

# TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

OFFICIEEL ORGAAN VAN ALLE VAKVEREENIGINGEN VAN STUDEERENDEN AAN DE T. H. S.  
ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Redactie-adres: Binnenwatersloot 27, Delft.

REDACTIE: Hoofdredacteur L. W. H. VAN OYEN, Binnenwatersloot 27, Delft.

Redacteuren: L. S. BADINGS, Electrotechniek; A. E. COHEN, Scheikundige Technologie; W. H. HETZEL, Mijnbouwkunde; R. F. HEYNING, Scheepsbouwkunde; A. LODDER, Bouwkunde; J. VAN LOOKEREN CAMPAGNE, Civiele Afdeling; L. W. H. VAN OYEN, Scheikunde; C. E. VAN DE STADT, Werktuigbouwkunde.

Abonnementsprijs per jaar f 5,—.

Verschijnt minstens 12 maal per jaar.

Druk en Administratie: Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr., Delft.

9<sup>e</sup> Jaargang.      N<sup>o</sup>. 11.      Maart 1920.

Het T. S. T. wil zijn het orgaan van het *studieleven* te Delft.

De Redactie is niet verantwoordelijk voor de in de verschillende bijdragen ontwikkelde denkbeelden, evenmin voor de officieele mededeelingen der T. H., C. C. of Vakverenigingen.

Ieder abonné is gerechtigd wenschen omtrent den inhoud bij de Redactie kenbaar te maken.

Het auteursrecht van dit tijdschrift wordt gewaarborgd door de Auteurswet 1912.

Voor opgaven van abonnement, adresveranderingen en voor het aanvragen van losse nummers richt men zich tot de Administratie: Binnenwatersloot 33.

Over de abonnementsgelden wordt vóór de Kerstvacantie beschikt.

Opzegging van abonnement moet schriftelijk bij de Administratie vóór 1 October geschieden, gebeurt dit niet, dan wordt men wederom als abonné voor den loopenden jaargang ingeschreven.

## Inhoud.

Een elektrische boezembemaling in de prov. Groningen, II, door W. L. Eerkes.

De Pluto-Stoker, I, door Ir. J. E. de Vrij Obreen.

Constructie der versnelling van den zuiger van een stoomwerktuig, door J. Kruithof Jr.

Berekening van een roterenden cylinderoven, door W. H. H.

Ijzer of gewapend beton voor bruggen, door v. L. C.

Over Acyclische Machines. Verslag van het Colloquium, gehouden door den heer U. S. Joustra, door L. S. B.

De kanalisatie der Maas in Nederland. Lezing, gehouden door Ir. F. L. Schlingemann, door A. J. I. (Vervolg).

Handels-aesthetiek. Lezing, gehouden door Prof. R. N. Roland Holst, door A. L. (Vervolg).

Eenige mededeelingen over: Modelproeven in de berekening van de E. P. K. Lezing, gehouden door Prof. Dr. (h. c.) J. Schütte, door Th. Tideman.

Zuiderzee-plannen. Lezing, gehouden door Dr. C. Lely c.i., door v. L. C.

Vraagstukken Tentamen Theor. Mechanica, November 1919, door H. K. V. (Vervolg).

Boekbesprekingen.

Mededeelingen.

Errata.

*Wegens plaatsgebrek moesten verschillende artikelen, waaronder het vervolg van de „Boekenlijst”, tot het volgende nummer blijven liggen.*

## Een elektrische boezembemaling in de Provincie Groningen.

(Vervolg).

### II. Electra-werken te Lammerburen.

Nadat in 't vorige nummer het een en ander medegedeeld is omtrent het machinegebouw enz. van de werken van het waterschap „Electra”, zullen we ons thans bezighouden met de eigenlijke wateropvoerwerktuigen, de vijzelpompen. Volledigheidshalve volgen eerst nog enkele gegevens van de nog niet besproken kunstwerken:

De schutsluis — noodig geworden wegens 't functionneeren van het Beneden-Reitdiep als spuikom en bergboezem — is natuurlijk in den droge gebouwd, op de N.O.-zijde van het Reitdiep, zoodat een belangrijke afsnijding van de bocht daar ter plaatse verkregen wordt.

Direct zij vermeld, dat slechts eenige maanden de sluis als zoodanig dienst doet, namelijk gedurende den tijd, dat de pompinstallaties werken en zij het water

in de bergboezem 1.30 M. (maximum 1.75 M.) boven Westerkwartiersch Peil (= 0.93 M. — N. A. P.) opvoeren. Dat zal dus plaats vinden gedurende de periode van grooten waterafvoer: herfst en voorjaar. Gedurende de overige 8 à 9 maanden zijn de vijzelpompen buiten bedrijf en is er geen bergboezem, zoodat de sluis als zoodanig geen dienst doet. Waterafvoer naar zee heeft dan dus plaats aan de eene zijde van den dam door de 5 stroomsluizen onder het boezemgemaal, anderzijds door de steeds open staande deuren van de sluis, die dan alleen als afwateringssluizen dienst doet.

Met het oog daarop zijn tusschen binnen- en buitensluishoofd, geen kolkmuuren gebouwd, maar zijn, om kosten te besparen, grondbelopen ( $1\frac{1}{2}:1$ ) aangebracht en er naast remmingwerken en loopsteigers geheid. (Zie voor een schematische doorsnede over de sluis en kolk fig. 2 op blz. 173 van dezen jaargang).

Wat de hoofdafmetingen betreft, de doorvaartwijdte bedraagt 9 M., de schutlengte 50 M., terwijl het bovenvlak der fundeeringvloer van de 2 sluishoofden ligt op — 3.87 M.



Fig. 5. Sluis van de Electra-werken te Lammerburen (Gr.)

De dekzerken van het buitenhoofd liggen even hoog dan de kruin van den dijk, n.l.  $3.55 + W. K. P.$ , die van het binnenhoofd op  $+ 2.25$  M.

Figuur 5 geeft een kijkje in de sluisput; gezien vanaf het buitensluishoofd naar het beneden-Reitdiep, juist eenige dagen voordat de steenzetters zijn begonnen de blokken basalt te plaatsen op het puinbed. Rechts ziet men een gedeelte van de aanlegsteigers, terwijl links eenige latten de plaatsen voor deze palen aanwijzen aan den voet van het linkertalud. Blokken basaltlava voor hoekstukken enz. zijn pas aangevoerd en gedeponeerd in het binnensluishoofd. In de as van de sluis is de baggermachine bezig, de grond weg te baggeren voor de te maken vaargeul, terwijl zandbakken deze grond lossen op de plek in het Reitdiep, waar de dam zal worden gelegd. (Zie fig. 2).

De remmingwerken met loopsteigers, bestaande uit

14 M. lange eiken palen met Amerikaansch grenen hout voor gordingen, jukken, enz., laten in de kolk een doorvaart vrij van 11.50 M.

Ter weerszijden van de sluis, tot op 9 M. van de jokdorpels, evenals op den bodem en op de taluds tot W. K. P. is een oeververdediging gemaakt: op de slappe klei spreidt men eerst versch gemaaid riet op vlechtingen van wilgenhout, die met staken in den bodem bevestigd zijn, dit, om te diepe inzinking in de kleipap te voorkomen; daarna worden de blokken basalt op een laag puin van zachte steen, zoo zuiver mogelijk geplaatst en vastgezet. Opmerking verdient nog, dat in plaats van graniet, basaltlava verwerkt is aan slagdrempels, jokdorpels, hoekblokken, afdekkingen, enz., bij sluis en gemaal beide, daar wegens den oorlog geen graniet in zoo'n hoeveelheid ( $170 M^3$ ) te verkrijgen was. Op 't oog schijnt basaltlava vooral voor aanslagstijlen te ondoelmatig, maar dank zij de nauwkeurige bewerking, zijn lekkages niet voorgekomen.

Hoekblokken en aanslagstijlen zijn niet in blokverband opgemetseld, maar vormen een doorgaand, vertikaal blok; ook zijn de aanslagdorpels niet, zooals gebruikelijk is, met groote verstandingen in de vloer gewerkt, doch ze bestaan eveneens uit overal even zware rechthoekige stukken basaltlava, onderling bevestigd met ankers en doken enz.

Een ronde opening van 70 cM. middellijn in één der binnen- en buitensluishoofden, dient voor 't aanbrengen van electrisch gedreven waterstands-aanwijzers (zelfregistreerende peilschalen).

't Metselwerk is opgetrokken in Groninger klinkers, donkerrood van kleur en steeds onbezand, in een specie, bestaande uit 1 schelpkalk,  $1\frac{1}{4}$  tras en  $2\frac{1}{2}$  zand, zonder portland-cement dus, daar dit wegens den oorlog toentertijd practisch niet te betalen zou zijn geweest.

Eveneens door die omstandigheden, is oorspronkelijk over het binnenhoofd een houten ophaalbrug ontworpen, die nu evenwel, daar profielijzer thans weer te verkrijgen is, in ijzer zal worden uitgevoerd.

Aan buiten- en binnendeuren is verwerkt ruim  $30 M^3$  inlandsch eikenhout, kostende in het werk  $\pm f9500$ .

De Provincie Groningen leverde alle benodigde steen in diverse soorten, alsook het portland-cement, de kalk en tras, 't zand en grind, niet alleen voor de sluis, maar voor alle werken te Lammerburen.

Zonder de materialen steen en basaltlava heeft de sluis gekost, bijna  $f83000$ , met deze laatste ongeveer  $f150.000$ .

Op het sluisplateau aan het einde van den dam is een dubbele woning gebouwd voor den sluiswachter en chef-machinist van het boezemgemaal. (Zie fig. 2).

De fundeering is eigenaardig, n.l. een gewone paalfundeering, waarop betonpijlers, die, verbonden door gewapend beton-balken, de  $1\frac{1}{2}$ -steens muren dragen.

#### Poldergemalen.

Twee kleine poldergemalen, één op de linker- en één op de rechteroever van het Reitdiep, (zie fig. 1 blz. 172) moeten de daargelegen polders droogmalen, omdat, door 't leggen

van dijken ten behoeve van de bergboezem natuurlijke waterloozing niet meer mogelijk was en ook omdat de bestaande windmolens verouderd waren en ten eenenmale onvoldoende voor de straks 1.75 M. grootere opvoerhoogte.

Elk der gebouwtjes is groot 2.96 M. bij 4.56 M. en is voorzien van een aangebouwde stortkolk met afvoerbuis, beschoeiing, keermuur, enz. Een vijzelpompje met zuig- en persbuis, van hetzelfde systeem dan de nader te bespreken groote vijzelpompen, wordt gedreven door een 12 P.K. motor (22 Amp. 220 Volt; draaistroom).

Nog is op te merken, dat de Vliedorpster- en Zuurdijkster polder een vrije afstroming hebben door breede tochtsloten, die, vóór het binnensluishoofd, uitmonden met een grondduiker in het boven Reitdiep. (Zie G fig. 2 van het „T. S. T.” No. 10, blz. 173).

#### Grondwerken voor dijken, wegen, enz.

Zooals blijkt uit de figuren 1 en 2 „T. S. T.” No. 10, worden ter weerszijden van het Reitdiep, bestaande dijken opgehoogd, en nieuwe gelegd met hun kruin op 2.50 + W. K. P. (kruinsbreedte 2 M.; buitenbeloop 4:1; binnenbeloop met berm 2:1) terwijl er naast tochtsloten zijn gegraven, die onder de overwegen naar de 9 aanlegsteigers, met elkaar in verbinding staan door betonbuizen. Ten behoeve van de bloeiende landbouwondernemingen — een Groninger boerderij is nog iets anders dan een dito Hollandsche! — zijn namelijk 9 los- en laadplaatsen met toegangswegen gemaakt. Ze bestaan uit een eenvoudige houten beschoeiing en eindigen zijwaarts in een steenen glooiing.

Wat de dijkaanleg betreft, men baggert den grond, benodigd voor dijken en kaden ( $\pm 10$  K.M.) uit het Reitdiep, waarna de zandbakken door een zandzuiger worden leeggehaald op de daarvoor bestemde plaatsen. De modder wordt door een 2 à 300 M. lange buisleiding geperst tusschen 2 kaden van klei, waar men het water laat wegvloeiën. De ingeklonken grond wordt dan verder verwerkt naar de gewenschte dijkprofielen.

Het grondverzet aan deze dijken en kaden is aangenomen voor f 307.000.

#### Werken te Zoutkamp.

Daar de bergboezemstand in het Reitdiep max. 1.75 M. boven W. K. P. kan rijzen, moesten voorzieningen worden getroffen aan de zeesluis te Zoutkamp. De Reitdiepsluis aldaar heeft namelijk, behalve een schutkoker van 8 M., vier stroomkokers van 5 M. breedte, alle met den slagdrempel op 4.08 M. Westerkwartiersch Peil, alle voorzien van eb- en vloeddeuren. In drie der stroomsluizen (bij de vierde is dit in verband met een aanwezige draaibrug bezwaarlijk) worden Stoney-schuiven aangebracht, om bij eb het bergboezemwater op te houden tot de slikken ter weerszijden der geul droog gevallen zijn, om daarna deze vaargeul door te spuien met 't water uit de bergboezem. Stroomleidende werken, nog aan te leggen, moeten dan het over de slikken trekkende water, buiten de geul houden en deze aldus beveiligen tegen aanslibbing. Ook moeten eenige kaden opgehoogd worden en rioleeringen aangelegd. Deze werken — de laatste der Electra-werken” zijn aanbesteed voor bijna f 87000.

De totale kosten van alle werken, waaronder de 3 complete pompinstallaties, vóór den oorlog begroot op  $1\frac{1}{3}$  miljoen gulden, zullen thans de drie miljoen overschrijden.

Keeren we thans terug tot ons uitgangspunt:

#### De vijzelpompen van „Electra”.

Deze pompinstallaties, de grootste ter wereld, zijn gebouwd volgens een nieuw systeem, oorspronkelijk afkomstig van den Amerikaanschen ingenieur A. B. Wood, die de eigenlijke schroefpompen 't eerst toegepast heeft in 1916 voor de bemalingen van New-Orleans. Wat de geschiedenis van de totstandkoming van deze pompinstallaties voor „Electra” (evenals die voor Friesland's boezem nabij De Lemmer) betreft, kan ik verwijzen naar de rede van prof. Dijkhoorn „de Werktuigen voor het bemalen van onze Polders en Boezems gedurende de laatste twintig jaren”, afgedrukt in No. 7 en 8 van het „T. S. T.” Speciaal blz. 117 en 119 (No. 7), en blz. 131, 132 en 134 (No. 8) 9e jaargang, geven de geschiedenis weer van de wateropvoerwerktuigen van Friesland's boezem en van de bemaling nabij Zoutkamp. En het is juist op advies van prof. Dijkhoorn dat voor „Electra” een geheel nieuw systeem van bemaling is toegepast en wel van een zoodanige capaciteit, dat deze vijzelpompen aanspraak kunnen maken op de bijvoeging: „de grootste ter wereld”.

De Wood-schroefpomp denke men zich als een wijde, gebogen buis, die als een hevel binnen- en buitenwater verbindt en waarin een schroef het water een voortgaande beweging geeft, evenwijdig aan de pompas (kurketrekkerbeweging). In „Engineering Record” No. 2 van 8 Jan. 1916 staat de beschrijving van dergelijke „Wood-screw-pumps”, uitgevoerd voor de bemaling van New-Orleans, waar een waterhoeveelheid van 559 kubieke voet per seconde, 5.572 voet hoog wordt opgevoerd.

De inrichtingen voor „Electra” zijn geen schroefpompen, maar een combinatie van vijzel- en schroefpomp en daarom door prof. Dijkhoorn betiteld „vijzelpompen”. Hoewel de grondgedachte Amerika als land van oorsprong aanwijst, is het systeem, hier toegepast, volop Nederlandsch.

Waar toch de bergboezemstand kan wisselen van Westerkwartiersch Peil tot 1.75 M. er boven en de op te voeren waterhoeveelheden reusachtig zijn (meer dan 4.104000 M<sup>3</sup>. per etmaal, welke hoeveelheid over eenige jaren kan klimmen tot bijna 6.2 miljoen M<sup>3</sup>.) daar achtte men hier de vijzelpomp het aangewezen bemalingswerktuig, vooral ook, daar elektrische energie (van de Provinciale Centrale te Groningen) beschikbaar is in den vorm van drie-fasen-wisselstroom.

(Wordt vervolgd).

W. L. EERKES.

#### De Pluto-Stoker.

##### Een automatische stookinrichting voor alle brandstoffen.

Bij elke stookinrichting moet men rekening houden met twee factoren die nauw met elkander verband houden, t.w. den aard van de brandstof en het nuttig effect van de stookinrichting. De soort van de brandstof verschilt in hoofdzaak met het cal. equivalent, d.i. het cijfer dat aangeeft hoeveel warmte er bij volledige verbranding van 1 K.G. brandstof vrij komt. Bedraagt dit cijfer boven 5000 Cal. dan is de kwaliteit van de brandstof goed. Is de cal. waarde lager dan 5000 cal. dan noemt men de brandstof minderwaardig. Tot deze minderwaardige brandstoffen behooren, kolen met een

hoog asch- of vochtgehalte, bruinkool, turf en hout, run e. d. De oorzaak van de minderwaardigheid kan zijn een hoog vocht- of aschgehalte, zooals onderstaande analyses aangeven:

Soort:	cal. w.	vocht	aschgeh.
Kolen	7200—7900	1—4 0/0	2—8 0/0
Bruinkool	2000	tot 50 0/0	8—15 0/0
Turf	2000—3000	tot ca. 60 0/0	1—15 0/0
Hout	1800—2500	15—20 0/0	0.3—3 0/0

Ook noemt men een brandstof minderwaardig wanneer de stukgrootte zoo fijn is (beneden 8 m.m.) dat de brandstof niet met voldoende economie op een normaal rooster, dat voor goede kolen geconstrueerd is, verstoekt kan worden, b.v. fijnkool, kolengruis, cokesgruis e. d. De cal. waarde van deze brandstoffen is echter normaal.

Onder het nuttig effect van een stookinrichting verstaat men het percentage van de in de brandstof opgehoopte warmte dat voor het doel waarvoor de stookinrichting geconstrueerd is, benut wordt, dus in formule:

$$= \frac{\text{benutte cal.}}{\text{toegevoegde cal.}}$$

Teneinde het onderlinge verband van deze beide stooktechnische hoofdfactoren juist te begrijpen, moeten we eerst de verschijnselen die zich bij de verbranding van een brandstof op een rooster afspelen, nader beschouwen. De verbranding vindt plaats doordat de koolstof van de brandstof, nadat de brandstof op hoge temperatuur gebracht is, zich verbindt met de zuurstof van de lucht en verbrandt tot  $CO$  en  $CO_2$ . Aangezien de beide reacties:  $C + O = CO$  en  $CO + O = CO_2$  exotherm zijn, komt dus bij de verbranding een maximale hoeveelheid warmte vrij wanneer alleen  $CO_2$  wordt gevormd. Dit kan men bereiken door zorg te dragen voor een voldoende en juiste toevoer van lucht onder het rooster.

