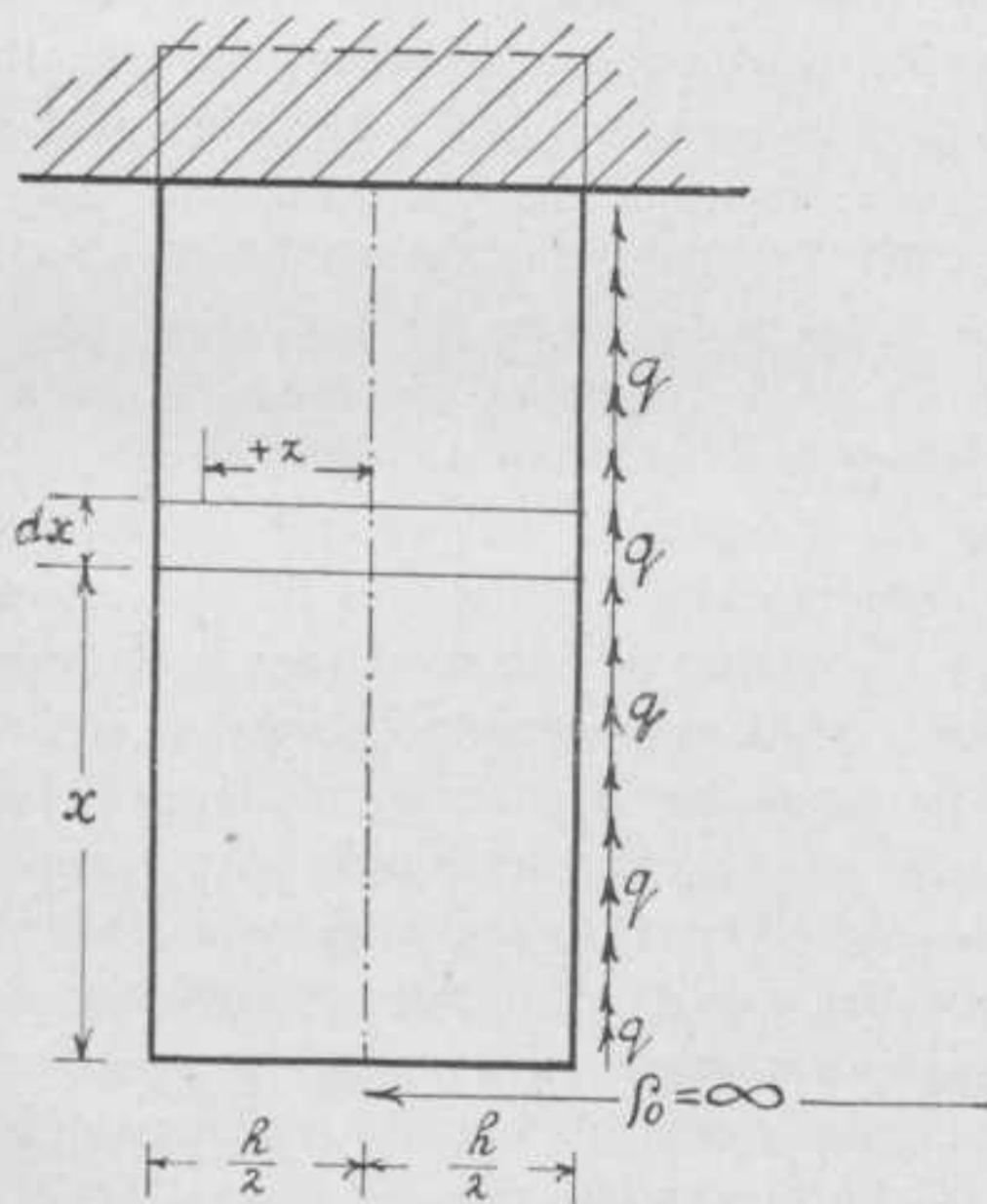


FIG. 12

De dikte der staaf zij de eenheid, zoodat  $F = h$ .

Paste men toe de definitie  $D = \frac{dM}{dx}$  dan zou

$D = q \frac{h}{2}$ , ofschoon  $D = 0$ ; want loodrecht op

de staafas werken geen uitwendige krachten. Ter bepaling van het  $\tau$  diagram hebben we:

$$d\sigma = \frac{q \frac{h}{2} \cdot dx}{I} z - \frac{q dx}{F}$$

$$\tau dx = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} dF \cdot d\sigma;$$

$$\text{waaruit dan volgt } \tau = \frac{q}{F} \left[ \left( \frac{3z^2}{h} - z \right) \right]$$

Als controle moet blijken dat  $\int_F \tau dF = 0$ ; aan deze voorwaarde is voldaan.

Den vorm veranderingsarbeid tengevolge van deze schuifspanningen zou men in de uitdrukking voor  $\mathfrak{A}$  allicht vergeten hebben en van die uitdrukking alleen den eersten en derden term hebben opgeschreven.

Dat men dikwijls den term  $\int \frac{D^2 dx}{2GF}$  geheel verwaarloost, doet in dit verband niets ter zake. Hier gaat het om de gevolgtrekkingen tot welke de aanname van vlakblijvende doorsneden en het verwaarloozen der continuïteitsvergelijkingen kan voeren.

Wat betreft de keuze der doorsneden, zij het volgende opgemerkt.

Volgens de meest gangbare definitie denkt men de ontstaanswijze eener gekromde staaf aldus:

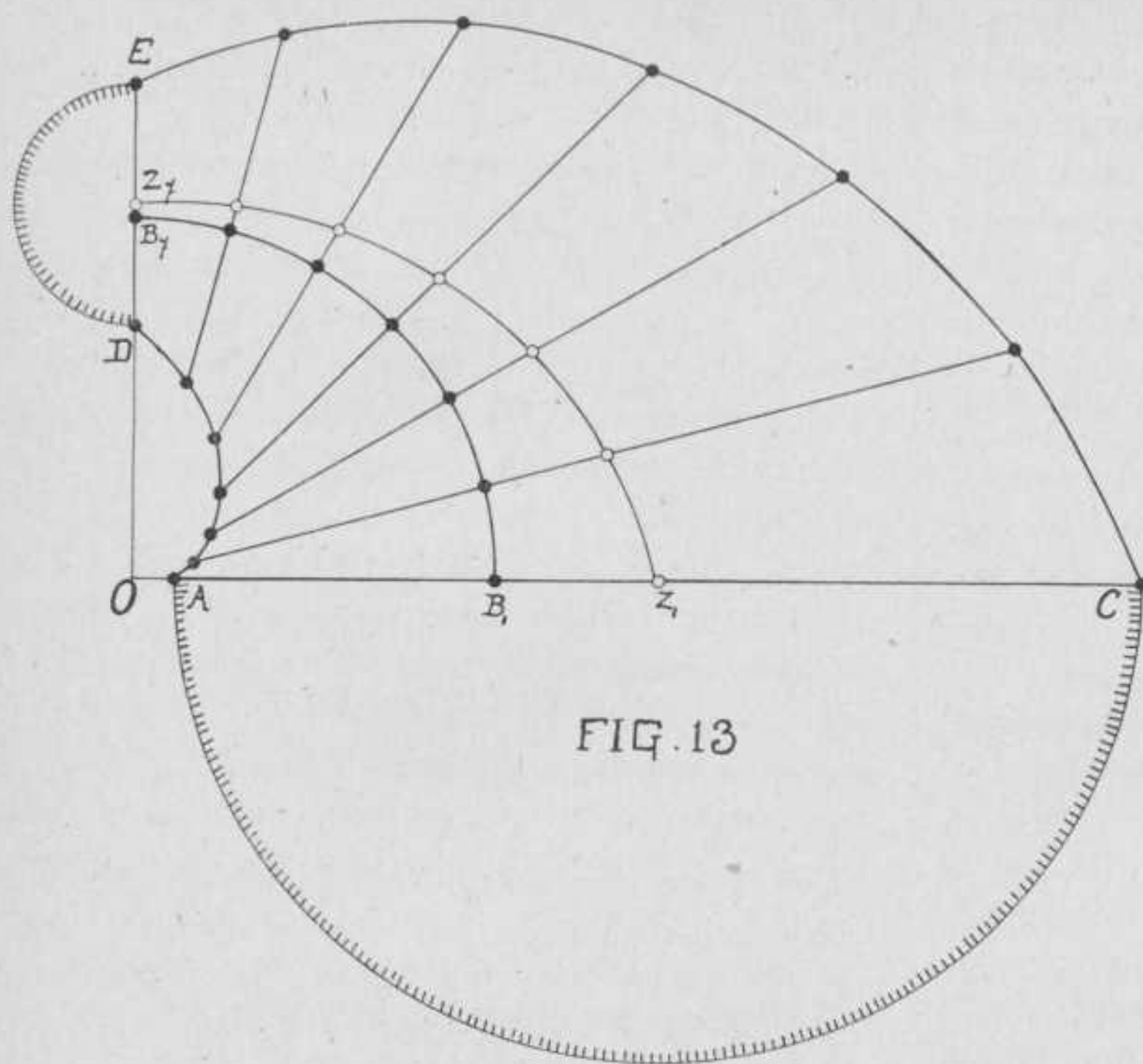
Een vlakke figuur (doorsnede) doorloopt met haar zwaartepunt een ruimtekromme en valt steeds volgens het normaalvlak dier richtkromme; twee opvolgende doorsneden mogen elkaar niet binnen de staaf ontmoeten.

Hoe waar dit ook moge zijn, het terugvinden dier richtkromme zou bij een gegeven staaf in het algemeen bezwaarlijk wezen en slechts door probeeren kunnen geschieden.

Dit geldt ook voor de definitie welke wij voorstellen op grond van hetgeen ons reeds is gebleken. Wij zouden zeggen:

Een vlakke figuur (doorsnede) beweegt zich met haar  $B$  punt langs een richtkromme en valt steeds volgens het normaalvlak dier kromme; twee opvolgende doorsneden mogen elkaar niet binnen de staaf ontmoeten.





Alleen op grond van de laatste definitie is het mogelijk tegenstrijdigheden te ontgaan. Immers de evoluten van de twee richtkrommen — dat praktisch wel steeds vlakke krommen zijn — verschillen onderling, omdat de richtkrommen in het algemeen niet concentrisch zijn. Men zou dus, als men de gebruikelijke theorie en de in dit artikel voorgestelde ging toepassen, verschillende uitkomsten vinden, ofschoon de formules gelijk zijn, hetgeen blijkt wanneer men bedenkt dat de bekende grootte  $z$  der gebruikelijke theorie gelijk is aan  $z = \frac{a}{\rho_0} = \frac{\rho_z - \rho_0}{\rho_0}$ .

In fig. 13 zijn de verschillen duidelijk gemaakt. Het punt  $O$  is gekozen als de evolute eener  $B$  puntskromme (staafas); deze is de kwartcirkel  $B B_7$ . De cirkelvormige doorsnede  $AC$  is met haar  $B$  punt in  $B_1$  geplaatst. De volgende doorsneden zijn ook cirkelvormig, worden regelmatig kleiner, en zijn ook telkens met het  $B$  punt op de staafas geplaatst. Op deze wijze ontstond een korte gekromde staaf, hoornvormig in zijaanzicht. Tenslotte is in elke doorsnede het zwaartepunt geteekend. Dit gaf de kromme  $z_1 z_7$ . Alleen met gebruik van deze krommen dekken de uitkomsten van beide berekeningswijzen elkaar. Maar de doorsneden staan geenszins loodrecht op de kromme  $z_1 z_7$ . Oppervlakkig gezien schijnt het zelfs onmogelijk

deze staaf te laten ontstaan op de wijze zooals men dit gewoonlijk opvat.

Men zal bij een gegeven staaf door probeeren een evolute moeten zoeken, die dan doorsneden bepaalt en daardoor een  $B$  puntskromme. Doch deze kromme zal nog niet samenvallen met één der oneindig vele concentrische krommen welke, als evolventen, bij de aangenomen evolute behooren. Men zal de aangenomen evolute weer moeten wijzigen, enz.

Bij het ontwerpen is de zaak gemakkelijker, omdat men daarbij nog vrij is in de keuze der staafprofillen.

Doch in elk geval moet — volgens onze opvatting — de evolute een continue kromme zijn. Ze kan dus niet bestaan uit een deel dat in het oneindige ligt en een geïsoleerd punt in het eindige. Volgens de gewone opvatting zou dit wél kunnen, b.v.

bij een scherp omgezetten winkelhaak van rechthoekige doorsnede. Bij een dergelijke staaf zouden wij eerst trachten een evolute te vinden die praktisch voldeed, als men de schaal van tekening niet al te klein nam; die evolute zou zeker een keerpunt hebben, vanwaar uit twee deelen der kromme naar het oneindige liepen.

Ook hier is het niet de bedoeling dat men werkelijk naar dergelijke krommen zal gaan zoeken. Doch wel om aan te toonen dat zelfs de keuze der doorsneden niet dadelijk bepaald is en dat de eenvoudige theorie zelfs minder eenvoudig is dan zij schijnt te wezen. Alleen bij staven met constant profiel en constante kromming is de aangeduide moeilijkheid niet aanwezig. Ze bestaat dus ook bij z.g. rechte staven met veranderlijk profiel. Dergelijke staven zullen dikwijls een evolute hebben die in het eindige is gelegen en continu is, ze zullen moeten worden opgevat als gekromde staven. Een voorbeeld hiervan vormen de hoofdliggers van een draaibrug.

Het verwaarloozen der vormveranderingen is oorzaak dat de eenvoudige theorie alleen voldoende betrouwbaarheid bezit in de gevallen dat de berekende spanningen niet te hoog oploopen. Waar zulks toch het geval mocht zijn, zal de werkelijkheid nog wel eens veel van de berekende uitkomsten verschillen en heeft het weinig zin deze



theorie te blijven aanhangen. Heeft de ervaring geleerd dat dergelijke constructies het uithouden, dan is er geen reden om ze te veroordeelen. Is men bevreesd dat een ontworpen constructie gevaarlijk kon worden, dan make men ze wat zwaarder of kieze meer geschikte profillen. Tenzij de mogelijkheid bestond in proefstations e.d. ervaringen op te doen. Voor de industrie van massa artikelen, b.v. kettingen, hijschhaken e.d. is dit de eenige verstandige weg. Fijn uitgevoerde metingen aan de beproefde voorwerpen kunnen dan eenig licht verschaffen omtrent praktische verbeteringen. En hierbij kan dan een theorie als hulpmiddel dienen, om de richting te vinden naar die verbeteringen.

Slechts in enkele gevallen zal de theorie, die mathematisch geheel in orde is, hierbij toegepast kunnen worden. Meestal zal men met min of meer grove benaderingen moeten volstaan. En in die gevallen, welke practisch verreweg in de meerderheid zijn, zal de in dit artikel besproken eenvoudige benaderingstheorie goede diensten kunnen bewijzen. Vooral wanneer zij gehanteerd wordt door hen die hare leemten kennen en door helder inzicht het gemis aan een zuivere analyse minder gevoelen.

(Wordt vervolgd).

---

## Merkwaardige Schepen en Scheepsvormen, door G. R. DOEVE.

### II.

#### 3<sup>o</sup>. Het Russisch-keizerlijk Jacht, de *Livadia*.

Wat de cirkelronde vechtschepen, de popoffka's, die om de, in het vorige opstel opgegeven redenen, een mislukking bleken, zoo kenmerkte, hun groote aanvangsstabiliteit, of liever, hun „onwrikbaarheid” op het bewegelijke element, bleef een voordeel en werd door allen ten zeerste gewaardeerd.

Om een idee te geven van de zeewaardigheid dier schepen, diene het volgende: gedurende een reis van den grootvorst Constantijn in de Zwarte Zee, in 1878, van de Krim naar Batoemen terug, met slecht weer, vergezeld van zeer hooge zeën, heeft men aan boord van den eskorteerenden stoomer „Penderailia” (van normale afmetingen) opgeteekend een slingerafwijking uit den evenwichts-

toestand van 36°, terwijl de geheele slingerboog van de Popoffka slechts 3° bedroeg (de dubbele slingerhoeken bedroegen dus resp. 72° en 6°). Het aantal slingeringen per minuut van de „Penderailia” bedroeg 20 (!), dat van de Popoffka slechts 9. Deze cijfers zijn van nauwkeurige observaties, tegelijkertijd gedaan aan boord van beide schepen, die zich dus bevonden in geheel identische omstandigheden. Toch komen mij deze getallen zeer groot voor; misschien is het niet kwaad ze te aanvaarden met de noodige korrel zouts.

De russische autoriteiten lieten zich dan ook niet uit het veld slaan, en toen in de plaats van het keizerlijke Jacht, de „Livadia”, dat in de Zwarte Zee was vergaan, een nieuw gebouwd moest worden, besloot de ingenieur-admiraal Popoff, dat ook aan dit nieuwe (gelijknamige) Jacht, dezelfde idee, zou ten grondslag liggen: een groote breedte, om wederom een groot aanvangs-metacenter te verkrijgen. Want de eischen die de keizerlijke eigenaar stelde, waren, daarbij het ongelukkige lot aan zijn vorig jacht indachtig:

absolute veiligheid;

groote geriefelijkheid, dus zeer ruime salons;

en groote stabiliteit, daar Z. M. geen lust gevoelde, om als gewone menschen, hetzij voor zich zelf, dan wel voor zijn hooge gasten, tol te moeten betalen aan Neptunus! En wat kwam aan de beide jaatste eischen zoo zeer ten goede als juist groote breedte?

Vóór nu de groot-admiraal Constantijn zijn goedkeuring gaf aan de plannen van Popoff, wilde hij eerst het oordeel vernemen van twee te dien tijde zeer veel aanzien genietende ingenieurs: de heeren M. W. Pearce, chef van het huis John Elder & Co., constructeurs van schepen en machines te Glasgow en Dr. Tideman, directeur van scheepsbouw te Amsterdam, wat zeker vleierend voor ons land was. De lijnen van het schip werden vastgesteld na eenige seriën tankproeven met parafine modellen, uitgevoerd door Dr. Tideman en den admiraal Popoff, in de tank te Amsterdam. Een stalen model 23 voet lang, werd daarna door de bouwers Elder & Co. vervaardigd, voor verdere proefnemingen op de Clyde. Men was wel aangewezen op dergelijke sleepproeven, daar men van den weerstand van zoo'n abnormaal vaartuig, zoo goed als niets wist.

Dr. Tideman, terwille van zijn wetenschappelijk prestige, stelde tevens als eisch, dat de machines



ditmaal niet in Rusland (zooals die van de Popoffka's) doch in Engeland vervaardigd zouden worden. Hij wilde nl. niet hebben dat hem straks misschien minder gunstige proeftochtresultaten verweten konden worden, terwijl de schuld bij de machines gezocht moest worden. Dat was de reden, waarom men aan de Engelsche firma den bouw opdroeg, in Sept. 1879, die er in slaagde in slechts *elf* maanden het jacht kant en klaar af te leveren, een feit zonder weerga in die dagen.

