

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,
jhr. ir. H. S. v a n L e n n e p.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. C. G. J. V r e e d e n b u r g h;
Leden: dr. ir. L. J. C. v a n E s,
ir. E. E. H e n s.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Hoogeschoolweg 3, 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. K o l f f & C o., Batavia-Centrum.

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Welkomstwoord, door ir. W. F. E y s v o o g e l. — Bij het vertrek van ir. W. F. E y s v o o g e l, door prof. ir. C. G. J. V r e e d e n b u r g h. — Moderne onderzoekingen omtrent de extragalactische nevels en de meta-galactische ruimte, door dr. A. A. E. W a l l e n q u i s t. — *Berichten van allerlei aard*: Normalisatie. — *Boekbespreking*. — *Personalia*. — *Kon. Instituut van Ingenieurs*: Agenda Algemeene Vergadering. — Commissie van Toezicht. — Verslag Kringvergadering Batavia. — Bestuursmededeeling.

Welkomstwoord.

Door vertrek met buitenlandsch verlof genoodzaakt uit de Redactie te treden, is het mij een aangename taak hier met een kort woord mijn opvolgers in te leiden.

Als Voorzitter van de Redactie-commissie zal met ingang van 1 December 1934 optreden prof. ir. C. G. J. V r e e d e n b u r g h. In de zes maanden, dat prof. V r e e d e n b u r g h deel uitmaakt van de Redactie, is bewaarheid geworden wat verwacht werd, n.l. dat het Bestuur van de Groep Ned.-Indië met hem een zeer goede keuze heeft gedaan.

Na eenige jaren met veel succes werkzaam te zijn geweest bij den Dienst voor Waterkracht en Electriciteit, en aldaar een grondige praktische ervaring te hebben opgedaan, wijdde prof. V r e e d e n b u r g h zich na zijn benoeming tot hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool geheel aan de beoefening der mechanica, welke vanouds zijn liefde had. Hierdoor — en dit blijkt wellicht het beste uit de omvangrijke lijst van publicaties, die hij het licht deed zien — vormt prof. V r e e d e n b u r g h een gelukkig voorbeeld van iemand, die een groote theoretische kennis paart aan een gezonden kijk op technische zaken. Als zoodanig is hij voor ons algemeen Indisch

Technisch Tijdschrift van groote waarde en bij ieder, die hem meer van nabij kent, bestaat er dan ook geen twijfel aan, dat hij het tijdschrift met vaste hand zal leiden naar groteren bloei.

Als redacteur, gekozen uit de gelederen van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs, zal optreden ir. E. E. H e n s.

Ir. H e n s heeft mij reeds jaren terzijde gestaan als corrector, vroeger bij *De Waterstaats-Ingenieur*, het laatste jaar bij *De Ingenieur in Ned.-Indië*. Door dezen arbeid is hij geheel vertrouwd met de technische verzorging van het tijdschrift, welke hem meer in het bijzonder ten deel zal vallen. Waar ir. H e n s bovendien over een groote werkkracht en een levendig enthousiasme beschikt, draag ik dit deel van mijn taak met vertrouwen aan hem over.

Tot slot moge hier nog een woord van hartelijken dank worden uitgesproken aan den derden redacteur, dr. ir. L. J. C. v a n E s, voor de goede samenwerking, welke steeds in de Redactie bestaan heeft, terwijl vanzelfsprekend mijn beste wenschen het tijdschrift, waar ik mede een der promotors van ben geweest, op zijn verderen weg vergezellen.

Ir. W. F. E y s v o o g e l.

Bij het vertrek van ir. Eijsvoogel.

Ongetwijfeld zullen zij, die het redigeeren van een tijdschrift van eenige beteekenis, nimmer van nabij hebben medegemaakt, zich bezwaarlijk de moeilijkheden kunnen indenken, om het binnengekomen heterogene materiaal, tot een welverzorgd leesbaar geheel samen te stellen.

Het lijkt zoo vanzelfsprekend, dat gedurende zoo vele jaren *De Waterstaats-Ingenieur* geregeld iedere maand verscheen, en sinds 1 Januari 1934 *De Ingenieur in Ned.-Indië*, doch van den arbeid, die daarvoor door de Redactieleden — in den vrijen tijd buiten hun dagelijksch werk om — moest worden verricht, weten alleen insiders. Tot deze insiders behoort ook ondergeteekende.

En zonder aan de verdiensten der andere redactieleden iets te kort te doen, mag wel worden gezegd, dat onder deze stille werkers — althans gedurende de laatste jaren — de persoon van ir. Eysvoogel sterk naar voren is gekomen.

Was hij als redacteur van *De Waterstaats-Ingenieur*, welke functie hij van April 1930 tot de opheffing van dat tijdschrift bekleedde, reeds een zeer gewaardeerde figuur, na de oprichting van *De Ingenieur in*

Ned.-Indië, wijdde ir. Eysvoogel zich met zijn volle werkkraft aan ons nieuwe tijdschrift, om er van te maken, wat er met de beschikbare middelen van te maken was, teneinde de doelstelling door de Commissie van Redactie in het eerste nummer uiteengezet, zoo veel doenlijk te verwezenlijken.

De moeilijkheden, welke zich in den beginne voordeden, tengevolge van het feit, dat door bijzondere omstandigheden de drukker van het tijdschrift niet te Bandoeng was gevestigd, werden geheel overwonnen. De goede typografische verzorging en verdeeling van het binnengekomen materiaal, waren mede aanleiding, dat het aanvankelijk pessimisme, dat bij verschillende leden van de Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs heerschte, toen het nieuwe tijdschrift werd opgericht, thans goeddeels is verdwenen. Zelfs mocht de Redactie meerdere malen betuigingen van waardeering in ontvangst nemen, hetgeen zeer op prijs werd gesteld.

De Redactie wenscht ir. Eysvoogel een aangenaam verlof toe en blijft zich voor zijn gewaardeerde belangstelling warm aanbevelen.

Prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh.

Moderne onderzoekingen omtrent de extragalaktische nevels en de meta-galaktische ruimte

door

dr. A. A. E. WALLENQUIST.

Voordracht, gehouden den 26en October 1934 voor de Afdeling Bandoeng der Kon. Natuurkundige Vereeniging met de leden van het Kon. Instituut van Ingenieurs als gasten.

Onder de extra- of buitengalaktische nevels verstaat men hemelobjecten, die buiten onzen Melkweg thuis hooren en geenerlei verband met den Melkweg vertoonen. De ware natuur van deze objecten is lang raadselachtig geweest, maar de onderzoekingen van de laatste jaren hebben definitief den extragalaktische nevels hun kosmische plaats aangewezen. Zij zijn inderdaad sterrenstelsels met afmetingen en eigenschappen, die met ons Melkwegstelsel sterk overeenkomen.

De extragalaktische nevels worden naar gelang van hun uiterlijke vormen, welke waarschijnlijk in verband staan met de ontwikkeling dier nevels, in afzonderlijke klassen gerangschikt. Ten eerste hebben wij bol- of ellipsvormige nevels; verder hebben wij de spiraalnevels, gekarakteriseerd door een diffuse kern, van waaruit twee diametraal tegenover elkaar gelegen spiraalarmen ontspringen (b.v. de Andromeda-nevel); en ten slotte hebben wij de onregelmatige nevels zonder duidelijke spiraalstructuur. (Hiertoe behooren b.v. de beide „Wolken van Magelhaens” aan den zuidelijken sterrenhemel).

Het vraagstuk betreffende de ware natuur van de extragalaktische nevels is nauw verbonden met het afstandsprobleem. Zuivere meetkundige methoden, zooals b.v. trigonometrische parallaxmethoden, zijn bij de afstandsbepalingen tot de extragalaktische nevels absoluut onvoldoende gebleken. Wij zijn derhalve uitsluitend op indirecte methoden aangewezen. Met behulp van onze grootste kijkers kunnen de dichtstbij gelegen extragalaktische nevels gedeeltelijk in sterren opgelost worden. Een nader onderzoek heeft aan het licht gebracht, dat deze nevels niet slechts sterren bevatten van verschillende typen, maar ook andere objecten als open en bolvormige sterrenhoopen, donkere en heldere nevelvlekken enz., die uit ons eigen sterrenstelsel goed bekend zijn. Deze objecten moeten nu als basis gebruikt worden voor de afstandsbepalingen.

Een van de meest nauwkeurige methoden om afstanden te bepalen tot de extragalaktische nevels geven ons de veranderlijke sterren van Cepheide-type, die in eenige nevels ontdekt zijn. Voor dergelijke sterren heeft men namelijk een duidelijk

verband ontdekt tusschen de periode der lichtwisselingen en de absolute helderheid der ster. Kunnen wij dus uit de waarnemingen de periode van een Cepheïde afleiden, dan geeft dit verband ons onmiddellijk de corresponderende absolute helderheid. Uit deze en de schijnbare helderheid kan men den afstand berekenen.

Met behulp van dergelijke indirecte methoden kunnen wij nu afstanden afleiden tot individuele extragalactische nevels, afstanden, die in millioenen lichtjaren geteld moeten worden. Voor nevels, die wij niet in sterren kunnen oplossen, kunnen wij de afstanden schatten met behulp van beschouwingen, die op hun schijnbare diameters of totale helderheden berusten.

De naaste burens onder de extragalactische nevels zijn de beide Wolken van Magelhaens. Zij liggen op een afstand van slechts 100 000 lichtjaren van ons af en zijn daarom als een soort van begeleider van ons Melkwegstelsel te beschouwen. De dichtstbij gelegen spiraalnevel is de Andromeda-nevel, wiens afstand ongeveer $1\frac{1}{2}$ millioen lichtjaren bedraagt. De middelrijn van dien nevel bedraagt ongeveer 100 000 lichtjaren, d.w.z. dezelfde als die van ons Melkwegstelsel.

Onder de extragalactische nevels zijn vaak dubbele of meervoudige stelsels waargenomen; ook nevelhoopen, „supergalactische clusters” genoemd, zijn er ontdekt. Een van de mooiste nevelhoopen is de Coma-cluster in de buurt van den Noordpool van den Melkweg, die op een afstand van 150 — 200 millioen lichtjaren van ons af ligt en die ongeveer 1 800 nevels bevat.

Spectrographische onderzoekingen omtrent de bewegingstoestanden van de extragalactische nevels hebben aan het licht gebracht, dat alle onderzochte nevels, op enkele uitzonderingen na, zich van ons verwijderen met een snelheid, die evenredig is met den afstand. Dit eigenaardige verschijnsel, dus het schijnbaar wegloopen van de extragalactische nevels, heeft aanleiding gegeven tot uitgebreide theoretische beschouwingen over „het uitdijende Heelal”. Het probleem over het uitdijende Heelal is intuschen lang niet opgelost en leidt bovendien tot consequenties, die in conflict staan met b.v. de astrofysische onderzoekingen omtrent den ouderdom der sterren.

Ten slotte heeft spreker getracht op de basis van de theorie van Charlier een model te geven van een Heelal, dat oneindig uitgebreid is en een oneindige hoeveelheid materie bevat. Men kan op een elementaire wijze aantonen, dat die bezwaren tegen een oneindig Heelal, die uit zuiver natuurkundige grondslagen voortspruiten, door Olbers en Seeliger opgesteld, ondervangen kunnen worden, wanneer slechts de materie in bepaalde stelsels verdeeld is. Men kan ook met behulp van de theorie van Charlier de condities afleiden, die gelden moeten voor een oneindig Heelal.

Voor zoover wij den bouw van het Heelal kennen, is het approximatief overeenkomstig het oneindige Heelal van Charlier — de sterren vormen Melkwegstelsels (extragalactische nevels) en de ons bekende extragalactische nevels vormen waarschijnlijk

een stelsel van hoogere orde, het meta-galactische stelsel genaamd. — Of er nog andere meta-galactische stelsels te vinden zijn ver buiten de onze in de meta-galactische ruimte, weten wij tot dusver niet. Overeenkomstig het Heelal van Charlier zouden wij nog andere meta-galactische stelsels moeten verwachten, die tezamen een stelsel van nog hoogere orde vormen enz. ad infinitum.

De voordracht werd geïllustreerd met een dertigtal lantarenplaten.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Normalisatie.

Bij het Secretariaat van den Normalisatieraad — Bragaweg 38 Bandoeng — zijn verkrijgbaar gesteld:
De nieuw verschenen normaalbladen:

- N 558: Brandweermaterieel. Verloopkoppelingen voor perskoppelingen.
- N 639/640: Textielgoederen voor ziekenhuizen.
- N 258: Pijpleidingen en toebehooren. Smeedbaar gietijzeren hulpstukken. Overzichtsblad en algemeene voorschriften.
- N 732 t/m 745: Pijpleidingen en toebehooren. Smeedbaar gietijzeren hulpstukken.
- N 673: Klinknagels. Normale steellengten. Typen klinknagels scheepsbouw verzonken geklonken.
- N 406: Damkettingen. Warteleidenden.
- N 755 t/m 759: Glazen flesschen voor melk.
- N 760: Glazen flesschen voor wijn.
- N 761: Glazen flesschen voor bier, limonade en mineraalwater.
- N 680 t/m 682: Witte, gekleurde en zwarte pasta's. Keuringsvoorschriften.

BOEKBESPREKING.

N. V. Ned. Aanneming Maatschappij v/h F. H. Boersma.

Een platenalbum, gedrukt door de N. V. Zuid-Holl. Boek- en Handelsdrukkerij te 's Gravenhage.

Dit omvangrijk plaatwerk geeft een beeld van de vele en belangrijke werken op bouwkundig en waterbouwkundig gebied, welke in de loop der jaren door bovengenoemde vennootschap zijn tot stand gebracht.

Allereerst valt de interessante omslag op, een ontwerp van architect H. Th. Wijdeveld, ons bekend als de geestelijke vader van het Ned. paviljoen op de wereldtentoonstelling te Antwerpen. Bijzonder zinrijk is het machtige in grijs en wit tegen een bijna zwarten fond uit het ruwe gesteente oprijzende kristal voor een bedrijf als de Ned. Aanneming Mij. Niet genoeg te prijzen gedachte van deze firma de verzorging van den omslag in bekwame hand te leggen.

De inhoud, openend met een voorwoord van de Directie, waarin de groote vlucht der firma in de

afgeloopen jaren geschetst wordt, toont ons op helaas meerdere te overvulde bladen achtereenvolgens de in Nederland en Ned.-Indië uitgevoerde werken. Onder de belangrijke van ouderen datum kunnen worden genoemd het Vredespaleis, het pand v/d firma Meddens en Hotel Centraal in den Haag, het Landhuis „St. Hubertus” te Hoenderloo en het Holland-House in Londen. Uit de na-oorlogsjaren stammen echter het meerendeel der uitvoeriger gereproduceerde werken, w.o. een voorname plaats innemen: het gebouw Petrolea, de Rott. Bankvereniging, de Nederlanden van 1845, de Bijenkorf, de Haagsche Courant en het nog niet geheel voltooide Gemeente Museum in den Haag, de fabriek v/d firma v. Nelle, het kantoorgebouw van de Unilever, de Bijenkorf, de Koninginnebrug en de Parksluizen te Rotterdam, de Ned. Handel Mij., het Laboratorium van de Bataafsche te Amsterdam, de Kunstzijde fabriek te Ede, en verder in Ned.-Indië: het Hoofdkantoor van de Stoomtram Mij.'n te Semarang, de Ned. Handel Mij. en het Postkantoor te Batavia, het Gouverneurskantoor en de Marine-steiger te Soerabaja.

W. L.

Morrrough, P. O'Brien and James E. Gosline.

„The hydraulic ram”, University of California publications in Engineering, Vol. 3, No. 1. Blz. 1—58, met 33 figuren in den tekst.

Uitg. University of California Press, Berkeley.

In de inleiding wijzen de schrijvers erop, dat de theorie van de werking van den hydraulischen ram tot op heden nog niet tot in details ontwikkeld is geworden.

Na een beschrijving van de inrichting en de bij het onderzoek gevolgde werkwijze, worden eenige gemeten graphieken gegeven van de hydraulische constanten, terwijl de resultaten van het onderzoek worden gegeven in een volgend aantal graphieken. Getracht wordt, de werkwijze van den ram te ontleden, waarna een experimenteele bevestiging volgt van de theorie.

Tenslotte volgen eenige conclusies, welke uit het onderzoek zijn te trekken, waarbij o.a. opgemerkt wordt, dat de werking tot op 15% nauwkeurig te bepalen is.

St.

G. E. Beggs, R. E. Davis and H. E. Davis.
„Test on structural models of proposed San Francisco-Oakland suspension bridge”, University of California publications in Engineering, Vol. 3, No. 2. Blz. 59—166, met 1 plaat en 56 figuren in den tekst.

Uitg. University of California Press, Berkeley.

Door de schrijvers is een drietal verschillende modellen onderzocht in het „Engineering Materials Laboratory of the University of California”, in verband met den bouw van een hangbrug tusschen Rincon Hill in San Francisco en Yerba Buena Island. De totale lengte van de brug bedroeg ongeveer

3000 m. De bedoeling was de berekeningen, welke gebaseerd waren op de elasticiteitstheorie te controleren. Deze proeven zijn de eerste op dit gebied wat betreft omvang en experimenteele bepaling van den invloed van den wind. De modellen waren vervaardigd op schaal 1:100 t.o.v. de werkelijke constructie.

Nadat de constructie-details van de modellen gegeven zijn, volgt een uitvoerige uiteenzetting van de gevolgde werkwijze, waarvan opmerkelijk is de wijze, waarop de temperatuursinvloed nagebootst is, door nl. de opleggingen naar elkaar toe te trekken of van elkaar af te drukken al naar gelang men te doen heeft met een temperatuurstijging dan wel temperatuurdaling. Voor het verrichten van de metingen was het verder noodig verschillende instrumenten te ontwerpen, welke speciaal voor dit doel geschikt waren.

De resultaten van de proefnemingen zijn vastgelegd in een aantal graphieken, waaruit verschillende conclusies getrokken kunnen worden ten aanzien van het te kiezen type.

Ofschoon men bij de brugberekening volgens de elasticiteitsleer verschillende factoren van ondergeschikt belang verwaarloost, welke factoren bij het model, indien dit een getrouwe nabootsing is van de eigenlijke brug, wel tot uiting kunnen komen, bleek desniettemin, dat de verschillende waarden, welke gevonden werden met behulp van de modellen zeer goed in overeenstemming waren met de berekende waarden, zoodat door deze modelproeven het vertrouwen versterkt wordt, hetwelk men stelt in de berekeningsmethode volgens de elasticiteitstheorie, des te meer waar het hier bijzonder groote bruggen geldt.

Achterin volgt tenslotte een uitgebreide literatuurlijst met betrekking tot de verrichte proefnemingen.

St.

D. Sepp.

Repertorium op de literatuur betreffende de Nederlandsche Koloniën, voorzover zij verspreid is in tijdschriften, periodieken, serie- en mengelwerken. Achtste vervolg (1931 en 1932) met naamregister.

Uitg. Martinus Nyhoff, 's Gravenhage 1934.

Deze uitgave, welke gelegenheid geeft, kennis te nemen van publicaties op velerlei gebied, die door de groote verspreiding anders niet gemakkelijk onder de oogen van belanghebbenden komen, werd dusver met steun van de Indische Regeering uitgegeven. Op dezen steun kan in de toekomst niet worden gerekend, zoodat ernstig gevaar dreigt, dat de verdere uitgave van deze samenstelling zal moeten worden gestaakt, tenzij van de zijde van belanghebbende instellingen, vereenigingen of personen eene bijdrage kan worden verkregen.

Technical publications of the International Tin Research and Development Council.

Series B No. 1. The properties of Tin, by E. S. Hedges and C. E. Homer.

Een uitvoerige lijst van alle mogelijk denkbare chemische en physische eigenschappen van het metaal tin wordt gegeven. Toe te juichen valt, dat de maten en gewichten van het metrieke stelsel zijn gebezigd.

Series A No. 8. The improvement of White Bearing Metals for Severe Service: Some general Considerations, by D. J. Macnaughtan.

De vermoeidheidsbreuken van voor lagers gebezigde tinalliages (witmetaal) en de middelen tot verbetering worden besproken.

Series A No. 9. The Behaviour of White Bearing Metals when subjected to Various Deformation Tests. Part I Indentation Tests, by A. S. Kenneford and Hugh O'Neill. Part II Tensile Tests by R. Arrowsmith. Part III Pounding Tests by H. Greenwood.

Dit deeltje behandelt verschillende proeven, welke met tinhoudende witte lagermetalen zijn verricht, en welke een indruk kunnen geven van de gevolgen van deformatie bij gebruik in het lager.

Series A No. 10. Some properties of Tin Containing Small Amounts of Silver, Iron, Nickel, or Copper, by Prof. D. Hanson, E. J. Sandford and H. Stevens.

Deze publicatie geeft waardevolle inlichtingen omtrent de aanwezigheid en de ligging van de eutectica en de mechanische eigenschappen van tinrijke alliages.

v. E.

PERSONALIA.

Aan ir. N. D. R. Schaafsma, wnl. hoofd van het Proefstation voor Drink- en Afvalwaterzuivering te Manggarai, is wegens zesjarigen dienst acht maanden verlof naar Europa verleend, ingaande 5 Januari 1935.

Ir. C. J. Warners, ambtenaar van buitenlandsch verlof terugverwacht, is benoemd tot ingenieur bij den P.T.T.-dienst.

Aan ir. F. Klein, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, is wegens zevenjarigen dienst negen maanden verlof naar Europa verleend, ingaande 3 April 1935.

Aan K. H. Fronius, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, is wegens achtjarigen dienst tien maanden verlof naar Europa verleend, ingaande 11 Februari 1935.

Ir. B. Elenbaas, ingenieur bij den Provincialen Waterstaat van Oost-Java, is overgeplaatst van Pamekasan naar Bondowoso, en werkzaam gesteld als hoofd van het IVde Waterstaatsdistrict.

Ir. Tien Bie Tio, idem, is overgeplaatst van Soerabaia naar Pamekasan.

Ir. F. Engelken, idem, is overgeplaatst van Madioen naar Soerabaia.

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

AANKONDIGING VAN DE ALGEMEENE VERGADERING DER GROEP

te houden te Bandoeng op 12 Januari 1935.

Deze bijeenkomst zal bestaan uit: een *technische*

excursie in de morgenuren, een *algemeene vergadering* des avonds, gevolgd door een *gemeenschappelijke maaltijd*.

Technische excursie naar de Hoofdwerkplaats der S. S. aan de Maarschalklaan.

Met het oog op de aankomst van het vliegtuig uit Weltevreden is het uur van samenkomst gesteld op half tien aan de Maarschalklaan.

De hoofdingenieur, chef der werkplaats, ir. H. P. Hijmans van Anrooy zal een beknopte inleiding geven over de toegepaste rationalisatie der werkzaamheden. Een en ander zal op een rondgang nader worden getoond en toegelicht.

Algemeene Vergadering des avonds te zeven uur in het gebouw van het Hoofdbestuur P.T.T., de Katstraat.

Agenda:

- I. Notulen der Alg. Vergadering gehouden te Batavia op 26 Mei 1934.
- II. Bestuursverkiezing.
- III. Begroting 1935.
- IV. Verkiezing verificatie-commissie over het jaar 1934.
- V. Hetgeen verder ter tafel zal worden gebracht.

Het Bestuur stelt voor na afloop der Alg. Vergadering een gemeenschappelijke maaltijd te houden in het „Preanger Hotel”, waaromtrent een nadere convocatie zal worden rondgezonden.

Toelichting punt II der Agenda: Bestuursverkiezing.

Door drukke werkzaamheden zijn genoodzaakt af te treden ir. C. Menschaar, Voorzitter, ir. A. P. Adama van Scheltema, Secretaris, terwijl volgens reglement aan de beurt van aftreden is Generaal L. C. van de Kastelee, Lid.

Het Bestuur der Groep is van meening, dat door den overgang van het voormalig departement der B. O. W. naar Bandoeng, als onderdeel van het nieuwe departement van Verkeer en Waterstaat, de keuze voor nieuwe bestuursleden te Batavia steeds geringer is geworden. Het bestuur doet daarom de suggestie om de overbrenging van het Groepsbestuur naar Bandoeng in overweging te nemen.

Hierdoor zou tevens tegemoet kunnen worden gekomen aan den wensch om een waterstaatsingenieur in het groepsbestuur op te nemen.

Het Bestuur noodigt de leden uit om vóór 10 Jan. a.s. een voordracht voor vier kandidaten voor de bezetting van de opengekomen bestuurszetels te willen indienen bij het secretariaat Koningsplein Oost 15, Batavia-C.

Van de zijde van het Bestuur wordt gaarne de volgende voordracht onder de aandacht der leden gebracht:

Ir. C. Hillen, hoofd van den P.T.T.-dienst, Voorzitter,

Ir. H. van der Veen, ingenieur bij den radiodienst, Secretaris,

Ir. Ch. F. van Haeften, hoofd van de afd. Irrigatie bij het Dept. V. en W., Lid, terwijl aanbevolen wordt de plaats van Generaal van de Kastelee korten tijd vacant te houden, ten einde daarin te kunnen benoemen Kolonel Sta-

tius Muller, die momenteel nog in Europa vertoeft, doch begin Februari 1935 in Indië wordt terug verwacht.

De officieele kandidatenlijst zal vóór de algemeene vergadering worden bekend gemaakt, waarna eventueel stemming zal plaats hebben.

Gemeenschappelijke maaltijd.

Het Bestuur stelt voor na afloop van de algemeene vergadering een gemeenschappelijke maaltijd te houden in het Preanger Hotel. Hieromtrent zal een nadere convocatie worden rondgezonden.

Commissie van Toezicht.

Als lid der Commissie van Toezicht op *De Ingenieur in Ned.-Indië* heeft bedankt ir. G. S. Goemans.

Het is hier de plaats, in het bijzonder te memoereen, het groote aandeel, dat ir. Goemans in samenwerking met de irs. H. S. van Lennep en W. F. Eysvoogel heeft gehad, in de totstandkoming van ons tijdschrift.

De Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs is hem daarvoor veel dank verschuldigd.

Alhoewel ir. Goemans voortaan geen directe bemoeienis meer zal hebben met de redactioneele leiding van *De Ingenieur in Ned.-Indië*, zoo vleit de Redactie zich echter met de hoop, dat het geestelijk contact bewaard zal blijven, en dat hij de zelfde belangstelling zal blijven koesteren voor de verdere ontwikkeling van ons tijdschrift, waarvan hij een zoo actieve promotor is geweest.

Vreedenburg.

Verslag van de vergadering van den Kring Batavia.

Op Donderdag 25 October j.l. is in het gebouw van de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging te Batavia-C., eene vergadering van den Kring Batavia gehouden, waarin ir. S. Snuyf een voordracht hield over „De levering van water aan den kleinen man naar aanleiding van den verbruiksbegrenzer Nieuwkamp”.

Nadat de kringleider ir. A. C. Ingenegeren de bijeenkomst heeft geopend met een hartelijk woord van welkom tot allen, speciaal tot de vele introducés, uit wier aanwezigheid de groote belangstelling blijkt voor de voordracht, die op de agenda staat, wordt door hem allereerst aan de orde gesteld:

De verkiezing van een nieuwen kringleider.

Ir. Ingenegeren zelf treedt thans als zodanig af en heeft den heer ir. J. Ch. de Willigen verzocht hem als kringleider op te volgen. De bepalingen in het reglement zijn niet zeer duidelijk over den duur van het bestuurslidmaatschap in verband met de tusschentijdsche aanvulling van vacatures door het bestuur, zoodat de nieuw optredende kringleider zal moeten nagaan, wanneer het zijn beurt van aftreden zal zijn.

Het is niet zonder weemoed, dat spr. afscheid neemt als kringleider. Ruim 5 jaren heeft hij deze

functie vervuld en het is een buitengewoon aangepaste bestuurspositie geweest, waarin hij op de prettigste wijze met alle kringleden heeft kunnen omgaan. Spr. dankt voor de welwillendheid, waarmede men al dien tijd zijn werkzaamheid als voorzitter heeft aangezien, doch acht verversching van krachten van tijd tot tijd nuttig. Hij besluit met den kring Batavia een lang en bloeiend bestaan toe te wenschen. (Applaus).

