

IN NEDERLANDSCH-INDIË

Orgaan der Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs,
Maandblad gewijd aan de Techniek en Wetenschap in Ned.-Indië,

waarin opgenomen

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

Gen. L. C. A. v a n d e K a s t e e l e,
ir. G. S. G o e m a n s,
jhr. ir. H. S. v a n L e n n e p.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: ir. H. L. S l i n k e r s;
Leden: dr. ir. L. J. C. v a n E s,
ir. W. F. E i j s v o o g e l.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Riouwstraat 157, Bandoeng.

Adres voor administratie en abonnementen: Penningmeester Groep Ned.-Indië K. I. v. I., Batavia-Centrum, p/a Hollandsche Beton Maatschappij, N. V., Koningsplein Oost 15.

Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum.

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Kosmische Ultrastraling, door prof. dr. J. Clay. — *Varia*: Een eenvoudig grafostatisch bewijs voor de gebruikelijke constructie voor de ligging der resultante van een trapeziumvormig verloopende belasting. — *Personalia*. — *Kon. Instituut van Ingenieurs*: Balans en Verlies- en Winstrekening per 31 December 1933, met toelichting. — Verslag Verificatie-Commissie. — Jaarverslag over 1933. — Bestuursverkiezing. — Nieuwe leden. — *Vereeniging van Waterstaatsingenieurs*: Verslag vergadering Afdeling Nederland.

Kosmische Ultrastraling

door

prof. dr. J. CLAY,

Hoogleraar aan de Gemeentelijke Universiteit
te Amsterdam.

Résumé der voordrachten, gehouden te Bandoeng den 1en en 15en December 1933 en te Batavia-C. den 18en December 1933 voor de Kon. Natuurkundige Vereeniging, waarbij het Kon. Instituut van Ingenieurs was uitgenoodigd ¹⁾.

De waarnemingen worden beschreven, welke door prof. Clay en anderen zijn verricht met het doel het wezen der straling te onderzoeken. De straling blijkt niet van electromagnetischen aard te zijn, doch te bestaan uit electrisch geladen deeltjes (electronen). Van den oorsprong en de richting der straling kan nog niets met zekerheid worden gezegd.

Inleiding.

De woorden *kosmische ultrastraling* duiden er op, dat het hier een straling betreft, die van uit de wereldruimte de aarde bereikt en welke, zoowel wat intensiteit ²⁾ als doordringend vermogen betreft,

1) Het résumé bestaat uit een combinatie van het door prof. Clay te Bandoeng aan de pers verstrekte verslag en ter lezing gemaakte aantekeningen. Prof. Clay was zoo welwillend de laatste, na terugkomst te Amsterdam, te verifieeren en aan te vullen en het aldus ontstane résumé ter publicatie in dit tijdschrift goed te keuren. De opname geschiedde na van het Bestuur van de Afd. Bandoeng der Kon. Nat. Ver. verkregen toestemming.

2) Voor hetgeen onder de *intensiteit van de straling* wordt verstaan, zie noot 3).

buiten het gebied der te voren reeds bekende stralingen valt.

In Amerika spreekt men wel van *Millikan-stralen*, zeer ten onrechte, daar het juist *Millikan* was, die het bestaan der straling na zijn eerste onderzoek ontkende, nadat deze reeds meer dan tien jaren te voren ontdekt was.

Het onderzoek naar de kosmische ultrastraling kan men in drie perioden verdeelen.

Eerste periode: Ontdekking van de straling.

In 1911 werd door prof. Hess uit Graz voor het eerst bij een ballonvaart vastgesteld, dat in een

gesloten vat de ionisatie ³⁾ van de lucht in het vat toenam, naarmate men hoger boven de aarde opsteeg. Dit was geheel tegen de verwachting in, immers moet bij toeneming van de hoogte boven de aarde de invloed van het in de aardkorst aanwezige radium en dus ook de daardoor opgewekte ionisatie van de lucht afnemen.

Hess kwam tot het besluit, dat er een straling van boven moest komen, die deze ionisatie veroorzaakte en tot dien tijd onopgemerkt was.

Kolhörster bevestigde dit vermoeden bij een ballontocht tot 9000 meter hoogte.

Tot 1920 werd verder niet veel aandacht aan het verschijnsel gewijd.

Tweede periode: Nader onderzoek van de straling.

In de tweede periode zijn dan verschillende onderzoekers op dit terrein gaan werken, maar ze kwamen in den beginne bijna allen tot een negatieve uitkomst.

In 1921 deed spreker de eerste waarnemingen op een hoogte van 3000 meter en vond wel eenig effect, maar de electrometers waren niet betrouwbaar genoeg om daaruit een conclusie te trekken.

De groote moeilijkheid was in den beginne, dat de temperatuurvariaties een grooten invloed hadden op de gevoeligheid van het toestel. Dit werd beter toen Kolhörster een electrometer construeerde, die dit euvel niet meer vertoonde.

Het ionisatievat, waarmee de metingen in vliegtuigen en ballons werden verricht, bestaat uit een gesloten ijzeren vat, gevuld met lucht (later gebruikt men veel argon daarvoor), waarin zich, centrisch en geïsoleerd bevestigd, een metalen staaf (sonde) bevindt. Een pantser wordt dikwijls gebruikt om de absorptie van de straling te meten.

Om nu de intensiteit van de straling te meten, maakt men gebruik van de eigenschap, dat de lucht of in het algemeen een gas, electrisch meer geleidend wordt naarmate de straling sterker is. De ionisatie is dus een maatstaf voor de intensiteit van de straling.

Bij de tegenwoordige metingen wordt de wand van het vat aan de pool van een batterij, b.v. de negatieve, verbonden, waardoor de sonde dus een negatieve lading ontvangt, zoodat de daaraan verbonden electrometer een uitslag zal verkrijgen, waarvan de grootte afhangt van den tijd, dat de stroom doorgaat.

3) In herinnering wordt gebracht, dat een atoom volgens de theorie van Rutherford en Bohr bestaat uit een positief geladen kern met daaromheen wentelende (negatief geladen) electronen. In neutralen toestand zijn de ladingen gelijk van grootte. Door verlies van een of meer electronen krijgt een atoom of molecule dus een positieve lading en wordt een positief ion gevormd. Na opvang van een of meer electronen, ontstaat een negatief ion. In beide gevallen is dan ionisatie opgetreden, welke o.a. door radium-bestraling of door de kosmische straling kan worden veroorzaakt.

Onder intensiteit van de straling wordt nu verstaan het aantal electronen, dat per cm^3 en per seconde als gevolg van de ionisatie ontstaat.

De massa (m) van een electron is $1/1835$ der massa van een waterstofatoom; de electrische lading (e) van een electron is de kleinste lading, die men kent en heeft de grootte van $4,77 \cdot 10^{-10}$ electrostatische eenheden.

De snelheid, waarmee de uitslag van den electrometer toeneemt, is dus een maat voor de ionisatie.

In plaats van een electrometer kan men ook, gelijk spreker thans doet, een triode gebruiken, indien men de sonde aan het rooster verbindt. In dit geval is de verandering van den anodestroom een maat voor de ionisatie.

Spreker laat den uitslag van een electrometer op den wand zien, waarbij men het langzaam terugloopen kan waarnemen. Deze teruggang wordt aanzienlijk versneld, indien men het ionisatievat met 0,1 milligram radium nadert.

Pas sinds 1925 was men overtuigd van het bestaan van deze straling, die meer en meer van een geweldig doordringend vermogen bleek te zijn.

Spreker deed proeven in de tunnel van een verlaten waterkrachtwerk bij Dago (bnoorden Bandoeng) onder 83 meter rots en meende toen, dat de straling daar wel tot nul zou genaderd zijn. Later bleek, dat het vierde deel der straling, die er op zeeniveau is, nog door de rots heengaat.

Thans weten we uit proeven in diep water, dat er 270 meter water noodig is om de straling geheel te absorbeeren. Een laag van 8 meter lood brengt de straling tot op de helft van de intensiteit terug.

Derde periode: Vaststelling van den aard der straling.

Sinds 1928 is een derde phase van onderzoek ingetreden ten gevolge van het werk van Bothe en Kolhörster, die met behulp van den electronteller van Geiger (zie hierover later) tot de conclusie kwamen, dat de straling, in plaats van een zuiver electromagnetische straling te zijn, zooals men tot dat oogenblik vermoedde, wel een straling van electrisch geladen korpusskels (materiedeeltjes), dus van electronen kon zijn ⁴⁾. Zij konden hun opvatting echter niet voldoende verdedigen.

Juist kort geleden was er in New-York een groote discussie tusschen twee vermaarde physici Millikan en Compton, die verschillend standpunt innamen.

In 1932 is het mogelijk geworden een beslissende keuze te doen in deze twee mogelijkheden ten gevolge der metingen van de intensiteit en het doordringend vermogen op verschillende magnetische breedten.

Alvorens hierover iets mede te deelen, zal een en ander gezegd worden over een beroemd geworden theorie.

4) Bij de thans bekende electromagnetische stralingen (golfstralingen) is het doordringend vermogen grooter, naarmate de golflengte kleiner is. In verband met het groote doordringend vermogen der kosmische straling, dacht men dus allereerst aan een electromagnetische straling van bijzonder kleine golflengte.

De stralingen van de radioactieve elementen zijn te onderscheiden in (positief geladen) heliumkernen (α -straling) en electronen (β -straling) en daarnaast een electromagnetische straling (γ -straling). De γ -straling van radium heeft nog kleinere golflengte en grooter doordringend vermogen dan de Röntgen-stralen.

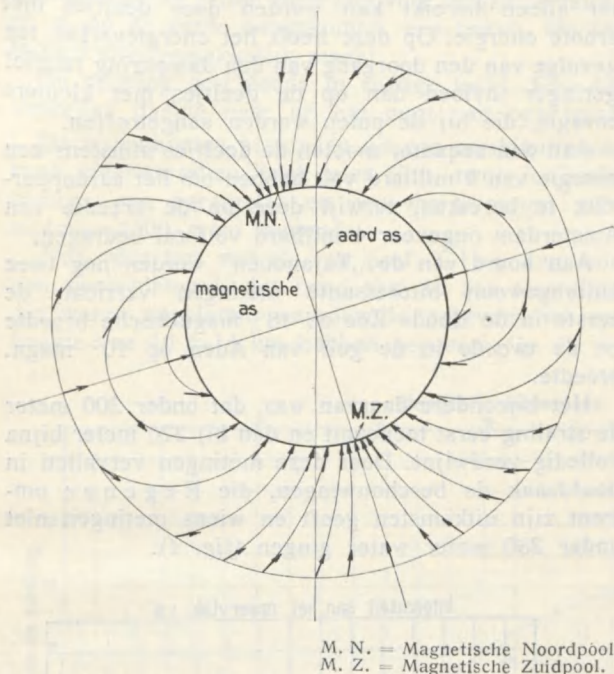
De baan van electrisch geladen materiedeeltjes kan in een magnetisch veld een afwijking in richting ondergaan; een electromagnetische straling ondervindt daarvan niet den minsten invloed.

De theorie van Störmer.

Störmer heeft een zeer volledige theorie opgebouwd, alle gegevens bevattende betreffende de baan van electrisch geladen deeltjes, die vanuit de wereldruimte in het veld van den aardmagneet komen.

Deze theorie is oorspronkelijk opgezet om het Noorderlicht te verklaren.

De baan van zulke deeltjes wordt door het magnetisch krachtveld van de aarde bepaald (fig. 1), ze zullen daardoor een schroefvormige beweging rondom de krachtlijnen van den aardmagneet beschrijven.



M. N. = Magnetische Noordpool.
M. Z. = Magnetische Zuidpool.

Fig. 1. Schematische voorstelling van de krachtlijnen van het aardmagnetisch veld. De deeltjes zullen zich daaromheen trachten te schroeven.

Deze theorie is een goed hulpmiddel gebleken ter oplossing van vele vragen betreffende de kosmische straling. Zij is daarom zoo waardevol, omdat Störmer's theorie het mogelijk maakt de banen en energie te berekenen, waarmede de aarde genaderd wordt door electrisch geladen deeltjes, hoe groot de potentiaal daarvan ook moge zijn.

De intensiteit van de straling op verschillende magnetische breedten der aarde.

Bij de reizen tusschen Indië en Holland heeft spreker kunnen vaststellen, dat de intensiteit van de straling, van Holland naar den aequator gaande, met ongeveer 12% afneemt.

Tegen de oorspronkelijke verwachting in, werd echter door poolexpedities waargenomen, dat de intensiteit niet voortdurend bleef toenemen, maar dat van een bepaalde magnetische breedte af tot de polen, de intensiteit van de straling constant blijft. Nu is dit niet in strijd met de theorie van Störmer, daar volgens deze theorie de deeltjes des te gemakkelijker een punt van het aardoppervlak kunnen bereiken, naarmate dit dichter bij de polen ligt. Alleen deeltjes met voldoende doordringend vermogen, dus energie, zullen den aequator kunnen bereiken, zoo-

dat het aantal, dat aldaar aankomt, kleiner is dan elders en bij den aequator de intensiteit dus kleiner is (fig. 1).

Hoe minder doordringend de deeltjes zijn, hoe dichter zij bij de polen terecht zullen komen. Daar er nu een zeker minimum aan energie noodig is om den dampkring te kunnen doorboren, zal de energie der deeltjes, welke op de aarde komen, altijd boven een bepaalde waarde moeten liggen. Dit verklaart, dat van af een zekere breedte de intensiteit constant blijft, want de deeltjes met kleinere energie, die door het magnetisme worden toegelaten, zullen nu ten gevolge van den weerstand in den dampkring, het aardoppervlak niet kunnen bereiken.

Daar de kosmische straling een magnetischen invloed ondervindt, die met de berekeningen van Störmer te behandelen is, en de onderstelling omtrent de verdeeling van de energie der deeltjes volgens spreker, gebaseerd op hun doordringend vermogen in water, een berekening mogelijk maakt, die met zijn waarnemingen in overeenstemming is, kan men veilig aannemen, dat wij inderdaad met een korpusculaire straling te doen hebben.

Het doordringend vermogen van de straling op verschillende magnetische breedten der aarde.

Neemt men het energieverlies van de deeltjes in den dampkring van de aarde in aanmerking, dan kan men daaruit concluderen, dat de energie van de straling, welke de aarde bereikt, tusschen 4 en 100 milliard volt moet liggen.

Toen men zoover gevorderd was, kwamen er nieuwe vragen op.

Indien de boven gegeven beschouwing juist is, moet het doordringend vermogen van de straling naar den aequator toenemen. Immers naar den magnetischen aequator toe worden de deeltjes met de kleinste energie steeds meer en meer uitgeschakeld, en de straling als geheel zal dus gemakkelijk door een laag materie doordringen.

Waarnemingen in de „Tajandoen” en in vliegtuigen.

Ten gevolge van de buitengewone welwillendheid en royaliteit van de Stoomvaart Maatschappij Nederland, was het mogelijk bovengenoemde conclusies door metingen te toetsen.

Spreker demonstreerde het toestel, waarmede de proeven werden gedaan aan boord van de „Tajandoen” in de olietank van het schip, die ten behoeve van de proeven met water was gevuld. Het resultaat bevestigde de verwachtingen, zooals een grafiek, welke werd geprojecteerd, liet zien (fig. 2).

Het toestel bestond uit een zwaren ijzeren cylinder (ionisatievat) van ongeveer 2 meter lengte, die dus een groot trefoppervlak aan de straling bood.

Het was nu mogelijk gedurende de reis van Holland naar Indië het ionisatievat elken dag in de tank van het schip te laten zakken en daardoor het doordringend vermogen van de straling te meten.

Zodoende kon de invloed van de magnetische breedte op het doordringend vermogen gemeten worden; de tankdiepte van 7 meter bleek zeer geschikt om aan de gestelde voorwaarde te voldoen.

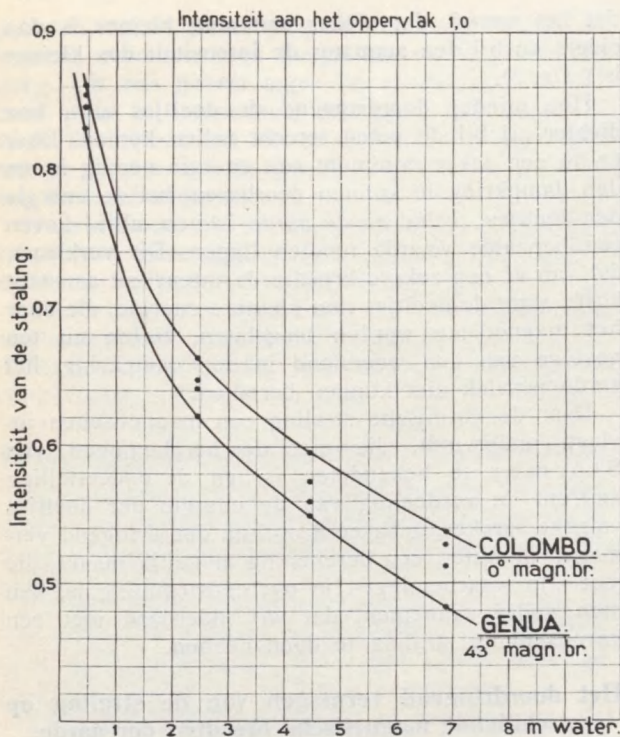


Fig. 2. Afname van de straling onder water op verschillende magnetische breedten.

Een tweede bevestiging werd verkregen met behulp van een toestel, dat een gastvrije plaats ontving in de cabine van de Holland-Indië-vliegtuigen. Ook

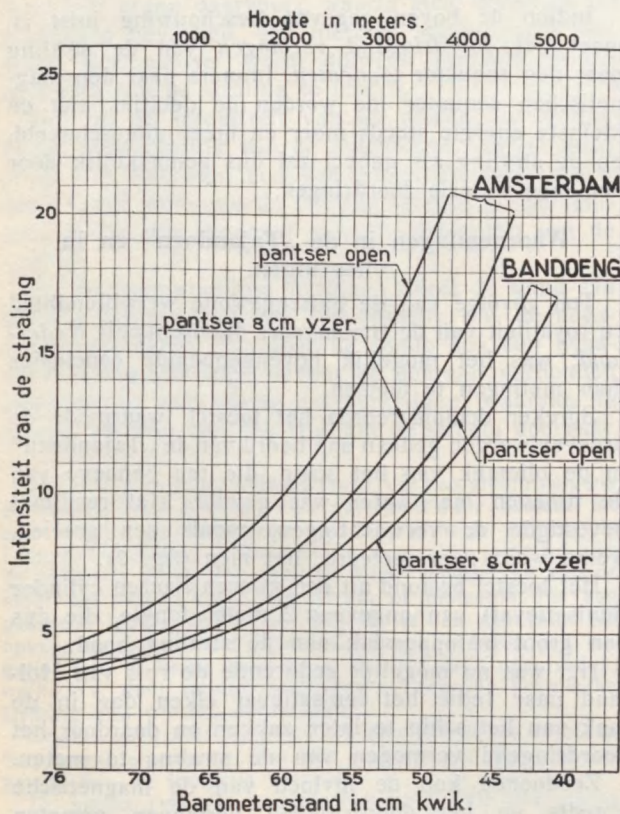


Fig. 3. Metingen in het vliegtuig. Amsterdam en Bandoeng.

deze hulp kan niet genoeg gewaardeerd worden.

Eerst werden in April 1933 twee vluchten in Holland gedaan, waarbij waarnemingen werden verricht met en zonder pantser, tot een hoogte van 5000 meter. Nu pas geleden werden twee vluchten gemaakt boven Bandoeng, eveneens tot 5000 meter hoogte; spreker toonde de grafiek van de resultaten, waaruit bleek, dat eveneens overeenkomstig de verwachtingen, de straling hier bij een bepaalde stijging minder toeneemt dan in Holland (fig. 3).

Dit is duidelijk, omdat we nu weten, dat de aequator alleen bereikt kan worden door deeltjes met groote energie. Op deze heeft het energieverlies ten gevolge van den doorgang van den dampkring relatief geringer invloed dan op de deeltjes met kleinere energie, die bij de polen worden aangetroffen.

Aan den aequator moeten de deeltjes minstens een energie van 9 milliard volt hebben om het aardoppervlak te bereiken, terwijl deze op de breedte van Amsterdam ongeveer 4 milliard volt zal bedragen.

Aan boord van de „Tajandoen” werden nog twee buitengewoon interessante metingen verricht, de eerste in de Rode Zee op 18° magnetische breedte en de tweede in de golf van Aden op 10° magn. breedte.

Het bijzondere daarvan was, dat onder 200 meter de straling eerst toeneemt en dan bij 270 meter bijna volledig verdwijnt. Door deze metingen vervallen in hoofdzaak de beschouwingen, die Regener omtrent zijn uitkomsten geeft en wiens metingen niet onder 230 meter water gingen (fig. 4).

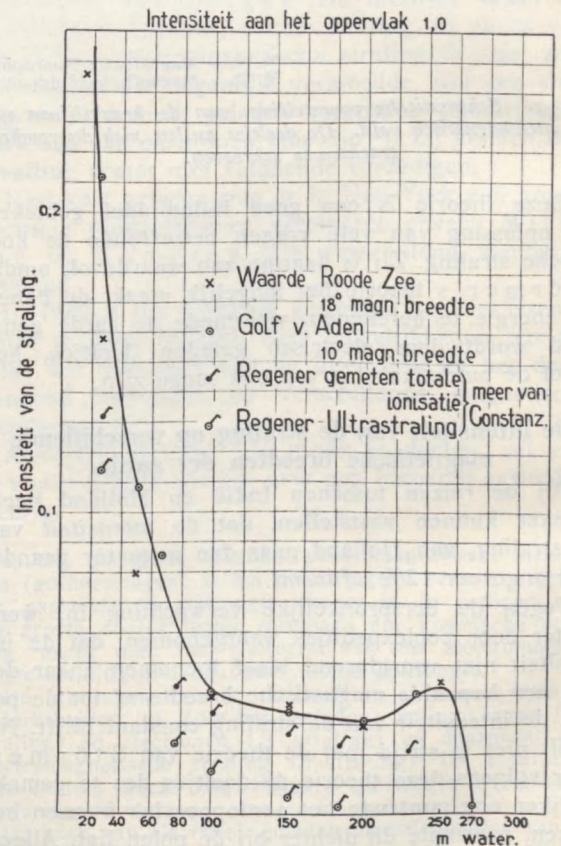


Fig. 4. Afname van de straling in water tot 270 m diepte.

Verdere waarnemingen in Bandoeng en omstreken. Waarnemingen met ballons.

Met de hulp van de Staatsspoor werden nauwkeurige metingen gedaan op den Prahoe, in Lembang en in Bandoeng.

De waarnemingen met ballons geschieden met zelfregistreerende toestellen, die aan een tweetal boven elkaar geplaatste, gesloten ballons werden opgehangen. Eén der ballons zal ten gevolge van de drukvermindering in de hogere luchtlagen, het eerst springen. De 2e ballon zorgt dan voor langzame daling en is, op de aarde aangekomen, een bakken, die het terugvinden gemakkelijk maakt.

De oplating geschiedde in rustige lucht. Eén der toestellen daalde neer op het punt van opstijging.

De instrumenten bestonden uit een combinatie van twee meettoestellen, klok met film, twee ionisatiekamers, een barometer en een thermometer, alles tezamen 1300 gram wegende.

Nog vóór het vertrek van prof. Clay kon worden geconstateerd, dat twee van de zes toestellen, die waren opgelaten, waardevolle gegevens tot een hoogte van 10 à 14 km hebben gegeven (fig. 5).

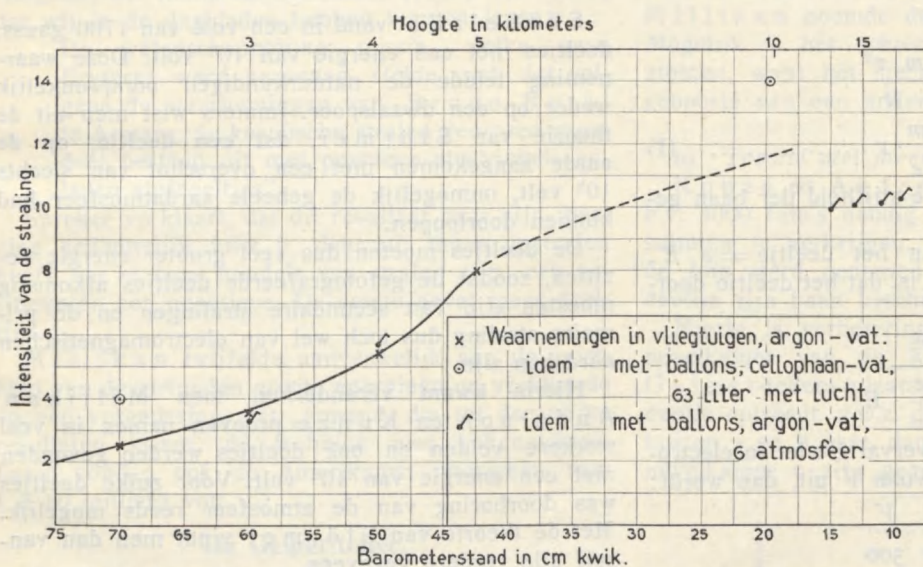


Fig. 5. Intensiteit van de straling op groote hoogten in Bandoeng.

Daaruit is gebleken, zooals werd vermoed en te voren is verklaard, dat de ionisatie (dus de intensiteit van de straling), in Indië bij stijging belangrijk minder toeneemt dan in Europa.

Spreker brengt hulde aan de Militaire Luchtvaartafdeeling, het Binnenlandsch Bestuur, de militaire uitkijposten en de studenten, die hem allen met zoo groote welwillendheid hebben gesteund.

De dagelijksche variaties der straling in Bandoeng. Invloed van barometerstand en regenwolken.

Indien we de vraag willen beantwoorden: „Waar komt de straling vandaan?“, dan moeten we om te beginnen de variaties in den loop van een etmaal nagaan.

Het blijkt, dat de intensiteit van de straling in Indië zeer gelijkmatig is en de schommelingen, ont-

staan door de verschillen in barometerstand, in Indië wel zichtbaar, maar veel geringer zijn dan in Europa.

In Bandoeng trad een onverwachte storing op, vermoedelijk veroorzaakt door de electricische lading der regenwolken en welke veel belangrijker blijkt te zijn dan de storing, in Europa door den barometerstand ontstaan. De daardoor veroorzaakte vermindering van de intensiteit kan 2 à 3% bedragen, hetgeen zeer veel is. De invloed van den regen zelf wordt nog nagegaan, doch schijnt gering te zijn.

Spreker laat grafieken zien, waarop de dagelijksche variaties te zien zijn. Zij werden gevonden door ieder uur de afname van de spanning der lading van de sonde te meten. De maximum straling treedt op te 15 uur, de minimum straling te 22 uur.

Dag en nacht maakt geen verschil. Als er dus eenige invloed van de zon uitgaat, zal deze zeer gering moeten zijn. Dit sluit echter niet uit, dat de straling van sterren afkomstig kan zijn, in dat geval dan wellicht van sterren met veel hogere temperatuur dan onze zon.

Het lijkt een vrij hopeloos werk iets van de oorspronkelijke richting der straling te weten te komen, want zooals we hebben gezien, wordt deze door het aardmagnetisch veld geheel gewijzigd.

Een vergelijking treffende, zouden we ons kunnen voorstellen, dat een vat met water aan één zijde werd verwarmd. Aan een persoon, die zich in het water bevindt en de verwarming daarvan bemerkt, wordt nu gevraagd te bepalen welke zijde van het vat verwarmd wordt, maar om het hem moeilijk te maken wordt het water sterk doorgevoerd.

Er zijn nog twee belangrijke onderzoekingsmethoden, die we thans zullen bespreken t.w. het onderzoek met de Wilson-camera en dat met den Geiger-teller.

De Wilson-camera.

Dit bekende instrument bestaat uit een ruimte, met waterdamp verzadigd en door een glazen plaat afgesloten. Daarin wordt door plotselinge expansie (dus afkoeling) een nevel van waterdeeltjes gevormd, indien kernen aanwezig zijn, waarop de waterdeeltjes zich kunnen afzetten.

Gasionen, dus electricch geladen deeltjes, zijn daarvoor zeer geschikte kernen. Als een kosmisch deeltje nu door deze ruimte slaat, ontstaat ionisatie en worden dus gasionen gevormd, zoodat langs den straal condensatie van druppels zal optreden, waardoor de baan zichtbaar wordt en gefotografeerd kan worden.

Aldus werden de banen der α - en β -deeltjes van radium voor het eerst en zeer mooi door Wilson gefotografeerd en de eigenschappen daarvan be-

paald. Skobelz zijn fotografeerde op deze wijze in 1928 het eerst de baan der kosmische stralen.

Berekening van de energie der kosmische straling. Ontdekking van het positieve electron.

Wat ons interesseert, is de grootte van de energie der korpuskels. Ten einde deze te kunnen meten, brengen we de Wilson-camera in een sterk magnetisch veld, dat een afwijking van de rechte baan der deeltjes veroorzaakt, die des te grooter is, naarmate de energie kleiner is. Uit de afwijking kan men de energie als volgt berekenen.

We weten, dat indien in een magnetisch veld met een veldsterkte H een deeltje met een lading e zich met een snelheid v beweegt in een richting, loodrecht op de krachtlijnen ⁶⁾, het deeltje een kracht ondervindt, loodrecht op de snelheidsrichting, die gelijk is aan:

$$H \cdot e \cdot v$$

Deze kracht werkt als middelpuntzoekende kracht en is dus gelijk aan $\frac{m \cdot v^2}{R}$ waarbij m de massa van het deeltje en R de kromtestraal der baan voorstelt.

Daar verschillende eenheden worden gebruikt, moet daarmede nog rekening gehouden worden door invoering van een factor c .

We vinden dus

$$H \cdot e \cdot v = c \cdot \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$H \cdot R = c \cdot \frac{m}{e} \cdot v \dots \dots \dots (1)$$

$H \cdot R$ wordt de magnetische stijfheid der baan genoemd.

De kinetische energie van het deeltje $= e \cdot E$, waarin E het potentiaalverval is, dat het deeltje doorloopen heeft ⁷⁾, zoodat:

$$e \cdot E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{2 \frac{e}{m} \cdot E}$$

Drukken we het potentiaalverval E niet in electrostatische eenheden, doch in volts V uit, dan wordt:

$$v = \sqrt{2 \frac{e}{m} \cdot \frac{V}{300}}$$

$$H \cdot R = c \cdot \frac{m}{e} \cdot \sqrt{2 \frac{e}{m} \cdot \frac{V}{300}} = c \cdot \sqrt{2 \frac{m}{e} \cdot \frac{V}{300}} \dots (2)$$

6) Indien het deeltje zich beweegt in een richting, die niet loodrecht op de krachtlijnen staat, is H de ontbondene van de veldsterkte loodrecht op de snelheidsrichting. De andere ontbondene, evenwijdig aan de snelheidsrichting, heeft geen invloed.

7) Indien een lichaam met gewicht G en massa m van een hoogte h valt en daardoor een snelheid v heeft verkregen, is:

$$G \cdot h = \text{verkregen kinetische energie} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

In analogie daarmede zal een kosmisch electrisch geladen deeltje met lading e en massa m , dat op de aarde aankomt met een snelheid v , deze verkregen kunnen hebben als gevolg van een te voren doorloopen potentiaalverval (potentiaalval) E en is:

$$e \cdot E = \text{verkregen kinetische energie} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Spreekt men nu kortweg van „een energie van 1 miljard volt”, dan wordt daarmede bedoeld „een kinetische energie, die een deeltje met de elementairlading zou verkregen hebben bij het doorloopen van een potentiaalval van 1 miljard volt”.

Daar de veldsterkte H bekend is en de kromtestraal R van de foto kan worden afgelezen, terwijl (zie noot 3) de massa m en de lading e van een electron bekende waarden hebben, kan dus uit formule (1) de snelheid v en uit formule (2) het potentiaalverval V berekend worden. Tevens is dan de energie $e \cdot E$ bekend.

Het is nog volstrekt niet zeker, dat de kosmische stralen *electronen* zijn, want ook deeltjes met materie verbonden komen voor. Dit is echter niet zoo heel belangrijk, wanneer we met groote energieën te maken hebben. In dat geval toch verandert $\frac{m}{e}$ zeer

weinig, omdat bij groote energieën de massa afhankelijk wordt van de snelheid.

Indien de kosmische deeltjes dus eenvoudig „electronen” worden genoemd, moet dit opgevat worden als een algemeene aanduiding voor „materiedeeltjes”.

Bij groote snelheden, welke tot die van het licht naderen, wordt formule (2) tengevolge van de relativiteitstheorie nog eenigszins anders en wordt deze dan:

$$H \cdot R = \frac{V}{300}$$

Skobelz zijn vond in een veld van 1700 gauss, deeltjes met een energie van 10^8 volt. Deze waarneming leidde de natuurkundigen oorspronkelijk weder op een dwaalspoor. Immers wist men uit de theorie van Störmer, dat een deeltje, op de aarde aangekomen met een overschot van slechts 10^8 volt, onmogelijk de geheele aardatmosfeer had kunnen doorloopen.

De deeltjes moeten dus veel grooter energie bezitten, zoodat de gefotografeerde deeltjes afkomstig moesten zijn van secundaire stralingen en de primaire straling dus toch wel van electromagnetischen aard kon zijn.

Hierin kwam verandering, toen Millikan, Anderson en Kunze proeven namen in veel sterkere velden en ook deeltjes werden gevonden met een energie van 10^9 volt. Voor zulke deeltjes was doorboring van de atmosfeer reeds mogelijk. Met de theorie van Störmer vindt men dan vanzelf alle verdere gegevens.

De prachtige foto's van Anderson, Kunze en Blackett, in den laatsten tijd genomen, toonen nog veel grooter energieën. Door meting van den kromtestraal vóór en na den doorgang van 1 cm lucht, lood, enz., konden zij het daardoor ontstane energieverlies berekenen. Bij doorgang van 1 cm lucht gaat 1200 volt, van 1 cm lood 20 à 60 miljoen volt verloren. Voor doorboring van den dampkring der aarde is dus ongeveer 4 miljard volt nodig.

Op deze wijze werd door Anderson de belangrijke ontdekking gedaan van het *positieve electron* ⁸⁾. Men noemt nu het positieve electron: *positron* en het negatieve electron: *negatron* ⁹⁾. Waarom het positieve electron blijkbaar zoo'n korten levensduur heeft, dat men het niet eerder ont-

8) Uit de richting van de baanafwijking, door het magnetisch veld veroorzaakt, volgt het teken der lading van het electron.

9) Het *proton* is de waterstof-atoomkern.

dekt heeft, is nog niet opgehelderd. Het merkwaardige is, dat nog meer positieve dan negatieve deeltjes werden aangetroffen.

Spreker toont de foto's van Anderson. Daaruit blijkt, dat de baan van deeltjes met minder energie dan 100 000 volt, onder invloed van het magnetisch veld, volgens een bijna gesloten cirkel (kromtestraal zeer klein) wordt opgerold. Het blijkt, dat de deeltjes met kleinere energie dan ongeveer 1 milliard volt, inderdaad van secundaire stralingen afkomstig moeten zijn. De deeltjes der kosmische straling hebben veel grootere energie dan de atomen der lucht, zoodat de kernen dezer atomen (evenals die van lood, koper, enz.) totaal uit elkaar geslagen worden en een secundaire straling veroorzaken.

Blackett noemde dat: „showers” (hagelbuien).

Spreker toonde een staatje van Kunze van de waarneming, onder invloed van nog veel sterkere magnetische velden, van deeltjes van 4 à 9 milliard volt. Positieve deeltjes met 1 à 9 milliard volt werden aangetroffen. Het aantal ionen per cm kon langs de baan uitgeteld worden.

De waarneming van positieve deeltjes wordt ons ook in deze dagen weder bevestigd door het volgende telegram, uit Rome 12 December (1933) verzonden, dat wij in de dagbladen hebben kunnen lezen:

„De wetenschappelijke missie, welke naar „Erythrea werd gezonden, stelde vast, dat volgens de waarnemingen van Bruno Rossi „te Asmara, de kosmische stralen voor een groot „deel bestaan uit met positieve electriciteit geladen stofdeeltjes”.

Spreker verklaart, dat dit resultaat naar zijn meening gedeeltelijk juist is, daar hij thans gevonden heeft, dat er twee bundels van stralen zijn: een positieve en een negatieve. De eerste bevat meer deeltjes.

Millikan twijfelde aanvankelijk aan de juistheid van de gevonden groote energieën en verklaarde op een vergadering, dat „iemand, die tot dergelijke resultaten kwam, de techniek niet beheerschte”. Later vonden ook de Amerikanen energieën van 1 à 10 milliard volt.

De Geiger-teller.

a) Toestel met één buis.

De teller van Geiger (fig. 6) bestaat uit een buis, gevuld met zeer verdunde lucht, waarin, geïsoleerd door eboniet, een draad is gespannen.

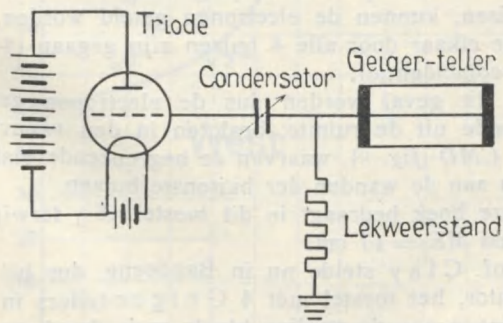


Fig. 6. Verbinding Geiger-teller met triode. Het telrelais en de versterking van de stooten in den anode-stroomkring zijn weggelaten.

De draad heeft een speciale behandeling ondergaan, zoodat zich daarop een isoleerend oxydlaagje heeft afgezet, terwijl de buiswand op zoodanig hooge spanning wordt gebracht (prof. Clay bracht de spanning met behulp van een batterij op 1200 volt), dat nog juist geen spontane ontlading naar den draad plaats heeft.

Vliegt nu een korpuskel door den wand van de buis naar binnen, dan ontstaat een ionenlawine op den draad. Verbinden we dan den draad via een lekweerstand (de lading moet snel weglekken) en condensator met het rooster van een triode, dan zal in den anode-stroomkring een stroomstoot optreden, welke stooten na versterking, met een telrelais (telefoon-gesprekkenteller) kunnen worden geteld. Men heeft zelfs gefilmd, hoeveel malen dit gebeurt.

Het is de kunst lekweerstand en condensator zoodanig te regelen, dat het resultaat zoo gunstig mogelijk is. Door nadering van den Geiger-teller met 0,1 milligram radium, wordt het aantal stooten vergroot. Door steeds meer te naderen, wordt het aantal stooten ten slotte zóo groot, dat een doorlopende ontlading optreedt, welke het telapparaat tot zwijgen brengt.

We hooren dus als het ware de electronen vallen. Millikan noemde dat „the birth cry of atoms”. Mogelijk is het echter ook de stervenscreet van atomen, want het sterven van een atoom kan de geboorte van een ander atoom beteekenen.

b) Toestel met meer dan één buis. Coïncidentie.

Kunze en Anderson hadden oorspronkelijk b.v. 4000 foto's nodig om 20 foto's met goede resultaten te verkrijgen, want het was toevallig, dat de foto werd genomen op het oogenblik, dat een deeltje zijn baan beschreef.

Hierin is verbetering gebracht, doordat men de nevelkamer van de Wilson-camera tusschen 2 Geiger-tellers plaatste (fig. 7). Indien nu coïncidentie optreedt, d.w.z. dat een deeltje door de beide buizen a en b gaat, dan zal het deeltje ook door de nevelkamer c zijn gegaan en heeft dan zelf door

middel van de Geiger-tellers het expansie- en foto-apparaat in werking gesteld, zoodat praktisch elke foto goed is.

In het algemeen verstaan we onder coïncidentie de doorgang van meer dan één buis (Geiger-teller) achter elkaar door eenzelfde deeltje.

Bij doorgang van een zelfde deeltje door 2 onder elkaar ge-

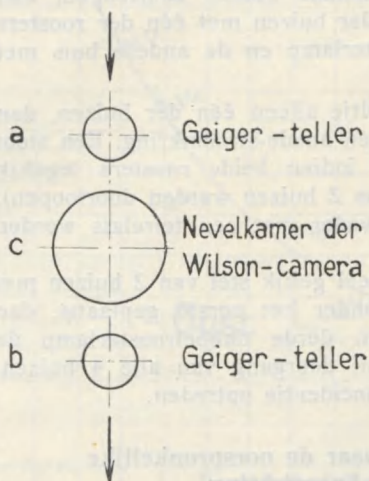


Fig. 7. Plaatsing van de Wilson-camera, waarbij de kosmische deeltjes zelf het expansie- en foto-apparaat in werking stellen.

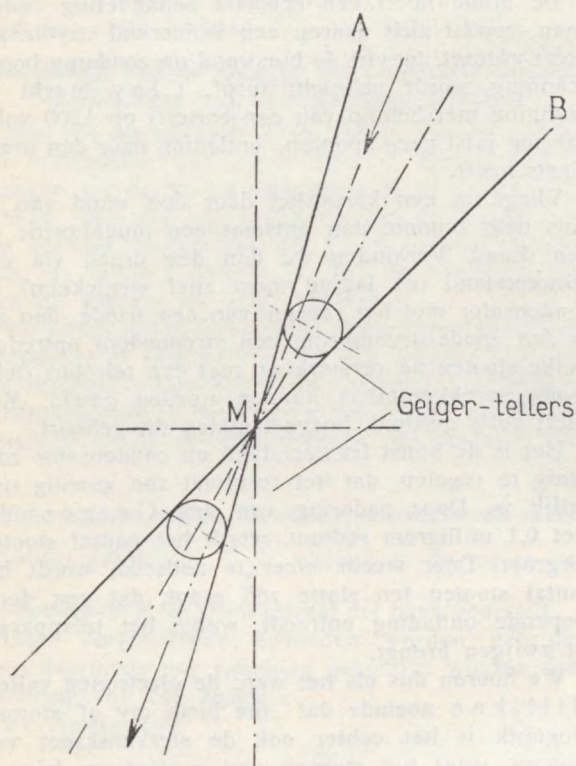


Fig. 8. Om M draaibaar toestel voor waarnemingen met 2-voudige coïncidentie.

plaatste buizen treedt 2-voudige, door 4 onder elkaar geplaatste buizen, 4-voudige coïncidentie op (fig. 8 en 9).

Is slechts één buis aanwezig, dan spreekt men wel van *enkele coïncidentie*. Onder *toevallige coïncidentie* verstaat men het gelijktijdig doorboren van een of meer buizen door meer dan één deeltje (fig. 10).

Hoe geschiedt nu de telling bij 2- en 4-voudige coïncidentie?

Indien men de deeltjes wenscht te tellen, welke 2 onder elkaar geplaatste buizen doorloopen, dan verbindt men één der buizen met één der roosters van een dubbel-roosterlamp en de andere buis met het 2e rooster.