Abnormaal kon het jacht ongetwijfeld genoemd worden, daar de afmetingen waren:

lengte van den lastlijn  $230' = 70,1$  M., over alles  $266' = 81,07$ .

breedte over de lastlijn  $153' = 46,63$  M., dus  $L/B = 1,5!!$

hoogte tot bovenste promenadedek  $50' = 15,24$  M.  
diepgang ongeveer  $6\ 6'' = 1,58$  M. slechts;

gross register tonnage . . . . . 7,700  
yacht measurement . . . . . 11,600  
builders measurement . . . . . 20,000\*)

Displacement 3,920 tons met kolen voor 5 dagen stoomens, terwijl het machinevermogen bepaald was 10590 I.P.K. voor eene snelheid van 14 knoop.

Ook de idee waarnaar het schip gebouwd werd, was afwijkend. Men stelle zich voor een groot stalen kussen, bolvormig ovaal, van voren breed toegespitst, aldus lijkend op een reusachtige tarbot, waarop het schip met bijbehorende paleis en salons. Het was dus niet het schip dat het water klieven moest, maar de tarbotvormige drijver waarop het rustte. Zie fig. A. De overtuiging van Popoff was, blijkende uit de sleepproeven, dat de wrijving bij een varend schip geringer zou zijn, als het de vorm van een tarbot had inplaats van de gewone scheepsvorm met de gebruikelijke scherpe waterlijnen.

De lengte van dit tarbotvormige deel was nu  $230'$ ; men zou misschien deze lengte hebben kunnen vermeerderen, maar na een nauwgezet onderzoek in de sleeptank bevonden de ontwerpers, dat een toevoeging van 25 of 30 voeten (dus ongeveer 10 meter) de waterweerstand niet zou hebben vermindert. Integendeel, vermeerdering van wrijvingsoppervlak, dat daarvan het gevolg zou zijn geweest, onvoldoende gecompenseerd door de verbeterde lijnen, zou meer paardekrachten vereischt hebben

om aan het schip de verlangde snelheid te geven. Ter wille van het uiterlijk schoon had men dan misschien de breedte kunnen verminderen, maar een breedte van  $153'$  kon moeilijk als te groot worden aanvaard, als men in het oog bleef houden het voornaamste doel van de scheepslijnen: te verzekeren de grootst mogelijke vastheid op het water om . . . zeeziekte te voorkomen.

De bodem van de tarbot had een plat oppervlak van  $14500\text{ vt}^2 = 1,357\text{ M}^2$ . en was slechts  $6\frac{1}{2}$  voet onder de toegeladen lastlijn gelegen. Van alle kanten van dit bodemvlak bogen de zijden naar buiten naar de lastlijn toe (van  $153'$  breed). En vanaf de lastlijn bogen de zijden wederom naar binnen toe tot een hoogte van ongeveer 18 voet boven den bodem. Dus was de lastlijn de scheiding tusschen de beide convexe deelen van de tarbot. Van het bovendeel was het oppervlak nog ongeveer  $15000\text{ vt}^2 = 1,393\text{ M}^2$ . groot bij een breedte van 110 voet. Dit oppervlak nu diende als basis van de bovenste constructie, op een gewoon schip lijkende, het eigenlijke jacht.

De convexe zijden van de tarbot moesten aan de golven weinig vat geven, dus aangename slingeringen bewerkstelligen. Een schip met een groot aanvangsmetacenter, dus een groot stabiliteitsmoment, zou voor de er zich op bevindende personen zeer onaangenaam zijn; de geringste poging, hetzij door de wind of door de golfslag, om het schip uit den evenwichtstoestand te brengen, roept onmiddellijk het groote stabiliteitskoppel op, dat zich daartegen verzet. Toch is dit groote aanvangsmetacenter vaak gewenscht. Om nu dat onaangename geschud te voorkomen, ziet men vaak dat de breedte van het schip boven de lastlijn sterk vermindert, wat vooral vele Fransche oorlogschepen hebben. Terwille van de veiligheid moet dan het vrijboord hooger opgetrokken worden, wat weer met zich meebrengt zwaardere pantsering van vechtschepen. Want wordt dit hooge vrijboord niet voldoende gepantserd, dan is een enkel gat door een granaat veroorzaakt, al voldoende om het vrijboord te verlagen, het binnenstroomende water heeft slagzij tengevolge, dus vermindering van de metacenterhoogte en door de geringe scheepsbreedte en door het ingestroomde water, door kleiner traagheidsmoment van de nieuwe lastlijn; de aanvankelijk mooie stabiliteitskromme schrompelt dan tezamen tot een ellendig lijntje, dat bij eenige graden helling reeds negatief wordt. Hieraan

\*) Een oude formule 
$$\frac{\left(L - \frac{2}{5}B\right)B^2}{188}$$



schrijft men dan ook toe het veelvuldig voorkomende kenteren van de Russische schepen in den slag van Tsushima, die een gering aanvangsmetacenter hadden bij sterk inspringende, onvoldoende gepantserde boordwanden; in vreedetijd waren het aangename schepen met een slingerijd groter dan 10 seconden, doch in het gevecht bleek de mooie stabiliteitskromme niet veel meer waard. Ook kan men aangename slingering bewerken bij hoog aanvangsmetacenter, behalve door slingerkielen, door een heel laag vrijboord, zooals de reeds behandelde monitors hadden. Doch afgezien van de daardoor weinige bewoonbaarheid dier schepen bleek de stabiliteitskromme reeds bij  $40^\circ$  negatief; een gering lek door stormaverij zou van die kromme niet veel meer over hebben laten blijven.

Omdat het vraagstuk van de invloeden die het slingeren beheerschen, hier niet kan behandeld worden, bepaal ik er mij toe te vermelden dat Goulaeff (russisch marine ingenieur) en andere deskundigen, meermaalen de stelling hebben verdedigd, dat sche-

pen van zeer groote wijdte en kleine diepgang, kans hebben meestal minder wijd en hinderlijk te slingeren dan die van gewone afmetingen. Zie Transactions Institutions of N A. van 1908; Bulletin de l'Association Technique et Maritimee van 1900.

Misschien is dit intermezzo voldoende om te doen begrijpen, waarom Popoff bij het jacht „Livadia” dat geen vechtschip behoefde te zijn, de boordwanden van de tarbot zoo sterk durfde laten inspringen, terwille van de aangename bewegingen, om het noodzakelijke vrijboord te zoeken bij het jacht zelf. Zie fig. A. De stabiliteitskromme van het jacht zelf zal waarschijnlijk dus een dubbele golf vertoonen. Gingen de boordwanden reeds vanaf de lastlijn vertikaal omhoog,

dan had men weliswaar meer ruimte voor salons enz. verkregen, maar zou het schip meer blootgesteld aan de golfslag, dus door de groote aanvangstabiliteit te stijf gebleven zijn, en was dus het verblijf aan boord voor Z. M. onaangenaam. Overigens was de breedte voor 110 voet nog meer dan voldoende, om salons te verkrijgen, hooger en ruimer dan mogelijk zou zijn op de schepen van gewone afmetingen.

Het tarbot-vormige deel van het jacht bevatte de machine, ketels en bunkers, enz., de stalen opbouw, de verblijven voor manschappen en officieren, terwijl daarboven zich bevonden het paleis en de keizerlijke vertrekken.

De beste indruk van het geheel krijgt men uit de afbeelding, naar een fotografie vervaardigd.

Om nu te voldoen aan de eerste eisch, n.l. van

*absolute veiligheid*, was er in het tarbot-vormige deel een dubbele bodem aangebracht, waarvan de hoogte niet minder dan  $3\frac{1}{2}$  voet was in het midden. Deze dubbele bodem was verdeeld in veertig waterdichte afdeelingen, en strekte zich uit over het geheele

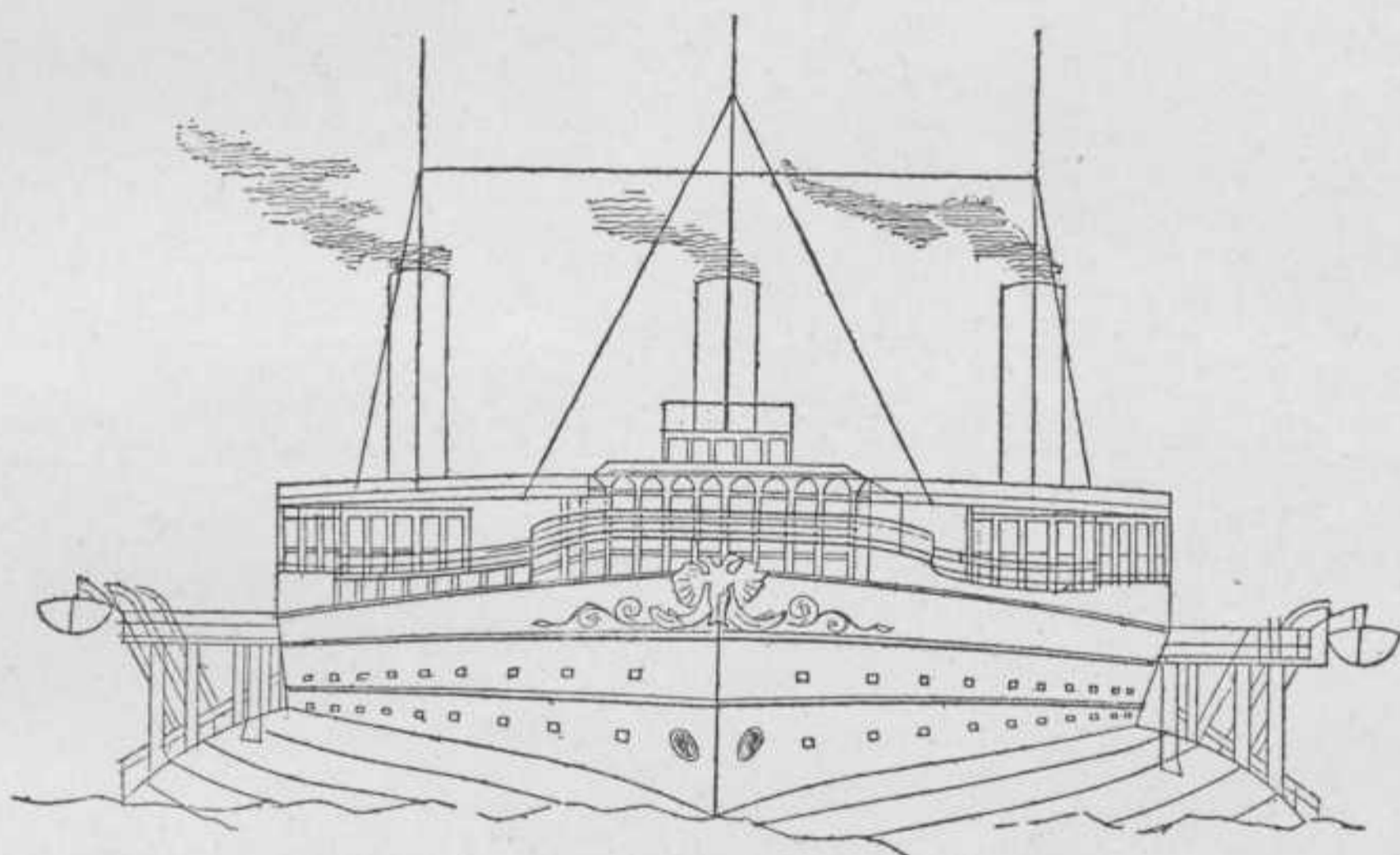


Fig. A. Vooraanzicht van de „Livadia”.

vlakke gedeelte van de scheepsbodem. In de zijden waren twee verticale schotten, die zich evenwijdig aan de huid rondom het geheele schip uitstrekten, en door de daardoor ontstane 12 voet breede, dubbele ruimte wederom te verdeelen, veertig nieuwe waterdichte afdeelingen verkregen, samen met die van den dubbelen bodem, dus tachtig waterdichte cellen. Men zie fig. 4 en 6, waar duidelijk de verticale schotten en cellen te zien zijn.

Mij dunkt, veiliger zal een schip wel moeilijk gebouwd kunnen worden, in aanmerking nemende dat de overblijvende ruimte de ketels en bunkers, en de machines moest bevatten. En deze cellen, gevormd door doorgaande schotten, en bedekt door de huidplaten van het geronde dek, stelden een zeer stijve, doorlopende constructie voor, met



de lagere uiteinden verbonden door de straalgewijs geplaatste bindijzers of girders, vormende de knie-spanten van den bodem, en de hoogere door de eveneens straalgewijs loopende zware ronde dek-balken. Aldus was het tarbot-vormige deel sterk genoeg gebouwd om aan die krachten weerstand te bieden, die men verwachten kon van de zwaarste zeën en ook aan de plaatselijke spanningen als gevolg van de krachtige machines waarmee het schip was toegerust, terwijl bijzondere aandacht geschonken was aan de bouw van het achterschip, om de krachten te verdeelen die op de „brackets”

Opvallend (zie de bijgevoegde afbeeldingen) was de zeer geringe diepgang. Men had, en uit tankproeven, en uit ervaringen in de zwarte zee, opgemerkt dat bij zekere snelheden een breed schip slechts de helft van het voortstuwend vermogen noodig had als een ander van gelijke vorm, doch met tweemaal zooveel diepgang. De schroeven staken voor twee-derden van hun diameter geheel onder de laagste contourlijn van het schip, wat voor dien tijd nieuw was. Dit deed Popoff omdat hij meer nuttig effect van de voortstuwvers verwachtte, een verwachting, die hij koesteren mocht

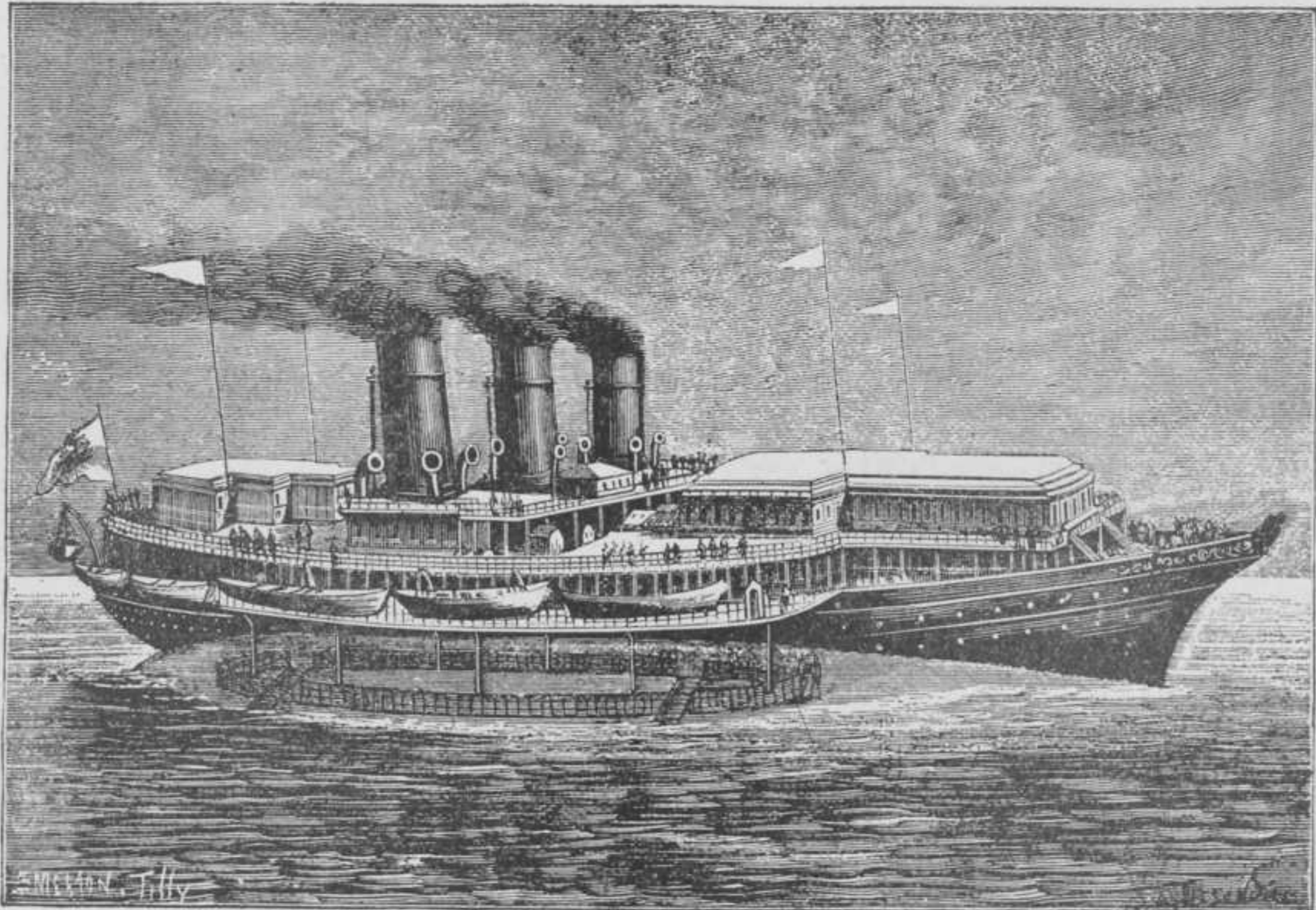


Fig. B. „Livadia”, bewerkt naar een foto.

zouden worden uitgeoefend waarop de assen van de zijschroeven steunden.

De keizerlijke verblijven en vooral het paleis lag hoog genoeg om te verwachten dat hoogstens opgewaaid zeeschuim ze nog kon bereiken.

Afmetingen van de keizerlijke vertrekken :

lengte 10 M., breedte 5,49 M., hoogte 3,05 M.

De groote receptiesalon of paleis had de afmetingen:  $20 \times 10,67 \times 3,66$  meters, welke dus in dien tijd ongehoord groot waren.

In het midden van het jacht, vóór de rookpijpen, was de commando-brug lang 45 M., van boord tot boord, op de statige hoogte van 17 M. boven de zeespiegel gelegen.

nadat hij op het meer „Lomond”, met een ijzeren model van de „Livadia”, de „Vava”, op een tiende van de ware grootte, uitvoerige proeven gedaan had. Er waren vierbladige schroeven van een diameter van 16 voet = 4,88 M., de middelste in de kiellijn gelegen, de beide buitenste op een afstand van  $18' 3'' = 5,56$  M., daarvan verwijderd. De spoed was  $20' 6'' = 15,39$  M. Zij waren van mangaanbrons. Iedere schroef werd in beweging gebracht door een afzonderlijke machine, die alleen in staat was 3500 paarden te leveren, totaal dus  $3 \times 3500 = 10500$  paarden.