De controle op het  $CO_2$ -gehalte der rookgassen vindt langs chemischen weg plaats. Men neemt hiertoe op bepaalde tijden (wanneer de vuurdeur gesloten is, omdat anders hierdoor een overmaat lucht wordt aangezogen) aan den voet van den schoorsteen monsters en analyseert deze. Als norm voor een juiste verbranding kan ca. 10 tot 12  $CO_2$  aangenomen worden. Dit cijfer lijkt op het eerste gezicht laag. Immers de lucht bevat 21 0/0  $O_2$  zoodat men bij een theor. juiste verbranding ook ca. 20 0/0  $CO_2$  zou verwachten. (Het maximum 21 0/0 zal niet bereikt worden, daar de brandstof ook nog  $H_2$ , welke tot  $H_2O$  en  $S$  welk tot  $SO_2$  verbrandt, bevat). De oorzaak is hiervan echter, dat men voor een theor. juiste verbranding in de praktijk 1 1/2 tot 2 1/2 keer deze luchthoeveelheid moet toevoeren. Hierdoor wordt de concentratie van het gevormde  $CO_2$  dus tot op de helft verdund. Naast de  $CO_2$  bevatten de rookgassen dus vrije  $O_2$ . De som van deze beide cijfers moet ca. 20 0/0 bedragen. (Zie Herberg, Handbuch des Feuerungsbetrieb und des Dampfkesselbetriebes). Aan den anderen kant moet men echter er zorg voor dragen dat de hoeveelheid verbrandingslucht die wordt toegevoerd, niet onnodig wordt vergroot, omdat hierdoor het kwantum der rookgassen en dus ook de hoeveelheid warmte die met de rookgassen verloren gaat, het schoorsteenverlies (dit is gelijk aan de hoeveelheid rookgassen maal de soortelijke warmte der rookgassen) abnormaal wordt vergroot

en ook de verbrandings-temperatuur lager wordt. Weliswaar laat men de rookgassen, alvorens deze in den schoorsteen komen, eerst deugdelijk om den buitenwand van den ketel en door den economiser circuleeren, teneinde hun zooveel mogelijk warmte te doen afstaan, maar toch wordt het schoorsteenverlies ook door het kwantum rookgassen bepaald. Behalve door de hoeveelheid der rookgassen en door de samenstelling, wordt deze verliespost ook bepaald door de temperatuur waarmede de rookgassen in den schoorsteen komen. Deze mag maximaal 180 tot 230° C. bedragen bij gebruik van economiser.

Voor een zeer groot deel wordt de meer of minder juiste functioneering van de geheele installatie dus bepaald door den trek van den schoorsteen. Deze moet juist voldoende zijn om ca. 2 maal de theor. benodigde hoeveelheid lucht door het rooster aan te zuigen. Maar wanneer men nu op een stookinrichting die aan deze eischen voldoet minderwaardige kolen wil verstoken, dan wordt de laag op het rooster die in eenzelfde tijdseenheid verstoekt moet worden, bij een gelijke stoomproductie evenredig grooter naarmate de cal. waarde van de brandstof laag is, m. a. w. de trek van den schoorsteen moet vergroot worden. Dit kan in de eerste plaats geschieden door den schoorsteen hooger te maken, waaraan echter talrijke nadeelen verbonden zijn.

Een ander middel is de vergroting van het R. O. b.v. door het aanbrengen van een traprooster, doch ook dit bezit tal van nadeelen. Om deze reden neemt men bij het stoken van minderwaardige brandstof meestal zijn toevlucht tot het forceeren van den trek. Hiertoe zijn twee methoden bekend, t.w. stoominjectie en onderwind.

De stoominjectie die de oudst bekende methode is, bestaat uit een stoomstraalblazer die onder het rooster in de aschkolk is aangebracht. Zoodra de stoomtoevoer geopend wordt, blaast de stoom dus onder in het rooster. Het voornaamste nadeel van de stoominjectie (deze wordt thans alleen nog bij de Wilton-vuren gebruikt) is het hoge stoomverbruik, dat ca. 6 tot 15 0/0, in sommige gevallen zelfs nog meer, van den geproduceerden stoom bedraagt. Dientengevolge kan men de stoominjectie alleen bij zwak belaste ketels toepassen, omdat anders de capaciteit te gering wordt. Maar afgezien hiervan, is de stoominjectie door dit hoge verbruik zeer duur en oneconomisch. Een ander nadeel van stoominjectie is dat bij het in bedrijf stellen van den ketel geen stoom voorhanden is, zoodat men den ketel niet met geforceerden trek kan aanjagen. Snel in bedrijf nemen is dus onmogelijk, terwijl bij het plotseling zakken van den stoomdruk, dus juist op het oogenblik waarop het vuur het meest geforceerd moet worden, het aanjagen onmogelijk is. Bij onderwind daarentegen wordt de overdruk geproduceerd met behulp van een ventilator. Deze lucht van een druk (van 25—50 m.m. water) wordt door een kanaal van ijzer of beton naar den aschkolk gevoerd, waarin de onderwind met behulp van een schuif toegelaten wordt. Met deze schuif kan men dus de sterkte van den toevoer regelen. Meestal worden door één ventilator meerdere ketels voorzien. De kracht die voor de productie van onderwind noodig is, bedraagt omgerekend op den geproduceerden stoom ca. 0.5 tot 1 0/0. Vergeleken met de stoominjectie geeft de onderwind dus een besparing van ca. 5 tot 14 0/0 en meer.

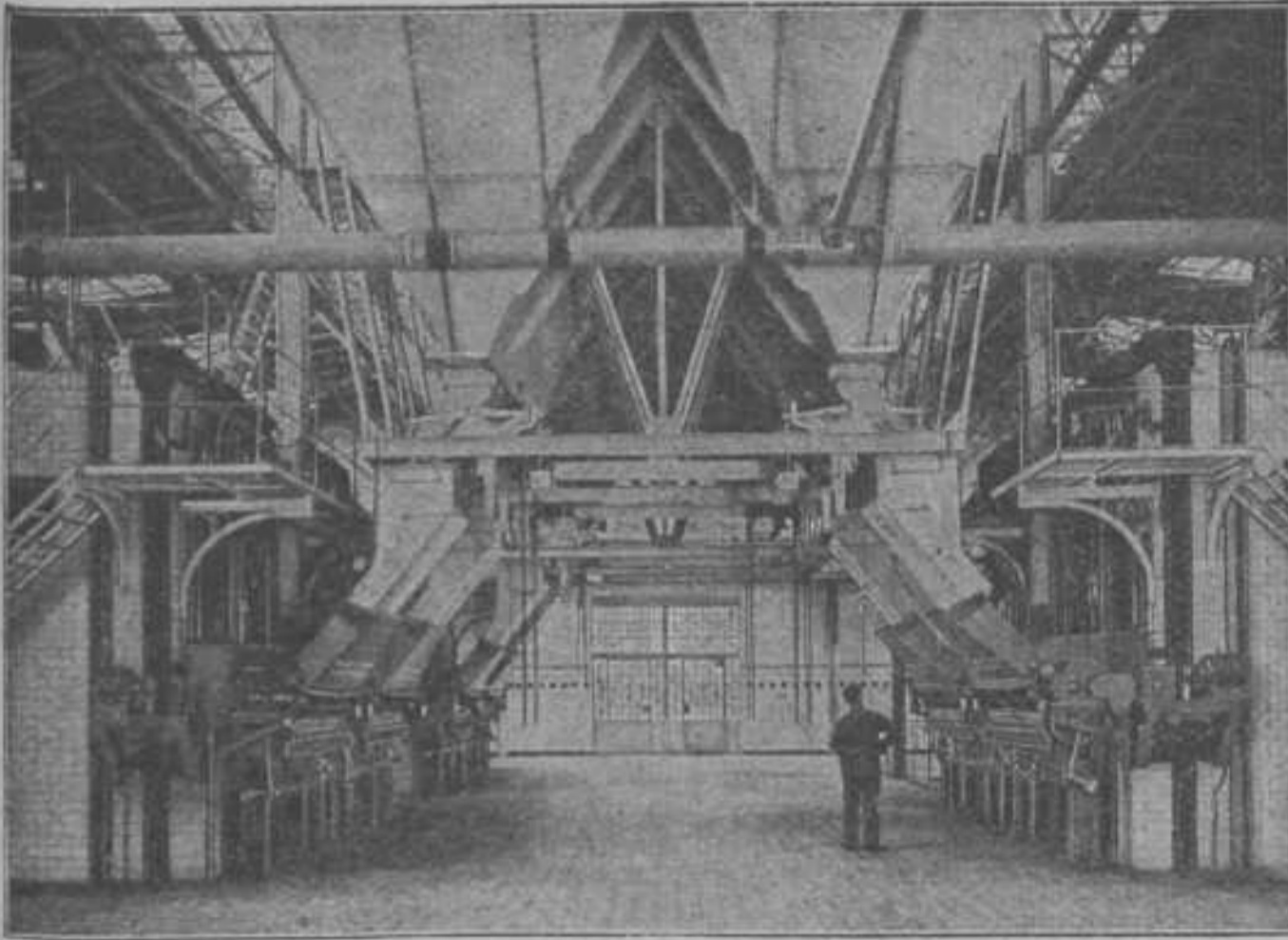


Fig. 1. Pluto-stokers.

Een inrichting die zowel theoretisch als praktisch aan vrijwel alle hierboven beschreven eischen voldoet, is de **Pluto-Stoker**, een vinding van den heer Ir. P. L. Meurs-Gerken. De **Pluto-Stoker** is een automatisch beweegbaar traprooster met onderwind. Het geheele transport van de kolen vanaf de vergaarbak, transportgoot of vanuit de bunker tot op het rooster, vindt, zooals uit fig. 1 blijkt, automatisch plaats.

Hierdoor is dus minimaal bedienend personeel noodig, wat onder de hedendaagsche onaangename sociale omstandigheden zeer welkom is. Maar ook wordt door dit automatisch transport van de brandstof, veel arbeidsloon bespaard. Wanneer men aanneemt, dat men gemiddeld per 6 M<sup>2</sup>. R. O. een stoker noodig heeft en dat dit cijfer bij minderwaardige brandstof, waar het verstookte kwantum ca. 3 maal zoo groot is,

dus een man per 2 M<sup>2</sup>. R. O. bedraagt, dan is het duidelijk welk een reusachtige besparing aan arbeidsloon bij grootere installaties een automatische stookinrichting oplevert. Nog een ander voordeel hiervan is dat niet, als bij handstoken, telkens de vuurdeur geopend behoeft te worden. Zooals we reeds boven gezien hebben, brengt het openen van de vuurdeur mede het aanzuigen van een luchtvermaat, die het warmteverlies via de schoorsteen vergroot en het vuur afkoelt.

Een schematisch beeld van de opstelling en inrichting van den Pluto-stoker toont fig. 2. De stoker bezit een hol rooster waar binnendoor de onderwind wordt toegevoerd. Het voordeel hiervan is duidelijk, n.l. dat de lucht reeds wordt voorgewarmd voordat deze in het vuur komt en een eenvoudige luchtregeling mogelijk is. Een groot deel van de naar beneden uitgestraalde warmte komt dus met de onderwind weer in het vuur terug. Op de afbeelding 2 is ook de ventilator zichtbaar waarmede de druk wordt geproduceerd, alsook de leidingen via welke de lucht naar het rooster wordt geleid. Zooals men ziet wordt

de luchtleding in tweeën gesplitst. Een deel komt voorin het rooster, de rest achterin, terwijl bovendien nog een zijtak aanwezig is om zoonodig onder het aanhangrooster lucht toe te voeren. Dit aanhangrooster dient om de laatste restanten onuitgebrande brandstof, die op het hoofdrooster nog niet geheel verbrand zijn, ook nog te benutten. Het rooster bestaat uit aparte, naast elkander gelegen staven, fig. 3, die geregeld in beweging zijn. Hierdoor krijgt de brandstof als het ware, een deinende, voortschrijdende beweging, zoodat zij langzaam via het rooster naar achteren verdwijnt, waar zij

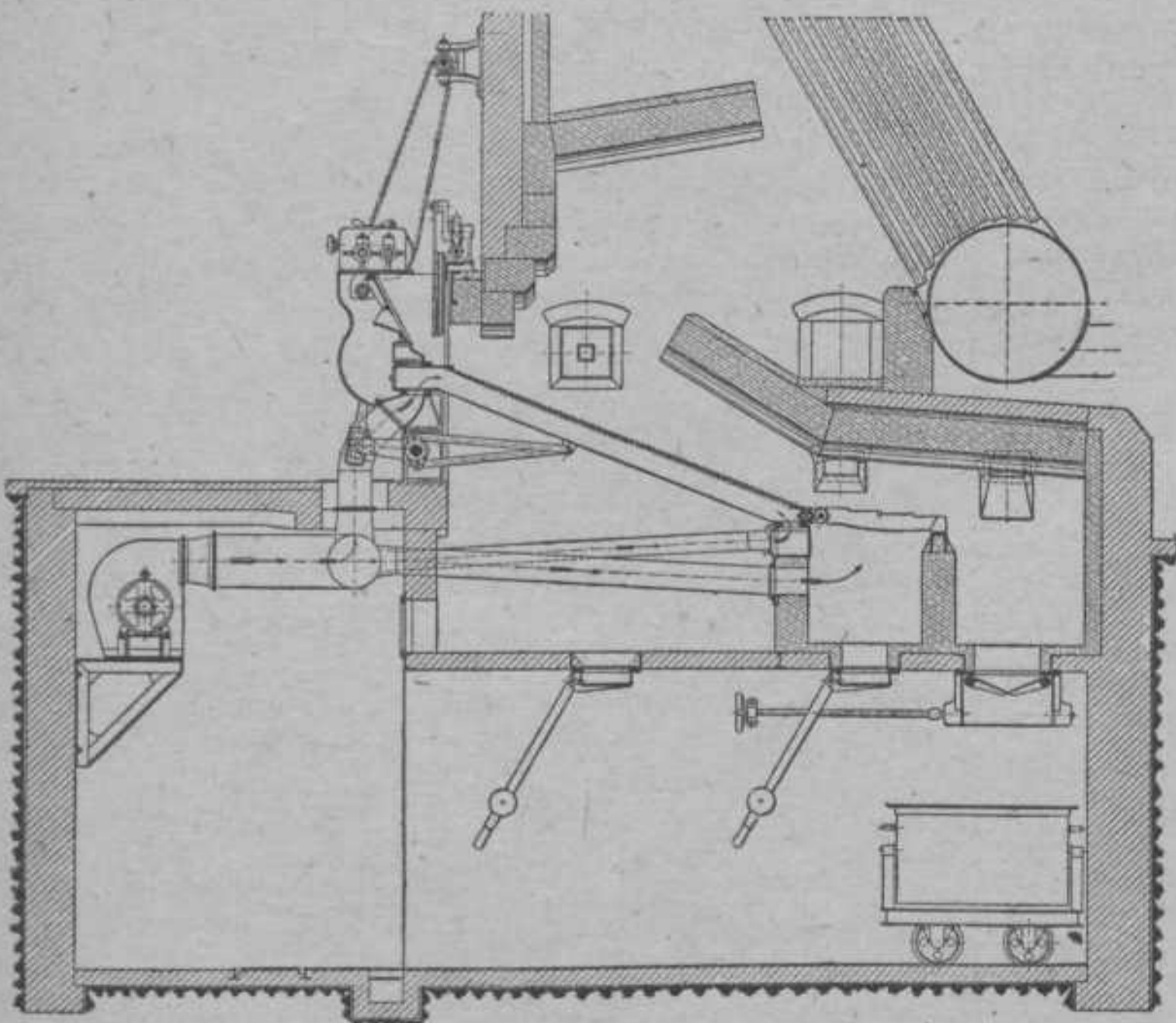


Fig. 2. Doorsnede.

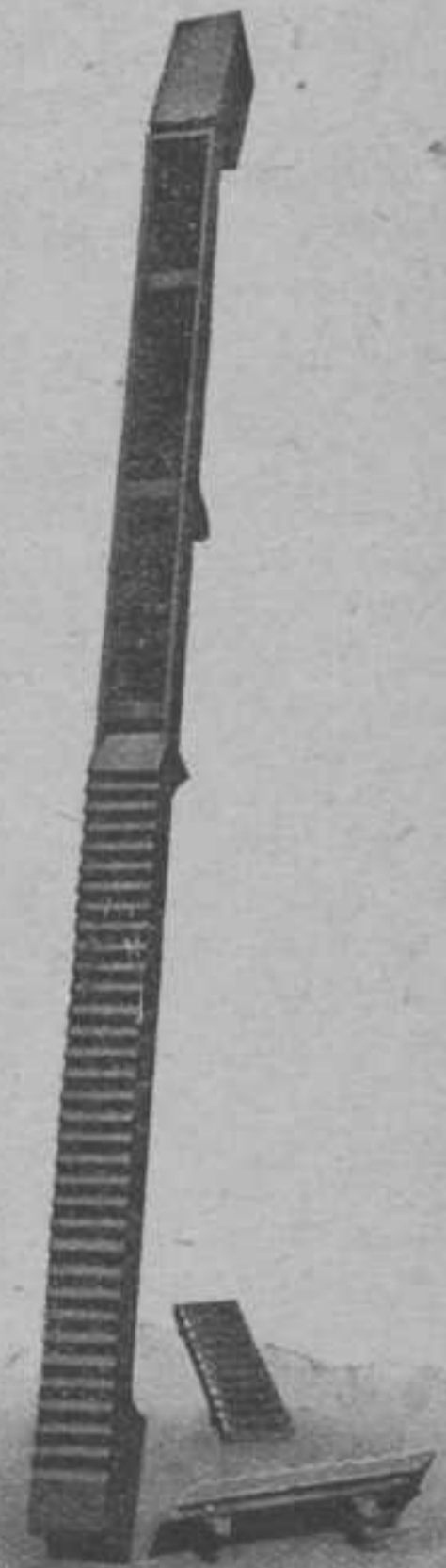


Fig. 3. Roosterbaar.