Doorloopt een deeltje alleen één der buizen, dan gebeurt er niets in den anode-stroomkring. Een stoot heeft alleen plaats, indien beide roosters tegelijk worden getroffen (dus 2 buizen worden doorlopen), welke stooten dan weder met een telrelais worden geteld.

Wordt nu een geheel gelijk stel van 2 buizen met dubbel-roosterlamp onder het eerste geplaatst, dan kunnen we met een derde dubbelroosterlamp de stooten tellen, die bij doorgang van alle 4 buizen, dus bij 4-voudige coïncidentie optreden.

Onderzoek naar de oorspronkelijke stralingsrichting.

a) Waarnemingen met meervoudige coïncidentie.

Ten einde naar de oorspronkelijke stralingsrichting een onderzoek te kunnen instellen, bezigt prof.

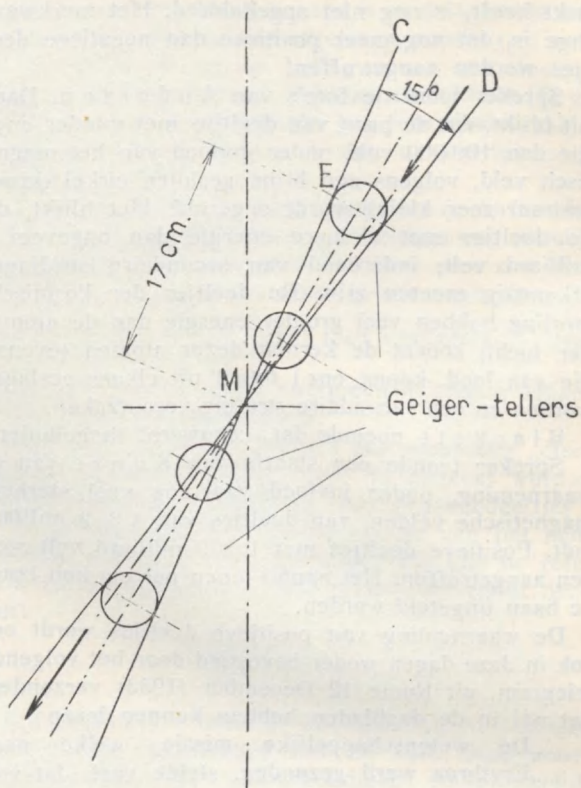


Fig. 9. Om M draaibaar toestel voor waarnemingen met 4-voudige coïncidentie.

Clay een toestel, waarin 4 Geiger-tellers onder elkaar geplaatst zijn en waarin een telrelais aanwezig is, dat de electronen telt, welke door 2 en door alle 4 buizen gaan.

Het gebruik van meer dan één buis is rationeel om de volgende redenen:

1) We moeten deel voor deel van de wereld-ruimte onderzoeken, hetgeen met één buis bezwaarlijk gaat, omdat daarin de electronen van alle zijden kunnen binnendringen.

Heeft men 2 buizen en tellen we de electronen, die achter elkaar door beide buizen gaan (2-voudige coïncidentie), dan kunnen deze electronen alleen afkomstig zijn uit dat deel der ruimte, dat besloten ligt in den tweevlakshoek AMB (fig. 8), waarvan de begrenzende vlakken raken aan de wanden der buizen.

In het door prof. Clay gebezigde toestel met 4 buizen, kunnen de electronen geteld worden, die achter elkaar door alle 4 buizen zijn gegaan (4-voudige coïncidentie).

In dit geval worden dus de electronen geteld, komende uit de ruimte, besloten in den tweevlakshoek CMD (fig. 9), waarvan de begrenzende vlakken raken aan de wanden der buitenste buizen.

Deze hoek bedraagt in dit toestel 15° , terwijl de afstand $ME = 17$ cm.

Prof. Clay stelde nu in Bandoeng, dus bij den aequator, het toestel met 4 Geiger-tellers in alle richtingen aan de straling bloot; er is dan kans, dat de richting, waarin het grootste aantal electronen geteld wordt, dat alle 4 buizen doorloopt, het dichtste bij de oorspronkelijke stralingsrichting komt.

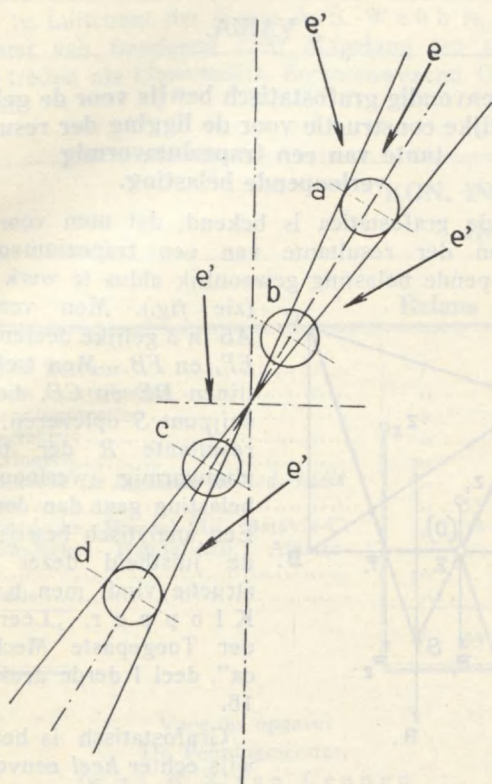


Fig. 10. Optreden van toevallige coïncidentie. Eén electron e doorboort tegelijk met 4 andere electronen e' de buizen a, b, c en d .

2) Bij gebruik van één buis zullen we het juiste aantal binnengekomen electronen niet meer tellen, indien twee of meer electronen gelijktijdig doorgaan en dus tezamen slechts één stoot geven (toevallige coïncidentie).

Hoe meer buizen we nemen, hoe geringer de kans op toevallige coïncidentie wordt. Ontstaat b.v. een stoot, indien 4 buizen a, b, c en d (fig. 10) door één electron e doorlopen worden, dan is er slechts een geringe mogelijkheid, dat deze stoot tevens veroorzaakt wordt door 4 verschillende electronen e' , die elk gelijktijdig één der 4 buizen doorgaan.

De buizen moeten niet te groot gekozen worden, omdat bij groote buizen weliswaar het aantal stooten wordt vergroot, doch de toevallige coïncidentie een te belangrijke rol gaat spelen.

Störmer uitte in Januari 1933 de meening, dat met het door prof. Clay gebezigde toestel met 4 buizen, bij den aequator nadere bijzonderheden betreffende de oorspronkelijke stralingsrichting gevonden moeten kunnen worden, b.v. of er een voorkeur der straling bestaat voor de oostelijke of westelijke richting.

Met dit toestel werden b.v. bij 2-voudige coïncidentie 800 stooten per uur geteld en in denzelfden tijd bij 4-voudige coïncidentie: 150 à 160 stooten. In horizontalen stand slechts 3 stooten per uur. Bij een hoek met den verticaal van 10° naar het Oosten werd iets grootere intensiteit gevonden dan bij verticalen stand (fig. 11).

Compton en Johnson constateerden reeds een klein verschil in intensiteit tusschen oostelijke en westelijke richting. Zij werkten echter slechts met enkele coïncidentie, terwijl prof. Clay met 4-voudige coïncidentie veel scherper kan waarnemen.

In de richting Noord-Zuid neemt men een kleine asymmetrie waar. Bij achtereenvolgende draaiing van het toestel 20° noordwaarts, verticaal en 20° zuidwaarts, werden in denzelfden tijd waargenomen resp. 118, 120 en 123 stooten.

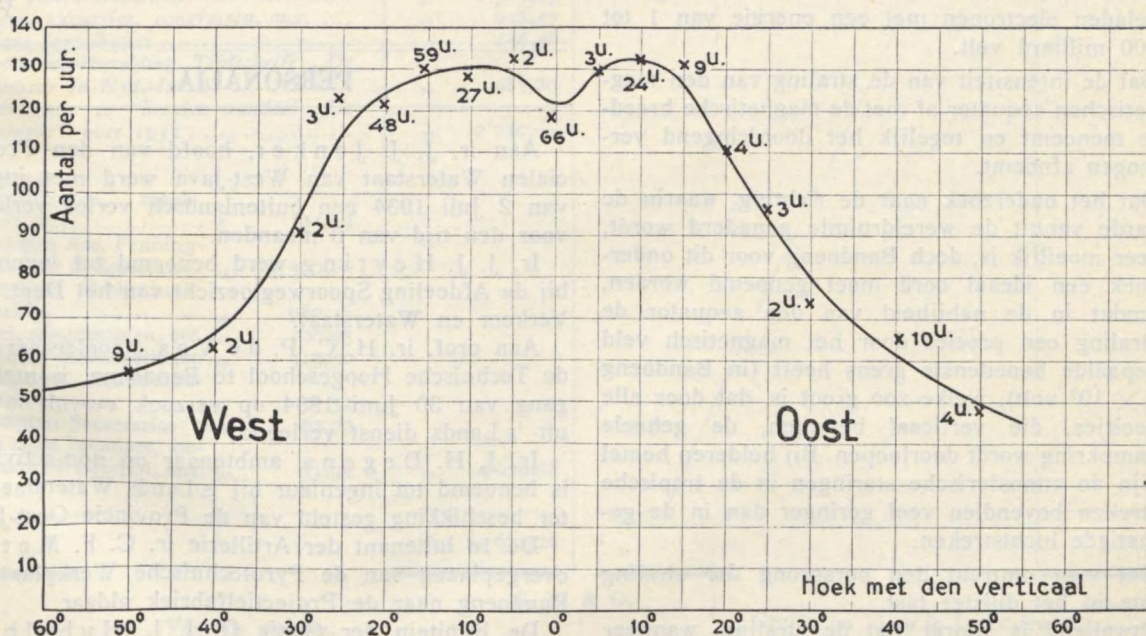


Fig. 11. Viervoudige coïncidenties onder 12 cm lood. Aantal stooten per uur. Het ingeschreven aantal uren geeft den tijd aan, gedurende welken de waarneming is verricht.

We moeten bij deze intensiteitswaarnemingen in rekening brengen, dat bij afwijking van den verticaal, de straling den dampkring schuin doorloopt en de intensiteit door absorptie dus met den cosinus van den hoek met den verticaal moet afnemen.

b) Waarnemingen onder looden platen.

Prof. Clay doet de proeven door het toestel onder lagen lood van 12, 24 en 36 cm dikte te plaatsen, waardoor de tellers alleen bereikt worden door de primaire straling en de secundaire straling tegengehouden wordt.

Het is gebleken, dat de intensiteit nagenoeg onafhankelijk is van de looddikte, hetgeen bij een electromagnetische straling niet mogelijk zou zijn. Als de geheele straling niet tegengehouden wordt, blijft de intensiteit onveranderd. Bij een korpusculaire straling is dit volkomen begrijpelijk, omdat 12 cm lood slechts ongeveer $\frac{1}{2}$ milliard volt energieverlies veroorzaakt en deeltjes met een energie van 9 milliard volt dus even gemakkelijk een laag lood van 12 cm als een van 36 cm doorboren.

Bij één der metingen werden in een bepaalden tijd onder 12, 24 en 36 cm lood resp. 1180, 1160 en 1156 stooten geteld.

Indien de deeltjes het lood in schuinen stand treffen, kan het lood de energie toch nog aanzienlijk uitputten. Het aanbrengen van een dikke laag lood brengt dus nog het voordeel, dat alleen de deeltjes met grootste energie, dus geringste afwijking van de oorspronkelijke stralingsrichting, de 4 buizen doorloopen en geteld worden.

Conclusies.

In het voorgaande is getracht duidelijk te maken:

- 1) Dat de straling van korpusculairen aard moet zijn, bestaande uit positief en negatief geladen electronen met een energie van 1 tot 100 milliard volt.
- 2) Dat de intensiteit van de straling van den magnetischen aequator af met de magnetische breedte toeneemt en tegelijk het doordringend vermogen afneemt.
- 3) Dat het onderzoek naar de richting, waarin de aarde vanuit de wereldruimte genaderd wordt, zeer moeilijk is, doch Bandoeng voor dit onderzoek een ideaal oord moet genoemd worden, omdat in de nabijheid van den aequator de straling een precies door het magnetisch veld bepaalde benedenste grens heeft (in Bandoeng 9×10^9 volt), welke zoo groot is, dat door alle deeltjes, die verticaal bewegen, de geheele dampkring wordt doorloopen. Bij helderen hemel zijn de atmosferische storingen in de tropische streken bovendien veel geringer dan in de gematigde luchtstreken.
- 4) Dat men omtrent den oorsprong der straling nog in het duister tast. Opvallend is vooral, dat de straling, wanneer er geen atmosferische storingen zijn, zoo buitengewoon constant is.

VARIA.

Een eenvoudig grafostatisch bewijs voor de gebruikelijke constructie voor de ligging der resultante van een trapeziumvormig verloopende belasting.

In de grafostatica is bekend, dat men voor het bepalen der resultante van een trapeziumvormig verloopende belasting gewoonlijk aldus te werk gaat

(zie fig.). Men verdeelt AB in 3 gelijke deelen, AE , EF , en FB . Men trekt de lijnen DE en CF , die het snijpunt S opleveren. De resultante R der trapeziumvormig verloopende belasting gaat dan door S . Een analytisch bewijs van de juistheid dezer constructie vindt men b.v. in K l o p p e r, „Leerboek der Toegepaste Mechanica”, deel I derde druk blz. 16.

Grafostatisch is het bewijs echter heel eenvoudig te leveren.

Men trekke de diagonaal BD . De resultante van $\triangle ABD$ gaat door E , die van $\triangle BDC$ door F .

Men construeere een poolfiguur, waarbij AD het gewicht van $\triangle ABD$ voorstelt, dan stelt $AG = BC$, zooals men gemakkelijk zal inzien, het gewicht van $\triangle BCD$ voor. De pool kiese men in E (O). De standgenveelhoek in D begonnen, wordt dan $DE \parallel FC$, daar $FC \parallel EG$.

De resultante moet dus gaan door het snijpunt van de verlengden van DE en CF , d.i. het snijpunt S .

Vr.

PERSONALIA.

Aan ir. J. J. Jonker, hoofd van den Provinciaal Waterstaat van West-Java werd met ingang van 2 Juli 1934 een buitenlandsch verlof verleend voor den tijd van 8 maanden.

Ir. J. J. Heyting werd benoemd tot ingenieur bij de Afdeling Spoorwegtoezicht van het Dept. van Verkeer en Waterstaat.

Aan prof. ir. H. C. P. de Vos, hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool te Bandoeng, is met ingang van 30 Juni 1934 op verzoek eervol ontslag uit 's Lands dienst verleend.

Ir. J. H. Degen, ambtenaar op non-activiteit, is benoemd tot ingenieur bij 's Lands Waterstaat en ter beschikking gesteld van de Provincie Oost-Java.

De 1e luitenant der Artillerie ir. C. F. Mets is overgeplaatst van de Pyrotechnische Werkplaats te Bandoeng naar de Projectieffabriek aldaar.

De Kapitein der Genie O. J. L. Hubeler is overgeplaatst van Magelang naar het Bataljon Pioniers te Tjimahi.

De 1e Luitenant der Genie A. S. Webb is overgeplaatst van Bandoeng naar Magelang om aldaar op te treden als Gewestelijk Eerstaanwezend Genie-officier.

Ir. A. J. de Jager, ir. P. Suters en ir. K. Scholtens, ingenieurs bij de N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, keerden terug uit Europa en werden geplaatst te P. Brandan.

KON. INST. V. INGENIEURS
Groep Ned.-Indië.

Balans per 31 December 1933.

Raad van Bestuur	f	122,05	Te Innen Inschrijfgelden & Entrees	f	1,—
Te Innen Contributies	„	210,—	Vooruitbetaalde Contributies	„	42,50
Kas Penningmeester	„	104,33	Reserve Koersverschillen	„	3 889,11
Kas Secretaris	„	1,52	Reserve nog te betalen aandeel kosten		
Kas Kringen	„	575,07	De Ingenieur over 1933	„	2 750,—
Kas Redactie De Ingenieur in Ned.-Indië	„	117,85	Kapitaal Ultimo 1932 f	55 900,—	
Effecten	„	55 400,—	Nadeelig Saldo Verlies		
Nederlandsche Handel-Mij. Batavia-C.	„	2 415,84	& Winst	„	3 321,50
Nederlandsche Handel-Mij. Amster-					„ 52 578,50
dam	„	300,45			
Inventaris	„	14,—			
	f	59 261,11		f	59 261,11

S. E. & O.

Voor de opgave:
De Penningmeester,
(w. g.) H. S. van Lennep

Gezien en in orde bevonden:
De Verificatie-Commissie,
(w. g.) M. H. C. Vreede
Y. A. Kuipers

Verlies- & Winstrekening per 31 December 1933.

Onkosten Kringen:			Aandeel Inschrijfgelden en Entrees	f	33,50
Kring I (Batavia) ... f	193,35		Aandeel Contributies	„	5 713,61
„ II (Bandoeng). „	631,80		Interest	„	2 563,65
„ III (Semarang). „	206,21		Nadeelig Saldo	„	3 321,50
„ IV (Soerabaia). „	240,—				
„ V (Medan)					
— geraamd — „	170,—				
Vakafdeeling Mijnbouw „	p.m.	f			
		1 441,36			
Reserve Koersverschillen		„ 1 303,49			
Lezingen, excursies, congressen, enz.		„ 956,47			
Oninbare contributies		„ 136,46			
Onkosten voorbereiding Tijdschrift „De					
Ingenieur in Ned.-Indië”		„ 985,20			
Reserve nog te betalen aandeel „De					
Ingenieur” over 1933		„ 2 750,—			
Onkosten:					
Incassokosten, zegels,					
enz	f	121,13			
Toelagen Ass. Penning-					
meester & Secretaris.. „	2 300,—				
Salarissen Bibliotheek-					
beheer	„	960,—			
Porti, telegrammen, etc. „	190,95				
Onkost. mededeelingen „	313,50				
Drukwerk, kantoorbe-					
hoefden, enz. „	59,52				
Onkosten Secretariaat . „	62,79				
Onkosten remises, be-					
waarloon effecten, enz. „	51,39	„			
		4 059,28			
		f			f
		11 632,26			11 632,26

S. E. & O.

Voor de opgave:
De Penningmeester,
(w. g.) H. S. van Lennep

Gezien en in orde bevonden:
De Verificatie-Commissie,
(w. g.) M. H. C. Vreede
Y. A. Kuipers

Toelichtingen op Balans en Verlies- & Winst-rekening over het jaar 1933.

Te innen Contributies.

Restant onbetaalde contributies 1932	f 20,—	
Restant onbetaalde contributies 1933	„ 190,—	f 210,—

Effecten.

Zooals gewoonlijk werd het Effectenbezit tegen de nominale-waarde opgenomen zijnde	„ 55 400,—	
(in 1931/1932 resp. f 49 400,— en f 54 400,—)		

Tengevolge van de lagere beursnoteringen per Ultio. December 1932 werd een bedrag ad f 1 303,49 ten bate van de rekening:

Reserve koersverschillen

en ten laste der Verlies- en Winst-rekening gebracht, waardoor het saldo thans bedraagt	„ 3 889,11	
(in 1931/1932 resp. f 10 404,13 en f 2 162,48).		

Onkosten kringen.

Deze bedroegen over 1933	„ 1 441,36	
(in 1931/1932 resp. f 1 920,92 en f 1 519,—).		

Lezingen, excursies, congressen, enz.

„ 956,47		
(in 1931/1932 resp. f 1 273,72 en f 1 146,97).		

Onkosten

„ 4 059,28		
(in 1931/1932 resp. f 4 917,02 en f 4 821,11).		

Interest

„ 2 563,65		
(in 1931/1932 resp. f 2 337,30 en f 2 604,72).		

Aandeel contributies

„ 5 713,61		
(in 1931/1932 resp. f 14 009,77 en f 8 287,17).		

Van de den Landelijken Groep toekomende contributies moet f 3,— per jaar per lid worden afgestaan aan het Bestuur van het K. I. v. I.; verder wordt den Groep een aandeel berekend in de kosten van *De Ingenieur*, welke kosten in 1931 t/m 1933 resp. bedroegen f 0,91 — f 2,72 en f 5,33 per lid. Het resterende bedrag wordt ten bate van de hierboven genoemde rekening geboekt. Waar de kosten van *De Ingenieur* de laatste jaren zoo belangrijk oploopen en deze kosten tot heden steeds geboekt werden in het jaar volgende op het jaar, waarop deze kosten betrekking hadden (de opgaven hiervan worden meestal in November of December ontvangen) werd het wenschelijk geacht voor 1933 een bedrag groot f 2 750,— te reserveeren, welk bedrag ten bate van de rekening:

Reserve bijdrage in de kosten van De Ingenieur over 1933

werd gebracht.

Kosten voorbereiding Tijdschrift.

Voor diverse onkosten voor voorbereiding Tijdschrift *De Ingenieur in Ned.-Indië* moest worden afgeschreven een bedrag van f 985,20

Kapitaal.

Het verliessaldo ad f 3 321,50 werd in mindering gebracht waardoor deze rekening thans een saldo aanwijst van „ 52 578,50 (in 1931/1932 resp. f 45 000,— en f 55 900,—).

Verslag der verificatie-commissie.

Batavia-C. 16 Mei 1934.

Aan het Bestuur van de Groep Nederl.-Indië van het

Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Mijne Heeren,

Ondergeteekenden hebben de eer U hierbij mede te deelen, dat zij ingevolge Uw verzoek de rekening en verantwoording van den Penningmeester hebben nagezien en dat zij U tot hun genoegen kunnen mededeelen, dat zij de balans en verlies & winst-rekening in orde hebben bevonden, terwijl zij hunne waardeering uitspreken over het gevoerde beheer.

Mitsdien stellen zij U voor den Penningmeester décharge te verleenen.

De Verificatie commissie
over het Boekjaar 1933.
(w.g.) Y. A. Kuipers,
(w.g.) M. H. C. Vreede.

Jaarverslag der Groep N. I. over 1933.

A. Bestuur.

In de vacature ontstaan door het vertrek met verlof in begin 1933 van den Groepssecretaris Ir. A. P. Adama van Scheltema werd voorzien door tusschentijdsche benoeming van Ir. G. S. Goemans, terwijl in de vacatures ontstaan door het vertrek van Ir. A. J. N. Nijman en Oud Kapt. P. J. Graaff niet werd voorzien.

B. Werkzaamheden der Groep.

Behalve de gebruikelijke Alg. Vergadering met daarop volgende voordracht van Ir. Dumas over de bevoeiingswerken in de Tangerangse vlakte, gehouden op 23 Januari 1933, waarvan een verslag is opgenomen in de *Mededeelingen* No. 27, en een Alg. Vergadering, gehouden op 24 Juli 1933, kenmerkte het afgelopen jaar zich door twee belangrijke feiten t.w.

a. De bemiddeling der Groep inzake de werkverschaffing aan zonder betrekking zijnde ingenieurs, waarmede de toenmalige Groepssecretaris Ir. G. S. Goemans belast werd en waarmede vele gunstige resultaten werden bereikt e.e.a. in overleg met het Kantoor van Arbeid.

Genoemde bemiddeling werd, na de overplaatsing van Ir. Goemans naar Bandoeng, over-

genomen door Ir. G. S. Vrijburg p/a Hollandsche Beton Mij. Batavia.

- b. Het oprichten van het maandblad *De Ingenieur in Ned.-Indië*, waarmee een lang gekoesterde wensch om één gemeenschappelijk technisch tijdschrift te scheppen omvattende: de Groep N. I., *De Waterstaats-Ingenieur* en *De Mijningenieur*, in vervulling kwam. Deze oprichting danken wij in de eerste plaats aan de Heeren Jhr. Ir. H. S. van Lennep en Ir. W. F. Eysvoogel, die bijgestaan door Ir. G. S. Goemans een buitengewone activiteit hierin betoond hebben, waarvoor wij hierbij gaarne onze hulde betuigen.

Voor de werkzaamheden der Kringen verwijzen wij naar No. 2 van *De Ingenieur in Ned.-Indië* waarin de Jaarverslagen der Kringen zijn opgenomen.

Bestuursverkiezing.

Met verwijzing naar No. 4 van *De Ingenieur in Ned.-Indië* beveelt het Bestuur der Groep Ned.-Indië aan in de vacature in den Raad van Bestuur, ontstaan door het aan de beurt van aftreden zijnde door Indië gekozen lid Ir. J. G. Pouw, genoemd lid te herkiezen.

Eventuele tegen-candidaten kunnen tot 20 Juni a.s. worden voorgebracht bij het Secretariaat, Koningsplein Oost 15, Batavia-C.

Nieuwe leden.

Het voorgestelde lid, genoemd in No. 4 van dit tijdschrift, is aangenomen.

VEREENIGING VAN WATERSTAATS-INGENIEURS.

AFDEELING NEDERLAND.

Verslag van de vergadering van 3 Maart 1934, gehouden in het Gebouw van het Kon. Instituut van Ingenieurs te 's-Gravenhage.

De vergadering, welke werd bijgewoond door het Eerlid ir. P. J. Ott de Vries, Voorzitter, den Secretaris-Penningmeester, 21 blijvend in Nederland gevestigde leden en 8 tijdelijk in Nederland verblijvende leden, werd te 2.10 uur door den Voorzitter geopend met een welkomstwoord tot de aanwezigen. Hierna las de Secretaris-Penningmeester de notulen van de gewone vergadering van 6 Januari 1934 voor en werden deze zonder voorafgaande bespreking goedgekeurd.

Op verzoek van den Voorzitter deelde nu het lid ir. J. Blackstone, lid van de ter laatstgenoemde vergadering benoemde Commissie tot het nazien van de rekening en verantwoording van den Secretaris-Penningmeester over 1933, de bevindingen der Commissie mede; hij bracht daarbij speciaal eenige cijfers betreffende den financieelen toestand van de Afdeeling naar voren en knoopte daaraan de opmerking vast, dat, hoewel het tot voldoening stemt, dat 1933 in tegenstelling met het daaraan voorafgegane jaar met een batig saldo sloot, de inkomsten van de Afdeeling toch van dien aard zijn, dat het daarmee kweken van een eenigszins voldoende reserve uitgesloten is te achten, op grond waarvan

hij het denkbeeld in overweging gaf om, bijv. door een geringe extra bijdrage van de leden, de inkomsten te vermeerderen. Tot slot stelde ir. Blackstone namens de Commissie voor, den Secretaris-Penningmeester dank te betuigen voor zijn beheer en hem acquit en décharge te verleenen, aan welk voorstel onder applaus voldaan werd.

De Voorzitter zeide het door ir. Blackstone geopperde denkbeeld zoo noodig t.z.t. aan de orde te zullen stellen, waarna de Commissie onder dankbetuiging werd ontbonden.

Bij de hierop gevolgde mededeelingen van het Bestuur vermeldde de Voorzitter o.a., dat het ter vergadering van 11 November 1933 vastgestelde reglement voor de Afdeeling Nederland door het Hoofdbestuur in zijn vergadering van 30 December 1933 is goedgekeurd en dat het Afdeelingsbestuur geen gebruik heeft behoeven te maken van de hem ter eerstgenoemde vergadering verleende machtiging om eventueel nog noodig blijkende wijzigingen van niet-principieelen aard in dat reglement aan te brengen.

Daarna bracht spreker in herinnering, dat met ingang van dit jaar in Indië een nieuw algemeen technisch tijdschrift is verschenen als orgaan van de Groep Nederlandsch-Indië van het Kon. Instituut van Ingenieurs onder den naam van *De Ingenieur in Nederlandsch-Indië*. In dit tijdschrift is tevens *De Waterstaats-Ingenieur* opgenomen, het orgaan van onze Vereeniging, dat sinds 1913 onafgebroken is verschenen, maar nu zijn zelfstandig bestaan beëindigd heeft. De Voorzitter zeide, dat velen met hem het verdwijnen van het eigen tijdschrift ernstig zullen betreuren, maar dat allen zullen begrijpen, dat de tegenwoordige moeilijke omstandigheden het voor de Vereeniging bezwaarlijk maakten de beschikking over een eigen orgaan te behouden. Onder de aanwezigen zie ik velen — aldus vervolgde spreker —, die hetzij als redacteur, hetzij als medewerker den inhoud van *De W. I.* hebben verzorgd, en ik twijfel er niet aan, dat, nu de Vereeniging geen eigen orgaan meer heeft, men eerst zal gaan inzien welke waarde het voor de Indische waterbouwkunde, voor de Indische waterstaatsingenieurs en voor den Indischen waterstaatsdienst heeft gehad. De Voorzitter eindigde met het uitspreken van de hoop, dat het nieuwe maandschrift zijn taak op dezelfde voortreffelijke wijze zal vervullen als *De W. I.* meer dan 20 jaren heeft gedaan.

Na de mededeelingen van het Bestuur was aan de orde de *gedachtenwisseling* over de op 11 Februari 1933 door het lid ir. H. W. van der Voort gehouden voordracht over de Economie van Nederlandsch-Indische havens. In voldoening aan het desbetreffende verzoek van den Voorzitter gaf ir. van der Voort eerst een résumé van zijn voordracht — zulk met het oog op het geruime tijdsverloop tusschen voordracht en discussie —, waarbij hij van de gelegenheid gebruik maakte om ter bekorting van de gedachtenwisseling alvast te antwoorden op enkele opmerkingen, welke hem sedert zijn voordracht reeds hebben bereikt, en hij deed daarbij uitkomen, dat hij zich destijds zooveel mogelijk onthield van critiek, omdat hij bedoelde een samenvatting te geven van wat hij door zijn

jarenlange werkzaamheid bij de Indische havens heeft geleerd en die samenvatting zag als een weergave van wat de Indische haveningenieurs allen met elkaar hebben geleerd.

Bij de hierna gevolgde discussie, waaraan naast den inleider werd deelgenomen door de leden irs. A. A. Meijers, die in een uitvoerige rede zijn standpunt uiteenzette, Ch. G. Cramer, C. A. E. van Leeuwen, I. Th. van Rosse, P. J. Ott de Vries en Jhr. R. R. L. de Muralt, werd o.a. waardeering uitgesproken voor het bovengeschetste hooge standpunt, dat ir. van der Voort bij de samenstelling van zijn voordracht heeft ingenomen.

Na afloop van de gedachtenwisseling herinnerde de Voorzitter er aan, dat verleden jaar na de voordracht van ir. van der Voort door ir. R. van Yperen een groot aantal lichtbeelden, betrekking hebbende op de havenwerken van Soerabaia, vertoond zijn en deze daarop een uitvoerige toelichting gegeven heeft. Daardoor is het toen te laat geworden om de discussie nog te openen en heeft ir. van der Voort er genoegzaam mee genomen, dat het woord van dank, hetwelk hem verschuldigd was, uitgesteld werd tot na de gedachtenwisseling; deze laatste heeft door allerlei omstandigheden langer op zich laten wachten dan aanvankelijk de bedoeling was, zoodat spreker eerst op deze vergadering de gelegenheid had om ir. van der Voort zijn erkentelijkheid te betuigen voor zijn voordracht. Spreker betrok daarin tevens een woord van dank voor de nadere toelichting, die ir. van der Voort dezen middag gegeven heeft en voor zijn bereidwilligheid om de gestelde vragen te beantwoorden. Naar de Voorzitter meende, is het een gelukkig denkbeeld geweest om de voordracht in *De Waterstaats-Ingenieur* schriftelijk vast te leggen, zoodat zij, die later geroepen zullen zijn om zich met den aanleg en de exploitatie van Indische havens bezig te houden, dikwijls *De W. I.* No. 8 van 1933 zullen opslaan.

Hierna werd het woord verleend aan het lid Jhr. ir. R. R. L. de Muralt tot het uiteenzetten en demonstreeren van zijn laatste vinding in zake het verhoogen van zee- en rivierdijken met muren van gewapend-beton. Deze vinding komt hierop neer, dat, waar de muurconstructies volgens het oudere systeem de Muralt slechts voor reeds ingeklonken dijken geschikt zijn, het thans mogelijk gemaakt is

om de muren ook op *versch* aangelegde dijken toe te passen, hetgeen tot een aanzienlijke besparing bij dijk aanleg voeren kan. De nieuwe constructie toch maakt het mogelijk om met zeer weinig kosten muurmoten, welke door het inklinken van het aardlichaam van den dijk verzakt zijn en daarbij veelal scheef gaan staan zijn, weer op hun oude peil te brengen en met grond te onderstoppen, zoodat ze voor zooveel noodig hun oorspronkelijken rechten stand te hergeven. In de muurmoten van gewapend-beton zijn daartoe schachten — kelders genaamd — uitgespaard, waarin vijzels van bijzondere constructie neergelaten kunnen worden. De kelders zijn opgevuld met grond, welke opgeruimd wordt, indien de vijzels hun diensten moeten gaan bewijzen. Ir. de Muralt toonde met grafieken aan, dat de muren met kelders bij een gelijken betoninhoud veel meer weerstand tegen omdrukken door golfslag of hoogwater-druk bezitten dan de vroegere massieve muren.

Met talrijke lichtbeelden en een door hem gedemonstreerd model van een muurmoot met daarin aangebrachte vijzels lichtte ir. de Muralt zijne mededeelingen toe.

Ten slotte vestigde spreker de aandacht op een nieuw soort wapening voor beton, nl. het „Benzinger Geflechtwerk”, uitgevonden door een Duitschen collega; het vlechten van dit wapeningsijzer geschiedt niet in het werk, maar met een vernuftig geconstrueerde machine, eveneens van Duitsche herkomst.

Bij zijn dankbetuiging herinnerde de Voorzitter er aan reeds bij een vroegere voordracht van ir. de Muralt over een van zijn vindingen te hebben gewezen op het voorrecht om iemand in ons midden te hebben met een vernuft, scherpzinnigheid en kracht als waarover deze beschikt. Dezen middag werden die eigenschappen weer bevestigd. Tot slot sprak de Voorzitter de hoop uit, dat de laatste vinding van ir. de Muralt en de vindingen, welke ongetwijfeld nog zullen volgen, het succes hebben zullen, dat ze verdienen.

Bij de rondvraag, laatste punt der agenda, verlangde niemand het woord, waarop de vergadering om 5.30 uur gesloten werd.

De Secretaris-Penningmeester,

ir. W. A. van der Meulen.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.

„DE MIJNINGENIEUR“

INHOUD: Die vulkanische Tätigkeit des Merapi Vulkanes in seinem östlichen Gipfelgebiete zwischen 1902 und 1908, durch dr. Max Hartmann. — Over de wijze waarop handelstijden van groote zuiverheid kan worden verkregen, door ir. A. Beer. — Die Cardiiden aus dem Cheribonien von Bentarsari in Tegal, Java, von dr. C. H. Oostingh. — Economische Mededeelingen.

Die vulkanische Tätigkeit des Merapi Vulkanes (Mittel Java) in seinem östlichen Gipfelgebiete zwischen 1902 und 1908

durch

dr. MAX HARTMANN,

Vulkanoloog te Buitenzorg.

Begleitwort

zu der Karte des östlichen Gipfelgebietes des G. Merapi im Maszstabe 1 : 20 000 (Fig. 1).

Die beiliegende Karte ist durch den Verfasser zusammengestellt unter Zuzug der neuen Vermessung des Woro Lavaströmes durch Djathiekoesomo vom Vulkanologischen Dienste. Ferner wurden verwertet die topographische Aufnahme des Merapigipfels von Mei 1932, die Karte vom G. Merapi mit den Lavaströmen 1930 und 1931 durch Oemar Alie im April—Mei 1933, eine unvollendete Karte des topographischen Dienstes (Phototheodolitische Vermessung) aus den Jahren 1920—1921, sowie eine Vermessungskarte des Vulkandienstes vom September 1920 durch Soemo Soekarto.

Der untere Teil des Woro Lavaströmes sowie der Woro Bachläufe sind nach Lichtbildern einskizziert worden. Auf der Karte sind nur die Haupttranches eingezeichnet. Jede Tranche = 50 m Höhe.

Die Veröffentlichung dieser Karte geschieht mit gütiger Zustimmung des Leiters des Vulkanologischen Dienstes dr. Ch. E. Stehn.

Die bisherigen Ansichten.

Beim Durchblättern der älteren lokalen Fachliteratur über die vulkanische Tätigkeit des G. Merapi in seinem östlichen Gipfelgebiete in den Jahren 1902—1908 ist man erstaunt, wie wenig Angaben und Unterlagen darüber bestehen und wie wenig Interesse dafür an den Tag gelegt wurde. Dies ist an sich begreiflich, wenn man bedenkt, dass der G. Merapi seine Tätigkeit hauptsächlich an der West, Nord und Südseite zur Schau stellte und das Merapi Gipfelgebiet und seine Durchforschung bis auf den heutigen Tag den Naturforschern grosse Mühseligkeiten und Beschwerden in den Weg legte und gegenwärtig noch

stellt. So blieb die Ost und Südseite des Merapi Vulkanes bis in die jüngste Zeit stiefmütterlich behandelt.

Selbst der Ausbruch im Jahre 1904, wobei viele Menschenleben verloren gingen und der G. Merapi starke vulkanische Tätigkeit äusserte, führte zu keinem näheren Untersuchen dieses Gebietes.

Während der erhöhten Tätigkeit dieses Vulkanes in den Jahren 1920—1921 wurden die ersten Untersuchungen dieses Gebietes durch Kemmerling gezeitigt, der das Schollenlavafeld auf der östlichen Schutthalde des G. Merapi als „Trümmerfeld“ bezeichnete, das durch Absturz oder durch Abgleiten eines Teiles des Ostdomes im Jahre 1904 entstanden sein sollte (Lit. 8). Taverne schreibt fünf Jahre später ebenfalls von einem Domabbröckeln in grossem Masstabe des G. Anjar an der Südostseite oberhalb dem Quellgebiete des Woro Flusses (Lit. 10).

Weitere Untersuchungen des Merapi Gipfelgebietes durch den Vulkandienst vor dem Dezember Ausbruche 1930 beschränkten sich hauptsächlich auf das oberste Gipfelgebiet, nämlich den Ost- und den Westdom.

Nach dem 1930er Ausbruche wurde durch Schreiber vorliegender Arbeit während seiner Tätigkeit beim Vulkanologischen Dienste das Merapi Krater- und Gipfelgebiet genauer untersucht. Während der Untersuchungen im Oktober und November 1932, sowie im Juli und Augustus 1933 konnte eindwandfrei festgestellt werden, dass während der Eruptionsperiode 1902—1908 sich ähnliche vulkanische Vorgänge abgespielt haben, wie beim Ausbruche im Dezember 1930, nämlich zeitlich kräftiger Domaufbau, darauf als Folge einer Gasphase Breschen und Glutwolkenbildungen, weiter gefolgt und beendet durch Lavaguss in typischer Stromform.

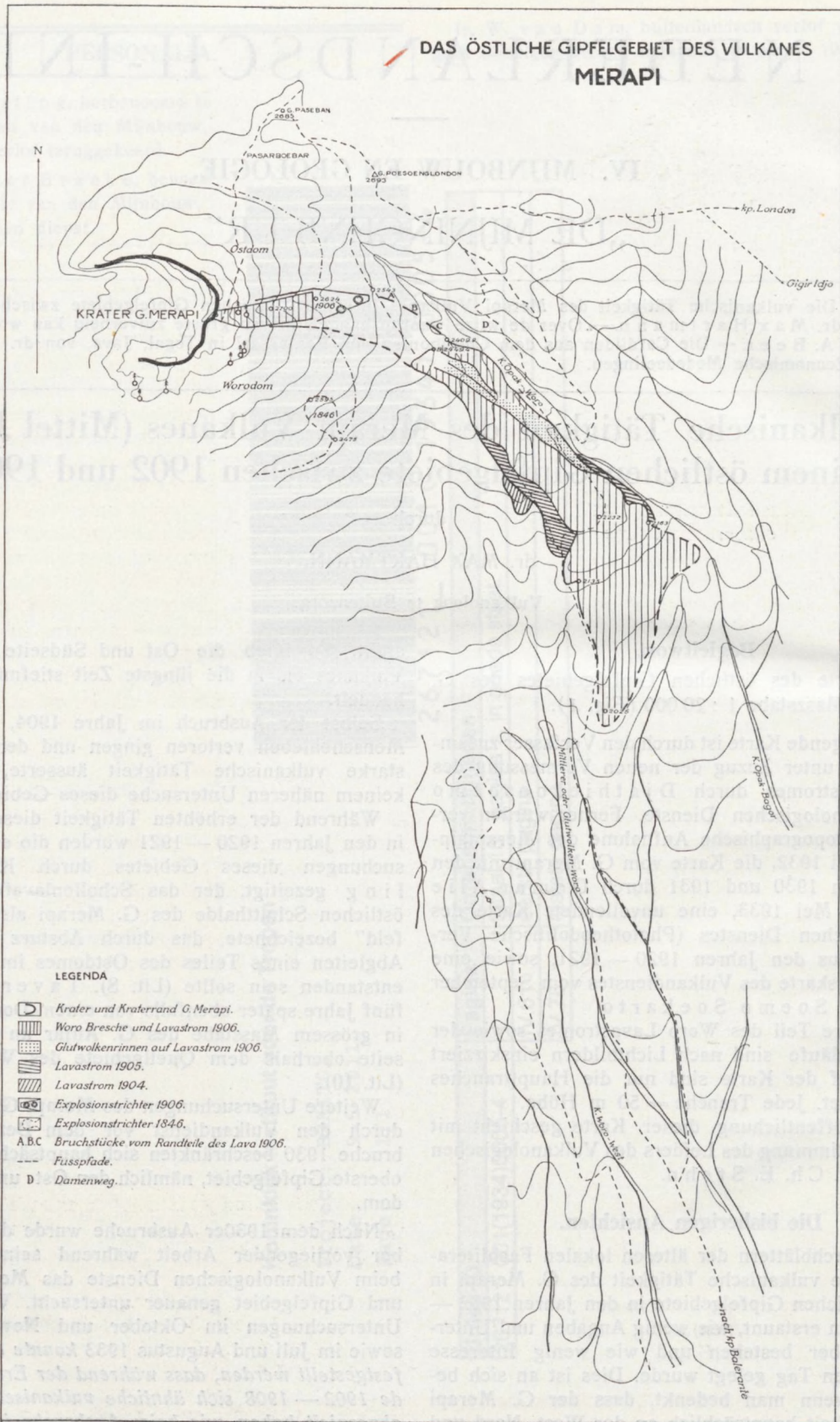


Fig. 1. Übersichtskarte: Das östliche Gipfelgebiet des Vulkanes Merapi, im Maßstabe 1: 20 000.



Fig. 2. Die östliche und südöstliche Merapi Gipfelanke mit den Lavaergüssen der Ausbruchperiode 1904-07 nach einer Fliegeraufnahme nachgezeichnet durch Verfasser.

Der heutige Zustand des östlichen Gipfelgebietes.

Unter dem östlichen Gipfelgebiete des Merapi verstehen wir die östliche Gipfelzone, welche sich zwischen dem Pasarboebar und dem Gendol Breschengebiet befindet. Sie besteht aus den obersten Dommassen, welche in dem alten Krater aufgestiegen sind, sowie den zuständigen Schutthalden mit den grossen Woro Lavastrome, welche alle in die vielen Schluchten auslaufen, die nach ihrer Vereinigung die tiefe Woro Schlucht mit gleichbenanntem Flusse bilden.