De machines waren van het compound systeem met oppervlak-condensor. Afmetingen van de



cilinders waren per machine: hooge druk 60" diam. de beide andere lage druk cilinders 78", slag 3' 3". Verder waren aanwezig 8 cilindrische dubbeleind ketels met 6 vuren van 16' = 14,88 M. lengte en 14' 3" = 4,34 M. diameter en twee enkelvoudige ketels met 3 vuren, dus 54 vuren in totaal. De max. druk was 75 pond. Volgens het contract mocht de geheele machinerie, met het water in de ketels en condensors, het totaal gewicht van 1400 tonnen niet overschrijden, de constructeur

dat om zooveel mogelijk handenarbeid te kunnen vervangen, er aan boord niet minder dan 23 afzonderlijke stoommachinetjes waren. Overigens spreken de afbeeldingen voor zich zelf. Ook wat de dokgelegenheden betreft, hoefde men zich niet niet druk te maken voor een dergelijk abnormaal vaartuig, daar de dokken van het systeem Clarck-Stanfield reeds meermalen in de Zwarte Zee aangewend waren voor de Popoffka's.

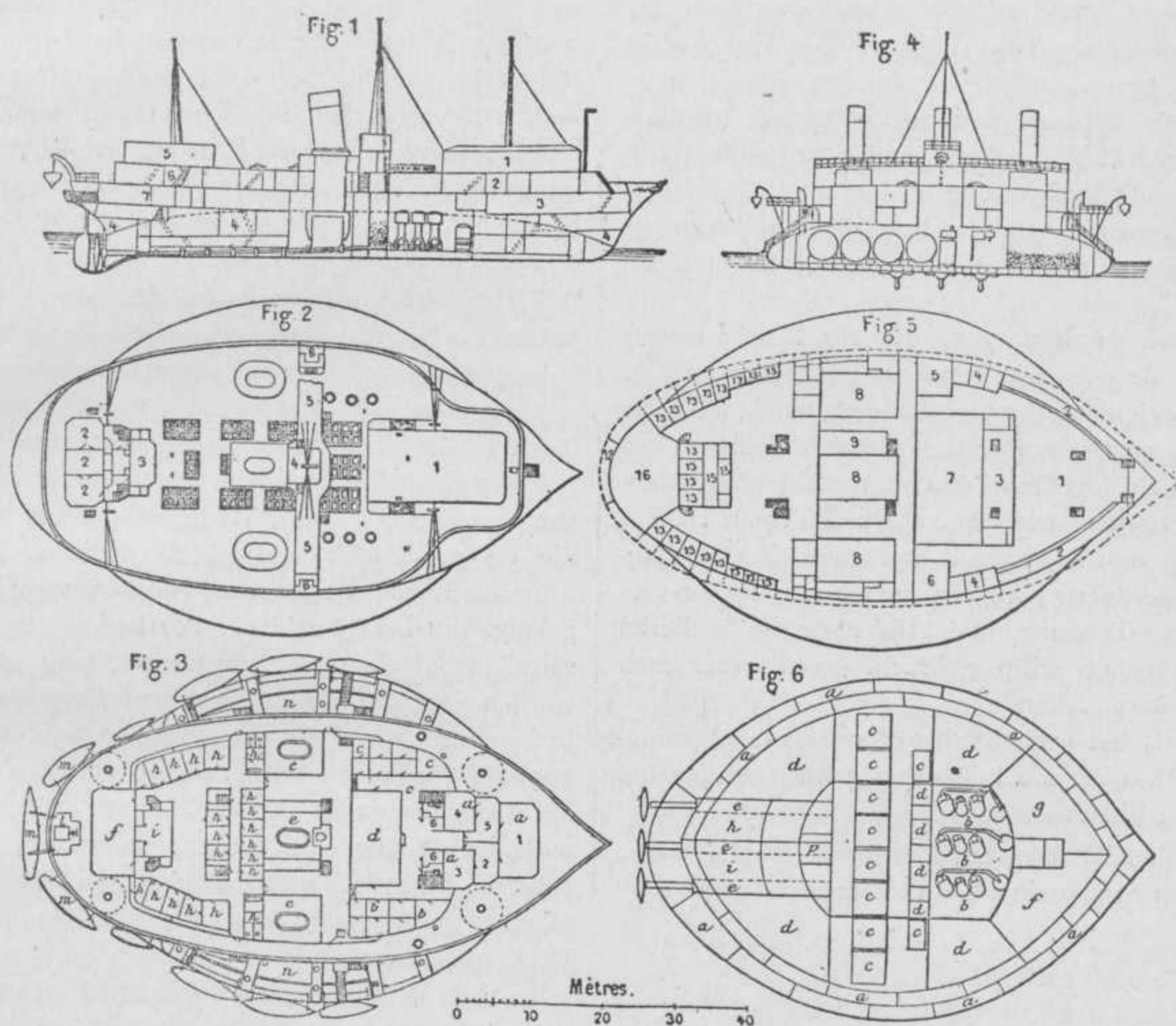


Fig. C. Inrichtingsplan van de „Livadia”.

Bryce wist ze te leveren tot een totaal gewicht van 30 ton minder.

Het jacht had 3 rookpijpen en verder slechts signaalmasten, 5 in het geheel. De bemanning telde 260 koppen. Het is ondoenlijk en van het geduld der lezers te veel gevergd om van de verdere inrichting een beschrijving te geven, ieder kan wel begrijpen aan de hand van de foto, dat een russisch-keizerlijk jacht overdadig weelderig moet zijn ingericht. Laat ik volstaan met te zeggen

Eindelijk zou dan met het schip geproefstoomd worden. Reeds bij het afvaren van de Clyde bemerkte men dat de schroeven heelemaal geen hinder veroorzaakten aan de vele schepen op deze smalle stroom, dank zij hun groote indomping. Op 8 October 1880 vond de groote proeftocht plaats, waarbij bleek dat met 12,500 paarden een snelheid bereikt werd van bijna 16 knoop. „Ongetwijfeld, schreef sir E. Reed, die de proeftocht medemaakte, is het ontwikkelde vermogen



„bij deze snelheid zeer groot te noemen in verband „met het displacement van het schip, maar er bestaat „onder de zeelui over niets zoo'n groote verwarring „als over wat men „economie” gelieft te noemen. „In het onderhavige geval, bijvoorbeeld, was ge- „vraagd een schip te leveren van groote snelheid en „buitengewene „steadiness” met groote gemakken „en geriefelijkheden voor een keizer, zijn ministers „en gevolg; en als dit doel bereikt is met een „zeker stoomvermogen, is het ijdel te zeggen dat „hetzelfde stoomvermogen een grooter en kost- „baarder schip even snel zou hebben voortbewogen. „Economie bestaat in het bereiken van je doel „op de gemakkelijkste en goedkoopste manier; „het verwaarloozen van je doel en het bereiken „van iets wat ge niet verlangd hebt, is overdaad, „hoe ge dit ook tracht te ontveinzen. Het ver- „onachtzamen van dit beginsel, heeft in de oorlog- „scheepsbouw, de Europeesche naties, menig miljoen „gekost.”

Laat ik er bijvoegen, dat Sir Reed adviseur was van de Russische regeering; geheel belangloos zal hij wel niet gesproken hebben, menig tantième heeft hij waarschijnlijk daaraan verdiend.

Het jacht lag dieper dan waarop het oorspronkelijk ontworpen was, maar Dr. Tideman zei dat dit niet zooveel kwaad kon (met het oog op vermeerderde wrijving) en men kwam op die vermeerderde diepgang, omdat tijdens den bouw allerlei moois op het schip gebracht werd, waar men eerst niet op rekende.

Toch is het waar dat het ontwikkelde machinevermogen niet zoo buitensporig was, getuige het volgende lijstje:

„Penelope” L/B = 5.2, T. = 17' 6", Depl. 4.394 t., P.K. = 4.703, snelheid = 12.7 knoop.

„Orion” L/B = 4.7, T. = 19' 9", Depl. 4.700 t., P.K. = 4.000, snelheid = 12 knoop.

„Livadia” L/B = 1.5, T. = 6' 6", Depl. 4.420 t., P.K. = 4.770, snelheid = 13 knoop.

Eenmaal in de golf van Biscaye, stak toen een storm op, waardoor tevens ongezocht gelegenheid geboden werd om eens te zien hoe het met de slingeren van het schip gesteld was. Men was wel eerst bang dat het schip door de hooge paleizen en andere gebouwen topzwaar zou zijn geworden, doch de uitkomst bewees dat het vaartuig volkomen aan de gestelde verwachtingen beantwoordde. Ondanks een woedende storm, vergezeld van zeer

hooge zeeën, helde het jacht nooit meer dan 4° naar een zijde over, of 7° voor een dubbele slingeren; voor het stampen verkreeg men respectievelijk 5° en 7°. Het was zoo rustig aan boord, dat zelfs toen de storm op het hevigst was men heerlijk kon gaan dineeren, zonder een oogenblik er aan herinnerd te worden dat gewoonlijk Neptunus ook een deel van de (verorberde) gerechten opeischt. Ook het paleis en de bovenste vertrekken hadden in 't geheel geen last van het zeewater, slechts wat opgewaaid schuim kon men er zoo nu en dan zien. Wel kwamen de golven tegen de vlakke bodem met geweldige kracht aan, en van tijd tot tijd was de trilling zeer goed voelbaar, maar men kon toch niet zien dat schade van eenige betekenis aangericht was. Kortom, het jacht stelde de verwachtingen niet teleur; in alle opzichten bleek het een uitmuntend en snelvarend zeeschip te zijn.

Tijdens het onderzoek na den storm, in de haven van Ferrol, bleek echter één der cellen vol gelopen te zijn. Hierover vooral is veel te doen geweest, dat blijkt het best uit de vele bladzijden debat in de „Transactions” van dat jaar.

En waarschijnlijk is dit lek ook het ongeluk van het jacht geweest. Want of de deskundigen die de proeftocht meegemaakt hadden, ook al bezwoeren, dat de beschadiging onmogelijk het gevolg van het geweld der zee kon zijn geweest, als zijnde te plaatselijk, maar moest toegeschreven worden aan de botsing met een wrak dat men tijdens den storm van uit het schip ontdekt had, Popoff's talrijke vijanden zorgden er wel voor dat de Tsaar er danig de schrik van kreeg. Want ondanks de goede eigenschappen van het jacht, heeft Z. M. er toch *nooit* gebruik van willen maken; je kunt nooit weten, niet waar, vandaag vaar je goed en morgen ga je naar den kelder. Een andere reden ben ik niet te weten gekomen en daar het zeer moeilijk is, om achter Russische hofgeheimen te komen, zoo geef ik bovenstaande vermoedelijke reden van Zr. Ms. vrees dan ook onder alle voorbehoud.

Om persoonlijke redenen zou dus de scheepsbouwkundige wereld de verdere resultaten met dit hoogst interessante vaartuig zijn onthouden. Het jacht werd herdoopt in „Opyt”, wat volgens een Russisch woordenboek „Ervaring” beteekent, terwijl het bovendien gedegradeerd werd tot kolenboot of vaartuig voor levensmiddelen voor de vloot.



Meer heb ik niet kunnen vinden, doch als het bovenstaande waar is, geldt voor dit mooie jacht en zijn ontwerper zeer zeker het bekende: „Sic transit gloria mundi.” Het zou tenminste diep te betreuren zijn als om futiele, persoonlijke redenen zoo'n kostbaar mooi vaartuig tot kolenboot gedegradeerd werd. Maar in Rusland is alles mogelijk. . . . .

Van een mislukking kan hier echter in geen geval sprake zijn, daar geen steekhoudende argumenten tegen het beginsel van het schip zijn aangevoerd geworden.

#### 4<sup>o</sup>. De Sigaarschepen.

Het is mij niet gelukt hiervan een afbeelding te vinden om die aan de lezers te toonen, maar misschien kan de volgende beschrijving het voorstellingsvermogen eenigszins te hulp komen.

Op de tentoonstelling van 1862 was een schip te zien volgens de plannen van een zekere Towell. Alle spanten onder de lastlijn hadden de vorm van een halve cirkel. De lengte-as of rechte lijn waarop de middelpunten der cirkels gelegen waren, viel niet altijd in het vlak van de lastlijn, maar somtijds werd het vooreinde daarvan lager gebracht en het achtereinde hooger, terwijl het bovendeel der spanten gevormd werd door rechte raaklijnen aan de cirkels die tot aan het potdeksel reikten.

De vermeende voordeelen waren: groote sterkte, ruimte voor lading en geschiktheid voor groote snelheid.

Een Amerikaansche rijkaard liet een dergelijk schip voor zich bouwen, dat hij de „Rose Winan” noemde (naar hemzelf.) Hierbij was het beginsel nog strenger volgehouden, daar dit vaartuig geheel de vorm had van een omwentelingslichaam, waarvan alleen het bovenste segment was afgesneden volgens een horizontaal plat vlak.

Dus had het de rechte lijn als lengte-as.

De afmetingen waren: lengte = 256 voet; en breedte = slechts 16 voet =  $\frac{1}{16}$  lengte.

Een plat vlak door de lengte-as gebracht, sneed het lichaam volgens cirkelbogen, waarvan de straal was 1025 voet = 312 Meter.

Volgens de plannen van den eigenaar werd het gebouwd op de werf Heyworth, te Cubitt-Town, en het liep van stapel op 19 2 66. Het schip dat bij geringe wijde en holte een groote lengte had, was toch sterk genoeg om zee te bouwen, *zonder dat*

*daarin eenig langsverband was aangebracht, behalve de huidplaten.*

Ondergedompeld deel van het grootspant mat 100 vt.<sup>2</sup>;

het displacement bedroeg 500 Eng. tons, terwijl de inhoud van het geheele lichaam was 770 M<sup>3</sup>.

De dikte der huidplaten bedroeg onder water  $\frac{5}{8}$ ”, en boven  $\frac{5}{16}$ ”, terwijl het vaartuig verdeeld was in 13 waterdichte afdeelingen.

Op de hoogte van machinekamer en ketelruim was het boord versterkt door inwendige ringen van hoekijzer, 3' uit elkaar, met flenzen van 7". Hieronder was een gang van best Lowmoor-ijzer geplaatst van 1" dik en 0,91 Meter breed, bijna over de geheele lengte doorlopend.

Dan was er nog in het vaartuig een ijzeren tusschendeck dat van voor- tot achterschip doorliep en waarop een houten dek lag.

De passagiersverblijven waren boven dit dek, dat midscheeps 1,83 M. boven het vlak lag.

De schroef-as viel samen met de lengte-as en droeg aan elk uiteinde een 8-bladige schroef van 22' middellijn. De kegelvormige uiteinden, lang 16', waren aan de stalen schroef-as verbonden en draaiden daarmee rond.

Bij 150 pond stoomspanning werden ontwikkeld 2400 paarden door een machine met 3 krukken en 3 verticale cylinders van 2' diam. en 4' slag.

Zie verder Engineer, March 9, 1866, pag. 171.

Engineering, Jan. 4, 1867, pag. 28.

Wat de verdere resultaten waren en waarom het schip geen navolging had, kon ik nergens vinden. Wel hebben er in den Amerikaanschen burgeroorlog nog verscheidene torpedobooten van sigaarvorm aan verschillende gevechten deelgenomen, maar daarbij is het ook gebleven.

---

### Inrichting van groote keukens.

---

Naar aanleiding der radicale verbetering der keukeninrichting voor de Societeit Phoenix, wil ik op eenige technische bijzonderheden wijzen, punten van gebleken wenschelijkheid, die vooruit in het oog moeten worden gehouden, wil men niet voor goed een practische d.w.z. rendabele exploitatie bemoeilijken.

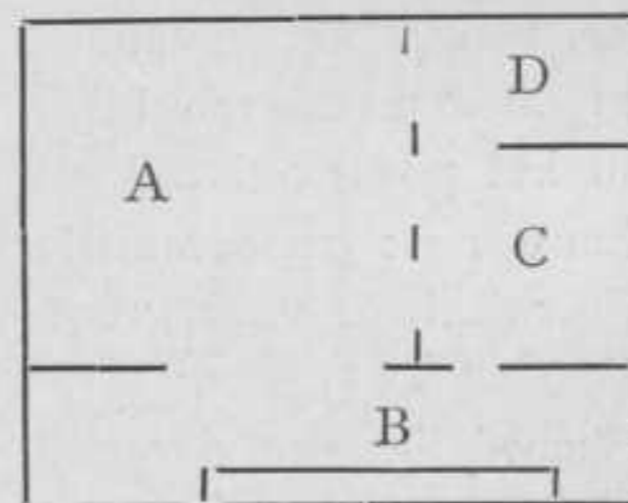
In het algemeen moeten twee gevallen worden beschouwd: dat keuken en eetzaal op gelijke



hoogte liggen, of dat terwille van terreinbesparing de keuken onder of boven de hoofdverdieping komt. Misschien is het niet onnut 't vraagstuk der keukens op zolder even te berde te brengen. Ook in ons geval toch had deze opvatting in 1901 zooveel indruk gemaakt dat men de plaatsing boven de eetzaal voorzag (door een ijzeren balklaag) en de uitbreidingsplannen tot 1908 dit idee volgden. Het hoofdargument er voor is wel altijd geweest het uitsluiten van etenslucht in het gebouw, een argument dat vooral weegt bij hotels waar b.v. slaapkamers uitkomen op binnenplaatsen die onderaan den keukens licht geven. Die ramen zullen 's zomers altijd eenige lucht doorlaten, die dan in de kokervormige lichtschacht blijft hangen. Veel kracht heeft dit argument echter verloren door de moderne ventilatie-techniek, die, zooals verderop beschreven zal worden, maakt dat de gevreesde etenslucht feitelijk niet meer in de keuken aanwezig is maar onmiddellijk van fornuis of anderen oorsprong wordt afgevoerd. Een bij-argument, dat zijn kracht niet verliest, is van negatieven aard: de bezwaren der beide andere mogelijkheden: in dit geval, bij weinig terrein, de te kleine afmeting van de hoofdverdieping, die gewoonlijk nog meer dan eetzaal moet bevatten; of de last die een sousterrain meebrengt. Nu al besproken is dat de etenslucht geen overwegend bezwaar meer is voor sous-terrain plaatsing blijven dus die laatste moeilijkheden over. Speciaal Hollandsch is de last die men van 't waterpeil kan hebben, in het algemeen van 't rioolpeil. Over de groote hoeveelheden afvalwater moet toch niet te licht geoordeeld worden en afvoer van zoozeer verontreinigd water met pompjes etc. heeft altijd kans een hopeloos geknoei te veroorzaken. Bij de Societeit zijn hier zeker minimale maten bereikt: doordat het rioleeringspeil achteraan 't gebouw ongeveer 30 c.m. boven de vloer ligt konden slechts met de grootste moeite de vetvangsers der gootsteen geïnstalleerd worden. Het water voor 't schrobden der vloeren moet nu eerst worden opgevangen en uitgeschept, zeker een zeer af te keuren opzet. Komt men er dus toe voor het sousterrain den eisch te stellen dat het minstens 10 c.m. boven rioolpeil ligt, dan zal dit in oude Hollandsche steden soms heel weinig met het straalpeil schelen. Dan komt het groote bezwaar dat de hoofdverdieping zeer hoog boven de straat ligt en daarop, zelfs met balconramen, geen uitzicht meer heeft, wat voor publieke

localiteiten niet gewenscht is. Een groot voordeel der sousterrain-aanleg en een m. i. onoverkomelijk bezwaar tegen zolderkeukens is de directe toegang voor leveranciers en personeel tot de dienstruimten. De groote voordeelen eener gelijkvloersche opzet zal wel niet bewezen hoeven te worden. Alleen moet daaraan niet de benodigde ruimte worden opgeofferd of, zooals door de overbelasting van 't program licht geschiedt, tusschengangen en deuren worden gemaakt. In zoo'n geval zou het gebruik van liften, hoe tijdroovend ook, nog economischer kunnen zijn.