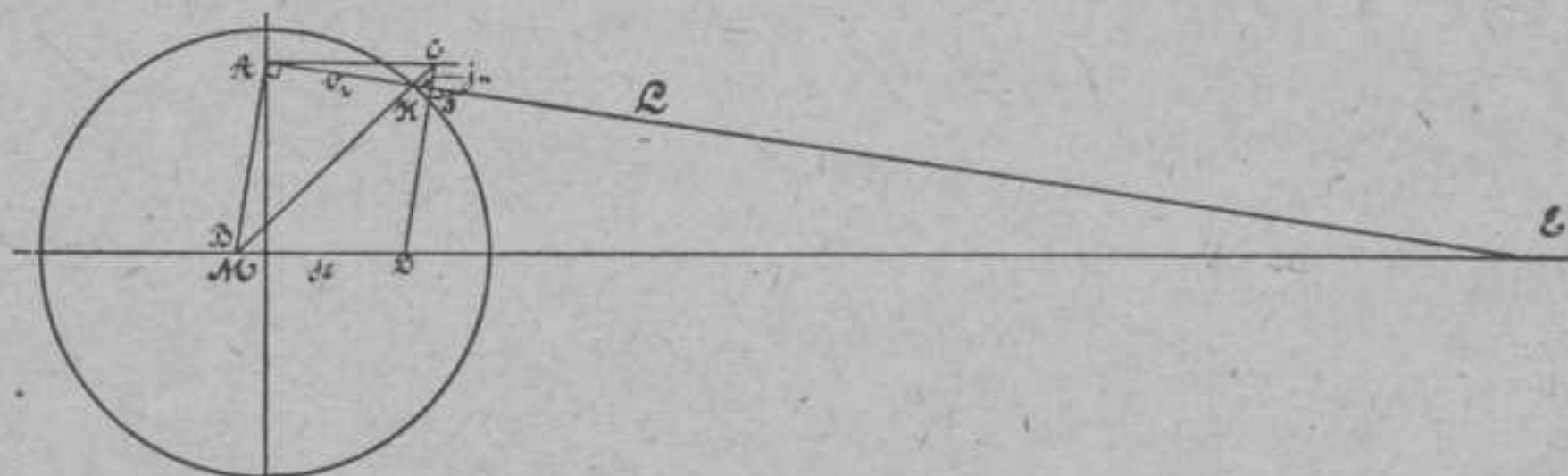
in den vorm van asch en slakken terecht komt. Waar met den **Pluto-Stoker** kolen met 50% asch zijn gestookt, moet de aschafvoer-openingen voldoende groot zijn om alle asch te kunnen verwerken. Onder de aschafvoer-openingen bevindt zich een smalspoor, zoodat de asch in wagentjes kan worden afgetapt en weggereden.

(Wordt vervolgd). Ir. J. E. DE VRIJ OBREEN.

### Constructie der versnelling van den zuiger van een stoomwerktuig.

Voor deze constructie bestaan er meerdere, o.a. die van Klein, Vaes en Mohr. De laatste is wel de meest gebruikte, ze heeft echter als bezwaar, dat bij het punt dat de krukpen voorstelt, kleine lijntjes dicht bij elkaar komen. De volgende constructie biedt hierin een kleine verbetering.

De beweging van het punt  $E$  kan men opvatten als



een verschuiving en een draaiing. Een verschuiving met de snelheid van den krukpen en een draaiing om deze.

De eerste beweging levert een versnelling aan punt  $E$  // met den krukstang. De tweede een tangentieele en normale versnelling.

De grootte van deze eerste versnelling  $j_k$ , wanneer door keuze van de schaal  $\omega = 1$ , is gelijk aan  $R$ , de straal van den krukcircle.  $j_n$ , de normale versnelling  $= \frac{v_r^2}{L}$ , wanneer  $v_r$  de snelheid van  $E$  om den krukpen is.

$j_E$  is nu te vinden, daar  $j_n$  en  $j_t \perp$  op elkaar staan, en daar  $\vec{j}_E = \vec{j}_k + \vec{j}_n + \vec{j}_t$ .

De constructie is in bijgaande figuur geleverd.

Uit de gelijkvormigheid der  $\triangle \triangle ACF$  en  $ABC$  en uit de gelijkstandigheid van  $AK$  en  $KC$  volgt, dat  $v_r : j_n = L : v_r$ .

$j_E$  is geconstrueerd door  $CF$  door te trekken, tot ze in  $DME$  snijdt.

J. KRUTHOF JR.

### Berekening van een roterenden cylinderoven.

De roterende cylinderoven wordt gebruikt in de Portland-cementindustrie voor het branden van cement en bij enkele metallurgische processen (roosten van erts), terwijl het te voorzien is, dat het gebruik van dezen oven voor roostdoeleinden in de toekomst zeer zal toenemen. Deze oven bezit n.l. verscheidene voordelen, waarvan bijv. te noemen zijn: eenvoudige constructie, goede afroosting van het erts, groote capaciteit, continu bedrijf, eenvoudige bediening.

Het principe waarop een dergelijke oven berust is het volgende: De eigenlijke oven bestaat uit een van binnen met vuurvaststeen bekleeden plaatijzeren cylinder, waarvan de lengte-as eene geringe helling heeft. Om den cylinder is in het midden een tandwiel, aangebracht; aan de uiteinden zijn zware ijzeren banden bevestigd. Beide banden rusten op rollen. Door een tandradoverbrenging wordt het tandwiel bewogen en aan den oven een draaiende beweging om de lengte-as gegeven. Het af te roosten erts wordt aan de bovenzijde van den oven door een vul-inrichting aangevoerd en tengevolge van de roterende beweging door den cylinder bewogen. Het erts wordt nu geroost doordat heete lucht vanaf de onderzijde door den oven trekt; het afgerooste erts wordt aan de onderzijde van den oven verwijderd. Voor nadere details zij verwezen naar: Schnabel Lehrbuch der Allgemeinen Hüttenkunde pag. 477—480.

Bij een bepaalde hoeveelheid af te roosten erts (c.q.

concentraat) per 24 uur zal de oven dus aan bepaalde eischen voor wat betreft diameter, lengte, hellingshoek, en omwentelingssnelheid moeten voldoen. Indien men voor dergelijke gegevens de literatuur raadpleegt zal men weinig hierover vinden. In het navolgende is getracht van een dergelijken oven eene berekening — welke echter geen aanspraak op volledigheid maken wil — te geven.

Allereerst dringt de vraag zich naar voren: hoe beweegt het erts zich door den cylinder?

Tengevolge van de draaiing van den cylinder zal het ertsoppervlak niet horizontaal blijven, doch een helling aannemen. Deze helling zal zoo groot zijn, dat

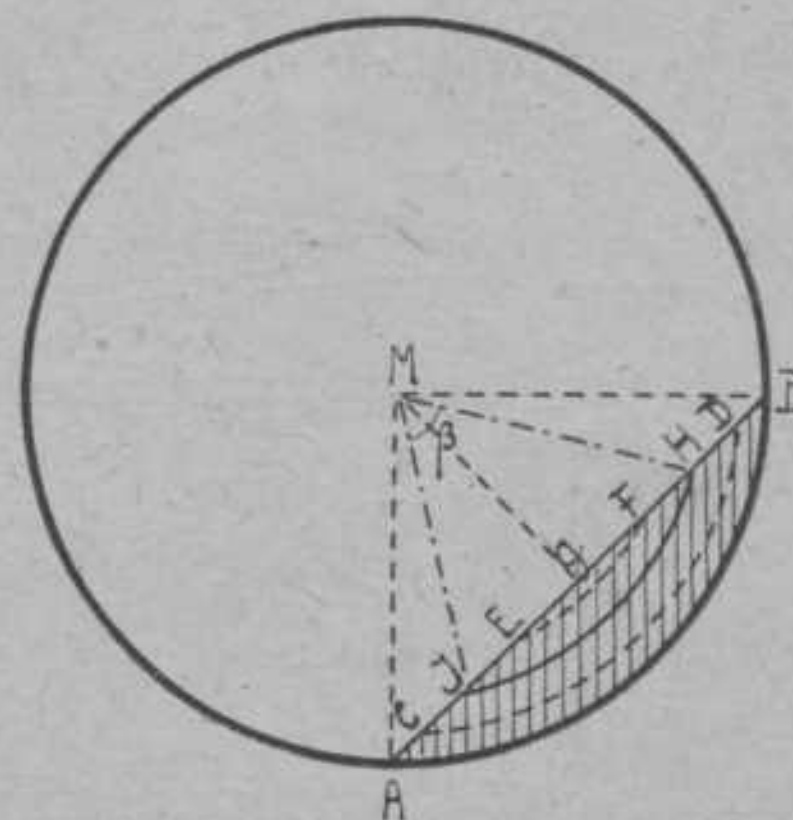


Fig. 1a.

de ertsdeeltjes over het oppervlak gaan rollen, en zij zal afhankelijk zijn van de korrelgrootte van het erts. Voor ieder speciaal geval zal deze hellingshoek bepaald moeten worden; om de gedachte te bepalen nemen we een hoek van  $45^\circ$  aan, voor iedere andere helling blijft de beschouwing echter gelden. Het is duidelijk dat deze helling van het erts-oppervlak steeds bewaard blijft. De wrijving tusschen het erts en de ruwe vuurvaste steen is voldoende groot om een glijden van het erts hierover te voorkomen.

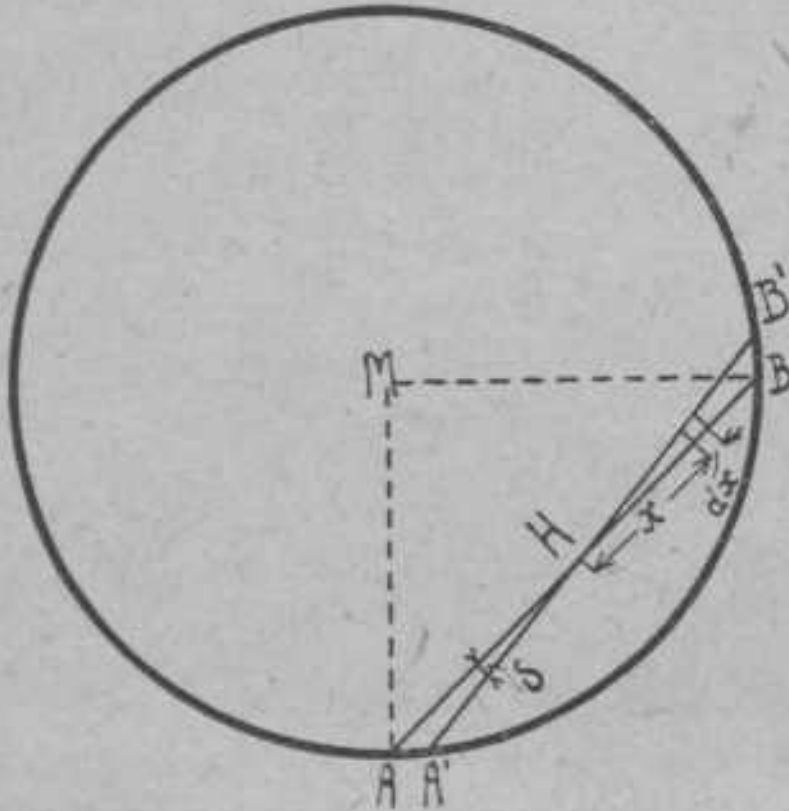


Fig. 1b.

In figuur 1a is eene doorsnede van den cylinder loodrecht op de as voorgesteld. De arceering geeft het gedeelte aan, dat met erts gevuld is, zoodat  $AB$  het ertsoppervlak voorstelt. De beweging van een ertsdeeltje is gedeeltelijk in deze figuur te zien. Een deeltje dat zich op de plaats  $C$  bevindt zal door de draaiing van den cylinder eene concentrische cirkelvormige baan beschrijven, totdat het het erts-oppervlak weer bij  $D$  bereikt. Bij verdere draaiing wordt nu de maximum helling van  $45^\circ$  overschreden en gaat het deeltje langs het oppervlak rollen, totdat het bijv. bij  $E$  blijft liggen. Het neemt

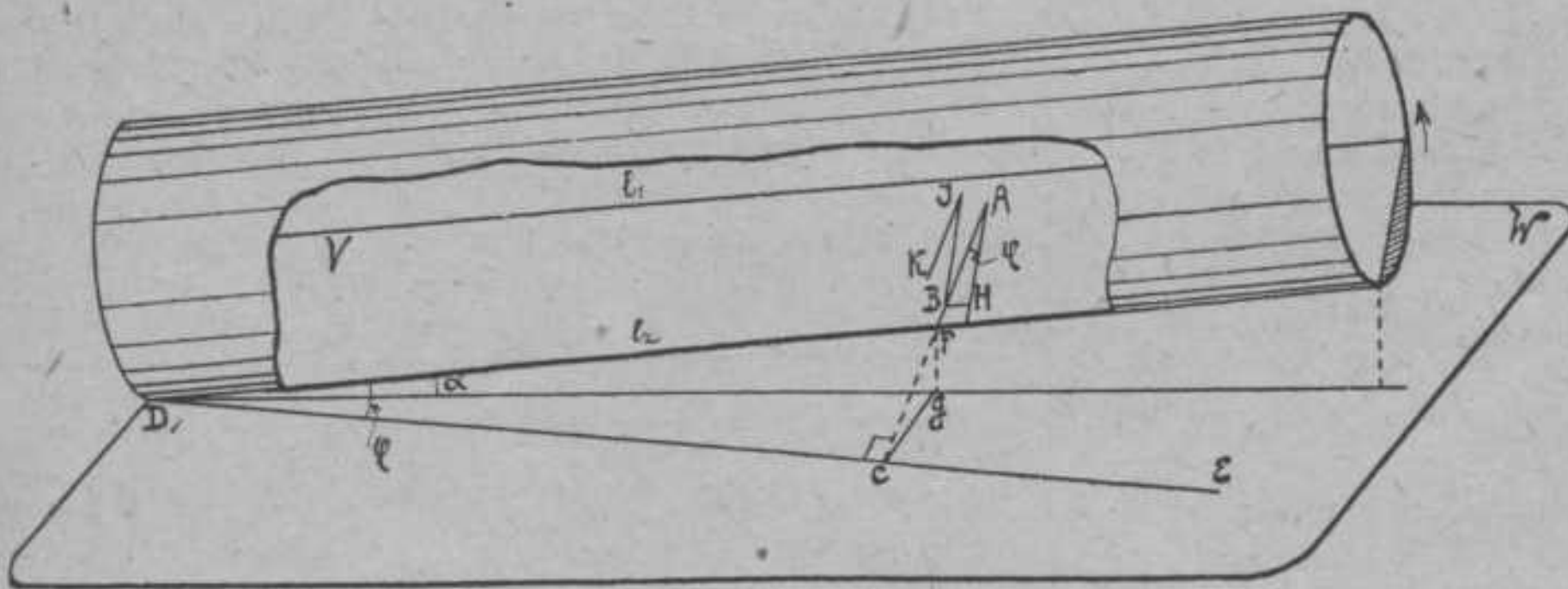


Fig. 2.

nu wederom aan de draaiende beweging deel tot  $F$ , gaat nu weer rollen enz. Bij deze rotatie  $\perp$  cylinderas zal het deeltje dus geen afstand afleggen in de richting van deze as. Dit gebeurt echter wel bij het rollen over het ertsoppervlak doordat de as helt (het blijft dus bij deze rolling niet in het vlak  $\perp$  cylinderas zoodat fig. 1a niet volkomen juist is.) Deze beweging heeft plaats in de richting van de vallijn van het vlak d.w.z. de loodlijn in dit vlak op de snijlijn van dit vlak met het horizontale vlak. In figuur 2 is dit voorgesteld.

$V$  is het oppervlak van het erts in den oven,  $l_1$  en  $l_2$  zijn de begreningslijnen van  $V$  met den cylinder,  $\alpha =$  de hellingshoek van den cylinder op het horizontale vlak  $W$ . Rolt nu een ertsdeeltje bijv. van  $A$  tot  $B$  dan is  $ABC \perp DE$  en  $\angle ACG = 45^\circ$  (maximum helling van het erts). Bij de rolling over den afstand  $AB$  is het deeltje dus in de lengterichting van den cylinder over een afstand  $BH$  opgeschoten. Het neemt nu weer deel aan de rotatie  $\perp$  cylinderas en bereikt bij  $I$  weer het oppervlak, rolt nu bijv. over den afstand  $IK$  enz. totdat het den geheelen cylinder doorloopen heeft. De lengte  $BH$  is evenredig met  $AH$  en zal dus voor ieder deeltje telkens varieeren. Kunnen we de gemiddelde valafstand voor elk deeltje berekenen, dan kennen we ook de gemiddelde lengte, waarover elk deeltje per  $1 \times$  rollen opschiet en in verband met: omwentelingsnelheid, hellingshoek, lengte van den oven en den tijd dat het deeltje in den oven blijft, is eene vergelijking op te stellen. We mogen dezen gemiddelden valafstand aannemen, daar voor ieder deeltje de kans even groot is om nu eens over een grooten, dan over een kleinen afstand te rollen en elk deeltje vele malen gerold is, voordat het den geheelen cylinder doorloopen heeft.

Voor de berekening van den gemiddelden valafstand kan fig. 1b dienen. Deze figuur is eene doorsnede over het vlak  $ACG$ . Bij eene zeer kleine draaiing van den cylinder zal het ertsoppervlak van den stand  $AB$  in dien van  $A'B'$  overgaan. De maximaal toe te laten hoek van  $45^\circ$  is nu overschreden en zal dus de lijn  $AB$  weer door het erts worden ingenomen, doordat de deeltjes van het oppervlak  $BHB'$  naar beneden rollen en het oppervlak  $AHA'$  innemen. Hieruit blijkt dus dat meer deeltjes van den bovenkant van het oppervlak naar beneden rollen dan van het midden.

Neem op den afstand  $x$  van het midden  $H$  een deeltje van het oppervlak  $BHB'$  aan met breedte  $dx$  en hoogte  $x\delta$ . De oppervlakte hiervan is dus  $x\delta dx$ , stel per eenheid van oppervlak  $a$  ertsdeeltjes, dan bevat dit  $a x \delta dx$  deeltjes. Evenzooveel deeltjes moeten op een afstand  $x$  beneden het midden  $H$  terecht komen.

We nemen nu aan dat dit dezelfde deeltjes zijn, hetgeen op grond der waarschijnlijkheid getolereerd is. Gezamenlijk vallen dus deze deeltjes over een afstand  $2 x a x \delta dx$ , dus alle deeltjes van het oppervlak  $BHB'$  over een afstand van:

$$\int_0^{1/2 R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \phi}} 2 x a x \delta dx$$

(de bovenste grens is

$1/2 R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \phi}$  daar de doorsnede in het vlak  $ACG$  ligt. Zie fig. 2.)