Der oberste Teil der Dommassen wird von dem heutigen Kraterand P. 2911 bis zum Gendol Sattel P. 2841 gebildet. Dieser Kraterand besitzt drei typische Höhenpunkte, nämlich den P. 2911, ferner das nördliche und südliche Woro Gipfelchen, die alle einen Teil des Ostdomes, auch G. Anjar genannt, ausmachen. Zwischen den Woro Gipfelchen befinden sich zwei kleinere auffällige Rinnen, welche beide auf dem östlichen Abhänge tiefer unten gabeln und die grosse Woro Bresche bilden, welche von weitem als weisser Streifen zwischen den dunkeln Domgesteinen in das Auge fällt. Das Innere dieser Dommassen besteht, wie vom Merapi Krater aus gut ersichtlich ist, aus grobsäuligen weissgrauen Andesit Felsen (Augit Hypersthen). Dieser Kern der Dommassen wird in dem Krater von zwei typischen Couloirs (Woro Couloirs) begrenzt. Vermutlich befinden sich hier die Bruchflächen der früheren grossen Woro Bresche, die bereits im Jahre 1846 erwähnt und auf Aquarellen aus den Jahren 1872 und 1883 anschaulich durch den Herrn H. E. Dorepaal dargestellt ist (Fig. 3). Langs diesen Bruchflächen, die auf der Aussenseite mit den beiden Woro Rinnen

zusammenhängen, findet heftige Solfatarentätigkeit statt.

Das nördliche Woro Gipfelchen ist vermutlich der höchste Punkt des heutigen Merapi Kraterandes und besteht aus grossen Blöcken und aufgepressten Obelisk und Felsnadeln mit sonderbaren Formen. Überall ist das Gestein mit weisser Asche und Schwefelkrusten bedeckt. Aus zahlreichen Trichtern und Spalten entweichen durchsichtige, sehr heisse Gase.

Das südliche Woro Gipfelchen bildet den höchsten Punkt des Woro Domes, auf den später noch eingegangen sei. Zwischen diesen beiden Gipfelchen befindet sich die südliche Woro Rinne, welche in die grosse Woro Bresche ausläuft.

Die eigentliche grosse Woro Bresche scheidet den nordöstlichen und südöstlichen Merapi Dom von einander. Sie stellt sich von weitem gesehen als ein langer weisser Streifen auf dem graubraunen Merapi Gipfel dar. Von einer bestimmten Entfernung aus betrachtet lässt sie auf eine Einkerbung im Dommantel schliessen. In Wirklichkeit besteht die Woro Bresche aus einer langgezogenen Vertiefung, die sich nach den Woro Schutthalden zu etwas erweitert. Diese Vertiefung wird nördlich und südlich von steilen, stellenweisen lotrechten Breschenwänden begrenzt, welche teilweise wieder von jüngerem Block-Material bedeckt sind. Am besten sind diese Wände erhalten auf einer Höhe von rund 2700 m über Meer. Über denselben findet man einen dünnen Krustenteil der jüngeren Dome, ähnlich dem Profile der grossen Blongkeng Bresche auf der Merapi Westseite, wo die junge Lava 1930 auf den Breschenwänden des Mesdjidanlana Kraters 1872 ruht. Die Woro Bresche ist ONO gerichtet und hat eine Länge von ungefähr 300 m. Die grösste Neigung wird mit 45—55° erreicht, während die Bresche durchschnittlich 35° geneigt ist. Die Woro Bresche hat bei der Gabelung der nördlichen und südlichen Rinnen auf 2850 m eine Breite von ungefähr 70 m, auf 2750 m 100 m und am unteren Ende auf 2650 m zirka 150 m.

Zum grössten Teile wird die Woro Bresche von einem Lavastrome ausgefüllt. Zwischen den Breschenwänden und dem Lavastrome befinden sich nördlich und südlich Steinschlaggrinnen, welche in die Woro



Fig. 3. Zeichnungen nach Aquarellen des Merapi Gipfels aus den Jahren 1872 und 1883 durch den Herrn H. E. Dorepaal verfertigt. Standpunkt ist Sorogodoog, 10 km westlich von Djokja und 30 km vom Merapi Gipfel aus gelegen.

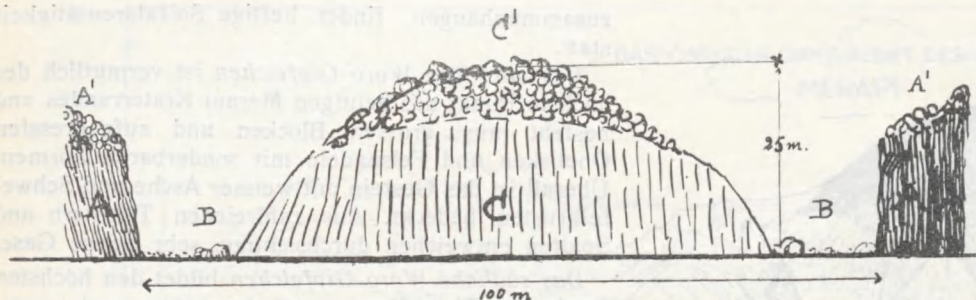


Fig. 4. Profil der heutigen Woro Bresche mit seinem Lavastrome auf 2700 m über Meer.
 AA' = Kern und Krustenteil des Merapi Ostdomes.
 B = Rinnen der Woro Bresche.
 CC' = Kern und Krustenteil des Woro Breschenstromes.

Schutthalden ausmünden. Der Ursprung dieses Lavastromes ist nicht einwandfrei zurückzufinden. Der Strom lässt sich bis zum Eingange der südlichen Woro Rinne, nahebei dem Kraterrand verfolgen.

Vermutlich ist der Ursprung direkt unter dem nördlichen Woro Gipfelchen gelegen. Von hier ist der Strom durch die Bresche abgeflossen wobei er sich nach unten zu etwas verbreitete. Das obenstehende Profil zeigt uns einen Querschnitt des Stromes auf 2700 m (Fig. 4). Im oberen Teile erreicht der Lavastrom eine sichtbare Höhe von 5—15 m, im unteren Teile von 15—25 m über den Schuttrinnen. Auf der Lavastromwölbung kann man im oberen und mittleren Teile noch sehr gut den Krustenteil beobachten, während die Seiten und die Stirnfront beim Beginne der Woro Schutthalden von demselben entblösst sind und das massive Gestein der Kern an der Oberfläche liegt.

Diese Entblössung des Lavastromes ist teilweise durch lokale Explosionen und hauptsächlich während und nach dem Ausbrüche durch grössere Steinschläge bewerkstelligt. Das Gestein des Lavastromes ist an vielen Stellen durch frühere Solfataren stark gebleicht und zersetzt. Unter den Solfataren I und II E. V. zwischen 2800 m und 2725 m wird der Lavastrom von N-S laufenden Spalten durchquert. In diesem Gebiete ist der Lavastrom teilweise gebrochen und ineinander gestürzt. An diesen Stellen entweichen aus Löchern und Spalten heisse, durchsichtige Luftströme (380° C im August 1932, 445° C am 26 Oktober 1933). Bei einigen Trichtern kann man noch Spuren von Schwefelschlamm und Sublimationsprodukten beobachten.

Nach Schreibers Ansicht befindet sich hier unter dem Lavastrome der frühere östliche Rand des Mesdjidanlama Kraters. Weiter kann man von hier mehr südlich auf dieser Höhe eine Solfatarenzone finden, die auf den südöstlichen Domabhängen bei bestimmten Wetterzustande sich sehr deutlich abhebt. Diese Solfatarenzone ist weiter bei den Kraterrand Solfataren No XI und XII in der Gendo Bresche, sowie bei P. 2780,7 im Batanggebiete zurückzufinden, sodass man sicherlich annehmen darf, dass diese Solfatarenzone sich an der Stelle des früheren Kraterrandes 1872 befindet und

nicht einer konzentrischen Spalte im Merapi Dome ihr Bestehen verdankt. Das Ende des Woro Breschenstromes (2625 m) in der Woro Bresche besteht aus steil aufgerichteten, auseinandergerissenen Felsmassen, worauf viele Auswürflinge liegen. Die Kruste fehlt hier gänzlich. Der Lavastrom ist hier deutlich durch

explosive Tätigkeit auseinandergerissen und weggeschleudert, das Gestein ist teilweise gebleicht oder durch Glut und Flammenerscheinungen an der Oberfläche verändert.

Nördlich an die Woro Bresche grenzt der Merapi Ostdom. Auf den östlichen Domabhängen kann man einen kleinen Domteil unterscheiden, der die untersten nördlichen Woro Breschenwände aufbaut und vermutlich einen Teil der Domflanken des Mesdjidanlama Kratergebietes 1872 ausmacht. Dieser dreieckige unterste Domteil, dessen Kruste beinahe gänzlich verschwunden ist und auf welchem in der Breschenhöhe viele Auswürflinge und Schutt liegen, trägt auf sich weiter oben die jungen grossblockigen Massen des Merapi Ostdomes. Beide Dommassen gehen bei zirka 2600 m in die Woro Schutthalden über.

Südlich an die Woro Bresche schliesst sich der sogenannte Woro Dom an, der einen Teil des Merapi Ostdomes bildet. Diese Dommassen haben den Mesdjidanlama Kraterrand mit seinen Hängen vollständig zugedeckt und überströmt. Der höchste Punkt dieses Dommassives wird vom südlichen Woro Gipfelchen 2892,6 m eingenommen. Dieser Gipfel besteht aus einem typischen kleinen Lavadome, der langs der

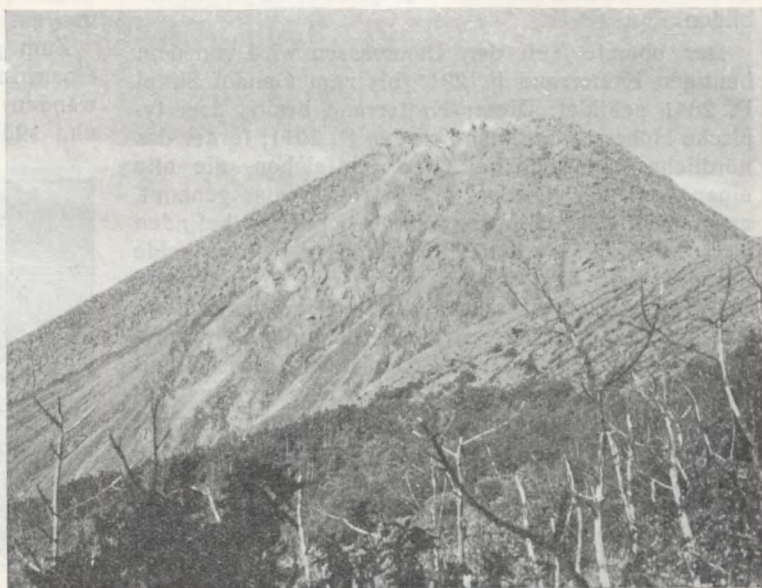


Fig. 5. Das östliche Gipfelgebiet des Merapi mit der Woro Bresche. Rechts oben befindet sich der Merapi Ostdom 2911 m, links der Woro Dom durch den Woro Breschenstrom von einander getrennt.

Lichtbild Hartmann 1933.

Woro Rinne aufgestiegen und über die Flanken in östlicher und südöstlicher Richtung talwärts sich ausgebreitet hat. Am Ende der Ausflussperiode muss der oberste Teil in halbstarrer Zustand 4 — 5 m aufgedrückt worden sein, wodurch dieser das Aussehen einer Felszinne bekommen hat, wie man vom nord-östlichen G. Pasoenglondon aus sehr schön beobachten kann. Diese Dommassen dehnen sich bis auf 2450 m aus, worauf sie ebenfalls den Woro Schutthalden Platz machen. Südwestlich wird dies Dommassiv durch die Gendol Bresche begrenzt. 200 m in östlicher Richtung von den typisch entmanteltem weissgrauen Gendol Lavastrom besitzt der Ausläufer des blockigen Woro Domes eine etwas hufeisenförmige Vertiefung. Diese früher stark ausgeprägte Vertiefung wurde durch das stetige Abbröckeln des Woro Domes in der Ausbruchperiode 1902 — 1908 teilweise verschüttet. Sie stellt einen der zwei Eruptionstrichter dar, die auf der südöstlichen und östlichen Gipfelanke des G. Merapi bereits in 1846 erwähnt wurde (Lit. 1 und 5). Die Breite dieses Trichters beträgt zirka 80 m auf 130 m Länge und 5 — 10 m Tiefe. Ob man hier das Ende einer früheren Bresche von dem Woro Dome teilweise überdeckt vor sich hat, oder mit einem subterminalen Explosionstrichter zu tun hat, kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Letztgenannte Auffassung dürfte am dichtesten die Wahrheit streifen.

Die Woro Schutthalden mit den Woro Lavaströmen.

Unter den östlichen Dommassen befinden sich die langgestreckten Woro Schutthalden, die sich von der Pasarboebar Fläche bis in das Gendol Gebiet ausdehnen. Sie bestehen aus Sand, Steinchen und Steinen, die teilweise los aufeinander liegen und dadurch stark beweglich oder teilweise stark verkrustet sind, das letztere als Folge der jüngsten Aschfälle. Sie sind 25 — 30° geneigt. Die östlichen Schutthalden laufen in den Kali Opak-Woro aus, während die südöstlichen in die verschiedenen Bachverzweigungen des mittleren Kali Woro (= Glutwolken Woro) einmünden zwischen der Stirn- moräne des Woro Lavastromes 1906 und dem G. Kendil — G. Koekoesan (Westen). Diese Schutthalden bilden das hauptsächlichste Wassereinzugsgebiet des Woro Flusses. An einigen Stellen findet man unter der 2200 m Zone spärliche Vegetation, (Moos und kleine Farnsorten). Im Übrigen sind die Schutthalden kahl und nackt.

Betrachtet man von den Lavabänken des G. Pasoenglondon, die über dem Opak-Woro gelegen sind, die gegenüberliegenden Schutthalden, so fällt sofort die merkwürdige, unmittelbar unter der Woro Bresche gelegene, keilförmige Vertiefung auf. (Dieser Aussichtspunkt liegt auf dem Damenwege. Dieser Weg erhielt vom Verfasser den Namen Damenweg, da auf demselben sehr viele inländische Frauen an Markttagen mit

schweren Lasten von der Ostseite — Balerante — über die Pasarboebar Fläche nach Selo ziehen).

In dieser Vertiefung hat im Juni 1906 eine Explosion stattgefunden, wodurch ein kleiner neuer Explosionstrichter geschaffen wurde, aus welchem Steine Sand und Grus ausgeworfen wurden. Schon im Jahre 1846 wurde dieser Trichter tätig gemeldet. Später wurde er wieder zugedeckt. Dasselbe Los hat das 1906er Kraterchen getroffen, jedoch nicht vollständig, sodass in der Schutthalde noch die merkwürdige Vertiefung geblieben ist. Die Lage dieser Vertiefung am Ende der Woro Bresche und seine Keilform, die sehr an das jetzt zugedeckte Ausende der grossen Blongkeng Bresche auf der Merapi Westseite erinnert, lässt die Vermutung aufkommen, dass hier der äusserste östliche Ausläufer der grossen Ost-West laufenden Dislokationslinie des Merapi Vulkanes sich befindet.

Der tiefste Punkt des Keiles liegt auf 2550 m und ist nach ONO gerichtet. Einige untiefe Rinnen leiten von hier in rechter Linie nach dem Opak-Woro, der die Pasarboebar Fläche entwässert.

Am meisten fällt jedoch auf den östlichen und südöstlichen Schutthalden der *grosse gut erhaltene Woro Lavastrom* auf, der in vielen Beziehungen verblüffend grosse Ähnlichkeiten mit dem Lavastrome 1931 auf der westlichen Bergseite aufweist.

Auf 2470 m findet man auf der östlichen Woro Schutthalde unter der keilförmigen Vertiefung den sichtbaren Beginn des Woro Lavastromes 1906. Dass dieser Lavastrom mit dem Stromteile, welcher durch die Woro Bresche abgeflossen ist, zusammengehört, kann daraus abgeleitet werden, dass zwischen 2470 m und dem Explosionstrichter 1906 noch an drei Stellen (A, B, C.) der Randteil des Stromes in Bruchstücken vorhanden ist, während im Explosionstrichter selbst Kernteile des Lavastromes erhalten geblieben sind.

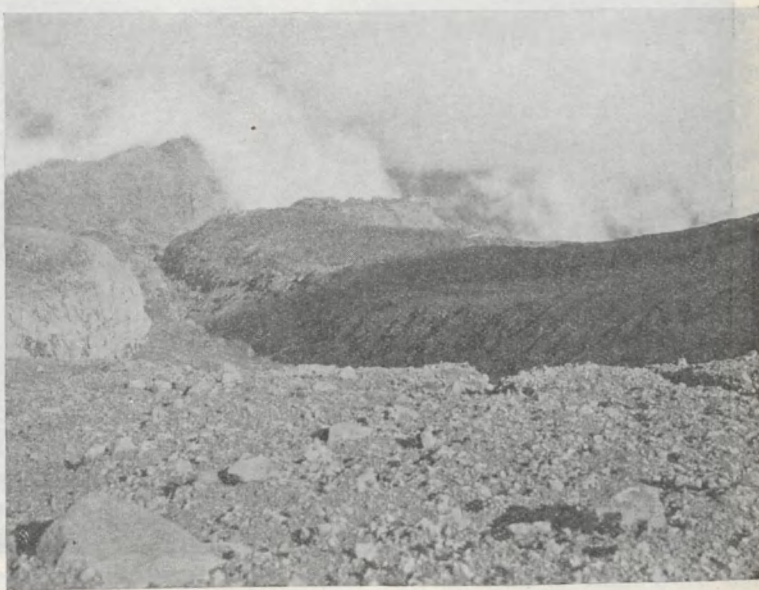


Fig 6. Der Woro Lavastrom 1906 vom Ringwalle des G. Pasoenglondon aus gesehen.

Lichtbild Hartmann 1933.

Der Woro Lavastrom erstreckt sich von 2470 m in südöstlicher Richtung, um später bei 2232 m zungenförmig nach Süden steil abzufallen. Er hat sich also zuerst in östlicher Richtung, später bogenförmig in südöstlicher und südlicher Richtung gewendet. Hierdurch hat er den Kali Opak-Woro nicht bereicht. Allein bei 2200 m kommt der Lavastrom sehr nahe an diesen Bach. Zwischen 2220 m und 2300 m liegt eine zirka 10 — 15 m hohe und 30 m breite, wenig geneigte Stufe zwischen dem Opak-Woro Bache und dem Lavastrome. Diese besteht aus Glutwolkenablagerungen, welche den alten Lavaströmen des Opak-Woro aufliegen. Auf der östlichen Bachseite kann auf den verschiedenen Lavabänken des G. Pasoenglondon (Damenweg) keine Spur von Glutwolkenmaterial oder Lavaschollen gefunden werden. Durch diese Tatsachen verfällt die Annahme eines Bergsturzes für den Woro Lavastrom, wie durch Kemmerling und Taverne angenommen wurde. Hätte wirklich ein Bergsturz stattgefunden, so wäre die Steinmasse in der Fallinie in den Opak-Woro hinunter gekommen, hätte erwähnte Stufe verschüttet und oberhalb des östlichen Bachufers Steine und Lavaschollen abgelagert.

Der Woro Lavastrom gibt uns auch durch seine Form und sein Aussehen Aufschluss über seine wirkliche Beschaffenheit. Er besteht nämlich deutlich aus einem Mittel- oder Kernteile, der dunkelbraunschwarz ist. Hier sind ausserordentlich schön Strömungsbögen erhalten. Die Lava besteht hier aus porösem, stark schlackigem Augit Hypersthen Andesit mit makroskopisch bis 10 cm grossen Hornblende Kristallen.

Sehr schön sind heute noch 6 — 7 m hohe Lavanadeln mit feinzackigen, astförmigen Enden vorhanden. Die früheren Solfatarenöffnungen sind noch deutlich zu erkennen. Gegenwärtig sind weder Fu-

marolen noch Solfataren feststellbar, ein Zeichen, dass der Lavastrom an der Oberfläche vollständig abgekühlt ist.

Der Mittelteil des Lavastromes ist auf der nordöstlichen Seite erstens von Glutwolkenbahnen mit ihren typischen abgerundeten, weisslichen Stein und Moränen, zweitens von Steinschlagzungen, die vom Woro Schuttkegel von oben einmünden vom Randteile des Lavastromes durch eine Rinne getrennt. Auf der südwestlichen Seite ist die Rinne und der Randteil grösstenteils durch Schutt bedeckt, obwohl die Wölbungen davon noch sichtbar sind. Vom Damenweg hat man einen sehr schönen und instruktiven Einblick in die Welt dieser Lavaergüsse.

Der Lavastrom ist während seiner Ausflussperiode über die Woro Schutthalde in den Randzonen abgekühlt und starr geworden, während der Mittelteil sich weiter bewegte. Dadurch wurde das den Lavaströmen so typische Profil geschaffen.

Glutwolken sind hauptsächlich in den beiden Rinnen hinuntergeschossen. Auf dem Scheidungsrücken über dem Ostufer des Opak-Woro unter 2300 m kann man sehr gut die Vegetationsvernichtung in der Richtung Opak-Bagor Sattel (Gigir Idjo) feststellen.

Zwischen 2260 m und 2230 m verflacht sich der Woro Lavastrom, um einen typischen Lavastirnkopf zu bilden. Der Grund dieser Aufstauung liegt einerseits in der Tatsache, dass der 1906er Strom südwestlich gegen die 1904 und 1905er Ströme, die noch teilweise erhalten sind, anstoss und somit mehr östlich gegen den Opak-Woro gedrängt wurde. Im Profile der Opak-Woro Schlucht auf der Höhe der Aufstauung sieht man deutlich den 1906er Strom auf einem sehr jungen Lavastrome 1904 — 1905 liegen. Beide stauen sich gegen den Hügelrücken zwischen dem östlichen Opak-Bagor und dem mittle-



Fig. 7. Das Woro Gebiet. Der Woro Lavastrom 1906 vom Woro Dome aus gesehen. Im Hintergrunde erblickt man den Gigir Idjo Rücken. Links vom Lavastrome befinden sich die Opak-Woro und Opak-Bagor Täler, rechts davon der Glutwolken Woro.

ren Woro = Glutwolken Woro. Diese beiden jungen, übereinanderliegenden Lavaströme ruhen auf älteren, glatten Lavaströmen des Pasarboebar Kraters.

Der 1906er Lavastrom, der nach dieser Seite in seiner freien Ausdehnung gehemmt wurde, schob sich in südlicher Richtung weiter, um steil und zungenförmig in einer Seitenschlucht des mittleren Woro zu endigen. Dessen östliche Uferwände bestehen aus hohen, lotrechten massiv säuligen Felsen, die westlichen aus niedrigen Lavafelsen bestehen, die alle den grossen Lavaströmen angehören, die in früheren Zeiten in dieser Richtung in grosser Menge ausgeströmt sind. Unter der Lavazunge ist charakteristisches Sand-, Block- sowie Glutwolkenmaterial abgelagert.

Unter der erwähnten Lavastirne hat sich der Lavastrom gegen den Opak-Woro auf 150 m vorgeschoben und einen nach dieser Richtung steil abfallenden Schuttkegel aufgebaut.

Der Woro Lavastrom ist vom P. 2470 bis zu seinem Ende auf zirka 2000 m 1300 m lang, von seinem Ursprunge unter dem nördlichen Woro Gipfelchen aber ungefähr 2000 m lang. Seine Breite ist durchschnittlich 180 m, während sie an seinem Ende beinahe 3000 m beträgt.



Fig. 8. Die Woro Schluchten mit den Glutwolkenabsätzen. Links befindet sich das Hängetal des westlichen Kali Woro, rechts die vereinigten mittleren und östlichen Woro Bäche. Rechts aussen sieht man ein Stück des in 1904 vernichteten Geländes, wo sich der Kp. Seloeman befand. Das Lichtbild ist etwas über dem Kampong Balerante aufgenommen.

Lichtbild Hartmann 1933.

Unter dem Staukopfe des Woro Lavastromes ist der grosse Lavastrom mit spärlicher Vegetation bedeckt. An einigen Stellen wachsen vereinzelt einige Petebäume. Die Vegetation besteht hauptsächlich aus Rhododendronsorten und dem javanischen Edelweiss, sowie niedrigen Farn- und Moosarten.

Die Glutwolkenströme von 1904 — 1907 im Kali Woro und deren Gefahren für die Merapi Südostseite.

Während der Gasphasen der Ausbruchszeit 1904 — 1907 schossen Glutwolken den Kali Woro hinunter, wodurch am 30. Januar 1904 verschiedene Menschenleben und Haus und Habe vieler Eingeborner im Mittellaufe des Woro Flusses vernichtet wurden. Gleich dem ganzen östlichen Merapi Gipfelgebiete sind auch die zuständigen Wassereinzugsgebiete oberhalb der Buschgrenze sehr wenig bekannt. Da die Wasserläufe eine sehr bedeutende Rolle spielen bei den Glutwolkenrichtungen, so scheint es Schreiber zweckmässig etwas näher auf die in Frage kommenden Wasserläufe einzugehen.

a) Der östliche Woro Bach = Opak-Bagor.

Dieser nimmt einerseits die Wasser auf, die westlich vom Gikir Idjo Rücken, einem alten Teile des nach Süden aufgespaltenen Pasarboebar Kraters, sich versammeln und anderseits den Opak-Woro, welcher die Pasarboebar Fläche sowie einen Teil des östlichen Gipfelgebietes entwässert. Diese Schlucht vereinigt sich weiter unten mit dem mittleren Woro Bäche. Dieser östliche Kali Woro hat in seinem Oberlaufe nur sehr wenig Glutwolken-schutt. Er dürfte von den Pflanzern der Merapi Ostseite an Kemmerling seinerzeit als schuttfrei angewiesen sein, was Kemmerling in Abrede

Höhe über Meer.	Sichtbare Dicke.	Breite.	Länge.	
2850 m	5—15 m	50 m	300 m	} Lavastrom in der Woro Bresche.
2750 m	20 m	70 m		
2650 m	25 m	100 m		

Explosiv entfernt und verschüttet = 400 m

Höhe über Meer.	Sichtbare Dicke.	Breite.	Länge.	
2450 m	?	130 m	1300 m	} Woro Lavastrom 1906
2350 m	35 m	180 m		
2250 m	40 m	180 m		
2150 m	50 m	280 m		
2000 m	5—15 m	60 m		

An Hand der vorliegenden Zahlen sowie der Oberfläche der Lavaströme darf die Lavaförderung in den Jahren 1904 — 1907 global auf 40 000 000 m³ geschätzt werden, während der Lavastrom 1906 allein ungefähr die Hälfte, nämlich zirka 20 000 000 m³ ausmachen dürfte.

Wie schon erwähnt befinden sich auf 2260 m südwestlich vom 1906er Strome zwei aneinandergrenzende Lavafelder, die nach Schreibers Urteil die nicht verschütteten Überreste der effusiven Phasen 1904 und 1905 darstellen. Das Äusserliche dieser Lavafelder, die südlich zungenförmig enden, ist sehr frisch.

stellte, weil er den Glutwolken oder mittleren Woro besucht hatte und dort eine gewaltige Masse dieses Materiales gefunden hatte. Nach heutigem Befunde hatten beide Recht dies zu behaupten, allein jeder wies einen anderen Bachlauf an.

b) Der mittlere Kali Woro oder der Glutwolken Woro.

Dieser entwässert das Woro-Lavadomgebiet auf der Südost und Südseite des Merapi und den östlichen Teil der Gendol Schutthalde. Auf zirka 2000 m besitzt er hauptsächlich drei Bachläufe. Der östliche steile Bachlauf mit seiner Gabelung reicht bis unter die Zunge des Woro Lavastromes 1906. Im obersten Teile ist viel Schutt und Glutwolkenmaterial vorhanden, während weiter unten das Bachbett aus glatten älteren Lavaströmen besteht. Der mittlere Bachlauf beherbergt die grossen Glutwolkenablagerungen der Zeitperiode 1904 — 1907. Südwestlich vom G. Koekoesan nimmt er einen Seitenbach auf, in welchen die östliche Zunge der Gendol Schutthalde ausläuft. Östlich vom G. Koekoesan nimmt er den Bachlauf auf, der vom Woro Lavastrome herunterkommt. Er selbst zieht sich zu den Schutthängen hinauf, die sich südöstlich unter dem Woro Dome befinden. Alle drei Bäche führen sehr viel Schutt und Geschiebe. Nach ihrer Vereinigung läuft der mittlere Woro bis etwas über der Waldgrenze in südlicher Richtung durch, wo er den östlichen Kali Woro = Opak-Bagor aufnimmt. Kurz darauf biegen die beiden vereinigten Woro Bäche nach SW um, Richtung Kampong Balerante. Diese Umbiegung fällt mit dem typischen Terreinknicke zusammen, welcher den Merapi Fuss von der mittleren Bergzone scharf scheidet. Hier sind die leichten Glutwolkenbestandteile in 1904 in rechter Linie durchgeschossen. Die östliche Begrenzung dieser SW-NO gerichteten Schlucht des Kali Woro besitzt einige charakteristischen toten Bacharme des Woroflusses. Diese sind durch den stark vertieften Bachlauf des Woro von demselben abgeschnitten worden. Hier können bei grösseren Glutwolken wiederum Überschläge stattfinden. Östlich Balerante und etwas höher nimmt der grosse Kali Woro den westlichen Woro Bach auf.

c) Der westliche Kali Woro.

Dieser dürfte südlich unter dem dreieckigen nach Norden sich zuspitzenden Hügelrücken entspringen, welcher die östliche und westliche Gendol Schutthalde von einander scheidet. Dieser Bach besitzt kein Glutwolkenmaterial und dürfte bei grösseren Ausbrüchen auch keines führen, wie der Kali Bepeng, der ähnlicher Weise unter dem Kendilrücken entspringt. Äusserst interessant sind die zahlreichen alten Lavaströme, welche aus diesem Gebiete gegen Süden geflossen sind und wohl die grössten Lavaergüsse des alten Merapi Vulkanes darstellen dürften. Sie reichen hier 7 — 8 km ins Tal vom heutigen Gipfel aus gerechnet. Der westliche Kali Woro bildet bei seiner Einmündung in den grossen Woro ein typisches Hängetal. Der Bachlauf hat sich dort in den Lavafelsen eingefressen um schliesslich etwa 50 m senkrecht in die Hauptschlucht abzustürzen.

Nach Vereinigung dieser Bachläufe schlängelt

sich das Haupttal in leichten Windungen in südöstlicher Richtung gegen das Woro Dreieck.

Wie wir also gesehen haben, ist der mittlere Kali Woro der Hauptträger der Glutwolkenströme, der darum und um Verwechslungen zu vermeiden *Glutwolken Woro* genannt sei. Der Oberlauf dieses Woro ist sehr tief (100 — 150 m). Hier ist der Glutwolken-schutt noch 30 — 70 m tief vorhanden. An der Oberfläche ist er vielfach bewachsen und bewaldet und bildet Stufen. Das Material gleicht dem Glutwolken-schutt des Blongkeng und Senowo auf der Westseite. Man findet häufig verkohltes Holz in den Ablagerungen, hauptsächlich in den obersten Schichten, was auf eine starke Bewaldung der Bachläufe und deren Umgebung zwischen 1872 und 1904 deutet. Die Glutwolkenströme der jüngsten Periode 1904 — 1907 sind bis zur Höhe von Karangbono deutlich zu verfolgen, während die älteren Terrassen der früheren Ausbrüche bis oberhalb des Woro Dreieckes reichen.

Durch diesen Kali Woro sollen auch in der Zukunft alle weiteren Glutwolkenströme auf der Ostseite abgeleitet werden, sobald das Ausbruchszentrum sich nach Osten verlegt. Es dürfte sehr erwünscht sein den Oberlauf des Woro Baches zu vermessen und mit seinem Umgelände kartographisch auszuarbeiten, um dadurch genaue Profile zu erhalten.

Aus allen diesen Tatsachen ergibt sich für das Umgelände des Woro im Mittel und Oberlaufe *Glutwolkengefahr, im Auslaufe Überschwemmungs- und Versandungsgefahr*. Neben dem gefährlichen Gebiete für die Dessabevölkerung haben wir im Mittellaufe das Unternehmungsgebiet „Gemampir“ (N. V. Cult. Mij. Djoengkare), das in den Randzonen des Woro Gefahr läuft, neben „Genengsari“ (Djoengkare). Auf beiliegender Karte mit den Unternehmungsgrenzen (Fig. 9) ist die Gefahrzone auf Grund örtlicher Begehung etwas weiter genommen als in *Vulkanologischen Mededeelingen* No. 12, Plaat 1 angegeben ist (Lit. 11).

Gegen Glutwolken des St. Vincent Typus dürfte der Pasarboebar Ringwall, sowie der scharfe Gikir Idjo Rücken dem nordöstlichen, östlichen und südöstlichen Vulkanabhänge etwas Schutz bieten. An Hand der noch heute feststellbaren Glutwolkenauswirkungen am östlichen Gikir Idjo Abhänge, darf man ableiten, dass auch hier Glutwolken stattgefunden haben, aber von bescheidenem Ausmasse. Die heutige durch das Forstamt festgestellte Buschgrenze in diesem Abschnitte dürfte hier wohl die äusserste Zone darstellen, wohin solche Glutwolken bei heftigen Ausbrüchen reichen dürften. Wohl besteht die Möglichkeit, dass schwerer Aschfall und Steinregen die oberen Abteilungen von „Soekaboemi“ (N. V. Cult. Mij. Goeboek-Ngargosarie) und „Barostampir“ (N. V. Mij. Tjokrotoeloeng — N. V. Ver. Klat. Cult. Mij.) heimsuchen können, da diese in der Richtung der Woro Bresche liegen.

Dass diese Glutwolkengefahr auch heute noch besteht haben uns die neuesten Ereignisse der explosiven Merapi Phase vom Oktober 1933 bewiesen, wo der Vulkan wieder eine Neigung besass seine Tätigkeit in das östliche Gebiet zu verlegen.

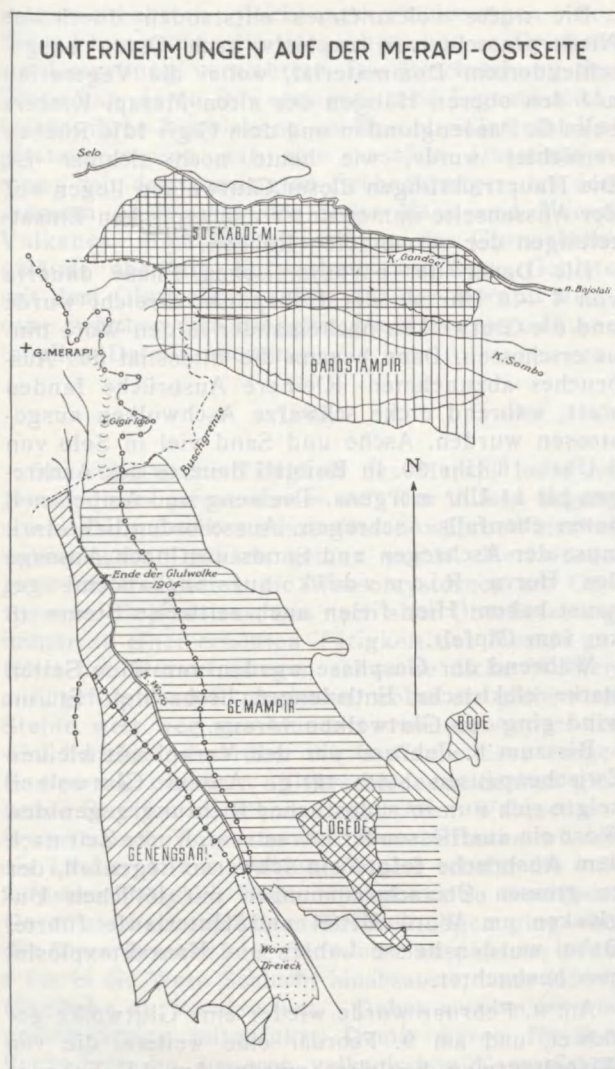


Fig. 9. Die Ostseite des Vulkanes Merapi mit den Unternehmungsgrenzen.

----- = Buschgrenze.
 -o-o-o-o- = Gefahrzone für Glutwolken.

Ausser Glutwolkengefahr im heutigen explosiven Merapi Stadium ist ein kräftiger Aschfall im östlichen Vulkangebiete für die Bevölkerung und das Unternehmungsgebiet bei Klaten verhängnisvoll, wodurch der Glutwolken Woro schwere Lahars führen dürfte und in den Tieflanden folgenschwere Überschwemmungen und Versandungen verursachen wird, wie nach den Merapi Ausbrüchen in 1904 und 1930.

Die vulkanischen Ereignisse in den Jahren 1902 — 1908 an Hand des vorliegenden Befundes, sowie zeitgenössischer Berichte.

Mit Beginn des Jahres 1903 stellte sich im östlichen Gipfelgebiete des Merapi eine besonders kräftige Tätigkeit in der Aufbauperiode ein, während welcher der Mesdjidanlama Krater langsam aufgefüllt und östlich überhöht wurde.

Kemmerling und Neumann haben die jüngsten Merapi Ausbrüche beschrieben, wobei tiefer

auf den Mechanismus dieser Ausbruchsart des Merapi eingegangen ist. Es ist nun interessant an Hand der gezeitigten Erfahrungen und Beobachtungen die Merapi Ausbrüche in den Jahren 1904, 1905 und 1906 zu studieren und festzulegen unter Zuzug des gegenwärtigen Befundes sowie Verwertung der damaligen Berichte und Quellen.

1902.

Nach van „Bosse“ beginnt Ende des Jahres 1902 eine stärkere vulkanische Tätigkeit, welche im Januar 1903 zu einem starken Wachstum des nördlichen und nordöstlichen Domgebietes führte. Dabei entstand östlich des Mesdjidanbaroe, eines nadelförmigen Auswuchses des Domes (1894?), ein Lavadom, der weiter im Verlaufe zum Ost dome oder G. Anjar anwuchs.

1903.

Der Beginn der vulkanischen Tätigkeit auf der Merapi Ost- und Südostseite wurde durch eine erhöhte Dampf- und Rauchentwicklung eingeleitet. Am 30. März und 15. April fiel auf den östlichen Bergabhängen Asche. Interessant ist die Zeichnung nach einem Lichtbilde aus dem Aprilmonate 1903 durch Brouwer (Lit. 9). Das Lichtbild ist von der Pasarboebar Fläche aus aufgenommen. Deutlich kann man den nördlichen und nordöstlichen Rand des Mesdjidanlama Kraters sehen, hinter welchem sich die Mesdjidanbaroe sowie der G. Anjar erhebt. Von diesem aus breitet sich der östliche Teil des Lavadomes stromförmig durch die in 1885 bereits bestehende Djoerang Woro Kluft.

Die Höhenzunahme des Domes hatte sodann ein Überfließen des östlichen und südöstlichen Mesdjidanlama Kraterandes zur Folge wodurch glühende Blöcke, Steine und Sand gegen den Opak-Woro Bach und den mittleren Woro Bach abstürzten und so die Woro Schutthaldden bildeten. Mit dem Wachstum dieses Domes an dessen Ostseite bildete sich vermutlich durch kleinere Explosionen eine weissgraue Vertiefung. Durch das abstürzende Material wurde Oberhalb der Woro Täler die Vegetation versengt und vernichtet, was bereits auf das Vorkommen kleiner Glutwolken in dieser Zeitspanne weisen dürfte. Dabei wurden die obersten Schluchten des Woro stark mit Schutt aufgefüllt. Kleinere Erdstöße wurden verschiedentlich gemeldet. Im Juni wurde in den Fürstenlanden ein stärkerer Erdstoss wargenommen, worauf einige Tage später der Merapi heftigere eruptive Tätigkeit zur Schau stellte und die Merapi Bewohner unruhig wurden. Vom Ende September (28. ?) — Beginn Oktober bis zum Ausbruche im Januar 1904 herrschte starke vulkanische Tätigkeit des Merapi, wobei das Steigen des östlichen Domes mit den begleitenden Glut- und Flammenerscheinungen beschrieben wurden.

Diese Vorphase bestand also in einem ruhigen Ausfliessen eines ziemlich zähflüssigen Magmas im östlichen Gipfelgebiete, wobei die steilen Domhalden gebildet wurden. Durch den Druck des nachschiebenden Magmas auf die erstarrten Krusten, sowie

durch kleinere Oberflächenexplosionen entstanden Abstürze und Auswürfe von glühendem Material und dadurch kleine Glutwolken. Die Intensität dieser von kleineren Ruhepausen unterbrochen vulkanischen Erscheinungen nahm langsam zu. Eine ganz besondere Betrachtung verdient die Tatsache, dass sich die vulkanische Tätigkeit plötzlich in den östlichen Teil des Merapi Gipfels verlegte ohne Vorzeichen oder Andeutungen, wiewohl auf der Westseite viel grössere Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten für eine Lavaentlastung bestanden.

1904.

Am 16. und 17. Januar 1904 stiess der Merapi keine Rauchwolken aus wie gewöhnlich. Am 18. Januar wurden aus Djokjakarta zwei Erdstösse vom Merapi gemeldet, worauf der Merapi heftiger tätig wurde. Am 23. Januar in der Nacht zwischen 12 und 3 Uhr stieg eine schwarze dicke Eruptionswolke aus dem östlichen und südöstlichen Gipfelgebiete auf. Darauf folgte ein glühender Steinregen. Vulkanisches Dröhnen und Rollen, rote Glut, glühende Streifen auf den Abhängen wurden wahrgenommen. Darauf folgten verschiedene Knalle. Bei dieser Explosion wurde teilweise die Woro Bresche geschaffen, wobei Glutwolken durch den oberen Woro schossen. Von Bojolali aus sah man zwischen 2 Uhr 30 und 3 Uhr die absteigende Glutwolke, welche sich in ostnordöstlicher Richtung ausbreitete und deutlich eine lichtrote Glut ausstrahlte. Dabei fielen auf den nordöstlichen und östlichen Bergflanken schwere Asch und Sandregen. Aschfall wurde aus Ampel, Tjepogo und Bojolali vermeldet. Die darauffolgenden Tage blieb der Merapi hinter dicken Wolken und Nebelschwaden verborgen.