Op de inrichting der keuken en dienstvertrekken mag dit echter geen invloed hebben; wat in het eene geval liftkamer heet, wordt elders dienkamer; één voordeel levert het maken van een liftkamer, dat genoemde liften ook naar hogere verdiepingen kunnen doorgaan en voor bijzondere gevallen dienen. Alvorens nu met het schema eener keukeninrichting door te gaan is het mijn plicht dank te brengen aan den deskundigen vertegenwoordiger der firma Küppersbusch, den heer G. Frahm uit den Haag, die bij de levering van het groote fornuis en de warme tafel op zoovele punten, ook wat betreft b.v. de ventilatie, zijn waardevol advies gaf.



Bijgaand lijnencliché verduidelijkt nu de eischen. Als A de keuken voorstelt, moet deze door een ruime opening in verbinding staan met B: de liftkamer (eventueel dien-

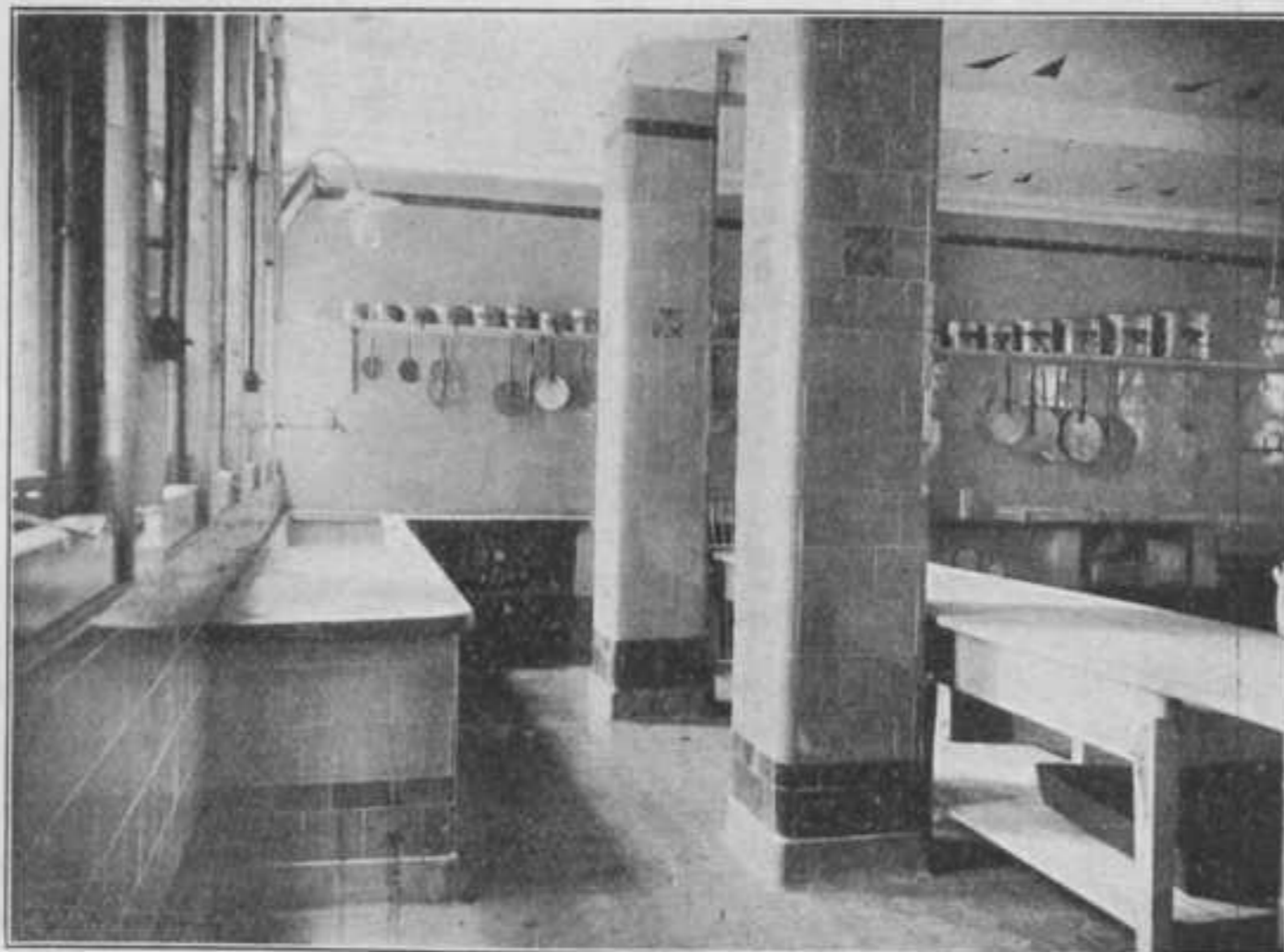
kamer en dan ruim open naar de eetzaal. In deze opening worde dan de warme tafel opgesteld, waar de schotels wachten tot ze op de liften (ev. toonbank) kunnen worden afgeleverd. Evenwijdig aan die warme tafel staat het fornuis en aan de wanden van de keuken aanrechten. Om onnoodig geloop te voorkomen moeten de tusschenruimten van lift (toonbank) tot warme tafel en van warme tafel tot fornuis slechts omstreeks 1 M. bedragen. De liftkamer B moet echter ook het gebruikte en terugkomende servies zoo spoedig mogelijk naar de waschkeuken C kunnen brengen vandaar de plaatsing der liften tegenover het penant tusschen die twee openingen. Hoofdzaak is toch dat elkaar in de weg loopen zooveel mogelijk is uitgesloten. Het gewasschen servies wordt nu op een stel planken tusschen de openingen naar



de keuken, geplaatst en zijn dus direct daarvan uit bereikbaar. Apart van de spoelkeuken maar met het oog watertoevoer etc. er hier naast geteekend, ligt in D de pannenwasscherij, die ook direct met de keuken in verband moet staan zonder het geloop te storen naar nog twee aanhangsels ervan: groentenwasscherij en koelkamer waarin ijskast. Het ligt nu voor de hand van de zijde der pannenwasscherij, waar toch 't vuilste werk geschiedt, de toevoer van cokes (resp. kolen) te maken.

Bij een bespreking van eenige details sta voorop dat wel gebleken is hoe door vooral ook daar de eischen der praktijk strikt als richtsnoer aan te nemen, een aesthetisch effect bereikt is. Zoo b.v. de vorm der kozijnen die uitsluitend van kwart- ronden als profiel voorzien zijn en geheel ingesloten door de evenzoo om-

gebogen tegels, een constructie die bijna alle schuilplaats aan ongedierte ontzegt en tegelijk een heel wat krachtiger indruk maakt dan de oude opleglijstjes, plintjes en verder getimmer. Niet minder sprekend is het plint van dezelfde soort als de vloertegels dus dikker dan de muurtegels en zoo met een evenbelicht kwartrond er-



onderuitstekend. Voor deze vloertegels is m. i., in afwijking van de gewoonlijk gebruikte met kruisribbels, een soort te gebruiken dat in ééne diagonale richting geribd is of anders vlakke tegels mits deze zachter zijn, ze blijven dan n. m. l. stroef van oppervlak wat de andere soorten ondanks hun schijnbaar niet glad oppervlak niet zijn. Het bezwaar der kruisribbels is de onmogelijkheid van behoorlijk dweilen. Hiervoor is ook het juist hellen der vloeren van 't grootste belang. De muurtegels, met aangebakken kwartronden van de Porceleyne Fles zijn van een rustige zandsteenkleur, die door wat diep groene banden verlevendigd is.

Het plafond tusschen de zware gewapend-betonbalken bestaat uit 1 c.m. dikke eternietplaten in hun zwaartepunt nog aan een staaf met moer

opgehangen. De eruitgezaagde driehoeken kunnen eventueel door eropgelegde stukjes gesloten worden. De balken staan aan het eene uiteinde door gaten  $20 \times 50$  c.m.<sup>2</sup> met elkaar in verbinding en zijn daaronder door consoles verzwaaard. De zoo gevormde dubbele bodem wordt in den hoek door het ventilatiekanaal van  $44 \times 44$  c.m.<sup>2</sup>, dat naast den schoorsteen ligt, afgevoerd, mocht dit later onvoldoende blijken, zoo kan het middenvak door een exhauster gemakkelijk naar de buitenlucht worden afgezogen. De voornaamste factor echter bij de ventilatie is gezocht in de betrekkelijk groote vrije hoogte  $\pm 3.30$  M. die boven de diverse poortopeningen een voldoende volume laat om plotselinge dampen tijdelijk op te vangen. Op dit bovendeel werken dan tevens de klep-

raampjes die bij wind, den trek zoozeer bevorderen.

Tenslotte een woord over de gootsteenen en aanrechten. Uit vrees voor ongedierte en vuil zijn de gebruikelijke betimmeringen vervangen door betegelde muurtjes. Inplaats van planken liggen er ijzeren roosters op hoekijzertjes los in, terwijl de bovenafdekking een hardsteenplaat van 4 c. m.

dikte is. Heeft men deze ruimten niet te zeer noodig dan is het aangewezen de vetvanger der gootsteenen niet daaronder maar daarnaast te maken. Doordat toch de diepte der gootsteenen van de beschikbare hoogte een vijfde à vierde deel inneemt heeft men in 't vak ernaast meer ruimte voor 't schoonmaken. Bij het stellen der hardsteenen dekplaten moet men er op letten dat de tegels daar onder behoorlijk vrij blijven omdat anders de trilling of de zetting der muurtjes ze onherroepelijk loswerkt.

Voor de ijskamer was een ruimte met extra dikke muren bestemd. Garantie van voldoende koeling werd per slot van zake toch alleen verkregen door een kurkbekleding die geschat wordt op  $\frac{1}{5}$  of  $\frac{1}{6}$  der dikte van steenen isolatie, zoodat men liever dunne muren zou moeten maken om ruimte te winnen.



Zoo blijken er een aantal schijnbaar onbelangrijke eischen te zijn die toch van de eerste opzet af moeten worden overwogen. Hoe gelukkig wanneer de leiders van het bedrijf van den beginne af door scherpe eischen en medewerking dit mogelijk maken.

Januari 1914.

P. J. WILLEKES MACDONALD.

### Over een nieuwen Pyrometer door MARCEL STEENBRUGGE, (Gent).

We willen hier een woordje reppen over een nieuwen pyrometer, stereopyrometer genaamd. Onzes dunkens is hij weinig of niet op het vasteland bekend, hetgeen we oprecht jammer noemen.

De stereopyrometer is een soort stereoscoop voorzien van twee paar kijkopeningen. Voor die kijkopeningen kan men een stel van twee koppel korte glazen cilindres met metalen bekleedsel schuiven. Die cilindres bevatten stoffen die de kleuren van de vlam opslorpen. Men heeft een reeks cilindres geldig voor temperaturen verspringende van  $10^{\circ}$  of  $25^{\circ}$  van  $550^{\circ}$  tot  $3000^{\circ}$ .

Wanneer men bijvoorbeeld de warmtegraad van een oven wil bepalen is het voldoende door een paar cilindres te kijken; lijkt de vlam kleurloos, dan is hare temperatuur lager dan die, op de cilindres geschreven, en men beproeft het voorgaande nummer; indien de vlam donkerrood lijkt is hare temperatuur hooger dan de opgeschreven; na enkele proeven zal men de 2 paar op elkander volgende cilindres gevonden hebben zóó dat de vlam kleurloos schijnt door het eerste paar en donkerrood door het tweede.

De temperatuur van den oven is dan begrepen tusschen die, opgeschreven op de cilindres.

Van den anderen kant is het ook gemakkelijk bij het warmen van een oven een bepaalde temperatuur te bereiken, of zich te vergewissen of de warmtegraad dezelfde blijft tijdens een bewerking.

De stereopyrometer kan ook op afstand gebruikt worden, en zijne behandeling is zoo eenvoudig dat een werkman er goed mede kan omgaan.

Het is anderszijds voldoende cilindres te nemen die dicht op elkander volgen om de juistheid, die men verkiest, te bekomen.

Deze pyrometer is oneindig praktischer dan de thermo-electrische pyromoter en de pyrometer die

op de veranderlijkheid van het weerstandsvermogen van platina berust; daar hij echter nog zeer nieuw is, meenden we wel te doen, er hier eenige woorden over te zeggen.

### Dieselmotoren voor Koopvaardijochepen.

LEZING gehouden door den heer R. VAN VLOTEN, w. i. voor het Gezelschap „Leeghwater”.

Dr. Diesel trachtte, zooals bekend is, een z.g. „rationnelle Wärmemotor”, te maken, een motor zoodanig dat het kringproces van Carnot er in benaderd werd. Hij kwam toen tot de „Dieselmotor”. Om een groot nuttig effect te krijgen, zou men dus de compressie hoog moeten opvoeren, om toch de temperatuur zoo hoog mogelijk te krijgen. Maar de grens, om geen nadeelige invloeden te krijgen, bleek te zijn bij een compressiedruk van  $\pm 30$  atm. De temperatuur van de gecomprimeerde lucht is dan  $\pm 600^{\circ}$  C. en daar de vloeibare brandstof een temperatuur van  $\pm 150^{\circ}$  C. noodig heeft om te ontbranden, geschiedt dus de ontsteking van zelf.

Aan de hand van het arbeidsschema (fig. 2) eener 4-tact Dieselmotor is de werking aldus:

we beginnen met de zuiger hoogste stand.

- 1<sup>e</sup>.  $\frac{1}{2}$  omwenteling aanzuigen lucht.
- 2<sup>e</sup>.  $\frac{1}{2}$  „ compressie dezer lucht.
- 3<sup>e</sup>.  $\frac{1}{2}$  „ verbranding en expansie.
- 4<sup>e</sup>.  $\frac{1}{2}$  „ uitlaat der gassen.

Bij den 2-tact motor wordt de lucht niet door de motor zelf gecomprimeerd, maar door een luchtcompressor. De zuiger zelf zorgt voor de uitlaat door de spleten in den cilinderwand. In den laagsten stand der zuiger drijft de spoellucht de gassen uit de cilinder.

Uit de schematische teekening van een 4-tact motor zien we het volgende:

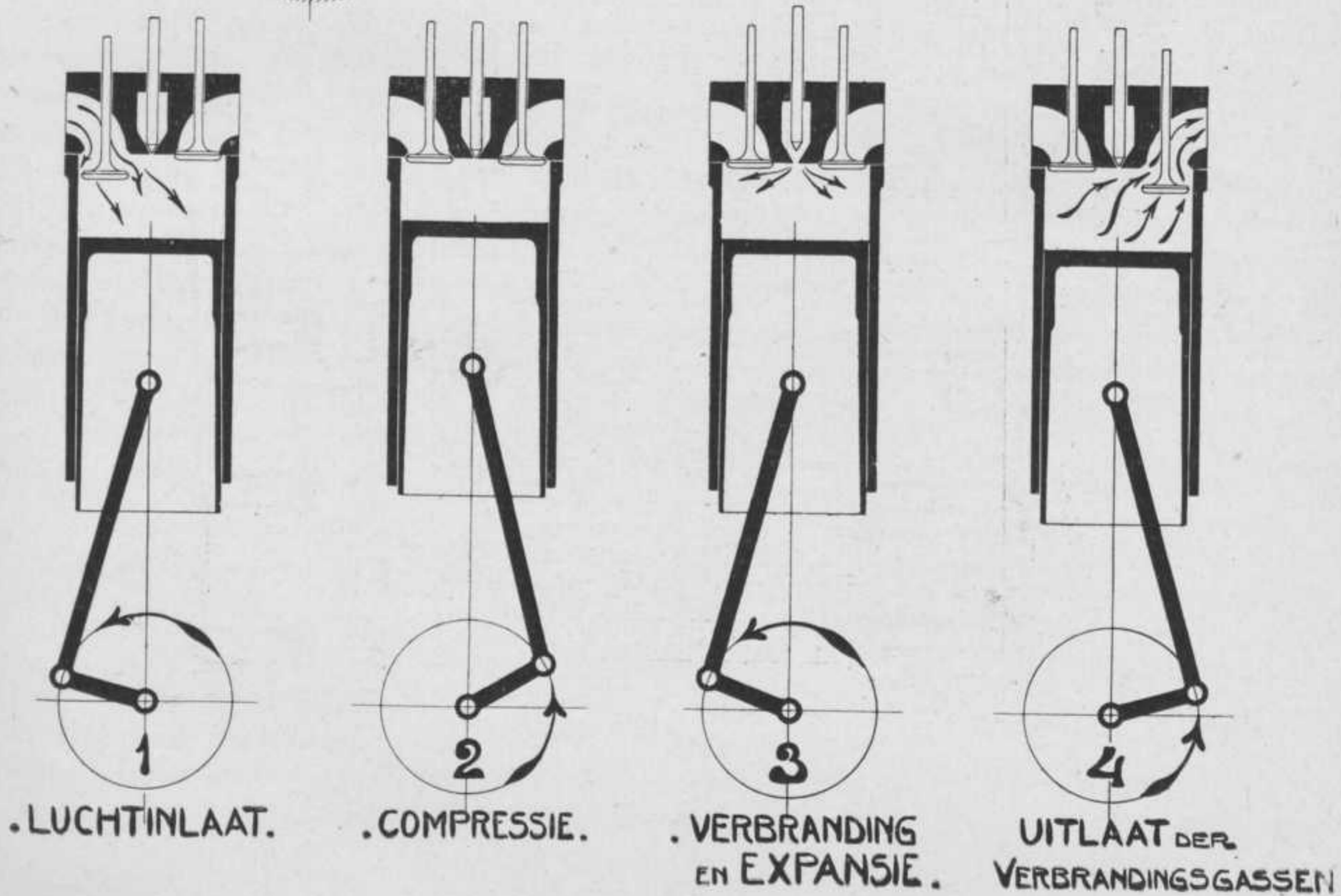
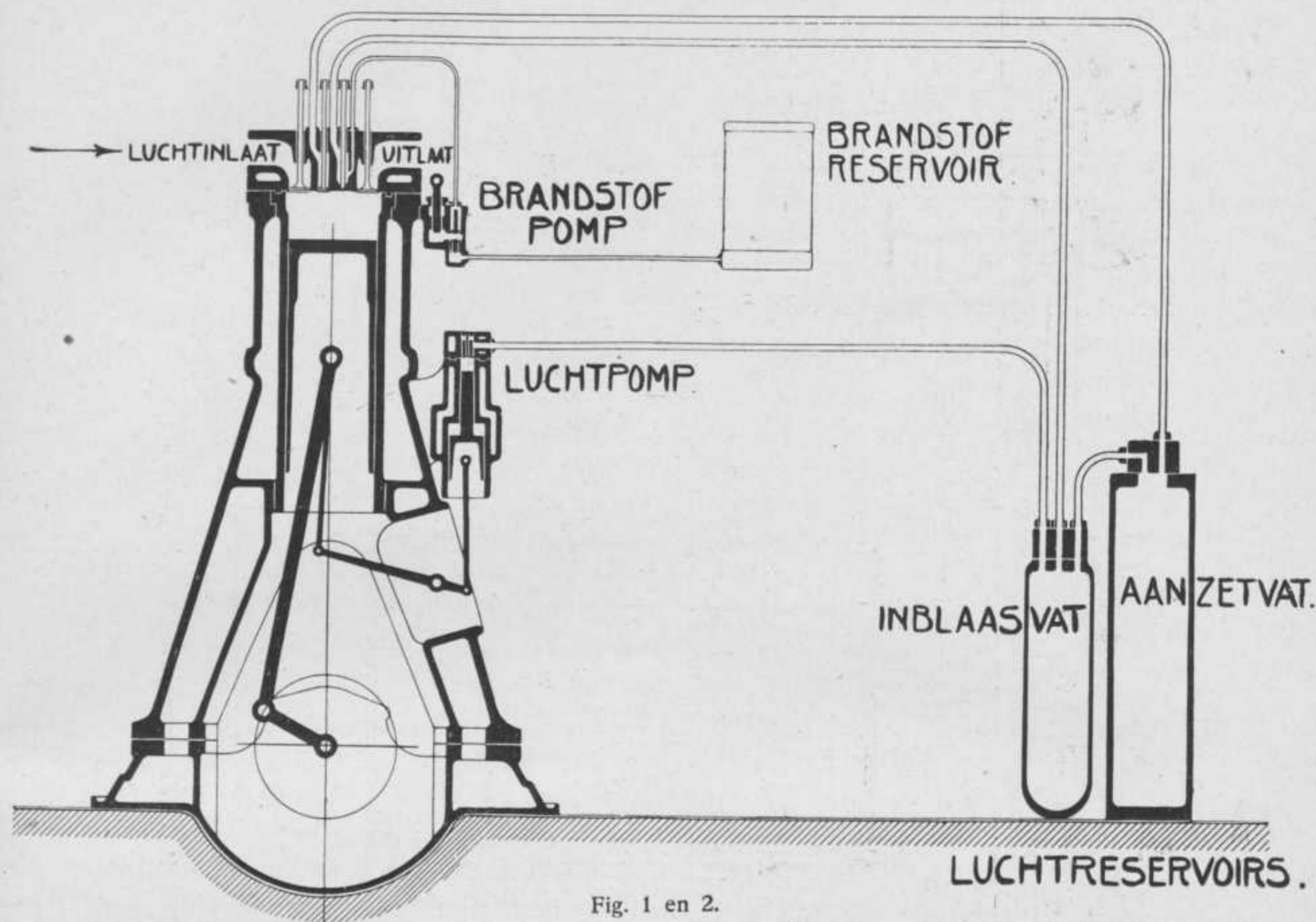
De luchtpomp pompt het inblaasvat en het aanzetvat op  $\pm 60$  atm. In de cilinderkop zien we 4 kleppen, nl. inlaatklep, aanzetluchtklep, brandstofklep, uitlaatklep. De kleppen worden geopend door hefboomen, die door duimassen bewogen worden.

De motor staat stil. We willen hem aanzetten. We plaatsen door een handel de hefboomen zoodanig dat de inlaatklep en de brandstofklep niet werkt, maar juist wel de aanzetluchtklep.



# • ARBEIDSSCHEMA •

## • „WERKSPOOR“ DIESELMOTOR •





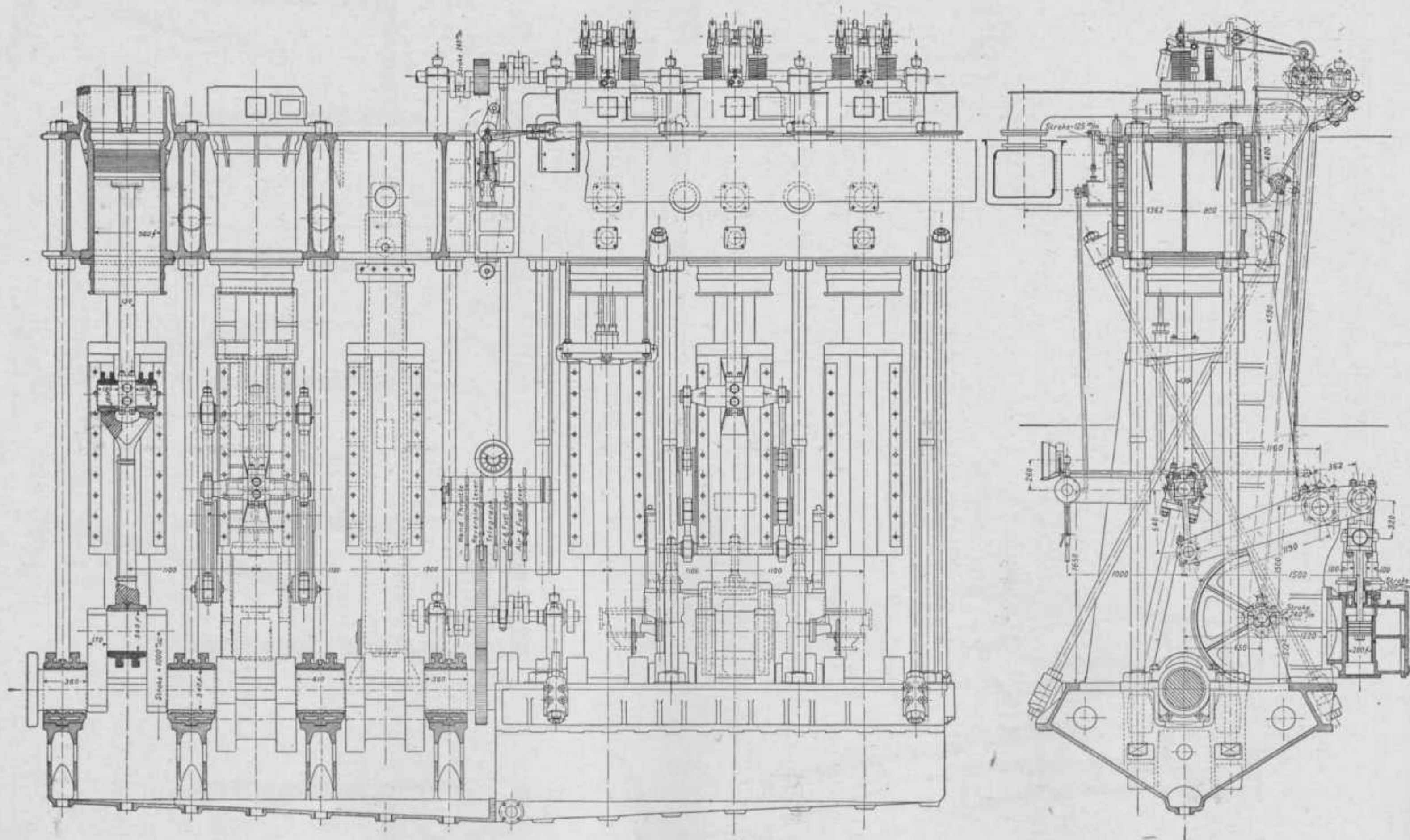


Fig. 3 en 4. 1100 E. P. K. Werkspoor-motor van de „Juno”.



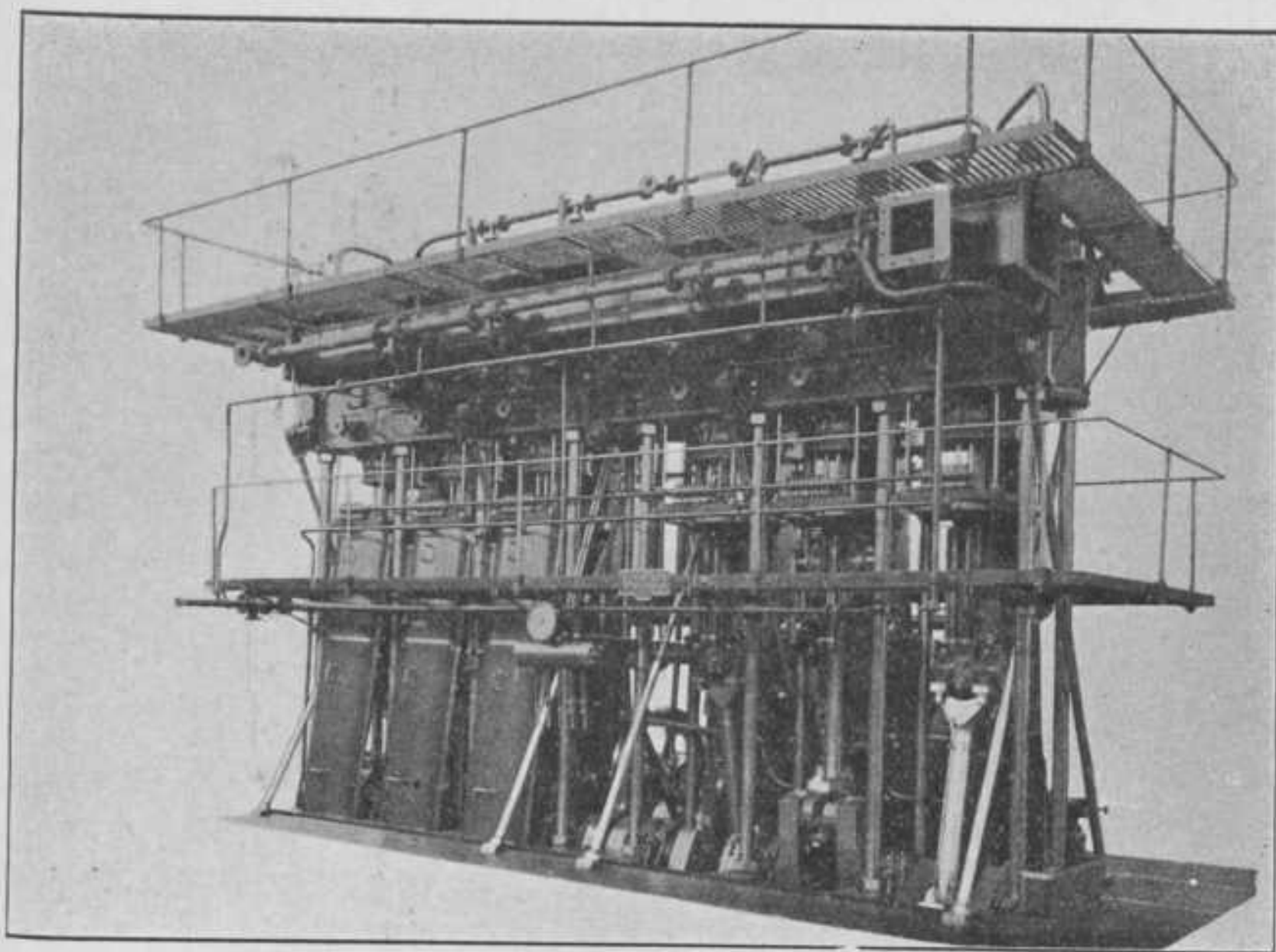


Fig. 5. Juno-motor.

De lucht stroomt nu uit het aanzetvat in de cilinder en de motor gaat op lucht loopen. Is een vereischt aantal toeren bereikt, dan schakelt de machinist de hefboomen zoodanig, dat de brandstofklep en de inlaatklep gaan werken maar de aanzetluchtklep gesloten blijft. Door de brandstofpomp vloeit de olie naar de brandstofklep en wordt daar door de lucht uit het inblaasvat op het juiste moment in de cilinder geblazen.

De brandstof die gebruikt wordt voor Dieselmotoren is vooral gasolie, een distellaat van de ruwe petroleum, nadat de benzine en de petroleum er reeds uit zijn. Na de gasolie blijft een residu over, dat op smeerolieën verwerkt wordt.

De gasolie distilleert over tusschen de temp. van ongeveer  $250^{\circ}$ — $350^{\circ}$ .

Verder kunnen enkele ruwolie soorten worden gebruikt, alsook verschillende soorten teerolie en teer.

Wat constructie betreft kunnen we onderscheiden in:

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1 <sup>e</sup> . enkelwerkende motoren, | } alle langzaam<br>loopend. |
| 2 <sup>e</sup> . dubbelwerkende „       |                             |
| 3 <sup>e</sup> . Junkers „              |                             |

Wat de eerste betreft, zijn deze de belangrijkste; want de tweede soort is nog in zoodanig stadium dat de toepassing op zeeschepen onmogelijk is.

De derde soort is nog in het stadium van proefneming.

#### 4-takt motoren.

Van de enkelwerkende 4-takt motoren vooreerst de motor van de „Juno” (fig. 3, 4 en 5).

De meest linksche cilinder is doorgesneden en vertoont het aan eenstuk gegoten deksel met cilinder, de gaten voor de kleppen, brandstofklep in het midden, terwijl de aanzetklep daarachter is (fig. 4).

De brandstofklep opent naar buiten, de verstuiver is van brons en de naald is afgedicht met metallieke pakking. Het kleplichaam der in- en uitlaatkleppen is van gietijzer.

De zuiger heeft de doosvorm en wordt door zeewater gekoeld, dat door telescopepijpen (fig. 4) wordt toe- en afgevoerd. De zes cilinders worden 3 aan 3 gedragen door een cilinderbalk. De zuigerstang, kruiskop, leibanen, enz. zijn alle gemaakt naar de ervaringen opgedaan met scheepstoommachines. De drijfstang is van het gewone type (marinekoppen).

De krukas bestaat uit twee deelen.

De leibanen zijn bevestigd aan kolommen, die niet dienst doen voor steun van de cilinders. Deze kolommen zijn met bouten aan de fundatieplaat bevestigd maar hebben geen verbinding aan de bovenkant. Alleen zijn hier aan de cilinderbalk stroken aangebracht die zijdelingsch bewegen voorkomen (fig. 4). De overbrenging der trekkrachten (druk treedt nooit op, dan door eigen gewicht der cilinderbalk) geschiedt door vloeijzeren trekstangen, waardoor tevens bereikt is dat de cilinders bij de ontbranding zuiver verticaal naar boven gaan (enkele tienden van millimeters).

Voor de noodige dwarsscheepsche stijfheid zorgen de diagonalen. Hierdoor wordt een zeer toegankelijke en lichte machine verkregen. Dit is goed te zien in fig. 5. Verder dient nog vermeld te worden het tusschendecksel onder de cilinder voor het opvangen van vuil, zoodat dit niet in de krukput komt en voor de bevestiging der telescopepijpen (fig. 4).

De zuigers hebben Ramsbottom veeren. Voor het reinigen van deze, na iedere reis, van de



aangekoekte olie, waardoor de veeren vastbakken, moeten deze makkelijk te demonteeren zijn. Daartoe is het onderstuk der cilinder met tapbouten bevestigd. Wanneer dit losgenomen wordt en geplaatst op het tusschendecksel dan is, wanneer de kruk in de onderste stand staat, de zuiger geheel vrij van de cilinder (zie T. S. T., 2<sup>e</sup> jrg., blz. 535). De zuiger zit met tapbouten aan de zuigerstang en kan dan dus gemakkelijk gedemonteerd worden.

Door de duimas en hefboomen met rollen worden de kleppen bewogen. De duimas, onder de hefboomen in fig. 4, wordt gedreven door 4 trekstangen op 4 krukjes onder 90°. Een tweede duimas, voor de achteruitbeweging wordt bewogen door de eerste door 2 tandwielen (overbrenging 1 op 1). Deze twee assen rusten in kussenblokken, die twee aan twee gegoten zijn. Deze stukken rusten op rechte leibanen. Daardoor kunnen we de achteruit duimas onder de rollen der hefboomen brengen. Dit geschiedt door een moer met schroef gedreven door een 2 cilinder luchtmotortje, (kan ook met stoom loopen) of met de hand. De cilinders der luchtmotor staan 90° op elkaar (zie fig. 3 midden in). Daar de afstand der trekstangen verandert bij het verschuiven hebben de trekstangen alleen aan de buitenzijde draagvlak, dit kan daar ze toch nooit gedrukt worden.

Het krukasje beneden wordt gedreven door de hoofdas door twee tandwielen (overbrenging 2 op 1).

Het omschakelen van aanzetklep en uitlaatklep op brandstofklep, in- en uitlaatklep geschiedt bij de 6 cilinder motoren in het midden der machine (fig. 3) telkens voor 3 cil. tegelijk. De klep-hefboomen zitten op excentrische assen die bewogen worden door het handle op bovengenoemde plaats.

Daardoor komen dus de hefboomrollen al of niet in aanraking met de bijbehorende duim.

Bij de „Sembilan” (zie T. S. T., 2<sup>e</sup> jrg., blz. 535, fig. 9) wordt dit voor ieder der 3 cilinders afzonderlijk gedaan.

De Firma Burmeister & Wain, Kopenhagen, maakt ook 4-takt Dieselmotoren o. a. de 2 motoren van de „Selandia”.

Dit zijn 8 cilinder motoren. Iedere cilinder is afzonderlijk gegoten, met los deksel en losse binnencilinder en geplaatst op een groote gietijzeren kast en door zware doorgaande bouten aan de fundatieplaat bevestigd.

Voor demontage der zuiger moeten de klep-beweging en de deksels gedemonteerd worden. Voor het inbrengen van een nieuwe krukas moet de geheele machine uit elkaar (onlangs geschiedde dit met de krukas der „Jutlandia”, zusterschip).