In het geheel zijn er  $\int_0^{1/2 R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \phi}} x a \delta dx$  ertsdeeltjes, zoodat ieder deeltje gemiddeld valt over een afstand:

$$\frac{\int_0^{\frac{1}{2} R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \varphi}} 2 x a x \delta d x}{\int_0^{\frac{1}{2} R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \varphi}} x a \delta d x} = \frac{2}{3} R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \varphi}.$$

Dan wordt de gemiddelde afstand, waarover ieder deeltje per  $1 \times$  vallen opschiet: (zie fig. 2)

$$\frac{2}{3} R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \varphi} \sin \varphi = \frac{2}{3} R \sqrt{2} \operatorname{tg} \varphi \dots \dots (I).$$

$\varphi$  kunnen we uitdrukken in den hoek  $\alpha$  (fig. 2). Hierin is:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{FC}{DC} = \frac{FG \sqrt{2}}{\sqrt{DG^2 - CG^2}} = \frac{DF \sin \alpha \sqrt{2}}{\sqrt{DF^2 \cos^2 \alpha - DF^2 \sin^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\cot^2 \alpha - 1}}.$$

Nu is  $1$  ten opzichte van  $\cot^2 \alpha$  ( $\alpha$  is klein) te verwaarlozen. Dus:  $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \alpha \sqrt{2}$ . De uitdrukking (I) wordt dus:

$$\frac{4}{3} R \operatorname{tg} \alpha \sqrt{2} \dots \dots \dots (II).$$

Bij  $360^\circ$  draaien van den cylinder zal ieder deeltje meerdere malen rollen, bij de draaiing zullen de deeltjes aan de kanten over een grooteren hoek draaien om weer aan de oppervlakte te komen, dan de deeltjes meer in het midden. Ook nu kunnen we weer een gemiddelden hoek berekenen, waarover elk deeltje draait.

De gemiddelde afstand waarover de deeltjes rollen is nl. berekend als

$$\frac{2}{3} R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \varphi} \quad (\text{zie fig. 2}).$$

Projecteeren we nu dezen afstand in het vlak van figuur 1a dan behoort deze als koorde bij den gemiddelden hoek waarover de deeltjes draaien. Deze hoek is nu uit fig. 1a gemakkelijk te berekenen:

Stel  $HI$  is deze geprojecteerde afstand =

$$\frac{2}{3} R \sqrt{2} \frac{1}{\cos \varphi} \cos \varphi = \frac{2}{3} R \sqrt{2}.$$

Dan is:  $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \beta = \frac{\frac{1}{3} R \sqrt{2}}{\frac{1}{2} R \sqrt{2}}$  en dus  $\angle \beta = \pm 67^\circ$ .

Bij  $360^\circ$  draaien van den cylinder zal dus elk deeltje gemiddeld  $\frac{360}{67} = 5,3$  maal rollen.

Wanneer we in aanmerking nemen, dat voor het rollen ook eenigen tijd noodig is, kunnen we aannemen dat bij iedere omwenteling van den cylinder de deeltjes 5 maal rollen.

¶ Stel nu:

$l$  = lengte van den cylinder in dM.

$n$  = aantal omwentelingen per uur.

Bovendien is door proeven bepaald, dat een roosttijd van  $\pm 6$  uur (bij een temperatuur, die in den oven bereikt wordt) een bijna volledige verwijdering van de zwavel tengevolge heeft.

Ieder deeltje blijft dus 6 uur in den oven en legt dus een afstand in de richting van den cylinder af van:

$$6 n 5,4/3. R. \operatorname{tg} \alpha = l \dots \dots (a).$$

Bovendien is bekend, dat per 24 uur een zekere hoeveelheid erts door den oven moet. Stel deze hoeveelheid bijv. 10 ton terwijl het S. G. 3,9 is, dan is steeds in den oven een hoeveelheid erts van:

$$\left( \frac{\pi R^2}{4} - \frac{1}{2} R^2 \right) l dM^3 = 0,285. 3,9 R^2 l \text{ K.G.}$$

welke hoeveelheid in 6 uur door den oven zou gaan d.i. dus  $\frac{10 \text{ ton}}{4} = 2500 \text{ K.G.}$  Dus:

$$\begin{aligned} 0,285. 3,9 l R^2 &= 2500 \\ l R^2 &= 2250 \dots \dots (b). \end{aligned}$$

Andere vergelijkingen zijn niet te vinden. We moeten dus uit (a) en (b) praktische waarden voor  $R, l, n$ , en  $\alpha$  vinden. Uit (b) vinden we waarden voor  $l$  en  $R$ . Stel bijv.  $R = 5 \text{ dM}$  dan is volgens (b)  $l = 90 \text{ dM}$ , welke maten in de practijk goed bruikbaar zijn. Deze waarden in (a) gesubstitueerd geeft:

$$n \operatorname{tg} \alpha = 0,45.$$

Het aantal omwentelingen neemt men liefst niet te klein, zoodat de ertsdeeltjes vele malen rollen en dus goed met de heete lucht in aanraking komen.

Bij  $n = 15$  wordt  $\operatorname{tg} \alpha = 0,03$  wat overeenkomt met een hellingshoek van  $1^\circ 45'$ .

Resumeerende vinden we dus de volgende gegevens voor onzen oven:

Straal = 5 dM.

Lengte = 9 M.

Aantal omwentelingen per uur = 15.

Hellingshoek =  $1^\circ 45'$

Volgens bovenstaande theorie zou bij een hellingshoek van  $0^\circ$  de cylinderoven een capaciteit van 0 bezitten. In Amerika gebruikt men echter cylinderovens met eene horizontale as, die wel degelijk een capaciteit hebben. Hieruit volgt, dat de hierboven berekende oven wel een grootere capaciteit dan 10 ton per 24 uur zal bezitten zoodat de berekening niet volkomen juist zal zijn. De fout lijkt mij echter te gering, om aan bovenstaande berekening alle waarde te ontfengen.

W. H. H.

## IJzer of gewapend beton voor bruggen.

G. SCHAPER bespreekt in „der Eisenbau“ de voor- en nadeelen van gewapend beton boven ijzer.

Men zal in de brugbouw altijd bij voorkeur steen of beton gebruiken, terwijl men ijzer pas gebruikt wanneer tegen de eersten technische of economische bezwaren zijn. Steenen en betonnen bruggen hebben n.l. het groote voordeel, dat ze haast geen toezicht en onderhoud vereischen; verder zijn ze brandvrij en geluiddempend. Steenen bruggen hebben echter het bezwaar, dat men ze slechts als boogbruggen uit kan voeren, omdat het materiaal geen weerstand kan bieden aan trek, dus ook niet aan buiging; ze oefenen daardoor steeds een zijdelingsche druk op de landhoofden uit, zoodat ze alleen in goede grond mogelijk



zijn. Verder vereischen ze een groote constructiehoogte: ze hebben een groot eigen gewicht en zijn dus voor groote overspanningen belangrijk duurder dan ijzeren.

Gewapend beton heeft het voordeel, dat de ijzerwapening in het getrokken deel van de doorsnede de trekspanning opneemt, zoodat het geheel *wel* buiging op kan nemen. De groote trekvastheid van het ijzer zoowel als de groote drukvastheid van het beton worden gebruikt, terwijl men het voordeel heeft, dat het ijzer afgesloten zit van de lucht en dus niet kan roesten. Een gelukkige omstandigheid is daarbij het groote aanhechtingsvermogen tusschen ijzer en beton.

Door de grootere vastheden kunnen verder de afmetingen van gewapend betonbruggen kleiner zijn dan van steenen bruggen, waardoor ze ook nog bij grootere overspanningen economisch kunnen concurreren tegen ijzeren bruggen. Bovendien zijn ze dikwijls mooier dan ijzeren bruggen.

Aan de andere kant staan echter verschillende na-deelen. Men moet, nog meer dan bij het monteeren van ijzeren bruggen, zeer nauwkeurig toezicht houden op de uitvoering, op het mengen, het stampen, op het zorgvuldig maken van de bekisting, opdat niet door een dikke plank de ijzerwapening geheel of nagenoeg bloot komt te liggen, of dat door de reten het cementwater wegloopt; op het goed inleggen van staven en beugels, op voorzichtigheid bij vorst. Ligt de ijzerwapening er eenmaal in, dan is elke andere controle onmogelijk.

Een ander bezwaar is, dat de brug, wanneer hij bij toenemende verkeerslast te licht is geworden, heel moeilijk versterkt kan worden, terwijl men dit bij ijzeren bruggen dikwijls door eenige meerdere flensplaten gedaan kan krijgen.

De afbraak van een gewapende betonbrug is lastig anders dan door springen te verkrijgen, waardoor echter het materiaal geheel vernield wordt; ijzeren bruggen zijn vrij gemakkelijk te sloopen; de verschillende staven kunnen dan nog voor andere bruggen gebruikt worden of houden in ieder geval hun waarde van oud ijzer.

De voornaamste bezwaren vloeien echter voort uit de 4 volgende eigenschappen van beton:

1. *De geringe trekvastheid gepaard aan de groote uitzettingscoëfficiënt.* Het beton bezwijkt al bij vrij kleine trekspanningen zonder eerst te vloeien, zooals b. v. het ijzer, zoodat dadelijk scheurtjes op zullen treden. Wil men dus de trekvastheid van het ijzer eenigszins benutten, dan zal het beton scheuren; wil men het beton heel houden, dan komt dus ook het ijzer niet tot zijn recht. De meening van Considère, dat het beton om het ijzer een voldoende kleine uitzettingscoëfficiënt zou krijgen, wanneer het zijn breukspanning nadert, is gebleken niet steekhoudend te zijn.

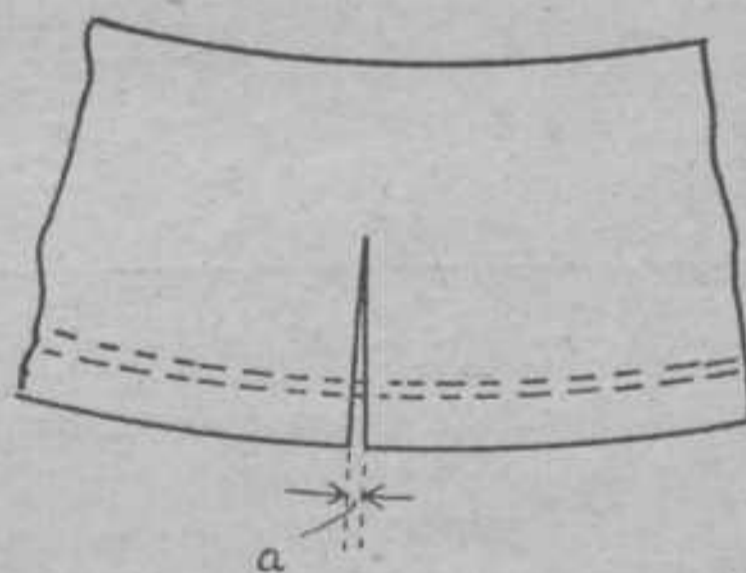
2. *Zelfs bij de zorgvuldigste menging van geheel de zelfde bestanddeelen kunnen de spanningen, waarbij breuk optreedt, nog aanzienlijk uiteenloopen.* Spanningsverschillen van 150 K. G./c. M.<sup>2</sup>, d. i. ongeveer 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, komen veelvuldig voor. Wanneer bij zorgvuldig gemaakte kubussen dergelijke verschillen optreden, zullen deze zeker bij het beton van het bouwwerk minstens even groot kunnen zijn.

3. *Het beton heeft de lastige eigenschap om bij verharding aan de lucht te krimpen.* Daar bij het begin der verharding het ijzer spanningsloos in de beton ligt, zal er door het krimpen, wat wel 6 jaar en langer

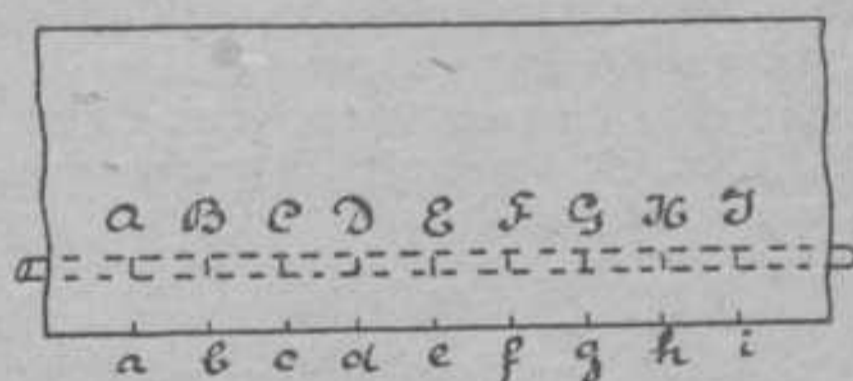
kan duren, een schuifspanning tusschen ijzerwapening en beton ontstaan, die aanleiding geeft tot drukspanning in het ijzer en trekspanning in het beton. Deze trekspanning in het beton kan bij rechthoekige balken met eenzijdige wapening een bedrag van 12,4 K. G./c. M.<sup>2</sup> bereiken, bij T-balken zelfs 22,3 K. G./c. M.<sup>2</sup>. Waar dgl. spanningen optreden zal door medewerking van eigen gewicht en mobiele belasting, de trekvastheid worden overschreden en zullen scheuren optreden.

4. *Wanneer de scheuren, al zijn ze nog zoo fijn, tot aan de ijzerwapening reiken, zullen ze roesten van het ijzer ten gevolge hebben.* Dit is juist het groote gevaar van de scheuren. Is het ijzer eenmaal aangetast, dan vreet het roest verder, totdat ten slotte de staaf geheel door is.

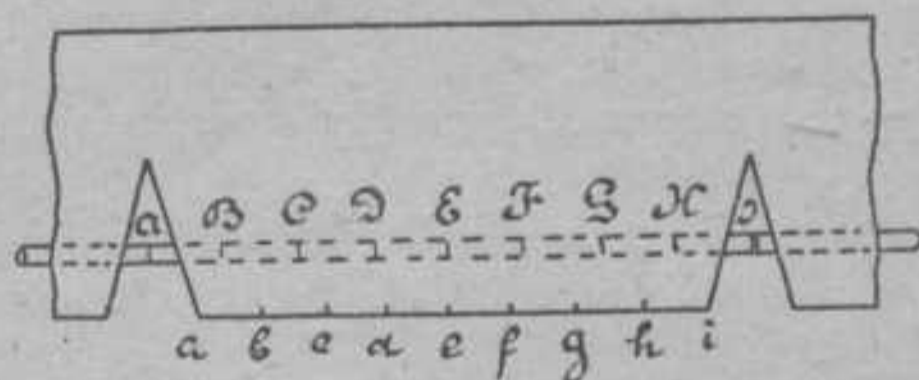
Men kan dit alleen voorkomen door voor ieder deel van de brug de spanning door eigen gewicht, mobiele last en krimp t. g. v. temperatuur en verharding te berekenen, en te zorgen, dat deze spanning niet boven de toe te laten spanning komt. Dan alleen geeft een gewapende betonbrug de zelfde zekerheid als een ijzeren. Hieraan wordt echter nog dikwijls niet voldaan.



1.



2.



3.

Wanneer men (zie 2) bij de onbelaste balk op het ijzer en daarmee overeenkomend op het beton een aantal merkstreepjes zette, dan zouden deze, wanneer het beton bij *a* en *i* schuurde, als in 3 geteekend ten opzichte van elkaar verschoven zijn.

Aan het slot raadt Schaper de betonconstructeurs aan de zaak onpartijdig te beschouwen. Het komt me echter voor dat Schaper, zelf ijzerconstructeur, zool niet partijdig, dan toch niet onbevooroordeeld is.

Het bezwaar onder 1 genoemd is duidelijk: ijzer en beton zitten aan elkaar vast; stel dat het ijzer een verlenging ondergaat zoo groot als het in verband met zijn vastheid kan houden. Het beton zal dan dezelfde verlenging ondergaan. Deze verlenging is volgens proe-

ven van Bach en Schüle per  $m'$ :  $\varepsilon = \frac{\sigma_b^m}{E_b}$ ;  $\sigma_b$  is hierin de spanning in het beton,  $E_b$  de elasticiteitsmodulus van het beton, de exponent  $m$  wisselt, bij droge menging, tusschen 1,11 en 1,16. Daar nu de specifieke verlengingen voor ijzer en beton hetzelfde zijn, en ijzer vrijwel de wet van Hooke volgt, is

$$\frac{\sigma_b^m}{E_b} = \frac{\sigma_y}{E_y}, \text{ of } \sigma_b^m = \sigma_y \frac{E_b}{E_y}.$$

Hierin is  $E_y$  als constant te beschouwen,  $E_b$  hangt echter van allerlei factoren af. Voor de berekeningen neemt men gewoonlijk  $\frac{E_b}{E_y} = \frac{1}{10}$  tot  $\frac{1}{15}$ . Dit ingevuld in bovenstaande vergelijking, zou geven:

$$\sigma_b^m = \frac{1}{10} \text{ tot } \frac{1}{15} \sigma_y, \text{ d. w. z. bij een waarde voor } \sigma_y = 1200 \text{ KG./cm}^2. \text{ is } \sigma_b \text{ tusschen } 43 \text{ en } 74 \text{ KG./cm}^2.$$

Nu is de trekvastheid van *ongewapend* beton gemiddeld 27 KG./cm<sup>2</sup>, dat is dus veel minder dan de spanning die op zou treden wanneer het ijzer tot aan zijn toe te laten spanning zou worden belast. Wanneer de door Schaper genoemde stelling van Considère werkelijk absoluut onjuist was, zou het beton in het bovenstaande geval dus onvermijdelijk moeten scheuren.

(Wordt vervolgd).

v. L. C.

## Over Acyclische Machines.

Verslag van het Colloquium, gehouden door den heer U. S. JOUSTRA.

Dit machinetype is terug te vinden tot in de aller-eerste dagen der electrotechniek. In 1831 ontstond met de z.g. Faraday-schijf het oertype der acyclische machines. Hieronder worden verstaan elektrische toestellen, waarin E. M. K. wordt opgewekt, door rotatie van een geleider in een magnetisch veld, zoodanig dat de geïnduceerde E. M. K. in de geleider constant is van richting en grootte.

Behalve de benaming „acyclische” machines, die het beste het wezen dezer toestellen uitdrukt, omdat er geen magnetiseeringscyclus in optreedt, vindt men in de literatuur ook de namen „unipolaire” en „homopolaire” machines.

De duidelijke voordeelen dezer machines zijn:

1. Geen commutator met de daaraan verbonden bezwaren.
2. Geen hysteresis en wervelstroomen. Het materiaal behoeft niet aan hoge eischen te voldoen wat de magnetische eigenschappen betreft, en de rotor behoeft niet gelamelleerd te worden.
3. De moeilijkheden, die bij gewone gelijkstroommachines voor hoge spanning optreden, zijn hier niet aanwezig. Als er dus geen nieuwe hinderpalen optraden, zou men de spanning zoo hoog kunnen opvoeren als noodig is en dus gelijkstroom-hoogspanningsgeneratoren bouwen.
4. De machine is in principe van buitengewoon eenvoudige constructie, dus goedkoop en eenvoudig te behandelen.

Dat niettegenstaande deze groote voordeelen de acyclische generatoren het niet tot een hooge ontwik-

keling hebben gebracht, is te wijten aan verschillende moeilijkheden, die voor den dag komen als de werkwijze nauwkeuriger wordt nagegaan.