Die frühen Morgenstunden des 30. Januar 1904 brachten die paroxysmische Phase. Um 4 Uhr morgens wurde die Bevölkerung der Merapi Ostflanke aufgeschreckt durch anhaltendes vulkanisches Dröhnen und starke Knalle. Aus dem Gipfel erhob sich eine gewaltige schwarze dicke Rauchwolke auf, die durch den Westwind nach Osten abgetrieben wurde. Gegen 5 Uhr stieg plötzlich aus dem östlichen Gipfelgebiet eine gewaltige Feuersäule auf. Bei dieser Gasphase wurde der östliche Gipfelabhang des G. Anjar in nordöstlicher Richtung aufgerissen und zu gleicher Zeit ein Teil des noch glühenden Domes weggedrückt und vergrust, wodurch die Woro Bresche 1904 entstand, die bis auf zirka 2650 m hinunterreichte. Hierbei stürzte der oberste, östliche Domteil, der innerhalb 11 Monaten entstanden war durch die Bresche und die Glutwolkenbahn ab. Während dieser Phase entstanden nun einerseits nuées peléennes und andererseits nuées volcaniennes.

Erstgenannte schossen die mittlere Woro Schlucht hinunter, wobei der Schutt diese in kürzester Zeit durchraste und 6 km weiter unten zum Stillstande kam. Durch diese Glutwolke wurden drei kleine Weiler: Tempel, Ngaglik und Seloeman (Tjiloengan) vernichtet und 16 Menschen getötet und ungefähr 45 verwundet, unter welchen 18 sehr schwer. Bono, Gondang Ngipeh und Petak wurden teilweise von der Vernichtung getroffen.

Die nuées volcaniennes entstanden durch das Niederprasseln von explosiv nach Osten ausgeschleudertem Dommaterial, wobei die Vegetation auf den oberen Hängen des alten Merapi Kraters beim G. Pasoenglondon und dem G. Idjo Rücken vernichtet wurde, wie heute noch sichtbar ist. Die Haupttrichtungen dieser Glutwolken liegen auf der Aussenseite immer unter den typischen Einsattelungen der vermeldeten Rücken.

Die Dauer der paroxysmischen Phase dauerte von 4 — 6 Uhr wo der Höhepunkt erreicht wurde und die Glutwolken nacheinander in den Woro hinunterschossen. Dann begann die Intensität des Ausbruches abzunehmen. Kleinere Ausbrüche fanden statt, während dicke schwarze Aschwolken ausgestossen wurden. Asche und Sand viel in Solo von 6 Uhr — 6 Uhr 30. In Bojolali dauerte der Aschregen bis 11 Uhr morgens. Toeloeng und Ampel meldeten ebenfalls Aschregen. Ausserordentlich stark muss der Aschregen und Sandsturm nach Aussage des Herrn Riemsdijk auf Soekaboemi gehaust haben. Hier fielen auch zeitweise Steine. (8 km vom Gipfel).

Während der Gasphase wurden von allen Seiten starke elektrische Entladungen beobachtet. Sturmwind ging den Glutwolken voraus.

Bis zum 6. Februar war der Merapi mit kleinen Zwischenpausen stets tätig. Ausser Glutwolken zeigte sich nun in südöstlicher Richtung gegen den Woro ein ausfliessender Lavastrom. Kurze Zeit nach dem Ausbruche folgte ein schwerer Regenfall, der zu grossen Überschwemmungen mit tödlichen Unglücken am Woro Mittel und Unterlaufe führte. Dabei wurden heisse Lahars und Kontaktexplosionen beobachtet.

Am 8. Februar wurde wieder eine Glutwolke gesichtet, und am 9. Februar eine weitere, die von Wirbelstürmen begleitet wurde. Am 13. Februar wurden Knalle gehört, Feuerschein und Lavaerguss beobachtet.

Damit scheint der Ausbruch erschöpft zu sein. Eine kleine Auflebung der vulkanischen Tätigkeit wird noch zwischen dem 15. und 25. Juni gemeldet, wo schwarze Aschwolken und glühende Lava gesehen wurde.

Der Merapi Vulkan wurde in dieser Ausbruchsperiode durch Paul Seelig (Februar), P. M. van Bosse (Februar) und Edw. Jacobson (Mai) besucht. Von grosser Bedeutung ist das Lichtbild des Gipfels durch Jacobson. Aus diesem kann deutlich abgeleitet werden, dass der Ostdom erstens niedriger geworden und zweitens, dass in ONO Richtung auf dem Domabhänge eine Bresche geschlagen ist, wo früher die Dommasse lag (Lit. 6). Auch aus verschiedenen schriftlichen Berichten geht dies deutlich hervor.

Ausserst interessant sind die verschiedenen Berichte über die grosse Glutwolke, die sich bis Karangbono ausstreckte mit ihren unglücklichen Folgen für die Randbewohner des Kali Woro. Keine Menschen der vernichteten Weiler sind durch den schweren, glühenden Block- und Sandstrom umgekommen, wohl aber durch die darüber schwebende leichtere Stoff- und Sandfraktion, welche bei den

hauptsächlichsten Richtungsveränderungen des Woro Flusses über die Ufer schoss und so die nächste Umgebung vernichtete. Die Beschreibung der Glutwolke, deren Bewegungsart und Eigentümlichkeiten, ihrer Auswirkung an Mensch, Tier und Vegetation, weisen auf eine absolute Übereinstimmung mit den gezeitigten Beobachtungen bei den jüngsten Ausbrüchen des Santa Maria und Merapi Vulkanes. Morfologisch stimmt das Glutwolken-gelände oberhalb Karangbono im Woro Gebiete mit dem Glutwolkengebiete auf der Merapi West-seite zwischen dem Blongkeng und Sennowo Flusse in allen Details überein.

1905.

Die vulkanische Tätigkeit des Merapi lebte im Januar dieses Jahres wieder auf. Der Vulkan begann starke Dampf Wolken auszustossen, während starkes vulkanisches Dröhnen gehört wurde. Merkwürdigerweise trockneten die Wasserzysternen am Ost-fusse bei Bojolali aus, was nach alter Überlieferung immer zu einer erhöhten Tätigkeit des Merapi geführt hat. Darauf stiegen schwarze dicke Wolken auf, gefolgt von Explosionen, wobei die glühenden Steine weit weg geschleudert wurden. Andererseits wird berichtet, dass über die Ostflanke Lava ausgeflossen war und dass an verschiedenen Stellen glühende Streifen zu sehen waren. Aller Wahrscheinlichkeit nach floss von der Woro Bresche wieder ein Lavastrom aus. Im Juni Monate scheint die vulkanische Tätigkeit ihren Höhepunkt zu erreichen. Unter starken explosiven Erscheinungen ging von der Woro Bresche eine Glutwolke aus, welche zirka 4 km in die Woro Schlucht hinabsauste, ohne jedoch Unglücke zu verursachen. Dabei wurden enorm grosse Steine mitgeführt. Damit waren für den Beobachter die äusseren vulkanischen Kennzeichen beendet und im November Monate wurde der Merapi Gipfel durch den Topographischen Dienst vermessen, wobei leider die Ostseite ohne ihre Flanken und Glutwolkenbahnen nur im höchsten Gipfel-gebiete skizziert wurde.

Die vulkanischen Ereignisse in diesem Jahre zeigten eine grosse Übereinstimmung mit denen von 1904, allein waren die Erscheinungen nicht so heftig.

1906.

Ende Januar, Beginn Februar nahm der Merapi Vulkan wieder seine Tätigkeit auf. In dem obersten Teile der Woro Bresche fanden kleine Explosionen statt. Die erhöhte Tätigkeit führte am 28. Februar zu einem starken Ausbruche, wobei aus der Woro Bresche eine grauschwarze Wolke aufstieg, welche über die ganze Merapi Ostseite Sand und Aschregen brachte. Hierbei wurde die Woro Bresche weiter aufgerissen. Es entstand eine Glutwolke, welche wieder den Woro hinunterschoss. Von diesem Tage an floss durch die Bresche unaufhörlich Lava, die sich weiter unten auf den Schutthaldden stromförmig ausbreitete. Die früheren Lavaströme von 1904 und 1905 drängten den neuen

Lavastrom mehr östlich gegen den Opak-Woro, um später aber von demselben beinahe total verschüttet zu werden. Bei 2230 m staute sich der Strom gegen einen Hügelrücken der Woro Schlucht (G. Koekoesan Osten) und floss sodann zungenförmig südlich steil nach dem mittleren Woro Bache hinunter. Dieser Lavaerguss bildete den heutigen so schön erhaltenen Woro Lavastrom, auf den wir bereits im beschreibenden Teile hingewiesen haben. Während dieses Lavaergusses war der Vulkan ziemlich ruhig, (März — April).

Im Mai setzte eine neue explosive Tätigkeit ein und zwar am Ende der Woro Bresche, wo der Lavastrom aufgerissen wurde und auf 2600 m ein kleiner Krater entstand. Gegen Osten zu wurde ein kleiner Krater rand aufgeschüttet, dem zwei kleine Eruptionskegelchen aufsass, aus denen viele Steine, Sand und Asche ausgeworfen wurden, wodurch der angrenzende Teil des Lavastromes mit Schutt überdeckt wurde. Dieser Krater konnte sehr gut von der Pasarboebar Fläche aus gesehen werden. An der gleichen Stelle hat schon früher im Jahre 1846 ein Durchbruch statt gefunden. Mit diesem Flankendurchbruche ausserhalb des früheren Mesdjidanlama Kraters ging der Merapi mit seiner Tätigkeit noch einige Tage durch, wobei der heutige Woro Dom eine Höhenzunahme sowie eine Ausdehnung erlitt, welche die Ursache für Abstürze glühenden Materiales an den südlichen und südöstlichen Abhängen wurde. Sodann erlosch die Tätigkeit auf der Merapi Ostseite, um im Dezember noch ein schwaches Aufleben aufzuweisen, wobei vermutlich im Woro Lavadome schwache Tätigkeit herrschte.

Im Jahre 1907 — 1908 blieb der Vulkan ruhig. Im Jahre 1909 verschob sich der Schauplatz der vulkanischen Tätigkeit nach Nordosten, Norden und Nordwesten, also den gleichen Weg zurück, den sie 1902 und 1903 in umgekehrter Richtung abgelegt hatte.

Das grösste Ereigniss während des 1906er Ausbruchs ist der Durchbruch ausserhalb des früheren Mesdjidanlama Kraters am Ende der Woro Bresche.

Die Ausbruchsart in 1906 kommt genau überein mit der von 1904 und 1905, nämlich explosive Phase, Breschenbildung mit Glutwolken und später sehr starke Lavaförderung in Stromform, beendet von einer kleinen explosiven Pulsation des Magmas.

Frühere Ausbrüche auf der Merapi Ostseite.

1822 — 1823.

Die ersten Berichte über Ausbrüche auf der Merapi Ostseite gehen auf die Dezember Eruption 1822 — Februar 1823 zurück, wo heisse Schuttströme durch den Kali Gandoel bis zum Dessa Batoe (Batoer), 7 km vom Merapi, ebenso den Woro und Gendol im Südosten und Süden weit hinunterschossen, wobei letztgenannte beinahe bis zum Rande mit glühendem Schutte aufgefüllt wurden. Starke Regenfälle führten nachträglich zu gewaltigen Überschwemmungen und Versandungen. Hierbei bestand bereits das Sandfeld bei Prambanan (Woro Dreieck).

1846.

Der durch J u n g h u h n beschriebene Ausbruch im Jahre 1846 weist deutlich auf Breschenbildung und Glutwolkenströme im Woro und Gendol Gebiet, die später durch Lavaergüsse im Gendol Gebiet (Lit. 1) gefolgt wurden. Dies ist vermutlich der noch heute sichtbare untere Lavastrom zwischen Gendolsattel und Gendol Schutthalde. Auf der südöstlichen und östlichen Bergflanke entstanden im Vulkanmantel Spalten, aus welchen Sand und Grus mit Rauchwolken ausgestossen wurden.

Die südöstliche dieser Spalten ist, wie bereits beschrieben am südlichen Ende des Woro Domes noch heute vorhanden, ebenso die östliche, die am Ende der Woro Bresche gelegen ist und wo im Jahre 1906 der beschriebene Durchbruch stattfand.

1872.

Während des grossen Ausbruches vom 15. April 1872 wurde der einen kleinen Krater besitzende Merapi Gipfel gänzlich vernichtet, wobei hauptsächlich 3 grosse Breschen entstanden, nämlich die West-Nord-West gerichtete Blongkeng, die südliche Gendol und die östliche Woro Bresche. Durch die zuständigen Bachläufe schossen Glutwolkenströme weit in das Vorland hinaus. Die Woro und Gendol Schluchten waren beinahe gänzlich mit Schutt aufgefüllt. Eine sehr interessante Darstellung des südöstlichen Merapi Gipfels nach dem grossen Ausbruch hat uns der bekannte Maler H. E. D o r e p a a l hinterlassen mit seinen Aquarellen des Merapi Gipfels aus 1872 und 1883, worauf sehr deutlich die östliche Woro Bresche dargestellt ist (Fig. 3).

Schlussfolgerungen.

An Hand der vorliegenden Befunde und Forschungen steht das Folgende fest und werden folgende vorschläge gemacht.

1). In den Jahren 1904 — 1907 haben im östlichen Woro Gebiete ähnliche vulkanische Erscheinungen stattgefunden wie in den Jahren 1930 — 1931, nämlich Vorphasen mit Lavaförderung, Haupt- und Gasphasen mit Breschenbildungen und Glutwolken, sowie Nachphasen mit grösserer Lavaförderung. Diese letztere führte zu den Lavastrombildungen von 1904, 1905 und 1906, von denen die beiden ersten noch in Bruchstücken, die letzten aber vollständig sind. Am Ende dieser Tätigkeit im östlichen Gebiete entstand am Breschenende ein explosiver Durchbruch an gleicher Stelle, wie im Jahre 1846, ähnlich dem Flankendurchbrüche im westlichen Blongkeng Gebiete im Jahre 1865.

2). Östliche Durchbrüche im Merapi Gipfelgebiete gehören nicht zu den Seltenheiten, da doch schon in 1822—'23, in 1846 und 1872 solche stattgefunden haben mit bedeutenden Glutwolkenbildungen.

3). Das Eruptionsstadium des Merapi Vulkanes seit Oktober 1933 weist seit dem 1930er Ausbrüche auf eine östliche Zurückwanderung des Explosionsherdes langs der bekannten Ost-West gerichteten Dislokationslinie! Dadurch ist neue Breschenbildung an Stelle der früheren grossen Woro Bresche nicht unmöglich, ebenso die daraus resultierende Möglichkeit von Glutwolken, welche den Kali Woro und seine Umgebung heimsuchen können.

Das gegenwärtige Eruptionsstadium kann ferner durch reichlichen Aschfall starke Erosion in den Glutwolkenabsätzen des Woro verursachen, wodurch gewaltige Lahars entstehen können, welche die Kulturlande des südlichen Merapi Fusses ernstig bedrohen.

4). Im Belange der grossen Unternehmungs Interessen auf der Merapi Ost- und Südseite ist eine ununterbrochene Kontrolle des östlichen und süd-östlichen Gipfelgebietes eine dringende Notwendigkeit, insbesondere der Woro Bresche, wo heute noch ausserordentlich hohe Temperaturen herrschen. Bei heftigem Aschfall im östlichen Gipfelgebiete möge der Irrigationsdienst in Klaten sofort von Selo oder Kaliadem davon benachrichtigt werden um schützende Massregeln gegen spätere Überschwemmungen treffen zu können, da Babadan den Aschfall auf der Ostseite nicht sehen kann.

5). Durch den Vulkandienst möge bei Glutwolkenmöglichkeiten im Woro Gebiete Beobachtungsposten am Ausläufer des Gigir Idjo an der Waldgrenze erstellt werden, von wo aus die Bevölkerung der Uferzone durch Tongtong Schläge zum Flüchten aus der gefährlichen Zone gebracht werden kann. Dieser Posten kann auch zu gleicher Zeit für Laharvermeldung durch den Irrigationsdienst benützt werden.

ANHANG.

Verzeichniss der bekannten Merapi Ausbrüche.

Zeichenerklärung:

1933 = Stattgefundener Ausbruch.
1807 ? = Zweifelhafte verbürgter Ausbruch.
1932 + = Erhöhte vulkanische Tätigkeit.

1560. 1664? 1678. 1745. 1768? 1786. 1807? 1822-'23. 1832. 1833. 1834. 1835. 1837-'38. 1846-'47. 1849. 1854. 1862. 1863. 1864. 1865. 1867. 1869. 1872. 1878. 1879. 1883. 1884. 1885. 1887 +. 1888. 1889. 1891. 1893. 1894. 1897. 1902. 1903. 1904. 1905. 1906. 1909. 1812. 1915. 1918. 1920-'21. 1922. 1923. 1924. 1930-'31. 1932 +. 1933. 1934.

LITERATUR VERZEICHNISS.

1. 1853 — '54 F. J u n g h u h n „Java“ 2. Teil. Seite 371 — 419.
2. 1905 Nat. Tijdschrift voor Ned.-Indië. (Kon. Magn. en Met. Observatorium). Deel LXV. Sei'e 123.
3. 1908 Nat. Tijdschrift voor Ned.-Indië. (Kon. Magn. en Met. Observatorium). Deel LXII. Seite 54.

4. 1908 *Tijdschrift v.h. Kon. Ned. Aardr. Genootschap.*
Deel XXV. 2. Serie. Seite 371.
5. 1909 *Jaarverslag Topografische Dienst in N.I.*
Seite 38—53.
6. 1909 *Tijdschrift v.h. Kon. Ned. Aardr. Genootschap.*
Deel XXVI. Seite 450.
7. 1909 *Nat. Tijdschrift voor Ned.-Indië.* (Kon. Magn. en Met. Observatorium) Deel LXVII. Seite 118.
8. 1921 G. L. L. Kemmerling. *Vulkanolog. Mededeelingen*, No. 3, Seite 8 und 9 sowie 24 und 25.
9. 1921 H. A. Brouwer. *Zeitschrift für Vulkanologie*, Vol. VI, Seite 37—46.
10. 1926 N. J. M. Tavernier. *Vulkanologische Mededeelingen*, No. 7, Seite 65—70.
11. 1933 M. Neumann. *Vulkanologische Mededeelingen*, No. 12, Seite 105—108.
- Zeitungen:**
1822—23 *Java Courant.*
Bataviasch Handelsblad.
Soerabajasch Handelsblad.
1872 *Locomotief.*
De Vorstenlanden.
De Javabode.
1903 }
1904 } *Wie bei 1872. Ferner:*
1905 } *Mataram.*
1906 } *Preangerbode.*
1907 }
- Ferner wurden verschiedene Stücke aus den Archiven in Klaten, Bojolali, Solo und Semarang, sowie Briefe aus Privatbesitz in Klaten, Bojolali, Semarang und Salatiga zu Rate gezogen.

Over de wijze waarop handelstin van groote zuiverheid kan worden verkregen

door

ir. A. BEER,

Hoofd van het Laboratorium der Bankatwinning te Blinjoe.

Sedert een 25 tal jaren is het gewoonte, dat het Banka-tin gekeurd wordt op uiterlijk, klank en zuiverheid, alvorens te worden verkocht. De keuring op zuiverheid bestaat uit een chemisch onderzoek, naar de hoeveelheid en den aard der onzuiverheden in het tin, dat verscheept wordt. Daartoe wordt van elke gieting, die gewoonlijk uit 15 blokken bestaat, van het slechtste blok, aan de zijde, die bij het gieten onder is, derhalve op de plaats, waar het grootste gehalte aan onzuiverheden te verwachten is, een schaafsneede genomen, die scheikundig onderzocht wordt. Het is reeds vele jaren gewoonte om tin, dat meer dan 0,1% onzuiverheden bevat, voor den verkoop af te keuren en pas te verzenden als het graf-fineerd is geworden.

Bij het chemisch onderzoek naar den aard en de hoeveelheid der onzuiverheden wordt bepaald het gehalte aan ijzer, lood, koper en overige verontreinigingen. Koper wordt nimmer in het Banka-tin aangetroffen en de z.g. overige verontreinigingen bestaan uit antimoon, arseen en bismuth.

Van deze verontreinigingen zijn er speciaal twee te noemen als zeer ongewenschte elementen; het zijn het ijzer en het arseen. Het ijzer vormt in het tin een tinijzer-verbinding, Fe Sn_2 , die uit zeer harde naalden bestaat, welke onder meer een beletsel vormen voor de verwerking van tin op stanniol en samendrukbare tuben. Het arseen is ontoelaatbaar in alle gevallen, waarbij het tin in aanraking komt met voedingsmiddelen, tandpasta, huidcrème, enz.

Het ligt derhalve op den weg van een tinbedrijf om tin van de grootst mogelijke zuiverheid op de markt te brengen en speciaal het ijzer en het arseen-gehalte tot een minimum te reduceeren. Niet alle tinproducenten doen dit evenwel, hetgeen moge blijken uit een aantal onderzoekingen naar de samenstelling van tin van samendrukbare tuben en stanniol van verschillende herkomst, die hieronder volgen.

	% IJzer	% Lood	% Anti- moon	% Koper	% Arseen
Colgate tandpaste tube	0,009	0,01	0,15	0,65	0,03
idem	0,006	0,01	0,15	0,07	0,06
Houbigant Huidcrème tube	0,012	0,05	0,03	0,10	0,02
Stanniol van Kaas.....	0,01	0	0,12	0,06	0,07
Vademecum tandpasta tube	0,003	0	0,05	0,06	0,09

Het ijzer-gehalte van al deze soorten tin is gering, doch het arseen-gehalte is hoog.

Nu doet zich een toevallige een gelukkige omstandigheid voor, dat deze beide vijanden van het handelstin zich bij een goed geleid smeltproces zeer wel laten verwijderen, zoodat in het Banka-tin arseen slechts sporadisch kan worden aangetoond en het ijzer slechts in minimale hoeveelheden voorkomt.

De reinigingsmethode, die ik hier op het oog heb, die in de meeste tinsmelterijen, en ook op Banka wordt toegepast, bestaat in het doorblazen van lucht in het gesmolten tin. In het jaarboek van het Mijnwezen van 1929 is door mij reeds de theoretische grondslag uiteengezet, waarop naar mijn meening dit proces berust. Sedert dien is de methode nog verbeterd en zijn de resultaten zoo treffend, dat een nadere beschrijving hier wel op zijn plaats is.

Ijzer in het tin.

In genoemd jaarboek van het Mijnwezen 1929 is ter verklaring van sommige verschijnselen geplaatst het tinijzer-toestandsdiagram van Isaac en Tamman, dateerende van 1907. Het nieuwe tinijzerdiagram van Wever en Reinecken is na deze publicatie in mijn bezit gekomen en wordt thans hier geplaatst (zie fig. 1).

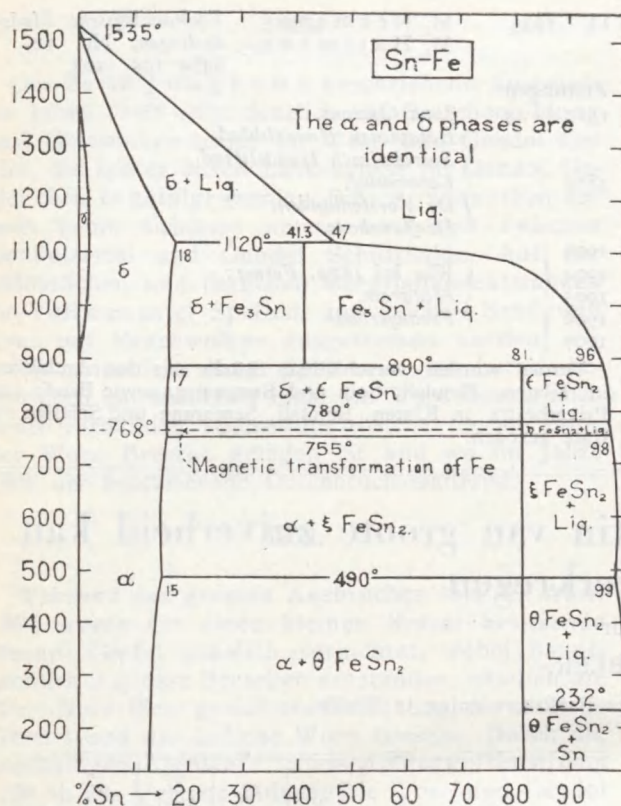


Fig. 1.

Dit diagram wijkt op verschillende punten af van het diagram van Isaac en Tammann, waarvan enkele van speciaal belang zijn voor de tinsmelterij.

Zoo nemen Isaac en Tammann aan een eutecticum bij 229° C, terwijl het smeltpunt van tin bij 232° C ligt. Als men aanneemt, dat dit eutecticum aanwezig is, dan blijkt dit in strijd te zijn met de waarneming, dat het tin alleen door afkoeling en verwijderen van het tinijzer te ontijzeren is tot 0,002% Fe. Indien dit eutecticum bestond, zou een dergelijke ontijzering slechts tot een bepaalde grens kunnen komen en nimmer tot 0,002% of praktisch tot nul kunnen dalen. Vandaar dat het vermoeden, dat ik in 1929 uitsprak, dat Isaac en Tammann inplaats van een binair, een ternair eutecticum hebben geconstateerd, en dat dit veroorzaakt is door geringe hoeveelheden antimoon in het door hen gebruikte tin, door de onderzoeken van Wever en Reinecken nog groofter waarschijnlijkheid heeft verkregen, daar in hun diagram geen eutecticum voorkomt.

Ook op een ander punt wijkt het nieuwe diagram van het oude af, nml. in de buitengewoon steile stijging van de smeltlijn, die eerst boven de 400° C een in de grafiek waarneembare oplosbaarheid van het ijzer in het tin vertoont. En ook dit punt is door de praktijk der tinsmelterij volkomen bevestigd. Het is juist deze bijna algeheele onoplosbaarheid van tinijzer Fe Sn_2 in tin bij een temperatuur, die vlak boven het smeltpunt van tin is gelegen, dat de mogelijkheid is ontstaan om handelstin te maken met een minimale hoeveelheid ijzer. Reeds in mijn publicatie van 1929 wees ik op de ontijzerende werking

van een gietpan, alleen doordat het tin hierin afkoelt, en het tinijzer gelegenheid heeft te bezinken. Thans wordt dit beginsel in de smelterij te Blinjoë op veel intensievere wijze toegepast. De ontvangbak, waarin het tin uit de oven vloeit, bestaat hier thans uit drie of vier afdeelingen, welke achtereenvolgens door het tin doorlopen worden. Door het afkoelingsproces scheidt zich het tinijzer af, dat gelegenheid heeft te bezinken, zoodat het tin met een zeer gering ijzer-gehalte in de laatste afdeeling van den ontvangbak binnenstroomt.

In deze laatste afdeeling wordt lucht ingeblazen. Hierdoor koelt het tin nog verder af, waardoor ten slotte nog een laatste hoeveelheid tinijzer wordt afgescheiden. De lucht vormt in alle deelen van het tinbad tinoxide, dat naar de oppervlakte stijgt en een klarende werking heeft, d.w.z. het neemt alle vaste bestanddeelen, die in het tin zwevende zijn, dus ook kleine kristalletjes Fe Sn_2 , mede naar boven. Het komt als een brei boven drijven en moet spoedig met een schop of een geperforeerde lepel van het tin verwijderd worden. Uit de kleur van deze bovendrijvende brei kan men de temperatuur van het tin bepalen evenals dit bij aanloopkleuren van ijzer het geval is. Van hooge naar lage temperatuur krijgt de oxydebrei achtereenvolgens de kleuren grijs, violet, goudgeel, lichtgeel, wit. Het minimum ijzergehalte wordt bereikt bij de laagste temperatuur, dus wanneer de bovendrijvende brei wit is. Het bereikte resultaat in Blinjoë is prachtig; in de maand Februari 1934 bleken 390 gietingen, d.i. 5850 blokken een gemiddeld ijzer-gehalte te hebben van 0,0065%.

Op de hierboven beschreven wijze werkt men zoo effectief, dat zelfs tin, dat uit slak wordt verkregen, het z.g. slakkentin, dat vroeger steeds wegens zijn onzuiverheid op de saigeroven moest geraffineerd worden, thans steeds een ijzergehalte heeft van minder dan 0,01%.

Omtrent de oplosbaarheid van ijzer in tin bij een temperatuur vlak boven het smeltpunt bestaan geen cijfers. Mantell zegt in „Tin, its mining, technology, enz”, dat men gelooft, dat dit hoogstens enkele honderdsten van een procent zal bedragen. Deze aanname is echter volgens de praktijk der tinsmelterij veel te hoog. In Blinjoë is herhaaldelijk een ijzergehalte tot 0,002% Fe geconstateerd, zoodat dit cijfer m.i. veilig als maximum oplosbaarheid van het ijzer bij 232° C mag worden aangenomen.

De brei, die bij de ontijzering wordt afgeschept, wordt in oude gietvormen tot schuitjes gegoten en na stolling weer boven in den oven gebracht. Het tin smelt eenvoudig weg en het tinoxide wordt gemakkelijk weer tot tin gereduceerd. Van het ijzer merkt men niets meer, het gaat vermoedelijk zonder moeilijkheden in de slak over, terwijl het wellicht met cassiteriet in reactie treedt, dat zijn zuurstof op het ijzer overdraagt en dit oxydeert tot ijzeroxyde, dat op zijn beurt gemakkelijk ijzersilicaten vormt.

Arseen in tin.

Indien het tin arseen bevat, is dit afkomstig van arsenopyriet. Op Banka komt het arsenopyriet slechts sporadisch in het cassiteriet voor. De ertsen worden regelmatig op arseengehalte onderzocht volgens de

methode van Low, doch slechts bij uitzondering wordt arseen aangetroffen.

Zooals reeds hierboven is opgemerkt, is de aanwezigheid van arseen in tin niet toegestaan als het een voor de gezondheid schadelijke invloed kan uitoefenen, dus bij contact met voedingsmiddelen, tandpasta, huidcrème, enz. Een ander bezwaar is, dat het arseen reeds bij zeer geringe hoeveelheden de hardheid van het tin sterk doet toenemen.

Hierover heb ik het navolgende onderzoek verricht. Uitgangsmateriaal was een alliage van tin met 3% arseen, dat door samensmelten van de beide componenten verkregen is. Door dit alliage met zeer zuiver tin in verschillende verhoudingen samen te smelten werden eenige soorten tin met navolgende verontreinigingen verkregen:

- As 0,11 % Fe 0,01 %
- As 0,06 % Fe 0,01 %
- As 0,03 % Fe 0,01 %
- As 0,01 % Fe 0,01 %

Van deze vier soorten tin werd de hardheid bepaald volgens Brinell-Meyer, die toegepast wordt voor wit-metalen, waarbij niet het sferische oppervlak op de druk wordt gedeeld, doch het doorsnede oppervlak van den kogelindruk. De doorsnede van den kogel was 10 mm. Een druk van 100 kg werd in 1 minuut opgebracht en drie minuten constant gehouden. De hardheid volgens Brinell-Meyer was:

- 8,82
- 7,05
- 5,30
- 3,78

In figuur 2 zijn deze gegevens graphisch voorgesteld.

Hardheid.

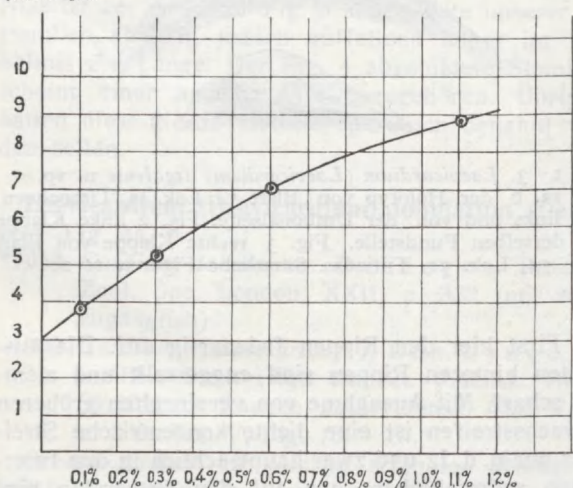


Fig. 2.

Indien arseen als geringe verontreiniging in het tin voorkomt, dan wordt dit bij een zorgvuldige toepassing van het procédé afkoelen-luchtdoorblazen voor het grootste gedeelte verwijderd, hetgeen door het tin-arseen toestandsdiagram wordt aangetoond (zie fig. 3).

Evenals bij het tinijzerdiagram treft men ook hier een sterk stijgende smeltlijn aan. Ze is evenwel ster-

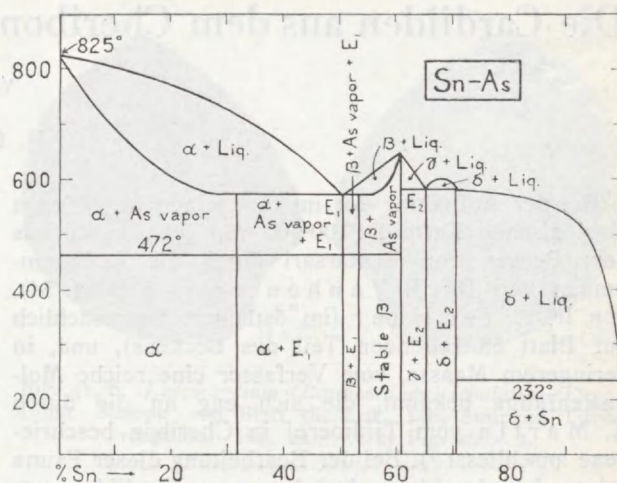


Fig. 3.

ker gekromd, zoodat bij de temperatuur, waarbij ijzer nog praktisch onoplosbaar is, reeds aanmerkelijke hoeveelheden arseen in het tin zijn opgelost. Dit arseen scheidt zich door afkoeling tot vlak boven het smeltpunt als kristallen van de samenstelling Sn_3As_2 af. Deze kristallen zijn lichter dan tin, zoodat ze bij luchtdoorblazen gemakkelijk in de oxydebrei aan de oppervlakte zullen komen. Bij een goed geleid reinigingsproces, waarbij zorgvuldig op de temperatuur wordt gelet, behoeft het handelstin, zelfs al zou het tinerts met een geringe hoeveelheid arsenopyriet verontreinigd zijn, toch geen hinderlijke hoeveelheid arseen te bevatten. Bij aanwezigheid van groote hoeveelheden arsenopyriet kan alleen roosten van het erts baat geven.

Overige verontreinigingen.

Verder komen nog als verontreiniging in het Banka-tin voor lood, bismuth en antimoon, doch ook slechts in zeer geringe hoeveelheden. In Januari 1934 was het gemiddelde totaal van deze verontreinigingen van al het op Banka gemaakte tin 0,013% en in Februari 1934 0,012%.

Geen dezer drie metalen wordt door afkoelen en luchtdoorblazen uit het tin verwijderd. De smeltlijn loopt in het tin-lood en in het tin-bismuth diagram naar beneden en vormt een eutecticum, zoodat met afkoeling niets te bereiken valt. Het antimoon gaat in vaste oplossing in het tin over en vormt mengkristallen, zoodat ook deze verontreiniging niet verwijderd wordt.

Nu zijn echter noch het lood, noch het bismuth bepaald schadelijk voor de kwaliteit van het tin te noemen en allerminst in de uiterst geringe hoeveelheid, waarin ze in het Banka-tin voorkomen.

Antimoon wordt vaak opzettelijk aan handelstin toegevoegd. Reeds in zeer geringe hoeveelheid remt het de vorming van tinijzernaalden, doordat het hierboven beschreven tin-ijzer-antimoon eutecticum ontstaat. Een zeer geringe verontreiniging van tin door antimoon mag derhalve niet als een nadeel worden beschouwd, doch kan in sommige gevallen zelfs een voordeel zijn.

Die Cardiiden aus dem Cheribonien von Bentarsari in Tegal, Java

von

dr. C. H. OOSTINGH.

Bei der Aufnahme der im Erscheinen begriffenen Geologischen Karte 1 : 100 000 von Java wurde aus dem Becken von Bentarsari durch die Aufsammlungen von Dr. J. Vanhouten (auf Blatt 54), von Ir. C. ter Haar (im östlichen, hauptsächlich auf Blatt 58 fallenden Teil des Beckens), und, in geringerem Maasse, vom Verfasser eine reiche Molluskenfauna bekannt, die sich eng an die durch K. Martin vom Tjidjoerej in Cheribon beschriebene anschliesst ¹⁾. Bei der Bearbeitung dieser Fauna zeigte sich, dass darin drei Arten von Cardiiden vorkommen: eine ist die durch Martin vom Tjidjoerej aufgeführte Art ²⁾, die zur Section *Acanthocardia* von *Cardium* gehört, die beiden anderen gehören zu *Laevicardium* und sind neu für die niederländisch-indische Tertiärfauna, weshalb sie hier beschrieben werden sollen.

Genus *Laevicardium* Swainson, 1840 (Genotypus: *Cardium norvegicum* Spengler).

Subgenus *Laevicardium*.

Laevicardium (*Laevicardium*) *tegalense* n. sp.
Fig. 1a, b, 2, 3.

Dünnschalig, mittelgross, mässig gewölbt, die grösste Wölbung über der Mitte, hinten etwas abgeflacht. Umriss schief oval, nach hinten verlängert, nur wenig höher als lang, vorne gerundet, hinten schief abgestutzt. Dorsalrand beiderseits abfallend, stumpfwinkelig zum Vorder- wie Hinterrand. Der breit gerundete Vorderrand ohne Unterbrechung in den stärker gerundeten Ventralrand verlaufend, der mit kurzer Rundung in den fast geraden Hinterrand übergeht. Etwa 47 — 53 meist sehr flache und wenig deutliche Radialrippen mit schmäleren Zwischenräumen, im Durchschnitt kaum wahrnehmbar dreieckig mit etwas steilerer Hinterseite. Am schwächsten sind sie im mittleren Schalenteil: an der Stelle der grössten Wölbung und weiter nach den Wirbeln zu ist die Schale hier glatt und glänzend, Rippen nur u. d. L. wahrnehmbar; nahe dem Rande werden sie deutlicher. Im vorderen Schalendrittel sind sie kaum merkbarer als im mittleren, doch ist ihr First hier etwas weniger unscharf. Ein schmaler leicht konkaver Saum an der Grenze der Lunula ist schon ohne Radialrippung. Im hinteren Drittel sind die Rippen besser ausgebildet als sonst, zugleich weitläufiger gestellt, so dass ihre Zwischenräume ebenso breit werden wie sie selbst und die Schale hier wie regelmässig gewellt aussieht. Bei guter Erhaltung liegt

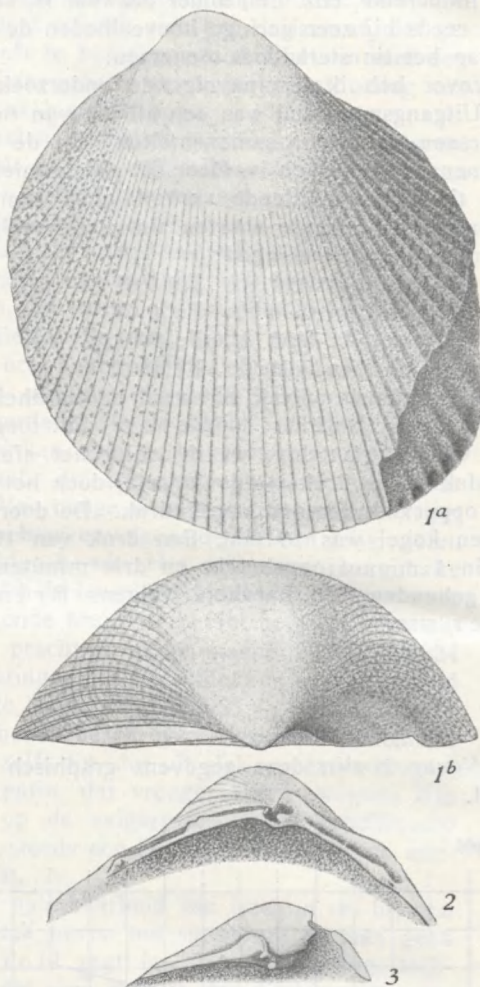


Fig. 1 — 3. *Laevicardium* (*Laevicardium*) *tegalense* n. sp.
Fig. 1a, b der Holotyp von Blatt 54, Lok. 43, Tjibochoen, von links und von der Umbonalseite. Fig. 2 linke Klappe vor derselben Fundstelle. Fig. 3 rechte Klappe von Blatt 54, Lok. 51, Tjitjadas. Sämtliche Figuren $\times 2$.

der First hier den Rippen fadenartig auf. Die äussersten hinteren Rippen sind enggestellt und ziemlich scharf. Mit Ausnahme von vereinzelt gröberen Anwachsstreifen ist eine dichte konzentrische Streifung nur u. d. L. und zwar hauptsächlich in den Interstitien wahrnehmbar; nur auf den äussersten hinteren Rippen ist sie deutlicher. Im vorderen Schalendrittel erscheinen Rippen und Interstitien u. d. L. papillös; die ganz feinen Papillen sind manchmal quer verlängert. Wirbel mässig breit, einander dicht genähert, stark eingerollt, schwach prosogyr. Lunula flach bis leicht konvex, breit lanzettförmig, durch das Fehlen der Papillen von der angrenzenden seichten Depression unterschieden, manchmal auch von einer sehr schwach eingeritzten Linie umgrenzt, u. d. L. undeutlich radial und fein konzentrisch ge-

1) Vergl.: C. H. Oostingh, „Neue Mollusken aus dem Pliozän von Java“. *De Mijn ingenieur*, 1933, p. 213.

2) „Pliocene versteeningen van Cheribon in Java“. *Wetensch. Meded. v.d. Dienst v.d. Mijnbouw in Nederl.-Indië*, No. 4, p. 4.

Eine Beschreibung und Figuren dieser Art gab ich in: „Die Mollusken des Pliozän von Boemijoe“, *Wetensch. Meded. Mijnbouw*, No. 26 (im Druck).

streift; vor den Wirbeln ist der Schlossrand an beiden Klappen nach aussen umgeschlagen. Area glatt, leicht eingesenkt, sehr schmal lanzettförmig, $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie die Lunula, durch die hinterste Radialrippe begrenzt. Ligamentspalte nicht halb so lang wie die Area. Am Schloss sind die Kardinalzähne der linken Klappe sehr ungleich: 2 stark vorragend, 4b winzig; rechts ist 3b viel stärker als 3a, der vor und auffallend über 3b steht, gerade unter dem Umschlag des Lunularandes. Lateralzähne links kräftig: A II am Ende der Lunula, viel weiter vorragend als P II, der in $\frac{2}{3}$ der Arealänge steht. An der rechten Klappe sind A I und P I deutlich, A III und P III nicht wahrnehmbar. Innenfläche der Schale glatt mit nur sehr schwach durchtretender Radialskulptur, am Rande den Rippen entsprechend gekerbt. Hinterer Muskeleindruck länglich oval, der vordere anscheinend breiter (ungenügend wahrnehmbar).

Farbspuren (rotbraune konzentrische Bänder) sind in einem Fall sichtbar.

Holotyp ($\frac{1}{2}$ l) von Blatt 54 (Madjenang), Lok. 43, Tjiboehoen bei der Mündung im Tjileuweung (Turritellenschichten), leg. Dr. J. Vanhouten: Länge 32, Höhe 35, ($\frac{1}{2}$) Wölbung 12, Länge u. ($\frac{1}{2}$) Breite der Lunula 11, u. 2, Länge u. ($\frac{1}{2}$) Breite der Area 16, u. 1 mm. Die grösste vorliegende Klappe ist 42 mm hoch.