Ook hier het tusschendecksel waardoor de zuigerstang met pakkingbuis gaat. Leibanen en kruishoofd, maar toch de lange trunkzuiger. De olie af- en aanvoer voor de zuigerkoeling, geschiedt door de holle zuigerstang. De 2 „Selandia” motoren hebben ieder 8 cilinders met een vermogen van  $\pm 1000$  E. P. K. per motor.

Burmeister & Wain heeft reeds verschillende schepen van hare motoren voorzien als:

De „Selandia”, „Jutlandia”, „Christiaan X”, „Succia”, „Siam”. Het laatste schip der Fa. B. & W. heeft de krachtigste 4-tact motoren: 2 van 1250 E. P. K. Hierin zijn toegepast de dooszuiger met waterkoeling door telescopebuizen, de cilinder op gietijzeren kolommen en daartusschen staalplaten.

#### Tweetact Motoren.

Vooreerst de „Hagen” van de firma Krupp, Germaniawerf.

Hoofdkenmerken dezer 6 cilindermotoren zijn (fig. 6):

Cilinder en deksel een stuk. In het deksel zijn 4 kleppen, waarbij twee spoelluchtkleppen, dus evenveel als bij de viertact moter. De uitlaatpoorten (links) geven toegang tot een cirkelvormige ruimte, die uitmondt in de uitlaatpijp, door middel van een gietstalen tusschenstuk, dat, voor uitzetting, beweegbaar is in twee pakkingbussen. De uitlaatpijpen worden met water gekoeld. De spoellucht wordt door de spoelluchtpomp gecompriëerd en door een groote pijp naar de kleppen gevoerd.

De zuigerstang bestaat uit twee stukken, zoodat, wanneer het onderste stuk wordt weggenomen en de kruk in zijn onderste stand staat, de zuiger te demonteeren is. De cilinders staan op gietijzeren kolommen waar alleen trek in komt en dus zou het logischer zijn deze door vloeijzeren trekstangen te doen opnemen.

De kleppen worden bewogen door een enkele duimas, aangedreven door schroefwielen en die zijdelings aanschuifbaar is; daartoe is dus noodig dat de hefboomrollen, tijdens het verschuiven niet op de duimen rusten. Dit gebeurt ook weer



door excentrische assen. Hierdoor wordt ook de aanzet met lucht geregeld. Dit geschiedt voor telkens 3 cilinders tegelijk.

Aan de excentrische hefboomassen zitten armen waaraan stangen, die naar de toestellen gaan,

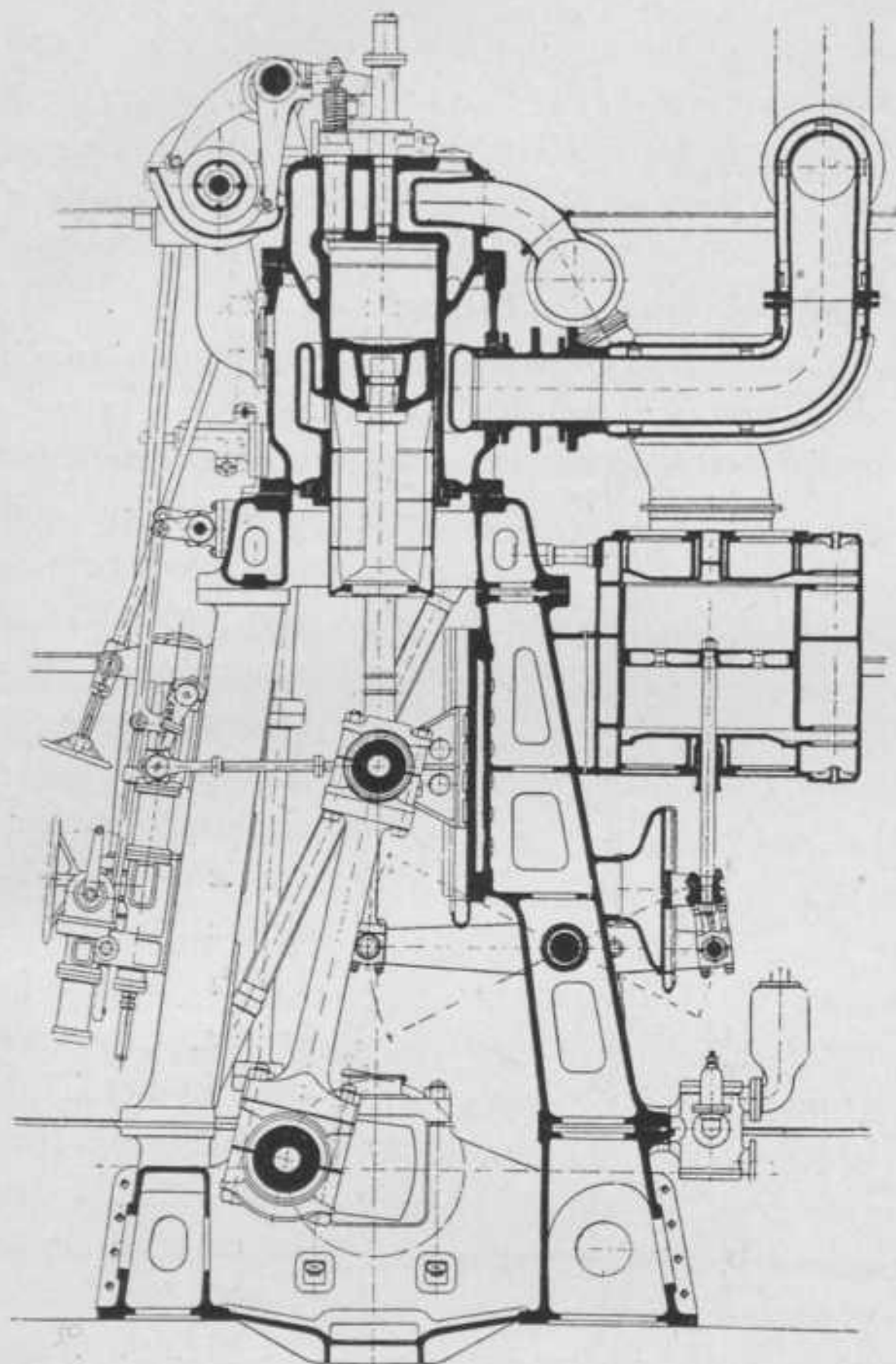


Fig. 6. 1150 E. P. K. Krupp-motor van de „Hagen”.

waarvan hier een schematische voorstelling gegeven wordt (fig. 7).

De stang gaat naar een hefboom op een tusschenas, voor iedere 3 cilinders een, en heeft daar dan tevens de verstelling met de hand, die natuurlijk noodig is, wanneer de pneumatische inrichting defect is. Op die tusschenas is een tweede hefboom, welke door stang *D* verbonden is aan de zuigerstang van de zuiger in cilinder *B*, waarin aan beide zijden lucht kan toegelaten worden.

Boven cilinder *B* is een tweede cilinder *A*, met zuiger, waarbij maar aan een zijde luchttoevoer mogelijk is.

Stel, men wil alle hefboomen van de duimen vrij hebben, dus de excentrische as in den middenstand, dan lucht toelaten onder *B* en boven *A*.

Dit geschiedt met de hand met toestelletje *C*. Daar *A* grooter is dan *B* zal dus het complex zoodanigen stand innemen, dat *A* geheel naar beneden staat. Dit is dan juist de middenstand. In dezen stand der hefboomen kan de duimas verschoven worden. Daarna laten we, door lucht boven *B*, de rollen der aanzetkleppen in aanraking met hun duimen komen. De motor begint te loopen op lucht. Na een paar slagen: lucht geven onder *B* en geven *A* vrij, dus *D* stijgt tot hoogste stand, waardoor spoellucht- en brandstofkleppen gaan werken en de motor normaal loopt.

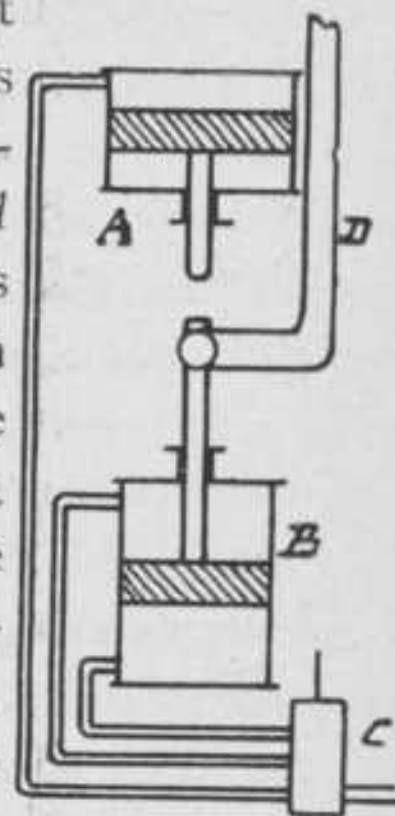


Fig. 7. Schema van keerbeweging der Krupp-motor.

Ieder der motoren weegt 140 ton, de geheele machine-installatie 580 ton, met een vermogen van 2300 E. P. K. Deze cijfers zijn voor de „Emanuel Nobel” 6 cilinder 4-tact „Werkspoor” 117 ton en 430 ton.

In de praktijk blijkt dus de 4 tact lichter te zijn!

(Slot volgt).

## Spanningmeters en Spanningmetingen.

Vrijdagavond 30 Januari hield de heer J. Schroeder van der Kolk, c. i., hoofdingenieur van spoorwegen, een voordracht over de door hem gebezigde spanningmeters, „stelsel Okhuizen”, en de daarmee verkregen uitkomsten bij het onderzoek van bruggen en spoorstaven. Sedert de voltooiing van de eerste groote spoorwegbrug in ons land over de IJssel bij Westervoort in 1856, is het gewoonte geweest, deze aan een nauwkeurig onderzoek te onderwerpen. Oorspronkelijk werden alleen doorbuigingsmetingen verricht bij belasting met een speciale trein, doch weldra werd deze belasting ook dienstbaar gemaakt tot het doen van andere waarnemingen, namelijk het meten van spanningen in verschillende constructie-onderdeelen.

Onder de eerste toestellen, waarmee practisch bruikbare resultaten verkregen zijn, mag genoemd worden de spanningmeter van *Depuy*, ing. bij de Chemin de fer d'Orléans, die zijn toestel inzonder op de wereldtentoonstelling in 1873. Het toestel muntte uit door eenvoud.



Het bestond uit een staaf, aan welks eene einde scharnierend een wijzer bevestigd was. Het andere einde van den staaf en een draaipunt op den wijzer werden op het te onderzoeken constructie-deel vastgeklemd. Een in dit deel optredende spanning was dus door het verplaatsen van het andere uiteinde van den wijzer waar te nemen. Alle spanningmeters komen n.l. in principe hierop neer, dat tusschen twee punten gemeten wordt de lengteverandering, die van de optredende spanning het gevolg is. Bij een staaf, waarin zuivere trek of zuivere druk optreedt, en de spanning zich dus gelijkmatig over de doorsnede verdeelt, geeft dit niet tot moeilijkheden aanleiding. Anders wordt dit echter wanneer behalve trek of druk ook nog een buigend moment op de uiteinden van de staaf werkt. We hebben dan een spanningsverdeling, welke niet in elke doorsnede van de staaf gelijk is.

Met de instrumenten nemen we echter waar een gemiddelde spanning tusschen de beide punten; om nu zoo goed mogelijk de maximum optredende spanning te kunnen meten, moet dus de meetlengte zooveel mogelijk beperkt worden.

Een later toestel was dat van Manet, later verbeterd tot *Rabut-Manet*. Ook hier werd de lengteverandering tusschen de twee vaste punten gemeten met een drukstaaf, welke hier echter door een raderwerk met een vergrooting van  $\frac{1}{40}$  (later  $\frac{1}{360}$ ) werd overgebracht op een wijzer in een doos. De meetlengte was 1 M.

In 1891 werd het onderzoek van bruggen opgedragen aan den heer Schroeder van der Kolk. Aan de metingen met belasting door speciale treinen waren verschillende bezwaren verbonden, zoodat als regel gebruik werd gemaakt van de overgang van de dagelijksche treinen.

De instrumenten, waarmede deze metingen werden verricht, zijn uitvoerig beschreven in de „Ingenieur” van 12 Mei 1900. De drukstaaf is hierbij vervangen door een stalen trekband, terwijl het raderwerk plaats heeft gemaakt voor een eenvoudigen hefboom.

De waarnemingen werden opgeschreven op een schaal met lampenzwart. De deksel was zoodanig draaibaar, dat bij het aanzetten een duidelijke aanvangsstreep werd verkregen. Deze instrumenten werden ook gebruikt tot zelfregistreeren op een papierstrook, waarvan eveneens in genoemd artikel eenige afbeeldingen voorkomen. De papierstroken werden bewogen met handbeweging.

Met deze toestellen zijn ook vele waarnemingen gedaan over spanningen optredende in spoorstaven gedurende den overgang van treinen. Het resultaat hiervan is verwerkt tot eene studie, opgenomen in het Tijdschrift van het Kon. Inst. van Ingenieurs van 1907—'08. De kleinste meetlengte, welke met deze toestellen is te verkrijgen, bedraagt 35 cM.

Bij de kleine biels-afstand ( $\pm 70$  cM.) is het wel duidelijk, dat op de aanwijzing van de spanningmeters niet de maximumspanning was te verkrijgen.

Door den heer Okhuizen, ingen. bij het stoomwezen, was een toestel bedacht voor spanningmeting bij ketelbesproeving, dus voor uitsluitend rustende belasting. Deze instrumenten zijn ook bruikbaar gemaakt voor metingen op bruggen en spoorstaven. Hiermede zijn meetlengten verkregen van 6, later 2, thans zelfs van 1 cM.

De constructie van het toestel blijkt duidelijk uit de fig. I en II. Het geheel wordt met een veerenden naald *E* tegen het constructie-deel aangedrukt. Heeft men zelfregistreering noodig, dan wordt deze inrichting afzonderlijk er onder aan-

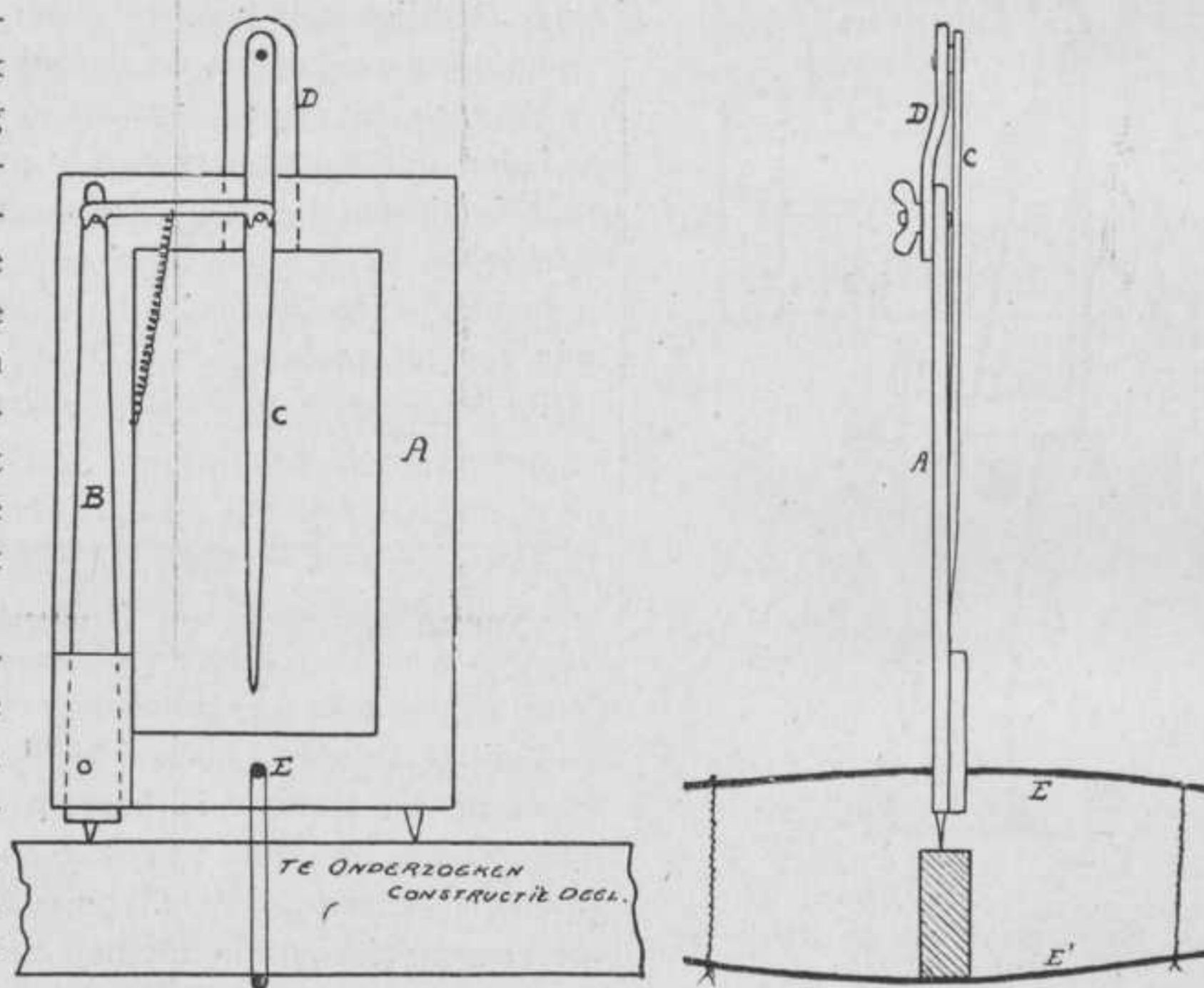


Fig. 1 en 2.