Tal van vooraanstaande mannen op electrotechnisch gebied hebben van het probleem studie gemaakt.

Denkt men zich de krachtlijnen van een homogeen magnetisch veld, met veldsterkte  $B$ , loodrecht op het vlak van teekening, waarin een staaf van de lengte  $l$  met een snelheid  $v$  langs twee vaste geleiders wordt voortgeschoven, dan zal er in die staaf een E. M. K.

worden opgewekt:  $E = -\frac{d\Phi}{dt}$  e.m.e. of  $E = B \cdot l \cdot v \times 10^{-8}$  volt.

Uit de eerste formule blijkt, dat voor een acyclische machine  $\frac{d\Phi}{dt}$  constant moet zijn en dus  $\Phi$  voortdurend

moet toenemen. Dit kan alleen wanneer de staaf, waarin de spanning wordt opgewekt, zich beweegt t. o. v. de geleiders, die de stroom naar de stilstaande verbruikstoestellen moet voeren. Er zijn dus glijcontacten noodig. Hier schijnt dit vanzelfsprekend, doch bij meer ingewikkelde machines is dit niet zoo duidelijk.

Een streng bewijs dat er voor een acyclische machine glijcontacten absoluut noodig zijn, is door Föppl gegeven.

Intusschen hebben velen gezocht naar een uitvoering van een gelijkstroommachine zonder glijcontacten. Door het wegvallen daarvan zou een der grootste bezwaren van de acyclische machines verdwenen zijn, vandaar de pogingen die er in die richting zijn gedaan.

In de formule  $E = B l v \times 10^{-8}$  volt, zijn de moeilijkheden der acyclische machines vervat. Om de hooge spanning te bereiken, waarnaar in de electrotechniek gestreefd wordt, moet men  $B$ ,  $l$  en  $v$  groot maken.

Nu komt men met de inductie  $B$  al spoedig tot een grens, omdat de permeabiliteit van het ijzer met toenemende inductie zoo sterk afneemt, dat het benodigde aantal ampèrewindingen veel te groot zou worden. De lengte  $l$  van de zich bewegende staaf is aan grenzen gebonden, omdat de machines te groot zouden worden.

Het vergrooten van de snelheid  $v$  levert mechanische bezwaren op.

Neemt men b.v. een staaf van 100 c.m. met een snelheid van 100 meter per sec. in een veld, waarin  $B = 10000$ , dan vindt men  $E = 100$  volt.

Tegenwoordig heeft men echter veel hooger spanningen noodig, en men is dus wel genoodzaakt om meerdere zich bewegende staven in serie te schakelen of de snelheid  $v$  nog te vergrooten. Serieschakeling brengt mede het vergrooten van het aantal glijcontacten, want bij iedere zich bewegende staaf heeft men twee stroomafnemers noodig.

Vergrooten van de snelheid is ook niet zoo eenvoudig, omdat het afnemen van groote hoeveelheden energie bij groote snelheden met behulp van glijcontacten zeer lastig is.

Faraday liet een koperen schijf wentelen tusschen de polen van een magneet en nam met behulp van borstels op de as en aan de omtrek stroom af. Om wervelstroomverliezen te vermijden, moet het veld, waarin de schijf draait, homogeen zijn.

Indien de schijf 3000 omw. per min. maakt en 1 meter middellijn heeft, terwijl  $B = 10000$ , dan krijgt men een omtreksnelheid van 150 m./sec., bij welke snelheid stroom door borstels moet worden afgenomen, en slechts een spanning van 40 volt.

Toch werd dit type door Forbes uitgevoerd in 1884. Hij nam met het oog op het hoge toerental een schijf van gelijke weerstand (turbineschijf) uit magnetisch

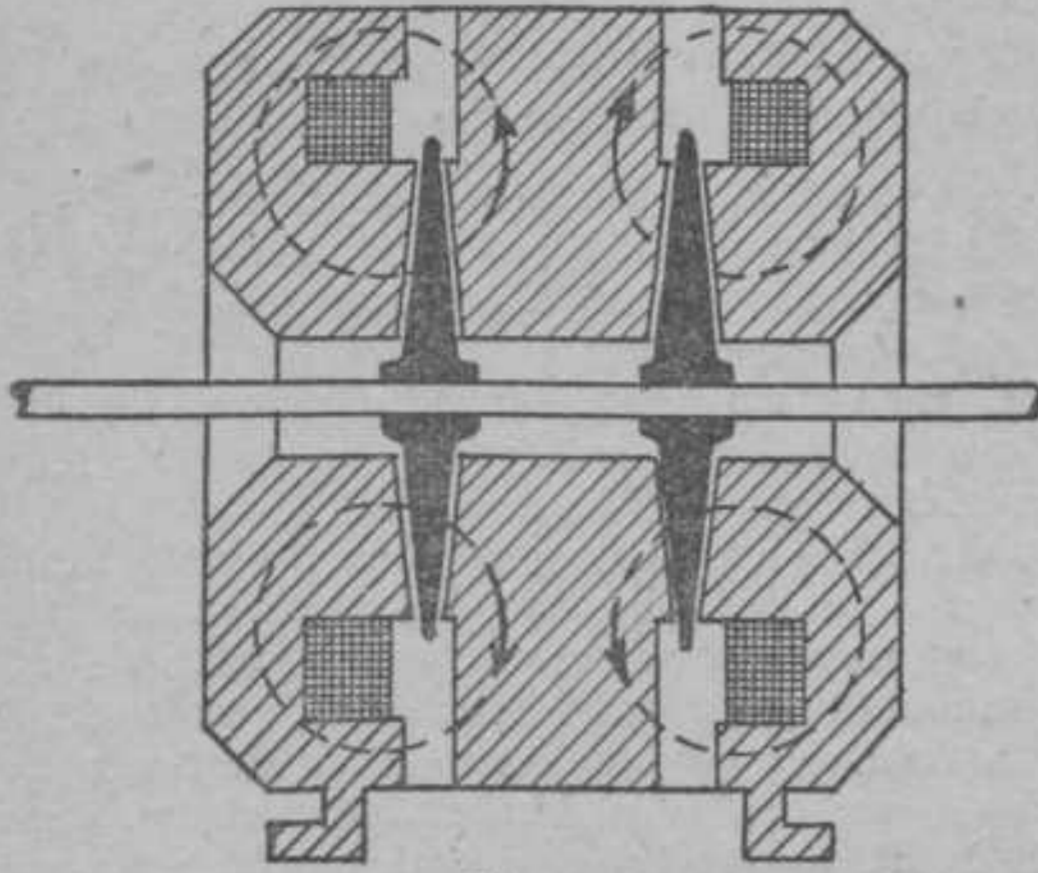


Fig. 1.

materiaal. Later ging hij over tot de tweeschijfmachine, waardoor de spanning verdubbeld wordt. Met een borstel op de as en aan de omtrek van iedere schijf krijgt men een dynamo voor een drieleidernet (fig. 1).

Een groote moeilijkheid was de zeer groote axiale druk, welke bij deze hooge inductie optreedt wanneer de schijf zich maar iets in axiale richting verplaatst.

Daarom was deze machine voorzien van een groot kraagblok.

Om deze moeilijkheid te ontgaan werd de cylindermachine ontworpen, waarbij de axiale druk theoretisch niet meer kan optreden. De machine bleef evenwel voorzien van een kraagblok.

De stroom werd afgenomen onder de bekrachtigingswikkeling. In principe was het weer een tweeschijfmachine.

De omtrek van de schijven, waar de borstels langs slepen, moet zuiver cirkelvormig zijn. Een kleine afwijking geeft bij deze groote omtreksnelheid stooten tegen de borstel en bij hooge stroomsterkte treden er vuurverschijnselen op. De schijven moesten rondgeslepen worden, terwijl zij 3000 toeren per minuut maakten, want waren zij op de gewone wijze rondgeslepen, dan traden bij dat hooge toerental ten gevolge van het niet homogeen zijn van het materiaal toch afwijkingen op.

Vele acyclische machines doen aan de toestellen van Forbes denken. Een origineele oplossing geeft Beringer in 1903.

In de ruimte tusschen twee cylinders uit isoleerende stof en met verschillende straal bevindt zich kwik, dat door een stroomstraal in rotatie gebracht wordt. De vloeistof beweegt

zich in een magnetisch veld met een snelheid van 800—1200 meter per sec., zoodat er een E. M. K. in wordt opgewekt. Door de wrijving zal er echter zooveel warmte ontwikkeld worden dat het kwik verdampt.

Door Noegerrath werd een unipolaire machine gepatenteerd die voor verschillend vermogen tot 2000 K. W. door de „General Elektrik Co”. is uitgevoerd en praktisch bruikbaar is.

De rotor was een massieve ijzeren cylinder waarop de staven gelegen waren ieder tusschen twee sleepingen (fig. 2).

Om pulsaties van het ankerveld te voorkomen lagen de rotorstaven als de duigen van een ton naast elkaar.

Om het rotorveld te compenseeren, wordt de stroom langs staven aan de binnenkant van de stator teruggevoerd, zoodat de stroom in rotor en stator tegengestelde richting heeft. Deze compensatie was reeds door Heubach aangegeven (fig. 3).

In de sleepingen splitst zich de totale stroom uit een rotorstaaf in de veranderlijke stroomen  $I_1$  en  $I_2$ , omdat de parallel geschakelde weerstanden  $r_1$  en  $r_2$  in de sleeping bij de rotatie varieren (fig. 4).

Deze pulseerende stroomen brengen ijzerverliezen mee en verzwakken het hoofdveld.

Deze moeilijkheid werd opgelost door de borstels langs een rechtsche schroeflijn op de sleepingen te plaatsen en de verbindingen van de rotorstaven met de

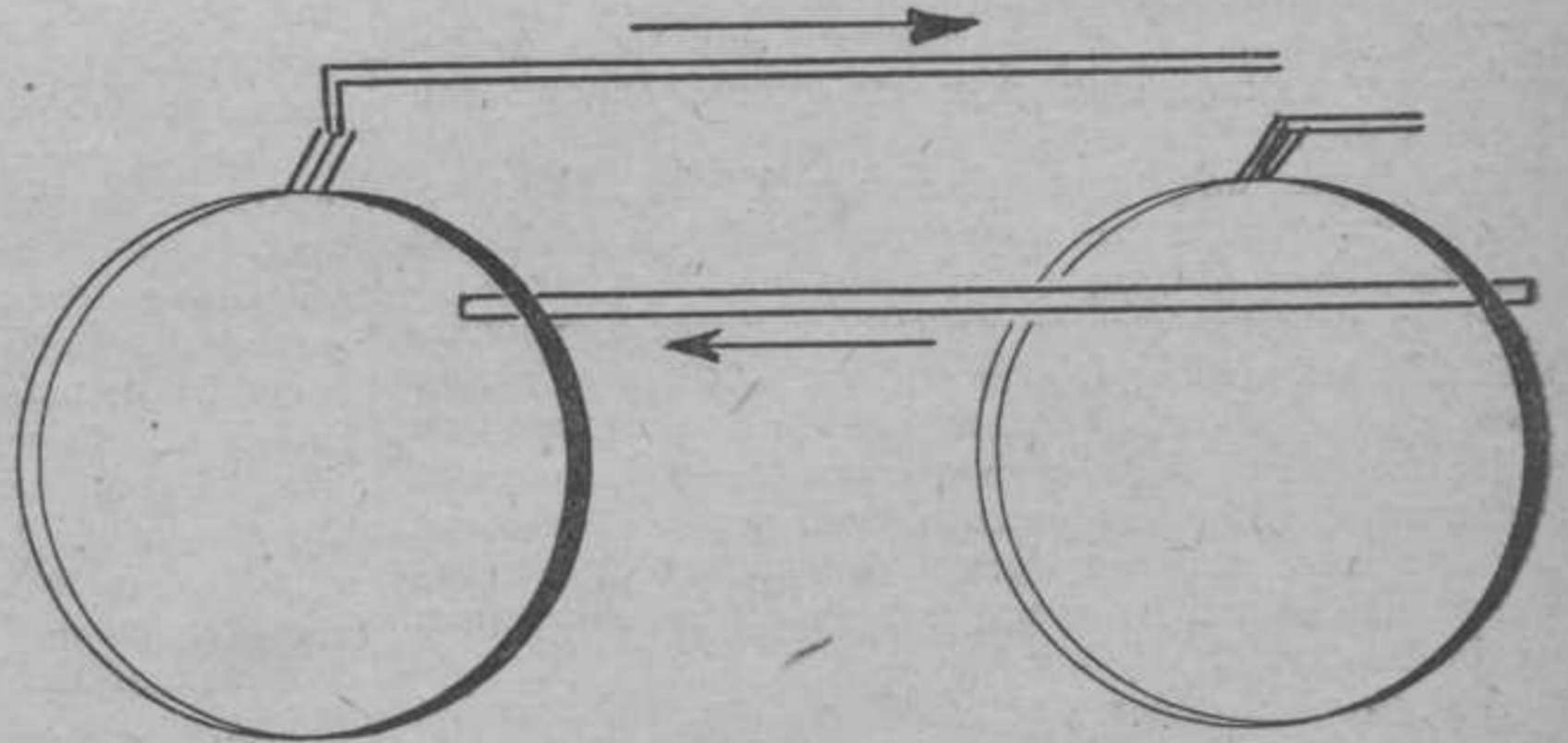


Fig. 2.

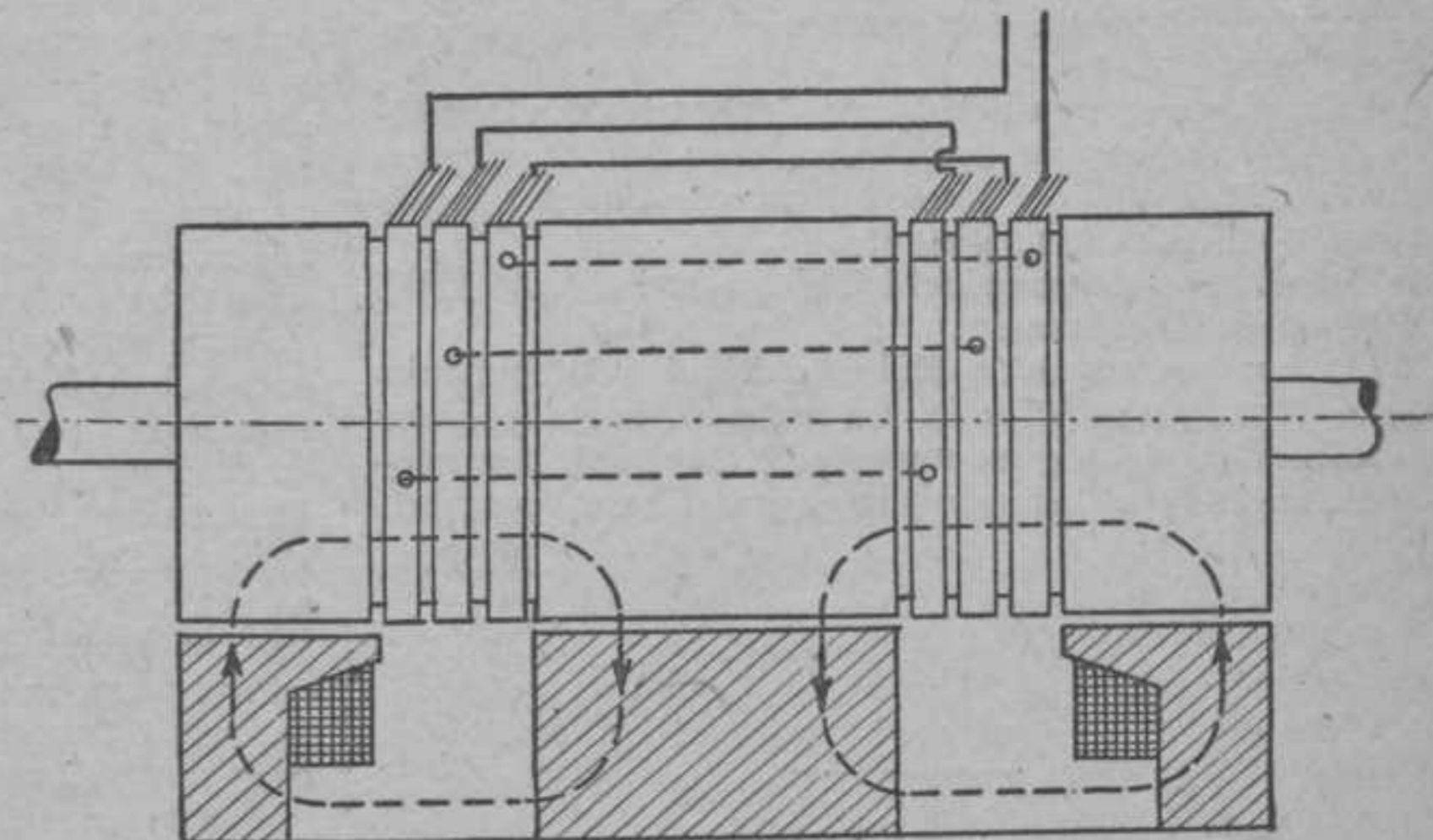


Fig. 3.

sleepringen langs een linksche schroeflijn aan te brengen. De werkingen van de verschillende pulseerende stroommen heffen elkaar dan op (fig. 4).

Het rendement was voor machines van 350 K.W. ongeveer 95%. De snelheid van de sleepringen werd tot 125 meter per sec. opgevoerd. Om bij deze snelheid een zeker contact te krijgen, moest de borstdruk aanzienlijk zijn en de slijtage aan de borstels bedroeg soms 80 mM. in de 24 uur.

In Amerika werden verschillende van deze machines in bedrijf genomen.

Zoo werd voor de electrochemische fabrieken een aggregaat geleverd, bestaande uit een acyclische generator voor 6 Volt en 8000 Ampère gekoppeld met een gewone gelijkstroom-collectormotor van 1200 toeren.

In centrales werden 2000 K.W. acyclische machines geplaatst voor 600 Volt. Deze hadden 48 rotorstaven en 96 borstels, en gaven bij sterk varieerende belasting een meer constante spanning dan overeenkomstige collectormachines.

Bovendien waren zij gedurende enkele oogenblikken zonder bezwaar 200% overbelastbaar.

Toch worden de Noegerrathsche machines weinig toegepast, vermoedelijk door de groote slijtage aan borstels en sleepringen.

Ten slotte mag de machine van Ugrimoff hier genoemd worden. Deze acyclische generator heeft iets van het éénschijf type van Forbes. Het verschil is gelegen in de wijze waarop de stroom wordt afgenomen en het nastelbare kraagblok waardoor het mogelijk was de rotor te verschuiven totdat de axiale druk verdwenen was.

De turbineschijf die als rotor dienst deed, droeg aan de omtrek een gootje waarin kwik gegoten werd dat bij de rotatie werd medegenomen en door de middelpuntvliedende kracht overal even hoog kwam te staan in dat kanaal.