Obige Beschreibung nach dem Holotyp (Fig. 1), ergänzt durch weitere Klappen von derselben Fundstelle (Fig. 2) und von Blatt 54, Lok. 21, Tjibinong, Lok. 33, Tjipangoeroedan, und Lok. 51, Tjitjadas (Fig. 3).

Unter den rezenten Arten fand sich nichts Übereinstimmendes. Von den von Boettger³⁾ als *Cardium* (*Laevicardium*) *loxotenes* beschriebenen Steinkernen aus dem Miocän von Hilberodjoe auf Nias ist der in seiner Fig. 3 abgebildete unserer Art ziemlich ähnlich, jedoch auffallend höher im Verhältnis zur Länge. Der Fig. 4 abgebildete Steinkern scheint einer anderen Art anzugehören. Übrigens hätten diese Kerne niemals spezifisch benannt werden sollen.

***Laevicardium* (*Laevicardium*) *lobulatum* (Deshayes). Fig. 4a, b.**

*1854 *Cardium lobulatum*. Deshayes, Proceed. Zool. Soc. London, XXII, p. 332 (mir nicht zugänglich).

1909 *Cardium* (*Laevicardium*), Desh. Lynge, Lamellibr. Siam (Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter; 7. Raekke, naturvidensk. Afd., V, 3), p. 260, Taf. V, Fig. 16 — 19.

Schale kleiner, im Umriss schmaler oblong als bei *L. tegalense*, der Dorsalrand beiderseits steiler abfallend, der Vorderrand nur sehr wenig gebogen, die Wirbel flacher. Im vorderen und mittleren Drittel ist die Schale glatt und glänzend, nur u. d. L. scheinen die feinen Radialrippen durch die sie bedeckende vollkommen flache äussere Schalenschicht durch, bei geringer Anwitterung werden die Rippen frei. Vorne bleibt ausser der Lunula noch ein beträchtlicher

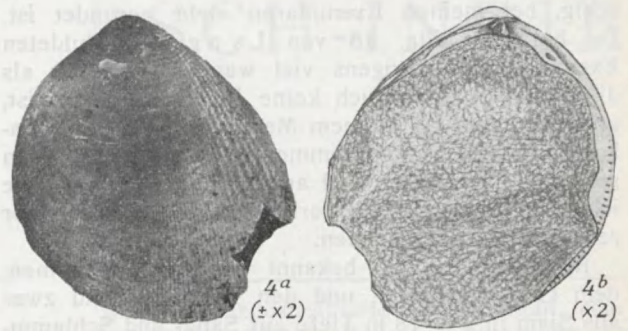


Fig. 4a, b. *Laevicardium* (*Laevicardium*) *lobulatum* (Desh.). Linke Klappe von Blatt 58, Lok. 146, Simpang Tjitjoeroegtiloe. Fig. 4a $\pm \times 2$, Fig. 4b $\times 2$.

Schalenteil vor ihr von jeder Berippung frei. Beim hinteren Schalendrittel sind bezüglich der Skulptur zwei gleich breite Abschnitte zu unterscheiden: ein hinterer, glatter, der nur ganz hinten, an der Grenze der Area, eine schwache Radialfältelung zeigt, sonst ohne Radialskulptur, und ein vorderer, bei dem die Rippen — etwa 3 mal so breit wie sonst, von gleich breiten Interstitien getrennt — auch die Oberfläche beeinflussen, die leicht gewellt erscheint. Eine feine konzentrische Streifung ist nur in den beiden Abschnitten des hinteren Schalendrittels u. d. L. sichtbar. Papillen fehlen der Schale ganz. Die flachen, schwach prosogyren Wirbel berühren sich fast. Lunula breit-lanzettförmig, konvex, glatt, ohne bestimmte Begrenzung, der Umschlag des Schlossrandes vor den Wirbeln klein. Area lanzettförmig, konkav, glatt, durch eine stumpfe Kante vom benachbarten Schalenteil abgegrenzt, ihre rechte Hälfte die linke hinten am Rande ein wenig überdeckend; die Ligamentspalte relativ lang. Das Schloss ist nur an der linken Klappe wahrnehmbar: die Kardinalzähne sind sehr ungleich, A II viel stärker als der weiter abstehende P II, der dicht bei dem Ende der Area steht. Innenrand der Schale deutlich gekerbt.

Dimensionen eines vollständigen Exemplares von Blatt 58 (Boemiajoe), Lok. 146, Simpang Tjitjoeroegtiloe, leg. Ir. C. ter Haar: Höhe $23\frac{1}{2}$, Länge $20\frac{1}{2}$, Wölbung 14, Länge und Breite der Area 11, u. $2\frac{1}{2}$, Ligamentspalte 6 mm. Von dieser Fundstelle auch die abgebildete Klappe.

Die Art liegt auch vor von Blatt 54, Lok. 5, Tjibinong, und Lok. 9, Tjirontet.

Wenn ich die beschriebenen Fossilien dem rezenten *C. lobulatum* zurechne, stütze ich mich lediglich auf die zitierten sehr guten Figuren Lynge's, die rezente Exemplare aus dem Golf von Siam darstellen. Die Originaldiagnose von Deshayes ist mir nicht zugänglich, und Lynge gibt leider keine Neubeschreibung (sein Material wurde durch vergleichen mit den Originalen bestimmt). Beim Vergleich meiner Fossilien mit Lynge's Figuren fällt die Übereinstimmung der Skulptur und der sonstigen wesentlichen Merkmale auf. Im Umriss stehen sie der Fig. 16 bei Lynge am nächsten, doch sind sie zum Teil noch etwas höher (schmäler). Nicht zu verkennen ist, dass ein geringer Unterschied darin besteht, dass der Übergang vom Ventralrand in den Dorsalrand, bei Lynge's Fig. 16 leicht

3) „Die Tertiärformation von Sumatra,” II, p. 118, Taf. X, Fig. 3a, b, 4a, b.

eckig, bei meinen Exemplaren mehr gerundet ist. Da bei dem Fig. 18 von Lyngé abgebildeten Exemplar (das übrigens viel weniger hoch ist als die Fossilien) hier auch keine Ecke angedeutet ist, und überhaupt bei meinem Material geringe Schwankungen im Umriss vorkommen, die übrigens bei den rezenten Exemplaren viel auffälliger auftreten, sehe ich kein Hindernis die vorliegenden Exemplare der rezenten Art zuzurechnen.

Rezent ist die Art bekannt von den Philippinen, dem Golf von Siam, und den Maldiven, und zwar aus Siam in 2 — 18 m Tiefe auf Sand- und Schlammgrund.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productiecijfers van Aardolie in kg tonnen.

	1934		1933	
	Maart	t/m Maart	Maart	t/m Maart
Java en Madoera.	46 043,4	126 953,2	39 076,3	117 015,7
Noord-Sumatra..	86 569,9	235 027,7	61 678,8	178 129,2
Palembang	192 047,2	538 089,3	172 200,3	473 822,5
Djambi	24 690,2	71 240,—	20 112,6	59 698,6
Oost-Borneo.....	92 472,7	275 968,7	109 898,3	311 312,9
Tarakan.....	73 010,5	197 561,4	76 631,3	205 932,3
Boenjoe.....	837 4	2 498,8	1 160,8	3 552,9
Ceram.....	3 146,9	8 873,5	3 534,1	10 123,9
Nederlandsch-Indië.....	518 818,2	1 456 212,6	484 292,5	1 359 588,—

Productiecijfers van Steenkolen in kg tonnen.

	1934		1933	
	Maart	t/m Maart	Maart	t/m Maart
Gouvernements-mijnen	53 547,—	151 206,—	60 794,—	148 179,—
Steenkolen Mij. „Parapattan”..	20 400,—	58 850,—	24 125,4	65 005,3
Oost Borneo Maatschappij.	9 268,—	25 900,—	9 112,4	23 960,—

Mijnbouw Maatschappij „Redjang-Lebong”.

Gedurende de maand Maart j.l. werden:
 8 260 tons erts vernalen van } 5,04 dwts. goud per ton
 } 30,6 „ zilver „ „
 1 870 „ sands en
 6 450 „ slimes behandeld.

Geëxtraheerd werden:

door amalg. ca. — ozs. goud en ca. — ozs. zilver
 uit de sands „ 556 „ „ „ „ 2 370 „ „
 „ „ slimes „ 1 474 „ „ „ „ 8 811 „ „

Totaal ca. 2 030 ozs. goud en ca. 11 181 ozs. zilver

ter gezamenlijke waarde van ± f 109 000,—

Bovenstaande taxatie is gebaseerd op een zilverbijprijs van f 0,60 per ons.

De bedrijfskosten over Maart j.l. bedroegen ± „ 77 000,—
 terwijl voor prospecteeren werd uitgegeven ± „ 7 000,—

De in het loopende jaar gerealiseerde producties leverden een surplus op van ± f 16 000,— boven de vroeger gepubliceerde taxaties.

De ertsreserven werden geraamd op den 1sten dezer te hebben bedragen circa 60 000 tons, met een gemiddeld gehalte van 5,9 dwts goud per ton.

Mijnbouw Maatschappij „Simau”.

Gedurende de maand Maart 1934 werden:

7 699 tons erts vernalen van } 9,4 dwts. goud per ton
 } 1/3,— „ zilver „ „
 2 875 „ sands
 4 562 „ slimes en
 257 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden:

uit de sands ca. 583 ozs. goud en ca. 8 876 ozs. zilver
 „ „ slimes „ 1 065 „ „ „ „ 26 131 „ „
 „ „ concentraten „ 2 149 „ „ „ „ 23 624 „ „

Totaal ca. 3 752 ozs. goud en ca. 58 631 ozs. zilver

ter gezamenlijke waarde van ± f 225 000,—

Bovenstaande taxaties is gebaseerd op een zilverbijprijs van f 0,60 per ons.

De bedrijfskosten over Maart j.l. bedroegen ± f 128 000,—
 terwijl voor montage werd uitgegeven... „ „ 1 000,—
 en voor prospecteeren der nieuwe vergunningen „ „ 3 000,—

De in het loopende jaar gerealiseerde producties leverden een surplus op van ± f 37 000,— boven de vroeger gepubliceerde taxaties.

De ertsreserven werden geraamd op den 1sten April j.l. te hebben bedragen circa 309 000 tons, met een gemiddeld gehalte van 10,2 dwts. goud per ton.

V. VERKEERSWEZEN.

INHOUD: Normalisatie Grondslagen Overgang Wagens, door ir. H. L. Slinkers. — Brug over de Lae Renoen in de 5e Sectie van den Daiirweg, door Niels Thiele c.i.

Normalisatie Grondslagen Overgang Wagens (N.G.O.W.)

door

ir. H. L. SLINKERS,

oud hoofdingenieur der Staatsspoor- en Tramwegen.

Een overzicht wordt gegeven van den arbeid, dien de zgn. Normalisatiecommissie in samenwerking met twee andere commissies heeft verricht, ten einde eenheid te verkrijgen in de eischen, welke aan wagens en lijnen moeten worden gesteld. In het bijzonder wordt de berekening van den bovenbouw van den weg besproken.

Inleiding.

Onder de benaming N. G. O. W.¹⁾ is voor de elf diensten van Java, die spoorwegen exploiteeren met een in Ned.-Indië normaal genoemde spoorwijdte van 1,067 m²⁾, in October 1926 een regeling tot stand gekomen, welke eenheid beoogt te brengen in de technische eischen, waaraan wagens en lijnen moeten voldoen, met het doel een economisch gebruik daarvan mogelijk te maken.

Onder wagens worden verstaan goederenwagens, geen rijtuigen. Daar met de regeling thans de noodige ervaring is opgedaan en medio 1934 een herziene uitgave verschijnt, is er aanleiding daarover een en ander mede te deelen.

De N. G. O. W. is door de zgn. „Normalisatiecommissie” (N. C.) ontworpen, in samenwerking met twee andere, evenals de N. C., door meergenoemde diensten permanent ingestelde commissies. Het zijn de „Commissie voor de normalisatie van het Rollend Materieel” (R. M.-commissie) en de „Commissie voor de herziening der R. O. W.” (R. O. W.-commissie)³⁾.

1) Normalisatie der Grondslagen voor den Overgang van Wagens op de spoorwegen van Java met een spoorwijdte van 1,067 meter (N. G. O. W.).

2) Het zijn de volgende diensten: Staatsspoor- en Tramwegen, sinds 1 April 1934: Staatsspoorwegen, Ned.-Indische Spoorweg Maatschappij, Semarang Cheribon-, Samarang Joana-, Serajoedal-, Oost-Java-, Kediri-, Malang-, Pasoeroean-, Probolinggo- en Modjokerto Stoomtram Maatschappijen.

De door deze diensten geëxploiteerde „tramwegen” zijn in den zin der nieuwe spoorwegwetgeving „spoorwegen der tweede klasse” geworden, omdat deze, geen stadstramwegen zijnde, met een snelheid van meer dan 20 en minder dan 60 km/h worden bereden. Bedoeld wordt de spoorwegwetgeving, welke 1 November 1928 gedeeltelijk en 1 Januari 1931 in haar geheel tot stand kwam.

De N. G. O. W. en de R. O. W. bestrijken aanverwante gebieden, doch de N. G. O. W. bevat in hoofdzaak technische, de R. O. W. voornamelijk voersbepalingen.

Toen de herziening van de sedert 1907 bestaande R. O. W. in 1930 haar beslag had gekregen, bleef de R. O. W.-commissie bestaan als advies-commissie en ter voorkoming van het verouderen der R. O. W.

De taakverdeling der commissies is nu als volgt: De N. C. stelt de voorschriften vast op civiel-technisch gebied en bepaalt dus b.v. de toelaatbare maximum eigen gewichten en beladingen der wagens in verband met de draagkracht der lijnen; de R. M.-commissie geeft de constructie-eischen aan, welke aan de wagens moeten worden gesteld, terwijl de R. O. W.-commissie leiding geeft op vervoersgebied.

Ten einde verzekerd te zijn van een goede samenwerking tusschen de drie commissies, is bepaald, dat de R. M.- en R. O. W.-commissies van hare besluiten kennis zullen geven aan de N. C., die er voor te waken heeft, dat geen tegenstrijdige beslissingen worden genomen.

Normalisatie der belastingschema's.

De Normalisatiecommissie heeft tot volledigen titel: „Commissie tot normalisatie der belastingschema's⁴⁾ voor de berekening van den bovenbouw

3) Regeling voor den Overgang en het wederzijdsch gebruik van Wagens in doorgaand verkeer tusschen spoorwegen op Java met een spoorwijdte van 1,067 meter (R. O. W.).

4) Onder „belastingschema” wordt verstaan een schematische voorstelling, aangevende de afmetingen en asdrukken van de locomotieven en wagens, waarmede men de kunstwerken of den weg, ter berekening van de draagkracht, belast denkt.

der bruggen en van den weg der spoor- en tramwegdiensten in Ned.-Indië".

Hieruit blijkt, dat het oorspronkelijk doel was de normalisatie der belastingschema's voor alle diensten.

Volgens de bepalingen der A. V. B. P. 1932 ⁵⁾ moeten de bestaande bruggen en pijlers weerstand kunnen bieden aan de zwaarste belasting, die daarover verkeert, doch moeten nieuwe bruggen en pijlers voldoen aan een belastingschema, dat met het oog op de toekomst in den regel zwaarder gekozen wordt dan de bestaande maximale belasting en dat op voorstel van den betrokken dienst voor elke lijn door het Spoorwegtoezicht wordt vastgesteld.

Het bestaan van vele spoorwegdiensten op Java heeft ten gevolge gehad, dat in den loop der tijden een aanzienlijk aantal belastingschema's zonder onderling verband is ontstaan.

Het gevolg daarvan is geweest, dat de kunstwerken, de bovenbouw van den weg, de locomotieven en de wagens naar verschillende eischen zijn berekend en gebouwd, waardoor de overgang en uitwisseling van rollend materieel worden bemoeilijkt en de berekeningen noodeloos verzaamd.

De behoefte om, in navolging van andere landen, te komen tot meer eenheid in de samenstelling der belastingschema's, kwam tot uiting in de vergadering van de Bestuurderscommissie der Vereeniging van Ned.-Indische Spoor- en Tramweg Maatschappijen van 26 November 1919 en leidde tot het bestudeeren van dit onderwerp door ir. H. R. Beukelman, ingenieur der N. I. S. De heer Beukelman ontvouwd zijn denkbeelden in een prae-advies, dat aan het Ingenieurscongres te Batavia in 1920 werd aangeboden.

Naar aanleiding hiervan werd dit onderwerp wederom ter sprake gebracht in de vergadering der Bestuurderscommissie van 17 Maart 1922 te Bandoeng, waar besloten werd tot instelling van de Normalisatiecommissie.

Het verzamelen van de noodige gegevens voor deze normalisatie, voornamelijk de draagkracht der lijnen betreffende, bleek een omvangrijk werk te zijn, waarvoor niet alle diensten personeel ter beschikking hadden, zoodat deze gegevens onvoldoende werden verstrekt.

Om deze reden werden in de eerste drie jaren door de N. C. geen zichtbare resultaten bereikt en werd het duidelijk, dat een andere weg moest worden ingeslagen.

Om standaard-belastingschema's te kunnen samenstellen, moeten standaard-schema's van locomotieven en wagens worden ontworpen, waarbij met de bestaande typen rekening moet worden gehouden.

De wagenschema's treden daarbij als de belangrijkste op den voorgrond, omdat deze voor alle diensten geldig zullen zijn. Wagens toch moeten op alle lijnen kunnen overgaan, terwijl op Java de locomotieven op de lijnen van den eigen dienst blijven.

5) Algemeene Voorschriften betreffende ijzeren Bruggen en Pijlers voor spoor- en tramwegen in Ned.-Indië (A.V.B.P.). De A.V.B.P. werden in 1910 door de Staats-spoor- en Tramwegen samengesteld, verkregen in 1914 de goedkeuring van den Directeur van Gouvernements-bedrijven, ondergingen in 1918 een wijziging van ondergeschikte beteekenis en werden in 1932 geheel herzien.

Door de S. S. nu waren in de eerste drie levensjaren der N. C. de beschikbare gegevens gebezigd tot het samenstellen van een voorloopig wagen-tableau, waarop de toelaatbare maximum wagenbeladingen van alle wagentypen op alle lijnen konden worden afgelezen.

Niet alleen bestond aan een dergelijk tableau groote behoefte, doch de samenstelling daarvan maakte het noodzakelijk de wagens naar het laadgewicht in enkele groepen te verdeelen, aan welke gelijke eischen kunnen worden gesteld en het was juist deze indeeling, welke moest voorafgaan aan het ontwerpen der belastingschema's.

Uitbreiding van de taak der Normalisatiecommissie.

Toen in Januari 1925 dr. ir. J. H. A. Haarmans als lid der N. C. aftrad en schrijver dezes door de S. S. als plaatsvervanger werd aangewezen, besloot de N. C. den arbeid, door de S. S. verricht, voort te zetten en een meer uitgebreide taak te aanvaarden, welke ten doel had de „normalisatie der grondslagen voor den overgang van wagens".

Van deze taak werd de normalisatie der belastingschema's een onderdeel, dat niet meer in de eerste plaats voor behandeling in aanmerking kwam.

Thans nu de 2e uitgave der N. G. O. W. gereed is, zou met de normalisatie der belastingschema's kunnen worden begonnen, doch de behoefte daaraan is sterk verminderd.

In deze tijden toch kan er geen sprake van zijn bestaande lijnen te wijzigen in verband met nieuwe (normale) belastingschema's. Deze zouden alleen bij den bouw van nieuwe lijnen toepassing kunnen vinden, doch ook daaraan kan voorloopig niet worden gedacht.

De N. G. O. W. is in drie hoofdstukken verdeeld:

1. Algemeene opmerkingen en bepalingen.
2. De wagens.
3. De lijnen.

Een korte beschrijving van de hoofdstukken 2 en 3 moge hier volgen.

De wagens.

Hoofdstuk 2 der N. G. O. W. verschijnt in afzonderlijke uitgave als V. W. 1934 ⁶⁾, omdat de voorschriften voor wagens ook moeten worden gevolgd door particuliere firma's, die haar wagens in het wagenpark van één der spoorwegdiensten wenschen te zien opgenomen, voor welke firma's de hoofdstukken 1 en 3 niet van belang zijn.

In hoofdzaak worden in de V. W. 1934 de volgende onderwerpen behandeld:

1. Laadgewicht en draagvermogen.

Daar het praktisch niet mogelijk is een wagen met juistheid te beladen tot een bepaald gewicht, n.l. het laadgewicht, en overschrijding van het laadgewicht dus verwacht kan worden, is bepaald, dat het draagvermogen van den wagen, dat nimmer mag worden overschreden, 5% grooter moet zijn dan het laadgewicht.

De laadgewichten mogen ter vermindering van te

6) Voorschriften voor Wagens, bestemd voor doorgaand verkeer over de spoorwegen van Java met een spoorwijdte van 1,067 meter (V. W.).

groote verscheidenheid, alleen de grootten hebben van 10-, 12-, 15- en 17 ton voor 2-assige wagens en 16-, 20-, 24- en 30 ton voor 4-assige wagens. Slechts enkele uitzonderingen hierop komen voor.

2. *Indeeling in groepen.*

Een onderverdeeling is gemaakt in lichte en zware groepen. Het meerendeel der wagens behoort tot de lichte groep, een klein gedeelte met grooter eigen gewicht of ongunstiger constructie, tot de zware groep. Indien 2-assige wagens tot de zware groep behoren, verkrijgen deze het merk I en 4-assige wagens het merk II. Voor de wagens met de merken I en II is op sommige lijnen beperkte belading voorgeschreven.

3. *Eigen gewicht.*

Tabellen maken het mogelijk op eenvoudige wijze het van de wagenafmetingen afhankelijke toelaatbare maximum eigen gewicht voor elken wagen te bepalen. Bij de samenstelling dezer tabellen is natuurlijk uitgegaan van de maximum asdrukken en de maximum gewichten per meter, die op de lijnen kunnen worden toegelaten.

4. *Wagens in bogen.*

De wagen wordt in een boog met straal van 100 m geplaatst gedacht in den meest ongunstigen stand, welke kan voorkomen. Het Roy-diagram moet dan aantoonen, dat de wagen blijft binnen het wettelijk voorgeschreven speelruimteprofiel.

5. *Verbodsmarken.*

Eén van de directe verbeteringen, die van de invoering der N. G. O. W. het gevolg waren, was de verdwijning van nagenoeg alle verbodsmarken op de wagens. Zoo'n verbodsmark was b.v. het merk „Om”, dat beteekende: „Verboden op de Oosterlijnen der S. S.: Madioen-Slahoeng en Ponorogo-Badegan”.

Thans mogen alle wagens op alle lijnen overgaan, op welken regel alleen de volgende wagens een uitzondering maken:

- a) enkele wagens, welke om speciale redenen op de lijnen van den eigen dienst moeten blijven en deswege het merk T dragen. Dit merk werd oorspronkelijk gegeven aan wagens van Tramwegdiensten, welke met geen grooter snelheid dan 30 km/h vervoerd mochten worden.
- b) wagens, welke om constructieve redenen (te laag hangend remwerk) verboden zijn op het tandrad-lijngedeelte Gemawang-Willem I der N. I. S. en voorzien zijn van het verbodsmark Ngw.

Vroeger waren vele 4-assige wagens verboden op lijngedeelten, waarin bogen voorkomen met een kleineren straal dan 100 m (wisselbogen uitgezonderd), thans zijn deze daarop ook toegelaten, mits voorzien van koppelboomen, dat zijn staafvormige, aan de uiteinden scharnierende verbindingen, aangebracht tusschen de trekpenoogen, welke laatste daardoor op een onderlingen afstand van 600 à 1300 mm worden gebracht.

Deze koppelboomen gaan de verbuiging van het trek- en stootwerk in de bogen tegen. De treinsnelheid

mag bij het gebruik van koppelboomen niet grooter zijn dan 45 km/h.

6. *Radstand, pivot-afstand en lenkassen.*

Met betrekking tot deze onderwerpen zijn bepalingen gegeven in verband met den rustigen gang van den wagen, zoowel op de rechte baan als in de bogen.

7. *Inhoud van den wagen.*

Een tabel is opgemaakt van den normalen inhoud van 2-assige hooge open (H-wagens) en gesloten wagens (G-wagens) met de bedoeling, dat daarmede zooveel mogelijk rekening zal worden gehouden bij den bouw van nieuwe wagens.

Het is voor een spoorwegdienst voordeelig, indien de wagens, met inachtneming van het draagvermogen, zoo zwaar mogelijk worden beladen. Daarom zijn de vrachttarieven zoodanig gesteld, dat zulk een belading ook voor den bevrachter voordeel medebrengt. Daar de grootte der belading afhangt van den inhoud der laadruimte van den wagen, zal de bevrachter dus de voorkeur geven aan wagens, welke den grootsten inhoud hebben. Het is daarom van belang aan alle wagens met gelijk laadgewicht denzelfden en zoo groot mogelijken inhoud te geven.

8. *Wielstellen en draagveeren.*

Voor de aan wielstellen en draagveeren te stellen materiaaleischen zijn door de Particuliere Spoor- en Tramweg Maatschappijen in samenwerking met het Technisch Bureau van het Ministerie van Koloniën te 's-Gravenhage voorschriften ontworpen, welke in de N. G. O. W. zijn opgenomen. Bij aanschaffing worden dus uniforme eischen gesteld.

9. *Remwerk, trek- en stootwerk, overhangende voertuigdeelen, buffergeleideoogen, seinmiddelen, opschriften en merken op den wagen.*

Al deze zaken zijn aan bepalingen onderworpen, welke de noodige eenheid voor alle diensten waarborgen. Van het trek- en stootwerk, voorgeschreven voor nieuwe wagens, is een volledige constructie-teekening gemaakt. Het is berekend op een trekkracht van 12 ton.

10. *Ketelwagens.*

Voor ketelwagens zijn uitvoerige voorschriften gegeven. Zij zijn onderverdeeld in ketelwagens voor dunne, dikke, vluchtige en ontvlambare vloeistoffen. Onder dunne vloeistoffen worden verstaan vloeistoffen, waarvan de viscositeit bij 20 graden Celsius, gemeten met den viscosimeter van Engler, minder dan 3 bedraagt. Dat zijn o.a. water, spiritus, petroleum, benzine, Diesel-, Solar-, lucigee-, bronsmotor-, Scandia- en motorolie.

Dunne vloeistoffen mogen in gedeeltelijk gevulden ketel alleen vervoerd worden, indien slingerschotten aanwezig zijn. Bij vervoer van vluchtige vloeistoffen, welke in den ketel bij een temperatuur van 50° C. of lager een overdruk van meer dan één atmosfeer kunnen veroorzaken, zooals benzine en gasoline, moet een veiligheidsklep van gegeven constructie worden aangebracht, terwijl bij vervoer van

ontvlambare vloeistoffen, waarvan de ontvlammings-temperatuur lager dan 65° C. is, de dom luchtdicht gesloten moet zijn.

11. Nieuwe wagens.

Voor nieuwe wagens zijn de gunstigste afmetingen aangegeven, o.a. wordt voor bordeswagens de plaats der assen ten opzichte van de laadruimte bepaald, waarbij het toelaatbare maximum eigen gewicht zoo groot mogelijk kan worden.

Uit de voorgaande beschrijving van de V. W. volgt, dat een grondslag is gevormd, waarop de constructie van een door alle diensten in te voeren standaard-wagen zou kunnen worden gebaseerd.

Reeds in April 1926 werd door den toenmaligen Administrateur der Deli Spoorweg Maatschappij ir. G. C. M. Smit's aangedrongen daarmede een aanvang te maken.

Ofschoon deze Maatschappij bij de voor Java geldende N. G. O. W. geen directe belangen heeft, bestaat bij haar toch het voornemen zich zooveel mogelijk aan de daarin vastgestelde bepalingen te houden.

De ongunstige tijden zijn oorzaak, dat voor den standaard-wagen thans weinig belangstelling bestaat.

De lijnen.

A. Indeeling in groepen.

In hoofdstuk 3 der N. G. O. W. zijn de lijnen overeenkomstig de indeeling der wagens in groepen verdeeld t.w. in 10-, 12-, 15- en 17 tons lijnen en 16-, 20-, 24- en 30 tons lijnen, alle lijnen weder onderverdeeld in lichte en zware groepen.

Op een 10-tons lijn der lichte groep b.v. moeten 10-, 12-, 15- en 17 tons 2-assige wagens der lichte groep met belading van 10,5 ton kunnen lopen en moet dus op het grootste eigen gewicht, n.l. dat van den 17-tons 2-assigen wagen der lichte groep worden gerekend.

Op een 24-tons lijn der zware groep b.v. mogen 16- en 20-tons 4-assige wagens der lichte of zware groep overgaan met resp. 16,8 en 21 ton belading en 24- en 30-tons 4-assige wagens der lichte of zware groep met 25,2 ton belading.

B. De kunstwerken.

De kunstwerken worden berekend aan de hand van de daarvoor reeds bestaande voorschriften, zooals voor ijzeren bruggen en pijlers: de A. V. B. P. 1932. Voor beton- en gewapend-betonwerken worden veelal de voorschriften der S. S. gevolgd.

C. De bovenbouw van den weg.

1. Railspanning, ballastdruk en grondruk bij rustende belasting.

Voor den bovenbouw van den weg moest een voor alle diensten geldende methode van berekening worden ontworpen. Besloten werd, in navolging van vele voorgangers op dit gebied, de buigmomenten in de rail te berekenen door deze te beschouwen als een balk, doorlopend over een groot aantal steunpunten (de dwarsliggers), waarvan de zakking evenredig aan den steunpuntsdruk wordt ondersteld.

Ten einde te kunnen aangeven, hoe deze berekening wordt uitgevoerd, zal hier eerst de beteekenis der voornaamste te bezigen letters worden verklaard. A = oplegdruk (steunpuntsdruk) onder de rail ter plaatse van den dwarsligger.

$B = \frac{6E \cdot I}{l^3}$ = kracht, die bij een afstand $2l$ der dwarsliggers, hart op hart gemeten, in het midden tusschen de steunpunten aangrijpende, de rail 1 cm zou doen doorbuigen. B is dus een maat voor de sterkte (stijfheid) van de rail en wordt uitgedrukt in kg/cm.

C = ballastcoëfficiënt = druk per cm^2 , welke de ballast 1 cm doet zakken. C wordt dus uitgedrukt in kg/cm^3 . Aan C wordt in den regel de waarde 3 tot 8 gegeven. In de N. G. O. W. wordt aangenomen $C = 3 \text{ kg/cm}^3$.

D = last, die, aangrijpende in de lastpunten van den dwarsligger, een zakking van 1 cm ondergaat. D wordt uitgedrukt in kg/cm.

E = elasticiteitsmodulus van het railstaal = $2\ 100\ 000 \text{ kg/cm}^2$.

I = traagheidsmoment van de raildoorsnede t/o van de horizontale as in cm^4 .

l = afstand hart op hart van 2 dwarsliggers in cm.

M_0 en M_v = moment in het midden tusschen 2 dwarsliggers in kgcm bij snelheid 0 en snelheid van $V \text{ km/h}$.

P = wieldruk in kg.

p_0 en p_v = ballastdruk bij snelheid 0 en snelheid van $V \text{ km/h}$ = druk in kg/cm^2 op den ballast uitgeoefend.

q_0 en q_v = grondruk bij snelheid 0 en snelheid van $V \text{ km/h}$ = druk in kg/cm^2 op de aarden baan uitgeoefend.

W = weerstandsmoment van de raildoorsnede t/o van de horizontale as in cm^3 .

$$\alpha = \frac{B}{D}.$$

σ_0 en σ_v = railspanning (buigspanning) in kg/cm^2 bij snelheid 0 en snelheid van $V \text{ km/h}$.

Een volledige berekening van den bovenbouw van den weg is te vinden in het werk: „Die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues” von Dr. H. Zimmermann, Berlin, Verlag von Ernst und Korn (Wilhelm Ernst) 1888, dat in herdruk verkrijgbaar is.

De berekening is echter dermate ingewikkeld, dat toepassing voor de praktijk uitgesloten moet worden geacht.

Zimmermann geeft weliswaar formules voor de constructie van de invloedslijnen der steunpuntsmomenten (wanneer de laatste bekend zijn, is het vraagstuk statisch bepaald), doch slechts voor een ligger op niet meer dan 7 steunpunten, terwijl een voorbeeld wordt uitgewerkt voor een ligger op slechts 4 steunpunten. Uit dit laatste voorbeeld wordt dan de volgende formule afgeleid voor het moment M , veroorzaakt door één wieldruk P in het midden van de 4 dwarsliggers aangrijpend:

$$M = \frac{8\alpha + 7}{4\alpha + 10} \cdot \frac{P \cdot l}{4}$$

Deze formule is dus niet geschikt voor de bepaling van den gelijktijdigen invloed van dicht bij elkaar geplaatste assen, zooals deze bij wagentrucks en locomotieven voorkomen.

Het was reeds in Mei 1922, dat bij de N. C. door het toenmalige lid wijlen ir. J. G. Spengler een nota werd ingediend ⁷⁾, waarin werd betoogd — en de juistheid van het betoog op grond van waarnemingen werd aangetoond — dat het voor de beoordeeling van de draagkracht van den bovenbouw van den weg niet voldoende is slechts één last in beschouwing te nemen. Daarom werd voorgesteld volgens de methode Zimmermann de invloedslijnen te doen teekenen voor alle op Java voorkomende bovenbouwtypen.

De heer Spengler noemde het teekenen van zulk een invloedslijn terecht „een enorm werk” en beveelt daarom aan gebruik te maken van de berekeningen van prof. Loewe, gepubliceerd in het *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, 1915, Heft 19, blz. 315 e.v., waardoor de arbeid aanmerkelijk verlicht wordt, ofschoon deze dan toch nog tijdroovend blijft.

7) De nota is opgenomen in het door schrijver opgestelde en door den Hoofdinspecteur der S.S. aan de spoorwegdiensten verstrekte „Verslag van de werkzaamheden der Normalisatiecommissie over het tijdvak 17 Maart 1922 tot 1 Juli 1932”.

Müller-Breslau heeft echter in zijn werk „Die grafische Statik der Baukonstruktionen” ⁸⁾ een veel verbeterde en tegelijk snel uitvoerbare oplossing van het vraagstuk gegeven, die dan ook door de S. S. is toegepast en in de N. G. O. W. is opgenomen.

Müller-Breslau beschouwt een ligger op een oneindig aantal steunpunten, zoodat de invloedslijnen voor het moment midden tusschen 2 steunpunten en voor den oplegdruk onder de steunpunten, zoover doorgetrokken kunnen worden, als voor een nauwkeurige berekening noodig geacht wordt. Daarbij worden tabellen en formules gegeven, waarmee de ordinaten der invloedslijnen direct te bepalen zijn.

Müller-Breslau heeft deze theorie opgesteld ter berekening van brugliggers, op vele steunpunten doorgaand opgelegd.

Daarom is het noodzakelijk geweest voor de bovenbouwberekening de tabellen uit te breiden voor meerdere waarden van α . Dit is de reden, dat deze tabellen hier zijn opgenomen (tabellen II en III).

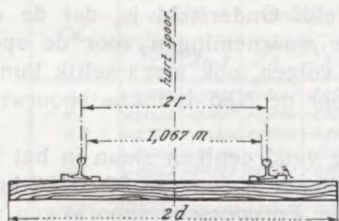
Alleen de coëfficiënt D wordt volgens de gegevens van Zimmermann berekend. Tabel I bevat de berekening van D voor de meest voorkomende bovenbouwen op houten dwarsliggers van Java.

In de figuren 1 en 2 zijn voorbeelden opgenomen van de berekening van maximum railspan-

8) Zie § 15 van „Die grafische Statik der Baukonstruktionen”, Band II, 2e Abteilung, 2e Auflage 1925, von Dr. Ing. H. F. B. Müller-Breslau, Verlag Alfred Kröner, Leipzig.

Tabel I.

Bepaling van D = last, die, in de lastpunten van den dwarsligger aangrijpende, een zakking van 1 cm ondergaat, volgens Dr. H. Zimmermann: „Die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues” uitgave 1888.



$$D = \frac{bC}{\kappa[\eta_e]} = \frac{bCL}{[\eta_e]}, \text{ waarin: } C = \text{ballastcoëfficiënt. Aangenomen is } C = 3 \text{ kg/cm}^2, \\ b = \text{breedte van den dwarsligger in cm.}$$

$$\kappa = \sqrt[4]{\frac{bC}{4E_d I_d}} = \frac{1}{L} \text{ of } L = \sqrt[4]{\frac{4E_d I_d}{bC}}$$

E_d = elasticiteitsmodulus v.d. houten dwarsligger = 100 000 kg/cm².

I_d = traagheidsmoment v.d. houten dwarsligger in cm⁴.

$[\eta_e]$ is afhankelijk van $\varphi = \frac{r}{L}$ en $\lambda = \frac{d}{L}$ (B.d. Eisenbahn-Oberbaues von Dr. H. Zimmermann: tabel VI blz. 296 en 297).

r = afstand hart spoor tot hart railkop in cm.

d = halve dwarsliggerlengte, in cm.

Rails.		Dwarsliggers.				L	r	$\varphi = \frac{r}{L}$	d	$\lambda = \frac{d}{L}$	$[\eta_e]$	D in kg/cm.
Gewicht in kg/m.	Kopbreedte in cm.	Lengte d in cm.	Breedte b in cm.	Hoogte h in cm.	Traagheidsmoment I_d in cm ⁴							
16,55	4,5	200	22	12	3168	66,2	55,6	0,840	100	1,510	0,6944	6290
20,8	5,-	200	22	12	3168	66,2	55,85	0,844	100	1,510	0,6946	6290
20,8	5,-	180	22	12	3168	66,2	55,85	0,844	90	1,359	0,7793	5620
25,7	5,3	200	22	12	3168	66,2	56,-	0,846	100	1,510	0,6948	6290
25,75	5,3	200	22	12	3168	66,2	56,-	0,846	100	1,510	0,6948	6290
25,75	5,3	180	22	12	3168	66,2	56,-	0,846	90	1,359	0,7801	5600
27,8	5,3	200	22	12	3168	66,2	56,-	0,846	100	1,510	0,6948	6290
33,4	5,8	200	22	12	3168	66,2	56,25	0,850	100	1,510	0,6951	6290
37,17	6,3	200	22	12	3168	66,2	56,5	0,853	100	1,510	0,6951	6290
38,-	6,4	200	22	12	3168	66,2	56,55	0,854	100	1,510	0,6953	6280
41,52	6,8	200	22	12	3168	66,2	56,75	0,857	100	1,510	0,6955	6280

ning en ballastdruk, veroorzaakt door de 1 D 1-stoomlocomotief der S. S. Daarbij wordt als volgt te werk gegaan.

Nadat eerst B en D bepaald zijn, zoodat α bekend is, worden in *tabel II* de ordinaten van de invloedslin voor het moment M midden tusschen 2 dwarsliggers afgelezen, zoodat de invloedslin geteekend kan worden.

Deze invloedslin behoeven echter niet meer geconstrueerd te worden, daar de S. S. deze reeds heeft doen teekenen voor alle op Java voorkomende bovenbouwen, waarmede de wensch van ir. Spengler dus in vervulling is gegaan⁹⁾. Hierdoor is het mogelijk geworden de eenvoudige berekeningen in zeer korten tijd uit te voeren. Men heeft daartoe slechts het laststelsel in den meest ongunstigen stand, die gewoonlijk direct zichtbaar is, op de invloedslin te plaatsen. Het gevraagde maximum moment $(M_o)_{\max.}$ is dan gelijk aan de som van de producten van lasten (wieldrukken) en daaronder gelegen ordinaten. Na deeling door het weerstandsmoment wordt dan natuurlijk de max. railspanning $(\sigma_o)_{\max.}$ gevonden.

Evenzoo worden met behulp van *tabel III* de invloedslin voor den oplegdruck A geteekend, zie noot⁹⁾. De som der producten van lasten en ordinaten geven in dit geval den totalen maximum oplegdruck $A_{\max.}$, waaruit de max. ballastdruk volgt met behulp van de formule:

$$p = \frac{A \cdot C}{D}$$

In gevallen van kleine ballasthoogte kan het wel eens van belang zijn den gronddruk na te gaan. De berekening geschiedt dan volgens de in *tabel IV* aangegeven methode. Zooals daaruit blijkt, volgt de gronddruk direct uit den ballastdruk, indien dwarsliggerbreedte en ballasthoogte bekend zijn.

2. Invloed der snelheid.

De invloed der snelheid wordt volgens *tabel IV* in rekening gebracht. Bij gebrek aan gegevens is een studie gemaakt van de waarnemingen, die in Amerika op groote schaal zijn verricht, zie opmerking (1) in *tabel IV*. Die opmerking bevat sub. I, II en III de beginselen, waarvan uitgegaan is bij de vaststelling van den voor de Ned.-Indische spoorwegen aan te nemen snelheidsinvloed.

Volgens de Amerikaansche proefnemingen blijkt de railspanning van af den rusttoestand toe te nemen met een bedrag, dat ongeveer recht evenredig is met de snelheid, terwijl de railspanning, veroorzaakt door de zijdelingsche krachten, een constant gedeelte is van de railspanning, ontstaan ten gevolge van de verticale krachten. Daaruit volgt dan van zelf de volgende formule, welke de verhouding van σ_v tot σ_o aangeeft:

$$\sigma_v = z \cdot \sigma_o \cdot (1 + a \cdot V) = z \cdot \sigma_o \cdot [1 + (a_1 + a_2) \cdot V]$$

waarin, zooals in *tabel IV* is aangegeven:

z = factor ten gevolge van de horizontale krachten,
 a = snelheidsfactor, die gesplitst kan worden in:
 a_1 = factor ten gevolge van de snelheid alleen en
 a_2 = „ „ „ „ „ tegengewichten in de locomotiefwielen.

In *tabel IV* is de grootte te zien van de factoren z , a_1 en a_2 , zooals deze zijn aangenomen voor stoom- en elektrische locomotieven, tenders en wagens.

Wil men nu de max. railspanning berekenen, die bij een snelheid van V km/h optreedt, dan kan met den snelheidsinvloed op eenvoudige wijze rekening gehouden worden door, alvorens de producten van wieldrukken en ordinaten te sommeeren, deze te vermenigvuldigen met den volgens *tabel IV* bijbehorenden toeslagsfactor:

$$z \cdot [1 + (a_1 + a_2) \cdot V]$$

Dit is geschied in het voorbeeld, dat in *fig. 1* is uitgewerkt. Aangenomen is, dat de ballastdruk bij goed onderhouden spoor geen noemenswaardigen invloed van de snelheid ondervindt, dus $p_o = p_v$. Deze onderstelling werd oorspronkelijk gesteund door de theorie van Dr. Saller, gepubliceerd in het *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, 1922, Heft 6 en 1926, Heft 8 en bovendien door eenige waarnemingen, die de S. S. op dit gebied verrichtte. Naderhand is gebleken, dat de theorie van Dr. Saller niet juist is opgezet en er wel een snelheidsinvloed bestaat. Deze zal eerst in rekening gebracht kunnen worden, nadat een nader onderzoek daarover meer licht zal hebben verspreid.