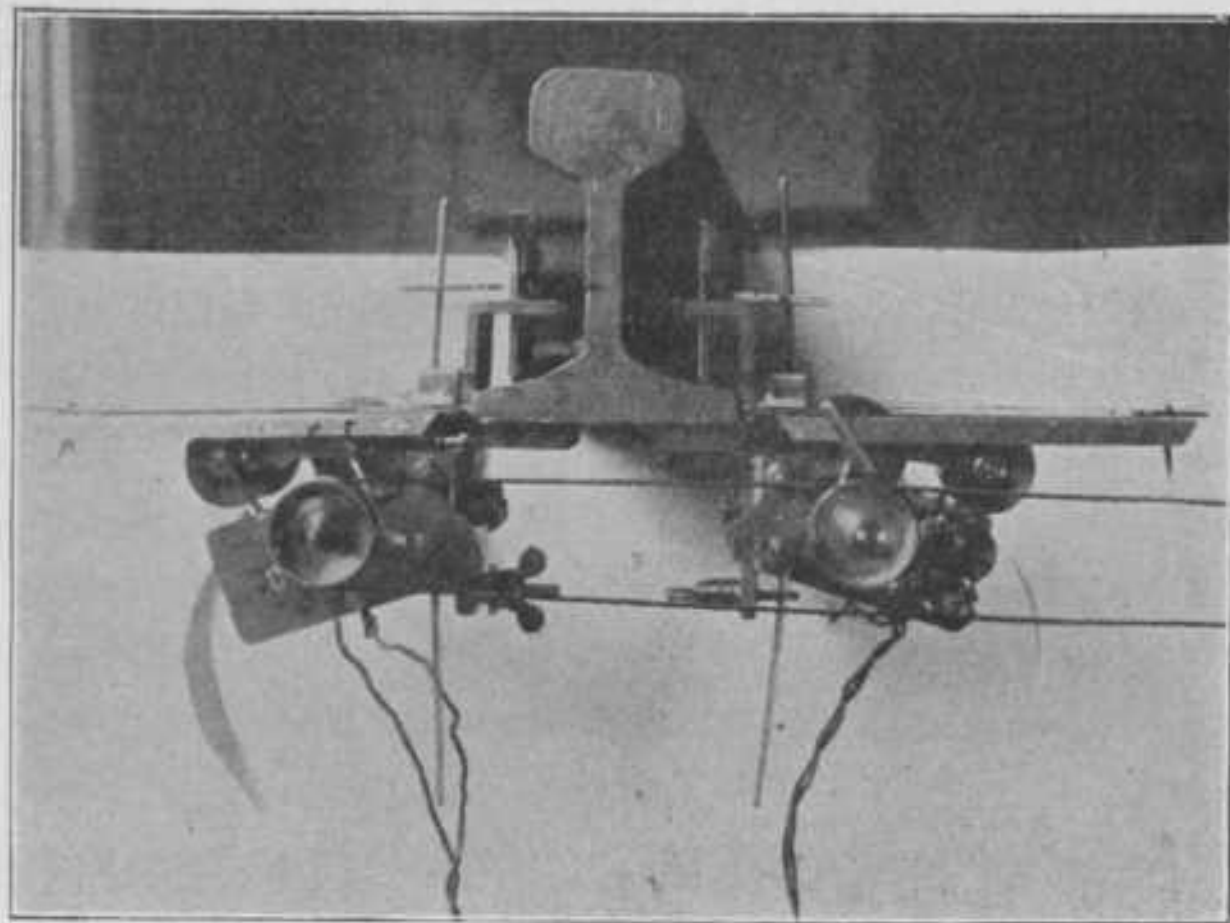


Fig. 3. Opstelling van twee spanningmeters aan een railvoet.

gebracht. Hierdoor blijven de toestellen uiterst licht, en wordt het bezwaar van lostrillen zeer beperkt. De schrijfstift *C* is van Berlijnsch zilver, welke op een met een zinkverbinding geprepareerde papierstrook een fijne inkrassing geeft.

Bij de waarneming van spanningen in de rails komt aan de voet van de rail een klem welke de naald houdt, die het toestel tegen de rail aandrukt; aan deze klemschroef wordt de rol met papierstrook bevestigd. Verder is er nog noodig een electrisch contact, dat bij de overgang van elk rad op een afzonderlijk diagram (het trein-diagram) een uitwijking geeft. Dit is noodzakelijk ter vergelijking van de diagrammen, daar het niet mogelijk is aan alle trommels een gelijke snelheid te geven. Fig III geeft een beeld van de opstelling; duidelijk ziet men de klemmen, de naald, het toestel en de registreerrollen.

De plaatsing van de instrumenten aan de rails geschiedt altijd in groepen, n.l. aan beide rails, zoowel aan de binnen- als aan de buitenzijde. De rails ondergaan bij de overgang van een rad een buiging in verticale richting. Bij een bocht zal echter de trein op de buitenspoorstaaf ook nog een centrepetale kracht uitoefenen, welke een buiging in horizontale richting veroorzaakt. Noemen we nu de spanning, door de verticale buiging veroorzaakt *S*, die door de horizontale *T*, dan krijgt men op de buitengeplaatste meter een aflezing  $Bu = S + T$  en op de binnengeplaatste  $Bi = S - T$ . Zeer eenvoudig zijn dus de spanningen te scheiden, n.l.:

$$\frac{1}{2} (Bu + Bi) = S$$

$$\frac{1}{2} (Bu - Bi) = T.$$

Zeer karakteristiek waren de diagrammen, welke spreker demonstreerde, n.l. van een bocht met nieuw stoelspoor 46 K.G./M'. en een met oud spoor van 40 K.G./M'. Bij het eerste gaven de afgeleide spanningsdiagrammen (voor *T*) een zeer regelmatig verloop, terwijl in de tweede groote pieken voorkwamen, welke dus wezen op heftige schokken en een onrustige gang van den trein door de boog.

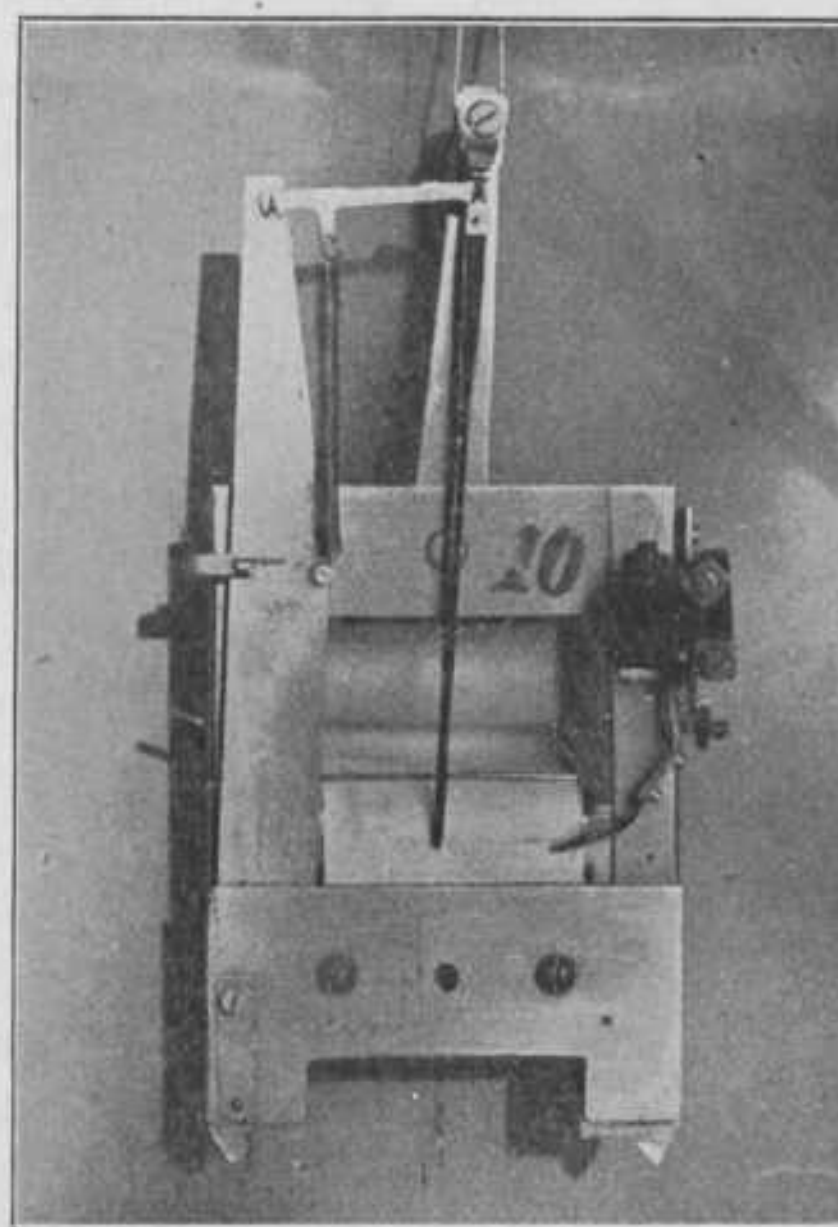
Merkwaardig waren ook de uitkomsten van metingen in een boog tusschen Willemsdorp en Dordrecht met 400 M. straal, waarvan spreker reeds eenige uitkomsten had medegedeeld op de vergadering van het K. I. v. I. van 6 Sept. 1913.

Hieruit bleek, dat de grootste spanningen in de rail werden veroorzaakt door het 1<sup>ste</sup> truck-, en het 1<sup>ste</sup> tenderrad van de machine.

Ook zijn de kleine toestellen wel gebruikt voor waarnemingen op laschplaten, waarbij duidelijk de betere werking van de laschplaten bij het nieuwe spoor in het oog trad.

Bij bruggen zijn eveneens meerdere waarnemingen verricht. Door de meer middelrijke belasting zijn hierbij op de diagrammen niet meer zoo duidelijk de uitslagen voor elk rad te onderscheiden. Daar de trilling bij bruggen minder last veroorzaakt, worden hierbij ook wel toestelletjes gebruikt, waarbij de registreerinrichting en aanwijzer voor het trein-diagram in één geheel zijn vereenigd, fig. IV.

Spreker demonstreert eenige voorbeelden o.a. een hangstijl van de brug te Heumen, waarin door





waarneming van meerdere spanningmeters een groote secundaire buiging was aangetoond. Verder secundaire buiging in de dwarsdragers van bruggen welke vast aan de hoofdliggers verbonden zijn. Ook geven de spanningmetingen aanwijzing tot het ontdekken van constructiefouten.

Ten slotte legde spreker de nadruk op de noodzakelijkheid om bij de berekening van bruggen uit te gaan van een logischen opzet. Hij wees op de tegenstrijdigheid tusschen de met wiskundige juistheid berekende maximum spanning, welke een fictieve belastingtrein in de een of andere randstaaf of diagonaal veroorzaakt, en de globale toelaten spanning en het benaderend gekozen profiel. Verder op de weinige homogeniteit van het materiaal, welke bij microscopische onderzoekingen aan het licht komt, op onzuiverheid van het spoor, slecht uitgebalanceerde locomotieven en nog vele dingen, welke niet onder cijfers zijn te brengen. Een hoofdvereischte is echter, dat berekening en constructie rekening houden met de eischen, die de treinen aan de brug stellen.

Met een passend woord dankte de voorzitter van Pract. Studie den spreker voor zijne interessante voordracht.

J. D. M. B.

## De Zon.

VERSLAG van de lezing gehouden door den Heer KATER voor „Christiaan Huygens” op 26 Januari 1914.

De heer Kater begon met er op te wijzen, dat, wanneer wij spreken over de zon, wij eigenlijk te doen hebben met een denkbeeld daarvan, dat wij ons door logisch denken, uit de resultaten van alle waarnemingen samenstellen. Naarmate de natuurwetenschap en de instrumenten ter waarneming omvangrijker en nauwkeuriger worden, naar die mate zal natuurlijk ook dit beeld omtrent de zon hoe langer hoe meer met de ware zon overeenstemmen. Aanvankelijk zullen we ons dus moeten behelpen met wat we tot nu omtrent haar te weten zijn gekomen.

Spreker deelde zijne lezing in twee gedeelten; in het eerste besprak hij de rol, die de zon in het heelal vervult en vergeleek haar daartoe met andere sterren; in het tweede behandelde hij hare physische gesteldheid en gaf hij eenige hypothesen omtrent haar wezen.

Zij blijkt, uit alles, een heel gewone ster te zijn, die niets vóór heeft boven de andere, en meer een middelmatige plaats in te nemen. Haar snelheid van 29 K.M. ruim is betrekkelijk klein, ten opzichte van waargenomen bewegingen van sterren van 300 en 600 K.M. per sec., en ook hare grootte is niet zoo bijzonder. Zoo toont zij zich van uit Sirius als een sterretje van de grootte 2 à 3, van uit Wega als een van de grootte 3 à 4. Terwijl onze zon verder enkelvoudig is, en geel is, zijn er sterren, die bestaan uit verschillende componenten, van frappante kleuren die de hen omgevende planeten phantastisch moeten verlichten. Ook wat haar ouderdom betreft, op te maken uit de vergelijking van haar spectrum met dat van andere sterren, is zij niet van buitengewone beteekenis; zij schijnt over het gemiddelde reeds heen te zijn. Ook hare straling is niet zoo verbazingwekkend; de stralingsconstante, d.i. het aantal caloriën, dat door eene volkomen zwarte stof op aarde per minuut en per  $\square$  c.M. wordt opgenomen is 2,2; bij de bepaling daarvan is voor de absorptie door den aardschen dampkring aangenomen een waarde van 70%. Voor de temperatuur der zon kon daaruit afgeleid worden 6000° Celsius.

De afstand van de zon tot de aarde wordt gemeten met behulp van de parallax van een dichtbijzijnde planeet en gewoonlijk ook door die parallax aangegeven. Men neemt daarvoor bij voorkeur een der planetoïden Eros bijv., die als heel klein sterretje, als punt genomen kan worden. Ook kunnen de overgangen van Venus en Mercurius over de zon daartoe dienen. De parallax bedraagt 8",80 d.w.z. de afstand is 149,5 miljoen K.M. gemiddeld. Daaruit kunnen we hare eigen grootte, massa enz. in onze aardsche maten uitdrukken. De zwaartekracht aan haar oppervlak is 27 maal zoo groot als op aarde, haar S. G. is slechts 1.4.

In verband met de verschijnselen, die we opmerken, kunnen we de zon verdeelen in lagen; van buiten naar binnen zijn die: de corona, de chromosfeer, de omkeerende laag, de fotosfeer en de kern.

De *corona*, de bij zonsverduisteringen geheimzinnig lichtende stralenkrans, vertoont groote vormveranderingen, die in verband staan met de vlekkenmaxima en -minima. Zij is zeer ijl, schijnt stoffelijk opgebouwd te zijn, en bevat een gas Coronium, dat wij hier niet kennen. Aan objecten (kometen) die zich door haar heen bewegen, biedt



zij zoo goed als geen weerstand. Onder de corona, ligt de *Chromosfeer*, die zich in rose licht aan ons oog voordoet. Zij bestaat o. m. uit H-, Ca- en K-dampen, en lijkt iets op een vlammenzee. Het onderste deel daarvan, dat ook zwaardere elementen bevat, heet de *omkeerende laag*, zoo genoemd naar de plotselinge wijziging die bij eene zonsverduistering het spectrum ondergaat, wanneer de spectroscop van het midden naar den rand gericht wordt. Het gewone spectrum met zijn donkere strepen, wordt, wanneer het instrument die plaats bereikt, plotseling omgekeerd; de achtergrond wordt donker, en de Fraunhofersche lijnen komen sterk lichtend naar voren. Dit duurt slechts eenige seconden (Flashspectrum) waarop het spectrum der chromosfeer verschijnt. De omkeerende laag rust op de *photosfeer*, het eigenlijk lichtende zonne-oppervlak, dat het continue spectrum geeft. Onder haar ligt de kern die voor ons wel altijd verborgen zal blijven. Behalve enkele genoemde (waaronder goud) komen alle elementen, die wij kennen, op de zon voor.

In de photosfeer zien wij dikwijls zwarte *vlekken*, vroeger als gaten beschouwd. Zij zijn sterk omgeven door *fakkels*, die overigens over het heele zonne-oppervlak voorkomen; en soms zijn de beide overzijden van zoo'n vlek verbonden door *bruggen*. De grootere fakkels noemen we *protuberansen*, rozige, hoog oplaaiende vlammen, die zich soms zeer snel verbazend hoog boven het zonne-oppervlak verheffen, om soms ook zeer snel te verdwijnen. Reeds met kleine kijkers vertoont zich de *granulatie* van de photosfeer; zij verschijnt dan als een massa zich langzaam verplaatsende lichtende en donkere korrels.

Na eene korte pauze, ging de heer Kater over tot de bespreking van enkele theoriën over het wezen der zon.

Het eerst verscheen in het begin der 19<sup>e</sup> eeuw de theorie van Herschel. Hij dacht zich de zon als eene donkere vaste kern, omgeven door eene gloeiende wolkenlaag, de photosfeer, en tusschen die beide eene donkere damplaat, ter beschutting van het inwendige deel tegen de hitte van het buitenste. In die beide lagen ontstonden wervelingen, waardoor zij gescheurd werden en zoo ons het beeld van eene vlek vertoonden.

In de tweede helft dier eeuw, toen de spectroscop heel wat nieuwe kennis gebracht had omtrent de zon, heel wat nieuwe verschijnselen, moesten

opgenomen worden in de theorie, kwam Secchi met een andere verklaring, die in 1905 door Young aangevuld werd en verbeterd, welke laatste de nu nog, behoudens onderdeelen, meest geldige is.

De zon wordt hierin beschouwd als een geheel uit gas opgebouwde bol, van hooge temperatuur, die tengevolge van den hoogen druk om de kern eene strooperige massa is. Zij is opgebouwd in lagen, die we reeds kennen en waarvan de photosfeer zoover afgekoeld is, dat daarin wolken en dampen bestaan, die door afkoeling de vlekken, enz. veroorzaken. Heftige erupties en neerdalende stroomen zorgen voor een herstel van evenwicht, en geven aanleiding tot protuberansen en fakkels.

Het bezwaar tegen deze theorie was de scherpe afscheiding die wij zien aan de zon, wat in eene gloeiende gasmassa eigenlijk niet bestaan kan. Schmidt loste deze moeielijkheid op met behulp van de straalbreking in de hoogere gassen. Hij toonde aan dat wij van de van-ons-afgekeerde zijde der zon nog uit het scherplichtende deel stralen krijgen te zien, die den zonsdiameter ten koste der niet meer sterk lichtende en donkerder wordende lagen vergrooten.

Spreker legde dit nader uit.

Ook de wolkenvorm der photosfeer werd in twijfel getrokken, en het is vooral te danken aan onzen landgenoot Prof. Julius te Utrecht, die bij de zonsverduistering van 17 April 1912 te Maastricht daartoe de noodige waarnemingen deed, dat die theorie thans onhoudbaar is gebleken. De uiterste rand der zon straalt te weinig uit, dan dat die straling zou kunnen worden toegeschreven aan een wolkenvorm. Prof. Julius gaat op grond van theoretische beschouwingen echter nog verder. Tengevolge van het verschijnsel dat „anomale dispersie” wordt genoemd meent hij te mogen concludeeren, dat zoowel de omkeerende laag als de chromosfeer geen daadzakelijk bestaan hebben, maar toegeschreven moeten worden aan een optisch bedrog. Bij die dispersie toch wordt, tengevolge van verschil in druk der het licht onderscheppende gassen, het licht buiten het spectrum gebracht, zoodat wanneer het spectrum zelf verdwijnt, dat uitgebroken licht nog zichtbaar blijft. Dientengevolge worden lichtende lijnen gezien, onmiddellijk na het verdwijnen van het spectrum zelf bij de waarneming, wat het verschijnsel der omkeerende laag veroorzaakt, terwijl de weinige resterende lijnen die overblijven, wanneer dit heldere lijnen-



spectrum ophoudt, de chromosfeer ons als 't ware voor oogen tooverd. Ook de protuberansen en de fakkels zouden op die wijze verklaard kunnen worden en dus teruggebracht kunnen worden tot optisch bedrog. De onmogelijke snelheid der opstijgende gassen zou daarmee dan ook geen realiteit zijn, en daarmee zou eene moeielijkheid voor het physisch denken ophouden te bestaan.