Als stroomafnemer doet dienst een mes dat in het kwik wordt gedoopt.

Talrijke proefnemingen waren noodig, omdat door de opstuwing het kwik weggeslingerd werd en voor een deel verdampte.

Ook ging men met behulp van de theorie der vloeistofbeweging na wat de beste vorm voor het contactmes zou zijn. Bovendien bleek het noodig om een laagje water op het kwik te gieten.

Ten slotte werd een machine uitgevoerd voor 80 K.W. 40 Volt en 8000 toeren.

Uit het bovenstaande blijkt voldoende, dat, ondanks de eenvoudige constructie, de nadeelen der acyclische machines voorloopig grooter zijn dan de voordeelen, zoodat men dit type zeer weinig in de praktijk toegepast ziet.

L. S. B.

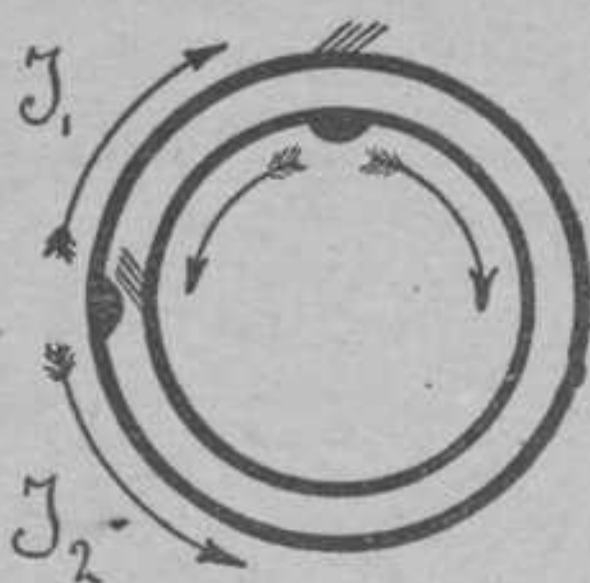


Fig. 4.

## De kanalisatie der Maas in Nederland.

(Vervolg).

LEZING van Ir. F. L. SCHLINGEMANN voor het Civiel en Bouwkundig Studentengeseelschap „Practische Studie”

Elke stuw zal in hoofdzaak bestaan uit: een afsluitbare scheepvaart-opening en een gemakkelijker en sneller te bewegen gedeelte, bestemd om bij alle wisselende waterstanden den afvoer op eenvoudige wijze te regelen. Elke stuw moet gepaard gaan met een schutsluis, om bij gesloten scheepvaart-opening de schepen gelegenheid te geven tot passeeren.

Het werken met de stuw gaat nu als volgt. In den zomer, dus in den tijd van geringen waterafvoer, is de scheepvaart-opening gesloten en wordt de afvoer geregeld met de gemakkelijk beweegbare openingen. Wanneer nu de rivier genoeg gewassen is dat men overal de diepte van ruim 3 M. kan verwachten, wanneer dus de M. R. overschreden is, zal men de scheepvaart-opening vrijmaken, en wel zoo spoedig mogelijk, omdat dan de schepen niet meer door de schutsluizen behoeven te gaan. Boven Roermond echter, waar het verhang veel grooter gaat worden, dienen de stuwen ook om groote stroomsnelheden te verminderen; en daar deze voor de scheepvaart hinderlijker zijn, of in elk geval kostbaarder dan schutsluizen, wegens kolenverbruik, zal men de bovenste stuwen zoolang mogelijk gesloten houden.

Van de vele bestaande systemen zijn twee typen gekozen: de brugstuw en de stuw met Stoneyschuiven (zoo genoemd naar den uitvinder). Een brugstuw zal bij Grave gebouwd worden, waar het steeds toenemend verkeer op zichzelf reeds den bouw van een brug wenschelijk maakt.

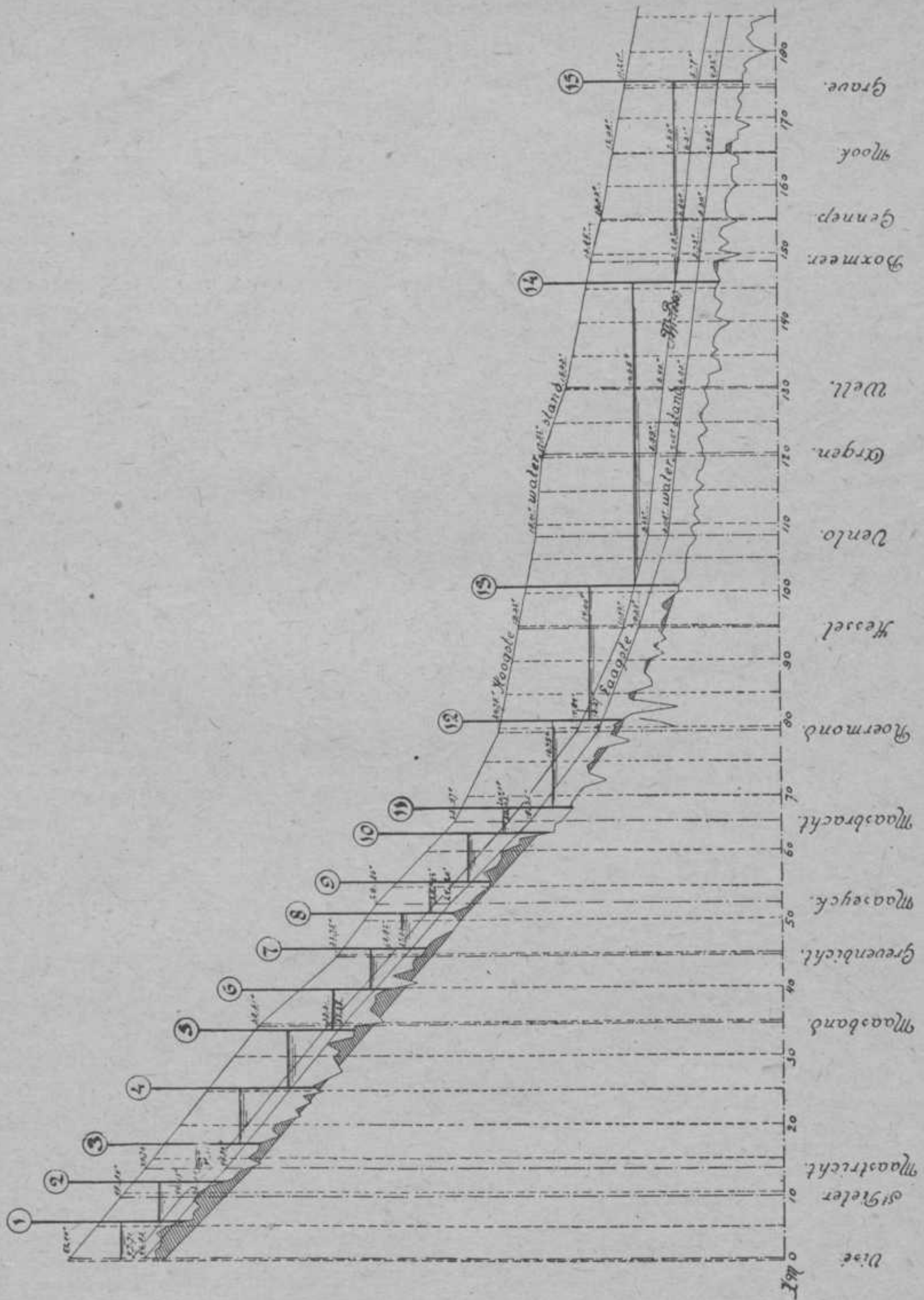
De inrichting hiervan is als volgt: Onder een der hoofdliggers van de brug worden aan scharnieren de afsluitende kleppen opgehangen. Wanneer de stuw gesloten is vormen deze kleppen dus een aaneengesloten wand tusschen elke twee brugpeilers, die boven aan de brug bevestigd is en onder tegen een doorgaanden aanslag rust. Door het verschil in waterstand worden de kleppen vast tegen dezen aanslag gedrukt. Met kettingen kunnen de afzonderlijke kleppen vanaf de brug opgetrokken worden, de stuw wordt dan geleidelijk geopend. De kleppen nu bestaan weer uit stijlen, waartusschen beweegbare schuiven aangebracht zijn. Wil men dus de stuw gedeeltelijk openen, dan kan men de schuiven regelen, terwijl dan toch de stijlen tegen den onder-aanslag blijven rusten om den waterdruk naar den ondergrond over te brengen.

Voor zoover het reeds beslist is zullen de andere stuwen ingericht worden met Stoney-schuiven, d. z. breede ijzeren constructies, over rollen op en neer beweegbaar, die mechanisch bewogen en geregeld kunnen worden. Deze stoney-schuiven dienen dan om dagelijksch gesteld te worden, al naar den meerderen of minderen afvoer der rivier, en dezen aldus op het gewenschte peil te houden. Voor den afvoer van vaste stoffen is onderstroom noodig. Daarom zullen de afsluitingen bestaan uit telkens 2 stoney-schuiven, welke vanaf een brug met electro-motoren door één man te bedienen zijn.

Naast genoemde inrichting zal de rest van het doorsnede-profiel gesloten worden door een doorlopende reeks Poiré-jukken met schuiven. Deze jukken zijn

## Lengteprofiel van de Maas van Visé tot Grave.

Schaal voor de lengten 1 : 1.000.000  
 Schaal voor de hoogten 1 : 500



draaibaar op den rivierbodem bevestigd, ze kunnen dus rechtop staan, of neergeklapt op den bodem liggen. Wanneer ze vertikaal staan kunnen schuiven ertusschen aangebracht worden, welke dan over dat gedeelte de rivier afsluiten. Wanneer de afvoer weer zoodanig gestegen is, dat zonder opstuwung een voldoende diepte gewaarborgd is, worden de schuiven opgetrokken en voor eenige maanden in een loods opgeborgen, tot

dat ze weer noodig zijn wegens vermindering van den waterafvoer. Het vervoeren dezer zware ijzerconstructies geschiedt met een daartoe bestemde wagen, waarvoor over de jukken een spoor is gelegd. Wanneer de schuiven zijn uitgenomen klapt men de jukken neer, en krijgt zoodoende een breede scheepvaart-opening.

Een goede oplossing voor de „vischtrap” is nog niet gevonden. (Dit is een inrichting die de visschen, als

## Situatie van de ontworpen stuw en sluizen te Linne en te Roermond.

Schaal 1 : 45.000



zalm en paling, gelegenheid geeft stroomopwaarts te zwemmen).

Naast elke stuw is dus een schutsluis noodig, om het passeeren van schepen mogelijk te maken in dien tijd van het jaar, dat de scheepvaart-opening der stuw gesloten is. Zie figuur.

Deze schutsluizen zullen van het sleepsluis-type zijn en krijgen een kolk, die voor een sleepboot en 2 schepen plaats biedt. De kolk wordt  $260 \times 16$  m., de breedte der sluishoofden 14 m. Riolen worden  $7 \text{ m}^2$  breed, waardoor de kolk in  $7^5$  minuut geleidigd kan worden.

Naar Amerikaansch voorbeeld zal de geheele schut-

sluis in gewapend beton worden uitgevoerd. De dagzijde hiervan wordt onbekleed gelaten; alleen de hoeken zullen van een bescherming worden voorzien. Daar deze in ijzer sneller aangebracht kan worden, heeft men dit materiaal de voorkeur gegeven boven natuursteen.

De vleugels van de sluishoofden komen in het verlengde van de schutkolk-muren en de spruiten, waardoor de riolen hun water afvoeren komen dus tegenover elkaar te liggen. Deze ongewone plaatsing der vleugelmuren geeft aldus twee voordeelen: verlenging der kwellingte en remmen van den uitlaatstroom. De sluizen worden bovendien voorzien van een tusschen-

hoofd om een kleinere kolk te kunnen vormen, wanneer slechts één schip, of eenige zeer kleine, gescht moeten worden. Dit geeft het voordeel van minder waterverlies en sneller schutten.

De riolen worden afgesloten met Stoney-schuiven; deuren en schuiven zullen electrisch bewogen worden.

Daar de bouw der werken te Linne reeds voor 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> jaar is aangevangen, zal weldra een gedeelte der kanalisatie gereed zijn. Spreker eindigde met eenige mededeelingen omtrent de hier toegepaste bronbemaling, welke ik niet zal herhalen, daar hiervoor de gewenschte teekeningen ontbreken. Voor hen, die zich er voor interesseeren, verwijs ik naar het rapport (no. 15) van den rijkswaterstaat over de proefbemaling, door Ir. G. J. van den Broek, verschenen bij Gebr. van Cleeff te 's-Gravenhage.

In de „Ingenieur 1918”, blz. 304 e.v., is een uitvoerig verslag te vinden van een lezing over dit onderwerp door Ir. Schlingemann gehouden voor het K. I. v. I.

A. J. I.

## Handels-aesthetiek.

(*Vervolg*).

LEZING, gehouden voor het Civiel- en Bouwkundig Studenten-gezelschap „Practische Studie”, door Prof. R. N. ROLAND HOLST.

Nu is er een omslag gekomen in de latere tijden in de verhouding van kunstenaar met het productie-proces. De Deutsche industrie begreep, dat bij de steeds intensievere concurrentie het noodig was alle krachten te mobiliseeren. Het werk van den kunstenaar kreeg ook voor de industrie belang. En deze stond daarbij voor een keuze: buiten het dagelijksch leven in zijn isolement te blijven, met de ontzenuwende invloed, die daarvan 't gevolg is, of 't eenvoudige te doen, mee te werken aan wat doel heeft door z'n nuttigheid.

De kunstenaars, die het laatste verkozen, vonden nieuwe opdrachtgevers bij de groothandel en de groot-industrie.

Bij de groot-industrie wachtten den kunstenaar boeiende problemen. De eerste automobielen bijv. hadden 't uiterlijk van een gewoon rijtuig, waaraan alleen de paarden ontbraken. Zoo ook waren de schepen, die Columbus naar Amerika brachten, drijvende huizen, evenals Nelson's oorlogsbodem's wankel kasteelen geleken. De eerste locomotieven hadden geen eigen karakter. Door 't werk van den kunstenaar-ingenieur zijn al deze vormen veranderd en hebben deze voortbrengselen van de industrie een eigen karakter en eigen schoonheid gekregen. Daarbij komt ook het groote vraagstuk van machinale massa-productie dat den kunstenaar voor moeilijke, maar interessante problemen stelt.

Een belangrijke moreele kwestie is hiervan niet te scheiden. We mogen ons wel eens afvragen; hoe gaan wij met de dingen om? Daarbij voelen we onmiddellijk dat er verschil bestaat in onze verhouding tot de dingen, verschillen op grond van hun innerlijke waarde. In onze appreciatie staan de voorwerpen, waaraan de geest deel heeft, veel hoger. Daarmede gaan we

zorgvuldig om, maar zeer roekeloos daarentegen met die dingen, waaraan de geest geen deel had, zooals bij het massa-product. De massa-productie van waarde-looze producten maakt ons dus tegelijk roekeloozer en geestelijk armer.

Of de machinale productie nimmer kan leiden tot kunst is een vraag, die buiten het behandelde onderwerp valt. Zonder die vraag te beantwoorden, wenscht spreker te zeggen, dat de hoogste kunst nimmer tot doel had ons leven gemakkelijker te maken, maar ons van het leven afvoert naar hogere erkenningen. Nooit zal de machinale kunst deze erkenningen kunnen steunen, nooit zal zij daarom een zoo diepen invloed op den mensch kunnen hebben. Maar de taak van den kunstenaar in de industrie heeft ook prachtige kansen, omdat de bereikbare schoonheid en de doelmatigheid in het industriele product in elkaar kunnen overgaan. De technisch meest juiste vormgeving aan een stoomboot b. v. is tegelijk ook altijd de schoonste. De zakelijke en rethorische zijde geeft aan de taak van den ingenieur-kunstenaar een ongemeene bekooring.

Ook de handel heeft de kunstenaars noodig om den concurrentiestrijd te steunen en hem scherper te kunnen voeren. We moeten de dingen echter zonder sentimentaliteit bezien; den industrieelen is het er niet minder dan vroeger om te doen, winst te maken. Een fabrikant maakt reclame door mooie plaatjes uit te geven, niet om de kunst en de kunstzin te bevorderen, want hij zou als hij 't zelfde beter kon bereiken met de uitgifte van leelijke plaatjes, zich daarvan niet laten terughouden.

Handel en industrie hebben den kunstenaar dus noodig en omgekeerd behoeven de kunstenaars handel en industrie om weer deel te gaan hebben aan het dagelijksche leven.

De moeilijkheid een zuiver gestelde opdracht te geven wenscht spreker ook te memoreeren. Als men nagaat welke eischen nog gelden bij de opdracht voor het ontwerpen van simpele zaken van dagelijksch gebruik als postzegels, munten, bankpapier enz., bemerkt men, dat de opdrachtgevers nog niet in staat zijn aesthetisch de opdracht te doorgronden. In 't begin van de renaissance waren het de groote magnaten, die, op de hoogte van de kunst, in staat waren goede opdrachten te geven. Nu blijken maar al te vaak de opdrachtgevers daartoe niet in staat. Jammer genoeg moet dit van de overheid ook gezegd worden, en waarlijk niet alleen waar het postzegels betreft.

De onmacht om opdrachten met juist aesthetisch doorzicht te geven tracht men te neutraliseeren door de prijsvraag. Hiermee werd echter het concurrentie-systeem op de kunstenaars overgeplant. Wat zijn de gevolgen daarvan? Het gaat er mee als met verkiezingen, b. v. de presidents-verkiezingen in Frankrijk. De uiterste partijen kunnen niet overwinnen en nu overwint daardoor de middelmaat. Het valt te betwijfelen of de kunstenaar aan de oplossing van de prijsvragen zijn hart zal kunnen geven. Wil hij tot een schepping komen, dan moet in hem 't besef leven, dat men van hem verwacht, dat hij beter dan wie ook kan geven, wat gewenscht wordt.

Want dit zal zijn geest stimuleeren, zoowel als zijn verantwoordelijkheidsgevoel.

Waarom handel en industrie den kunstenaar noodig hebben, weten wij. Zij kunnen echter ten slotte alleen den kunstenaar „de stof”, de materialen verschaffen

die hij noodig heeft om zijn geest tot uitdrukking te brengen.

Wel moeten we beseffen, dat handel en industrie nooit dat voor de kunst zullen kunnen zijn wat de godsdienst daarvoor is geweest. Vóór de renaissance was deze een groote moreele steun. Maar bij de handel en industrie ontbreekt het groote moreele principe, waar zij zich alleen richten op de winst.

Het doel van den kunstenaar is niet te leven „van” de kunst, maar integendeel te leven „voor” de kunst. Zoo werd de kunst beoefend vóór de renaissance door de priester-kunstenaars. En 't kan ons droef stemmen als we thans zien, dat de kunst middel van bestaan is geworden.