Ir. de Willigen stelt er als nieuw opgetreden kringleider prijs op namens den kring een enkel woord te spreken tot ir. Ingenegeren. Hij bedankt dezen voor de vele moeite, die hij zich gedurende 5 jaren heeft gegeven om leven en beweging in den kring gaande te houden. Dat hij daarin is geslaagd, zal niemand ontkennen, die het kringleven heeft meegemaakt, en het is zijn blijvende glorie.

Het voorzitterschap van ir. Ingenegeren heeft zich gekenmerkt door een bloeiend verenigingsleven en vergaderingen met een vroeger ongekende opkomst. Zijn omgang met de leden van den kring was, zooals hijzelf reeds heeft geconstateerd, ook altijd zeer aangenaam. Bijzonderen dank aan den heer Ingenegeren voor alles, wat hij in het belang van den kring heeft gedaan! (Applaus).

Het woord is thans aan ir. Snuyf voor het houden van bovenvermelde voordracht. Alvorens zijn causerie aan te vangen, merkt de heer Snuyf op, dat hetgeen hij vanavond zal bespreken een gedeelte vormt van de resultaten van den arbeid, dien hij in de afgelopen jaren heeft verricht in samenwerking met den thans afgetreden en den nieuw optredenden kringleider van Batavia. Zoowel met ir. Ingenegeren als met ir. de Willigen heeft spr. op prettige en nuttige wijze samengewerkt. Voor eerstgenoemde is vermoedelijk thans het einde van die samenwerking gekomen, spr. hoopt dat ze voor ir. de Willigen en hemzelf nog lang zal kunnen worden gecontinueerd.

Het verslag van de causerie van ir. Snuyf zal in een volgend nummer van dit tijdschrift worden opgenomen.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde nieuwe leden.

De voorgestelde leden, genoemd in No. 11 van dit tijdschrift, zijn aangenomen.

Als gewoon lid worden voorgesteld:

Ir. J. Bosma, Bedrijfsingenieur van de Alg. Ned. Ind. Electriciteit Mij., van der Hoopweg 12, Semarang.

Dr. H. Philipp, Directeur van de N. V. Alg. Maatschappij voor Mijnbouw en andere Concessiën, Dagoweg 135, Bandoeng.

Ir. J. Regeer, Ingenieur bij 's Lands Waterstaat, Mataram, Lombok.

Eventuele bezwaren tegen deze candidaatstelling worden voor 20 Januari 1935 ingewacht bij het Secretariaat, Koningsplein Oost 15, Batavia-Centrum.

DE INGENIEUR
IN NEDERLANDSCH-INDIË

III. ELECTROTECHNIEK EN WERKTUIGBOUW.

INHOUD: Geheimhouding bij de Radiotelegrafie en de Radiotelefonie, door ir. H. van der Veen.

/ Geheimhouding bij de Radiotelegrafie en de Radiotelefonie

door

ir. H. VAN DER VEEN,

hoofd van het Bedrijf der P. T. T.-Radiostations op Java.

Aan de hand van de betreffende bepalingen in de internationale verdragen wordt nagegaan, welke maatregelen in Nederlandsch-Indië administratief en juridisch zijn vastgesteld ter bewaking der geheimhouding. Daarna worden de technische voorzieningen besproken, welke getroffen zijn om het geheim te verzekeren bij radiotelegraaf en radiotelefoon.

Inleiding.

In de beschouwing van het vraagstuk van geheimhouding bij het overbrengen van berichten langs electrischen weg dringen zich twee standpunten naar voren, welke beide van belang zijn. Men kan toch trachten door *administratieve en juridische* maatregelen mededeelingen omtrent die berichten aan anderen dan de betrokken partijen te beletten, terwijl men tegelijkertijd vooral door *technische* maatregelen kan trachten te beletten, dat onbevoegden van die berichten kennisnemen. Daar beide werkwijzen ten nauwste samenhangen, zullen in dit artikel vooraf in het kort de juridische grondslagen behandeld worden.

In overeenstemming met de officieele Nederlandse vertaling van het Internationaal verdrag van Madrid (1932) zal in dit artikel de gezamenlijke telegrafische en telefonische wijze van overbrenging van berichten, zoowel langs geleidingen als draadloos, worden samengevat onder den naam van *verreberichtgeving*.

Internationale regelingen.

Het recht op geheimhouding bij verreberichtgeving heeft zijn juridischen grondslag in het recht van ieder gebruiker op zijn „*sphère privée*”. Hoewel dus het geheimhoudingsrecht bij verreberichtgeving uit den aard der zaak een vrij modern begrip is, is de juridische grondslag afgeleid uit een der grondbeginselen, welke in de Fransche Revolutie werden geproclameerd, n.l. dat de vrije uitwisseling van gedachten en meeningen een van de grondrechten van den mensch is.

Zoo voegde zich het recht op het telegraafgeheim, toen de lijn-telegraaf voor openbaar gebruik werd opgesteld, bij de andere rechten op geheimhouding, waarop het individu aanspraak heeft, indien hij mededeelingen toevertrouwt — vrijwillig, dan wel noodzakelijkerwijs — aan derden. De ontwikkeling van het recht op geheimhouding bij telefonische overbrenging langs geleidingen is uit den aard der zaak

van lateren datum: de telefoon toch kwam eerst later tot ontwikkeling. Door de opkomst van de techniek van de overbrenging van telegrammen langs den radioweg is het vraagstuk van geheimhouding meer acuut geworden, doordat anderen dan tot kennisnemen bevoegden met zeer eenvoudige middelen van de berichten konden kennisnemen. De ontwikkeling van de radiotelefonie in de laatste vijf jaren heeft de belangstelling voor dit vraagstuk slechts vergroot.

Reeds in het begin van zijn ontwikkeling verkreeg de telegraaf een internationaal karakter, dat slechts door verdragen kon worden geregeld. Het telegraafgeheim is daarbij steeds een belangrijk punt geweest in de internationale verdragen. Dit punt werd later min of meer gewijzigd overgenomen door de telefoon- en de radio-telegraafverdragen. Een overzicht over de gehouden conferenties geeft *tabel I*.

Tabel I. Internationale conferenties betreffende de verreberichtgeving.

Internationale (Lijn) Telegraaf en (Lijn) Telefoon Conferenties	Internationale Radiotele- graaf en Radiotelefoon Conferenties
<i>d</i> Paris 1865	
<i>d</i> Wien 1868	
<i>d</i> Roma 1872	
<i>d</i> St. Petersburg 1875	
<i>a</i> London 1879	
<i>a</i> Berlin 1885	
<i>a</i> Paris 1890	
<i>a</i> Budapest 1896	
<i>a</i> London 1903	
<i>a</i> Lissabon 1908	<i>d</i> Berlin 1906
<i>a</i> Paris 1925	<i>d</i> London 1912
<i>a</i> Brussel 1928	<i>d</i> Washington 1927

d Madrid 1932

Noot: De met *d* aangeduide conferenties zijn diplomatieke conferenties geweest, waarop verdragen werden uitgewerkt.

De met *a* aangeduide conferenties zijn administratieve conferenties geweest, waarop administratieve en technische reglementen werden uitgewerkt, dienende voor de regeling van den goeden loop van het internationale verkeer.

Zonder verder op de geschiedkundige ontwikkeling van het recht op geheimhouding in te gaan moge uit dit overzicht blijken, dat thans alle internationale verkeer, dat onder den naam van verreberichtgeving kan worden samengevat, geregeld is bij het Internationaal Verdrag betreffende verreberichtgeving van Madrid (1932), tot welk verdrag Nederlandsch-Indië is toegetreden.

Artikel 24 van dit verdrag luidt:

Geheimhouding der verreberichten.

§ 1. De verdragsluitende regeeringen verbinden zich alle mogelijke maatregelen te nemen, die verenigbaar zijn met het gebruikte stelsel van verreberichtgeving teneinde het geheim der internationale berichten te verzekeren.

§ 2. Zij behouden zich evenwel het recht voor, de internationale berichten mede te deelen aan de bevoegde autoriteiten, teneinde hetzij de toepassing van haar binnenlandsche wetgeving, hetzij de uitvoering van internationale verdragen, waarbij de belanghebbende regeeringen partij zijn, te verzekeren.

In het bij het verdrag van Madrid behorende Algemeen Reglement treft men dan nog de volgende bepalingen aan betreffende geheimhouding:

Artikel 2.

Geheimhouding der radioberichten.

De administraties verbinden zich de noodige maatregelen te nemen tot het doen verbieden en tegengaan van:

a) het opvangen, zonder machtiging, van radioberichten, die niet bestemd zijn voor algemeen gebruik door het publiek;

b) het ruchtbaar maken van den inhoud of eenvoudig van het bestaan, de openbaarmaking of het gebruik, zonder machtiging, van radioberichten die al of niet opzettelijk zouden zijn opgevangen.

Artikel 3.

Vergunning.

De houder van een vergunning is verplicht het geheim van de verreberichten te bewaren, zooals bepaald is bij artikel 24 van het Verdrag. Voorts moet uit de vergunning blijken dat het verboden is andere radiocorrespondentie op te vangen dan die welke het station gemachtigd is te ontvangen en dat, ingeval zulke correspondentie onopzettelijk wordt ontvangen, zij noch weergegeven, noch aan derden medegedeeld, noch voor eenig doeleinde gebruikt mag worden en dat zelfs aan het bestaan er van geen bekendheid mag worden gegeven.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat de bij het verdrag aangesloten staten de geheimhouding beschermen van internationale verreberichten.

Ned. Indische regelingen.

Thans volgt de vraag, hoe in Nederlandsch-Indië het geheim bij de verreberichtgeving verzekerd wordt.

Bij de behandeling der administratieve en juridische bescherming van geheimhouding bij verreberichtgeving komen twee punten ter sprake:

1e. Geheimhouding door tot kennisnemen bevoegden (b.v. telegrafisten, telefonisten) en

2e. Geheimhouding tegenover tot kennisnemen onbevoegden (b.v. gebruikers van een omroepontvanger).

De eerste categorie wordt vernamelijk preventief beheerscht door administratieve rechtsmiddelen: de eed van geheimhouding, de schriftelijke verklaring of de voorlezing van de desbetreffende artikelen bij indiensttreding. Repressief kunnen administratieve of disciplinaire maatregelen genomen worden. Dit is in het algemeen wel de meest effectieve groep van maatregelen. Bij den P. T. T.-dienst wordt dan ook steeds weer nadrukkelijk de aandacht gevestigd op de bestaande zeer imperatieve voorschriften van den dienst. In artikel 2 van het Indische Telegraafreglement 1934, staat dienaangaand het volgende vermeld:

§ 1. Hun, die met den telegraafdienst zijn belast, is elke mededeeling omtrent telegrammen, anders dan aan hen, die tot kennisneming bevoegd zijn, verboden, en dit verbod wordt in hunnen eed van geheimhouding vermeld, onverminderd de straffen bij algemeene verordening tegen het schenden van het telegraafgeheim bedreigd.

Dit artikel is wederom uitgewerkt in de voorschriften betreffende den telegraafdienst. Hierop verder ingaan zou buiten het bestek van dit artikel vallen.

Slechts dient te worden vermeld, dat op overeenkomstige wijze het telefoongeheim gewaarborgd wordt in artikel 37 van de bepalingen, voorwaarden en tarieven, betreffende den Telefoon dienst, luidende:

Den ambtenaren, beampten of andere personen met den telefoondienst belast, is elke mededeeling omtrent gesprekken anders dan aan hen, die tot kennisneming bevoegd zijn, overeenkomstig hun ambts-eed verboden op de bij algemeene verordening bepaalde straffen.

Strafbepalingen betrekking hebbende op misdrijven gepleegd tegen schending van dezen door bepalingen en voorschriften vastgelegden eisch tot geheimhouding door personen, belast met de bediening van het telegraaf- en het telefoon-verkeer zijn vervat in artt. 322 en 430 tot en met 434 van het Wetboek van Strafrecht.

Ook tegen misdrijven met betrekking tot geheimhouding gepleegd door de tweede categorie van personen — de tot kennisnemen onbevoegden — zijn zeer positieve en verstrekkende maatregelen te nemen.

Zoo wordt bijvoorbeeld, wat betreft de geheimhouding van verreberichten de bezitter van een radio-ontvangtoestel aan banden gelegd door de voorschriften, betreffende de wijze waarop en de voorwaarden waarover vergunning tot het aanleggen, hebben en gebruiken van een radio-ontvanginrichting kan worden verleend. Artikel 3 hiervan luidt toch:

Zonder bijzondere, door de Regeering te verleenen vergunning is het verboden van berichten, en mededeelingen, welke worden opgevangen en bestemd zijn voor bepaalde personen of lichamen, op eenige wijze aanteekening te houden, dan wel den inhoud, de strekking of het bestaan daarvan aan een derde bekend te maken of te laten worden.

Ook hierop slaat weer een artikel uit het Wetboek van Strafrecht:

Artikel 519 bis.

Met hechtenis van ten hoogste drie maanden of geldboete van ten hoogste duizend gulden, wordt gestraft:

1e. hij die den inhoud van hetgeen door middel van een onder zijn beheer staand, door hem gebruikt toestel voor Radio-ontvangst is opgevangen en, naar hij redelijkerwijze moet vermoeden, niet voor hem of voor het publiek bestemd is, hetzij openlijk bekend maakt, hetzij aan een ander mededeelt, indien hij redelijkerwijze moet vermoeden dat openlijke bekendmaking van den inhoud volgen zal en zoodanige bekendmaking volgt;

2e. hij, die door middel van een toestel voor Radio-ontvangst opgevangen nieuwsberichten openlijk bekend maakt, indien hij daartoe niet bevoegd is, dan wel degene, van wien hij die berichten heeft ontvangen, tot de afgifte daarvan niet bevoegd is.

Tot zoover de enkele grepen, die hier gedaan kunnen worden met betrekking tot de administratieve maatregelen, welke genomen zijn om in Ned.-Indië een beveiliging van de geheimhouding te verzekeren.

Waar Ned.-Indië zich verbonden heeft alle mogelijke maatregelen te nemen, die vereenigbaar zijn met het gebruikte stelsel van verreberichtgeving ten einde het geheim der berichten te verzekeren, is het hier thans zaak om de in Indië, en in het kort tevens de mogelijk in andere landen afwijkende, getroffen technische maatregelen de revue te laten passeeren. Aangezien deze maatregelen bij de radio-telegraaf geheel verschillen van die bij de radio-telefoon, worden zij hierna afzonderlijk behandeld.

RADIOTELEGRAFIE EN GEHEIMHOUDING.

Algemeen.

Bij het onderwerp „Radiotelefonie en Geheimhouding” wordt aangegeven, waarom slechts een klein aantal van het ter wereld aanwezige luisteraars in staat zal zijn op een bepaalde verbinding te luisteren. Deze beperking ontstaat door de aan het gebruik der radio-frequenties inhaerente overdrachts-eigenschappen, zooals de eigenschap dat elk der frequentie-groepen slechts voor één bepaalde algemeene richting en dan nog slechts op bepaalde uren van den dag geschikt is. Bij deze beperking doet zich bij de telegrafie nog de eisch kennen, dat de persoon, die de mogelijk langzaam uitgeseinde Morse-telegraafsignalen bij ontvangst wil begrijpen, dit Morse-alphabet

machtig moet zijn. Hierdoor wordt de categorie van niet tot kennisnemen bevoegden zeer beperkt. Doch om ook aan deze kleine categorie nog het afliuisteren te beletten zijn maatregelen noodig.

Teneinde een overzicht te geven van de waarde van de verschillende in gebruik zijnde telegraafsystemen uit het oogpunt van geheimhouding, zullen zij hieronder achtereenvolgens worden behandeld.

Morsesystemen.

De draadloze telegrafie werkt tegenwoordig nog algemeen met het Morse-alphabet. De afhankelijkheid van allerhande storende natuurverschijnselen, welke wel door het menschelijk oor of oog, doch niet door instrumenten kunnen worden onderscheiden, maakt zonder meer de direkte toepassing van de synchroontelegraafsystemen of de verreschrijvers, welke op lijnverbindingen in gebruik zijn, op radio-verbindingen thans nog niet mogelijk.

Morsegehoorontvangst.

De meest eenvoudige wijze van overbrenging van telegrafische berichten is die, welke zich van het Morse-alphabet bedient. Hierbij wordt elke letter weergegeven door een combinatie van kortere en langere impulsen. Indien dit door een geoefend telegrafist geschiedt kan, uit de hand met een telegraaf-sleutel geseind, hierbij maximaal een volgehouden snelheid van ongeveer twintig woorden per minuut (18 Baud) bereikt worden. Deze snelheid is voor een persoon, die het Morse-alphabet goed machtig is, met een koptelefoon op het gehoor gemakkelijk te volgen. Deze wijze van zenden is dan ook niet als voldoende geheim te betitelen.

Morseschrijfontvangst.

De met gehoorontvangst te bereiken snelheid is echter voor een normaal bezette verbinding onvoldoende om het verkeer af te werken. Bij de radio-telegrafie gaat men op het ontvangende telegraafkantoor spoedig over tot het neerschrijven van de ontvangen teekens door middel van een amplitudeschrijver (draaispoelschrijver, undulator of recorder), zie fig. 2, welke, tezamen met den perforateur en

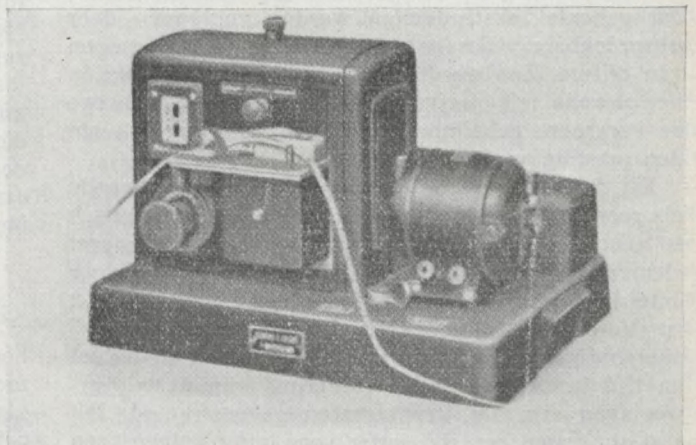


Fig. 1. Morse-automaat.

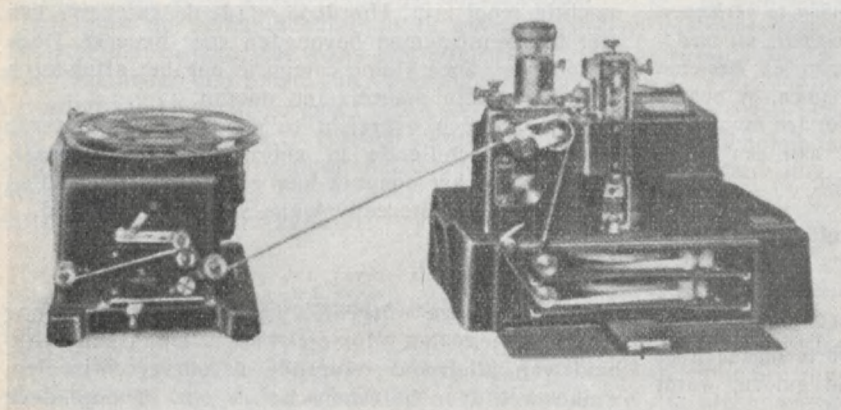


Fig. 2. Amplitudeschrijver.

den Morse-automaat, zie fig. 1, voor het uitsein, een snelmorse-apparaat vormt. Hiermede kunnen de telegrammen met snelheden van vijftien tot driehonderd woorden per minuut (13 — 260 Baud) worden verwerkt. Het is duidelijk, dat bij een dergelijke verbinding, waarbij b.v. in Ned.-Indië gewoonte is de telegrammen met een minimum van 40 woorden per minuut (36 Baud) te verwerken, de geheimhouding zeer veel verhoogd is. Men dient toch over de ontvanginrichting en tevens over den amplitudeschrijver te beschikken, wil men de overgeseinde berichten kunnen onderscheppen.

Code.

Het is hier de plaats om van de zuiver technische beschouwing een oogenblik af te wijken en over de kwestie van „cipher” en „code” uit te wijden. De algemeene beteekenis van de woorden „cipher” en „code” is die van een kunstmatige taal, welke tusschen twee partijen wordt gebruikt.

Een bericht in een kunstmatige taal, waarvan het karakter niet aan derden wordt bekend gesteld, kan in het algemeen „cipher” genoemd worden, als letter voor letter van het bericht in de plaats gesteld is van de overeenkomstige letters van den origineelen tekst.

Het woord „code” wordt vaak synoniem aangenomen met „cipher”, doch als regel beduidt „code”, dat geheele tekstgedeelten worden vervangen door uitsprekbare woorden of lettergrepen of groepen van cijfers. Zoo wordt „code” zeer veel gebruikt in het gewone telegraafverkeer, niet zoo zeer vanwege de vergrootte geheimhouding, doch voornamelijk om den tekst te verkorten.

Bij de beschouwing van „ciphers” is het volgende als grondslag aan te nemen. Theoretisch en praktisch is aangetoond, dat alle „ciphers”, zelfs de meest elementaire, onontcijferbaar zijn, indien het voor ontcijfering beschikbare materiaal voldoende beperkt is. Verder is, theoretisch althans, ieder „cipher” analytisch ontcijferbaar, indien voldoende materiaal en tijd beschikbaar zijn. Op grond van deze overwegingen zijn z.g. cryptografen geconstrueerd. Dit zijn apparaten, waarbij letter voor letter volgens een bepaalde instelling wordt omgezet, terwijl de instelling willekeurig kan worden gewijzigd. Dit laatste

kan bijvoorbeeld dag na dag, bericht na bericht of zelfs letter na letter geschieden. Doordat hierbij het aantal combinaties in de miljoenen loopt, is ontcijferen uitgesloten bij juist gebruik der apparaten.

Deze cryptografen kunnen electrisch verbonden worden met de perforateurs op het seinende telegraafkantoor, waardoor de letters van den tekst vóór het uitsein in Morseschrift automatisch worden omgezet in de met de bepaalde instelling van den cryptograaf overeenkomende andere letters. Bij het overtikken van het na de uitseining op den amplitudeschrijver ontvan-

gen schrift wordt de cryptograaf in het ontvangende telegraafkantoor op de vooraf overeengekomen begininstelling electrisch met de schrijfmachine verbonden. Bij het aanslaan van de cryptograaftoetsen volgens het ontvangen recordschrift, tikt de schrijfmachine de juiste letter op het ingeschoven telegramformulier.

Synchrootelegraaf en verreschrijver.

Uit praktische overwegingen, vooral wat vereenvoudiging in de bediening op het ontvangende telegraafkantoor betreft, werd reeds bij het begin van de groote uitbreiding van het radiotelegraafverkeer gezocht naar een bevredigende oplossing voor de toepassing van synchrootelegraafsystemen en verreschrijvers op radioverbindingen. Door het feit, dat vooral luchtstoringen en sluiering verminkingen doen ontstaan, die bij de lijntelegrafie niet voorkomen, zijn deze systemen niet zonder meer te gebruiken bij de radio. Zij werden toch voor lijnverbindingen ontwikkeld. Tegenwoordig is men met de omwerking zoover, dat in de naaste toekomst toepassing op bijvoorbeeld de drukste verbindingen in het uitzicht gesteld kan worden.

Deze systemen dienen allen op de een of andere wijze uitgerust te zijn met een middel, dat min of meer synchroonloopen van zend- en ontvangapparaat waarborgt. Bij deze toestellen komt verder steeds een bepaalde combinatie van impulsen en rusten met een bepaald letterteeken overeen.

Uit het oogpunt van waarborging der geheimhouding zijn deze wijzen van seinen weer een stap dichterbij dan het Morse-systeem. Men dient voor een zekere mate van synchroonloopen van de apparaten te zorgen, hetgeen bij amplitudeschrijvers voor Morseschrift niet noodzakelijk was.

Facsimile telegraaf.

Het meest ontwikkeld ook uit oogpunt van geheimhouding is wel de facsimile telegraaf. Hierbij wordt toch van het over te seinen telegramblad ieder uiterst klein oppervlakte-element door middel van een fotocel volgens den lichtindruk geanalyseerd en in een electrischen impuls omgezet. Deze indrukken worden achtereenvolgens met groote snelheid overgeseind,

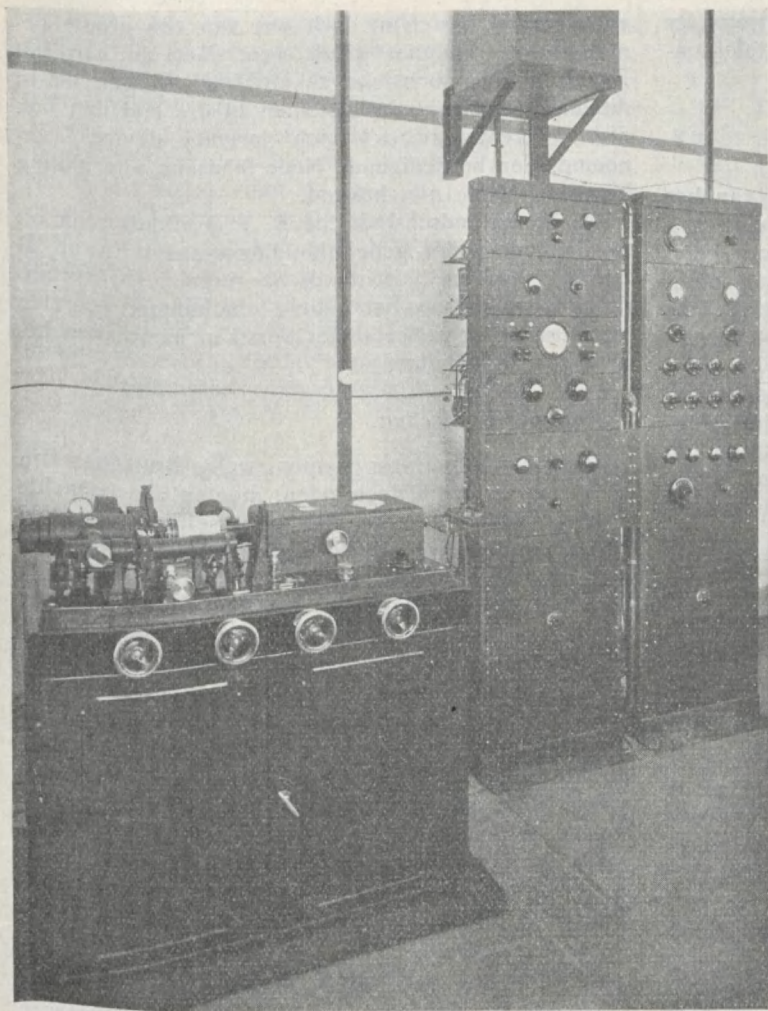


Fig. 3. Facsimile telegraaf-apparatuur.

om op het ontvangende station fotografisch weer op de juiste plaats ten opzichte van de overige oppervlakte-elementen afgedrukt te worden. Iedere letter komt dus niet, zooals bij alle hiervoor behandelde systemen wel het geval was, met een vaste combinatie van impulsen en rusten overeen. Hierbij komt dan tevens de eisch van zeer groote nauwkeurigheid in de synchronisatie van de twee met elkaar werkende toestellen. Een afbeelding van de facsimile telegraaf-apparatuur te Bandoeng is gegeven in fig. 3.

Niettegenstaande bijvoorbeeld de facsimile telegraafverbinding tusschen Bandoeng en Amsterdam vooral uit een oogpunt van snelheid van aflevering van de telegrammen nog belangrijke praktische bezwaren biedt, wordt hiervan, mede door den extra grooten waarborg van geheimhouding, een toenemend gebruik gemaakt.

RADIOTELEFONIE EN GEHEIMHOUDING.

Algemeen.

Het net van internationale telefoonverbindingen heeft zich vooral na den grooten oorlog zeer sterk uitgebreid.

De versterkertechniek nam door de snelle ontwikkeling van de ontladingsbuizen in de laatste tien tot vijftien jaren zulk een vlucht, dat het overbruggen van grootere afstanden door middel van lijnen en kabeltelefonie eenvoudiger en goedkoper werd. Dit vond vooral daar plaats, waar versterkers gemakkelijk konden worden opgesteld in de geleidingen, d.w.z. in landleidingen. Tegelijkertijd breidde zich de kennis uit van de nikkel-ijzer alliages, en de toepassing hiervan op correctie van optredende moeilijkheden bij overdracht op langere kabels. Zoo ontwikkelden zich in Europa, Noord-Amerika, Australië en later ook in Zuid-Amerika vier groote complexen internationale lijntelefoonnetten, terwijl in Azië, Afrika en Oceanië groepen van minder samenhangende telefoonnetten ontstonden.