Brester gaat nog verder. Hij weerspreekt al die onbepaalde bewegingen op de zon; en zegt, dat wanneer de zonnevlekken inderdaad zouden bestaan door condensatie of door opstijgende bewegingen der gassen, dit van zóó grooten invloed moest geweest zijn op de verschillende lagen, die ieder met hunne eigen snelheid wentelen, dat deze wenteling reeds lang tot eene algemeene enkelvoudige moest gebracht zijn.

Voor hem is de zon reeds een volmaakt rustig lichaam. Hij onderstelt haar te zijn opgebouwd uit radioactieve stoffen, die voortdurend  $\beta$ -stralen de interplanetaire ruimte inzenden. Deze brengen de ijlere gassen om de zon tot lichten (het lichten der corona), terwijl zij aan het zonneoppervlak zelf een verzamelen van positieve electronen veroorzaken, die den rooden gloed der chromosfeer te voorschijn roepen en de vlekken verklaren kunnen.

Tenslotte stond spreker nog eenigszins uitvoerig stil bij de onderzoekingen van Birkeland en Störmer (beiden in Christiania). Hun uitgangspunt was het Noorderlicht, in verband met magnetische stormen op aarde en de zonnevlekken; de eerste onderzocht dit door laboratoriumproeven, de tweede knoopte daaraan interessante verklaurende wiskunstige beschouwingen vast. Een ijzeren bol, die meer of minder magnetisch gemaakt kon worden, was opgehangen in een vacuumbuis, die dienst deed als Geislersche buis. De bol fungeerde aanvankelijk voor anode, en werd blootgesteld aan de werking der stralen uit de kathode; prachtig vertoonde zich toen wat wij Poollicht noemde. Later werden de functies verwisseld, en werd de kathode tot anode, de ijzeren bol zelf tot kathode bestemd. Wanneer er dus analogie bestond tusschen onze Zon en de bol dan moesten de verschijnselen der eerste natuurlijk waargenomen kunnen worden bij de tweede; en op meer dan verbazingwekkende wijze is dit gebleken. De zonnevlekken, ringen volkomen overeenstemmend met die van Saturnus, draaiende sterren op den bol

ter verklaring van het verschijnsel der draaiing in de vlekken een groote ring van stralende materie om den bol ter verklaring van het zodiakaallicht, al die verschijnselen werden prachtig waargenomen en gefotografeerd. Het bleek dien beide geleerden, dat een ring van negatieve electronen, voortdurend om de zon wentelt, waardoor de magnetiseering der zon verklaard wordt, zoodat in overeenstemming met de proeven, alle verschijnselen op de zon beschouwd kunnen worden als electro-magnetische. En zoo kwam Birkeland tot een hypothese over de zon die alle andere overtreft. Hij beschouwt haar als een gasvormige bol, die zelf volkomen in rust is; de kern is positief, de omtrek negatief geladen. Voortdurend gaan van haar uit kathodenstralen, die op de planeten om haar heen de verschijnselen te weeg brengen, die wij op aarde kennen als poollicht en magnetische stormen, en die aan haar oppervlak te voorschijn roepen, alles wat wij daar waarnemen kunnen. Zij heeft zich zelf gemagnetiseerd, en desintegreert zich zelf en is daarbij niet afhankelijk van oorzaken buiten haar, als Brester in zijn verval der stof aanneemt.

Zij regelt alles zelf, en staat zoo ook voor het logische denken als heerscheres van ons stelsel hooger dan in de opvatting der andere hypothesen. Met een minimum van arbeid, behaalt zij een maximum resultaat, en zij verspilt haar krachten in geen en deele; daardoor is het mogelijk, dat zij in zoo'n eeuwig groot tijdperk, daar bijna onveranderd altijd aan den hemel staat.

---

### Problema.

Het problema van den heer J. C. L. Smit is, zooals het gesteld is, m. i. niet voor oplossing vatbaar.

Een absoluut vast assenstelsel mag niet aangenomen worden. Maar zonder de aanname van een dergelijk assenstelsel heeft de geheele dynamica geen zin.

De dynamica begint met de definitie van het begrip kracht. Zij leert, dat de kracht, werkend op een stoffelijk punt  $= m \times a$ , waarin  $m$  de massa en  $a$  de versnelling van het stoffelijk punt is. Met  $a$  wordt bedoeld de versnelling t. o. z. v. een bijzonder assenstelsel, dat men *absoluut vast* assenstelsel zal noemen.

Men kan nu vragen, waar is dat bijzondere



assenstelsel in het wereldruim. Die vraag is dan voorloopig niet te beantwoorden. Maar het bestaan ervan neemt men aan. Daarna wordt de theorie ontwikkeld, vervat in de statica en de dynamica en deze theorie moet getoetst aan de werkelijkheid. Nu zal het volgende blijken:

Neemt men als absoluut vast assenstelsel een assenstelsel, verbonden aan de aarde, dan zal bij onnauwkeurige waarneming de ontwikkelde theorie in verschillende gevallen met de werkelijkheid overeenkomen. Een reden dus, om in die gevallen de aarde als absoluut vast te beschouwen. Doch in vele gevallen zullen zich bij nauwkeurige waarnemingen afwijkingen van de theorie vertoonen (een weggeworpen kogel wijkt uit het vlak, bepaald door de beginsnelheid en de verticaal; slinger van Foucault). Dan is daarmee het bewijs geleverd, dat men het bijzonder assenstelsel niet vast aan de aarde verbonden mag denken.

Men gaat nu een op een andere wijze volkomen in de wereldruimte bepaald assenkruis als *absoluut vast* beschouwen (b.v. een assenstelsel, vast t. o. z. v. de zon of t. o. z. v. de vaste sterren), en toetst dan weer de theorie aan de werkelijkheid. Klopt alles niet precies, dan mag het aangenomen assenstelsel niet als *absoluut vast* beschouwd worden.

Op deze manier verder gaande komt men tot de ontdekking, dat theorie en werkelijkheid overeenstemmen, wanneer als *absoluut vast* beschouwd worden de z.g. vaste sterren. Toch is het zeer wel mogelijk, dat deze sterren naderhand hun recht op den naam *absoluut vast* verliezen.

Doch aangenomen, dat nu in alle denkbare gevallen theorie en waarneming kloppen. Dan kan men voortaan zeggen, dat men met het bijzondere assenstelsel bedoelt een assenstelsel, dat vast verbonden is aan de z.g. vaste sterren. En de geheele krachtenleer met de daarin voorkomende hypothesen zal aan waarheid gewonnen hebben, juist daardoor, dat de resultaten, uit haar voortvloeiende, met de werkelijkheid overeenkomen.

Ik heb in het voorafgegane getracht duidelijk te maken, hoe m. i. de gedachtengang in de leer der krachten moet zijn en dat men à priori het bestaan tenminste moet aannemen van een assenkruis zoodanig, dat de op te bouwen theorie geheel met de werkelijkheid overeenstemt.

Mag nu in het problema van den heer Smit ook het bestaan van zulk een assenstelsel aangenomen worden, dan is het vraagstuk wel oplosbaar,

ook zonder dat men precies de plaats van dat assenkruis in de wereldruimte kent. De oplossing wil ik zoo noodig graag geven.

Doch mag het bestaan van een dergelijk assenkruis niet ondersteld worden, dan mag ook geen gebruik van de bestaande krachtenleer gemaakt worden. Om uit te kunnen maken, of inderdaad een der schijven na zekeren tijd zal springen en wanneer, daarvoor zou men in dat geval een nieuwe theorie op moeten zetten, waarin de aanname van het bestaan van een absoluut vast assenstelsel achterwege moest blijven. Daarmede zou gepaard gaan een totale verandering van het begrip kracht, misschien zelfs een verdwijnen daarvan. Voor zoover mij echter bekend is, bestaat een dergelijke, ook aan de praktijk getoetste theorie nog niet. Aan de huidige theorie is zeker wel wat te verbeteren. Velen zullen met mij eens zijn, dat de definitie van kracht en massa nog veel te wenschen overlaten.

F. O. LEMCKE.

## Problema.

Als eenvoudigste geval denken we ons een punt, dat volgens een cirkelomtrek zich beweegt. Het heeft dus een snelheid (en soms een versnelling) langs den raaklijn en het zal den omtrek niet verlaten, zoolang er een kracht naar het middelpunt kan worden geleverd, die toereikend is. Zoo'n kracht kan, zooals b. v. in het geval van een draaiende schijf, door materiaalspanningen worden geleverd. Zoodra tengevolge van de versnelling van de draaiing de vereischte kracht gelijk is geworden aan de maximaal te leveren weerstand (breukspanning), zal het punt den omtrek verlaten en met eenparige snelheid zich gaan bewegen volgens de oogenblikkelijke raaklijn.

Op dit alles zal dus, afgezien van krachten die een gevolg zijn van massa-wetten (wet van Newton en dgl.), een tweede schijf absoluut geen invloed hebben. Het explosiegevaar voor een schijf *a* is dus *absoluut onafhankelijk* van de aanwezigheid, en dus zeker van een eventueele beweging, van een andere schijf *b*. En omgekeerd.

Ons rest dus, om uit te maken, wat er gebeurt met één schijf, waarvan we niet weten, of ze ronddraait, dan wel of ze stilstaat. Want hiertoe zijn geen gegevens verstrekt.



Althans de steller van het vraagstuk maakt zichzelf wanhopig, door zichzelf te verbieden, eenig vast punt of vaste assen aan te nemen. En toch doet hij dit weer wel. Waar hij n.l. de schijf veronderstelt te draaien in een „onbegrensde ruimte”, moet hij ook ons toestaan, gebruik te maken van de logische, en dus algemeen gangbare begrippen omtrent „ruimte”. Dit toch is een naar alle „richtingen” onbeperkt voortgezette aaneenschakeling van meetkunstige „punten”. Zoo'n meetkunstig punt = een plaats, zooals het middelpunt van draaiing er een inneemt en ook op elk oogenblik van een eventueele beweging het beschouwde punt.

Of nu dus in dit geval de wereldruimte om het draaiingsmiddelpunt (toch zeker wel een vast punt) langs het beschouwde stoffelijke punt beweegt, of wel, of zich dit stoffelijke punt door die wereldruimte verplaatst, doet natuurlijk niets ter zake. Want — we moeten toch voor draaien en explodeeren een omschrijving kunnen geven; deze nu volgen uit de gegeven definitie van „ruimte”. Zonder deze aanname zijn *geen gegevens* genoeg voorhanden, om tot een beeld van het verloop van de werkingen te komen, al meent de steller deze ook in zoo'n tweede schijf te hebben gevonden.

J. OOSTERBAAN.

---

## INGEZONDEN.

---

Gaarne zag het Bestuur van de Afd. Delft der S. T. V. onderstaande aankondiging eener vergadering en inlichtend stukje in uw veelgelezen blad opgenomen.

Met de meeste hoogachting,

TH. K. VAN LOHUIZEN,  
Waarn. Secretaris.

### Sociaal-Technische Vereeniging.

**De Ingenieur in Nederlandsch Indië op technisch en sociaal gebied.**

Sprekers de heeren:

**CH. J. CRAMER, c.i.,**

Ing. van den Indischen Waterstaat  
met verlof, Haarlem.

**J. W. ALBARDA, w.i.,**

Lid van de Tweede Kamer,  
Den Haag.

Datum: **Woensdag 25 Februari, 8 uur.**

Zaal: **Foyer, Stads Doelen.**

Het komt ons voor, dat bovenstaande vereeniging niet die bekendheid geniet onder Delftsche studenten, die ze verdient. Want wij twifelen er niet aan, of er

bevindt zich onder de a.s. Ingenieurs nog een groot aantal, dat met het doel der S. T. V. sympathiseert, en gaarne later hunne krachten zouden willen wijden aan haar werk.

In de Sociaal-Technische Vereeniging van Democratische Ingenieurs en Architecten hebben zich de sociaal voelende ingenieurs van democratische richting georganiseerd, teneinde „de volkswelvaart te bevorderen, voornamelijk waar deze beïnvloed wordt door maatregelen op technisch gebied” en een economische vakvereeniging van ingenieurs te vormen.

In de practijk heeft de vereeniging zich tot nu toe vooral op de eerste taak toegelegd en daarbij een groote werkzaamheid ontwikkeld. Door de S. T. V. zijn vele brochures uitgegeven, o.a. over de arbeidswet, woningtoestanden, spoorwegexploitatie, loodwitverbod, steenhoudersarbeid en caissonarbeid, arbeidersbeweging en technisch hooger onderwijs. Vele malen heeft het advies van de S. T. V. een gunstigen invloed gehad bij maatregelen van publiekrechtelijke lichamen op sociaal technisch gebied (steenhouderswet, actie voor loodwitverbod). Door de vereeniging zijn twee proefschriften van leden uitgegeven, die mede als uitingen van de vereeniging zijn te beschouwen: „Geschooldheid en Techniek” door Dr. Th. van der Waerden en „Het sociale arbeidscontract” van Dr. J. van Hettinga Tromp.

Door experimenteel de behoefte aan colleges in de Technische Hygiëne aan te toonen, heeft de S. T. V. medegewerkt aan het verkrijgen van een leerstoel voor dat vak aan de T. H.

Dit jaar zal een afdeling Nederlandsch Indië van de S. T. V. opgericht worden. Ieder, die enig begrip van het vele, dat in sociaal opzicht in Indië nog te doen is en van den grooten invloed, die vooral de ingenieurs (irrigatie, volkshuisvesting, hygiëne in de steden) daarbij kunnen oefenen heeft, zal het toejuichen, dat er organisatie komt onder de sociaal-voelenden in de kolonie.

Wij hopen dan ook, dat zij, wier levenstaak in Indië zal liggen, dus in de eerste plaats de studeerende inlanders en zij, die zich voor den Indischen Staatsdienst verbonden hebben, het belang voor de bovenaangekondigde vergadering zullen inzien.

---

## BOEKBESPREKING.

---

De inhoud van het laatstverschenen nummer *Gewapend Beton*, No. 6, Maandblad voor Beton en Gewapend Beton, bevat: Bepaling van de meest economische dikte van gewapend betonplaten, door B. A. Verheij, c. i. — Voorschriften van den Berlijnschen politie-president omtrent de berekening en de uitvoering van ribbenvloeren. — Nieuwe gewapendbeton constructies uit vooraf vervaardigde onderdeelen. — Een middel voor het beschermen van gewapend beton tegen electrolyse. — Boekbespreking. — Octrooien. — Literatuur Overzicht. — Handelsberichten. — Nieuwe tijdschriften. — Ontvangen Catalogi. — Afloop van Aanbestedingen.

Het wil ons toeschijnen, dat de voorgestelde grafieken omslachtiger zijn dan die van prof. Mélan.

Verder vinden wij eene mededeeling, hoe de horizontaal gegoten muren van woonhuizen worden over-eind gezet.

J. J. I. S.



---

## STUDIEBELANGEN.

---

### Centrale Commissie voor Studiebelenen.

---

De afgevaardigde van het gezelschap „Leeghwater” naar de „Centrale Commissie voor Studiebelenen”, heeft, in antwoord op zijn verzoek, van Professor I. P. de Vooy's opgave ontvangen van de eischen die Z.H.G. stelt aan hen die dit jaar Candidaats-examen voor W. I. wenschen af te leggen. Deze zijn:

- a. De kennis van Spinnen en Weven.
- b. De kennis van *drie* der *vijf* volgende onderwerpen:
  1. Aardewerk-industrie.
  2. Glasfabrikage.
  3. Malerijen.
  4. Papierfabrikage.
  5. Drukkerij.

De Secretaris der C. C.,  
F. D. PIGEAUD.

---

### ERRATA.

Blz. 173 1<sup>ste</sup> kolom regel 30 v. b. lees voor  $P = \tau d^2$   
 $P = 5 d^2$ .

Blz. 163 1<sup>ste</sup> kolom regel 3 v. o. lees: die op een terugkeer van een ideeën eenheid wijzen.

---

### BERICHTEN EN MEDEDEELINGEN.

---

De Privaat-Docent voor de Nieuwe en Nieuwste Geschiedenis, Dr. W. W. van der Meulen, zal een vier- of vijftal Colleges geven over den Aard en de Beteekenis der Vrijheidsbewegingen van 1813 (eenmaal per week, Woensdagmiddags 4.13—5 uur, Zaal 4, hoofdgebouw).

De eerste dezer voordrachten heeft plaats gehad op 11 Februari j.l.

---

### Ingenieurs-examens vóór de Zomervacantie.

— 1914. —

De Voorzitter van de Afdeeling der Werktuigbouwkunde, Scheepsbouwkunde en Electrotechniek der Technische Hoogeschool maakt bekend, dat zij, die wenschen deel te nemen aan een der ingenieurs-examens, welke door genoemde afdeeling zullen worden afgenomen vóór de zomervacantie van 1914, zich hiervoor schriftelijk hebben aan te melden bij den Secretaris der afdeeling Professor I. P. de Vooy's, *w. i.* (uitsluitend Gebouw W. & S. Nieuwe Laan 76 te Delft) vóór 1 Maart a. s. onder overlegging van het getuigschrift van met goed gevolg afgelegd candidaats-examen.

Formulieren voor de aanmelding zijn verkrijgbaar in den Technischen Boekhandel van J. Waltman Jr., te Delft.

---

### RELATIEVE EN ABSOLUTE BEWEGING.

VOORDRACHT voor de D. S. N. V. „Christiaan Huygens” van Dr. J. CLAY, op Woensdag 25 Febr. 1914.

In verband met de discussie gevoerd naar aanleiding van het artikel van den heer J. C. L. Smit, getiteld **Problema**, heeft het bestuur van „Christiaan Huygens” zich gewend tot Dr. J. Clay, privaats-docent in de Natuurphilosophie aan de T. H., die zich bereid verklaarde voor onze Vereeniging een voordracht te houden over: „Relatieve en absolute beweging”.

De spreker stelt zich voor te komen tot de volgende conclusies:

Een vast assenstelsel verbonden te denken aan de ruimte of aan de aether heeft geen beteekenis. — Translatiebeweging kan als relatieve, rotatie-als absolute beweging worden beschouwd.

Elke rotatie is te bepalen onafhankelijk van eenig assenstelsel.

De vergadering is toegankelijk voor alle belangstellenden.

---