Voor verdere bijzonderheden betreffende de aannamen van de snelheidsinvloeden, kan naar *tabel IV* worden verwezen. De daarin voorkomende getalwaarden zijn gemiddelden, uit de Amerikaansche waarnemingen afgeleid. Ondersteld is, dat de conclusies, die uit deze waarnemingen voor de spoorwijdte van 1,435 m volgen, ook toepasselijk kunnen worden verklaard voor de Ned.-Indische spoorwijdte van 1,067 m.

Deze onderstelling vond eenigen steun in het feit, dat dezelfde maximale snelheden van 90 à 100 km/h op de rechte baan der Europeesche spoorwegen zonder bezwaar ook op onze spoorwijdte toegelaten kunnen worden, terwijl de toelaatbare max. snelheden in bogen door de S. S., ter berekening van de spoorverhooging, oorspronkelijk geheel gelijk gesteld zijn aan die, welke in bogen van gelijken straal in Duitschland waren voorgeschreven.

Korten tijd geleden werd vernomen, dat nadere onderzoekingen der S. S. er op wijzen, dat de aannamen van den invloed der snelheid op den bovenbouw van den weg volgens *tabel IV* voor de lagere snelheden voor onze Indische toestanden te zeer aan den veiligen kant zijn, zoodat te verwachten is, dat voor die snelheden een geringeren invloed zal kunnen worden aangenomen.

3. Toelaatbare maximum railspanning, ballastdruk en gronddruk.

De toelaatbare max. railspanning en ballastdruk zijn bepaald door narekening, volgens de beschreven me-

9) Het album met invloedslin en bijbehorende gebruiksaanwijzing is tegen betaling van lichtdruk- en portokosten verkrijgbaar bij het Hoofd van den Dienst van Weg en Werken der Staatsspoorwegen te Bandoeng.

Tabel II.

Ordinaten Y in ton cm v.d. invloedstijl v.h. moment M midden tusschen 2 steunpunten van een last van 1 ton en een veldwijdte $l=100$ cm.

α	Midden veld	veld 1.		veld 2.		veld 3.		veld 4.		veld 5.		veld 6.		veld 7.		veld 8.		Y_9
	Y_0	Y_1	Y_{1-2}	Y_2	Y_{2-3}	Y_3	Y_{3-4}	Y_4	Y_{4-5}	Y_5	Y_{5-6}	Y_6	Y_{6-7}	Y_7	Y_{7-8}	Y_8	Y_{8-9}	
0,04	+17,82	+ 0,49	-3,15	-0,58	+0,31	+ 0,12	-0,04	-0,03	+0,02	+0,01	-0,01							
0,1	+18,77	+ 1,13	-3,20	-1,28	0	+ 0,14	+0,07	+0,01	-0,01	0	0							
0,2	+20,01	+ 2,01	-3,27	-2,08	-0,63	0	+0,15	+0,08	+0,02	0	-0,01							
0,4	+21,88	+ 3,38	-3,18	-3,07	-1,57	-0,49	+0,05	+0,15	+0,11	+0,04	+0,01							
0,6	+23,30	+ 4,46	-2,98	-3,67	-2,44	-1,02	-0,19	+0,12	+0,17	+0,10	+0,04							
0,8	+24,67	+ 5,38	-2,73	-4,07	-3,04	-1,51	-0,47	+0,03	+0,18	+0,15	+0,09							
1,2	+26,46	+ 6,90	-2,17	-4,54	-3,92	-2,39	-1,09	-0,27	+0,11	+0,20	+0,17							
1,6	+27,68	+ 8,16	-1,67	-4,77	-4,60	-3,12	-1,58	-0,74	-0,05	+0,18	+0,21							
2,-	+29,17	+ 9,23	-1,15	-4,88	-5,09	-3,74	-2,22	-1,01	-0,26	+0,11	+0,23							
2,4	+30,29	+10,29	-0,68	-4,90	-5,47	-4,27	-2,73	-1,38	-0,49	0	+0,21							
3,-	+31,76	+11,45	+0,04	-4,86	-5,89	-4,93	-3,40	-1,93	-0,86	-0,20	+0,14							
3,6	+33,04	+12,56	+0,69	-4,74	-6,20	-5,47	-4,-	-2,45	-1,24	-0,43	+0,04							
4,2	+34,17	+13,55	+1,31	-4,59	-6,43	-5,93	-4,53	-2,94	-1,62	-0,68	-0,10							
4,8	+35,19	+14,46	+1,87	-4,41	-6,59	-6,31	-5,-	-3,39	-2,-	-0,94	-0,27							
5,4	+36,13	+15,40	+2,44	-4,22	-6,70	-6,64	-5,42	-3,82	-2,35	-1,21	-0,44							
6	+37,-	+16,07	+2,96	-4,02	-6,78	-6,92	-5,82	-4,22	-2,70	-1,48	-0,61	-0,08						
9	+40,59	+19,32	+5,26	-2,94	-6,85	-7,89	-7,28	-5,86	-4,26	-2,77	-1,58	-0,72	-0,15					
12	+43,39	+21,89	+7,19	-1,88	-6,84	-8,38	-8,26	-7,09	-5,53	-3,93	-2,54	-1,44	-0,84	-0,12				
18	+47,73	+25,33	+10,34	+0,11	-5,90	-8,75	-9,44	-8,81	-7,48	-5,85	-4,28	-2,86	-1,75	-0,89				
24	+51,10	+28,10	+12,95	+1,88	-5,02	-8,71	-10,06	-9,96	-8,31	-7,40	-5,77	-4,21	-2,86	-1,76				
30	+53,91	+31,76	+15,17	+3,48	-4,11	-8,47	-10,45	-10,75	-10,-	-8,64	-7,04	-5,41	-3,93	-2,65	-1,62	-0,84	-0,28	
36	+56,38	+34,05	+17,12	+4,95	-3,20	-8,13	-10,61	-11,31	-10,85	-9,67	-8,13	-6,49	-4,91	-3,51	-2,34	-1,39	-0,68	-0,17
42	+58,58	+36,09	+18,89	+6,30	-2,33	-7,73	-10,65	-11,72	-11,53	-10,53	-9,08	-7,45	-5,83	-4,34	-3,04	-1,97	-1,13	-0,50
48	+60,44	+37,93	+20,50	+7,53	-1,48	-7,31	-10,61	-12,01	-12,08	-11,26	-9,91	-8,32	-6,68	-5,12	-3,73	-2,53	-1,59	-0,85
54	+62,12	+39,60	+21,96	+8,73	-0,66	-6,85	-10,51	-12,22	-12,53	-11,89	-10,68	-9,10	-7,48	-5,86	-4,40	-3,12	-2,07	-1,22
60	+63,73	+41,15	+23,33	+9,94	+0,13	-6,39	-10,37	-12,36	-12,91	-12,43	-11,38	-9,82	-8,28	-6,55	-5,08	-3,69	-2,51	-1,61

Deze ordinaten Y zijn berekend volgens Die graphische Statik der Baukonstruktionen, 2^{te} Band, 2^{te} Abteilung, 2^{te} Auflage von Dr. Ing. H. F. B. Müller-Breslau Verlag von Alfred Kröner, Leipzig, 1925: § 15. Tabel II^e blz. 171 is hier uitgebreid voor waarden $\alpha=0,04$ t.m. 0,4, terwijl enkele minder juiste getallen zijn verbeterd.

Voor een andere veldwijdte l moeten de ordinaten vermenigvuldigd worden met een factor $m = \frac{l}{100}$.

Tabel III.

Ordinaten Y in tonnen voor de invloedstijl v.d. oplegdruk A voor een last van 1 ton en een willekeurige veldwijdte l .

α	veld 1.		veld 2.		veld 3.		veld 4.		veld 5.		veld 6.		veld 7.		veld 8.		veld 9.	
	Y_1	Y_{1-2}	Y_2	Y_{2-3}	Y_3	Y_{3-4}	Y_4	Y_{4-5}	Y_5	Y_{5-6}	Y_6	Y_{6-7}	Y_7	Y_{7-8}	Y_8	Y_{8-9}	Y_9	Y_{9-10}
0,04	+0,9209	+0,5805	+0,0577	-0,0917	-0,0222	+0,0143	+0,0052	-0,0038	-0,0012	+0,0009	+0,0003							
0,1	+0,8425	+0,5607	+0,1094	-0,0576	-0,0328	-0,0049	+0,0019	+0,0019	+0,0005	-0,0001	-0,0001							
0,2	+0,7597	+0,5344	+0,1585	-0,0163	-0,0352	-0,0200	-0,0048	+0,0014	+0,0015	+0,0007	+0,0001							
0,4	+0,6664	+0,4388	+0,2045	+0,0327	-0,0239	-0,0886	-0,0151	-0,0046	+0,0002	+0,0014	+0,0010							
0,6	+0,6112	+0,4743	+0,2261	+0,0522	-0,0102	-0,0280	-0,0203	-0,0100	-0,0027	+0,0006	+0,0011							
0,8	+0,5731	+0,4560	+0,2378	+0,0819	+0,0023	-0,0243	-0,0226	-0,0139	-0,0053	-0,0010	+0,0009							
1,2	+0,5216	+0,4294	+0,2496	+0,1062	+0,0222	-0,0145	-0,0227	-0,0184	-0,0105	-0,0042	-0,0008							
1,6	+0,4873	+0,4080	+0,2542	+0,1234	+0,0372	-0,0061	-0,0202	-0,0199	-0,0136	-0,0074	-0,0028							
2,-	+0,4458	+0,3935	+0,2560	+0,1342	+0,0489	-0,0020	-0,0168	-0,0200	-0,0156	-0,0097	-0,0047							
2,4	+0,4418	+0,3810	+0,2564	+0,1418	+0,0581	-0,0092	-0,0131	-0,0192	-0,0168	-0,0116	-0,0064							
3,-	+0,4184	+0,3656	+0,2555	+0,1501	+0,0691	-0,0184	-0,0077	-0,0173	-0,0173	-0,0134	-0,0088							
3,6	+0,4008	+0,3531	+0,2539	+0,1559	+0,0776	+0,0261	-0,0026	-0,0151	-0,0173	-0,0176								
4,2	+0,3854	+0,3427	+0,2517	+0,1600	+0,0844	+0,0326	+0,0022	-0,0125	-0,0168	-0,0180								
4,8	+0,3728	+0,3339	+0,2497	+0,1628	+0,0899	+0,0383	+0,0063	-0,0099	-0,0156	-0,0156								
5,4	+0,3620	+0,3261	+0,2476	+0,1651	+0,0944	+0,0432	+0,0104	-0,0075	-0,0146	-0,0154								
6	+0,3528	+0,3192	+0,2454	+0,1668	+0,0983	+0,0475	+0,0140	-0,0049	-0,0134	-0,0154								
9	+0,3190	+0,2934	+0,2357	+0,1709	+0,1108	+0,0630	+0,0284	+0,0053	-0,0070	-0,0127	-0,0137	-0,0123						
12	+0,2976	+0,2760	+0,2276	+0,1714	+0,1176	+0,0728	+0,0384	+0,0143	-0,0069	-0,0092	-0,0125	-0,0126						
18	+0,2684	+0,2523	+0,2151	+0,1698	+0,1243	+0,0842	+0,0516	+0,0266	+0,0088	-0,0022	-0,0083	-0,0111	-0,0116	-0,0140				
24	+0,2498	+0,2369	+0,2057	+0,1669	+0,1271	+0,0907	+0,0595	+0,0349	+0,0168	+0,0040	-0,0043	-0,0087	-0,0104	-0,0107				
30	+0,2362	+0,2252	+0,1983	+0,1641	+0,1282	+0,0946	+0,0652	+0,0412	+0,0226	+0,0090	-0,0003	-0,0060	-0,0090	-0,0102	-0,0099	-0,0089		
36	+0,2258	+0,2161	+0,1921	+0,1612	+0,1285	+0,0973	+0,0693	+0,0460	+0,0273	+0,0132	+0,0034	-0,0033	-0,0075	-0,0094	-0,0097	-0,0092	-0,0082	
42	+0,2172	+0,2085	+0,1869	+0,1588	+0,1284	+0,0989	+0,0726	+0,0499	+0,0313	+0,0169	+0,0064	-0,0010	-0,0057	-0,0082	-0,0093	-0,0093	-0,0085	
48	+0,2104	+0,2018	+0,1820	+0,1568	+0,1285	+0,1003	+0,0745	+0,0527	+0,0346	+0,0201	+0,0092	+0,0014	-0,0040	-0,0072	-0,0086	-0,0091	-0,0088	
54	+0,2042	+0,1958	+0,1763	+0,1541	+0,1275	+0,1011	+0,0767	+0,0535	+0,0374	+0,0222	+0,0115	+0,0044	-0,0023	-0,0064	-0,0080	-0,0089	-0,0088	
60	+0,1988	+0,1920	+0,1749	+0,1521	+0,1268	+0,1018	+0,0784	+0,0574	+0,0397	+0,0253	+0,0138	+0,0053	-0,0007	-0,0045	-0,0072	-0,0084	-0,0087	

Deze ordinaten Y der invloedstijl zijn berekend uit de waarden η der steunpuntmomenten volgens Die graphische Statik der Baukonstruktionen, 2^{te} Band, 2^{te} Abteilung, 2^{te} Auflage von Dr. Ing. H. F. B. Müller-Breslau Verlag von Alfred Kröner, Leipzig, 1925. Tabel II^e blz. 171 met de formules:

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= \frac{\eta_2 - 2\eta_1 + \eta_0}{l} + 1 \\ Y_{1-2} &= \frac{\eta_2 - 2\eta_{1-2} + \eta_{1-2}}{l} + 0,5 \\ Y_2 &= \frac{\eta_3 - 2\eta_2 + \eta_1}{l} \dots \text{enz.} \end{aligned} \right\} \text{blz. 173}$$

Railspanning, ballastdruk en gronddruk.

Tabel IV

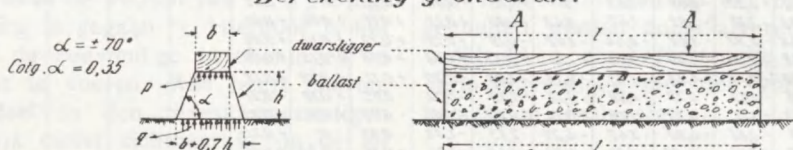
Berekening railspanning. [1]

 σ_0 = railspanning, berekend met behulp van invloedslijnen, voor rustende belasting en voor vertikaal-krachten alleen. σ_v = railspanning bij snelheid van V km/h = $z \sigma_0 (1 + a_1 + a_2) V$ = $z \sigma_0 (1 + aV)$, waarin a_1 = factor ten gevolge der snelheid alleen. a_2 = factor ten gevolge der aanwezigheid van tegengewichten in de drijfwielen. z = factor ten gevolge der horizontale krachten op de rails. $a = a_1 + a_2$.

Berekening ballastdruk.

 p = ballastdruk voor rustende en bewegende belasting = $\frac{A + C}{D}$, waarin A = oplegdruk berekend met behulp van invloedslijnen, C = ballastcoëfficiënt = 3 en D = last bepaald volgens tabel I.

Berekening gronddruk.

 q = gronddruk, berekend met inachtname van den ballastdruk p ; $q = p \frac{b}{b + 0.7h}$, waarin b = breedte van den dwarsligger in cm, h = ballasthoogte in cm.

	Factoren en span- ningen.	Locomotieven		Wagens		
		Stoomlocomotieven	Electrische loc'n	Truckwagens	N.G.O.W.	4
Volledige bereke- ning van de totale		Drijf-as van bestaan- de loc's of bij een lastenschema de as, die de grootste sta- tische railspan- ning veroorzaakt 2	Alle overige loc.-as- sen en tenderassen. 3	Alle assen	Alle assen	Alle assen
railspanning door	a_1	0,003	0,003	0,002	0,002	0,004 4
verticaal en hori-	a_2	0,0035	0,001 3			
zontaalkrachten	a	0,0065	0,004 3	0,002	0,002	0,004 4
tezamen ontstaan.	z	1,3	1,3	1,3	1,15	1,15
	σ_v	$\sigma_v = 1,3 \sigma_0 (1 + 0,0065V)$	$\sigma_v = 1,3 \sigma_0 (1 + 0,004V)$	$\sigma_v = 1,3 \sigma_0 (1 + 0,002V)$	$\sigma_v = 1,15 \sigma_0 (1 + 0,002V)$	$\sigma_v = 1,15 \sigma_0 (1 + 0,004V)$
	toe te laten (σ_v) _{max.}	$(\sigma_v)_{max.} = 2175 \text{ kg/cm}^2$				
Berekening van de railspanning door	σ_v	$\sigma_v = \sigma_0 (1 + 0,0065V)$	$\sigma_v = \sigma_0 (1 + 0,004V)$	$\sigma_v = \sigma_0 (1 + 0,002V)$	$\sigma_v = \sigma_0 (1 + 0,002V)$	$\sigma_v = \sigma_0 (1 + 0,004V)$
vertikaalkrachten alleen ontstaan.	toe te laten (σ_v) _{max.}	$(\sigma_v)_{max.} = \frac{2175}{z} = 1675 \text{ kg/cm}^2$			$(\sigma_v)_{max.} = \frac{2175}{z} = 1890 \text{ kg/cm}^2$	
Toe te laten ballastdruk(p) _{max.}		2,1 kg/cm ² 5			2,1 kg/cm ²	
Toe te laten grondruk(q) _{max.}		1,4 kg/cm ² 6				

[1] De invloed der snelheid en der horizontale krachten is in formule gebracht aan de hand van de resultaten, in Amerika na jarenlange proefnemingen op de baan verkregen, welke resultaten achtereenvolgens zijn gepubliceerd in 1918, 1920, 1922 en 1925 in de Transactions der American Society of Civil Engineers, de Proceedings der American Railroad Engineering Association en als Bulletin N^o 205, 224, 253 en 275 der laatstgenoemde Vereeniging.

Van de volgende verkregen resultaten is gebruik gemaakt:

I. De toename der railspanning van σ_0 tot σ_v is (ongeveer) recht evenredig met de snelheid.

II. De (zijdelingsche) horizontale krachten veroorzaken een railspanning, die een constant gedeelte is van de railspanning, veroorzaakt door de verticale krachten (factor z is dus constant voor alle snelheden).

III. De voor z , a_1 en a_2 verkregen getallen zijn in bovenstaande tabel te vinden en ook voor Ned.-Indië toepasselijk aangenomen.

[2] Aangenomen wordt, dat de ongunstigste werking ten gevolge van de tegengewichten bij de locomotiefwielen gelijktijdig optreedt.

[3] De factor a_2 wordt voor de drijf-as (bij een lastenschema de as, die de grootste statische railspanning veroorzaakt) gelijkgesteld aan 0,0035 en voor de kuppelassen gelijk aan 0,001.

Hoewel bij tenderassen geen tegengewichten aanwezig zijn, wordt ook bij deze assen de factor $a_2 = 0,001$ in rekening gebracht, teneinde rekening te houden met de bij deze assen optredende ongunstigste belastingsinvloeden.

Voor loopassen kan $a_2 = 0$ en $a = 0,003$ gesteld worden.

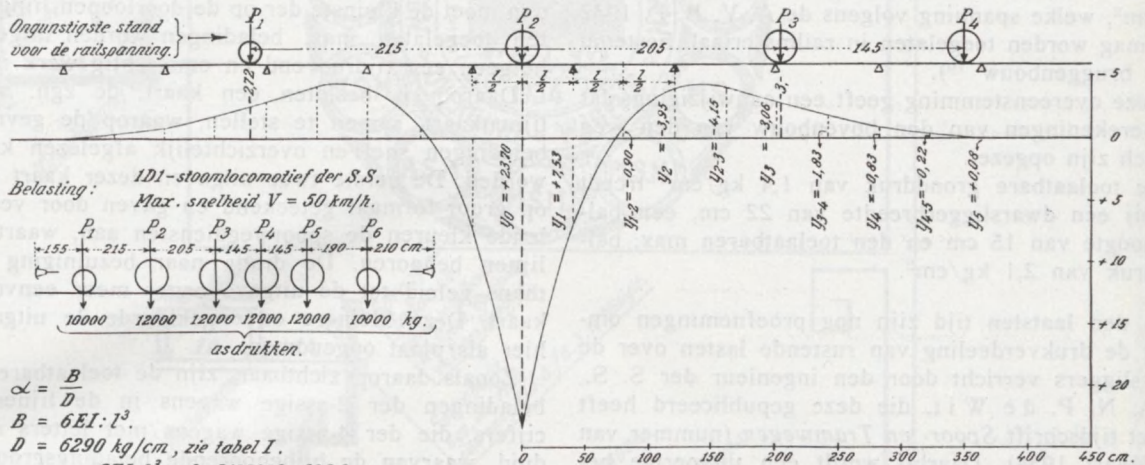
[4] In Amerika zijn alleen waarnemingen met 4-assige truck-wagens verricht. In de N.G.O.W. is daarom een factor $a = 0,004$ en niet $a = 0,002$ aangenomen, omdat in Ned. Indië ook 2-assige wagens voorkomen, welke meestal ongunstiger railspanningen veroorzaken.

[5] Deze max. toe te laten ballastdruk treedt op in den bovenbouw der S.S. met rail 2 bij max. dwarsliggerafstand 90 cm en onder belasting van de 1F1 loc. der S.S.

[6] Deze max. toe te laten gronddruk treedt op bij een max. toe te laten ballastdruk van 2,1 kg/cm² met een ballasthoogte van 15 cm.

Involedslijn voor het moment M midden tusschen twee dwarsliggers
 voor rail 2 der S.S. met een gewicht van $25,75 \text{ kg/m}$, $I=538,3 \text{ cm}^4$, $W=97,4 \text{ cm}^3$,
 op houten dwarsliggers $200 \times 22 \times 12 \text{ cm}$, op afstanden hart op hart $l=81 \text{ cm}$.
 $D=6290 \text{ kg/cm}$.

Figuur 1.



$$\alpha = \frac{B}{D}$$

$$B = 6EI \cdot l^3$$

$$D = 6290 \text{ kg/cm, zie tabel I.}$$

$$\text{dus } \alpha = \frac{6EI \cdot l^3}{6290} = \frac{6 \times 2100000 \times 538,3}{81^3 \times 6290} = 2,03.$$

De ordinaten y_0 t.m. y_5 zijn (door interpolatie) genomen uit tabel II en daarna vermenigvuldigd met $\frac{81}{100} = 0,81$

Na vermenigvuldiging vindt men:

$$\begin{aligned} y_0 &= +23,70 & y_3 &= -3,06 \\ y_1 &= +7,53 & y_{3-4} &= -1,83 \\ y_{1-2} &= -0,90 & y_4 &= -0,83 \\ y_2 &= -3,95 & y_{4-5} &= -0,22 \\ y_{2-3} &= -4,15 & y_5 &= +0,08 \end{aligned}$$

Berekening van de railspanning.

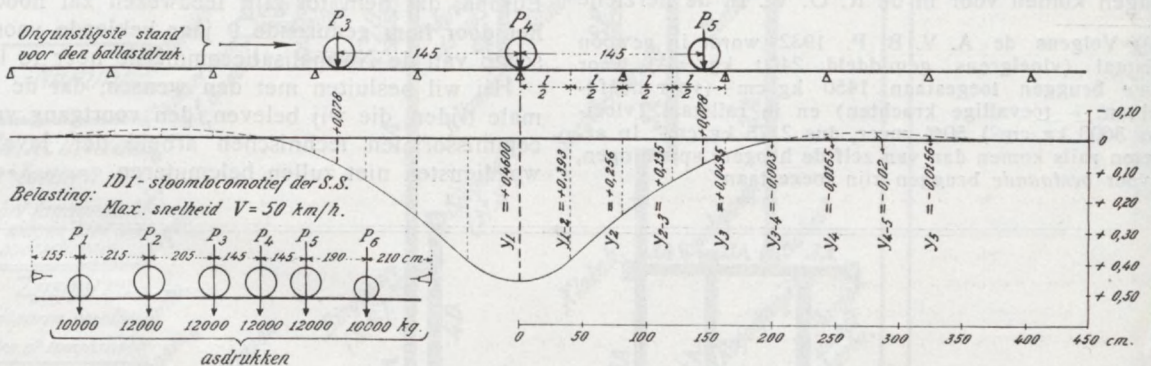
$$\begin{aligned} \text{Het max. moment bij snelheid } V = 50 \text{ km/h} &= \\ M &= 1,3 \{ P_2 \times 23,70 / (1 + 0,065 \times 50) - (P_1 \times 2,72 + P_3 \times 3 / (1 + 0,004 \times 50)) \} \\ &= (6000 \times 23,70 \times 1,7225) - (5000 \times 2,72 + 6000 \times 3) / 1,56 \\ &= 195644 \text{ kg cm.} \end{aligned}$$

$$\sigma_V = \frac{M}{W} = \frac{195644}{97,4} = 2009 \text{ kg/cm}^2.$$

Involedslijn voor den opleggedruk A

Figuur 2.

voor rail 2 der S.S. met een gewicht van $25,75 \text{ kg/m}$, $I=538,3 \text{ cm}^4$, $W=97,4 \text{ cm}^3$,
 op houten dwarsliggers $200 \times 22 \times 12 \text{ cm}$, op afstanden hart op hart $l=81 \text{ cm}$.
 $D=6290 \text{ kg/cm}$.



$$\alpha = \frac{B}{D}$$

$$B = 6EI \cdot l^3$$

$$D = 6290 \text{ kg/cm, zie tabel I.}$$

$$\text{dus } \alpha = \frac{6EI \cdot l^3}{6290} = \frac{6 \times 2100000 \times 538,3}{81^3 \times 6290} = 2,03.$$

De ordinaten y_0 t.m. y_5 zijn (door interpolatie) genomen uit tabel III en hebben de grootte:

$$\begin{aligned} y_1 &= +0,460 & y_{3-4} &= -0,003 \\ y_{1-2} &= +0,393 & y_4 &= -0,0165 \\ y_2 &= +0,256 & y_{4-5} &= -0,02 \\ y_{2-3} &= +0,135 & y_5 &= -0,0156 \\ y_3 &= +0,0495 \end{aligned}$$

Berekening van den ballastdruk.

De uitgeoefende opleggedruk is

$$\begin{aligned} A &= (P_3 \times 0,078 + P_4 \times 0,460 + P_5 \times 0,078) \\ &= 6000 (0,156 + 0,460) \\ &= 3696 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\text{De ballastdruk per cm}^2 \rho = \frac{A \times C}{D},$$

waarin $C = 3 \text{ kg/cm}^3$, dus

$$\rho = \frac{3696 \times 3}{6290} = 1,76 \text{ kg/cm}^2.$$

thode, van gevallen uit de praktijk (locomotiefbelastingen), welke duidelijk zichtbaar waren als grenzen van toe te laten belastingen. Zoodoende werd voor den toelaatbaren max. ballastdruk verkregen $2,1 \text{ kg/cm}^2$ en voor de toelaatbare max. railspanning 2175 kg/cm^2 , welke spanning volgens de A. V. B. P. 1932 ook mag worden toegelaten in railmateriaal, bestemd voor bruggenbouw ¹⁰⁾.

Deze overeenstemming geeft een aanwijzing, dat de berekeningen van den bovenbouw van den weg logisch zijn opgezet.

De toelaatbare gronddruk van $1,4 \text{ kg/cm}^2$ treedt op bij een dwarsliggerbreedte van 22 cm, een ballasthoogte van 15 cm en den toelaatbaren max. ballastdruk van $2,1 \text{ kg/cm}^2$.

In den laatsten tijd zijn nog proefnemingen omtrent de drukverdeling van rustende lasten over de dwarsliggers verricht door den ingenieur der S. S., ir. A. N. P. de Wit, die deze gepubliceerd heeft in het tijdschrift *Spoor- en Tramwegen* (nummer van 27 Maart 1934). Daarbij wordt een uitvoerige beschouwing gegeven van de hier geschetste methode van berekening van den bovenbouw van den weg en wel speciaal ter vergelijking met de methode van berekening, gevolgd door de Nederlandsche Spoorwegen, zooals deze is ontworpen door ir. Ch. H. J. Driessen. Daarbij wordt nagegaan, waarom aan de Ned.-Indische methode de voorkeur wordt gegeven.

De wagen-lijnenkaart.

Ten slotte was het noodzakelijk de bereikte resultaten op het gebied van den overgang van wagens op de Java-lijnen, voor zoover noodig aan het personeel in den buitendienst op eenvoudige wijze duidelijk te maken. De voor dit personeel noodige bepalingen komen voor in de R. O. W. In de herziene

10) Volgens de A. V. B. P. 1932 wordt in gewoon vloeistaal (vloei-grens gemiddeld 2400 kg/cm^2) voor nieuwe bruggen toegestaan 1450 kg/cm^2 (voor hoofdkrachten + toevallige krachten) en in railstaal (vloei-grens 3600 kg/cm^2) 50% meer, dus 2175 kg/cm^2 . In afgesleten rails komen dan van zelf de hogere spanningen, die voor bestaande bruggen zijn toegestaan.

uitgave van 1930 zijn echter de toelaatbare max. wagenbelastingen op de diverse lijnen weggelaten, daar de wijze van aangeven dezer belastingen in boekvorm onpraktisch is.

Wil men b.v. over een lang traject niet overladen, dan moet de kleinste der op de doorloopen lijngedeelten toegelaten max. belastingen worden uitgezocht, hetgeen een tijdroovend en omslachtig werk is.

Daarom is besloten een kaart, de zgn. wagen-lijnenkaart, samen te stellen, waarop de gevraagde belastingen snel en overzichtelijk afgelezen kunnen worden. De eerste twee uitgaven dezer kaart waren op groot formaat geteekend en gaven door verschillende kleuren de spoorwegdiensten aan, waartoe de lijnen behooren. De drang naar bezuiniging heeft thans geleid tot de uitgave eener meer eenvoudige kaart. Deze kleinere en ongekleurde 3e uitgave is hier als plaat opgenomen.

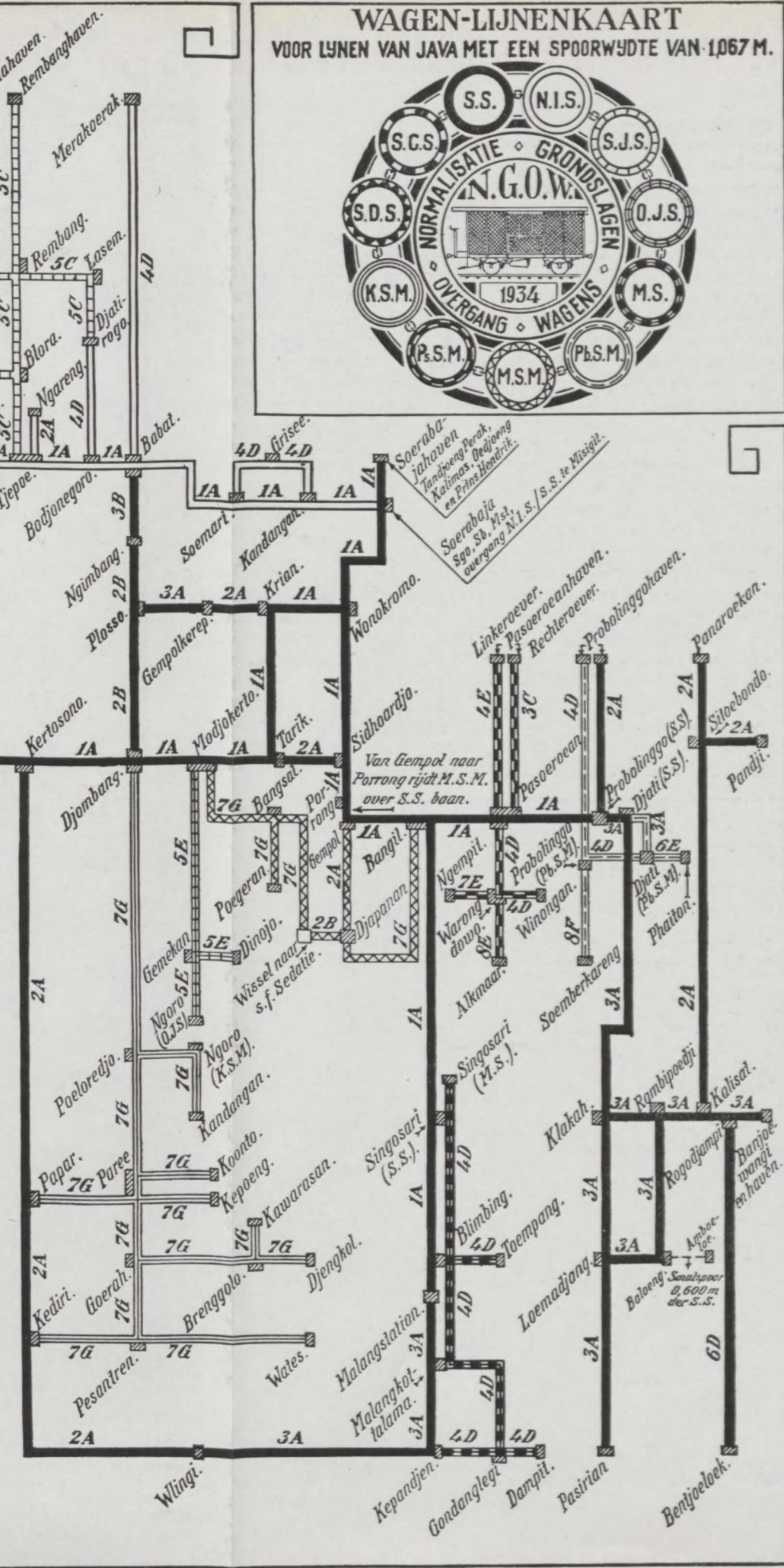
Zooals daarop zichtbaar, zijn de toelaatbare max. belastingen der 2-assige wagens in de lijnen met cijfers, die der 4-assige wagens met letters aangeduid, waarvan de bijbehorende beladingsgrootte in de tabel links onderaan direct afleesbaar is. De verklaringen zijn in Nederlandschen en Maleischen tekst geschreven.

Het embleem in den rechter bovenhoek, dat de elf spoorwegdiensten aangeeft, die zich tot toepassing van de N. G. O. W. hebben verbonden, is geteekend met de bedoeling daarmede te verklaren tot welke diensten de op de kaart aangegeven lijnen behooren.

Schrijver dezes hoopt met het voorgaande een voldoende duidelijk overzicht te hebben gegeven van den tot stand gebrachten arbeid. Hij waardeert het de tweede uitgave der N. G. O. W. nog te hebben kunnen verzorgen vóór zijn aanstaand vertrek naar Europa, dat hem tot zijn leedwezen zal noodzaken het door hem gedurende 9 jaar bekleede voorzitterschap van de Normalisatiecommissie neer te leggen.

Hij wil besluiten met den wensch, dat de abnormale tijden, die wij beleven, den voortgang van den commissorialen technischen arbeid der Java-spoorwegdiensten niet zullen belemmeren.

The logo of the Nederlandse Genealogische Vereniging (N.G.O.V.) is a circular emblem. At the center is a detailed illustration of a windmill. Above the windmill, the text "N.G.O.V." is prominently displayed. Below the windmill, the year "1934" is inscribed. The central circle is surrounded by a ring containing the words "NORMALISATIE", "GRONDSLAGEN", "OVERGANG", and "WAGENS" in a circular arrangement. Surrounding this central ring are twelve smaller circles, each containing an acronym: S.S., N.I.S., S.J.S., O.J.S., M.S., Pb.S.M., M.S.M., R.S.M., K.S.M., S.D.S., S.C.S., and S.S. The entire emblem is set against a dark background.

[illegible]

Brug over de Lae Renoen in de 5e Sectie van den Dairiweg, Afdeeling Tapanoeli ¹⁾

door

NIELS THIELE c.i.,

leider van het Ingenieursbureau Niels Thiele te Medan.

Nagegaan wordt welke overwegingen tot de keuze van de constructie hebben geleid. Van de constructie en uitvoering der brug wordt een algemeene en tot in enkele details gaande beschrijving gegeven.

Inleiding.

Over het diep ingesneden ravijn van de Lae Renoen moest een brug voor den in aanleg zijnden Dairiweg komen, waartoe in 1932 een onderhandsche aanbesteding met geheel vrije keuze van het ontwerp door den Directeur der B. O. W. werd gehouden. Bij de inschrijving is het schrijver dezes gelukt met een, zoover mij bekend nog niet in Nederlandsch-Indië toegepaste constructie in gewapend beton de zege te behalen, en gaarne voldoe ik hiermede aan de uitnoodiging om het een en ander omtrent deze constructie aan de lezers van dit blad bekend te maken.

De keuze van het constructie-systeem.

Het ravijn bestaat uit een diep in de vaste rots ingesneden geul met geheel loodrechte zijden, waarboven, tot brugdek-hoogte, ca. 20 m hooge taluds onder een helling van ca 1 : 1 hoofdzakelijk bestaande uit gebroken padas, opgevuld met grond.

Volgens de verstrekte gegevens kon de vaste rots met 4 kg/cm² en de gebroken padas met 2 kg/cm² worden belast en het lag dus voor de hand het diepe gedeelte te overspannen met een op de vaste rots gefundeerde boogconstructie en de taluds te dekken door balkconstructies met kleinere overspanningen, die niet zoo zware eischen aan de fundeering stellen. Wegens de groote hoogte waren uiteraard gewapend-betonjukken aangewezen als ondersteuning van de balkbruggen met uitzondering van de landhoofden, die, wanneer ze op de gebroken padas werden gefundeerd, vrij kleine afmetingen konden krijgen en daarom voordeliger in metselwerk van de in overvloed beschikbare padassteen konden worden uitgevoerd.

De hoofdvorm van de constructie — twee boogdragers van 40 m overspanning met bovenliggende, aan weerszijden met twee balkbruggen verlengde, rijbaan — was dus vrij spoedig bepaald; doch bogen van deze afmeting, die zoowel momenten als normaalspanningen moeten opnemen, worden zeer zwaar en waar het voor de zijvakken het gemakkelijkste leek een constructie met twee tevens als leuning dienstdoende hoofdbalken te kiezen, kwam de gedachte op, om deze balken ook over de middenoverspanning door te laten lopen en ze voor het opnemen van de momenten te gebruiken, terwijl aan

de bogen slechts het opnemen van normaalspanningen werd toegewezen. Deze constructie — in hoofdzaak niets anders dan een op zijn kop gestelde hangbrug met verstijvingsligger — bleek bij een voorlopige berekening een zeer harmonische materiaalverdeling te geven, waardoor ten volle van de eigenschappen van het materiaal gewapend beton profijt kon worden getrokken en m.i. toch ook aan den in de laatste jaren terecht zooveel naar voren gekomen eisch van schoonheid in brug-constructie kon worden voldaan.

Beschrijving en berekening der constructie.

Aangezien aardbevingen niet uitgesloten kunnen worden geacht, is de brug uitwendig statisch bepaald gemaakt door het inleggen van het noodige aantal scharnierpunten — zie fig. 1 — zoodat kleine bewegingen in de fundamenteen geen noemenswaardigen invloed op de materiaalspanningen zullen hebben.

De voorgeschreven belasting was:

- 1) voor rijvloer en overspanningen beneden 15 m een stelsel van 3 assen à 6 ton waarvan één bijwijze van schoktoelage vermeerderd met 50%, asafstand 3,1 m en wielafstand 1,6 m, en verder 400 kg/m² buiten het een oppervlak van 12 × 2,5 m beslaande as-stelsel.
- 2) voor de draagconstructie van het middenvak: 400 kg/m² van het brugdek.
- 3) winddruk van 100 kg/m².

De afmetingen van de brug zijn in fig. 1 aangegeven. De bovengenoemde gebroken padas bleek eenszins aan de verwachtingen te voldoen, zoodat besloten werd deze geheel te verwijderen en de landhoofden en tusschenjukken direct op den vasten rotsbodem te plaatsen. De teekening is bijgewerkt in overeenstemming met de uitvoering.

De constructie van den rijvloer, die over de geheele lengte van de brug dezelfde is, geeft geen aanleiding tot bespreking.

Voor de balken in de zijvakken geldt hetzelfde, alleen de constructie van het scharnier in het tweede vak leverde eenige moeilijkheid, omdat het niet mogelijk bleek de schuifspanning in de half uitgesneden balken beneden 12 kg/cm² te houden.

De constructie van het scharnier is aangegeven in fig. 2 A, de reactie van het zwevend vak is 19900 kg, de schuifspanning in het beton zou dus worden:

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{19900}{\frac{1}{2} \cdot 145 \cdot 25} = 16,5 \text{ kg/cm}^2$$

¹⁾ Over de excursie naar deze brug, door den Kring Medan van het Kon. Inst. v. Ing. gehouden, is reeds een en ander medegedeeld in het jaarverslag van genoemden Kring, dat is opgenomen in het Februari-nummer van dit tijdschrift (Algemeen gedeelte, blz. 1, 13 en 14).