De ontwikkeling van de radiotechniek, welke overbrugging van oceanen en onbewoonde werelddelen even eenvoudig maakte, als het werken over kortere afstanden, deed het middel aan de hand tot onderlinge doorverbinding van de genoemde groote net-complexen.

De eerste voor commercieel verkeer geopende radiotelefoonverbinding was die op de *lange golf*, welke tusschen Londen en New York tot stand kwam. Deze werd in Januari 1927 opengesteld. Het telefoneren op de lange golven is uiteraard aan belemmeringen onderworpen, welke een economisch loonenden verderen uitbouw niet direct mogelijk maakte. Toch ook werd in Indië aan telefoneren met Nederland op lange golven gedacht, toen met de ontwikkeling der techniek het gebruik van *korte golven* mogelijk werd.

De korte golven toch gaven een oplossing voor de verschillende moeilijkheden, welke zich voordeden bij het gebruik van lange golven en openden economisch gezien een veel aantrekkelijker perspectief. De ontwikkeling werd dan ook krachtig aangevat. Het eerste gesprek tusschen Ned.-Indië en Nederland werd in 1927 gevoerd. Het commercieel verkeer op deze verbinding werd 5 Januari 1929 opengesteld. Sindsdien ontwikkelde hier te lande en in het buitenland het radiotelefoonnet zich gestadig.

Er bestaan thans aanwijzingen, dat het wereldnet van radiotelefoonverbindingen in de reeds zeer naaste toekomst vrijwel volledig zal zijn uitgebouwd. De laatste missende grootere schakel toch is Japan. Eind 1932 verkreeg de juist opgerichte International Telephone Company toestemming om ook in Tokio voor de radiotelefoonverbindingen het noodige tot stand te brengen. Tegen het einde van dit jaar zal ongetwijfeld Japan ook opgenomen zijn in het wereldtelefoonverkeer ²⁾. Dan bestaat de technische mogelijkheid om zonder veel omslag van bijvoorbeeld iedere telefoonaansluiting op Java uit verbinding

²⁾ De aansluiting van het Ned.-Indische telefoonnet op het Japansche had inmiddels op 26 October j.l. plaats.

te verkrijgen met ruim 90% van alle telefoons ter wereld. Dat is dus met ruim 30 000 000 telefoon-aansluitingen.

Eisch van geheimhouding.

Een behoorlijke commercieele exploitatie van het hier geschetste internationale radiotelefoonnet zou niet mogelijk zijn, indien aan de gebruikers geen garantie kon worden gegeven van vrije uitwisseling van gedachten, zonder onbevoegd meeluisteren door derden. Waar naast het commercieele radiotelefoon-verkeer zich de omroep zeer sterk uitbreidde, kon verwacht worden, dat zeer velen in de gelegenheid zouden zijn, behalve den omroep, tevens het commercieele radiotelefoonverkeer af te luisteren op hun ontvanger. Er bestaan echter factoren, welke ontoelaatbare onderschepping van radiotelefoonberichten vanzelf reeds bemoeilijken.

Zoo is o.a. de veldsterkte voor vaste commercieele verbindingen vaak belangrijk kleiner dan die, welke voor den omroep in gebruik zijn. Door het gebruik van zeer gevoelige ontvangers, welke opgesteld zijn op storingvrije plaatsen en gevoed worden door gerichte antennesystemen, kunnen deze diensten zelfs in minder gunstige oogenblikken nog in stand worden gehouden. De onderste grens van de veldsterkte voor omroepdiensten wordt gewoonlijk gesteld op de orde van grootte van $1\ 000\ \mu\text{V/m}$, terwijl een goede commercieele telefoonverbinding onder bepaalde omstandigheden nog mogelijk is met een veldsterkte van $1\ \mu\text{V/m}$.

Verder wordt voor het allergrootste gedeelte van de commercieele diensten gebruik gemaakt van korte golven, van welke reeds het aantal luisteraars beperkt wordt door het „skip distance”-effect en door ongeschiktheid van de golven voor afstanden en richtingen, anders dan de algemeene afstand en richting, waarvoor zij op een bepaald oogenblik in gebruik genomen zijn. De toepassing van gerichte antennes bij de zendinstallatie, waardoor de veldsterkte in de juiste richting vergroot wordt, ten koste van die voor het gebied, dat buiten de juiste richting gelegen is, verkleint tevens het mogelijke aantal onbevoegde luisteraars.

Indien de ontoelaatbare ontvangst nog mocht voorkomen, is deze in de meeste gevallen beperkt tot één zijde van het gesprek en dit maakt met het optredende sluiereffect het volgen van het geheel een vrij hopelooze aangelegenheid.

Toch deed zich de vraag gevoelen naar een installatie, waardoor de spraak, welke over de radiotelefoonverbinding wordt uitgezonden, zoodanig wordt gewijzigd, dat de ontvangst ervan door een niet daartoe gerechtigd luisteraar uiterst moeilijk en kostbaar wordt. Het is mogelijk om systemen van geheimhouding uit te voeren, die zoo ingewikkeld zijn, dat het ontwarren zeer veel tijd neemt en een uitgebreid en duur instrumentarium noodig maakt, zoodat praktisch gesproken het systeem als geheim kan worden aangemerkt.

De algemeene benaming „geheimhoudingssysteem” is in het Nederlandsch eenigszins misleidend, aangezien van een absoluut verzekerde geheimhouding

geen sprake kan zijn, doch wel van een groote bemoeilijking van het af luisteren. Met de aan het Engelsch karakteristieke zakelijkheid worden de in dit artikel beschreven systemen in die taal dan ook niet „secrecy devices” doch „privacy devices” genoemd. Een bevredigende Nederlandsche uitdrukking hiervoor is mij niet bekend.

De Nederlandsch-Indische P. T. T.-dienst schakelt te Bandoeng een geheimhoudingssysteem in op al zijn binnen- en buitenlandse radiotelefoonverbindingen, welke aan het andere eindkantor voorzien zijn van de voor het weder verstaanbaar maken benodigde installaties.

Algemeene eischen.

De geheimhoudingssystemen, welke bruikbaar zijn voor commercieele doeleinden, moeten aan bepaalde eischen voldoen, welke niet toepasselijk zijn indien deze verbindingen niet voor het publiek zijn opgesteld. In het eerste geval toch zijn de gebruikers voor het grootste gedeelte ongeroutineerd en is het dus een eerste vereischte, dat het gebruik van de geheimhoudingsinstallatie geen vreemde of abnormale eischen stelt aan den gebruiker, waaraan deze eerst zou moeten wennen.

In verband met eenige artikelen buiten de vakliteratuur verschenen, meen ik goed te doen een overzicht te laten volgen van verschillende voorgestelde geheimhoudingssystemen, voor zoover ik daarvan kennis heb kunnen nemen. Tevens meen ik goed te doen op het voor en tegen van enkele ervan wat dieper in te gaan.

Overzicht.

De meest bekende systemen, welke af luisteren door onbevoegden bemoeilijken, zijn te verdeelen in twee groepen.

1) Systemen, waarbij geheimhouding verkregen wordt door manipulatie van de lage of spraakfrequenties en welke eventueel ook bruikbaar zouden zijn voor lijntelefonie.

2) Systemen, waarbij geheimhouding verkregen wordt door manipulatie van de hooge of radiofrequenties.

De installaties voor de eerste groep van systemen kunnen worden opgesteld op het eindkantor, waar de doorverbinding van de lijntelefoon op de radiotelefoon gegeven wordt, terwijl die van de tweede groep uitsluitend op de radiozend- en ontvangstations moeten worden opgesteld.

Eerste Groep.

a) Synchrone kanaalomschakeling.

Indien er een aantal kanalen tusschen twee vaste stations benodigd is, en over elk kanaal een afzonderlijk gesprek gevoerd wordt, is het door middel van synchrone omschakeling aan elk der uiteinden mogelijk om het gesprek afwisselend van het eene kanaal naar het andere over te schakelen. Indien dit in snel tempo gebeurt zou een onbevoegd

luisteraar op een bepaald kanaal telkens slechts enkele lettergrepen van een bepaald gesprek hooren.

Er zouden evenwel meerdere kanalen tusschen twee eindkantoren noodig en economisch verantwoord moeten zijn, terwijl tevens de transmissie-karakteristieken der kanalen identiek dezelfde moeten zijn. Nu is dit laatste met de hier in Indië uitsluitend gebruikte kortegolf radiotelefoonkanalen niet het geval. Het gebruik van meerdere radiodraagfrequentiekanalen is onder normale omstandigheden economisch niet verantwoord, terwijl ook de overdrachts-karakteristieken op deze frequenties van minuut op minuut varieren, zoodat toepassing van dit systeem van kanaalomschakeling uiteraard niet kan worden overwogen.

b) Maskeeren van spraak door bijgeluiden.

Vaak is voorgesteld om geheimhouding te verkrijgen in de telefonie door geluiden bij te mengen op den zender en uit te filteren bij de ontvangst.

Ongelukkig voor dit voorstel is, dat de hoeveelheid bijgeluid, welke kan worden toegelaten, voordat het gesprokene onverstaanbaar wordt, zeer groot is. Indien het willekeurige bijgeluiden zijn, b.v. atmosferische storingen, wordt spraak niet onbegrijpelijk, dan nadat de energie van het bijgeluid grooter is dan de spraakenergie. Zijn evenwel de bijgeluiden een of meer bepaalde tonen, dan kunnen deze verscheidene duizenden malen meer energie bevatten, voordat ernstige onbegrijpelijkheid ontstaat. Dit weet ieder, die een solist heeft hooren zingen of spelen op een concertuitvoering met orkestbegeleiding.

Proeven hebben uitgewezen, dat indien bijvoorbeeld een toon, waarvan het niveau 40 db boven het spraakniveau gelegen was, werd gemengd met de spraak zelve, deze laatste nog voor 30% verstaanbaar was. Tabel II geeft voor stoorgeluid van bepaalde frequenties en bij bepaald niveau telkens het percentage verstaanbaarheid van het gesproken woord aan.

Tabel II. Verstaanbaarheid van spraak bij storing door bijgeluid.

Frequentie van toegevoerden toon. Hertz	Verstaanbaarheid in % met niveau stoorfrequentie boven nulniveau met spraak op nulniveau (1 mW).				
	9 db	19 db	27 db	35 db	41 db
800	91,2	85,6	71,2	48,8	36,8
1 000	94,2	82,7	75,7	52,0	30,0
1 100	96,0	87,2	82,4	58,0	36,0
1 500	93,2	84,8	82,4	69,0	42,8
2 000	97,7	94,2	93,8	79,3	48,0

Indien dit stoorgeluid goed uitgefilterd moet kunnen worden, behoort het tot bepaalde frequenties beperkt te worden, welke door filters kunnen worden uitgezeefd. Teneinde praktisch bruikbaar te zijn voor radiotelefonie zou de energie van den zender tot het veelvoudige moeten worden opgevoerd om het bijgeluid te kunnen verwerken en nog voldoende ener-

gie in de spraakbanden over te houden om een vlot gesprek mogelijk te maken.

c) Systemen, welke met vertraging werken.

Het beginsel van het systeem met vertraging werd voor het eerst door Tigerstedt voorgesteld. Hij stelde voor om de spraak op een ijzeren band vast te leggen en dan de spraak weer op te vatten in een andere volgorde, dan waarin zij werd vastgelegd. Een overeenkomstig toestel zou aan de ontvangende zijde aanwezig moeten zijn.

De verdragingsketens kunnen electrisch zijn of accoustisch.

Verschillende modificaties van dit systeem zijn mogelijk. Carr beschrijft een apparaat, waarbij de electromagneet of de pickups bewegen. Hierdoor verandert de frequentie van de geluiden en, indien de pickups sneller bewegen dan de band van welke de spraak wordt afgenomen, wordt de spraak omgekeerd.

Zeer complexe systemen kunnen op deze wijze worden samengesteld, doch indien zij, zooals reeds hiervoor werd betoogd, extra vertraging invoeren, welke belangrijk is — meer dan $\frac{1}{2}$ sec — worden zij onbruikbaar voor commercieele doeleinden.

d) Frequentie transformatie.

Algemeen.

Hiermede komt aan de bespreking een groep systemen van geheimhouding, waarbij een transformatie van frequenties wordt tot stand gebracht in den oorspronkelijken band van spraakfrequenties, welke voldoende is om onbegrijpelijkheid tot stand te brengen.

Deze systemen zijn grootendeels gebaseerd op patenten betreffende het enkelband telefonesysteem van de Western Electric Company. De theorie hiervan werd door John R. Carson een tiental jaren geleden uitgewerkt en voor het eerst toegepast op draagfrequentie-telefonie over geleidingen. Het voornaamste voordeel hierbij was, dat ongeveer tweemaal zooveel kanalen konden worden ondergebracht in dezelfde bandwijdte als bij directe modulatie met twee zijbanden.

Sindsdien werd het systeem toegepast op de draadloze telefonie op lange golven en in het bijzonder op de verbinding Londen — New York. Het is zelfs moeilijk in te zien, hoe deze dienst met succes had kunnen worden geopend zonder deze enkelband-methode.

Het is bekend, dat wanneer de amplitude van een wisselstroom van een bepaalde frequentie sinusoidal volgens een andere frequentie gevarieerd wordt, de gemoduleerde stroom identiek gelijk is aan de som van drie wisselstroomen van verschillende frequenties maar van constante amplitude. Dit moge als volgt toegelicht worden.

Indien I_0 = de amplitude,

ω_0 = de cirkelfrequentie,

en i_0 = de oogenblikkelijke waarde van de ongemoduleerde sinussoidale wisselstroom,

dan kan de wisselstroom worden aangegeven door: $i_0 = I_0 \cdot \sin \omega_0 t$ (1)

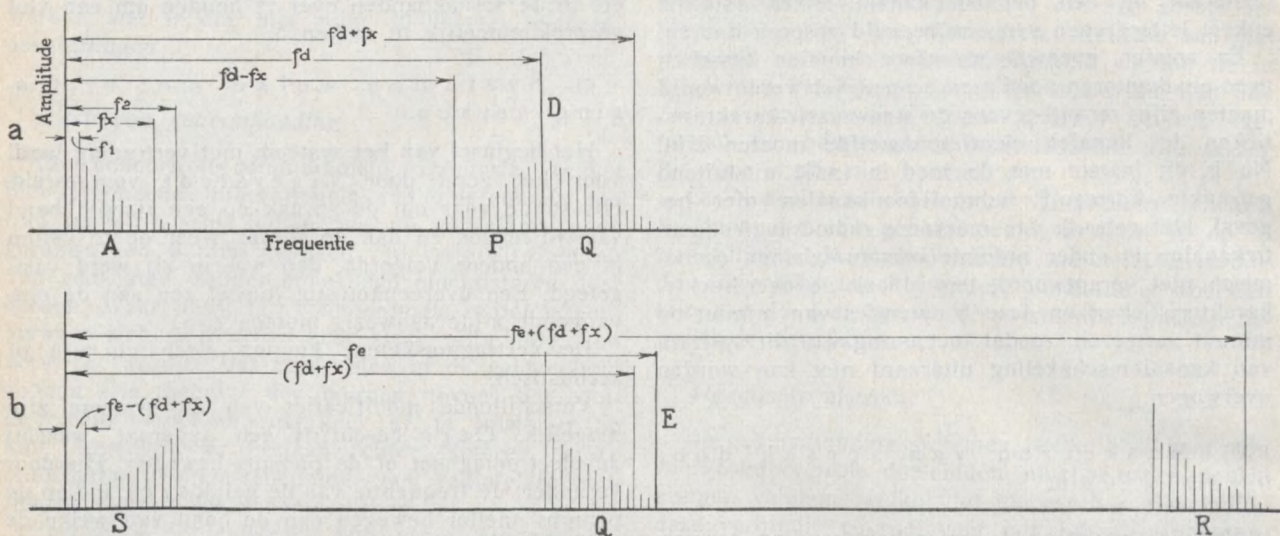


Fig. 4.

Wordt nu de amplitude I_0 van dezen wisselstroom sinusoidaal gemoduleerd tusschen het maximum ($I_0 + I_1$) en het minimum ($I_0 - I_1$), waarbij de cirkelfrequentie van de moduleerende stroom ω_1 is, dan wordt de oogenblikswaarde:

$$i = (I_0 + I_1 \cdot \cos \omega_1 t) \cdot \sin \omega_0 t \dots\dots\dots(2)$$

Deze vergelijking kan als volgt worden herleid:

$$\begin{aligned} i &= I_0 \cdot \sin \omega_0 t + I_1 \cdot \sin \omega_0 t \cdot \cos \omega_1 t \\ i &= I_0 \cdot \sin \omega_0 t + \frac{I_1}{2} \cdot \sin \omega_0 t \cdot \cos \omega_1 t + \\ &\quad + \frac{I_1}{2} \cdot \sin \omega_0 t \cdot \cos \omega_1 t \\ i &= I_0 \cdot \sin \omega_0 t + \frac{I_1}{2} \cdot \sin \omega_0 t \cdot \cos \omega_1 t + \\ &\quad + \frac{I_1}{2} \cdot \cos \omega_0 t \cdot \sin \omega_1 t + \frac{I_1}{2} \cdot \sin \omega_0 t \cdot \cos \omega_1 t - \\ &\quad - \frac{I_1}{2} \cdot \cos \omega_0 t \cdot \sin \omega_1 t \\ i &= I_0 \cdot \sin \omega_0 t + \frac{I_1}{2} \cdot \sin (\omega_0 + \omega_1) t + \\ &\quad + \frac{I_1}{2} \cdot \sin (\omega_0 - \omega_1) t \end{aligned}$$

of, waar $\omega = 2 \pi f$,

$$\begin{aligned} i &= I_0 \sin 2 \pi f_0 t + \frac{I_1}{2} \cdot \sin 2 \pi (f_0 + f_1) t + \\ &\quad + \frac{I_1}{2} \cdot \sin 2 \pi (f_0 - f_1) t \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

Deze vergelijking doet zien, dat de gemoduleerde wisselstroom bestaat uit drie componenten t.w.: 1e) een component met amplitude I_0 en frequentie f_0 , welke laatste de draagfrequentie genoemd wordt;

2e) een component met amplitude $\frac{I_1}{2}$ en een frequentie $(f_0 + f_1)$, gelijk aan de som van de draagfrequentie en de moduleerende frequentie, de bovenste zijbandfrequentie; en 3e) een component met amplitude $\frac{I_1}{2}$ en een frequentie $(f_0 - f_1)$, gelijk aan het verschil van de draagfrequentie en de modu-

leerende frequentie, de onderste zijbandfrequentie.

Indien, in plaats van het moduleeren van de draagfrequentie met een enkele frequentie, deze met een band, bestaande uit een groot aantal verschillende frequenties, tegelijkertijd wordt gemoduleerd, zooals dit met de spraak het geval is, verkrijgt men als equivalent de draagfrequentie met twee frequentiebanden ieder aan een kant van de draagfrequentie, terwijl iedere band in bandbreedte gelijk is aan de oorspronkelijke moduleerende band.

In fig. 4a stelt A het spectrum voor van de spraakfrequenties, b.v. liggende tusschen 200 tot 2800 perioden per seconde. Dit spectrum wordt gebruikt voor modulatie op de draagfrequentie D, b.v. 7000 perioden per seconde, waardoor P en Q als zijbanden ontstaan. De juiste plaats van een der componenten van den band A wordt dan als volgt bepaald. Indien f_d de draagfrequentie wordt genoemd en f_x een bepaalde willekeurige frequentie is uit den oorspronkelijken moduleerenden band (A), dan zijn $(f_d + f_x)$ en $(f_d - f_x)$ de plaats in de bovenste en onderste zijbanden, corresponderend met de oorspronkelijke frequentie.

Door middel van filters of door andere middelen is het mogelijk een dezer zijbanden, b.v. Q, uit te zeven. Indien deze band dan weer gebruikt wordt om een andere draagfrequentie te moduleeren, b.v. E in fig. 4b, dan ontstaan twee nieuwe zijbanden R en S.

Men ziet, dat de nieuwe onderste zijband, S in fig. 4b, dezelfde groep frequenties omvat als de oorspronkelijke spraakband, maar dat de band omgekeerd is, terwijl de bovenste zijband, R, op een veel hogere frequentie gebracht is.

Indien in het geval van fig. 4b de nieuwe draagfrequentie in plaats van vlak bij den zijband, verder af zou zijn geplaatst, zou de nieuwe onderste band toch nog omgekeerd, doch tevens verplaatst zijn. Ditzelfde is het geval met den bovensten band.

Het is duidelijk, dat het door middel van twee modulatie-processen mogelijk is, bij juiste keuze van de draagfrequenties een spraakband om te keeren. De band S is onverstaanbaar.

d 1) Zuivere inversie.

Bij dit systeem worden de spraakfrequenties geïnverteerd, zooals in *fig. 4b*, band *S*. Het is van belang er op te wijzen, dat indien de omgekeerde banden over landlijnen worden overgedragen de hogere frequenties meer demping ondervinden en dat bij rechtzetten de lagere frequentiebereiken afwezig zullen zijn. Het resultaat van inversie is onbegrijpelijk en eenzelfde omkeering moet aan het andere einde plaats hebben om wederom verstaanbare spraak te verkrijgen. Aangezien beide processen complementair zijn, kan hetzelfde toestel worden gebruikt voor inversie en re-inversie, indien omschakeling met door den spraakstroom bekrachtigde relais wordt toegepast.

Zuivere inversie heeft een nadeel bij radiotelefonie, namelijk, dat indien een genereerende ontvanger wordt gebruikt, bij een zorgvuldige instelling van den oscillator op den bovenkant van een geïnverteerden band een zekere graad van verstaanbaarheid is te verkrijgen. Dit kan verhinderd worden, indien aan de draagfrequentie van den zender een periodische kleine verandering wordt gegeven — wobble —.

Er is een andere en misschien betere methode om ontoelaatbare ontvangst te bemoeilijken, n.l. door deze kleine periodische verandering op een der in het inversieproces gebruikte frequenties toe te passen. Bij de ontvangst zal het noodzakelijk zijn een van de re-inverteerende draagfrequenties synchroon met en even veel te variëren als die in den inverseerder.

d 2) Verschoven spraakband-systeem.

In dit systeem wordt de spraak niet omgekeerd, doch wordt de frequentieband in zijn geheel verschoven.

Het systeem is niet ontwikkeld speciaal voor het doel om geheimhouding te verkrijgen, doch vooral werd het opgezet teneinde aan enkele intermodulatieverschijnselen te ontkomen, welke bij de ontvangst ontstaan als selectieve fading sterk optreedt. Er kan aangetoond worden, dat selectieve fading dezelfde soort vervorming in den ontvanger doet ontstaan als een overbelaste versterker, n.l. z.g. harmonische vervorming.

Het systeem kan op dezelfde wijze worden verstaanbaar gemaakt door een zorgvuldig ingestelden genereerenden ontvanger. Het hulpmiddel van periodieke variatie van de radiodraagfrequentie van den zender kan ook in dit geval gebruikt worden. Eveneens kan men de inverteerende en re-inverteerende draagfrequenties variëren.

d 3) Systeem met onderverdeelde band, „Scrambling”.

Wij hebben gezien, hoe in het voorgaande telkens de geheele spraakband van b.v. 250 tot 2750 perioden per seconde wordt genomen en deze óf recht, óf geïnverteerd, óf verschoven wordt uitgezonden. Indien men over voldoende scherpe filters beschikt, kan dit ook gedaan worden met een gedeelte van den spraakband.

Het is onmogelijk hier in details te treden over

dit systeem. Genoeg zij, dat als bijvoorbeeld een spraakband van 250 tot 2750 perioden per sec moet worden overgebracht, deze onderverdeeld kan worden in 10 banden van 250 perioden per sec. Deze laatste kunnen, elk voor zich recht dan wel omgekeerd, willekeurig van plaats verwisselen.

Tweede Groep.

Voorstellen zijn van tijd tot tijd gedaan om overdracht van spraak door phasevariatie van de draagfrequentie in stede van door amplitudevariatie te doen geschieden. Andere voorstellen zijn gedaan, waarbij de modulatie verkregen wordt door variatie van de draagfrequentie zelve in stede van door amplitudevariatie. Er is gezegd, dat deze systemen een zekere mate van geheimhouding waarborgen. Het is evenwel niet bekend, of er ooit vastgesteld is, dat deze systemen voldoende waarborgen geven om een zekere geheimhouding te verzekeren bij ontvangst op gewonen ontvanger.

De grootste moeilijkheid is, dat in beide gevallen een grootere band in gebruik genomen wordt, dan indien amplitudemodulatie wordt toegepast.

e) Periodieke variatie van radiodraagfrequentie.

Er is vaak voorgesteld om de draagfrequentie van den zender een groote variatie te geven en dan de afstemming van den ontvanger synchroon te wijzigen. Het systeem komt dat van kanaalomschakeling nabij en heeft overeenkomstige nadeelen. De voornaamste moeilijkheid is wel, dat een groot aantal stations in bepaalde radiofrequentiebanden moet worden ondergebracht, waardoor dit systeem wegens de breedte van het in beslag genomen frequentiegebied onpraktisch wordt door benodigde bandbreedte, welke het station zou beslaan.

Dit systeem moet niet verward worden met de „wobble” (zie onder *d 1*), welke in sommige gevallen wordt toegepast door middel van relatief zeer kleine variaties aan de radiodraagfrequentie om de betrouwbaarheid van b.v. inversie te verhoogen. Deze laatste methode is op zichzelf voldoende om geheimhouding te waarborgen en zal in het algemeen storingen met stations veroorzaken, welke op een frequentie werken, die nabij de draagfrequentie komen van het „wobbelend” station.

f) Onderdrukte draaggolf-systeem „Quiescent Carrier”.

Dit systeem is in het bijzonder van toepassing op korte golven en houdt in, dat de draaggolf van den zender ten allen tijde onderdrukt wordt, behalve wanneer de zender wordt gemoduleerd. Indien de zender besproken wordt, is deze dus normaal in de lucht. De uitzending wordt tot stand gebracht door middel van lamprelais en houdt op zoodra de spreker zwijgt. Deze methode heeft weinig waarde op zichzelf wat geheimhouding betreft, doch kan belangrijk worden in combinatie met andere methoden.

Ook hier is weer de voornaamste reden van toepassing niet gelegen in bevordering der geheimhouding, doch in vergrootte economie. De verbruikte

energie toch wordt tot 10 à 12 procent gereduceerd vergeleken bij het gewone systeem, waarbij de draagfrequentie continu wordt uitgezonden, ook al wordt er niet gesproken. De geheimhouding wordt vergroot, doordat gedurende de perioden, dat niet wordt gesproken, de zender niet straalt, zoodat de ontoelaatbare ontvanger slechts korte perioden heeft om zijn ontvangtoestel gevoelig af te stellen, hetgeen in combinatie van dit systeem met het zuivere inversiesysteem of verschoven zijbandsysteem noodzakelijk zou moeten zijn. Gedurende de luisterperioden is geen indicatie aanwezig, op welke frequentie gesproken zal worden.

g) Enkelband-systemen.

Enkelband transmissie met onderdrukte draaggolf maakt gebruik van een wijze van uitzending, die geheel onverstaanbaar is bij ontvangst op een gewonen ontvanger. Deze onverstaanbaarheid wordt veroorzaakt, doordat de draaggolf afwezig is, zoodat de eenige laagfrequenttonen, welke door den ontvanger afgegeven worden, intermodulatieproducten zijn tusschen de verschillende hoogfrequente bandcomponenten. Deze wijze van uitzending komt overeen met den band *R* van fig. 4b.