Nu we zagen dat de concurrentie de kunst eerst heeft gescheiden van den handel en industrie, en de verscherpte concurrentie deze juist weer samenbracht, dient de kunstenaar, die zich in dienst van handel en industrie stelde, dit goed te beseffen. Hij moet de eisch van de concurrentie erkennen en ook werkelijk trachten die te steunen. Anders leidt dit tot een halfheid, die hem noch zijn arbeid ooit ten goede kan komen. Maar ook zij, die de concurrentie leiden, moeten hun vaak éézijdige zienswijze verruimen door 't wezen der concurrentie niet éézijdig te zien.

Tot slot en tot illustratie dit verhaal:

Drie Perzische zwaardvechters waren op 'n dag bijeen. En terwijl ze van hun daden hoog tegen elkaar opgaven, kwamen ze overeen om na te gaan, wie hunner het scherpste en beste zwaard had.

En de eerste nam z'n zwaard stevig in z'n vuist geklemd, liep op een boom toe en zocht er de dikste tak van, die hij met een fiksche slag afhouwde. Daarna 't scherp van z'n zwaard toonende, bleek dit nauwelijks verlet.

Nu kwam de tweede aan de beurt, die een rotsblok voor zijn experiment verkoos. Met een forschen slag op den steen geluke het hem deze te splijten. Het blok viel met een doffen slag uiteen. Zijn zwaard bleek dan wel eenige butsen te hebben gekregen, maar toch was het nog scherp.

De derde sprak toen: „En toch is mijn zwaard beter en scherper”. Hij nam den zijden hoofddoek van zijn geliefde, wierp die op in de lucht. Zij woei wijd uit, stil hield hij zijn zwaard voor zich uit, en daar waar de doek het zwaard raakte, werd ze in tweeën gesneden. En zijn zwaard was gansch onverlet.

Delft, Nov. 1919.

A. L.

## Eenige mededeelingen over: Modelproeven in de berekening van de E. P. K.

VERSLAG van de lezing voor het Scheepsbouwkundig  
Gezelschap „William Froude” door  
Prof. Dr. (h. c.) J. SCHÜTTE, Dantzig.

Wanneer van een schip de lengtematen worden voorgesteld door  $l$ , de oppervlaktematen door  $l^2 = f$ , en de inhouden door  $l^3 = \alpha$ , dan zijn (als  $l/d^{1/3} = L_c$  en  $f/d^2 = F_c$ )  $L_c$  en  $F_c$  resp. de lengte- en de oppervlakteconstanten, die voor gelijkvormige schepen gelijk zijn. De lengtematen gedeeld door  $L_c$  blijven gelijk voor gelijkvormige schepen, al is het een schip van 1 Ton of 10000 Ton, zoo ook met de opper-

vlaktematen, wanneer deze gedeeld worden door  $F_c$ .

Dus zal bijv. de waarde  $\frac{X}{D^{1/3}}$  onveranderlijk zijn voor gelijkvormige schepen, als  $X$  het oppervlak van het grootspant en  $D$  de waterverplaatsing voorstelt. Bepaalt men nu deze constanten voor een gunstig gevormd model en houdt men deze waarden aan voor een gelijkvormig schip, dan kan men zodoende komen tot het beste schip wat betreft den vorm in verband met minimum weerstand voor zekere snelheid en draagvermogen.

Om de weerstand van een schip te bepalen kunnen we uitgaan van de formule van Euler, die den weerstand geeft voor vlakke, wrijvingslooze platen bij hunne beweging door stil water met snelheid  $v$ , dan is

$W = \text{coëff.} \times \frac{\gamma}{2g} \times F \times v^2$ .  $F$  = het oppervlak van de doorsnede,  $\gamma$  = s. g. van de vloeistof en  $g$  = versnelling van de zwaartekracht. Past men deze formule toe op een schip, dan wordt  $F$  = oppervlak van het grootspant ( $X$ ), en de formule gaat over in

$$W = C \times \frac{\gamma}{2g} \times X \times v^2.$$

Deze weerstand geeft dus eigenlijk niets anders dan de vormweerstand, omdat aangenomen is, dat de platen wrijvingsloos waren. Wij hebben hier de Fransche formule,  $c$  is een ervaringsgetal, dat in verband staat met de wrijvingsweerstand en de andere samenstellende deelen van den totalen weerstand.

Gaat men nu den weerstand van 2 schepen met elkaar vergelijken, dan kan men slechts een goed resultaat verkrijgen als de schepen volkomen gelijkvormig met elkaar zijn.

Noemt men 't aantal effectieve paardekrachten  $N_e$ , en 't aantal indicator paardekrachten  $N_i$ , dan is

$$N_e = \frac{W \times v}{75} = \frac{\gamma}{2g} \times \frac{X \cdot v^3}{75},$$

$$N_i = \frac{\gamma}{2g} \times \frac{X \cdot v^3}{75} \times \frac{1}{\eta},$$

als  $\eta$  = propulsive coëff. =  $\frac{E. P. K.}{I. P. K.}$ .

Ook is  $N_i = \frac{v^3}{m^3} \cdot X$ , dus

$$\frac{\gamma}{2g} \cdot \frac{1}{75} \times \frac{1}{\eta} \times X \cdot v^3 = \frac{v^3}{m^3} \cdot X, \text{ of: } \frac{\gamma}{2g} \times \frac{1}{75} \times \frac{1}{\eta} = \frac{1}{m^3},$$

als dus  $v = m \sqrt[3]{\frac{N_i}{X}}$ . De waarde van  $m$  varieert

van 2,45 tot 4, en is niet alleen afhankelijk van de wrijvingsweerstand doch ook van het nuttig effect van voortstuwcr en machine en wordt daardoor nog onconstanter.

Schrijven we voor de wrijvingsweerstand  $W_r = c(v)^y$ . R. E. Froude nam voor  $y$  de constante waarde 1,825 aan. In werkelijkheid is dit niet het geval. William Froude vond reeds dat  $y$  met de lengte varieerde, echter niet met de snelheid.

Professor Schütte vond evenwel dat  $y$  ook bij de verschillende snelheden niet constant is.

Zooals gezegd nam R. E. Froude de snelheidsexponent constant aan en ontwikkelde hieruit zijn methode der constanten, die nog even door Prof. Schütte werd



opgeschreven. Hieruit wordt uitgegaan van de vergelijkingswet van William Froude, welke luidt: Verhouden zich van 2 gelijkvormige schepen de afmetingen als  $\alpha$ , dan verhouden zich de corresponderende snelheden als  $\sqrt{\alpha}$  en bij deze corresponderende snelheden de vormweerstand als  $\alpha^3$ , dus als de watervërplaatsingen.

Dus  $V = v_1 \sqrt{\alpha} = v_2 \sqrt{\alpha} = \dots$  enz.

en  $D = d_1 \alpha^3 = d_2 \alpha^3 = \dots$  enz., waaruit volgt

$$\left(\frac{D}{d_1}\right)^{1/3} = \alpha^3, \text{ dus:}$$

$$\frac{V}{D^{1/6}} = \frac{v_1}{d_1^{1/6}} = \frac{v_2}{d_2^{1/6}} = \dots = K = \text{snelheidsconstante.}$$

Het eindresultaat wordt dan: <sup>1)</sup>

scheepsweerstand =  $W =$

$$= D \left[ \frac{W_w}{d} - F_c \cdot L_c^{0,875} R^{1,825} (\gamma O_m - \gamma O_s) \right].$$

Waaruit E. P. K. te vinden is, n.l. E. P. K. =  $\frac{W \times v}{75}$ .

Bij proeven met modellen van torpedobooten met R. E. Froude's methode der constanten vond Prof. Schütte toen een propulsiven coëfficiënt  $> 1$ , dus het perpetuum mobile zou uitgevonden zijn. Als reden werd opgegeven, dat de vergelijkingswet van William Froude niet deugde. Schütte geloofde dit niet en zocht de fout ergens anders. Hij veronderstelde dat de wrijvingsweerstand niet goed berekend was en nam

daarom proeven met planken  $\left(\frac{l}{b} = 55,556\right)$  die aan beide einden messcherp waren. Ze werden met groote snelheid gesleept en waren niet zooals die van Froude ondergedompeld. Om de golfweerstand die nu ontstaat, uit te schakelen, sleepte hij de modellen met verschillende diepgangen. Is de totale weerstand eerst  $W'_{\text{totaal}}$ , de golfweerstand  $w'_g$ , en de wrijvingsweerstand  $w'_w = f \Omega_1 v^y$ , en bij dezelfde snelheid bij grootere diepgang resp.  $W''_{\text{totaal}}$ ,  $w''_g$  en  $w''_w = f \Omega_2 v^y$ , dan is, omdat  $w'_g = w''_g$

$$W''_{\text{totaal}} - W'_{\text{totaal}} = f \Omega_2 v^y - f \Omega_1 v^y$$

$$\text{of } f v^y = \frac{W''_{\text{totaal}} - W'_{\text{totaal}}}{\Omega_2 - \Omega_1} =$$

$$= \frac{\text{verschil in weerstand}}{\text{verschil in nat oppervlak}}$$

$f v^y$  is zoo te bepalen en daaruit de exponent van de snelheid,  $y$ , waarvoor Prof. Schütte de volgende formule gaf:  $y = 0,00279 v^2 + 0,0186 v + 1,875$  dus varieert met de snelheid, en is *niet* voor alle snelheden gelijk.

Vervolgens werd de invloed besproken van de diepte van het water op den weerstand. Dikwijls hebben schepen in ondiep water minder weerstand als in diep water. De lengte en voortplantingssnelheid van de gevormde golven zijn afhankelijk van den vorm en snelheid van het schip. De benoedigde arbeid voor het vormen van de golven neemt toe met hun lengte en wordt in verhouding het grootst als golflengte = scheepslengte, want dan is de drukverdeling op voor- en achterschip 't ongunstigst door de groote hoogte van de golven aan boeg en hek. Daarom stijgt de weerstandskromme tot de snelheid waarbij die golflengte optreedt, sneller dan boven die snelheid. Daarbij komt dat voor de vorming van de golven een zekere diepte

noodig is. Ontbreekt deze, dan worden de golven gedwongen een andere, meer gestrekte vorm aan te nemen, en krijgen daardoor grootere lengte (de golftoppen komen verder uit elkaar), zoodat reeds bij geringere scheepssnelheid de golflengte = scheepslengte. Hieruit is te verklaren, dat de „kritische” snelheid, hierboven genoemd, in ondiep water reeds eerder bereikt wordt dan in diep water. Een voorbeeld hiervan is een schip dat met 4000 I. P. K. in 7 M. diep water een snelheid ontwikkelde van  $24\frac{1}{2}$  knoop, terwijl dit schip in 15 M. diep water nog geen 22 knoop haalde.

De vormverandering van de golven in ondiep water veroorzaakt tevens een druk op den bodem, die door het water weer op het schip wordt overgebracht, met het gevolg dat er een zekere trim ontstaat, want het voorschip wordt 't meest opgelicht, daar de druk daar, bij het ontstaan van de boeggolven, natuurlijk het grootst is. Dit werkt ook gunstig op den weerstand in ondiep water.

Vervolgens werd de waarde  $m$  bepaald voor een schip met bekende afmetingen uit de formule

$$v = m \sqrt[3]{\frac{N_i}{X}},$$

en vond  $m = 3,9$  hetgeen een zeer normale waarde is. Voor hetzelfde schip was de admiraliteitsconstante

$$c_1 = \frac{D^{2/3} v^3}{N_i} = 284.$$

Spreeker eindigde met te concludeeren dat de toepassing van de vergelijkingswet van William Froude ook nu weer tot goede resultaten heeft geleid, alweer een bewijs voor hare juistheid voor practisch gebruik.

TH. TIDEMAN.

## Zuiderzee-plannen.

LEZING van Dr. C. LELY c. i. voor „Practische Studie”.

Op Woensdag 18 Eebruari hield Dr. C. Lely voor een stampvolle zaal een lezing over de ontwikkelingsgeschiedenis van het Zuiderzee-plan. Spreker begon met het Zuiderzee-vraagstuk in drie deelen te splitsen, n. l.:

1. het plan,
2. de uitvoering,
3. de economische en financieele gevolgen.

Van deze drie stelde spreker zich voor het eerste te behandelen, en wel beginnende met de voorgeschiedenis ervan.

Het Zuiderzee-vraagstuk heeft een lange voorgeschiedenis gehad, evenals de meeste groote ontwerpen. Het eerst wordt er van droogmaking van de Zuiderzee gesproken in een brochure van Kloppenburg en Franken. Deze wilden een afsluitdijk van Enkhuizen naar de Friesche kust, het IJselwater zou afgevoerd worden langs Rijn en Waal.

Hierna kwam het plan-van Diggelen. Deze wilde een afsluitdijk van Nieuwediep naar Terschelling, achter Marsdiep en Vlie om; van Terschelling naar Ameland en vandaar naar de Friesche kust. De IJsel zou langs 2 takken de zee bereiken, n. l. een langs de Overijselsche en Friesche kust naar Ameland en een langs de Hollandsche kust tot Hoorn en vandaar dwars door Noord-Holland naar zee. Bij beide plannen zou dus de IJsel *binnen* de afsluitdijk blijven. Een groot nadeel

<sup>1)</sup> Methode der constanten van R. E. Froude, zie Johow 1910, blz. 581 e. v.

van het plan van Diggelen is echter de zeer lange en dus dure afsluitdijk, terwijl, vooral in het noorden, veel zandgrond ingedijkt zou worden.

In 1866 vroeg Rochussen het oordeel van Beyerinck en Stieltjes over de vraag of de IJsel binnen of buiten de afsluitdijk moet blijven; beiden waren van oordeel, dat de IJsel er buiten moet blijven. In het zelfde jaar verscheen het plan van Beyerinck; hij stelde voor een afsluitdijk van Enkhuizen over Urk naar de Zuidel. keteldam. De minister van binnenl. zaken stelde toen een commissie in om de uitvoerbaarheid van dit plan te onderzoeken; in haar rapport van 5 Mei 1867 kwam deze commissie tot de slotsom, dat de afsluiting en droogmaking na eenige wijzigingen uitvoerbaar was, en raadde aan de uitvoering er van, onder waarborgen, aan een particuliere maatschappij over te laten. Hieruit ontstond een door Beverinck gewijzigd plan, dat in 1869 nog door Stieltjes werd omgewerkt; de afsluitdijk werd hierin gedacht ten Zuiden van den Ketelmond te eindigen. In 1877 werd in dien geest een wetsontwerp bij de 2<sup>e</sup> Kamer ingediend. Volgens dit plan zou evenwel de exploitatie door de Staat geschieden; deze verandering is in hoofdzaak het werk van den toenmaligen minister Heemskerk. 19 November 1877 werd het ontwerp echter door een nieuwe regering ingetrokken, nog voor dat het in de Kamer behandeld was.

Hierna trad een periode van rust in, totdat in 1886 het 2<sup>e</sup> Kamerlid Buma de zaak weer opnam en de stoot gaf tot de in September van dat jaar opgerichte Zuiderzee-vereeniging, die zich ten doel stelde een onpartijdig en volledig onderzoek betreffende de afsluiting, mede met het oog op latere droogmaking van de Zuiderzee, de Wadden en de Lauwerszee. De uitkomsten van het onderzoek werden van 1887-'92 openbaar gemaakt in 8 nota's, van de hand van Dr. C. Lely. De vereeniging ging nauwgezet alle mogelijkheden na. Uit peilingen wist men, dat de Zuiderzee over het algemeen vrij ondiep was, met als grootste diepten ongeveer 10 m., terwijl het Texelsche- en het Vliegat diepten hebben van resp. 40 en 20 m. Practisch is dus de uiterste afsluiting van Wieringen naar Terschelling achter het Texelsche- en het Vliegat om. Men heeft dan echter het bezwaar, dat men met de Zuiderzee, die steeds onder water blijft, ook de Waddenzee afsluit, die bij eb droogvalt; dit is dus een lastig terrein omdat men er bezwaarlijk met schepen kan komen. verder is de grond daar voor een groot deel zandgrond en wordt de afsluitdijk 65 K.M. in plaats van nog geen 30 K.M., wanneer men alleen de Zuiderzee afsluit. Bovendien zijn de kosten van de dijk Wieringen-Friesland 55 millioen en de duur 9 jaar, tegen die van de dijk Wieringen-Terschelling 200 millioen bij een duur van 20 jaar. De langere duur is door het renteverlies een gewichtige factor. Zoo beschouwd is dus de uiterste afsluiting van Noord-Holland over Wieringen naar de Friesche kust. Bij deze afsluiting heeft men dus de IJsel achter de afsluitdijk. Hiertegen zijn verschillende bezwaren aangevoerd.

Ten eerste de opwaaiing. Op het oogenblik kan bij de grootste stormen een verschil in waterstand door de opwaaiing optreden van 4 m. Men vreesde, dat dit na de afsluiting nog meer zou zijn, doordat het water dan niet naar de Noordzee kan wegstromen. Uit onderzoekingen is echter gebleken, dat in dergelijke gevallen juist water uit de Noordzee in de Zuiderzee

stroomde, wat men dus niet heeft na de afsluiting. Verder is het peil van de Zuiderzee lager na de afsluiting, dan nu bij storm.

De IJsel voert af water, zand, slib en ijs. Wat het water betreft waren er sommigen, die een hooge waterstand aan de Ketelmond vreesden, doordat het peil van de monding even hoog zou blijven, maar de monding zelf wordt verlegd tot bij de afsluitdijk, zoodat door het verval de waterstand ter plaatse van de tegenwoordige uitmonding ongeveer 3 m. hooger zou komen. Dit wordt echter voorkomen door de groote breedte van de verlenging, maar men vreesde nu dichtslibbing daarvan. Nu is echter de door de IJsel jaarlijksch aangevoerde hoeveelheid slib 400.000 m<sup>3</sup>, terwijl b.v. in de haven van Delfzijl jaarlijks 500.000 m<sup>3</sup> gebaggerd wordt, dit kan dus geen bezwaar zijn. Wanneer alles in het IJselmeer bezinken zou, zou dat slechts een bodemverhooging van  $\frac{1}{10}$  m.m. per jaar geven. Hieruit blijkt wel, dat de natuurlijke dichtslibbing, die wel eens voorgesteld is, wat lang zou duren; men rekest daarvoor 20-30,000 jaar.

Het ijs, dat de IJsel aanvoert, is nog minder bezwaarlijk dan het slib; de totale ijsoppervlakte, die afgevoerd kan worden, rekest men op 500-1000 H.A., wat dus op de oppervlakte van het IJselmeer weinig uitmaakt.