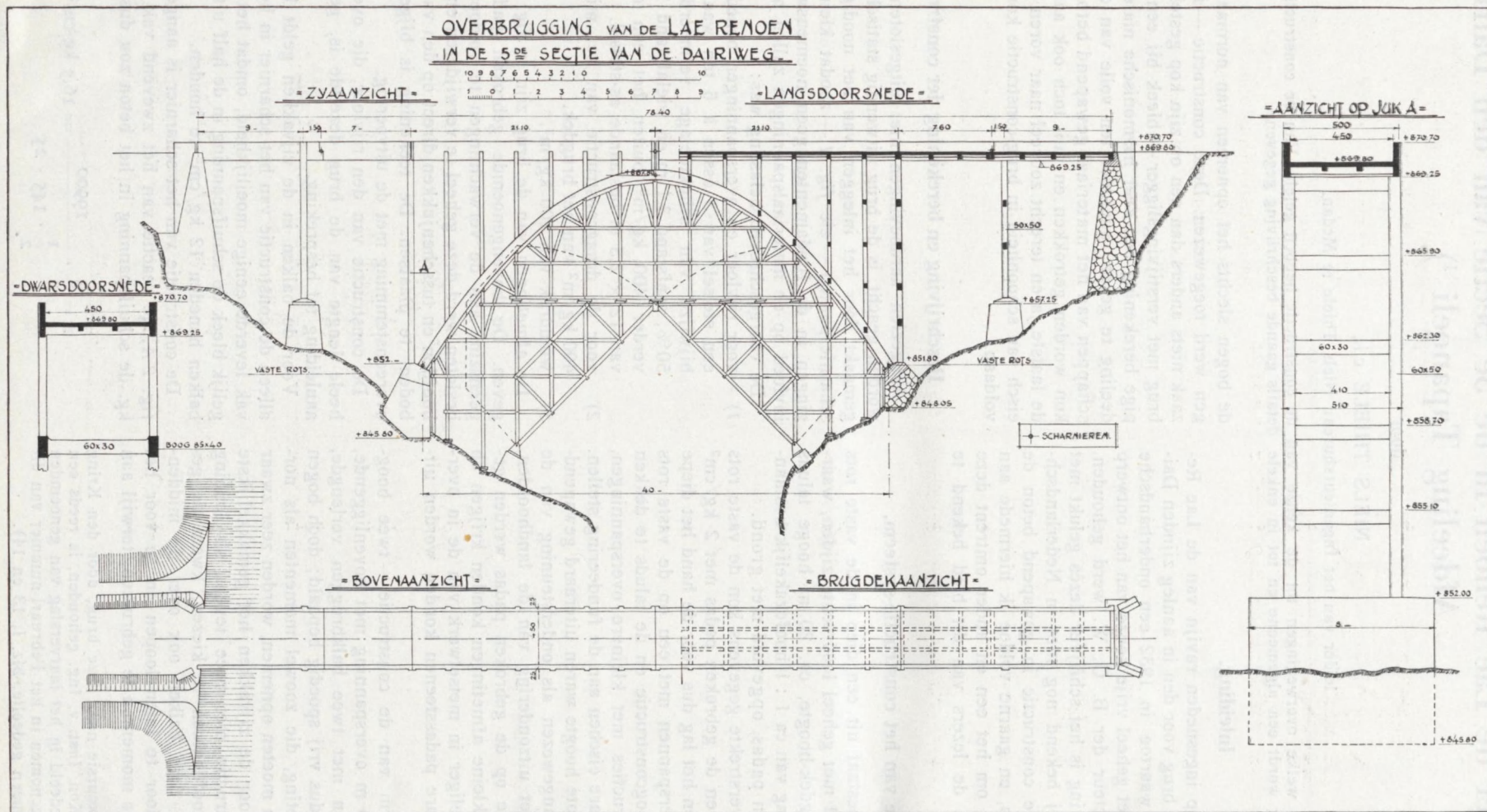


Fig. 1. Overzicht der constructie.

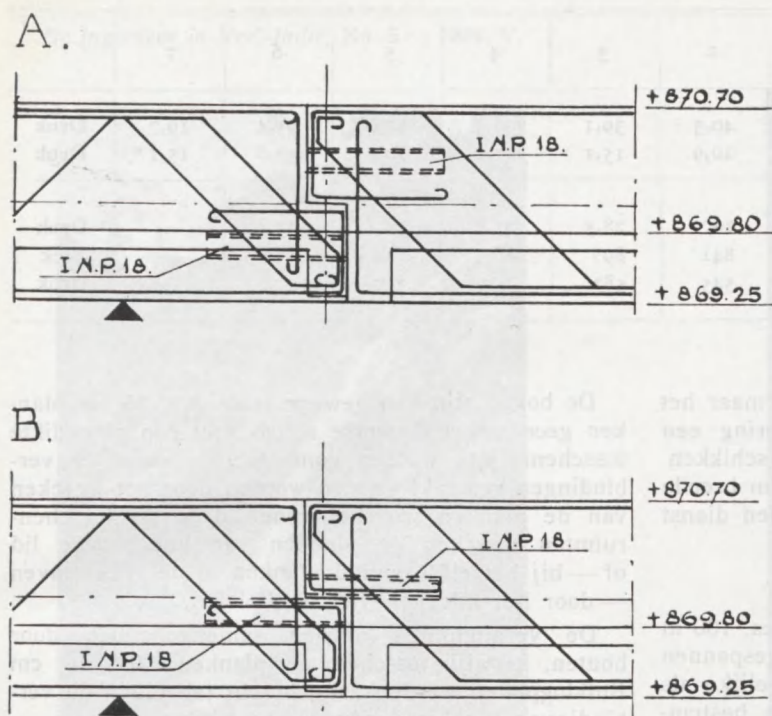


Fig. 2. Balkscharnieren.

terwijl er vrijwel geen mogelijkheid bestond de betonafmetingen te vergrooten. De moeilijkheid is overwonnen door het inleggen van de twee korte NP balken No. 18, die alleen in staat zijn de kracht over te brengen.

Achteraf beschouwd ware het juister geweest de balken te plaatsen als in fig. 2 B, dus zoodanig, dat ze direct op elkaar rusten; daardoor zouden ze meer rechtstreeks de hun toegewezen functie kunnen uitoefenen.

Het middenvak is, zooals reeds vermeld, in wezen niets anders dan een omgekeerde hangbrug met een, in 't midden van een scharnier voorzienen, verstijvingsbalk; de berekening mag als voldoende bekend worden aangenomen. Daarbij moet echter een van de vormveranderingen afhankelijke correctie worden ingevoerd, omdat de boog uiteraard eenige stijfheid heeft en dus noodzakelijk een gedeelte van de momenten moet opnemen. Het inleggen van scharnieren in de slappe boog lijkt op het eerste gezicht wel overbodig, doch door de drukstaven is de boog vast verbonden met den verstijvingsbalk, zoodat het „slap zijn” slechts betrekkelijk is en alleen de verhouding weergeeft tot den veel stijveren balk. Het topscharnier is een zoogenaamd veerscharnier waarvan de constructie is aangegeven in fig. 3, terwijl de twee geboortescharnieren, welke een druk van 152 ton moeten opnemen, in gietstaal zijn uitgevoerd.

Aangezien de parabool krachtpolygoon is voor gelijkmatige belasting,

zijn alle momenten zooals bekend 0 en is de balk dus spanningloos voor eigen gewicht en totaalbelasting, terwijl voor elk punt afzonderlijk de door een gelijkmatig verdeelde mobiele belasting veroorzaakte positieve en negatieve momenten dezelfde maximale waarde kunnen bereiken; als gevolg hiervan zijn onder- en bovenwapening in den balk gelijk. Zonder verder de details van de berekening te bespreken, zullen alleen de maximale en minimale betonspanningen in de boog en de maximale materiaalspanningen in den balk worden aangegeven (zie tabel op blz. 38). Punt 7 is het topscharnier, afstand van punt tot punt is 3 m.

In afwijking van het normale geval bij gewapend-betonbruggen, waar de zijdelingsche stijfheid meestal zoo groot is, dat een nadere berekening achterwege kan blijven, kon hier, wegens de scharnieren, niet op de stijfheid van het brugdek worden vertrouwd. De noodige weerstand tegen winddruk is daarom in de jukken en draagkolommen gevonden door de stijlen twee en twee met zware dwars-

steunbalken te verbinden en ieder paar met bijhorende dwarsbalken als een loodrechte staande Viendeelligger te beschouwen.

De geheele bovenconstructie — met de jukken — bevat 256 m³ gewapend-beton, waarin rond 42 ton wapeningsijzer zijn verwerkt.

De uitvoering der brug.

Het maken van een plan voor de uitvoering werd geheel beheerscht door drie problemen:

- 1) het transport van materialen over het ravijn,
- 2) het steigerwerk voor de boogbekistingen en
- 3) de totale afwezigheid van een ook maar eenigszins bruikbaar werkterrein.

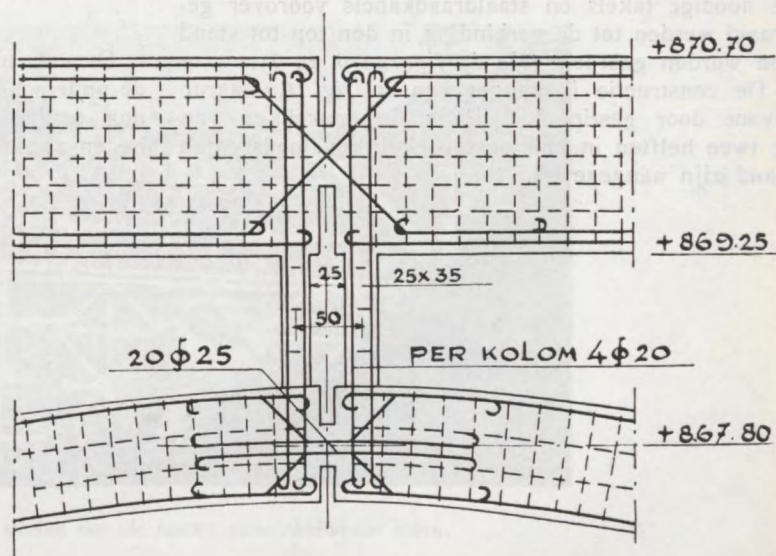


Fig. 3. Het topscharnier.

Punt		0	1	2	3	4	5	6	7	
Boog	$\sigma_{b\max.}$	38,1	36,0	40,3	39,1	36,5	32,0	25,4	19,7	Druk
	$\sigma_{b\min.}$	30 *)	28,5 *)	20,9	15,1	11,1	10,0	12,6	15,1 *)	Druk
Balk	$\sigma_{b\max.}$	—	18,4	26,7	28,5	27,4	24,4	13,4	—	Druk
	$\sigma_{y\max.}$	—	655	841	897	865	834	470	—	Trek
	$\sigma_{y\min.}$	—	240	545	582	560	317	172	—	Druk

*) Voor onbelaste brug.

De twee eerste konden opgelost worden, maar het derde bleef gedurende de geheele uitvoering een moeilijkheid, waarin men zich maar had te schikken. Het eenig beschikbare terrein bleef de 5 m breede weg, die tevens voor aanvoer van materialen dienst moest doen.

1) Het transport der materialen.

Voor transport van materialen werd een ca. 100 m lange kabelkraan dwars over het ravijn gespannen en daarmee zijn letterlijk alle zoowel tijdelijke als permanente materialen naar de plaats van bestemming vervoerd moeten worden. De kabelkraan moest uiteraard uit te Medan verkrijgbare onderdelen samengesteld worden en kon daarom niet zoo zwaar geconstrueerd worden als gewenscht, maar heeft niettemin zeer goede diensten gedaan, al was de capaciteit niet voldoende om het werk op zoo veel plaatsen tegelijk aan te pakken, als wel gewenscht was.

2) Steigerwerk en bekistingen.

Het steigerwerk voor de boogbekistingen, waarvoor in de diepe geul geen directe steun mogelijk was, werd over een afstand van 24 m gedragen door twee in hout geconstrueerde drie-scharnier bogen. Elk van de bogen was samengesteld uit twee trapeziumvormige helften, die — in loodrechten stand gebouwd — met behulp van een paar handlieren en de noodige takels en staaldraadkabels voorover gedraaid werden tot de verbinding in den top tot stand kon worden gebracht (zie de figuren 6 en 7).

De constructie is aangegeven in fig. 1, waarop tevens door gestippelde lijnen de omtrekken van de twee helften in hun oorspronkelijken loodrechten stand zijn aangegeven.

De bogen zijn van gewone ruwe 5×25 cm planken geconstrueerd, welke steeds met een plankdikte tusschenruimte werden gemonteerd, zoodat de verbindingen gemaakt konden worden door het insteken van de planken van het eene lid in de tusschenruimten tusschen de planken van het tweede lid of — bij hetzelfde aantal planken in de twee staven — door het inleggen van laschplaten.

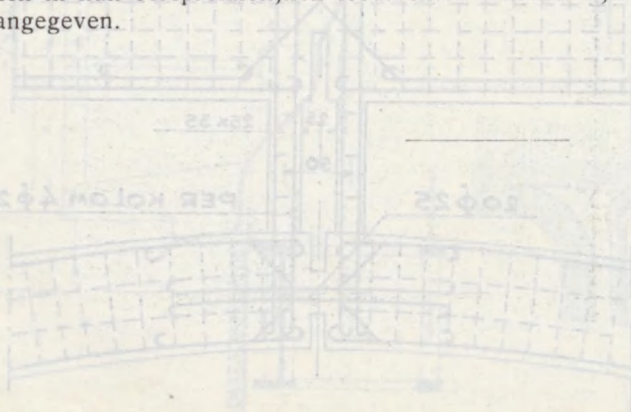
De verbindingen werden samengehouden door bouten, terwijl tusschen de planken 10×10 cm Bulldogplaten werden aangebracht ten einde de verbindingen zoo betrouwbaar mogelijk te maken.

De stelling is berekend op het volle eigengewicht van de brug, 4 ton/m per boog, hetwelk wel zeer aan den veiligen kant is, omdat de gewapend-betonbogen vóór het storten van het brugdek reeds voldoende verhard waren om het gewicht te dragen; men had anders echter zeer zorgvuldig voor een voortdurend gelijkmatige belasting gedurende het storten van het brugdek moeten waken, terwijl dit thans wegens de sterke stelling niet al te angstvallig behoefde te geschieden.

Ten einde de zeer hoge — ca. 17 m — stelling te ontgaan, is ook voor het tweede vak van de balkbruggen gebruik gemaakt van twee uit planken geconstrueerde hulpliggers als ondersteuning voor de bekisting.

De foto's.

Over de uitvoering valt verder niet veel te zeggen; de onderschriften der foto's (figuren 4 t/m 9) geven nog eenige bijzonderheden. Onvoorziene moeilijkheden zijn niet voorgekomen.



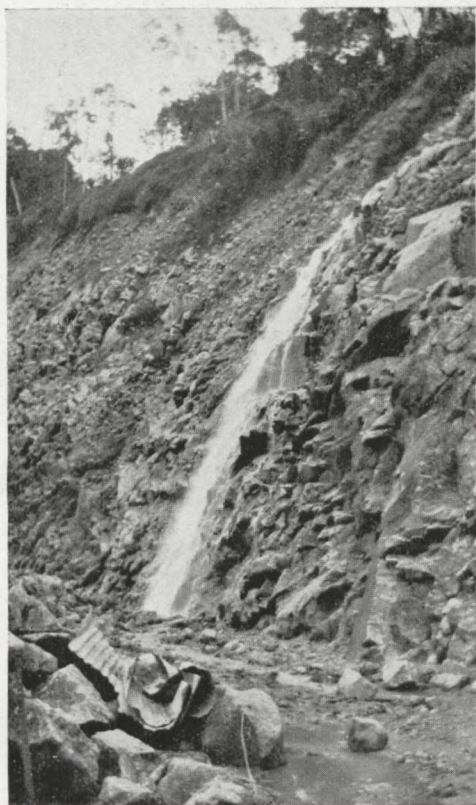


Fig. 4. Als gevolg van een doorbraak verscheen op zekeren dag een waterval langs het boventalud van den weg. De waterval werd eerst met leede oogen aangezien, doch heeft met een weinig hulp zeer goede diensten gedaan, door vrijwel de geheele ontgraving aan den rechteroever te verrichten.

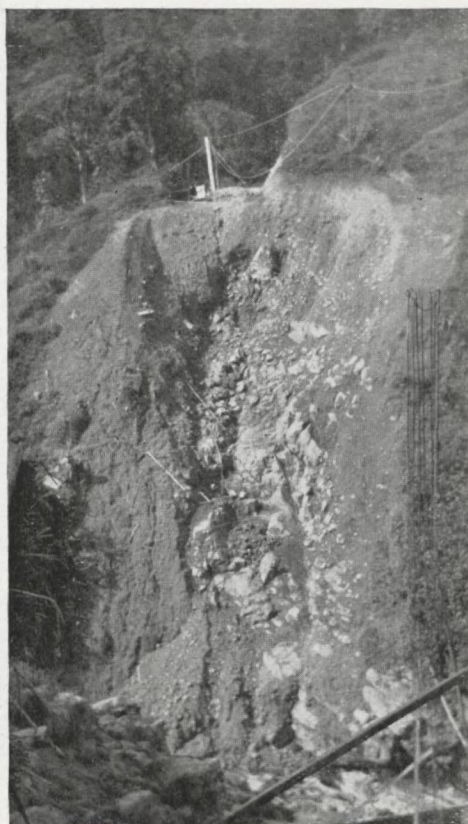


Fig. 5. Met behulp van het door den waterval geleverde drukwater is ook de grond van den linkeroever weggespoeld.



Fig. 8. Het storten van de laatste twee vakken der bogen.



Fig. 6. De beide helften van de boogstelling half uitgedraaid.



Fig. 7. De beide helften van de boogstelling gesloten.

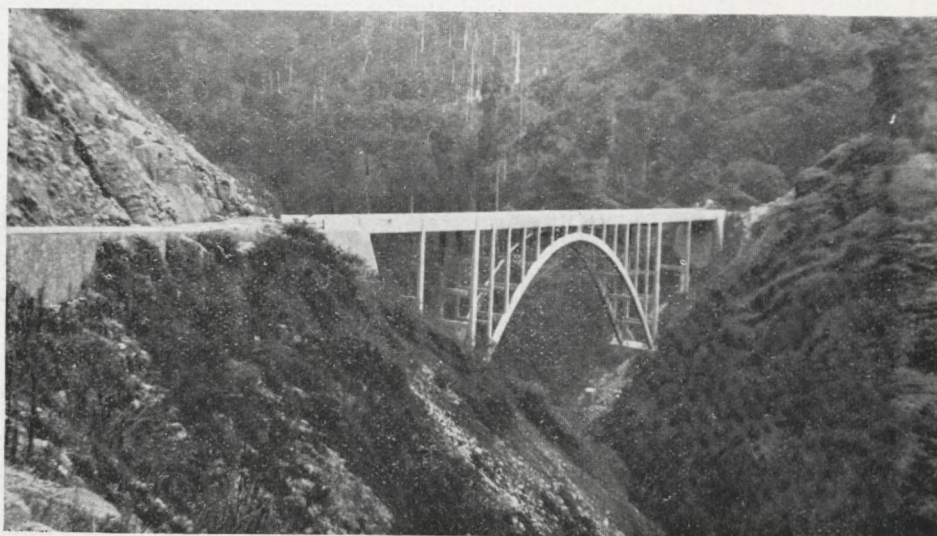


Fig. 9. De voltooide brug.

VI. WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Bouw van een laagreservoir te Pangkalan Brandan, door ir. G. E. Bekkering. — *Varia*: Ontwerp en constructie van gewalste aarden dammen. — *Ingezonden*: „De snelheidscoëfficiënt in de formules van Bazin, Strickler en Ganguillet en Kutter”. — *Korte Berichten*: Ruwheidscoëfficiënten voor Durit-buizen.

✓ Bouw van een laagreservoir te Pangkalan Brandan
(Oostkust van Sumatra)

door

ir. G. E. BEKKERING,

ingenieur van den Localen Waterstaat te Pematang Siantar.

Eén der belangrijkste bevolkingscentra ter Oostkust van Sumatra is wel de plaats Pangkalan Brandan.

Voornamelijk als centrum der B. P. M.-belangen vinden ± 300 Europeanen, ± 4000 Inlanders en ± 3000 Chineez en Vreemde Oosterlingen er een middel van bestaan ¹⁾.

In deze plaats is thans een waterleiding in aanleg.

Zoodra deze gereed zal zijn en in gebruik zal zijn genomen, hoopt steller dez es een algemeene beschrijving van de inrichting en exploitatie van het bedrijf te kunnen geven. Thans zal slechts een onderdeel der verrichte en nog te verrichten werkzaamheden worden besproken.

De waterleiding zal haar water ontleenen aan een artesische put. Het was daarbij noodzakelijk naast de in het vorig jaar voltooide artesische put een zeer laag gelegen reservoir te plaatsen.

Om de waterstand in dit reservoir niet te veel te doen wisselen, was bij een zekeren gewenschten inhoud een groot oppervlak van den waterspiegel in het reservoir noodig.

Voorts moest worden zorggedragen, dat bij leeg reservoir en hoog grondwater (bij grooten regenval staat de geheele omgeving blank) dit reservoir niet ging opdrijven.

Een en ander leidde tot een eenigszins lensvormige constructie als in fig. 1a geschetst.

Ter wille van bedrijfszekerheid (schoonmaken, etc.) werd echter besloten de inhoud over 2 reservoirs te verdeelen met als resultaat twee reservoirs van den vorm als in fig. 1b weergegeven; elk van $\pm 100 \text{ m}^3$ inhoud tusschen de peilen AA en BB.

De inmiddels om zich heen grijpende „malaise” drong de „Directie” echter het plan te besnoeien en slechts, althans voorloopig, één reservoir te bouwen.

Een onderhandsche aanbesteding werd gehouden, waarbij de inschrijver geheel vrij werd gelaten om

eventueel een anderen reservoirvorm voor te staan, mits werd voldaan aan de eisch van een zekeren inhoud tusschen twee bepaalde peilen, waartusschen de oppervlakte van den waterspiegel niet meer dan 50%, en dan nog slechts continu, mocht veranderen.

Fig. 1a



Fig. 1 b

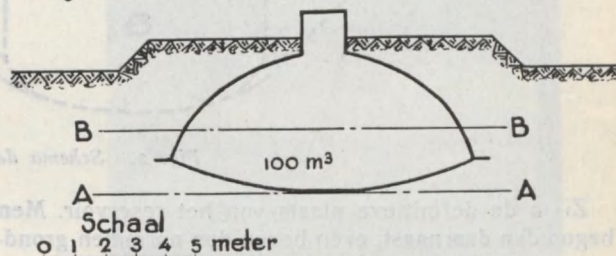


Fig. 1 c

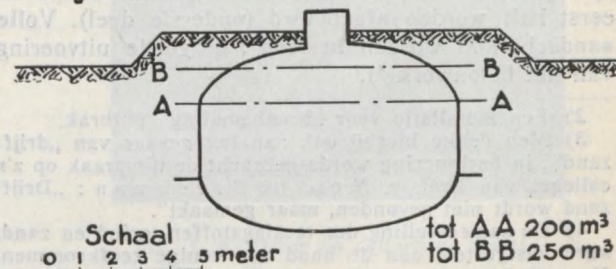


Fig. 1. Verschillende reservoirvormen.

1) totale bevolking.

Verder werd den inschrijvers toen reeds in overweging gegeven de hierna besproken wijze van uitvoering te volgen; eisch was dit echter niet.

Als laagste inschrijver kwam te voorschijn de heer Niels Thiele, aannemer en uitvoerder van betonwerken te Medan.

Deze aannemer had van de geboden vrijheid gebruik gemaakt om met een eenigszins gewijzigd ontwerp voor den dag te komen, geschetst in fig. 1 c.

Deze vorm bood o.m. het voordeel van het geleidelijk overgaan van druk- in trekspanningen (nabij de ring van fig. 1b is inderdaad een vrij scherpe overgang) en werd dan ook voor uitvoering aanvaard.

Door de Directie was, zooals vermeld, een zekere wijze van uitvoering in overweging gegeven, welke werkwijze door den aannemer geheel is gevolgd.

De bouwgrond ter plaatse bestond uit een ongeveer 1 à 1½ meter dikke laag niet zeer vaste klei en daaronder een mengsel van zand en klei. Grondboringen hadden dit uitgewezen. De grondwaterstand was normaal ± 1 meter onder maaiveld.

In verband met de vrij diepe en groote ontgraving was, vooral met het oog op de zand-kleilaag, een niet onbelangrijk waterbezwaar te verwachten. Ook zou, om de taluds in stand te houden gedurende de betrekkelijk lange periode van stellen van de bekisting en wapening, van storten en gedeeltelijk verharden, bij de voorgestelde wijze van „open bemaling” ²⁾ het maken van een damwand ongetwijfeld noodig zijn geweest, om niet in al te groot grondverzet te vervallen ³⁾. Daarom werd de volgende werkwijze gevolgd, toegelicht in fig. 2.

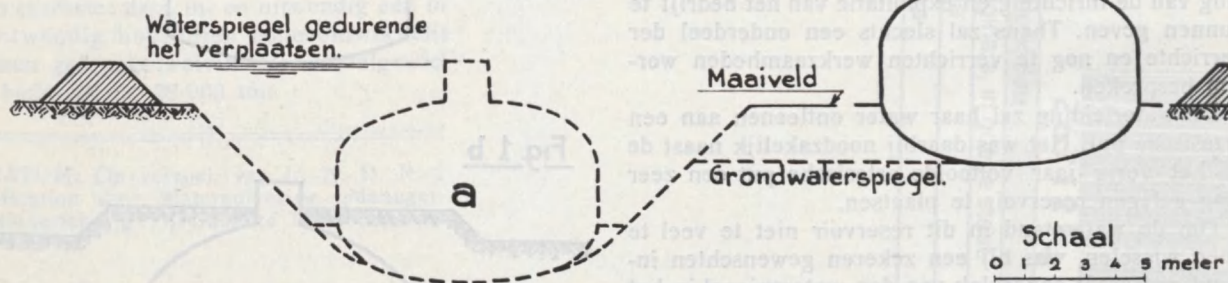


Fig. 2. Schema der werkzaamheden.

Zij a de definitieve plaats van het reservoir. Men begon dan daarnaast, even boven den normalen grondwaterstand (of daaromtrent) het reservoir te bouwen. Dit gebeurde geheel in den droge zonder eenige „pompzorgen”. Daarbij kon het reservoir desnoods eerst half worden afgebouwd (onderste deel). Volle aandacht kon worden besteed aan goede uitvoering van het betonwerk ⁴⁾.

2) Een installatie voor „bronbemaling” ontbrak.

3) Men denke hierbij ook aan het gevaar van „drijfzand”; in herinnering worde gebracht de uitspraak op z'n colleges van Prof. v. Mourik Broekman: „Drijfzand wordt niet gevonden, maar gemaakt”.

4) De samenstelling der toeslagstoffen, grind en zand, werd vastgesteld aan de hand van eenige zeefkrommen. Men zie hiervoor o.a. Graf, „Der Aufbau des Mörtels und des Betons” (Springer, Berlin).

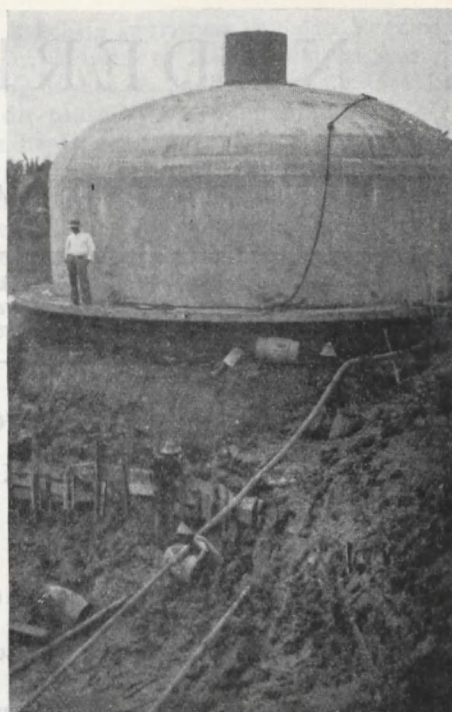


Fig. 3. Reservoir ontkist naast definitieve plaats.

Gedurende het verharden werd begonnen op de definitieve plaats een gat te graven.

De vrij gekomen grond werd om het geheele werkterrein in den vorm van een dijk geborgen.

Het is duidelijk, dat bij dit graven waterbezwaar zou optreden. Het was echter niet noodig om de put tot de laatste druppel af te malen. De laatste halve meter grond, en meer nog, kan zonder eenig bezwaar in den natte worden weggevoerd. Verder kan men meer „wagen”. Stortte een deel van het talud in, dan beteekende dit slechts meer grondverzet, geen beschadiging van de in aanbouw zijnde constructie.

Inderdaad gelukte het zonder veel tegenslag de put op diepte te krijgen, bij geheel open bemaling.

Tot zoover verschilde de methode niet van caissonbouw bij havenwerken, waar men eerst specie weggaggert om een caisson te kunnen plaatsen.

Thans echter een punt van verschil.

Toen de put en het reservoir gereed waren (de aannemer had er de voorkeur aan gegeven het geheele reservoir in ééns af te bouwen), werd het geheele werkterrein onder water gezet, door eenvoudig met pompen te stoppen en de spiegel tot boven normaal grondwater op te zetten door de nabij gelegen artesische put in den ontstanen vijver te laten uitvloeien ⁵⁾.

Een oogenblik van spanning brak nu aan.

Zoals bekend mag worden ondersteld, neemt het debiet van een artesische put af, naarmate het punt van afvloeiing, de z.g. aftaphoogte, hooger ligt ⁶⁾.

En de kwel van den „binnendijschen” vijver naar het „buitendijsch” grondwater nam toe, naarmate het verschil tusschen de hoogteligging der waterspiegels ter weerszijden van den dijk grooter was.

Gelukkig bleek de reactie, hoewel zwak, toch positief te verlopen. Het reservoir raakte vrij en kon, om zoo te zeggen, door een kind, boven zijn definitieve plaats worden gebracht ⁷⁾.

Thans werd een van te voren aangebrachte afsluiter opengezet en zonk het reservoir langzaam op zijn plaats.

Gedurende dit zinken deden zich nog merkwaardige stabiliteitsvraagstukken voor.

Zoals mogelijk bekend is de afstand van het z.g. metacentrum M (= grens waarboven het zwaartepunt niet mag liggen) tot het drukkingspunt bepaald door de formule $M \cdot D_0 = \frac{J}{V}$, waarin J is het lineaire traagheidsmoment van de betrokken waterlijn, D_0 het zwaartepunt van de ondergedompelde figuur (carène) en V de waterverplaatsing.

De meerdere of mindere mate van stabiliteit wordt bepaald door de grootte van den afstand van vermeld metacentrum M tot het (stoffelijk) zwaartepunt Z van het geheele drijvende lichaam.

Gedurende het zinken nam J aanvankelijk snel af als gevolg van het snel grooter wordende vrije oppervlak van het instroomend ballast-water; toen dit oppervlak zijn maximum waarde had bereikt en J zeer gering was, bleef J verder constant. V varieerde en daarmede de afstand $M \cdot D_0$. Verder de plaatsen van D_0 en van Z .

Combinatie van deze veranderingen gaf gedurende een zeker zink-traject aan MZ (in rechten stand) een negatieve waarde, wat zich demonstreerde in scheef vallen van het reservoir.

5) De z.g. stijghoogte van deze put lag $\pm 3,50$ meter boven maaiveld.

6) Betreffende art. putten kan zeer worden aanbevolen lezing van: Dr. Keller, „Gespannte Wasser,” (Knapp, Halle).

7) Als merkwaardigheid zij vermeld, dat de reactie inderdaad zoo zwak positief was, dat aanvankelijk het reservoir niet over zekeren drempel was heen te krijgen.

Door vermelde oorzaken rees de spiegel in den „vijver” nagenoeg niet meer (ook wegens te lichte dijk). Gelukkig ontlastte zich 's nachts een regenbui van 50 tot 70 mm, zoodat de volgende morgen het reservoir geheel vrij was, met het geschetste gevolg.

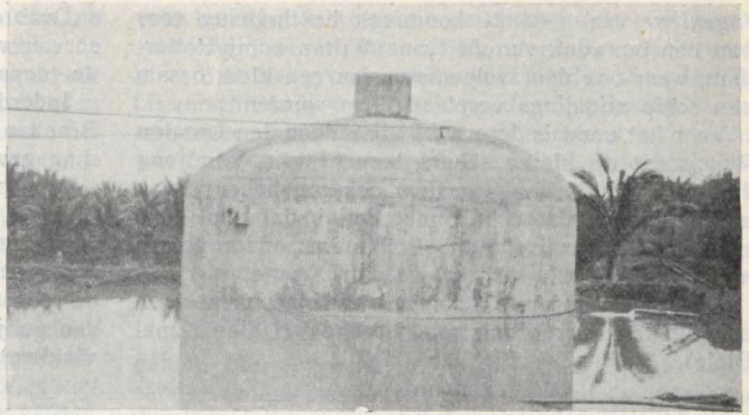


Fig. 4. „Los van den grond”.

Dit behoefde echter niet de minste ongerustheid te verwekken waar het vooruit was te voorspellen en ook „z'n grenzen had.”

Naarmate de diepgang van het reservoir na een zekere waarde grooter werd, keerde de verticale stand dan ook geleidelijk terug, tot groote geruststelling van het belangstellend publiek van Inlandsche zijde.

Toen eenmaal de rechte stand weer was bereikt en het reservoir goed boven zijn plaats was gebracht (zie fig. 4), kon de waterspiegel in den vijver dalen door eenvoudig de dijk door te steken.

Al spoedig zat het reservoir aan den grond. Geheel volgepompt bleef het eenige dagen liggen om behoorlijk tot rust te komen (zie fig. 5), waarna aan-aarding kon volgen.

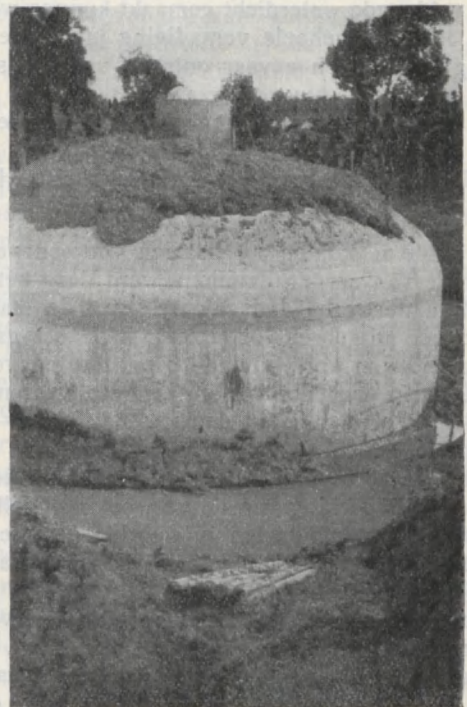


Fig. 5. Reservoir op definitieve plaats.

Ofschoon mogelijk voor het eerst in Indië toegepast, is de werkwijze niet geheel origineel. In De

Ingenieur van ± 1921 komt een beschrijving voor van een bouwdok van de firma Wilton nabij Rotterdam, waar ook door volpompen van een klein bassin een schip zijdelings verplaatst kan worden.

Voor het eerst is deze werkwijze door den Localen Waterstaat op kleine schaal toegepast in Tandjong Poera (Oostkust van Sumatra) ook ten behoeve van een reservoir, dat echter met den bodem op ± 6 meter onder maaiveld en ± 5 meter onder grondwater lag.

Daar is de onderste 2,5 meter van de put met een zeer lichten ijzeren damwand afgeheid (Union Kanal Diele).

Deze eerste proef met het betrekkelijk kleine reservoir van 40 m³ inhoud gaf aanleiding succes van de toepassing te Pangkalan Brandan te verwachten.

Inderdaad kan deze werkwijze, zooals te Pangkalan Brandan, tot zeer degelijk en goedkoop werk aanleiding geven.

Men passe haar echter niet toe zonder zich van de diverse stabiliteitsmogelijkheden behoorlijk op de hoogte te stellen.

Bovendien kiese men den vorm steeds zoo, dat de constructie belangrijke plaatselijke afwijkingen van gelijkmatige belasting kan opnemen (geen platte vlakken).

VARIA.

Ontwerp en constructie van gewalste aarden dammen.

Van de hand van R. R. Proctor, Field engineer bij het Bureau of Waterworks and Supply, Los Angeles, verscheen in *Engineering News-Record*, Nos. 9, 10, 12 en 13, 1933, een viertal artikelen over bovenstaand onderwerp, dat de volle aandacht verdient.

In het eerste artikel wordt de toepassing van nieuwe methoden voor de bepaling van de grondverdichting in gewalste aarden dammen beschreven. Eenvoudige laboratorium- en veldproeven wijzen daarbij de geschiktheid van de beschikbare grondsoorten uit, leveren de gegevens voor het damontwerp en vormen de basis voor de controle op de juiste uitvoering.

Aangegeven wordt, op welke wijze grondophoogingen voldoende waterdicht gemaakt kunnen worden, zonder dat bij algeheele verzadiging met water verweking optreedt en gevaar ontstaat voor de stabiliteit.

Wij ontleenen aan dit artikel het volgende:

GRONDBEGINSELEN VOOR DE VERDICHTING VAN GROND.

Ten einde te komen tot normen voor ontwerp en constructie van aarden dammen, werd door het „Bureau of Waterworks and Supply” van de stad Los Angeles een uitgebreid onderzoek ingesteld naar de geschiktheid van verschillende grondsoorten voor de verwerking in aarden dammen, alsmede naar nieuwe methoden, welke — beter dan de bestaande — controle op een goede uitvoering mogelijk maken. In het bijzonder werd beoogd, een methode te vinden ter bepaling en beperking van de verweking, welke onder zekere omstandigheden bij aarden dammen kan optreden, indien het dammateriaal door sijpelwater geheel verzadigd raakt.

Dit onderzoek wees voor de controle en uitvoering van aarden dammen een nieuwe methode aan, welke nader geperfectionneerd werd bij den bouw van een viertal dammen, waarvan er inmiddels drie gereed kwamen. Zij vindt thans nog toepassing bij den bouw van den Bouquet Canyon Dam No. 1, een aarden dam met een ontworpen hoogte van 221 ft. (ca. 66 m).

De nieuwe methode berust op een serie veld- en

laboratoriumproeven, welke het mogelijk maken, na te gaan of in de werkelijkheid de verdichting van den grond in die mate bereikt wordt, als vereischt is voor een bevredigende waterdichtheid en stabiliteit van den dam.

De vereischte dichtheid van den grond wordt verkregen door doelmatig stampen of walsen, en door aan den te comprimeeren grond tevoren den juiste vochtigheidsgraad te geven.

Nauwkeurige methoden werden ontwikkeld om gedurende de uitvoering den samengedrukten grond op zijn waterdichtheid en stabiliteit te onderzoeken onder gelijke omstandigheden als waarin de dam na voltooiing verkeert. Gelijksortige proeven kunnen gedaan worden met betrekking tot den funderingsgrondslag van dammen, zoodat een inzicht verkregen kan worden in de al dan niet wenschelijkheid van het afgraven van bepaalde grondlagen.

Grond bestaat uit zand-, silt-¹⁾ en kleideeltjes van verschillende vorm en grootte, met daartusschen holle ruimten; het volume der deeltjes, d.i. van de vaste stof en dat der poriën, wordt uitgedrukt in percentages van het totale grondvolume.

De mate, waarin de fijnere deeltjes de ruimten tusschen de grovere vullen, bepaalt het totale volume van de vaste stof in een bepaalde grondmassa. Bij de verdichting van den grond worden de fijnere deelen in de ruimten tusschen de grovere gedrongen, zoodat de dichtheid grooter en het poriënvolume kleiner wordt. Daarbij moet de wrijvingsweerstand tusschen de gronddeeltjes onderling overwonnen worden. Het effect van elke methode van grondverdichting wordt daarom begrensd door de wrijving tusschen die deeltjes. Aangetoond zal worden, dat deze weer afhankelijk is van het vochtgehalte van den grond.

Plasticiteit van grond.

De plasticiteit van grond wordt dus bepaald door den wrijvingsweerstand tusschen de gronddeeltjes. Het is bekend, dat niet geheel verzadigde grond door toevoeging van water plastischer wordt. Het toege-

1) Onder „silt” verstaat men in de U.S.A. recente alluvia met het karakter van zanderige klei.

Noot van den vertaler.

voegde water verdringt de lucht uit de poriën en werkt in zekeren zin als smeermiddel tusschen de deeltjes. In zeer drogen grond omhult het water elk deeltje met een dunne film, welke vastgehouden wordt door de oppervlaktespanning. Waar deze filmpjes elkaar raken, ontstaat tengevolge van de oppervlaktespanning der samengesmolten filmpjes een capillaire kracht, welke een sterke aantrekking der gronddeeltjes en daardoor een grooten onderlingen wrijvingsweerstand veroorzaakt.

Dit verschijnsel kan waargenomen worden door op een glazen plaat in suspensie verkeerende gronddeeltjes te brengen en deze onder een microscoop te observeren bij de verdamping van het water. Men ziet dan kleine hoekige deeltjes, bestaande uit kwarts, e.d., onder den invloed van die capillaire kracht stevig aan het glas vastkleven, wanneer het water — voor zoover zulks zonder verhitting mogelijk is — geheel verdampt is ²⁾.

De toevoeging van water vermindert de capillaire kracht, hetgeen tot gevolg heeft, dat

- 1) de deeltjes zich een weinig van elkaar verwijderen en
- 2) de onderlinge wrijvingsweerstand kleiner wordt.

De grond wordt dus plastischer en neemt een weinig in volume toe. Verdere toevoeging van water heeft hetzelfde effect, totdat de capillaire kracht geheel opgeheven is en geen verdere volumevermeerdering meer optreedt. De hoeveelheid water in den grond op het moment, dat dit plaats vindt, is evenwel niet voldoende om de poriën geheel te vullen. Wordt nog meer water toegevoegd, dan wordt wel de wrijving verminderd, maar verdere uitzetting heeft niet meer plaats.

De grens, waarbij ook geen verdere vermindering van de wrijving meer mogelijk is, wordt eerst bereikt, wanneer de poriën met water gevuld raken; zonder herrangschikking der deeltjes, welke een vergrooting van het poriënvolume beoogt, kan dan geen water meer worden geabsorbeerd.

De verweking van een bepaalde grondsoort kan daarom verwacht worden, wanneer de poriën gevuld raken met water en de grond geheel verzadigd is.

Een bepaalde grondsoort kan tot verschillende dichtheden en vochtgehalten samengedrukt worden; klaarblijkelijk zijn er dus tengevolge van de mogelijke variatie in vochtgehalte, benodigd voor algeheele verzadiging, vele stadia van verweking.

De grond in een aarden dam kan door sijpelwater geheel verzadigd raken, in verband waarmede het van belang is, alvorens deze in den dam te verwerken, de dichtheid te bepalen, welke voor een bepaalde grondsoort met het oog op de stabiliteit vereischt wordt. Uiteraard moet zekerheid bestaan, dat deze vereischte dichtheid in den dam ook werkelijk bereikt wordt; het is noodig, dat zulks op gemakkelijke wijze bij de uitvoering kan worden nagegaan.

Invloed van het vochtgehalte op de verdichting.

De invloed van het vochtgehalte op de mate, waarin de grond gecompriëerd kan worden, is van

2) Zie hiervoor ook het artikel van dr. Ch. Terzaghi in *E. N. R.* 1925, blz. 742.

veel belang. De volgende beschouwingen zijn gebaseerd op proeven, in het laboratorium verricht met meer dan 200 grondsoorten, welke ieder afzonderlijk bij verschillende vochtigheidsgraden op bepaalde wijze samengedrukt werden. De grondmonsters varieerden van „silty gravel”, waarvan 8 percent door een 200-mazen zeef passeerde, tot fijne klei, waarvan 92 percent door die zeef ging. De uitkomsten van de laboratoriumonderzoekingen werden geverifieerd door talrijke veldproeven gedurende de uitvoering van de reeds genoemde dammen.

De samendrukking van grond met zeer klein vochtgehalte kan een harde en vaste ophooping, praktisch zonder eenige plasticiteit, geven. Wordt de grond op dezelfde wijze bij een iets grooteren vochtigheidsgraad samengedrukt, dan is bij een zelfde krachtsverbruik, een betere herrangschikking der korrels van verschillende grootte het gevolg, doordat het toegevoegde water de wrijving vermindert. Het resultaat is een materiaal van grootere dichtheid, dat minder holle ruimte bevat en plastischer is.