Indien het uitgezondene verstaanbaar gemaakt moet worden, is het noodzakelijk de radiodraagfrequentie in den ontvanger na te bootsen door middel van een plaatselijken generator. De plaatselijk opgewekte frequentie behoeft niet van precies dezelfde grootte en phase te zijn als de oorspronkelijke zenderdraagfrequentie. Voor goede verstaanbaarheid van spraak behoort de frequentie zelve evenwel binnen ongeveer 20 perioden nauwkeurig te zijn. Het wordt zeer moeilijk om de op het ontvangstation plaatselijk opgewekte frequentie goed in te stellen, tenzij een bepaalde van te voren vastgestelde werkwijze wordt toegepast tusschen zend- en ontvangstations en tenzij tevens over een stabielen generator kan worden beschikt. De moeilijkheid wordt grooter naarmate de gebruikte zenderfrequentie toeneemt. Het is mogelijk om op het ontvangstation de frequentie op de gis in te stellen als de zenderfrequentie 60 000 perioden per sec is, doch bij 20 000 000 perioden per sec wordt het schier onmogelijk zonder een vrij ingewikkelde installatie. Hier is toch volgens het bovenstaande een nauwkeurigheid van een op de miljoen perioden per sec een minimum eisch. Het enkelband onderdrukte draagfrequentiesysteem vereischt dan ook voor kortegolf-verbindingen een frequentieconstantheid bij zender en ontvanger, welke in den tegenwoordigen stand der techniek voor commercieele doeleinden nog duur is, hoewel de vereischte constantheid door middel van laboratoriuminstrumenten zeer goed te bereiken is. Thans wordt deze methode daarom nog slechts op zeer weinig kortegolf-verbindingen toegepast.

Een systeem is thans in gebruik voor korte golven, welke berust op het enkelband onderdrukte draagfrequentie principe, waarbij tevens een afzonderlijke stuurfrequentie wordt uitgezonden door den zender

ter sturing van de bij den ontvanger plaatselijk opgewekte draagfrequentie.

Tusschen Nederland en Indië wordt sinds het vorig jaar ditzelfde principe toegepast, doch met zeer zwak mede uitgezonden draaggolf ter sturing van de bij den ontvanger plaatselijk opgewekte frequentie. Door toepassing van een dezer hulpmiddelen wordt geen abnormaal hooge frequentieconstantheid vereischt bij zender en ontvanger. In beide gevallen is echter de installatie te ingewikkeld en te kostbaar om door den ongewenschten luisteraar te worden toegepast.

Hier zij echter met nadruk gewezen op het feit, dat de voordeelen van toepassing van het enkelband onderdrukte draaggolf-systeem niet in de eerste plaats gelegen zijn in de verhoogde geheimhouding. De voornaamste voordeelen zijn groote energiebezuiniging en verkleining van den in beslag genomen frequentieband bij lange golf-telefonie.

Combinaties.

Combinaties van de in dit artikel opgesomde systemen voor geheimhouding zijn natuurlijk mogelijk. Zoo is bijvoorbeeld een systeem voorgesteld (Bartelink), dat uit een combinatie bestond van een variatie van *a* (synchrone omschakeling), met *b* (stoorband) en met *d 1* (inversie) en *d 2* (verschoven band). In het algemeen kleven aan zoo'n combinatie de fouten en moeilijkheden van elk der onderdeelen, waaruit zij is opgebouwd.

Slot.

Uit het voorgaande moge gebleken zijn, dat het vraagstuk der geheimhouding op radiotelegraaf- en -telefoongebied de volle aandacht heeft van de betrokken instanties, naast andere uit bedrijfs oogpunt belangrijke vraagpunten, waaronder dat der economie.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

- | | |
|---------------------------------------|--|
| I. V. Meyer, | Le secret télégraphique et sa Protection, Paris 1932. |
| J. Pierart, | Les Télégrammes en Code Paris 1933. |
| Mr. dr. A. A. M. Ensink, | De Nederlandsche Radiowetgeving geschiedkundig ontwikkeld, Alphen a/d Rijn, 1933. |
| II. John P. Bell, | „Printing Telegraph Systems”, Trans. A. I. E. E. 39, 167, 1920. |
| E. H. Colpitts en O. B. Blackwell, | „Carrier Current Telegraphy and Telephony”, Trans. A. I. E. E. 40, 205, 1921. |
| J. Weinberger, | „The recording of high speed signals in radio telegraphy”, Proc. I. R. E. 10, 176, 1922. |
| III. H. D. Arnold, en L. Espenschied, | „Transatlantic radiotelephony”, Journ. A. I. E. E. 42, 815, 1923. |
| A. H. Reeves, | „The single sideband system applied to shortwave Telephone links”, J. I. E. E. 8, 24, 142, 1933. |
| A. J. Gill, | „Privacy systems for radiotelephony”, Post office E. E. J. 26, 224, 1933. |

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.

„DE MIJNINGENIEUR“

INHOUD: Über mikrosphäre Lepidocyclinen von Ngampel (Rembang, Mitteljava), von dr. ir. Tan Sin Hok.
— Economische mededeelingen. — Personalia.

Über mikrosphäre Lepidocyclinen von Ngampel (Rembang, Mitteljava)

von

dr. ir. TAN SIN HOK,

Paläontologe beim „Opsporingsdienst van den Mijnbouw“, Bandoeng.
Mit 2 Tafeln.

Einleitung.

Aus den mittelneogenen „Rembangschichten“ hat H. Douvillé (1916) folgende mikrosphäre Lepidocyclinen bestimmen können:

Lepidocyclina (*Eulepidina*) *papulifera* Douv.
(Fundort: Ngampel, in einem grauen Sandstein),

Lepidocyclina (*Eulepidina*) *glabra* Rutten mut.
major Douv. (Fundort: Ngandang)
und

Lepidocyclina (*Eulepidina*) *glabra* Rutten mut.
subradiata Douv. (Fundort: Ngandang, sowie zwischen Pitjis und Rembes).

Es handelt sich um sehr groszwüchsige Formen, die nach Douvillé's 1916 und 1925 gegebenen Beschreibungen und Figuren folgendermassen zu charakterisieren wären:

Lep. papulifera. Durchmesser 30 mm, sehr dünn, ohne zentralen Knopf (Umbo). Lateralkammern der Schalenoberfläche immer sehr eng (etwa 0,01 mm). Schalenoberfläche ohne Pfeiler. In Tangentialschnitten parallel zur Medianebene im Zentrum etwa dreissig Pfeiler, die 1 bis 1,5 mm gross werden können ¹⁾. Dieser Eigenschaft dankt die Art ihren Namen. Mediankammern in regelmässigen Kreisen angeordnet (1916, S. 24). 1925 wird die Art auf Grund der kleinen Mediankammern zu *Amphilepidina* gestellt.

1) Diese Angabe der Pfeilergrösze ist unrichtig, vgl. Douvillé's Taf. III, Fig. 3 (1916). Anscheinend blieb die Vergrösserung der Figuren unberücksichtigt. 1916 ist nur von „petits piliers“ die Rede, 1925 aber von „piliers pustuliformes“.

Lep. glabra mut. *major*. Durchmesser 20 mm, also viel kleiner als vorige Art. Schale sehr dünn, aber ab und zu mit einem mehr oder weniger unregelmässigen Umbo. In Tangentialschnitten parallel zur Medianebene nur 4 bis 5 „pustules“; Medianebene im Jugendstadium mit polygonaler, meist pentagonaler Anordnung der Mediankammern, in späteren Stadien ohne eine solche. Schalenoberfläche erscheint wie gehämmertes Metall. Sonst ist die Art *Lep. papulifera* sehr ähnlich. In harten Kalken trifft man eine bis 6 mm grosse Variante an, die dicker ist und sich Rutten's *Lep. glabra* nähert.

1925 (S. 103) wird die Form in *Amphilepidina euglabra* umbenannt ²⁾ und als Varietät von *Lep. papulifera* und zugleich Mutante von *Lep. glabra* Rutten angesehen. Des weiteren wird sie als Ausgangsform der radiaten Lepidocyclinen betrachtet.

Lep. glabra mut. *subradiata*. Im ganzen wie *Lep. glabra* mut. *major*, aber Durchmesser höchstens 18 mm, ferner eine wechselnde Anzahl nur wenig markierter Radien auf der Schalenoberfläche, die nicht aus dem Schalenumrisz heraustreten. Des weiteren trifft man in Tangentialschnitten parallel zur Medianebene einige pustuliforme Pfeiler an. Dazü die Schalenoberfläche wie gehämmertes Metall erscheint, wird 1916 kaum erwähnt, 1925 aber als charakteristisch für die Gruppe der *Lep. glabra* Rutten betrachtet.

1925 wird die Form *Lep. ruttini* nov. sp. genannt ³⁾ und als die mikrosphäre

2) Dieser neue Name ist zu verwerfen. Nach Art. 12 der Internationalen Nomenklaturregeln wäre der richtige Name *Amph. major* (Douv.).

3) Nach Art. 12 der Internationalen Nomenklaturregeln richtigerweise *Amph. subradiata* zu nennen. Der Vorschlag à Wengé's, die Art *rembangensis* zu nennen, da der Arname *ruttini* schon vergeben sei, entspricht ebenfalls nicht jenen Regeln.

Generation der am gleichen Fundort vorkommenden radiaten A-Formen betrachtet. Die Form soll unmittelbar von *Lep. glabra* mut. *major* abzuleiten sein.

Ausser diesen mikrosphären Arten erwähnte Douvillé von Ngampel noch eine mikrosphäre *Lepidocyclus* sp. und von Mantingan *Lep. carteri* Martin. Von letzteren Arten soll hier nicht weiter die Rede sein.

Mir liegt von Ngampel ein ziemlich umfangreiches Foraminiferenmaterial vor, das ir. C. ter Haar am Flusse Loesi gesammelt hat. Aus Douvillé's Beschreibungen kann man schon entnehmen, dass die eingangs erwähnten Arten einander sehr ähnlich sind. Durch das Material von Ngampel, wo sie alle zusammenauftreten, wird dieser Schluss bestätigt. Die Formen sind so schlecht voneinander zu unterscheiden, dass ich sie sogar als Vertreter ein und derselben Population⁴⁾ betrachte, die als *Lep. papulifera* zu bezeichnen ist.

Bei der hier gegebenen Neubeschreibung muss mehr in Einzelheiten eingegangen werden als durch Douvillé geschehen ist. Von der Behandlung einiger Fragen, worüber Douvillé sich schon geäussert hat, z.B. hinsichtlich der Untergattung, der zugehörigen A-Generation und der Beziehungen zu anderen Arten, habe ich dabei vorläufig abgesehen. Darauf wird erst zurückzukommen sein, wenn mehr Unterlagen über *Lepidocyclus*-Populationen zur Verfügung stehen. Es liegt in meiner Absicht, im Laufe der Zeit auch andere *Lepidocyclus*-in dieser Weise einzeln zu behandeln und alsdann den grossen Zusammenhängen nachzugehen.

Die hier beschriebene Population ist ausser in Rembang an einem Fundort in der Nähe von Poerwakarta (Westjava) zurückgefunden worden, wo sie nur in wenigen Stücken vorkommt (Tan Sin Hok, 1932, S. 70). Douvillé (1925, S. 103) erwähnt noch eine *Lep. papulifera* vom Boekit Pendopo (Residentschaft Palembang, Südsumatra, gesammelt von C. Schmidt). Diese Form ist auf seiner Taf. VII, Fig. 2 abgebildet, aber in der Figuren-erklärung heisst sie *Lep. glabra* Rutten!

Die am Fundort Ngampel vorkommenden Cycloclipeen habe ich in meiner Arbeit 1932 (S. 68, 70) berücksichtigt.

Herrn Dr. K. A. F. R. Musper sei an dieser Stelle für die sprachliche Durchsicht dieser Arbeit mein Dank ausgesprochen.

Die Population der *Lepidocyclus* *papulifera* H. Douvillé.

Taf. I, II.

Schalenäusseres. Der Durchmesser beträgt bis etwa 40 mm, das Verhältnis der Schalendicke zum Durchmesser ungefähr 1 : 10. Die Lumina der Lateralkammern der Schalenoberfläche sind sehr eng und nahezu gleich gross. Diese Eigenschaft gilt allgemein, so dass sie als Unterscheidungsmerkmal innerhalb der Population ungeeignet ist. In der Po-

pulation kann man nach ihrem äusseren Habitus die folgenden Typen unterscheiden:

- a. mit „gehämmert“ Skulptur (Taf. I, Fig. 8; Douvillé 1916, Taf. V, Fig. 1),
- b. ohne „gehämmerte“ Skulptur (Taf. I, Fig. 1—3, 6; Douvillé 1916, Taf. V, Fig. 2),
- c. mit radialen Erhebungen (Taf. I, Fig. 1, 8; Douvillé 1916, Taf. V, Fig. 1, 2),
- d. ohne radiale Erhebungen (Taf. I, Fig. 2, 3, 6; Douvillé 1916, Taf. III, Fig. 1; Taf. IV, Fig. 1),
- e. mit Umbo (Taf. I, Fig. 2),
- f. ohne Umbo, d.h. sehr flach (Taf. I, Fig. 1, 3; Douvillé 1916, Taf. III, Fig. 1),
- g. mit deutlichen Pfeilerköpfen (Taf. I, Fig. 3),
- h. ohne deutliche Pfeilerköpfe (Taf. I, Fig. 2).

Scharf sind diese Typen nicht von einander abzutrennen, da Übergänge bestehen. Letztere sind nicht nur durch Individuen vertreten, bei denen die genannten Merkmale nur wenig deutlich ausgebildet sind (betreffs einer undeutlichen „gehämmerten“ Skulptur, vgl. Douvillé 1916, Taf. IV, Fig. 1), sondern auch durch solche, bei denen Eigenschaften der einen Schalen Seite von denen der anderen abweichen.

Die „gehämmerte“ Skulptur ergibt sich daraus, dass kleine Teilstücke der Oberfläche gegenüber ihrer Umgebung eingesenkt sind. Sie scheint mit keinem anderen Merkmal in Zusammenhang zu stehen.

An den verfügbaren Stücken sind radiale Erhebungen nur ausnahmsweise deutlich und meistens überhaupt nur bei sehr schräger Beleuchtung erkennbar (Taf. I, Fig. 8). Nur in einem einzigen Falle sind sie ohne weiteres zu erkennen (Taf. I, Fig. 1), dabei handelt es sich jedoch nicht um echte Radien, d.h. der Schale aufgesetzte Erhebungen wie z.B. bei *Lep. martini* Schl., sondern um Falten am Schalenrand. Gleiches dürfte der Fall sein bei Douvillé's Stück seiner Taf. V, Fig. 1, während bei dem auf Taf. V, Fig. 2 abgebildeten ausser Falten anscheinend auch echte Radien vorhanden sind.

In Fällen, wo ein Umbo ausgebildet (Taf. I, Fig. 2) ist, ist dieser immer schmal. Individuen ohne Umbo sind fast ganz flach (Taf. I, Fig. 3; Douv. 1916, Taf. III, Fig. 1).

Die Pfeilerköpfe sind auf ein und derselben Schale von sehr gleichmässiger Grösze, im Zentrum jedoch etwas stärker als der Peripherie zu. Sie sind nichts anderes als Verdickungen der Ecken der Lateralkammern und bleiben immer kleiner als die Lumina der Lateralkammern der Schalenoberfläche. Letztere sind zumeist abgerundet viereckig (Abb. 1, 2; Taf. II, Fig. 4, 6; Douv. 1916, Taf. III, Fig. 3), sodass nur vier Wände auf ein und denselben Pfeiler zulaufen, doch werden mitunter auch fünf oder sechs Wände angetroffen. Die Gestalt der Pfeiler ist abgerundet polygonal. An normalen Stücken wurden niemals Warzen (= „pustules“) auf der Schalenoberfläche beobachtet; in Lateralschnitten erwecken die grösseren Pfeiler jedoch den Eindruck von Warzen (vgl. Douv. 1916, Taf. III, 3). Auf Taf. I, Fig. 6 ist das einzige mir bekannte Stück mit äusserlich entwickelten Warzen abgebildet. Sie erscheinen in unregel-

4) Zur Definition des Begriffes Population, vgl. meine Arbeit 1932, S. 96, Fussnote.

mässig über die Schalenoberfläche verteilten Gruppen. Der Ursache dieser abnormen Ausbildung konnte nicht nachgegangen werden.

Die Häufigkeit der obenerwähnten Typen in den mir vorliegenden Populationen ist wie folgt:

	Ngampel			„Poerwakarta“		
	Anzahl der Stücke	mit Umbo	mit deutlichen Pfeilerköpfen	Anzahl der Stücke	mit Umbo	mit deutlichen Pfeilerköpfen
„gehämmert“ ...	25	14	9	3	1	1
nicht „gehämmert“	65	35	20	3	2	1
mit Radien“	3	1	1	—	—	—

In Anbetracht der vorhandenen Übergänge sind selbstverständlich diese Ziffern nur annähernd richtig. Unter den Individuen mit Radien findet sich eines mit „gehämmert“ Skulptur.

Über die Masze der Schalen von Ngampel ⁵⁾ unterrichtet folgende Tabelle:

Äusseres	Durchmesser in mm	Dicke in mm
„Gehämmert“ ohne Umbo	25	2,0
	25	1,6
	20	2,4
	20	2,0
„Gehämmert mit Umbo	25	3,1
	20	3,9
	20	2,9
	20	2,8
„Nicht gehämmert“ ohne Umbo ...	40	3,2
	30	2,5
	25	2,5
	25	3,4
„Nicht gehämmert“ mit Umbo	25	2,3
	25	3,7
Mit Radien ohne Umbo	40	2,3
„ „ und Umbo	20	3,7

Die Masze für den Schalendurchmesser sind nur annähernd richtig, da sie zum Teil an Bruchstücken vorgenommen werden mussten. Das Verhältnis der Schalendicke zum Schalendurchmesser dürfte im allgemeinen etwa 1 : 10 betragen.

Die meisten Stücke zeigen eine sehr breite und dünn auslaufende Peripherie, doch gibt es auch solche mit schmalem, schroff endendem Rande (Taf. I, Fig. 2). Ihr äusserer Habitus ist wie der von Schlu m b e r g e r's *Lep. ngembaki* (1899, Taf. VI, Fig. 1), d.h. sie haben einen mehr oder weniger deutlichen Umbo und einen unregelmässig abgestuften Rand. Wie aus Vertikalschnitten (Taf. I, Fig. 5) zu ersehen ist, handelt es sich dabei um randlich beschädigte und verheilte Individuen.

Horizontalschnitt. Die nach ihrem äusseren Habitus unterschiedenen Typen kann man im

5) In der Population von „Poerwakarta“ findet man entsprechende Masze.

Horizontalschnitt nicht mehr auseinanderhalten. Sie sind alle mikrosphär. Der Embryonalapparat (Abb. 4; Taf. II, Fig. 2) besteht aus einer etwa 0,010 mm grossen, kreisrunden Zentralkammer, um die sich 6 bis 7 (meist 6) Embryonalkammern legen. Letztere bilden eine Spirale, die aus einer einzigen Windung besteht. Ein intramurales Kanalsystem wurde in keinem der Präparate beobachtet, weder in den Septen, noch im Spiralband. Die diesen Embryonalapparat umschliessenden Mediankammern gehören dem arcuaten Typus an. Sie besitzen tangential (1½ bis 2 mal) grössere Ausmasse als radial. Ihre vertikalen Wände sind etwa 0,006 mm dick. Es sind ungefähr 6 bis 8 Reihen solcher arcuaten Mediankammern vorhanden. Dabei herrschen in den ersten 3 bis 5 Reihen die Kammern des offen arcuaten Typus vor, in den übrigen diejenigen des geschlossen arcuaten Typus ⁶⁾. Die Kammern der darauffolgenden Reihen sind bis zum Rande der Schale spatuliform (Taf. II, Fig. 6). Die spatuliformen Kammern der inneren Reihen zeigen tangential ein grösseres Ausmass als radial (Taf. II, Fig. 1), aber später wird es umgekehrt (Taf. I, Fig. 7). Das Lumen der jüngsten Mediankammern kann sogar 2 bis 3 mal so lang (radial) sein als breit (tangential). Der Übergang zwischen den breiten und den schmalen spatuliformen Mediankammern vollzieht sich im allgemeinen allmählich, doch kommen Unregelmässigkeiten häufig vor. Die Vertikalwände der spatuliformen Kammern sind sehr dick (0,025 bis 0,040 mm); sie sind oft gleich dick wie das tangentiale Ausmass des Kammerlumens. Wie bei allen anderen *Lepidocyclinen* sind die Vertikalwände der Mediankammern imperforat. Diejenigen der spatuliformen Kammern bestehen aus drei Schichten, nämlich zwei hellen Auszenschichten und einer dunkleren Zwischenschicht (Taf. I, Fig. 7, Taf. II, Fig. 1, 3). Eine solche Schichtung wurde am Embryonalapparat nicht, bei den arcuaten Kammern nur in den mehr nach auszen gelegenen Reihen (Taf. II, Fig. 2) beobachtet.

Die distale Auszenschicht der konzentrischen Vertikalwände, vor allem diejenige der mehr peripheren Mediankammern, ist so grobfaserig dass sie wie durchlöchert aussieht. Es handelt sich dabei jedoch bestimmt nicht um Poren, da niemals eine Imprägnation vorkommt, wie zumeist in den porenführenden Böden des vorliegenden *Lepidocyclinenmaterials*. Im Vertikalschnitt erscheint jene Auszenschicht gezähfelt. Da diese Zähnelung im Medianschnitt nicht erkennbar ist, müssen wohl die Fasern zu Lamellen angeordnet sein, deren Ebene parallel zur medianen orientiert ist.

Die Mediankammern sind ungefähr vom Embryonalapparat ab mehr oder weniger kreisförmig, in normalen Individuen jedenfalls nicht polygonal angeordnet. Es wurde nur eine einzige Ausnahme festgestellt (vgl. S. 208). Man beobachtet wohl sehr oft pseudopolygonale Reihen, aber diese stehen in Zusammenhang mit Schalenverletzungen und kommen dadurch zustande, dass Seiten und Ecken des verletzten Stückes die Anordnung der ersten neu-

6) Zur Terminologie der Kammertypen vgl. G a l l o w a y 1928, S. 50. Geschlossen arcuate = „arcuate“, offen arcuate = „open arcuate“ bei G a l l o w a y.

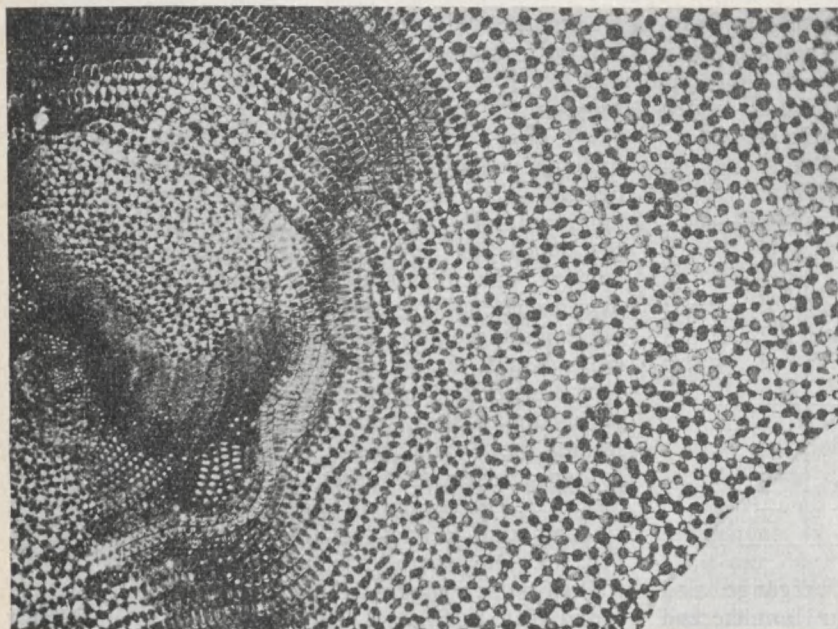


Abb. 1. Erklärung S. 210.

gebildeten Kammerreihen beeinflussen (Taf. II, Fig. 6). Ein solcher Fall veranlaszte Douvillé zur Annahme eines polygonalen Schaleninneren bei *Lep. glabra* var. *major* (1916, Taf. IV, Fig. 2). Des weiteren zeigt sich, dass nach einer Schalenverletzung sehr oft kürzere oder längere Reihen mit abnorm niedrigen und daneben hohen Mediankammern gebildet werden, damit so bald als möglich eine kreisförmige Reihe geschaffen werden kann.

Zwischen der spiralen Windungsrichtung des Embryonalapparates und der zyklischen der späteren arcuaten Mediankammern findet man einen Abschnitt, wo beide Windungsrichtungen zusammen auftreten. Die Wachstumsweise ist auf Abb. 4 durch Pfeile und Ziffern angegeben. Diese gemischte Wachstumsweise schafft eine für die rein zyklische geeignete Grundlage. Sie ist an allen sechs Medianschnitten, bei denen man diesem Problem nachgehen kann, erkennbar.

Masze:

Lumen der arcuaten Mediankammern:

tangential: 0,025 — 0,045 mm.
radial : 0,010 — 0,025 mm.

Lumen der peripheren Mediankammern ⁷⁾:

tangential: 0,025 — 0,050 mm.
radial : 0,100 — 0,130 mm.

Lateralschnitt. Die Lateralkammern sind meist gerundet viereckig, selten dreieckig. In jedem Schnittpunkt der Wände findet man Pfeiler. Die Vertikalwände

⁷⁾ Die abnorm niedrigen Mediankammern sind unberücksichtigt gelassen.

sind bei den Individuen von Ngampel (Abb. 1, Taf. II, Fig. 4, 6) teilweise wesentlich dicker als bei denen von „Poerwakarta“ (Abb. 2). Bei den Formen von Ngampel beträgt die Wanddicke 0,030 bis 0,050 mm, bei denen von „Poerwakarta“ 0,025 bis 0,040 mm.

Vertikalschnitt. Die verschiedenen aufgeführten Typen sind einander im Vertikalschnitt sehr ähnlich. Die Typen a—d sind in diesem Schnitt nicht auseinanderzuhalten. Bei den Typen e—f zeigen die Formen mit Umbo in der Windungsachse eine grössere Anzahl Lateralkammern (33 bis 43) als diejenigen ohne Umbo (21—27). Im Vertikalschnitt erscheinen alle Formen gepfeilert. Beim Typus mit deutlichen Pfeilerköpfen erreichen die Pfeilerköpfe grössere Maximalbeträge (bis 0,13 mm) als bei dem ohne deutliche Pfeiler (bis 0,06 mm), aber da beim erstgenannten Typus auch kleinere Pfeiler auftreten, ist doch der Unterschied so gering, dass er systematisch nicht zu verwerten ist. Wie schon aus dem Bild der Schalenoberfläche zu erwarten ist, sind zwischen fast allen Vertikalreihen der Lateralkammern Pfeiler vorhanden. Am grössten sind sie in der umbonalen Region (Taf. I, Fig. 4). Ihr Durchmesser wechselt. In einem der Medianebene parallelen Tangentialschnitt beobachtet man bei allen Typen einige grosse Pfeiler im Zentrum (vgl. Douv. 1916, Taf. III, 3; Taf. V, 3). Ihre Zahl ist nicht be-

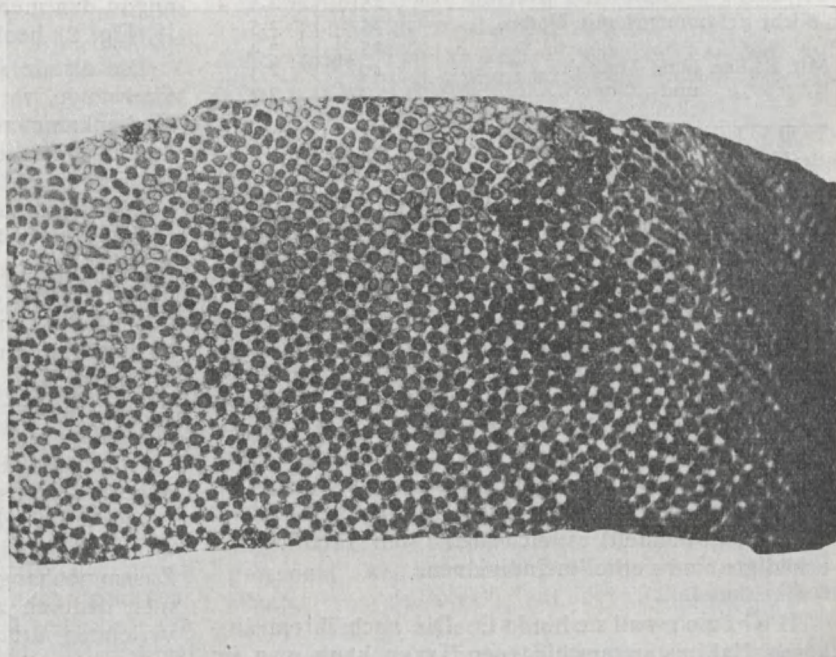


Abb. 2. Erklärung S. 210.

ständig. Häufig beginnen die Pfeiler nicht gleich an der Medianebeane und setzen sich nicht bis auf die Schalenoberfläche fort (Taf. I, Fig. 4, rechts). Diese Merkwürdigkeiten dürften teils primär, teils der Schnittlage in bezug auf die Längsrichtung der Pfeiler zuzuschreiben sein. Daz das Bild eines Pfeilers im Vertikalschnitt von der Orientierung des Schnittes abhängt, ist zu erwarten.