Wat het aangevoerde water betreft: de grootst mogelijke afvoer krijgt men bij een doorbraak van de Rijn-dijk, zooals in 1882; toen was de afvoer totaal 3000 m<sup>3</sup>/sec. Stel dat men daarbij tevens 3 dagen lang niet kan schutten, dan zou dat een verhooging van de waterstand geven van 60-75 c.m., dat is dus nog volstrekt niet onrustbarend. Er is zoodoende dus geen enkel bezwaar om de IJsel binnen de afsluiting te nemen.

Volgens het tegenwoordige plan maakt men eerst de afsluitdijk en daarna de dijken om de 4 polders. De moeilijkheid is nu om het sluitgat dicht te krijgen, omdat daar een sterke stroom doorgaat. Men stelt zich nu voor verdieping door dien stroom onmogelijk te maken door zware steenbezetting; de laatste 6000 m. worden de einden niet naar elkaar toe gemaakt, maar de dijk verticaal opgebouwd. In de dijk komen 30 sluizen met een totale sluiswijdte van 300 m.

De grondboringen hebben uitgemaakt, dat er in het Z.W., Z., Z.O. en O. een doorgaande kleistrook zit en een aparte strook in het N.W. Oorspronkelijk wilde men alleen kleigrond droogleggen, maar sedert men kunstmest gebruikt, behoeft men zich daar niet meer angstvallig aan te houden; uitsluitend zand valt echter nergens binnen de droogmaking.

(Slot volgt)

v. L. C.

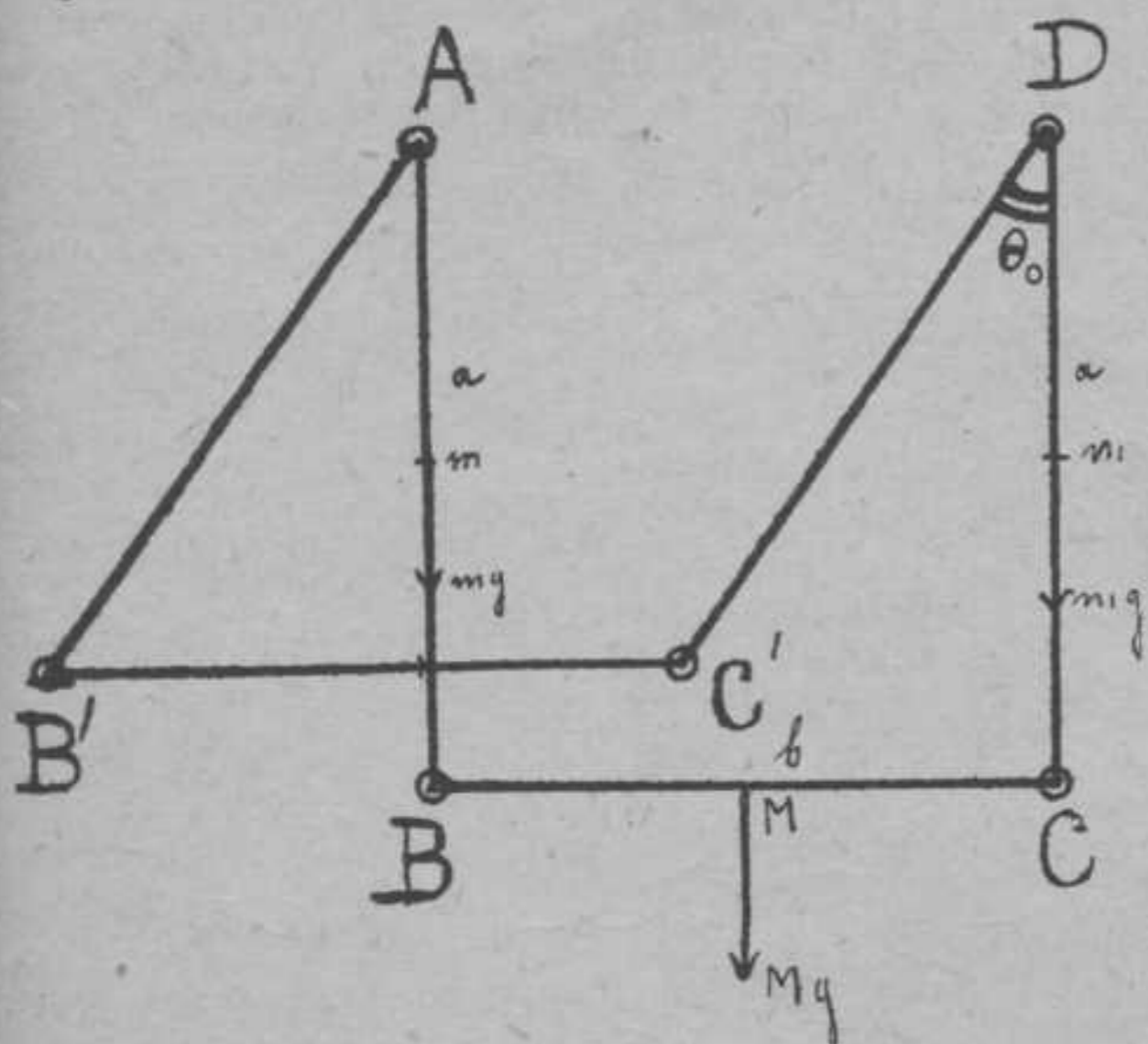
## Vraagstukken Tentamen Theor. Mechanica November 1919.

(Vervolg).

No. 2. Nevenstaand toestel, dat scharnieren bevat bij *B* en *C* kan in zijn vlak schommelen om scharnieren bij *A* en *D*.

*AB* = en // *DC*, lengte van beiden *a* cM, en massa van elk *m* Gr. *BC* is horizontaal. Lengte *BC* is *b* cM. en massa *M* gram.

Gevraagd wordt de schommeltijd voor kleine schommelingen.



Oplossing. We denken het toestel in den stand  $AB'CD$ , dus over een hoek  $\theta_0$  uit den evenwichtsstand en laten het dan aan de werking van de zwaartekracht over. We passen het beginsel van lev. kr. en arb. toe op een oogenblik, dat de uitwijkingshoek  $\theta$  bedraagt. De staven  $AB'$  en  $DC'$  draaien respectievelijk om de vaste punten  $A$  en  $D$ , hun lev. kracht is dus  $2 \times \frac{1}{2} I \dot{\theta}^2$ , waarin  $I = \frac{1}{3} m a^2$ .

$B'C'$  verricht een zuivere translatie, met een snelh. in grootte en richting gelijk aan die van  $B'$ , dus  $= a \dot{\theta}$ .

Lev. kr. van  $B'C'$  alzoo  $\frac{1}{2} M a^2 \dot{\theta}^2$ , dus die van het geheele toestel  $= \frac{1}{3} m a^2 \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} M a^2 \dot{\theta}^2$ .

Volgens het beginsel van lev. kr. en arbeid wordt dus:

$$\frac{1}{3} m a^2 \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} M a^2 \dot{\theta}^2 = (M + m) a g (\cos \theta - \cos \theta_0).$$

$$\text{Of: } \dot{\theta}^2 = \frac{(M + m) g}{\left(\frac{1}{2} M + \frac{1}{3} m\right) a} (\cos \theta - \cos \theta_0).$$

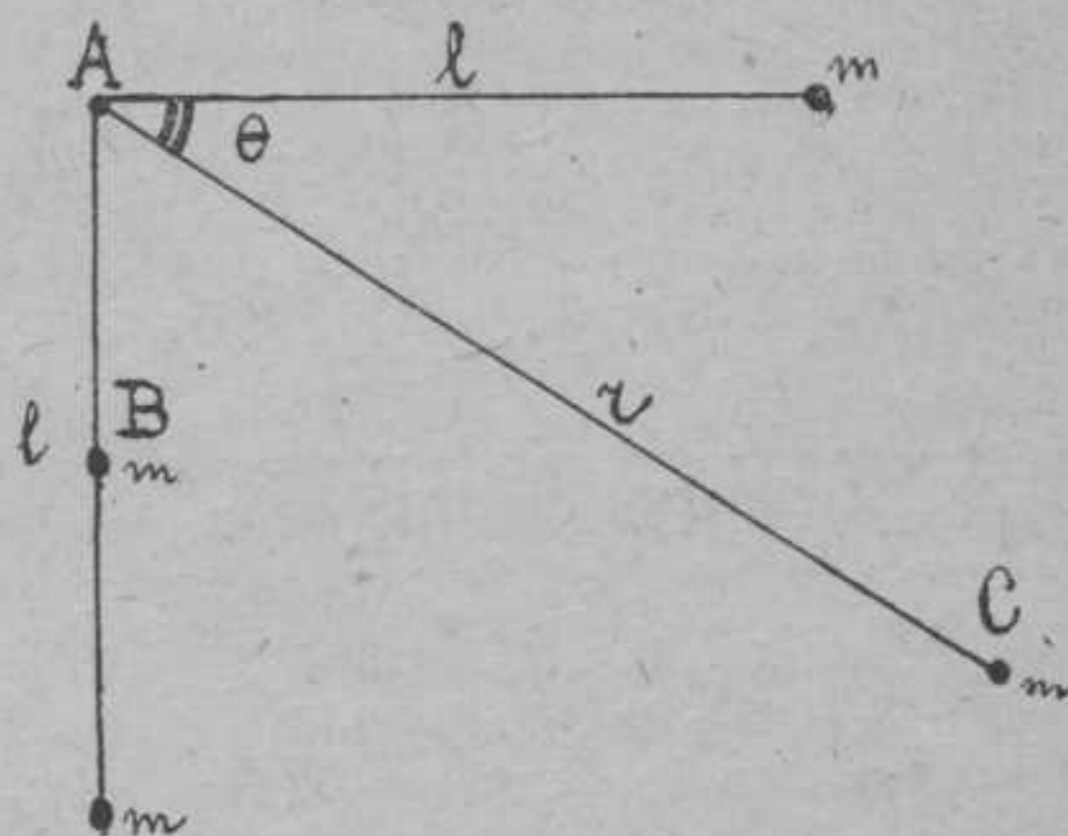
Geheel dezelfde differentiaalvergelijking geldt voor een physische slinger, bestaande uit een staaf  $AB$ , massa  $2m$ , lengte  $a$ , terwijl bovendien daarbij in  $B$  een massa  $M$  is opgehoopt.

De oplossingsmethode bij de theorie van de physische slinger behandeld kan dus hier op den voet worden gevolgd. De daar gevonden formule voor den slingertijd blijft ook hier van kracht, zoodat het antwoord luidt:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{2}{3} m a^2 + M a^2}{(M + m) a g}} = 2\pi \sqrt{\frac{(M + \frac{2}{3} m) a}{(M + m) g}}.$$

No. 3. Een volkomen buigzaam, massaloos koord is over een spijker geslagen, welke in den muur is bevestigd en waarover het zich zonder wrijving kan bewegen. Aan de uiteinden van het koord zijn twee massa's  $m$  bevestigd. In den aanvang hangt een deel,

lengte  $l$  langs den spijker naar beneden, het andere deel, lengte eveneens  $l$  wordt horizontaal gehouden. De figuur licht een en ander toe. Men laat het horizontaal gehouden eind los en vraagt de differentiaalvergelijking waaraan de beweging voldoet.



Oplossing: We nemen  $\theta$  en  $r$  aan als noodzakelijke coördinaten en trachten de levende kracht van het stelsel hierin uit te drukken.

$$L = \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2) + \frac{1}{2} m \dot{r}^2 = \frac{1}{2} m (2 \dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2).$$

Thans zijn we in staat de bewegingsvergelijkingen van Lagrange op te maken voor  $r$  en  $\theta$ .

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{r}} - \frac{\partial L}{\partial r} = A_r. \text{ Hierin: } A_r = m g (\sin \theta - 1).$$

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} = 2 m \dot{r} \cdot \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{r}} = 2 m \ddot{r} \cdot \frac{\partial L}{\partial \dot{r}} = m r \dot{\theta}^2.$$

$$\text{Dus: } 2 \ddot{r} - m r \dot{\theta}^2 = m g (\sin \theta - 1).$$

$$2 \ddot{r} - r \dot{\theta}^2 = g (\sin \theta - 1). \quad (1)$$

Nu voor  $\theta$ .

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} - \frac{\partial L}{\partial \theta} = A_\theta. \text{ Hierin is: } A_\theta = m g r \cos \theta.$$

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} = m r^2 \dot{\theta} \cdot \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} = m (r^2 \ddot{\theta} + 2 r \dot{r} \dot{\theta}) \cdot \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} = 0.$$

$$\text{Dus } m (r^2 \ddot{\theta} + 2 r \dot{r} \dot{\theta}) = m g r \cos \theta.$$

$$r \ddot{\theta} + 2 \dot{r} \dot{\theta} = g \cos \theta. \quad (2)$$

De arbeidscoëfficiënten zijn ook te bepalen als zijnde gelijk aan  $-\frac{\partial P}{\partial r}$  en  $-\frac{\partial P}{\partial \theta}$ , waarin  $P$  is de potentieele energie.

Neem het horizontale vlak door  $A$  als niveauvlak, dan is:  $P = -m g (2l - r) - m g r \sin \theta = -m g (2l - r + r \sin \theta)$ .

$$A_r = -\frac{\partial P}{\partial r} = m g (-1 + \sin \theta).$$

$$A_\theta = -\frac{\partial P}{\partial \theta} = m g r \cos \theta.$$

We hebben bij deze oplossing geen gebruik gemaakt van de beginvoorwaarden en als resultaat verkregen twee differentiaalvergelijkingen van de tweede orde.

Maken we gebruik van de formule  $L + P = L_0 + P_0$ , zoo treedt ook de begintoestand naar voren, terwijl we een differentiaalvergelijking van de eerste orde vinden. Niveauvlak nemen we als boven aangegeven:

$$L = \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2), P = -m g (2l - r + r \sin \theta).$$

$$L_0 = 0, P_0 = -m g l.$$

$$\text{Dus } \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2) - m g (2l - r + r \sin \theta) = -m g l.$$

$$2 \dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2 - 2 g (l - r + r \sin \theta) = 0.$$

H. K. V.

## BOEKBESPREKING.

P. BAKKER NZN.: IJZERBOUW. — Uitgave: N.V. Uitgevers-Mij. v/h. VAN MANTGEM & DE DOES, Amsterdam. — Prijs f 4,90.

Met de uitgave van dit boekje heeft de schrijver bedoeld een leemte aan te vullen in de technische literatuur. Het beoogt te zijn een eenvoudig, praktisch werkje over IJzerconstructies. Het geeft dan ook niet de vereischte materiaalkennis. Toch is in het eerste hoofdstuk aan de eigenschappen van het materiaal, zijn verwerking en de vormen waarin het voorkomt in den handel, eenige aandacht gewijd. De hier gegeven beschouwingen kunnen niet anders dan zeer oppervlakkig zijn, en hun nut hebben wanneer ze een opwekking zijn voor den lezer met studiezijn, om uit uitgebreider handboeken zijn kennis op dit gebied te verruimen.

Dat ook op andere onderwerpen niet verder wordt ingegaan is een noodzakelijk gevolg van de beperking, die wordt opgelegd als men in een boekje van bijna 200 bladzijden een overzicht wil geven van alles wat op het gebied van ijzerconstructie van belang is. In de volgende hoofdstukken wordt zoowel over kappen, balkons en erkers als over bruggenbouw en sluisdeuren gesproken. De berekening van de verbindingsmiddelen wordt wat uitvoeriger gezien.

Het boekje zal zeker den middelbaren technici de diensten bewijzen, die de schrijver er mee beoogde.

De figuren zijn duidelijk; het geheel goed uitgevoerd. Jammer dat een foutieve verwijzing naar de figuren den corrector een enkele maal ontgaan is. A. L.

—0—

WISKUNDIGE HOOFDSTUKKEN, door W. J. HEYDEMAN. 3<sup>e</sup> druk. Uitgever: A. E. Kluwer. Prijs f 2,75 met 20 0/0.

Voor hem, die door zelfstudie de hogere wiskunde wil leeren, is bovenstaand boek ten zeerste aan te bevelen. Het is meer speciaal voor den technicus bestemd, voor wien de eigenschappen en constructies van verscheidene kromme lijnen en oppervlakken in het boek zijn opgenomen. De voor de zelfstudie noodige vraagstukken zijn in ieder hoofdstuk ondergebracht en van antwoorden voorzien.

Eenige hoofdstukken zijn: Binomium van Newton, Logarithmen, Functies, Grenswaarden, Reeksen, en andere. R. F. H.

DE DRAADLOOZE TELEGRAFIE VOOR DE LUCHTVAART, door G. M. CLAUS, 1<sup>e</sup> Luit. Genie. Aflevering 3 der Luchtvaartkundige Bibliotheek (abonnementsprijs f 5). Uitgever: A. E. KLUWER, Deventer.

Dit vlot en aangenaam geschreven werkje omvat de draadloze telegrafie vanaf zijn beginstadium — methode Marconi van 1895 tot op het heden, n.l. de nieuwste toepassingen der drie electroden-lamp, inzend- en ontvanginrichtingen.

Een der voornaamste verdiensten van het boekje ligt m.i. in het feit, dat de praktijk hierin zooveel mogelijk op den voorgrond is gehouden — immers in een bestek van een 52 bladzijden mag men geen theoretische beschouwingen verwachten.

Duidelijke foto's verlevendigen 't besprokene. Jammer dat 't draadraam zoo kort is behandeld.

't Werkje zal er zeker in ruimen zin toe bijdragen, om 't inzicht in deze buitengewoon nuttige tak van wetenschap te vermeerderen. E. v. D. H.

—0—

VAN GENDT'S BOUWKALENDER VOOR 1920, bewerkt door Ir. B. A. VERHEY. Uitgave: L. J. VEEN, Amsterdam.

We ontvingen bovenstaanden kalender ter aankondiging. In de gebruikelijke uitvoering viert hij dit jaar zijn halve eeuwfeest. Personalialia blijkt niet bijgewerkt te zijn. A. L.

## MEDEDEELINGEN.

### Technische Hoogeschool.

De Rector-Magnificus brengt in herinnering dat, overeenkomstig art. 28 van het K.B. van 24 Juni 1905, Stbl. No. 215, de Paaschvacantie aan de Technische Hoogeschool dit jaar zal aanvangen op Donderdag 1 April a.s. — op welken dag dus geen onderwijs zal worden gegeven — en eindigen met Woensdag 14 April a.s.

De Rector-Magnificus.

### Technologisch Gezelschap.

Het Bestuur is thans als volgt samengesteld:

R. Houwink,	Voorzitter.
J. Mulders,	Secretaris, 36 Noordeinde.
Mej. C. M. Jelgersma,	Penningmeesteresse.
W. F. Brandsma,	Vice-Voorzitter, afgevaardigde naar de C. C.
H. Hesselink,	Excursieleider.

Delft, 21 Februari 1920.

De Secretaris:

J. MULDER.

## ERRATA.

De nummering van de figuren 3 en 7 op pag. 160 en 161 moet verwisseld worden.