Dit effect houdt men tot de hoeveelheid vocht, vermeerderd met het beetje lucht, dat bij de verdichting niet weggedrukt wordt, juist voldoende is om de poriën te vullen, als het verdichtingsproces beëindigd is.

De grond heeft dan zijn grootste dichtheid en het kleinste poriënvolume, dat bij de toegepaste wijze van samendrukking bereikt kan worden; verdere vermindering van het poriënvolume is niet mogelijk zonder uitpersing van water en lucht. Het is niet mogelijk gebleken dit laatste in de praktijk te bereiken met het beschikbare wals- en stampmaterieel.

Een grooter vochtgehalte beperkt de verdichting tot het punt, waarop het poriënvolume gelijk is aan het gewijzigde volume van water en lucht; daarbij heeft de samengedrukte grond dus een grooter poriënvolume, minder dichtheid en vergrootte plasticiteit. Dit blijft zoo bij verdere toevoeging van water, totdat de grond te plastisch wordt om de bij de uitvoering gebruikte werktuigen te dragen.

De poriën vormen de kanalen voor de strooming voor het sijpelwater; door hen te verkleinen tot een minimum — en wel door den grond bij het juiste vochtgehalte samen te drukken — vermindert de waterstrooming tot het bij de toegepaste wijze van comprimeeren (walsgewicht, e.d.) bereikbare minimum. Men krijgt dan den meest stabielen en waterdichten dam, die bij de toegepaste methode verkregen kan worden.

Door de verdichting onder *grooteren* druk tot stand te brengen (b.v. met zwaardere walsen) en den grond een daarmede overeenkomend lager vochtgehalte te geven, wordt een dam verkregen van grootere dichtheid, kleiner poriënvolume, en grootere stabiliteit; de gronddeeltjes zijn door de grootere kracht dichter aaneen gerangschikt, met minder water als smeermiddel.

De drooggewicht kromme.

De krommen in *fig. 1* zijn geteekend naar gegevens betreffende de samendrukking van zanderigen grond bij dertien verschillende vochtigheidsgraden.

In elk geval werd de verdichting op dezelfde wijze tot stand gebracht; deze verdichtingswijze is aequivalent aan een bepaald type materieel.

De kromme voor „gecomprimeerd gewicht” geeft het gewicht van een cubic foot grond na zijn verdichting bij het aangegeven vochtgehalte.

De „drooggewicht” kromme werd verkregen door aftrek van het gewicht aan vocht van het „gecomprimeerd gewicht”. Zij geeft dus het werkelijk gewicht van de vaste stof in een cubic foot grond, welke bij de aangegeven vochtigheidsgraden verdicht werd. De kromme voor het percentage holle ruimte, afgeleid van het drooggewicht en het soortelijk gewicht van den grond, geeft de holle ruimte in den grond na zijne samendrukking bij de aangegeven vochtigheidsgraden.

De „drooggewicht” kromme wordt gewoonlijk gebruikt om de kenmerkende eigenschappen van den grond te toonen, de andere krommen worden gegeven om hunne betrekking tot de „drooggewicht” kromme te laten zien.

De plasticiteit van de dertien verdichte grondmonsters van *fig. 1* werd bepaald door den weerstand tegen penetratie met een voor dit doel ontworpen instrument te meten. De inrichting en toepassing ervan zal later beschreven worden; thans wordt volstaan met te vermelden, dat de penetratiedruk gemeten wordt als de druk, welke vereischt wordt om een looden stift met een oppervlak van 0,1 sq. inch, in den gecompriëerden grond te drukken met een snelheid van ca. $\frac{1}{2}$ inch per sec.

De mate, waarin de holle ruimte in den beschouwden grond verkleind kan worden door samendrukking bij het juiste vochtgehalte, is duidelijk te zien. De gecompriëerde grond met het kleinste poriënvolume kan niet zooveel water absorbeeren als de andere; dus zal deze grond minder verweken door waterabsorptie.

Als voorbeeld moge er op gewezen worden, dat de grond hetzelfde drooggewicht en poriënvolume heeft bij verdichting bij vochtigheidsgraden van 6,2 en van 22,0%. De plasticiteit van de beide verdichte grondmonsters was echter zeer verschillend: het monster met 6,2% vochtgehalte was zeer hard, terwijl dat met 22% vochtgehalte een vastheid had als van zachte stopverf.

De benodigde druk, om een stift in eerstbedoeld grondmonster te drukken, bedroeg 1000 lb, terwijl deze waarde voor het andere grondmonster slechts 0,8 lb. was.

Het gelijke drooggewicht en poriënvolume van de twee verdichte monsters beteekent, dat zij dezelfde hoeveelheid water kunnen absorbeeren, zoodat de grond, welke bij 6,2% vochtgehalte samengedrukt werd, door waterabsorptie gelijk kan worden aan dien, waarvan de samendrukking bij 22% vochtgehalte plaats vond. Dit is de verklaring voor de buitengewone verweking van gecompriëerden grond, welke somtijds bij verzadiging met water optreedt.

Comprimeeren bij laag vochtgehalte.

Bij een vochtgehalte van 8% kan de grond, beschouwd in *fig. 1*, zoo droog worden gewalst, dat hij

onder de wals niet zal veeren. De ophooging schijnt goed samengedrukt te zijn, en is vast en hard. De grond weegt bij verdichting bij 8% vochtgehalte 116,6 lb. per cubic foot, heeft een drooggewicht van 108 lb. en bevat 36,5% holle ruimte. Een druk van ca. 500 lb. is noodig om een looden stift in den gecompriëerden grond te drukken.

Hetzelfde drooggewicht kan worden verkregen door samendrukking van den grond bij 19,2% vochtgehalte. Het „gecomprimeerd gewicht” is dan 128,6 lb. per cub. foot. De vermeerdering in „gecomprimeerd gewicht” van 12 lb. wordt veroorzaakt door het vergrootte watergehalte. Deze hoeveelheid kan, zonder eenige wijziging in grond- of poriënvolume, geabsorbeerd worden in den grond, welke bij 8% vochtgehalte gecompriëerd werd. Een druk van 2 lb. bleek noodig te zijn om een looden stift te drukken in den bij 19,2% vochtgehalte samengedrukten grond. De druk, welke noodig was voor het grondmonster met 8% vochtgehalte, zal dus verminderd worden van 500 lb. tot 2 lb. of minder, indien de grond verzadigd raakt. Voor verwerking in een dam is deze grond dus niet geschikt.

Comprimeeren bij groot vochtgehalte.

Aangetoond werd, dat het mogelijk is om bepaalde grond tot zulk een vastheid en hardheid samen te drukken, dat hij volmaakt geschikt lijkt voor dambouw, terwijl deze grond toch bij verzadiging door kwelwater zacht en onstabiel kan worden. Ten einde te voorkomen, dat de wielen van een geladen truck er in wegzakken, is het noodig, dat de gecompriëerde grond een druk van 15 lb. vereischt om er een looden stift in te drukken. Bij de beschouwde grondsoort doet zich dit geval, bij samendrukking op de wijze als voor de samenstelling van *fig. 1* werd toegepast, voor bij een vochtgehalte van 16,5%. Het vochtgehalte mag derhalve niet hooger zijn dan 16,5%, hetgeen een minimum drooggewicht van 112,5 lb. beteekent.

In dit geval zullen dus betere resultaten verkregen worden door den grond zoodanig samen te drukken, dat de trucks nog juist gedragen kunnen worden, dan door hem zoo hard te maken, dat de grond onder de wals niet veert. Het voordeel is een verhooging van het drooggewicht van 108 tot 112,5 lb.

Een drooggewicht van 112,5 lb. kan ook bereikt worden bij een vochtigheidsgraad van 9,5%. Bij samendrukking bij deze vochtigheid is ongeveer 200 lb. druk noodig om de stift in den grond te drukken. Daar de verdichting als eindresultaat voor beide vochtgehalten een zelfde drooggewicht geeft, is het echter beter den meer plastischen grond te kiezen, daar de dam dan een uniformere dichtheid zal krijgen.

Uit het voorgaande volgt, dat zeer plastische grond, welke te zacht lijkt voor verwerking in een damlichaam, verdicht kan worden en zelfs beter kan zijn dan grond, welke zeer hard en vast gecompriëerd werd bij een laag vochtgehalte. Deze conclusie is bevestigd door praktijkgegevens en door meer dan 200 verdichtingskrommen, welke proefondervindelijk werden gevonden.

De samendrukking van de beschouwde grondsoort bij een vochtgehalte van 12,5% geeft, blijkens *fig. 1*,

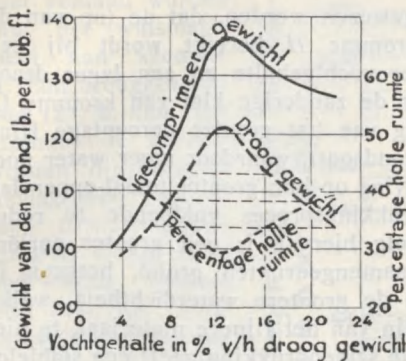


Fig. 1. Invloed van het vochtgehalte op het gecompriëerd gewicht, het drooggewicht en het poriënvolume van een zanderige klei, indien deze op een bepaalde wijze gecompriëerd wordt.

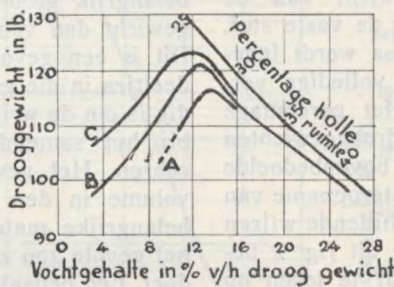


Fig. 2. De invloed van licht, middel- zwaar en zwaar comprimeeren op het drooggewicht, het poriënvolume en de volledige verzadiging van een grondsoort, indien gewerkt wordt met verschillende vochtgehaltes.

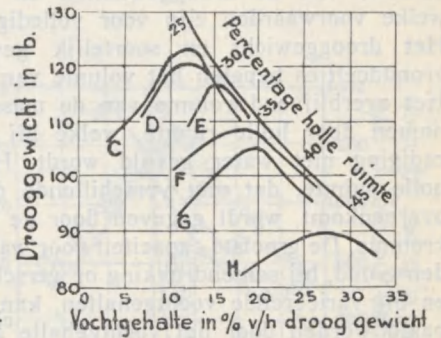


Fig. 3. Drooggewicht, poriënvolume en vochtgehalte bij volledige verzadiging voor gronden van verschillend type, indien gecompriëerd op dezelfde wijze bij verschillende vochtgehaltes.

een drooggewicht van 121 lb. per cub. ft. Dit is de maximum bereikbare verdichting bij de toegepaste methode. De gecompriëerde grond bevat dan 28,5% holle ruimte, terwijl een druk van ca. 100 lb. noodig is om een stift er in te drukken. Ofschoon deze grond veel plastischer is dan die, welke bij 8% vochtgehalte werd samengedrukt, bevat hij 13 lb. meer gronddeeltjes per cub. ft. Het poriënvolume is daardoor van 36,5 tot 28,5% gereduceerd, hetgeen zowel stabiliteit als waterdichtheid in belangrijke mate ten goede komt.

Bepaling van de plasticiteit bij verzadiging.

Het vochtgehalte van den beschouwden grond bij zijn maximum drooggewicht van 121 lb. is bij verzadiging 15%, hetgeen dus 2,5% meer is dan het voor maximale verdichting vereischte vochtgehalte van 12,5%. Deze hoeveelheid water neemt de plaats in van de lucht, welke bij het comprimeeren niet uitgerst werd.

Voor de beschouwde grondsoort is deze lucht dus equivalent met 2,5% vocht voor den top van de kromme en met 1% voor 22% vochtgehalte. Een monster van dezen grond, dat bij 15,7% vochtgehalte samengedrukt werd en dezelfde hoeveelheid water bevatte, als het monster met 121 lb. drooggewicht bij verzadiging, doch dat een drooggewicht had, hetwelk 6 lb. lager was, vereischte 24 lb. druk om er een stift in te drukken.

Uiteraard zal de verzadigde grond van 121 lb. drooggewicht, welke dezelfde hoeveelheid water bevat, maar 6 lb. gronddeeltjes meer, vaster zijn.

Een gelijksoortige berekening wijst een vereischte druk van 1 lb. aan om bij verzadiging met water een stift te drukken in een dergelijk grondmonster, dat bij 8% vochtgehalte en 108 lb. drooggewicht gecompriëerd werd. Uit het bovenstaande blijkt dus, dat bij de juiste verdichtingswijze 24 × meer druk noodig is voor de penetratie van een stift bij verzadiging van den grond met water, dan wanneer deze zoo droog gecompriëerd werd, dat geen veering onder de wals optrad.

Proefondervindelijk is gebleken, dat geen merkbare verweking door verzadiging optreedt op diep-

ten grooter dan 2 tot 5 ft. onder de oppervlakte van dezen grond, indien hij verdicht werd bij het vochtgehalte van den top van de kromme.

Nauwkeurige methoden voor de bepaling hiervan worden in het tweede artikel beschreven, waaraan het volgende ontleend is:

METHODEN VOOR VELD- EN LABORATORIUM-ONDERZOEK.

In fig. 2 worden de uitkomsten gegeven, welke verkregen werden door de in het vorig artikel beschouwde zanderige klei op drie verschillende wijzen te comprimeeren. Kromme A werd gevonden door veldproeven, waarbij de maximaal mogelijke verdichting bereikt werd met behulp van de veel toegepaste „sheepsfoot rollers”. Kromme B is de „drooggewicht” kromme van fig. 1. Kromme C werd gevonden met de in het laboratorium toegepaste standaardwijze van samendrukking, welke later beschreven zal worden. Er zijn sheepsfoot rollers ontworpen en geconstrueerd om de uitkomsten van deze kromme in de praktijk te verwezenlijken.

De toppen van de „drooggewicht” krommen van fig. 2 liggen, naarmate het maximum drooggewicht grooter is, bij lagere vochtgehaltes. Dit is in overeenstemming met de theorie van de grondverdichting. Het effect van de verhooging van het samendrukken-gewicht blijkt duidelijk. Het bij curve C toegepaste zwaardere materieel geeft voor een vochtgehalte van 8% een drooggewicht van 116 lb. of 8 lb. meer dan in fig. 1 gevonden werd.

Niettemin geeft de lichtere bewerking voor kromme A bij 13,5% vochtgehalte een droog gewicht van 117 lb., d.i. 1 lb. meer dan met het zware materieel in kromme C bereikt kon worden bij een vochtgehalte van 8%. Hieruit volgt dus, dat samendrukking met licht materieel bij het juiste vochtgehalte betere resultaten kan geven dan zwaar materieel zonder juiste keuze van het vochtgehalte.

Percentage holle ruimte.

De kromme voor het percentage holle ruimte in fig. 2 geeft voor den beschouwden grond de com-

binaties van de drooggewichten en vochtgehalten, welke voorwaarden zijn voor volledige verzadiging. Het drooggewicht en soortelijk gewicht van de gronddeeltjes bepalen het volume van de vaste stof. Het overblijvend volume van de massa wordt ingenomen door holle ruimte, welke bij volledige verzadiging met water gevuld wordt. Het percentage holle ruimte, dat met verschillende drooggewichten overeenkomt, wordt gegeven door de bovenbedoelde kromme. De grootste capaciteit voor wateropname van den grond, bij samendrukking op verschillende wijzen en bij varieerende vochtgehalten, kan uit *fig. 2* bepaald worden door het vochtgehalte af te lezen op het snijpunt van de kromme en het drooggewicht van den gecompriëerden grond. Er zij op gewezen, dat volledige verzadiging met geen enkele wijze van samendrukking bereikt kan worden, hetgeen een gevolg is van de lucht, welke de grond bevat. Hetzelfde doet zich ook bij andere grondsoorten voor.

Aangetoond werd, dat grond, welke bij een te laag vochtgehalte gecompriëerd wordt, ondanks de aan de uitvoering bestede zorg en de vastheid van den grond op het tijdstip van de uitvoering, een aanzienlijk absorptievermogen kan hebben, waardoor hij bij verzadiging verweken kan.

Toepassing van te licht walsmaterieel en te klein vochtgehalte kan dus gevaar opleveren, indien de dam door sijpelwater verzadigd wordt.

Drooggewicht krommen.

Voor verschillende grondsoorten toont *fig. 3* de drooggewicht krommen bij samendrukking volgens eenzelfde methode. Deze grondsoorten variëren in soortelijk gewicht van 2,68 tot 2,76. De krommen zijn geteekend om de drooggewichten te laten zien, welke verkregen zouden zijn, indien zij hetzelfde soortelijk gewicht hadden, zulks teneinde het verband tusschen het drooggewicht enerzijds en het percentage holle ruimte anderzijds duidelijk te maken. Kromme *C* is dezelfde als in *fig. 2* weergegeven, kromme *D* betreft met klei vermengd grint, de krommen *E* en *G* kleiachtige gronden en de krommen *F* en *H* Californische fijn-korrelige klei (adobe). *Fig. 4* geeft van deze grondsoorten de zeefkrommen.

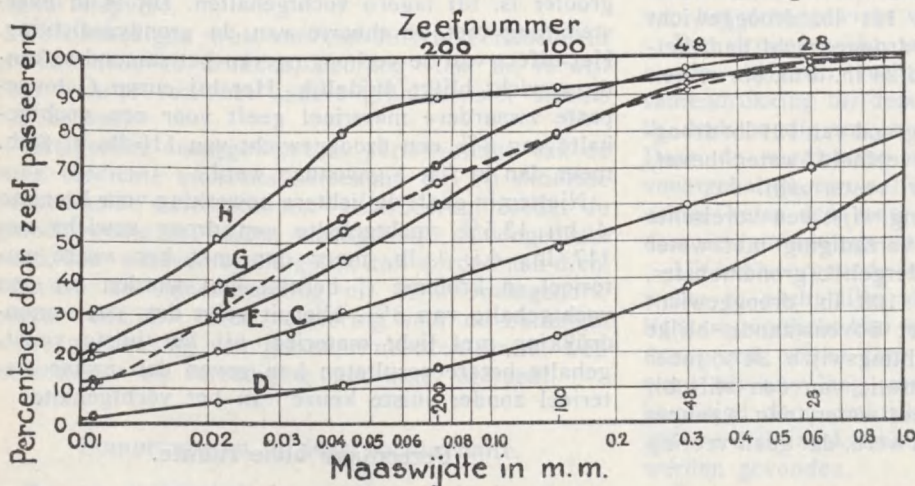


Fig. 4. Zeefkrommen van de grondmonsters gebruikt voor de samenstelling van *fig. 3*.

Er moge op gewezen worden, dat de top van de samendrukkingskromme *H* bereikt wordt bij een belangrijk grooter vochtgehalte en een lager droog gewicht dan voor de zanderige klei van kromme *C*. Dit is een gevolg van het grooter percentage fijne deeltjes in die grondsoort, waardoor meer water noodig is om de wrijving op hun grooter totaal-oppervlak bij het samendrukkingsproces voldoende te reduceeren. Het gevolg hiervan is een grooter poriënvolume in den samengedrukten grond, hetgeen in belangrijke mate de grootere waterdichtheid, welke het gevolg zou zijn van het fijnere materiaal, te niet doet. Een bepaalde samendrukking geeft een stabielere grondmassief van zanderige klei dan van fijnkorrelige klei, ofschoon deze zeer bruikbaar en iets waterdichter is.

Plasticiteitsnaaldmeter.

Zooals vermeld, varieert de plasticiteit van den samengedrukten grond met zijn vochtgehalte. Een instrument werd geconstrueerd, om de plasticiteit van den grond te meten, uitgedrukt in den druk, vereischt om een staaf met een licht verbreedend voet met een snelheid van ca. $\frac{1}{2}$ inch/sec. in den grond te drukken. Staven van verschillende diameter — gewoonlijk naalden — worden toegepast om den druk voor handbediening van het instrument gemakshalve laag, n.l. tusschen 5 en 100 lb., te kunnen houden. De druk wordt omgerekend in pounds per square inch en geeft den weerstand van den grond tegen penetratie van den plasticiteitsmeter. *Fig. 5* toont de uitkomsten van met dit instrument verrichte metingen op de grondsoort van kromme *C* uit *fig. 2*. De drukken, welke aangegeven worden als noodig om de stift in den grond te drukken, zijn gebaseerd op de aanname, dat deze een oppervlakte heeft van 0,1 sq. inch. Het is van belang er op te wijzen, dat *fig. 5* verkregen werd door proeven met naalden, varieerende in grootte van 0,01 sq. inch, met een druk van 90 lb., tot 1 sq. inch, met een druk van 8 lb.

De wijze van samendrukking voor het verkrijgen van een bepaalde verzadigde plasticiteit van den grond, beschouwd in *fig. 1*, kan nu bij benadering worden vastgesteld. Aangenomen wordt, dat een verzadigde plasticiteitsmeting

een druk van minstens 300 lb. per sq. inch vereischt. De grond heeft dan een tweemaal zoo groote penetrati weerstand als noodig is om een beladen truck er over te laten rijden bij algeheele verzadiging. Uit *fig. 5* blijkt, dat geen grooter vochtgehalte dan 15% daarvoor vereischt is. Het drooggewicht van den samengedrukten grond, welke dit vochtgehalte heeft bij algeheele verzadiging, bedraagt 121 lb. (*fig. 2*). Aan deze voorwaarde kan

niet voldaan worden met het walsmaterieel van kromme A. Een drooggewicht van 121 lb. kan voor kromme B bereikt worden bij vochtigheidsgraden van 12 tot 13%, terwijl kromme C aan deze voorwaarde voldoet bij 9,7 tot 14% vochtgehalte. De juiste grenzen liggen bij 12 en 14%, waarbij de samendrukking van den grond kan plaats hebben bij een penetrati weerstand van 500 tot 1500 lb. per sq. inch (zie fig. 5). Deze voorwaarde voor verzadigde plasticiteit heeft slechts betrekking op den gecompriëerden

grond nabij de oppervlakte; op diepten van enkele voeten onder de oppervlakte veroorzaakt het gewicht van den bovenliggenden grond consolidatie, welke het drooggewicht verhoogt en den grond minder plastisch en meer stabiel maakt.

Bij bespreking van fig. 3 werd er reeds op gewezen, dat de zeer fijnkorrelige klei van kromme G geen bijzondere voordeelen biedt, wat betreft waterdichtheid, boven de grovere, maar goed gegradeerde zanderige klei van kromme C. De gangbare meening, dat fijnere klei veel waterdichter is, is te toetsen aan de „drooggewicht” krommen, welke een belangrijke variatie in vochtgehalte vertoonen zonder veel verschil in gecompriëerd drooggewicht. De hoeveelheid water, die onder bepaalden druk door grond zal stroomen, vermeerderd snel bij vermindering van het drooggewicht. Om deze reden kunnen kleiachtige gronden zonder veel invloed op de waterdichtheid samengedrukt worden bij belangrijke variaties in het vochtgehalte.

Zanderige kleien, als waarop kromme C betrekking heeft, laten zoo'n groote speling niet toe; een zelfde variatie van het vochtgehalte van dat van den top van de kromme — die bij de fijnere klei slechts een lichte variatie in drooggewicht en waterdichtheid geeft — heeft een vermindering in drooggewicht tot gevolg van 8%. Hierdoor wordt de holle ruimte met 5% vergroot, waardoor een snellere doorstroming van water mogelijk wordt, alsmede, vanwege de grootere absorptie van water, een belangrijke verweking door verzadiging. De mate van doorsijpeling, welke voor de in fig. 4 beschouwde grondsoorten bepaald werd, wijst geen betekend verschil aan in waterdichtheid, als zij gecompriëerd werden tot drooggewichten, welke niet meer afwijken dan 2 lb. van het maximale drooggewicht.

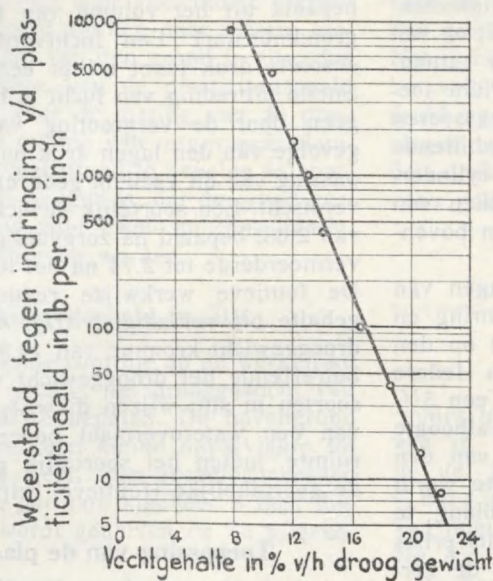


Fig. 5. Weerstand van een grondmonster tegen indringing van de plasticiteitsnaald, indien gecompriëerd op bepaalde wijze bij verschillend vochtgehalte.

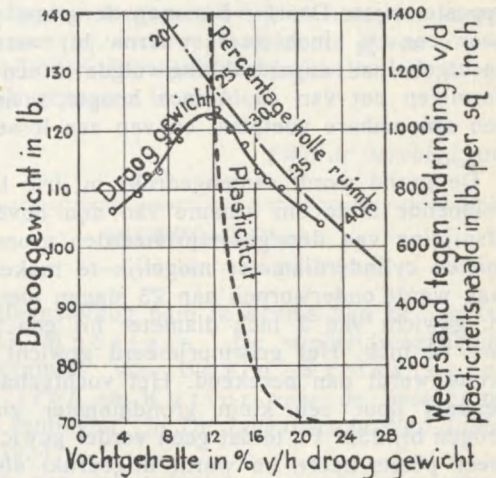


Fig. 6. Karakteristieken van een zanderige klei, aangevende drooggewicht, vochtgehalte bij volledige verzadiging, poriënvolume en indringing van plasticiteitsnaald, indien gecompriëerd volgens de standaardmethode bij verschillend vochtgehalte.

Voor dambouw geschikte grond.

Iedere grondsoort kan voor den bouw van een dam gebruikt worden, indien de strooming van het water er doorheen slechts zoo langzaam plaats vindt, dat geen gronddeeltjes medegevoerd worden, en verder het gecompriëerd en geconsolideerd drooggewicht de verweking bij verzadiging binnen met de plasticiteitsnaald bepaalde grenzen houdt, waarbij de grond nog voldoende stabiel zal zijn. Meerdere grondmonsters, welke oogenschijnlijk minder geschikt voorkwamen voor verwerking in een damlichaam, bleken onder goed toezicht, waarbij de hiervoor uiteengezette beginselen in het oog werden gehouden, zeer wel bruikbaar te zijn.

Onderzoek van de beschikbare gronden is daarom noodig, opdat in het ontwerp rekening gehouden kan worden met de bijzondere eigenschappen en aard van den grond. De wijze, waarop een juiste controle van vochtgehalte en verkregen verdichting mogelijk is, alsook de daarbij gebruikte hulpmiddelen zullen hieronder besproken worden, evenals een methode voor de bepaling van het drooggewicht van den gecompriëerden grond, na zijn verwerking in den dam. Voorts zal worden medegedeeld, hoe de grond bij dat drooggewicht onderzocht kan worden op zijn verweking of consolidatie en zijn waterdichtheid, onder den na voltooiing van den dam daarop uitgeoefenden druk.

Laboratoriumonderzoek.

Bij verschillende vochtgehalten gecompriëerde grondmonsters bleken hiervoor in drooggewicht en plasticiteit te variëren. Fig. 6 geeft de gevonden

waarden in een diagram, de z.g. bodem-karakteristiek-krommen. De krommen zijn die van *fig. 2, C*, en van *fig. 5*, en betreffen de zanderige klei bij samendrukking op een bepaalde in het laboratorium toegepaste wijze. Daarbij liet men de grond passeeren door een $\frac{1}{4}$ inch zeef, waarna bij verschillende vochtgehalten samendrukking volgde in een cilindervormigen pot van ca. 4 inch hoogte, voorzien van een afneembare voetplaat en van een lossen bovenring.

De grond wordt samengedrukt in drie lagen van voldoende dikte om afname van den bovenring en afsnijding van den gecompriëerden grond op den juiste cylinderdiameter mogelijk te maken. Iedere laag wordt onderworpen aan 25 slagen met een $5\frac{1}{2}$ lb. gewicht van 2 inch diameter bij een valhoogte van 12 inch. Het gecompriëerd gewicht van den grond wordt dan berekend. Het vochtgehalte wordt bepaald door een klein grondmonster zo lang te drogen bij 250° F., totdat geen verder gewichtsverlies meer plaats heeft, en wordt uitgedrukt als de verhouding van het gewichtsverlies door verdamping tot het oven-drooggewicht van het monster. Het drooggewicht wordt bepaald door het gewicht van het vocht, dat de grond bevat, af te trekken van het gecompriëerd gewicht van den grond per cub. ft. Het is het gewicht van de vaste stof, die een cub. ft. gecompriëerden grond bevat.

Dadelijk nadat de verdichte grondmonsters op den juiste cylinderdiameter zijn afgesneden, wordt voor elk op drie punten een meting met de plasticiteitsnaald gedaan. De onderzoeker beoordeelt den gemiddelden penetratiedruk voor een diepte van drie inch en neemt het gemiddelde van de proeven als waarde voor het beschouwde grondmonster.

De penetratiedrukken behooren voor de gecompriëerde grondmonsters te liggen tusschen 100 en 3000 lb. per sq. inch, met voldoende tusschenwaarden voor een nauwkeurige bepaling van het drooggewicht en de plasticiteitsnaald-krommen.

Een zeer nauwkeurige mechanische methode voor de samendrukking in het laboratorium kan gemakkelijk bedacht worden, doch toepassing ervan in de praktijk bleek niet bevredigend. Het is toch noodig vele samendrukkings- en plasticiteitsnaaldproeven in de praktijk te doen. De methoden, die men tenslotte heeft gekozen, zijn echter voldoende nauwkeurig, ook voor het laboratorium, en het instrumentarium is draagbaar, zoodat veldproeven, waar gewenscht, snel en accuraat verricht kunnen worden.

Het soortelijk gewicht van de vaste stof wordt bepaald, teneinde de ligging van de kromme voor het percentage holle ruimte vast te stellen. De wijze, waarop dit geschiedt, is van belang in verband met den invloed op de berekening van de hoeveelheid water, welke de gecompriëerde grond zal kunnen absorbeeren. De lucht wordt vastgehouden tusschen de fijnere grondkorrels en is bezwaarlijk te verdrijven. Dit betreft dat gedeelte van de lucht, dat niet bij de samendrukking is uitgeperst. Een gewogen grondmonster, dat in de oven gedroogd is voor de bepaling van het vochtgehalte, wordt in een bepaald volume water gedompeld. Na zorgvuldig schudden wordt het volume van de gronddeeltjes dan dikwijls

bepaald uit het volume van het mengsel (water + grondmonster). Een luchtverdunning van ca. 4 cm absolute druk toont echter een verrassend resultaat. Snelle uittreding van lucht is het gevolg er van, hetgeen door de vergroting van de luchtballen tengevolge van den lagen druk nog sterker schijnt. Toepassing van dit vacuum gedurende ca. een half uur is vereischt. Een soortelijk gewicht van de grondkorrels van 2,68, bepaald na zorgvuldige schudding in water, vermeerderde tot 2,74 na het luchtverdunningsproces. De foutieve werkwijze reduceert dus het vochtgehalte bij verzadiging (*fig. 6*) op den top van de drooggewicht kromme van 14,8 tot 13,6%. Metingen betreffende het drooggewicht van verzadigde grondsoorten in situ wijzen dikwijls de aanwezigheid aan van een waterovermaat boven de berekende holle ruimte, indien het soortelijk gewicht bepaald is op de gebruikelijke (foutieve) wijze.

Toepassing van de plasticiteitsnaald.

De voor handbediening geconstrueerde plasticiteitsnaald is zoowel geschikt voor gebruik in het laboratorium als op de bouwplaats. Zij wordt in het laboratorium toegepast voor de bepaling van de vochtigheids-plasticiteitskrommen der verschillende grondsoorten. Het is gewoonlijk mogelijk binnen enkele minuten het vochtgehalte van den grond te bepalen, door den grond in den vorenbeschreven draagbaren cylinder samen te drukken en het gemiddelde te nemen van drie penetratiemetingen — het teekenen van een weerstandsdiagram tegen penetratie van de plasticiteitsnaald is daarvoor zeer geschikt. Het vochtgehalte van den grond wordt dan gevonden uit een diagram, overeenkomstig dat van *fig. 6*, hetwelk uit de laboratoriumproeven voor den beschouwd grond was samengesteld. De aflezingen zijn in de meeste gevallen veel nauwkeuriger dan overeenkomt met een variatie in het vochtgehalte van 1%. *Fig. 6* laat een plasticiteitsnaaldaflezing zien van 1400 lb. per sq. inch voor 12% en van 850 lb. per sq. inch voor 13% vochtgehalte. Het gebruik van een naald van $\frac{1}{20}$ sq. inch oppervlakte vereischte drukken van resp. 70 en 42,5 lb.

De aflezingen kunnen met een nauwkeurigheid van 5 lb. geschieden. De evenbedoelde drukvariatie bedraagt voor 1% vochtgehalte $\frac{550}{20} = 27,5$ lb., zoo-

dat in de meting van het vochtgehalte een nauwkeurigheid bereikt wordt van ongeveer 0,2%, welke dus veel grooter is dan de toelaatbare fout van 1%. Op deze wijze gebruikt, vormt de plasticiteitsnaald een belangrijk hulpmiddel bij de controle van het vochtgehalte van den grond bij zijn verwerking in den dam. Dit is van wezenlijk belang voor een goede controle op het verdichtingsproces.

De mate van verdichting kan bevredigend benaderd, met de plasticiteitsnaald bepaald worden. Dit gebeurt door een meting te verrichten in den gecompriëerden grond in den dam. Daarna wordt een monster genomen en in den cylinder samengedrukt. De naaldaflezingen voor den cylinder behooren overeen te stemmen met die voor den dam, indien de grond voldoende gecompriëerd is.

Deze methode is geschikt voor veelvuldige toepassing en moet gecontroleerd worden door directe meting van het drooggewicht van den grond in situ, dus in den dam. Het principe van de plasticiteitsnaald kan toepassing vinden voor de meting van de plasticiteit op verschillende punten van uitgevoerde dammen, door de penetratieweerstand te bepalen in boorgaten of schachten, mits bekend is, dat de grond verzadigd is. De toepassing voor kwel- en consolidatieproeven zal nader beschreven worden.

Meting van droog gewicht in situ.

Het is voor een afdoende contrôle op de werkelijke verkregen verdichting noodig, het drooggewicht van den grond in den dam te bepalen. De bovengrond wordt weggegraven over een kleine oppervlakte tot zoodanige diepte, dat geen niet-gecomprimeerden grond achterblijft. Een gat van ongeveer 8 inch diameter en 1 ft. diepte wordt gedolven en de uitgekomen grond gewogen.

Het volume van het gat wordt bepaald door het met fijn droog zand te vullen, waarvan het droog gewicht per cub. ft. gevonden is door het in een vat van bekenden inhoud te storten, dat ongeveer dezelfde afmetingen heeft als het gedolven gat. Uit het gewicht van het gebruikte zand is het volume van het gat dan bekend. Het zand wordt niet gestampt; nauwkeurige ijking van het gewicht per cubic ft. heeft plaats voor het los uitgestorte materiaal. Het is noodig om den bovenkant van het zand af te vlakken tot de juiste hoogte, waarop de grond werd uitgedolven. De uitgekomen grond dient als monster voor de bepaling van het vochtgehalte door droging in de oven. Het gewicht per cub. ft. van den gecompri-meerden grond in situ wordt berekend, en het drooggewicht bepaald door van die gevonden waarde het gewicht af te trekken van het aanwezige vocht.

Deze methode maakt het mogelijk het drooggewicht binnen een grens van $\frac{1}{2}$ lb. per cub. ft. te bepalen. Een gedeelte van den uitgekomen grond van deze proef kan in den cylinder verdicht worden en het gewicht per cub. ft. bepaald en vergeleken worden met het gevonden gewicht van den grond in den dam. Deze twee waarden behooren gelijk te zijn, indien het vochtgehalte niet gewijzigd is gerende het onderzoek. Het is noodig de proef snel uit te voeren, teneinde, speciaal in een warm en droog klimaat, het verlies van water door verdamping te voorkomen.

Het brengen van grond in het beproevingsstoestel.

De bodem-karakteristiek diagrammen van dezen grond, overeenkomstig fig. 6, kunnen nu in het laboratorium samengesteld en vergeleken worden met het drooggewicht in situ. Hierdoor kan de werkelijke verdichting bepaald worden.

Door comprimeering van den uitgekomen grond in een willekeurig beproevingsstoestel bij het juiste vochtgehalte, dat gegeven wordt door de drooggewicht kromme van den grond in situ, is de grond geschikt voor beproeving onder gelijke omstandigheden als waaronder hij in den dam verwerkt werd. De drooggewicht kromme kan ook gebruikt worden

voor de bepaling van het vochtgehalte, noodig om den grond bij een ander drooggewicht te verwerken. Het is noodzakelijk hetzelfde gewicht te nemen voor het valblokje, als bij de vaststelling van het samen-drukkingsdiagram toegepast werd, en hetzelfde aantal slagen op een sq. inch oppervlakte te geven als in den drukcylinder. De dikte der lagen behoort eveneens gelijk genomen te worden.

(Wordt vervolgd).

INGEZONDEN.

Met belangstelling nam ik kennis van het artikel van ir. G. Meesters, „De snelheidscoëfficiënt in de formules van Bazin, Strickler en Ganguillet en Kutter voor de berekening van open leidingen” in *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 4 — 1934.

Ik hoop aan de verdienste van schrijvers arbeid niets te kort te doen, door er op te wijzen, dat dit onderwerp reeds vele jaren geleden mijn aandacht had en een studie daarover verscheen in *De Waterstaatsingenieur* No. 9 — 1924, „Beschouwingen over de exponentiële formule van Gauckler-Manning voor de berekening van buisleidingen en open kanalen”.

Ik noemde de formule $v = k \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$ naar Gauckler-Manning, omdat Manning in 1890 de tweede formule van Gauckler, die van denzelfden vorm is als de genoemde en reeds in 1868 werd opgesteld, wederom toepaste, doch voor k (door mij *gladheidsfactor* genoemd) invoerde de omgekeerde waarde van den coëfficiënt n van Ganguillet en Kutter ¹⁾.

De verdienste van Strickler is, dat hij in een studie, in 1923 gepubliceerd als No. 6 der *Mitteilungen des Amtes für Wasserwirtschaft* in Zwitserland, de bruikbaarheid der formule opnieuw nauwkeurig heeft onderzocht.

In bovenbedoelde studie van mij, werden o.m. de resultaten medegedeeld van een zevental waarnemingen „op ware grootte”, (zooals ir. Meesters die terecht gaarne zou wenschen), ook bij *hellende goten*. Merkwaardig is de negatieve waarde van den coëfficiënt γ van Bazin, die ik vond in de toevvoerleiding van het waterkrachtwerk Oebroeg ²⁾.

Inderdaad ligt er nog een dankbaar arbeidsveld braak voor de waterstaatsingenieurs, om verschillende hydraulische coëfficiënten in de *praktijk* te bepalen en vooral ook na te gaan, hoe die met den tijd varieren! Een *nauwkeurige* kennis dezer coëfficiënten kan bij den aanleg van open leidingen, tunnels en buizen tot groote besparingen aanleiding geven. Als oud-medewerker aan de ontwerpen van verschillende staatswaterkrachtwerken in Ned.-Indië mag ik hierover een oordeel hebben.

Vreedenburgh.

1) Zie Forchheimer „Hydraulik” (1914) blz. 66 — 70.

2) Zie ook *De Ingenieur* 1930 No. 46 „Opmerkingen over het ontwerpen van een groot waterkrachtwerk in het bijzonder in Ned.-Indië”.

KORTE BERICHTEN.

Ruwheidscoëfficiënten voor Durit-buizen.

In *Die Wasserwirtschaft* van 25 December 1933 No. 36 komt een uitvoerige beschrijving voor van de proefnemingen, verricht in het laboratorium voor Waterbouwkunde in Weenen door Ing. R. Ehrenberger, naar den ruwheidscoëfficiënt van „Durit” buizen.

De onderzoekingen werden verricht aan buizen van 10 cm diameter, 4 stuks van elk 6 m lengte, onderling verbonden met G i b a u l t-koppelingen.

Het drukverval werd gemeten met piëzometerbuisjes, twee per buis, op 50 cm van de uiteinden aangebracht, totaal dus 8 stuks, met gaten in de buiswand ϕ 3 mm, waaraan buisjes van 5 mm. De afleesbuizen hadden een diameter van 18 mm, zoodat bij eventuele pulsaties voldoende demping aanwezig was. Het verval kon zodoende zeer nauwkeurig worden bepaald.

Zeër veel zorg werd besteed aan de meting van den inwendigen diameter van de buizen, terwijl om alle toevalligheden uit te sluiten bij de opeenvolgende proeven de vier buizen onderling van plaats werden verwisseld.

Onderzocht werden „geteerde” en „niet geteerde” buizen. De uitkomsten vertoonden maar zeer kleine verschillen en waren bij geteerde buizen iets ongunstiger, wat toegeschreven moet worden aan het niet geheel vrij zijn van oneffenheden van de

aangebrachte leerlaag. De toegepaste snelheden lagen tusschen de 1 m/sec en 2,25 m/sec.

Men kwam tot de volgende eindconclusies betreffende de diverse k - en n -waarden.

De n -waarde in de formule van Ganguillet en Kutter werd vastgesteld op 0,0079, dus nog gunstiger dan voor „geschaafd hout” en „zeer gladde wanden” ($n = 0,010$).

De k -waarde in de formule van Forchheimer ($\nu = k \cdot R^{0,7} \cdot I^{0,5}$) was gemiddeld 140, bij snelheden van 1 m/sec tot $2\frac{1}{4}$ m/sec.

Voor de op gelijke wijze gebouwde formule van Strickler ($\nu = k \cdot R^{0,66} \cdot I^{0,5}$) werd gevonden $k = 124$.

Tenslotte werd nog onderzocht de nieuwste formule van de T. H. te Berlijn, $\nu = k \cdot R^{0,65} \cdot I^{0,54}$. Deze werd door L u d i n te Berlijn onderzocht voor asbest-cement-buizen, waarbij een k -waarde werd gevonden van 134,78. Voor Duritbuizen werd in Weenen gevonden 134,7, bij snelheden van 1 tot $2\frac{1}{2}$ m/sec. Hieruit werd de gevolgtrekking gemaakt, dat ook bij de grotere snelheden, waarbij L u d i n onderzoekingen verrichtte, nl. tot 7 m/sec., deze overeenstemming zou bestaan.

Zoowel voor Durit- als voor asbest-cement-buizen werd dan voor de k -waarden gevonden:

voor $\nu > 0,60$ m/sec. $k = 134$

„ $\nu < 0,60$ m/sec. $k = 122$

Met het oog op latere aangroeiingen stelt L u d i n voor, bij „in gebruik zijnde buizen”, $k = 124$, welke waarde volgens E h r e n b e r g e r dus ook voor Duritbuizen kan worden aangenomen.

F.