Die Lateralkammern sind im Schalenkern immer schmaler als an der Schalenoberfläche. Im Vertikalschnitt ist ihr Lumen im Schalenkern rundlich (Taf. II, Fig. 5), der Schalenoberfläche zu zeigen die einzelnen Kammern fast gerade bis wenig konvexe Dächer. Die Horizontallagen sind als Ganzes betrachtet im Schalenkern deutlich konvex nach oben gebogen, im Schalenrand verlaufen sie mehr oder weniger parallel zur Medianebeane. Sie sind im allgemeinen in dem Schalenteil, wo der konvexe in den mehr horizontalen Verlauf übergeht, am mächtigsten (Taf. II, Fig. 5). Jedenfalls sind die Horizontallagen oberflächennaher Schichten am dünnsten und gleichförmigsten.

Die Lateralkammern aneinandergrenzender Vertikalreihen alternieren häufig, im Schalenkern ist diese Erscheinung weniger deutlich.

Die Höhe des Lumens der Lateralkammern ist im Schalenkern nicht selten kleiner als die Dicke der Horizontalböden, bei den näher bei der Oberfläche gelegenen Lateralkammern stets grösser.

Die Medianscheibe wird oben und unten durch eine ununterbrochene Deckplatte von den Lateralkammern getrennt. Im Zentrum lässt sich keine „nummulitische“ Aufrollung der Embryonalkammern feststellen (Abb. 3), wie Galloway ganz allgemein für die *Orbitoididae* annimmt (S. 424).

Masse:

Höhe des Lumens der Mediankammern	
im Kern	: 0,020 — 0,027 mm.
an der Peripherie:	0,090 — 0,160 mm.
Höhe des Lumens der Lateralkammern	
im Kern	: 0,013 — 0,020 mm.
an der Oberfläche	
des Umbo	: 0,033 — 0,040 mm.
Breite des Lumens der Lateralkammern	
im Kern	: 0,027 — 0,050 mm.
an der Oberfläche	
des Umbo	: 0,050 — 0,130 mm.

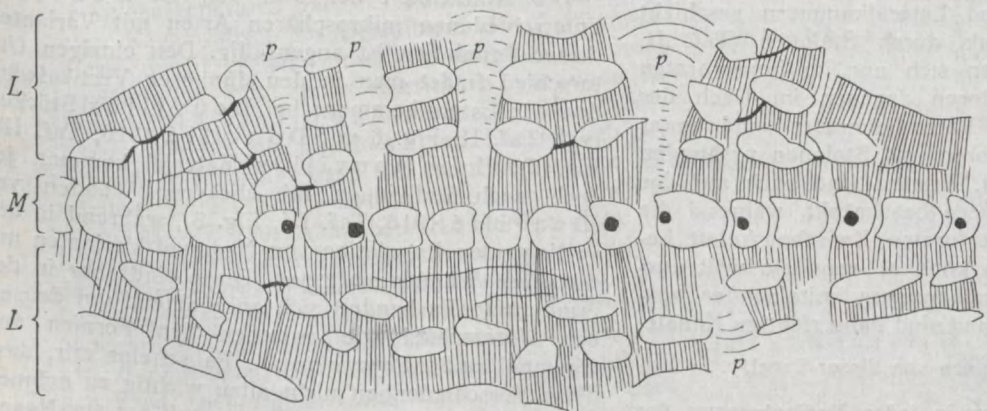


Abb. 3. Erklärung S. 210.

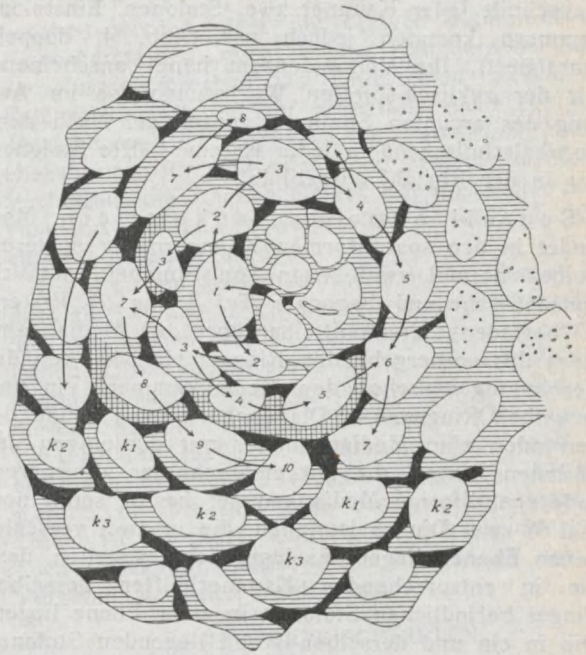


Abb. 4. Erklärung S. 210.

Dicke der Dächer der Lateralkammern	
im Kern	: 0,027 — 0,040 mm.
an der Oberfläche	
des Umbo	: 0,013 mm.

Verbindungen zwischen den einzelnen Kämmerchen.

In Fällen, wo die Infiltration mit einer Eisenverbindung stattgefunden hat, lassen sich die Verbindungen zwischen den einzelnen Kammern gut studieren.

Embryonalapparat (Abb. 4; Taf. II, Fig. 2). An den mir vorliegenden Schnitten konnte nur festgestellt werden, dass die jüngeren Embryonalkammern durch eine an der Basis der Septen befindliche Öffnung miteinander in Verbindung stehen. Es scheint mir, dass in einem Septum Stolonien nur in der Einzahl vorkommen. Wie die Zentralkammer und die ältesten Embryonalkammern miteinander verbunden sind, war nicht zu entscheiden. Mit den oben und unten liegenden Lateralkammern ist der Embryonalapparat durch Poren verbunden (Abb. 3).

Arcuate Mediankammern. Die Stolonien sind auf die proximalen Enden der arcuaten Wand beschränkt. Als Regel beobachtet man darum im Me-

dianschnitt jeder Kammer zwei Stolonien. Einstolonkammern kommen jedoch vor (Abb. 4, doppelt schraffiert). Ihr Vorhandensein hängt anscheinend mit der zyklisch-spiralen Wachstumsweise im Anfang des arcuaten Stadiums zusammen. Nach dem Vertikalschnitt sind in jeder Kammerhälfte Stolonien nur in der Einzahl ausgebildet.

Spatuliforme Mediankammern. Man findet in den spatuliformen Kammern der späteren Reihen normal zwei Arten von Stolonien, nämlich konzentrische und diagonale (Taf. I, Fig. 7). Erstere (k) befinden sich unmittelbar über den Mediankammern des vorhergehenden Ringes; sie bewirken die Verbindung zwischen den Mediankammern ein und desselben Ringes. Die Diagonalstolonien (d_1 und d_2) verbinden eine Mediankammer mit denjenigen des nächsten Ringes, die mit erstgenannter alternieren. Jede spatuliforme Mediankammer besitzt somit normal ⁸⁾ zwei Diagonalstolonien, die in zwei verschiedenen Ebenen liegen. Es läßt sich feststellen, daß die in entsprechenden Kammerhälften desselben Ringes befindlichen Stolonien in einer Ebene liegen. Die in ein und derselben Wand liegenden Stolonien angrenzender Kammern liegen somit im Zickzack übereinander. In einem Horizontalschnitt sieht man daher sehr oft nur ein System dieser Diagonalstolonien sehr deutlich. Im Vertikalschnitt erhält man in jeder Vertikalwand zwei konzentrische Stolonien, die sich gleich unter und über den Deckplatten der Mediankammerebene befinden (Taf. II, Fig. 3). Die Diagonalstolonien befinden sich zwischen diesen beiden konzentrischen Stolonien ⁹⁾.

Das Stolonensystem der späteren spatuliformen Mediankammern ist somit verwickelter als dasjenige der arcuaten Mediankammern. Im Übergangsgebiet der beiden findet man niedrig spatuliforme Kammern, deren Stolonien fast ganz in einer Ebene liegen, während noch keine konzentrische Stolonien vorhanden sind (Taf. II, Fig. 1). Es ist die Verbindungsweise der arcuaten Mediankammern. Die Bildung konzentrischer Stolonien läßt sich mit der Länge der geraden radiären Wandteile der spatuliformen Mediankammern in Verbindung bringen. Es sei hierbei bemerkt, daß nur die Diagonalstolonien als Homologen der Stolonien der arcuaten Mediankammern angesehen werden müssen.

Lateralkammern. Die Verbindung zwischen den Median- und Lateralkammern geschieht sowohl durch Poren als durch Stolonien (Taf. II, Fig. 3). Letztere finden sich nur im imperforaten Zwischenskelett, die Poren dagegen im Dach der Mediankammern. Die Lateralkammern sind unter sich ebenfalls durch Poren und Stolonien verbunden (Taf. II, Fig. 3 unten). Erstere sind auch auf das Dach der Lateralkammern beschränkt, während die Stolonien sich im imperforaten Zwischenskelett befinden. Diese Stolonien können, wenn sie weit auseinanderliegende Lateralkammern miteinander verbinden, sehr lang sein und sind dann richtige Kanäle.

8) Es gibt Abweichungen von dieser Regel, x in Taf. I, Fig. 7.

9) Im ganzen treffen in jeder Mediankammer der späteren Reihen sechs Stolonien zusammen (vgl. van der Vlerk, 1933, S. 17, Fig. 3).

Masze:

Stolonien der arcuaten Median-

kammern: $\pm 0,005$ mm.

Stolonien der spatuliformen

Mediankammern: $\pm 0,008 - 0,012$ mm.

Stolonien der Lateralkammern $\pm 0,008$ mm.

Bemerkungen über eine Form mit polygonal angeordneten Mediankammern.

Unter den mehr als zwanzig median geschliffenen Stücken von Ngampel fand sich ein einziges (Taf. I, Fig. 8), das eine echte polygonale Anordnung der Mediankammern zeigt. Äußerlich gehört es zum Typus „mit Umbo, mit „gehämmerter“ Skulptur“, während radiale Erhebungen so wenig hervortreten, daß ich sie zunächst übersehen hatte. Ihre Entdeckung veranlaszte mich, noch andere Stücke anschleifen zu lassen, insbesondere diejenigen mit ähnlichen radialen Erhebungen. Hierunter befanden sich sogar einige mit viel deutlicheren radialen Erhebungen (die drei, S. 205 aufgeführten Formen). Aber es wurde kein Stück mehr mit polygonaler Anordnung gefunden. Das einzige vorhandene Stück habe ich daher nicht weiter verarbeitet, sodasz eine eingehende Beschreibung seiner Eigenschaften unmöglich ist. Es sei nur erwähnt, daß es sich ebenfalls um eine mikrosphäre Form handelt, bei der die spatuliformen Mediankammern sechseckig angeordnet sind. Diese polygonale Anordnung findet sich nicht nur im Zentrum der Mediankammerebene, sondern auch an der Peripherie. Sie macht sich auch in der Anordnung der Lateralkammern bemerkbar.

Ergebnisse.

1. Die Population von Ngampel kann man kaum aufteilen. Bestenfalls ist das einzige vorhandene Individuum mit echter polygonaler Anordnung der Mediankammern (Taf. I, Fig. 8) von den übrigen abzutrennen. Dieses Individuum fällt aber nach seinen äusseren Merkmalen, mit Ausnahme der polygonalen Anordnung der Lateralkammern, in die Variationsbreite der Population. Auf Grund des vorliegenden Materials kann es somit nicht einmal als eine besondere Art abgetrennt werden.

Die Ähnlichkeit der drei von H. Douvillé unterschiedenen mikrosphären Arten mit Varianten dieser Population ist augenfällig. Den einzigen Unterschied findet man in den dünneren Vertikalwänden der Lateralkammern bei Douvillé's Stücken (vgl. Taf. II, Fig. 6 mit Douvillé 1916, Taf. III, Fig. 2). Unter Douvillé's Material kommen jedoch auch Individuen mit dickeren Wänden vor (Douvillé 1916, Taf. III, Fig. 3), während in der vorliegenden Population von Ngampel Varianten mit dünneren Wänden auftreten. Diese sind aber in der Minderheit. Es handelt sich anscheinend um denselben Unterschied wie zwischen den Formen von Ngampel und „Poerwakarta“. Es scheint mir, daß diese Verschiedenheit nicht allzu wichtig zu nehmen ist, und da der Typus von *Lep. papulifera* aus Ngampel stammt, kann eine Identifizierung der vorliegen-

den Formen mit genannter Art zur Zeit verantwortet werden.

Was *Lep. glabra* mut. *major* anbelangt, so ist eine pseudopolygonale Anordnung um so wahrscheinlicher, als an Douvillé's Stück (1916, Taf. IV, Fig. 2) eine Differenzierung der Mediankammern in radiäre und interradiäre, wie sie bei Formen mit echt polygonaler Anordnung normal ist, fehlt.

Die einzige mir vorliegende polygonale Form läßt sich mit *Lep. glabra* mut. *subradiata* identifizieren. Douvillé scheint diese Form nicht mit *Lep. papulifera*, aber nur mit *Lep. glabra* mut. *major* zusammen gefunden zu haben. Ich halte letztere aber für synonym mit *Lep. papulifera*. Es wäre interessant zu wissen, ob in Douvillé's Material die *subradiata*-Form ebenso selten ist wie in dem mir verfügbaren.

Meiner Ansicht nach ist somit die vorliegende Population als *Lep. papulifera* zu bestimmen, und die polygonale Form als *Lep. papulifera* forma *subradiata*. Es muß jedoch im Auge behalten werden, daß die Bearbeitung von Populationen anderer Fundorte hinsichtlich der Abgrenzung der Varianten zu einem abweichenden Ergebnis führen kann.

Synonyma der *Lep. papulifera* H. Douvillé.

1916 *Lep. (Eulepidina) papulifera* H. Douvillé Samml. geol. Reichsmus. Leiden, Bd. X, S. 22, Taf. III Fig. 1, 2, 3.

1916 *Lep. (Eulepidina) glabra* mut. *major* H. Douvillé. Ibidem, S. 24, Taf. IV, Fig. 1, 2, Taf. V, Fig. 3.

1925 *Amphilepidina euglabra* H. Douvillé. Révision etc., S. 103.
Für die weitere Literatur verweise ich auf Umbgrove 1931, S. 69.

Synonyma der *Lep. papulifera* H. Douv. forma *subradiata* (H. Douv.).

1916 *Lep. (Eulepidina) glabra* Rutten mut. *subradiata* H. Douvillé. Samml. geol. Reichsmus. Leiden, Bd. X, Taf. V, Fig. 1, 2.

1925 *Amphilepidina rutteni* H. Douvillé. Révision etc., S. 107.

1927 *Lep. (Amphilepidina) rembangensis* à Wengen. Phyl. considerations, S. 458.

1931 *Lep. (forma B) subradiata* (Douvillé) Umbgrove, S. 70.

2. Die nicht-„nummulitische“ Aufrollung des Embryonalapparates und das Fehlen eines intramuralen Kanalsystems im Dorsalband der Embryonalspirale macht es sehr unwahrscheinlich, daß diese *Lepidocyclus* mit den Cameriniden verwandt ist (Douvillé, Galloway 1933, S. 424). Dieser Schlusß gilt für alle *Lepidocyclus*. Hinsichtlich der anderen Auffassung, daß sie von *Planorbulina* abzuleiten seien (Silvestri, Hofker, Vaughan 1933, S. 283), kann bemerkt werden, daß die Embryonalspirale der *Lepidocyclus* von derjenigen der mikrosphären *Planorbulina* abweicht. Bei den *Lepidocyclus* ist die Dorsalseite der Embryonalkammern zu einem einigermaßen selbständigen, von den Septen wohl zu unterscheidenden Spiralband geworden; bei *Planorbulina* fehlt ein eigentliches Spiralband, d.h. eine Differenzierung der Vertikal-

wand in Spiralband und Septum ist nicht erkennbar (Hofker, Taf. II, Fig. 1, 4). Es muß jedoch zugegeben werden, daß die übrigen Kammern bei *Planorbulina* den „open arcuate“-Kammern bei *Lepidocyclus* entsprechen. Der Unterschied im Bau der Embryonalspirale spricht jedenfalls nicht für eine Abstammung der *Lepidocyclus* von *Planorbulina*, ebenso wenig für eine solche von gemeinschaftlichen Vorfahren; die Ähnlichkeit der Kammergestalt muß vielmehr mit Galloway (1933, S. 423) als Konvergenz gedeutet werden.

Die arcuaten Mediankammern deuten darauf hin, daß die *Lepidocyclus*, soweit sie im Vorhergehenden beschrieben wurden, Abkömmlinge der cretaceischen Orbitoididen sind, wofür arcuate Mediankammern ja als charakteristisch gelten; und von diesen kommt meines Erachtens *Orbitocyclus* Vaughan (1929) am ehesten in Frage, weil hier entsprechend gebaute arcuate Kammern gefunden werden, die bis zum Tode des Tieres persistieren. Leider ist von dieser Gattung die mikrosphäre Form noch unbekannt, sodasß diese Auffassung nur mit Vorbehalt vertreten werden kann.

ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN.

- 1916 Douvillé, H. Les foraminifères des couches de Rembang. Samml. geol. Reichsmus. Leiden. Ser. 1, Bd. 10, S. 19-35.
- 1925 Révision des Lépidocyclines. Mém. Soc. géol. France. Nouv. Série, T. III.
- 1928 Galloway, J. J. Revision of the family of Orbitoididae. Journ. of Pal. Vol. II, S. 45-69.
- 1933 A manual of Foraminifera.
- 1927 Hofker, J. The Foraminifera of the Siboga Expedition. Part I. Uitkomsten op zoölogisch, botanisch, oceanographisch en geologisch gebied, etc. Monographie IV. Leiden.
- 1899/1902 Schlumberger, C. Note sur deux espèces de *Lepidocyclus* des Indes Néerlandaises. Samml. geol. Reichsmus. Leiden. Ser. I, Bd. VI, S. 128-134.
- 1932 Tan Sin Hok. On the Genus *Cycloclipeus* Carpenter. Part I. Wetensch. Meded. van den Mijnbouw No. 19.
- 1931 Umbgrove, J. H. F. Tertiary Foraminifera. Feestbundel K. Martin. Leidsche geologische mededeelingen. Dl. V.
- 1929 Vaughan, T. W. Species of *Orbitocyclus* a genus of American Orbitoid Foraminifera from the Upper Cretaceous of Mexico and Louisiana. Journ. of Pal. Vol. III, S. 170-175.
- 1933 Orbitoididae in J. A. Cushman's Foraminifera. Their classification and economic use. 2nd. Edition.
- 1933 Vlerk, I. M. van der. The task of the oil paleontologist. Geologie & Mijnbouw, S. 15-19.
- 1927 à Wengen, W. Phylogenetic considerations of the Nummulinidae. Proceed. Fourth Dutch East Indian Congress of Nat. Sc. 1926.

Erklärung der Abbildungen:

Abb. 1. Lateralkammern einer *Lepidocyclus papulifera* H. Douv. von Ngampel. 20 × (Kat. P. J. Nr. 4011). Zentralteil an mehreren Stellen regeneriert.

Abb. 2. Lateralkammern einer *Lepidocyclus papulifera* H. Douv. von „Poerwakarta“. 20 × (Kat. P. J. Nr. 4015). Dieser Schnitt ist einem der Peripherie sehr nahe gelegenen Teil der Schale entnommen. Dies ist vielleicht der Grund dasz die Lumina in der rechten Bildhälfte grösser sind als in Abb. 1. Rechts die Mediankammern.

Abb. 3. Vertikalschnitt durch den Embryonalapparat von *Lepidocyclus papulifera* H. Douv. 490 × (Kat. P. J. Nr. 4014).

Die zentrale Orientierung dieses Schnittes erhellt aus der Tatsache, dasz im Zentrum die Decklagen der Medianebene dicker sind als der Peripherie zu, während der Horizontalboden der ersten Horizontalreihe von Lateralkammern schon konvex nach oben gebogen ist.

M: Mediankammern. L: Lateralkammerschichten. P: Pfeiler. Schwarz: Querschnitt von Stolonen.

Abb. 4. Embryonalapparat und arcuates Stadium von *Lepidocyclus papulifera* H. Douv. 325 × (Kat. P. J. Nr. 4010).

Erklärung wie für Taf. II, Fig. 2. Nur die tatsächlich im Schnitt beobachteten Stolonen (schwarz) sind eingezeichnet worden. Die doppelt schraffierten Wände gehören „Einstolon-Kammern“ an. In der oberen Hälfte der Figur sind die Lateralkammern angeschnitten. Die Stolonen dieser Lateralkammern wurden im Schnitt nicht getroffen. Die Wände der Median- und Lateralkammern bestehen, soweit sie auf diesem Bild wiedergegeben sind, aus nur einer einzigen (imperfekten) Schicht. Die Pfeile und die Ziffern geben die Wachstumsrichtung an. k_1 k_3 : Kammern der konzentrischen Ringe.

Tafelerklärung ¹⁾:

Tafel I.

Fig. 1 *Lep. papulifera* H. Douv. 2½ ×. (Kat. P. J. Nr. 4002). Ein Stück mit radiär gefaltetem Rand.

Fig. 2 *Lep. papulifera* H. Douv. 5 ×. (Kat. P. J. Nr. 4003). Randlich verletztes und verheiltes Stück ohne deutliche Pfeilerköpfe.

Fig. 3 „ 5 ×. (Kat. P. J. Nr. 4004). Flaches Stück mit Pfeilerköpfen.

Fig. 4 „ 10 ×. (Kat. P. J. Nr. 4007). Vertikalschnitt mit Umbo. Mit 43 Reihen von Lateralkammern beiderseits des Embryonalapparates.

Fig. 5 „ 20 ×. (Kat. P. J. Nr. 4008). Vertikalschnitt der Peripherie eines Stückes wie Fig. 2. Die neugebildeten Lateralkammern sind in Reihen angeordnet, welche erst, zwecks unmittelbaren Abschlusses der Verletzung durch eine perforierte Wand, mit den ursprünglichen Reihen einen Winkel bilden. In der Nähe der neugebildeten Mediankammern biegen sie in die normale Richtung um.

Fig. 6 „ 5 ×. (Kat. P. J. Nr. 4006). Ein Stück mit unregelmäßig verbreiteten Gruppen von Warzen.

Fig. 7 „ 225 ×. (Kat. P. J. Nr. 4009). Dieses Bild stellt die spatulifor-

men Mediankammern der späteren Reihen dar. Links sind die Poren im Dach zu erkennen, rechts die des Bodens (im Bilde unscharf, die Poren erscheinen als eine gleichmäßig graue Füllmasse der Mediankammern). Der Schnitt schneidet also die Mediankammerebene schief, sodass links fast nur die d_1 -Diagonalstolonen, rechts aber die d_2 -Diagonalstolonen gut erkennbar sind. In der Mitte des Bildes sind d_1 und d_2 fast gleich scharf. Die drei Schichten der Kammerwände sind deutlich. Die Innenwand einiger Kammern erscheint perforiert (z. B. in a). Diese Poren gehören in Wirklichkeit dem eben noch angeschnittenen Dach an. d_1, d_2 : die zwei Systeme der Diagonalstolonen.

k : konzentrische Stolonen.

x : accessorische Stolonen.

Fig. 8 *Lep. papulifera* H. Douvillé forma *subradiata* (H. Douvillé). 5 ×. (Kat. P. J. Nr. 4005). Die Skulptur ist „gehämmert“. Die Radien sind fast nicht sichtbar, trotz sehr schiefer Beleuchtung. Die polygonale Anordnung der Lateralkammern ist in der rechten Hälfte der Figur zu erkennen.

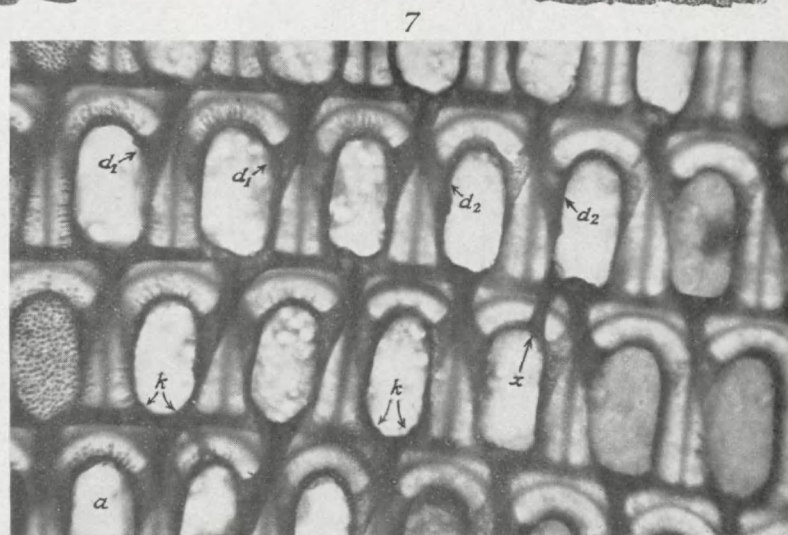
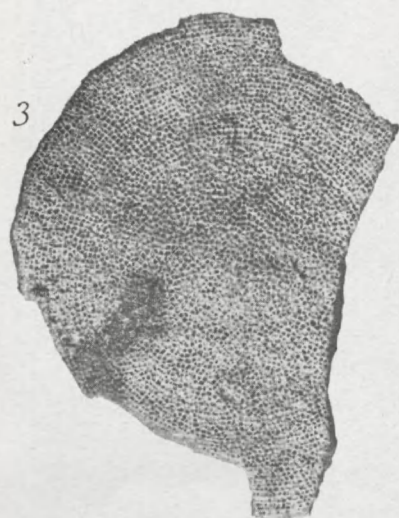
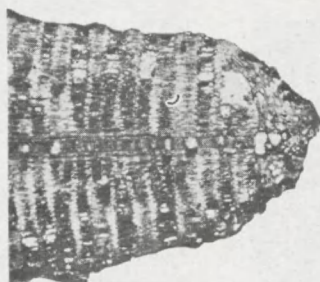
Tafel II.

Fig. 1 *Lep. papulifera* H. Douvillé. 225 ×. (Kat. P. J. Nr. 4013). Die spatuliformen Kammern sind einem Abschnitt entnommen, der fast unmittelbar auf die arcuaten Kammern folgt. Der Schnitt steht hier ebenfalls schief zur Me-

dianebene. Die zwei Diagonalstolonensysteme sind sehr gut zu erkennen; sie befinden sich fast in einer Ebene.

k: vereinzelter konzentrischer Stolon.

1) Alle Stücke befinden sich im Museum des „Opsporingsdienst van den Mijnbouw“ zu Bandoeng. Fundort: Kali Loesi unweit Ngampel, Rembang, Mitteljava (Blatt 91 D der Topographischen Karte 1 : 50 000). Leg.: ir. C. ter Haar.



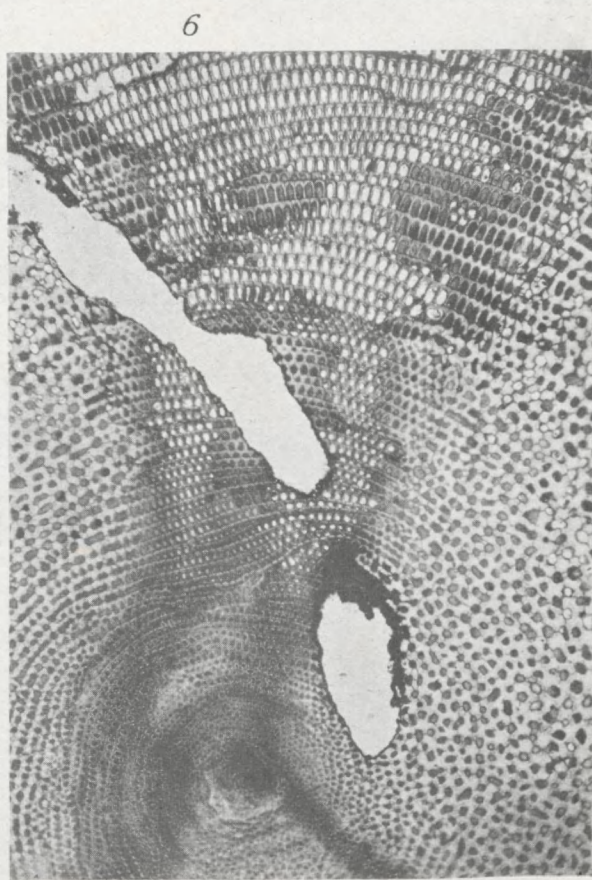
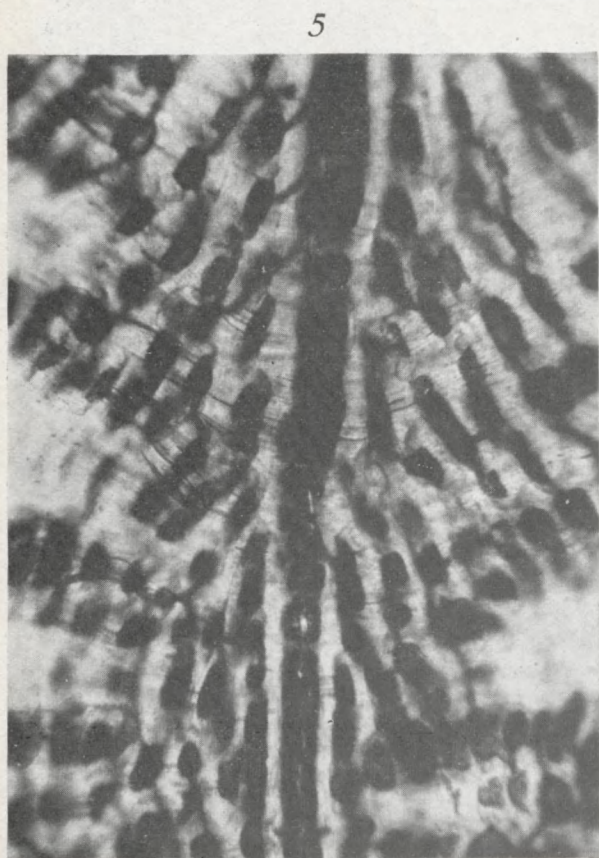
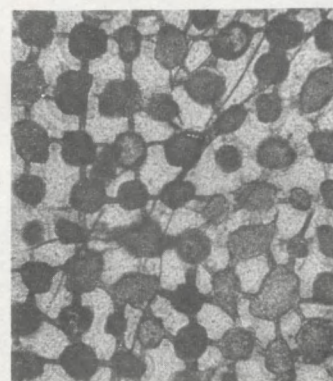
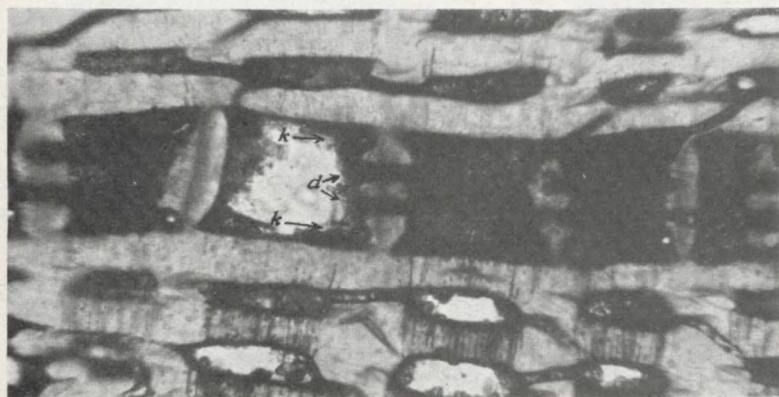
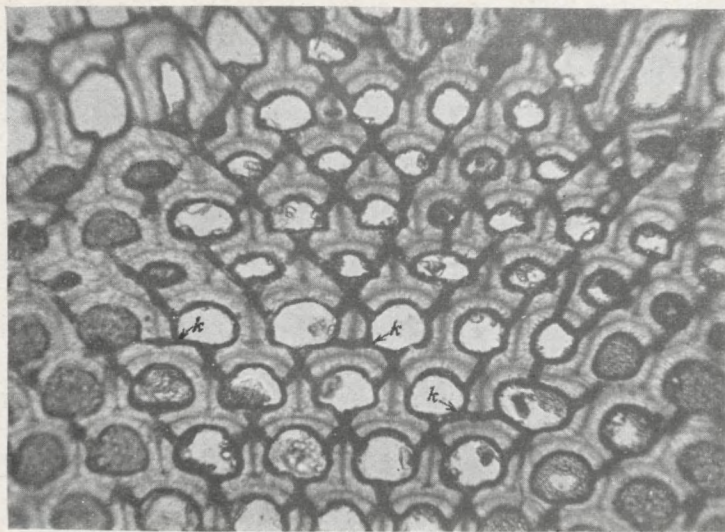


Fig. 2 *Lep. papulifera* H. Douvillé. 225 X. (Kat. P. J. Nr. 4010). Embryonalapparat und arcuates Stadium. Wie Abb. 4 auf S. 207. Die ersten dreischichtigen Wände und spatuliformen Mediankammern sind unten erkennbar.

Fig. 3 „ 225 X. (Kat. P. J. Nr. 4007). Das gleiche Stück wie Taf. I, Fig. 4. Mediankammerscheibe in vertikalem Schnitt. Die Zähnelung der Vertikalwände der Mediankammern ist hier kaum ersichtlich. Eine gute Abbildung gibt Douvillé 1925, S. 67, Fig. 51 a-c.

k : konzentrische Stolonen.

d : Diagonalstolonen.

rechts oben: Stolonen zwischen Medianebe und Lateralkammern.

rechts unten: Stolonen zwischen Lateralkammern.

Fig. 4 „ 60 X. (Kat. P. J. Nr. 4011). Lateralschnitt. Die Verbindungstolonen der Lateralkammern sind deutlich sichtbar.

Fig. 5 „ 225 X. (Kat. P. J. Nr. 4007). Dasselbe Stück wie Taf. I, Fig. 4. Vertikalschnitt des Schalenkerns. Der Schnitt ist nicht völlig zentriert. Der Embryonalapparat liegt unten im Bild.

Fig. 6 „ 20 X. (Kat. P. J. Nr. 4012). Medianschnitt. Im Zentrum ist eine pseudopolygonale Anordnung zu erkennen. Schalenäusseres: mit Umbo, mit „gehämmerter“ Skulptur.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productiecijfers van Aardolie in kg/tonnen.

	1934		1933	
	Oct.	t/m Oct.	Oct.	t/m Oct.
Java en Ma-				
doera	39 905,-	425 036,6	40 970,2	403 001,-
Noord-				
Sumatra ...	91 977,7	852 736,7	60 848,7	613 649,8
Palembang ..	185 637,2	1 841 218,2	171 442,4	1 646 285,4
Djambi	27 264,7	255 354,3	20 445,6	202 232,4
Oost-Borneo	90 244,6	910 711,8	105 290,8	1 033 810,4
Tarakan	71 920,1	675 538,3	51 106,9	650 940,7
Boenjoe	688,9	7 722,7	979,4	10 290,7
Ceram	3 418,4	30 772,7	3 064,8	32 474,-
Ned.-Indië...	511 056,6	4 999 091,3	454 148,8	4 592 684,5

Productiecijfers van Steenkolen in kg/tonnen.

	1934		1933	
	Oct.	t/m Oct.	Oct.	t/m Oct.
Gouvernements-				
mijnen	55 769,-	517 169,-	52 251,-	537 884,-
Steenkolen Mij.				
„Parapattan”	19 330,-	186 975,-	21 720,-	205 369,7
Oost-Borneo				
Maatschappij.	6 591,-	77 873,-	8 153,-	77 717,-

Mijnbouw Maatschappij „Redjang Lebong”.

Gedurende de maand October werden:

8 240 tons erts vermalen van { 4,98 dwts goud per ton.
gemiddeld { 29,90 „ zilver „ „
1 730 „ sands en
6 540 „ slimes behandeld.

Geëxtraheerd werden:

1 863,3 ozs goud en 10 288,8 ozs zilver ter gezamenlijke waarde van f 100 269,93.

De bedrijfskosten bedroegen f 72 466,62, terwijl voor prospecteeren werd uitgegeven f 5 494,57.

Mijnbouw Maatschappij „Simau”.

Gedurende de maand October werden:

7 799 tons erts vermalen van { 9,6 dwts goud per ton.
gemiddeld { 140,— „ zilver „ „
2 885 „ sands
4 742 „ slimes en
301 „ cementraten behandeld.

Geëxtraheerd werden:

3 259,47 ozs goud en 48 466,— ozs zilver ter gezamenlijke waarde van f 207 317,83.

De bedrijfskosten bedroegen f 110 300,75, terwijl voor nieuwe machines en gebouwen werd uitgegeven f 6 653,66 en voor prospecteeren der nieuwe vergunningen f 2 007,53.

PERSONALIA.

Dr. ir. R. W. van Bemmelen, dr. J. F. van Tuyn en ir. W. van Dam, zullen voorloopig met ingang van 1 December 1934 in Nederland op non-actief gesteld.

Aan dr. J. Van houten is wegens zesjarigen dienst acht maanden verlof verleend naar Europa, ingaande 2 Januari 1935.

Ir. C. H. van Raalten is benoemd tot lid van den Plaatselijken Raad van de Onderafdeeling Lematang Ilir.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

VI. WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: De aanwysinrichting van den regelbaren meetoverlaat, door ir. E. E. Hens. — De nieuwste onderzoeken van Prof. K. von Terzaghi over gronddruk (vervolg).

De aanwysinrichting van den regelbaren meetoverlaat

door

ir. E. E. HENS,

ingenieur bij 's Lands Waterstaat te Bandoeng.

Voorgesteld wordt, de differentiaalpeilschaal te vervangen door een vast aan het bovenschuifraam bevestigde peilschaal. Verder worden eenige opmerkingen gemaakt over het ontwerpen van regelbare meetoverlaten.

In *De Waterstaatsingenieur* No. 9 — 1932 is door ir. D. G. Romijn een nieuw type regel- tevens meetinrichting beschreven, bestaande uit een overlaatschuif met breede kruin en een differentiaalpeilschaal, welke door de vele voordeelen, die zij biedt — als b.v. de groote toepassingsmogelijkheid in verband met het groote meetbereik en het geringe drukverlies, de gevoeligheid voor debiet-schommelingen, de geringe bouwkosten enz., — naar veler inzicht de oplossing beteekent van de vraag, welke de meest wenschelijke meetinrichting in irrigatieleidingen is.

De praktische bezwaren, verbonden aan de door ir. Romijn voorgestelde aanwysinrichting, en hare te groot geachte kwetsbaarheid voor een algemeene toepassing bij tertiaire aftappingen, zijn aanleiding geweest, dat reeds dadelijk van meerdere zijden naar een eenvoudiger afleesmethode van het over den meetdrempel ingelaten debiet is gezocht.

Het spreekt wel haast van zelf, dat daarbij in de eerste plaats gedacht is aan een aan den bovenregel van het bovenschuifraam vast bevestigde peilschaal met nulpunt op het niveau van den meetdrempel, welke peilschaal in een met den bovenwaterstand in verbinding gestelden meetput op en neer zou kunnen worden bewogen. Ofschoon deze constructie om haar eenvoud welhaast aangewezen lijkt, is zij voor praktische toepassing tot nu toe niet aanvaard*), naar gemeend wordt in hoofdzaak m.h.o. op de moeilijkheid, de peilschaal behoorlijk af te lezen in de gebruikelijke vierkante of ronde meetputten van beperkte afmeting.

Om deze moeilijkheid te ontgaan is wel voorgesteld, de peilschaal op een vlotter te monteeren, doch aan een dergelijke inrichting kleven weer de voor vlotterconstructies typische nadeelen. Ook

andere bedachte constructies moeten, voor zoover bekend, te kwetsbaar of uit anderen hoofde bezwaarlijk worden geacht.

Schrijver dezes meent, dat het bezwaar van de aflezing in den put van een vaste peilschaal kan worden ondervangen door aan den meetput een langwerpigen vorm te geven.

De constructie is in bijgaande figuur verduidelijkt. Het daarin aangegeven schuiftype is overgenomen uit het bovengenoemde artikel van ir. Romijn. Daar een beweegbare onderschuif m.i. alleen in zeer slibrijk water — en dan wellicht nog niet eens altijd — van nut zal zijn moge echter de suggestie worden gedaan om in stede van deze onderschuif een vaste plaat aan te brengen, waardoor de constructie in haar geheel nog eenigszins zal kunnen worden vereenvoudigd.

De uit den gekozen putvorm voortvloeiende meerdere kosten voor metselwerk zijn onbetekenend, en worden overigens geheel gecompenseerd door de besparing, welke in vergelijking met andere constructies op de eigenlijke aanwysinrichting verkregen kan worden.

Het tegen de toepassing van meetputten veelal aangevoerde bezwaar van opslibbing komt bij den gekozen vorm met hellenden bodem niet overwegend voor. Bovendien kan in slibrijk water de toevoeropening naar de put zoo hoog worden aangebracht, dat zij gemakkelijk kan worden doorgestoken.

Teneinde het periodiek oververven van de peilschaal, dat noodig zou zijn, ingeval deze direct op het verticale hoekijzer wordt aangegeven, te vermijden, wordt aanbevolen op het hoekijzer een aluminium peilschaal te bevestigen.

Deze soort peilschalen, welke geringere kans van beschadiging bieden en goedkooper zijn dan de bekende geëmailleerde peilschalen, zullen op Java betrokken kunnen worden van de daar den laatsten

*) Van ir. J. A. Sesink Cleef vernam ik nader, dat door hem met veel succes een aanwysinrichting, als hier beschreven, in de sectie Palimanan is toegepast.

tijd gevestigde inheemsche industrie, welke zich o.m. toelegt op vervaardiging van aluminium naam-bordjes. De cijfers en deelstreepjes der schaalverdeling worden daarbij $\pm \frac{1}{2}$ cm in relief opgenomen, hetgeen de gemakkelijke aflezing ten goede zal komen.

In den regel zal volstaan kunnen worden met een schaalverdeling, welke direct het ingelaten debiet aanwijst, omdat, zooals ir. Romijn reeds opmerkte, deze schaalverdeling zeer gunstig verloopt en juist bij kleinere debieten de nauwkeurigheid der aflezing toeneemt. De deelstreepjes zouden b.v. van 0 tot 100 l/sec telkens 10 l/sec kunnen aanwijzen, daarboven 25 l/sec. Slechts wanneer bijzondere nauwkeurigheid wordt vereischt, zou ten einde de schatting bij waterstanden tusschen de deelstreepjes in te vergemakkelijken een centimeterverdeling aanbeveling verdienen; de debietsbepaling vindt dan plaats met behulp van een tabel.

Aan het bovenstaande, dat de eigenlijke aanleiding tot het schrijven van dit artikel vormde, moge nog het volgende worden toegevoegd betreffende het ontwerpen van Romijn-aftappingen.

De regelbare meetoverlaat met breede kruin is gevonden als eindresultaat van een langdurig onderzoek naar eene meetinrichting, welke bij een groot meetbereik een gering drukverlies vereischte.

Verklaarbaar is dan ook, dat in de betreffende publicatie op dit laatste punt de nadruk is gelegd: voor de grootste overstorthoogte is 0,30 m aangenomen, waardoor het drukverlies beperkt kon blijven tot 0,10 à 0,06 m, al naar gelang van de vereischte nauwkeurigheid der meting.

Deze aanname blijkt aanleiding te hebben gegeven tot de onjuiste opvatting, als zou het opvoeren van de overstorthoogte daarboven in het algemeen ongewenscht zijn. In den regel toch zal het, binnen zekere grenzen, wanneer voldoende verval beschikbaar is, juist aanbeveling verdienen om een zoo groot mogelijke overstorthoogte te kiezen, waardoor de schuif smaller, dus goedkooper, kan worden, terwijl het meetbereik vergroot en de gevoe-

ligheid voor debietschommelingen verminderd wordt. De toepassing van de meetoverlaten kan daardoor, zonder in te breede constructies te vervallen dan bovendien worden uitgebreid tot de meting van grootere debieten (b.v. in secundaire leidingen).

Slechts indien de aftappingen tevens moeten worden ingericht voor het aflatens van overtollig leidingwater, zal een groote gevoeligheid voor debietschommelingen, dus een breede schuif, gewenscht zijn.

Hoever met het opvoeren van de overstorthoogte kan worden gegaan, zonder dat beteekenende afwijkingen optreden, zal een laboratoriumonderzoek moeten uitwijzen. Zoolang gegevens dienaangaande echter niet beschikbaar zijn, zou de maximum overstorthoogte n.h.v. veilig kunnen worden aangenomen op $\frac{2}{3}$ van de schuifbreedte met een maximum van b.v. 0,75 m. Dit laatste m.h.o. daarop, dat de breedte van het horizontale drempelgedeelte in verhouding tot de overstorthoogte toeneemt, waardoor het construeeren van een breedere schuif met kleinere overstorthoogte op een gegeven moment economischer zal worden.

De grootste breedte der schuiven wordt overigens beperkt, doordat het in het algemeen niet economisch zal zijn om windwerken met overbrenging toe te passen; hoogstens zou kunnen worden overgegaan tot het aanbrengen van een kogellager. In normale gevallen zou men n.m.m. met het oog hierop niet verder moeten gaan dan tot schuifbreedten van 1,30 m à 1,50 m.

Tot slot wordt nog opgemerkt, dat het voordeel van den meetoverlaat voor een niet onbelangrijk deel gelegen is in zijne algemeene toepassingsmogelijkheid, zoowel voor kleine en groote debieten, als bij gering en groot beschikbaar verval. Daardoor zal in nieuwe gebieden in één beheersressort uitsluitend één type meetinrichting kunnen worden toegepast, hetgeen naast de eenvoudige bediening en instelling, van groote beteekenis is, gezien het ontwikkelingspeil van het met het toezicht belast lager personeel.

De nieuwste onderzoeken van Prof. K. von Terzaghi over gronddruk.

(Vervolg).

IV. INVLOED VAN CAPILLAIRE WERKING IN GEDEELTELIJK VERZADIGD MATERIAAL.

In No. 11 — 1934 van dit tijdschrift werd reeds het resultaat van de proefneming met grof, ondergedompeld zand beschreven. Bij drainage van dit zand werden de poriën praktisch leeg; water bleef slechts achter als een dun filmpje om de afzonderlijke korrels en het gewicht van deze filmpjes bedroeg niet meer dan 2,5 % van het totale zandgewicht. Bij een volgende serie proeven bestond de achteraanvulling uit moraine materiaal (keileem) met een korrelafmeting kleiner dan een dertigste van die van het zand. Bij drainage van dit materiaal

bleven de poriën door de kleine afmetingen der korrels praktisch gevuld met water. Het verschil tusschen het gemiddeld gewicht van het verzadigd en het gedraineerd materiaal was kleiner dan 1 lb. per cub. ft. Het water werd grootendeels vastgehouden door de capillaire krachten. De capillaire werking is van duidelijken invloed op de uitkomst van de proef; zij maakt het gronddruk-vraagstuk aanzienlijk ingewikkelder.

Gedraineerd materiaal bij capillaire verzadiging.

We zullen een keermuur beschouwen met achteraanvulling van fijn, maar cohaesieloos zand tot een

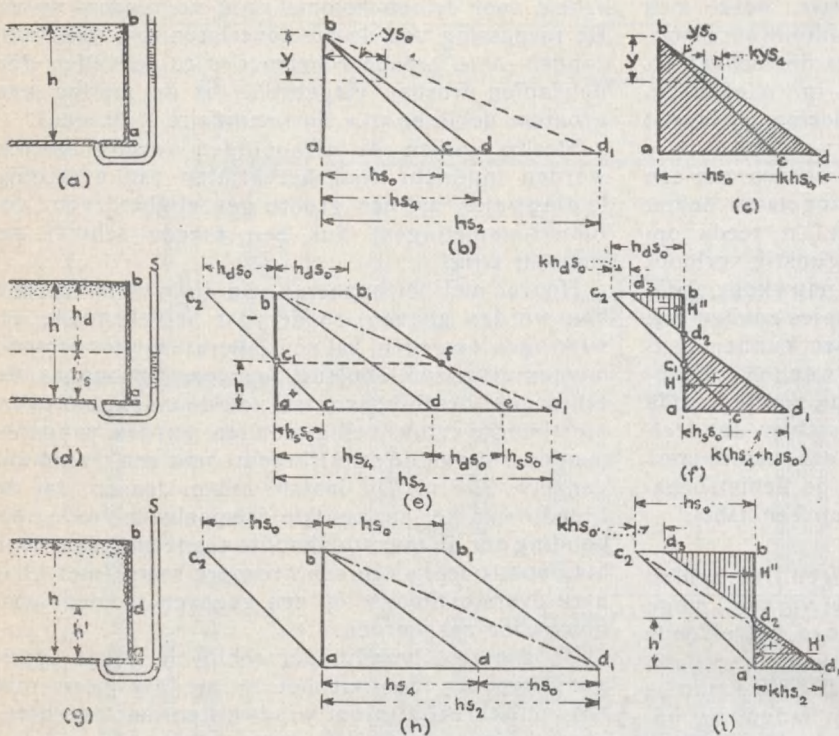


Fig. 16. Druk op een muur met achteraanvulling in drie verschillende stadia van verzadiging.

diepte h , welke kleiner is dan de hoogte h_c , waarover het water in het materiaal kan opstijgen door de capillaire werking. De voor de berekening van de krachten op den achterkant van den muur te bezigen notaties zijn de volgende: h en b = diepte en breedte van de aanvulling; s_0 = s.g. van water; s_1 = s.g. van het aanvullingsmateriaal, zonder inbegrip van het gewicht van het poriënwater; s_2 = s.g. van het materiaal bij geheel met water gevulde poriën (volledige capillaire verzadiging); s_3 = gemiddeld s.g. van het materiaal bij gedeeltelijk met water gevulde poriën (gedeeltelijke capillaire verzadiging); s_4 = s.g. van het materiaal, gereduceerd door den opwaartschen druk; $W_0 = \frac{1}{2} s_0 \cdot b \cdot h^2$ = de waterdruk op den muur, wanneer de achteraanvulling door water wordt vervangen; W_1, W_2, W_3 en W_4 = de op de muur uitgeoefende drukken door vloeistoffen van resp een s.g. s_1, s_2, s_3 en s_4 ; H = de horizontale componenten van den druk op den muur; V = de verticale componenten van dien druk; $\text{tg } \delta$ = de wrijvingshoek van den muur; k = de hydrostatische drukratio voor den zijdelingschen druk — d.i. de verhouding tusschen de horizontale componenten van den druk van het gedeelte vaste stof en den corresponderenden vloeistof-druk.

In fig. 16 stellen (a), (d) en (g) muurdoorsneden voor met een achteraanvulling in drie verschillende stadia van verzadiging: (a) volledige onderdompeling, het water in de standpijp staat op gelijk niveau met den bovenkant van de aanvulling; (d) gedeeltelijke onderdompeling en gedeeltelijk in een toestand van capillaire verzadiging, het water in de standpijp staat op een diepte h_d onder den bovenkant; (g) volledige capillaire verzadiging, het water in de pijp staat op vloerhoogte.

Het verschil tusschen het waterniveau in de standpijp en den bovenkant van de aanvulling wordt de „capillaire stijghoogte” genoemd en het daartusschen begrepen gedeelte van de aanvulling de „capillaire zone”.

In de diagrammen (b), (e) en (h) van fig. 16 zijn de verticale normaaldrukken geteekend, welk op verschillende diepen y onder de oppervlakte werken. Volgens het voorgaande heeft de aanwezigheid van de aanvulling praktisch geen reduceerenden invloed op de krachten, welke werken in het poriënwater. Derhalve worden de drukken in het water in ieder geval voorgesteld door de abscissen van een rechte lijn (lijn bc in fig. 16b, lijn cc_2 in fig. 16c en lijn ac_2 in fig. 16h). Volgens de wetten der hydraulica geeft het niveau in de standpijp (phreatisch oppervlak) de grens aan tusschen negatieven en positieven hydrostatischen druk.

Het deel van den verticalen druk,

dat door de vaste stof van korrel op korrel wordt overgedragen geeft de lijn bd . Daar de zandkorrels bijna volledig door water worden omgeven is het werkelijke s.g. van het zand gelijk aan s_4 en de basis van de driehoeken abd is gelijk aan $h \cdot s_4$.

Bij een stijghoogte h_d (fig. 16d) werkt de oppervlaktespanning van het water op de oppervlakte van de zandaanvulling als een bovenlast met een waarde $h_d \cdot s_0$ per eenheid van oppervlakte. Daar deze belasting overgebracht wordt door de vaste deeltjes naar den bodem van het vat, moet $h_d \cdot s_0$ gevoegd worden bij de abscissen van de druklijn bd van de vaste stof. Zoo krijgen we voor de lijnen b_1e in fig. 16e en b_1d_1 in fig. 16h.

Het zelfde resultaat wordt verkregen, uitgaande van de volgende overweging. In een willekeurig punt op een diepte y moet de totale verticale druk gelijk zijn aan de som $y \cdot s_2$ van het gewicht van zand en water boven dat punt. Dit totale gewicht wordt voorgesteld in de diagrammen (b), (e) en (h) door de rechte lijn bd_1 . Om de druklijn te krijgen voor de vaste stof moet de lengte van de abscissen bd verminderd worden met de lengte van de overeenkomende abscis van de lijn voor den waterdruk bc in fig. 16b, cc_2 in fig. 16e en ac_2 in fig. 16h. Zodoende worden resp. gevonden de lijnen bd_2 , b_1e en b_1d_1 .

Voor de bepaling van den druk op het verticale achtervlak van een keermuur wordt uitgegaan van de volgende overweging. Op een willekeurige diepte is de door de vloeistof in de zandaanvulling uitgeoefende horizontale druk gelijk aan den verticalen druk op hetzelfde niveau in de vloeistof. Anderzijds is de door de vaste stof uitgeoefende horizontale druk op een willekeurige diepte y gelijk aan den overeenkomstigen verticalen druk, vermenigvuldigd met de

hydrostatische drukratio k . Deze reductie stelt den invloed voor van de wrijvingsweerstand in de aanrakingspunten van de korrels, welke toenemen in verhouding tot den door de vaste stof overgebrachten druk. De resulterende zijdelingsche druk is gelijk aan de algebraïsche som van den (pos. en neg.) druk van de vloeistof en van de vaste stof. We krijgen daarmee de druklijnen bd in *fig. 16c* en d_1d_3 in *fig. 16f* en *i*. De geharceerde oppervlakken tusschen deze lijnen en de verticale as ab stellen den totalen druk op den muur voor. De oppervlakjes boven d_2 zijn negatieve drukkén (capillaire zône: druk negatief) en die daaronder zijn positief (hydrostatische drukzône: druk positief).

De diagrammen (c), (f) en (i) van *fig. 16* laten duidelijk den invloed zien van de capillaire werking op het drukverloop.

Bij verlaging van het niveau in de standpijp, neemt de zijdelingsche druk snel af en kan zelfs een negatieve waarde krijgen.

Indien de capillaire kracht niet bestond, zou de horizontale component van den zijdelingschen druk (*fig. 16g*) gelijk zijn aan $\frac{1}{2} \cdot k \cdot h^2 \cdot s_2$. Door de capillaire werking vermindert deze druk tot $\frac{1}{2} \cdot k \cdot h^2 \cdot (s_2 + s_0) - \frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot s_0$. Verder heeft de capillaire werking een benedenwaartsche verschuiving van het drukcentrum tengevolge. Tenslotte zou bij wegname van het bovenste deel van den muur, *fig. 16g*, de aanvulling ongestuurd verticaal blijven staan.

Deze invloed van de capillaire kracht kan door de volgende proef gemakkelijk worden gedemonstreerd. Vul een cilindrisch vat, aan de onderzijde voorzien van een zeef, met zeer fijn, verzadigd zand en stort den inhoud van het vat uit op een tafel, nadat de overmaat van water door den geperforeerden bodem is weggevloeid; het bovendeel van het zandlichaam zal dan te lood blijven staan. Indien het vat onder water wordt gedompeld zal daarentegen — hoe zorgvuldig de proef ook wordt verricht — het materiaal over de volle hoogte uitzakken.

Tracht men de intensiteit van den zijdelingschen druk te meten, dan stuit men waarschijnlijk op de volgende moeilijkheid. Een onbeteekenende kracht kan voldoende zijn om tusschen muur en aanvulling een spleet te doen ontstaan, reikende van den bovenkant tot een diepte $h - h'$ in *fig. 16g*; in dat geval zal de capillaire kracht niet meer op het bovenste gedeelte van een muur werken. Men meet dan slechts de positieve druk H' (*fig. 16f* en *i*) en de negatieve druk H'' blijft onbekend.

Gedraineerd materiaal bij gedeeltelijke capillaire verzadiging.

In het voorgaande is aangenomen, dat de poriën van het materiaal, zoowel in de ondergedompelde als in de capillaire zône, volledig met water zijn gevuld.

In cohesieloos materiaal zal dit echter slechts zelden het geval zijn. Om te onderzoeken, welke factoren in gedeeltelijk capillair verzadigd materiaal maatgevend zijn, beschouwen wij een smal, cilindrisch vat, *fig. 17a*, dat geheel is gevuld met zeer fijn zand en volledig in water is gedompeld. De hoogte van het vat is aanzienlijk grooter genomen dan de hoogte h_c , waarover het water onder den

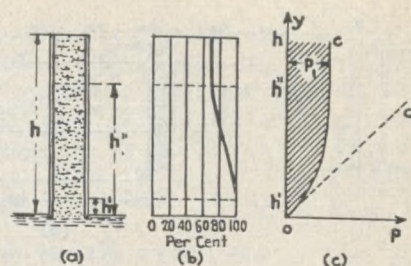


Fig. 17. Diagram van de condities in gedeeltelijk capillair verzadigd materiaal.

invloed van de capillaire werking in het vulmateriaal zou opstijgen. Derhalve zal bij verticale opheffing van het vat zoodanig, dat slechts het onderste gedeelte in het water gedompeld blijft, een deel van het water wegvloeien. In het bovendeel van de kolom, boven $h' > h_c$, zal de hoeveelheid door lucht vervangen water onafhankelijk zijn van de hoogte boven den vrijen waterspiegel en wezenlijk slechts afhangen van de grootte der korrels; in het benedendeel, beneden $h' < h_c$, blijven de poriën geheel met water gevuld en tusschen beide in ontstaat een overgangszône.

De capillaire stijghoogte h_c is kleiner dan h'' , maar aanzienlijk grooter dan h' , omdat bij capillaire opstijging van water in droog zand, het bovenste gedeelte van het bevochtigde zand steeds slechts in een toestand van gedeeltelijke capillaire verzadiging is.

Fig. 17b, geeft een diagram betreffende het percentage van de poriën, dat op verschillende hoogten boven den vrijen waterspiegel met water gevuld zal zijn.

Een groot aantal metingen toonde aan, dat in het fijne kleiachtige zand van het overstromingsgebied van de beneden Connecticut rivier 90% van de poriën permanent met water gevuld bleef tot een hoogte vele ft. boven het hoogste niveau van capillaire verzadiging. Voor dergelijke materialen zijn de waarden s_2 en s_3 praktisch identiek. In het bovenste gedeelte van het evenbedoeld vat zal de gemiddelde oppervlaktekromming van de waterfilmpjes overal dezelfde zijn en gelijk aan de bij de gegeven korrelafmeting kleinst mogelijke kromming, omdat het water begrensd wordt door de nauwste gedeelten der poriën. Boven de overgangszône zal de negatieve hydrostatische druk daarom een constante waarde p aannemen, onafhankelijk van de niveauhoogte en slechts afhankelijk van korrelgrootte en dichtheid van het korrelig materiaal. In het diagram *fig. 17c* is de negatieve hydrostatische druk voor ieder niveau gegeven door de abscissen van de kromme $O C$, welke een verticalen asymptoot heeft.

Aan de hand van het vorenstaande zal getracht worden den door een gedeeltelijk capillair verzadigde achteraanvulling uitgeoefenden zijdelingschen druk te berekenen. *Fig. 18* geeft een doorsnede over den achterkant van een muur. Vóór de drainage was de toestand gelijk aan dien in *fig. 16a—c*; na de drainage is de waterspiegel in de standpijp gedaald tot het niveau van den bodem, *fig. 18a*. Daar de hoogte van de aanvulling grooter is dan de capillaire stijghoogte h_c , worden de verticale negatieve hydrosta-

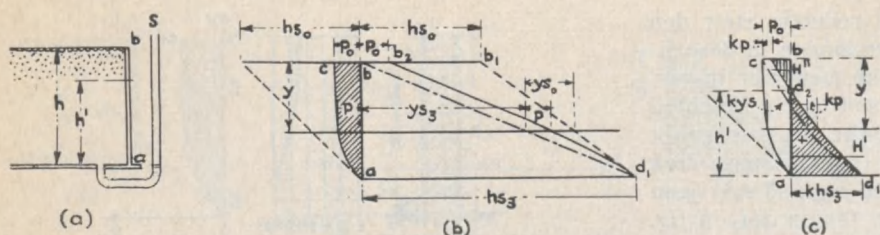


Fig. 18. Berekening van den zijdelingschen druk door gedeeltelijk capillair verzadigd materiaal.

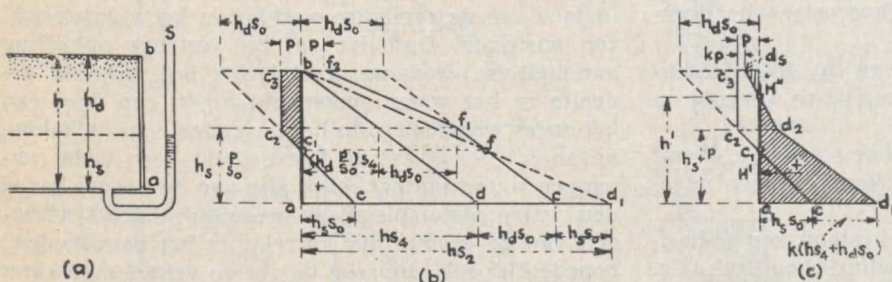


Fig. 19. Invloed van gedeeltelijke capillaire verzadiging, beperkt tot het boven gedeelte.

tische drukken in het water gegeven door de abscissen van de kromme ac in fig. 18b, terwijl voor de aanvulling in een toestand van volledige capillaire verzadiging (fig. 16g) voor de negatieve hydrostatische drukken een rechte lijn ac_2 werd gevonden. De door de zandkorrels overgebrachte verticale drukken kunnen op dezelfde wijze bepaald worden als in fig. 16h. Op iedere diepte y (fig. 18b) beneden de oppervlakte, stellen de abscissen ys_3 van de rechte lijn bd_1 het gezamenlijk gewicht voor van het boven dat niveau gelegen zand en water. Teneinde de totale verticale kracht in het zand op een diepte y te vinden, moet bij den druk ys_3 nog een druk p gevoegd worden, welke gelijk en tegengesteld is aan den negatieven hydrostatischen druk p , die op die diepte in het water heerscht. Aldus wordt de drukdiagram d_1b_2 gevonden. De zijdelingsche druk op een diepte y is gelijk aan de algebraïsche som van den negatieven hydrostatischen druk p en het product van de hydrostatische drukratio k en den verticalen druk $(y \cdot s_3 + p)$, welke op de zandkorrels werkt, zoodat de zijdelingsche druk $= k(y \cdot s_3 + p) - p$, waaruit het drukdiagram fig. 18c wordt verkregen.

De vorm van de kromme ac van fig. 18b kan alleen benaderd worden, en iedere berekening gebaseerd op aanname van een variabele waarde van p is ingewikkeld. Teneinde een benaderende formule af te leiden voor de schatting van den invloed van de capillaire krachten op de intensiteit van den zijdelingschen druk, kan de kromme ac van fig. 18b vervangen worden door de gebroken lijn cc_2c_3 , als fig. 19b laat zien voor een aanvulling onder invloed van een stijghoogte h_d , welke kleiner is dan de hoogte h van de aanvulling, maar grooter dan de capillaire

stijghoogte h_c . Voor dit geval wordt aangenomen, dat het s.g. s_3 van het gedeeltelijk verzadigd materiaal praktisch gelijk is aan het s.g. s_2 van verzadigd materiaal.

Toepassing van de in het voorgaande voorbeeld beschreven grondslagen leidt tot het volgend resultaat. De verticale drukken, die van korrel op korrel worden overgedragen, worden voorgesteld door de abscissen van de gebroken lijn ef_1f_2 van fig. 19b, en de horizontale drukken op den achterkant van den muur door de abscissen van de gebroken lijn $d_1d_2d_3$, fig. 19c.

Door vergelijking van fig. 19b en c met fig. 16e en f zien wij, dat de invloed van de niet volledige capillaire verzadiging beperkt blijft tot

het bovenste gedeelte van de aanvulling tusschen het bovenvlak en het niveau $h_d - \frac{p}{s_0}$ (h_d = stijghoogte en p = gemiddelde intensiteit van de capillaire kracht in het bovengedeelte van de capillaire zone). In dit boven gedeelte kunnen de van korrel op korrel overgebrachte verticale drukken berekend worden alsof het gewicht van het zand gelijk was aan het volle gewicht van het zand, vermeerderd met dat van het poriënwater en verder alsof de oppervlakte een bovenlast p per eenheid van oppervlakte droeg.

Voor het geval dat de stijghoogte h_d gelijk is aan de hoogte h van de aanvulling, fig. 20a, kan de analyse vereenvoudigd worden door aan te nemen, dat de negatieve hydrostatische drukken veranderen volgens de rechte a_1c van fig. 20b in stede van volgens de gebroken lijn $c_1c_2c_3$ van fig. 19b. Met andere woorden: wij verwaarlozen het feit, dat de negatieve hydrostatische druk nul wordt in het benedenste gedeelte van de capillaire zone. De verticale drukken, welke optreden in de vaste stof worden gegeven door de abscissen van b_2d_2 , fig. 20b, en de door de vaste stof en de vloeistof gezamenlijk uitgeoefende zijdelingsche drukken door de abscissen van d_2d_4 , fig. 20c. De bepaling van de ligging van deze druklijnen geschiedt op dezelfde wijze als beschreven voor de figuren 18 en 19. Volgens fig. 20b is de verticale druk op een willekeurige diepte y onder

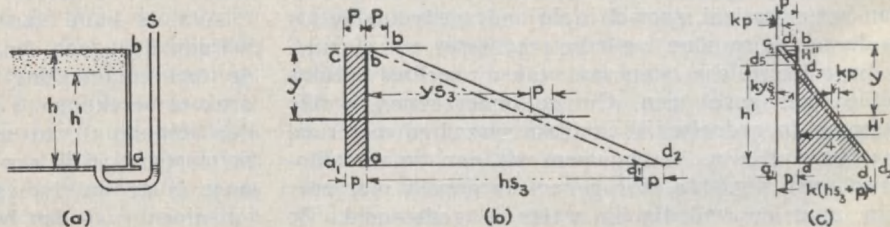


Fig. 20. De verticale druk is gelijk aan gezamenlijk gewicht van water en zand, vermeerderd met den capillairen druk.

het oppervlak gelijk aan de som van het gewicht van het zand-water-mengsel $y \cdot s_3$ en van den capillairen druk p . Boven punt d_3 , fig. 20c, zijn de resulterende horizontale drukken negatief, daaronder positief.

De gegevens van fig. 20c kunnen dienen voor de interpretatie van de uitkomsten van gronddrukproeven. Daarbij worden de volgende aannamen gedaan.

De horizontale en verticale componenten van den zijdelingschen druk worden gemeten, eerst voor de aanvulling in geheel ondergedompelden toestand en daarna voor het in fig. 20a voorgestelde geval. Bij stationnaire positie van den muur hebben zoowel drainage als verzadiging toename tengevolge van de hydrostatische drukratio van k tot $m \cdot k > k$ door de herrangschikking van de korrels tijdens den overgang van den eenen in den anderen toestand. Zooals we reeds in hoofdstuk I in No. 11 — 1934 van dit tijdschrift zagen heeft een dergelijke toename gedurende de rustperiode zelfs plaats in droog materiaal.

Bij de proef met gedraineerd materiaal ontstaat gewoonlijk een scheur tusschen den muur en het bovengedeelte van de achteraanvulling (boven d_3 , fig. 20c). Men meet daardoor slechts den positieven zijdelingschen druk.

Uitgaande van deze aannamen, kan nu de gemiddelde intensiteit p van den negatieven hydrostatischen druk (in de capillaire zône) en de coëfficiënt van muurwrijving $\text{tg } \delta$ voor gedraineerd materiaal worden bepaald.

De in het begin van dit hoofdstuk aangeduide notaties zijn in onderstaande berekeningen gevolgd, waaraan nog zijn toegevoegd: H_s = gemeten horizontale drukcomponente voor ondergedompeld materiaal en H_d = idem voor gedraineerd materiaal.

De waarde van de hydrostatische drukratio is gevonden uit de gegevens van de proef met ondergedompeld materiaal met behulp van de vergelijking $H = W_0 + k \cdot W_4$ of $k = (H_s - W_0)/W_4$.

Voor gedraineerden toestand is de gemeten druk overeenkomstig onze aanname en fig. 20c:

$$H_d = \frac{1}{2} \cdot h' \cdot m \cdot k \cdot h \cdot s_3 \cdot \frac{h'}{h} \cdot b = \frac{1}{2} \cdot h'^2 \cdot m \cdot k \cdot s_3 \cdot b \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$\text{en } h' = h \cdot \frac{m \cdot k \cdot (k \cdot s_3 + p) - p}{m \cdot k \cdot h \cdot s_3} = h \cdot \left(1 - \frac{p \cdot (1 - m \cdot k)}{m \cdot k \cdot h \cdot s_3} \right) \quad \dots\dots\dots (11)$$

Daar $\frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot s_3 \cdot b = W_{33}$ is:

$$H_d = m \cdot k \cdot W_{33} \cdot \left(1 - \frac{p \cdot (1 - m \cdot k)}{m \cdot k \cdot h \cdot s_3} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{en } p = \left(1 - \sqrt{\frac{H_d}{m \cdot k \cdot W_{33}}} \right) \cdot \frac{m \cdot k \cdot h \cdot s_3}{s - m \cdot k} \quad \dots\dots\dots (13)$$

De gemeten verticale componenten van den zijdelingschen druk zoowel van ondergedompeld als van gedraineerd materiaal is gelijk aan het product van den coëfficiënt van muurwrijving $\text{tg } \delta$ en van het gedeelte van den zijdelingschen druk, welke op den muur wordt overgebracht door de korrels.

Tusschen het gedraineerd materiaal en den muur bestaat boven punt d_3 , fig. 20c, geen contact, waardoor de verticale componenten gegeven wordt door: $V = \text{tg } \delta \cdot \text{opp. } (a_1 d_2 d_3 d_5) \cdot b$ (lengte van de achteraanvulling) = $\text{tg } \delta \cdot (H' + p \cdot h') \cdot b = \text{tg } \delta \cdot \left(\frac{1}{b} H_d + p \cdot h' \right) \cdot b$ of $\text{tg } \delta = \frac{V}{H_d + b \cdot p \cdot h'}$

Uit (10) en (12) vinden we:

$$h' = \sqrt{\frac{2 H_d}{m \cdot k \cdot s_3 \cdot b}} = h \cdot \sqrt{\frac{H_d}{m \cdot k \cdot W_{33}}}$$

$$\text{Dus } \text{tg } \delta = \frac{V}{H_d + b \cdot p \cdot h} \cdot \sqrt{\frac{H_d}{m \cdot k \cdot W_{33}}} \quad \dots\dots\dots (14)$$

Verwaarloost men het ontstaan van een scheur tusschen muur en aanvulling, dan wordt de gemeten druk $(H' - H'') \cdot b$ en wordt uit fig. 20c gevonden:

$$H_d = b \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot k \cdot h^2 \cdot s_3 + m \cdot k \cdot h \cdot p - h \cdot p \right) \\ \text{Waaruit } p = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot k \cdot h^2 \cdot s_3 - \frac{H_d}{b}}{h \cdot (1 - m \cdot k)} = \frac{m \cdot k \cdot W_{33} - H_d}{b \cdot h (1 - m \cdot k)} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{en } V = b \cdot \text{tg } \delta \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot k \cdot h^2 \cdot s_3 + h \cdot p \right) = b \cdot \text{tg } \delta \cdot \left(m \cdot k \cdot \frac{W_{33}}{b} + h \cdot p \right) \\ \text{of } \text{tg } \delta = \frac{V}{m \cdot k \cdot W_{33} + b \cdot h \cdot p} \quad \dots\dots\dots (16)$$

Conclusies.

1. Bij drainage van fijnkorrelig, verzadigd materiaal kan een geringe wegvloeiing een aanzienlijke zakking van het water in de standpijp ten gevolge hebben.

Deze verticale zakking is de stijghoogte, en het gedeelte van de aanvulling boven het standpijp-niveau is de capillaire zône.

2. In de capillaire zône is de hydrostatische druk in het water negatief. Deze druk wordt in stand gehouden door de oppervlaktespanning, die weer op de vaste stof van de aanvulling werkt als een bovenlast.

3. De invloed van de oppervlaktespanning (capillairkrachten) op het materiaal hangt af van het grooter of kleiner zijn van de hoogte van de capillaire zône dan de capillaire stijghoogte h_c in het droge materiaal.

4. Indien de stijghoogte aanzienlijk kleiner is dan h_c (volledige capillaire verzadiging) werkt de oppervlakte-spanning van het water uitsluitend in het bovenvlak van de aanvulling.

In dit geval kunnen de verticaaldrukken, die naar beneden worden overgebracht door de materiaal-korrels worden berekend onder aanname, dat het s.g. van de vaste stof door den vollen opwaartschen druk wordt verminderd, en dat de oppervlakte een bovenlast draagt gelijk aan de stijghoogte vermenigvuldigd met het s.g. van water.

5. Indien de stijghoogte veel grooter is dan h_c (gedeeltelijke capillaire verzadiging) werkt de oppervlaktespanning, verspreid door het grootste deel van

de capillaire zône, op de korrels en in die zône is de intensiteit p van de capillaire druk praktisch onafhankelijk van de diepte onder den bovenkant. In deze zône kan de door de korrels op willekeurige diepte overgebrachte verticale druk worden berekend onder aanname, dat het s.g. van het materiaal gelijk is aan het volle gezamenlijk gewicht van zand en water, en dat de oppervlakte een bovenlast draagt gelijk aan p . Beneden de capillaire zône heeft de verticale druk op de korrels precies dezelfde intensiteit alsof de capillaire zône in volledig capillair verzadigden toestand verkeerde (zie onder 4).

6. In elk geval veroorzaakt toename van de stijghoogte een belangrijke vermindering van den zijdelingschen druk en een benedenwaartsche verplaatsing van het drukcentrum.

7. De horizontale druk op een verticaal vlak is op willekeurige diepte gelijk aan de som van den vollen (pos. of neg.) druk, die op die diepte in de vloeistof heerscht en van het product van den door de korrels op die diepte overgebrachten verticalen druk met de hydrostatische drukratio.

8. Voor gedeeltelijk capillair verzadigd materiaal kunnen de elementen van den zijdelingschen druk en de intensiteit van de capillaire drukken worden berekend uit de vergelijkingen (13), (14), (15) en (16).

V. GRONDDRUK DOOR KEILEEM.

Na de gronddrukproeven met droog en verzadigd zand werden proeven genomen met een achteraanvulling, bestaande uit een verweerd gletscherdeposiet, zgn. „till” (keileem).

Het te onderzoeken materiaal.

Het te onderzoeken keileem was van gemengde korrelgrootte. Daar dit keileem door erosie van een grondmoraine en opvolgende afzetting was gevormd, verschilde het van het moraine materiaal uit dezelfde streek slechts door grootere „effective size”¹¹⁾ en een kleineren uniformiteitscoëfficiënt.

Een materiaalmonster van 60 cub. yd. werd ontgraven op het niveau + 580 ft. nabij de aslijn van de Fifteen Mile Falls-dam in de Connecticutrivier.

Fig. 21 geeft de voor dit materiaal typische korrel-samenstelling. De „effective size” was van de orde van 0,15 mm, de uniformiteitscoëfficiënt ongeveer 20, terwijl de kwelcoëfficiënt varieerde van 0,01 tot $0,1 \times 10^{-4}$ cm/sec. Als gevolg van het hoge s.g. van de korrels (2,8) en hun gemengd karakter was het gemiddeld gewicht van het verzadigde, gecompri-

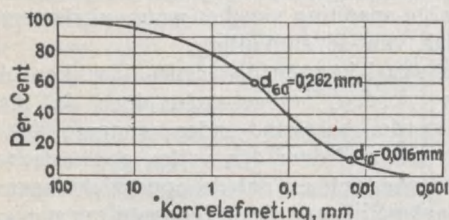


Fig. 21. Korrelgrootte van het door water afgezette keileem, afkomstig van den Fifteen Mile Falls-dam.

11) Zie onder 1) in No. 11 — 1934.

meerde materiaal (poriënvolume 28%) 143,5 lb. per cub. ft.

Inrichting van de proef.

Alvorens den proefbak te vullen, werd op den bodem en tegen den achterwand een filter van Plum Island zand aangebracht (fig. 22).

Later werd daartegen aangevoerd, dat de aanwezigheid van een laag vreemd materiaal de uitkomst van de proef zou kunnen beïnvloeden. Daarom is gedurende de proefneming het achterfilter met het aangrenzend gedeelte van de opvulling weggegraven en vervangen door keileem.

Deze wijziging had geen invloed op de uitkomst; ook de aflezing van den drukaanwijzer op den muur toonde geen grotere variatie dan de normale.

Het keileem werd in lagen van 6 inch dikte opgebracht en met betonstampers gecompriëerd. In den oorspronkelijken staat had het benedendeel een vochtgehalte van 8% en het bovendeel van 11% (v.h. drooggewicht); na de eerste onderdompeling zakte het vochtgehalte echter niet meer beneden 12,6%, hetgeen er op wijst, dat zelfs na drainage het materiaal praktisch verzadigd bleef; het s.g. bedroeg 142,9 lb. per cub. ft.

De proef duurde van 22 Juni tot 3 Augustus 1929, alzoo 42 dagen. Men liet daarbij den muur toenemend uitwijken uit zijn oorspronkelijken stand door kanteling om een horizontale as in het aanrakingsvlak van muur en aanvulling (fig. 22). De volgende stadia kunnen bij de proefneming worden onderscheiden:

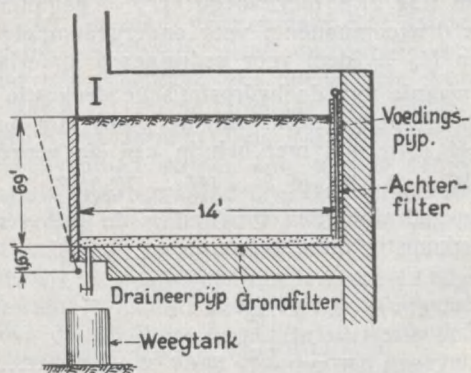


Fig. 22. Proefbak voor keileem v.d. Fifteen Mile Falls-dam.

a. Na vulling van den bak, liet men de lijn van verzadiging (standpijpniveau) stijgen tot aan de oppervlakte; de muur bleef in den oorspronkelijken stand.

b. Bij oorspronkelijken stand van den muur werd het materiaal gedraineerd.

c. De muur kreeg een uitwijking over gemiddeld 0,15 mm, terwijl het materiaal gedraineerd was.

d. Hernieuwde onderdompeling en drainage.

e. Een gemiddelde muuruitwijking van 0,45 mm werd bij gedraineerd materiaal tot stand gebracht.

f. Onderdompeling van de aanvulling.

g. Men liet den muur uitwijken tot 0,85 mm, terwijl de aanvulling ondergedompeld bleef. Daarna had wederom drainage plaats.

h. Voor het gedraineerd materiaal werd achter-eenvolgens een muuruitwijking tot stand gebracht over 1,3 mm en

i. over 4,2 mm.

j. Het niveau van verzadiging (standpijpniveau) werd met tusschenruimten van twee dagen 4 maal verhoogd en verlaagd over de geheele hoogte van de aanvulling bij stationnair stand van den muur; daarbij werd de verandering van den gronddruk met den tijd waargenomen.

Gedurende de proef werd de vormverandering van het toestel regelmatig gecontroleerd, evenals de kamertemperatuur en de verdampingsgraad; geen van deze factoren bleek van vermeldenswaardigen invloed op het drukverschijnsel te zijn.

Uitkomsten der proeven.

De uitkomsten der proeven zijn graphisch weergegeven in de figuren 23 en 24. Met het oog op het vermelde in hoofdstuk III kon een scherpe scheiding gemaakt worden tusschen den druk van het water en dien van het vaste gedeelte van de fijnkorrelige achteraanvulling, zooals ook geschiedde bij de bespreking in hoofdstuk II van de uitkomsten der proeven met grof zand. Daar drainage slechts een geringe verandering van de hoeveelheid water, welke het materiaal bevatte, tengevolge had, konden typische capillaire verschijnselen worden verwacht.

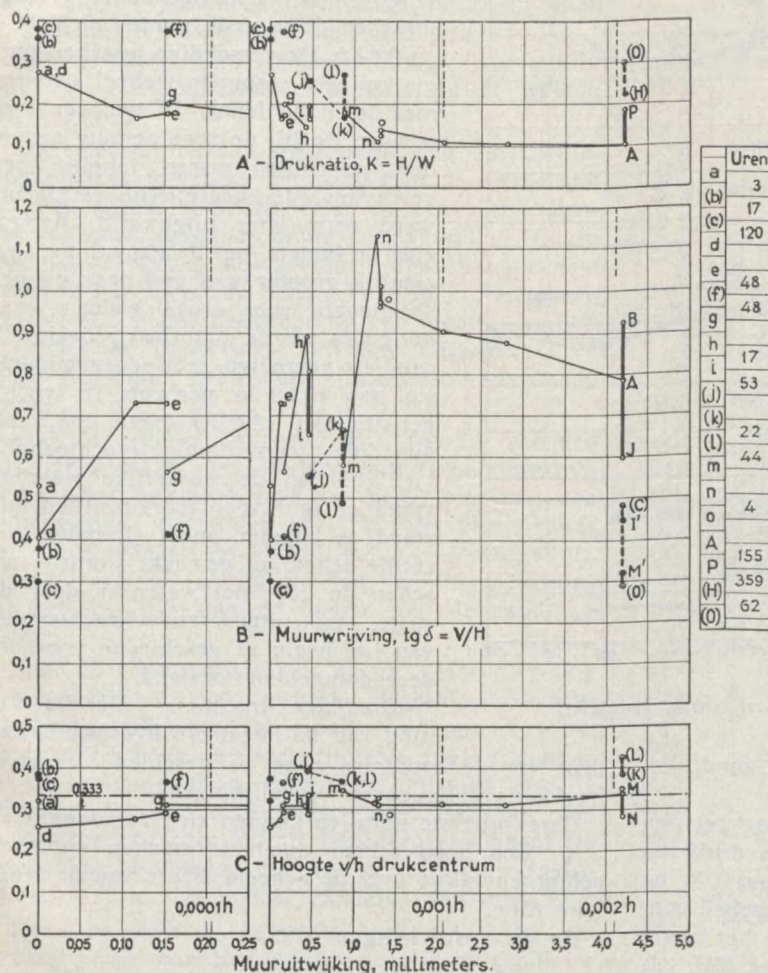


Fig. 23. Betrekking tusschen muuruitwijking en hydrostatische drukratio, coëfficiënt van muurwrijving en drukcentrum.

Een korte beschrijving van den invloed van de capillairkrachten op den zijdelingschen druk volgde in hoofdstuk IV. Echter werden teneinde dezen invloed duidelijk aan te toonen, de waarnemingen voor gedraineerd materiaal geteekend, alsof die capillairkracht niet bestond.

Hierdoor was de wijze van berekening van de hydrostatische drukratio k , van den muurwrijvingscoëfficiënt $\text{tg } \delta$ en van de hoogte c van het drukcentrum geheel dezelfde als voor ondergedompeld grof zand, welke in hoofdstuk II werd beschreven.

De diagrammen A tot C in fig. 23 geven de verhouding aan tusschen den gemiddelden afstand van muuruitwijking (abscissen) en de hydrostatische drukratio k (fig. 23 A), de coëfficiënt voor de wrijving op den muur $\text{tg } \delta$ (fig. 23 B), en de hoogte c van het aangrijpingspunt van den resulterenden gronddruk (fig. 23 C). In deze diagrammen hebben de gestippelde lijnen en de tusschen haakjes geplaatste letters betrekking op het materiaal in ondergedompelden toestand. De overgang van gedraineerden in verzadigten toestand is aangegeven door de gapingen tusschen de verticale getrokken en gestippelde lijnen. De tijdsintervallen tusschen de opvolgende stadia der proefneming zijn in den tabel ter rechterzijde, gegeven.

De laatste phase van de proeven, in fig. 23 met hoofdletters aangeduid, bestond uit herhaalde onderdompeling en drainage bij stationnair stand van den muur. De ordinaten van de eindpunten der verticale lijnen in fig. 23, die hierop betrekking hebben, geven de uiterste waargenomen waarden. De getrokken verticale lijnen geven voor gedraineerden, de gestippelde lijnen voor ondergedompelden toestand de spreiding dier waarden aan.

Analyse van de uitkomsten der proef.

Fig. 24 geeft op een tijdschaal de in fig. 23 met hoofdletters aangeduide proeven. In het bovenste diagram van fig. 24 geven de abscissen den tijd aan, welke verlopen is, nadat de muur een gemiddelde uitwijking van 4,2 mm had bereikt, en de ordinaten het waterniveau in de standpijpen. De ordinaten in de diagrammen A, B en C in fig. 24 geven resp. de hydrostatische drukratio, de coëfficiënt van muurwrijving en de hoogte van het drukcentrum. Tenslotte is in het onderste diagram de verticale beweging aangegeven van een oppervlaktepunt, 4,5 ft. achter den muur gelegen. De gegevens van dit diagram zijn eveneens geteekend alsof geen negatieve hydrostatische drukken bestonden in de gedraineerde achteraanvulling.

Bij vergelijking van de in fig. 23 gegeven uitkomsten met die beschre-

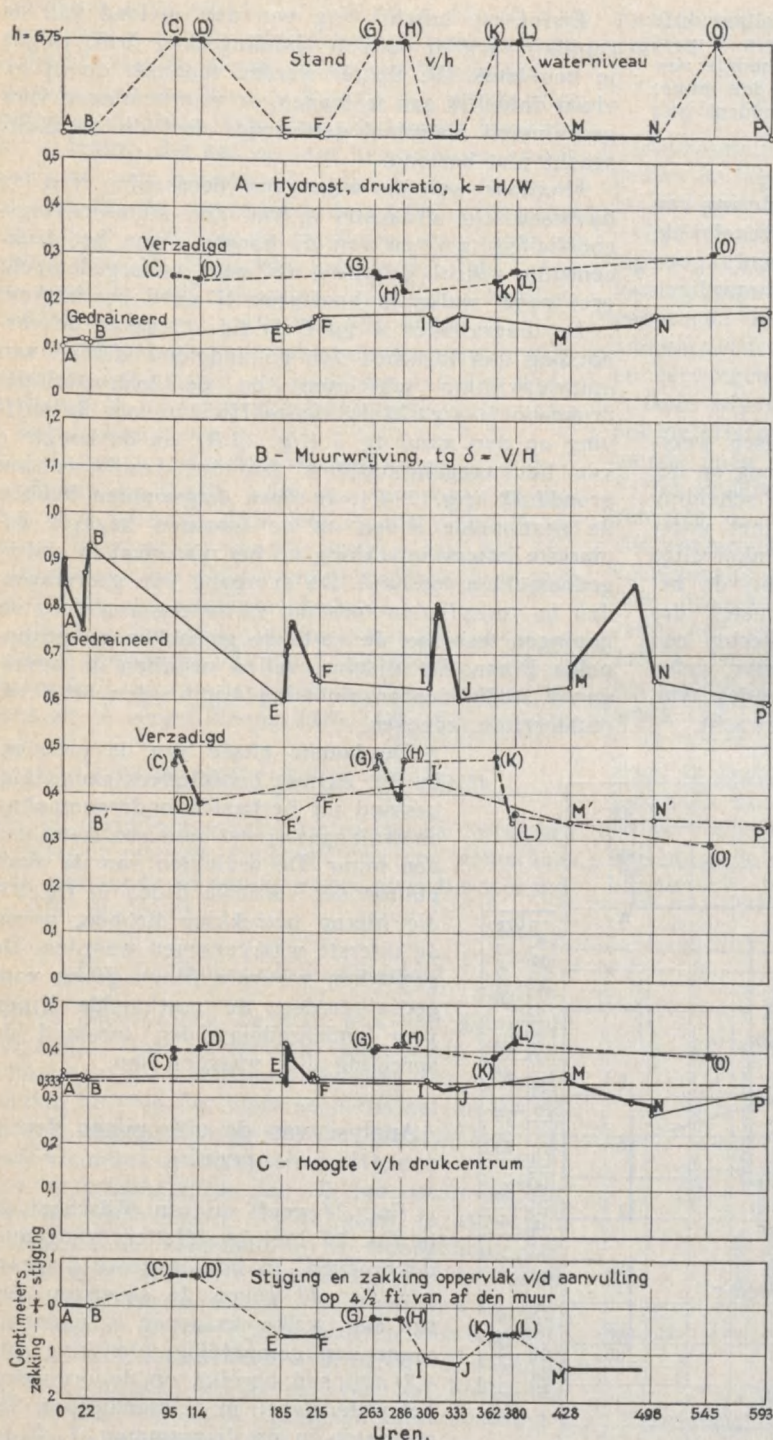


Fig. 24. Proeven uit fig. 23 op een tijdschaal geteekend.

ven in hoofdstuk II voor ondergedompeld zand, vallen de volgende verschillen op.

Voor gecompriëerd droog zand bedroeg bij den aanvang van de proef de hydrostatische drukratio 0,58; de coëfficiënt voor de muurwrijving 0,08 en de hoogte van het drukcentrum 0,4 h . In schril contrast hiermede werd voor de keileem bij het begin van de proef en vóór de eerste verzadiging (fig. 23) gevonden een hydrostatische drukratio van 0,28, een wrijvingscoëfficiënt van 0,53 en een drukcentrum, even beneden een derde, op 0,32 h .

Een ander sprekend verschil bestond ten aanzien van het effect, dat onderdamping van het gedraineerd materiaal had. Bij de proeven met zand werd, nadat de muur over 4,2 mm = 0,002 h was uitgeweken, water toegevoegd, waardoor de drukratio van 0,160 tot 0,163 toenam (toename van 2%), de muurwrijving met 9% verminderde van 0,476 tot 0,435 en het drukcentrum steeg van 0,392 h tot 0,436 h . Het effect van de onderdamping op den spanningstoestand was in dit geval dus slechts gering. Het was daarom verrassend, dat verzadiging van de keileem, nadat de muur over denzelfden afstand was uitgeweken, zulke groote veranderingen tengevolge had (fig. 24, punten B-C), en wel: k nam toe van 0,11 tot 0,252 (toename van 129%), $\text{tg } \delta$ verminderde met 50% van 0,927 tot 0,463 en het drukcentrum steeg van 0,337 h tot 0,385 h . Bij denzelfden stand van den muur had herhaalde drainage en onderdamping verschuiving van het drukcentrum tengevolge tusschen de uiterste punten op 0,26 h en 0,42 h . De verschillen tusschen zand en keileem stemmen geheel overeen met de in hoofdstuk IV gegeven conclusies. De bij de proefneming gevonden verschillen waren feitelijk een verrassing, de theoretische verklaring werd eerst later uitgewerkt. Aangezien de hoogte van de aanvulling aanzienlijk grooter was dan de capillaire stijghoogte voor droge keileem, was het gedraineerde materiaal gedeeltelijk capillair verzadigd, met een gemiddeld s.g. van 142,9 lb. per cub. ft. (vochtgehalte van 12,6%) tegen 143,5 bij volledige verzadiging (vochtgehalte 13,9%). Om de werkelijke waarden van k en $\text{tg } \delta$ voor gedraineerden toestand te vinden, moet derhalve dezelfde scheiding gemaakt worden tusschen de door het water en door de vaste stof uitgeoefende krachten als van het begin af geschiedde voor ondergedompelden toestand.

Capillaire krachten.—De berekening van de negatieve hydrostatischen druk (in de capillaire zône) is geschied uit de in hoofdstuk IV gegeven vergelijkingen.

Twee uiterste gevallen kunnen zich voordoen, n.l.:

1 Een open scheur ontstaat tusschen muur en achteraanvulling over de geheele diepte van de capillaire zône.

In dit geval krijgen wij:

Druk in capillaire zône:

$$p = \left(1 - \sqrt{\frac{H_d}{m \cdot k \cdot W_3}}\right) \cdot \frac{m \cdot k \cdot h \cdot s_3}{1 - m \cdot k} \quad (17)$$

Hoogte van de capillaire zône :

$$h - h' = h \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{H_d}{m \cdot k \cdot W_3}} \right) \dots (18)$$

Coëfficiënt van muurwrijving :

$$\text{tg } \delta = \frac{V}{H_d + b \cdot p \cdot h'} \dots (19)$$

2 De aanvulling kleeft over de volle hoogte aan den muur, zoodat geen spanningsscheuren ontstaan in de achteraanvulling :

$$p = \frac{m \cdot k \cdot W_3 - H_d}{b \cdot h \cdot (1 - m \cdot k)} \dots (20)$$

$$h - h' = \frac{p \cdot (1 - m \cdot k)}{m \cdot k \cdot s_3} \dots (21)$$

$$\text{tg } \delta = \frac{V}{m \cdot k \cdot W_3 + b \cdot h \cdot p} \dots (22)$$

De coëfficiënt m in deze formules drukt de toename uit van de drukratio k van het vaste stofge-deelte als gevolg van het tijdeffect en de herrang-schikking der korrels, welke veroorzaakt wordt door onderdompeling en drainage bij stationnair stand van den muur. Daar toevoeging of wegvloeiing van water slechts geschiedde na lange tusschenpoozen bij stationnair muurstand, kan ruim geschat $m = 1$ worden genomen. Deze aanname brengt de mogelijk-heid van een fout van 15 of 20% in de waarde van k mede.

Een andere bron van onzekerheid vormt het wille-keurig karakter van de aanname voor de diepte van de open scheur tusschen muur en aanvulling. Zoo-wel scheuren tusschen muur en aanvulling als in deze laatste werden waargenomen, maar het was niet mogelijk hun diepte te meten, behalve in één geval, waarbij een spanningsscheur tot een diepte van 1,84 ft. onder de oppervlakte ontstond ongeveer 3 ft. achter den muur, nadat deze zijn uitersten stand had bereikt.

Voor den eersten overgang (*B C fig. 24*) van den gedraineerden in den ondergedompelden toestand, welke werd bewerkstelligd bij dien stand van den muur werden uit vergel. (17) tot (19) de volgende waarden gevonden $p = 125,5$ lb., $h - h' = 2,60$ ft. en $\text{tg } \delta = 0,368$. De diepte van de scheur bedroeg dus slechts 70% van de hoogte van de capillaire zône.

Daar de scheuren zich bij iedere onderdompeling sloten, was hun diepte geenszins dezelfde in de ver-schillende stadia van de proef. Niettemin was het noodzakelijk voor de berekeningen aan te nemen, dat de open scheur in ieder geval ontstond over de volle hoogte van de capillaire zône. Daardoor zijn de gezochte waarden slechts benaderd gevonden. De berekening geschiedde met behulp van de vergelij-kingen (17) tot (19) onder aanname van $m = 1$.

Tabel II geeft de gevonden uitkomsten. De ab-normaal hoge waarden van den druk in de capillaire zône p voor de stadia e en g (cijfers tusschen haakjes) schijnen er op te wijzen, dat in die stadia bijna geen scheiding tusschen muur en aanvulling ontstond.

Tabel II. Druk in capillaire zône voor keileemaanvulling.

Toestand		p , lb./ft. ²	Toestand		p , lb./ft. ²
a d e g i m	van Fig. 23	78	B	van Fig. 24	126
		93	E		70
		(185)	F		66
		(160)	I		46
		45	J		43
		64	M		95
			N		98
			P		88

Als gemiddelde van de overige cijfers wordt $p = 76$ lb. per sq. ft. gevonden, met een grootste variatie van ongeveer 50%. De totale negatieve druk W_s op den achterkant van den muur bij gedraineerden toestand is derhalve $p \cdot b \cdot h = 7\,300$ lb., terwijl de positieve waterdruk bij onderdompeling $W_0 = 20\,700$ lb.

Derhalve is $W_s = 0,35 W_0$, tegen $W_s = W_0$ bij volledige capillaire verzadiging.

Door invoering van de waarden van p uit tabel II in vergelijking (19) kan $\text{tg } \delta$ worden berekend voor de in de tabel gegeven drainage-stadia, aangezien de andere termen der vergelijking uit directe meting bekend zijn. Tabel III geeft de uitkomsten van deze

Tabel III. Uitkomst der proeven met keileemaanvulling.

Uitwijking van den muur uit orig. stand	Toestand van aanvulling	Hydrostat. drukcoëff. k	Coëff. van muur-wrijving bij onderdompeling $\text{tg } \delta$	Hoek van inw. wrij-ving bij onderdompeling ϕ	Coëff. van muur-wrijving bij drainage (gecorr. $\text{tg } \delta$)	Onderbrekingen (uren)
0	a, Fig. 23	0	0	0	0,07	{ 17
0	(b) Fig. 23	0,351	0,38	23° 0'	0	
0	(c) Fig. 23	0,381	0,30	22° 20'	0	
0	d, Fig. 23	0	0	0	0,26	
0,15	e, Fig. 23	0	0	0	0,30	{ 22
0,15	(f) Fig. 23	0,376	0,41	21° 20'	0	
0,15	g, Fig. 23	0	0	0	0,26	
0,45	i, Fig. 23	0	0	0	0,47	
0,45	(j) Fig. 23	0,258	0,55	30° 10'	0	{ 21
0,85	(k) Fig. 23	0,171	0,67	39° 40'	0	
0,85	(l) Fig. 23	0,273	0,49	29° 20'	0	
0,85	m, Fig. 23	0	0	0	0,37	
4,20	A, Fig. 24	0	0	0	0	{ 20
4,20	B, Fig. 24	0	0	0	0,37	
4,20	(C) Fig. 24	0,252	0,46	31° 40'	0	
4,20	(D) Fig. 24	0,247	0,38	33° 00'	0	
4,20	C, Fig. 24	0	0	0	0,35	{ 24
4,20	F, Fig. 24	0	0	0	0,39	
4,20	(G) Fig. 24	0,262	0,46	30° 50'	0	
4,20	(H) Fig. 24	0,222	0,47	34° 50'	0	
4,20	I, Fig. 24	0	0	0	0,43	{ 28
4,20	J, Fig. 24	0	0	0	0,44	
4,20	(K) Fig. 24	0,245	0,48	32° 20'	0	
4,20	(L) Fig. 24	0,271	0,35	31° 00'	0	
4,20	M, Fig. 24	0	0	0	0,32	{ 72
4,20	N, Fig. 24	0	0	0	0,35	
4,20	(O) Fig. 24	0,302	0,29	28° 50'	0	
4,20	P, Fig. 24	0	0	0	0,34	

Noot: De tusschen () geplaatste letters betreffen ondergedompeld materiaal. De onderbrekingen geven den tijd, gedurende welken het materiaal in gedraineerden of verzadigden toestand bleef bij stationnair muurstand.

berekening; daarin zijn aangegeven de gemiddelde uitwijking van den muur uit zijn oorspronkelijken stand, de duur der onderbrekingen, de waarden van k en $\tan \delta$ voor ondergedompelden toestand (letters tusschen haakjes), de overeenkomstige waarden van den hoek van inwendige wrijving ϕ , berekend met behulp van Coulomb's formule (zie hoofdstuk I) alsmede de gecorrigeerde waarden van $\tan \delta$ voor gedraineerd materiaal, berekend uit vergelijking (19). Uit de tabel blijkt, dat de correctie de schijnbare tegenspraak elimineert tusschen de waarden van $\tan \delta$ voor ondergedompeld en voor gedraineerd materiaal.

Om dit feit duidelijk te maken, zijn de gecorrigeerde waarden van $\tan \delta$ in diagram B van fig. 24 geteekend, en zijn de aldus gevonden punten B', E' enz. verbonden door een punt-streeplijn. Blijken de figuur varieert de waarde van $\tan \delta$ voor ondergedompelden toestand over het gedeelte A P tusschen de grenzen 0,29 en 0,48, de ongecorrigeerde waarden voor gedraineerden toestand tusschen de grenzen 0,59 en 0,93, en de gecorrigeerde idem tusschen 0,32 en 0,44. In diagram B van fig. 23 is de mate van de spreiding der gecorrigeerde waarden van $\tan \delta$ voor het laatste gedeelte van de proef (A P in fig. 24) aangegeven door den verticalen afstand tusschen de

punten M' en I'.

Deze spreiding valt geheel binnen die van de waarde van $\tan \delta$ voor ondergedompeld materiaal. De hooge waarden van $\tan \delta$ voor gedraineerden toestand zijn dus volkomen schijnbaar, en werden veroorzaakt door de aanvankelijke verwaarloozing van de capillair-krachten.

Om dezelfde reden houdt de lage ligging van het centrum van zijdelingschen druk voor gedraineerden toestand (diagrammen C in fig. 23 en 24) geen verband met de hoogte van het aangrijpingspunt van den door de vaste stof uitgeoefenden druk, daar zij een gevolg is van twee verschillende factoren. Er is geen reden om aan te nemen dat het drukcentrum van de vaste stof lager zou zijn voor gedraineerden dan voor ondergedompelden toestand. De laatste gaf waarden nabij 0,4 h. Dezelfde waarde werd gevonden voor de hoogte van het drukcentrum bij een kantelenden muur met achteraanvulling van droog zand, voordat de eerste afschuiving optrad (proef I, hoofdstuk I).

Er zij op gewezen, dat toestand a in tabel II betreft een aanvulling vóór de eerste verzadiging.

Daarbij varieerde het vochtgehalte tusschen 9 en 11%, tegen 13,9% bij verzadigen en 12,6% bij gedraineerden toestand. Niet-

temin trad, doordat de aanvulling aangebracht en gecompriëerd werd in vochtigen toestand, een negatieve hydrostatische druk op van dezelfde intensiteit als de druk bij gedraineerden toestand in de verdere stadia van de proefneming.

Invloed van herhaalde drainage en onderdompeling op den hoek van inwendige wrijving. — De waarden van ϕ in tabel III wijzen er op, dat een buitenwaartsche beweging van den muur slechts van geringen invloed is op den inwendigen wrijvingshoek, hetgeen in tegenstelling is met de waarnemingen bij de proeven met een aanvulling van zand. In een bepaald geval (aan het einde van de beweging j — k fig. 23) steeg de waarde van ϕ tijdelijk tot $39^\circ 40'$, maar daalde gedurende de volgende 20 uur tot $29^\circ 20'$. Vermoed werd, dat het schijnbaar abnormaal gedrag van het keileem te wijten is aan een goede herrangschikking van de korrels en andere structurele veranderingen, welke door de herhaalde drainage en verzadiging wer-

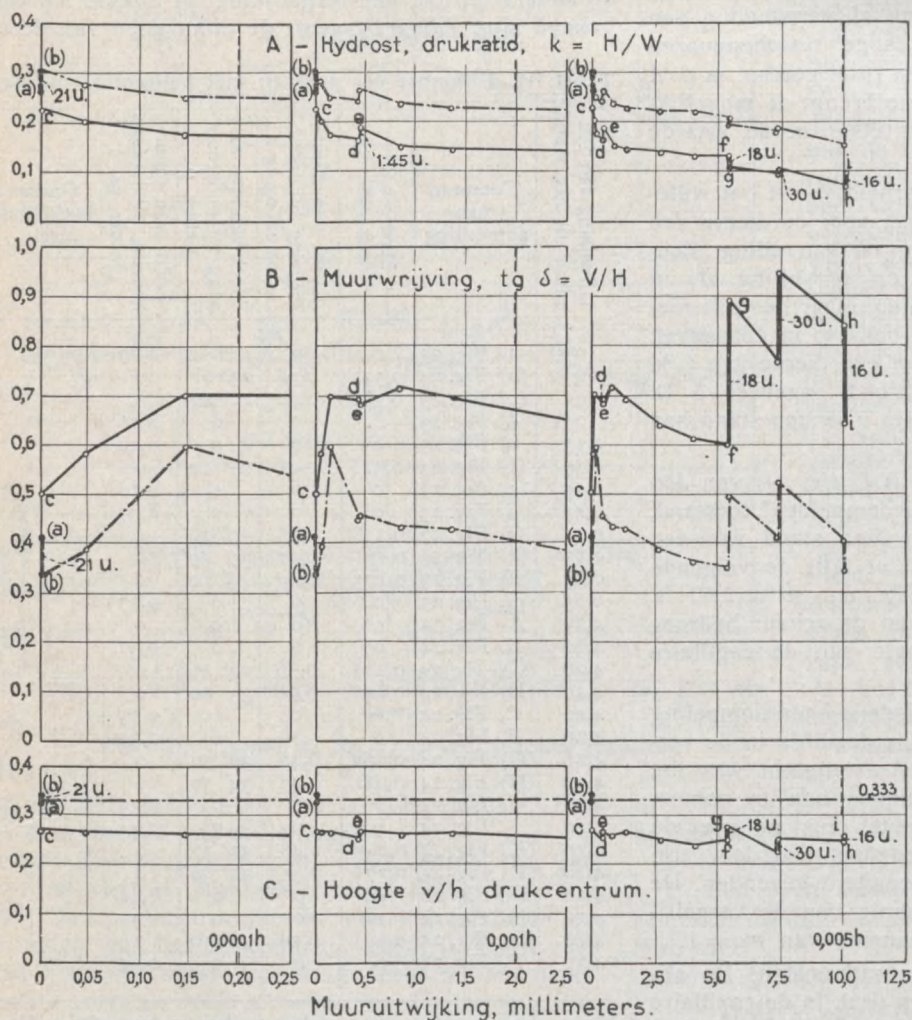


Fig. 25. Uitkomsten van de proeven met keileem in gedraineerden toestand toonen een groote inwendige wrijving aan als gevolg v.d. muuruitwijking.

den veroorzaakt. Iedere herrangschikking vermindert de spanningen, waardoor deze hun maximum waarde niet bereiken.

Teneinde te onderzoeken of deze verklaring juist is werd de proef herhaald met de volgende wijziging.

Bij de vulling in 6 inch dikke lagen van den bak werd er zorg voor gedragen, dat het water in de standpijp ongeveer 1 ft. beneden de oppervlakte bleef; onmiddellijk nadat de bak geheel gevuld was liet men het water echter tot aan de oppervlakte stijgen. Na twee dagen volgde drainage en bleef het materiaal tot aan het einde van de proef in een toestand van gedeeltelijke capillaire verzadiging. De uitwijking van den muur werd op dezelfde wijze als bij de vorige proef door kanteling om een horizontale as tot stand gebracht tot een gemiddelden afstand van 10 mm of 0,005 *h*. De diagrammen *A* en *C* van fig. 25, welke identiek zijn aan die van fig. 23, doordat de negatieve druk in de capillaire zone eveneens werd verwaarloosd, geven de uitkomsten der proef weer. Bij een gemiddelden afstand van den muur van 2,7 mm uit den oorspronkelijken stand, ontstond ongeveer 2,2 ft. achter den muur een scheur, welke vanaf den muur onder een hoek van ca. 70° met het horizontale vlak verliep en reikte tot een diepte van ca. 0,8 ft.

Om de werkelijke waarden van de drukratio en muurwrijving uit fig. 25 te vinden, moet de correctie voor de capillair-krachten (negatieve hydrostatische druk) op den muur worden aangebracht.

Indien in de vergelijking voor den capillairen druk (vgl. (17)) de waarden $H_d = 9\,890$ lb., $W_3 = 42\,900$ lb., $k = 0,304$, $s_3 = 142,9$ lb. per cub. ft., $h = 6,55$ ft. en $m = 1$, welke behooren bij den toestand in het begin van de proef vóór de drainage, worden ingevuld, krijgen wij als waarde van den negatieven hydrostatischen druk $p = 54$ lb. per sq. ft.

Vergelijking (20), welke betrekking heeft op het geval, dat muur en aanvulling onderling in aanraking blijven, geeft echter $p = 51$ lb. per sq. ft. Voor de berekening is de grootste waarde aangehouden; deze is iets kleiner dan de gemiddelde waarde, welke bij de vorige proef voor p gevonden werd. Rekening houdend met de spreiding van de waarden uit tabel II, stelt $p = 54$ lb. slechts een benadering voor, welke niettemin kan dienen voor een ruwe schatting van de waarden van k en $tg\ \delta$ uit de proef van fig. 25.

Bij toepassing van vergelijking (17) met een waarde $m = 1$ voor de oplossing van k , krijgen wij bij invulling van $W_3 = 42\,900$ lb., $h = 6,55$ ft., $s_3 = 142,9$ lb. per cub. ft. en $p = 54$ lb. per sq. ft., almede van de gemeten waarden van den horizontalen druk de in fig. 25 *A* door een streep-puntlijn aangegeven uitkomsten. Toename van de waarde van p van 54 tot 76 lb. per sq. ft. (gemiddelde uit de vorige proef) doet de berekende waarden van k slechts met 0,026 toenemen, zoodat een aanzienlijke fout bij de schatting van de waarde van p slechts van geringen invloed op de uitkomsten der berekening blijkt te zijn.

Tabel IV geeft de gecorrigeerde waarden van k , $tg\ \delta$ en ϕ voor de proef van fig. 25. Uit deze tabel blijkt, dat de waarde van ϕ toeneemt met de uitwijking van den muur en tenslotte een waarde be-

Tabel IV. Invloed van muuruitwijking op keileemaanvulling.

Uitwijking van den muur uit orig. stand	Toestand van aanvulling.	Hydrostat. drukcoëff. k	Coëff. voor muurwrijving $tg\ \delta$	Inw. wrijvingshoek ϕ	Onderbrekingen uren
0	c	0,304	0,33	28° 0'	
0-42	d	0,247	0,44	32° 30'	} 2
0-44	e	0,267	0,46	30° 10'	
5-39	f	0,209	0,36	37° 20'	} 19
5-40	g	0,194	0,50	38° 0'	
10-20	h	0,157	0,41	43° 30'	} 16
10-20	i	0,182	0,35	40° 40'	

reikt van niet minder dan 43° 30'. Wordt het materiaal tijdens de proef gedraineerd gehouden, dan wekt de buitenwaartsche beweging van den muur dus een inwendigen wrijvingsweerstand op, op dezelfde wijze als bij een aanvulling van droog zand.

Het is buiten twijfel, dat dezelfde uitkomst zou zijn verkregen, indien het materiaal gedurende de proef in verzadigten toestand zou zijn gehouden.

Zakking t.g.v. herhaalde drainage en verzadiging. Bij iederen overgang van den verzadigten in den gedraineerden toestand nam de door de korrels overgebrachte verticale druk aanzienlijk toe, als gevolg van de eliminatie van den opwaartschen druk en van de door de oppervlakte-spanning van het water veroorzaakte extra belasting. Deze druktoename moet samendrukking van de aanvulling en dus zakking van de oppervlakte tengevolge hebben.

Anderzijds zal de onderdompeling van gedraineerd materiaal zwelling veroorzaken door elastische expansie. Deze conclusies worden bevestigd door het diagram, fig. 24e, dat de opwaartsche en benedenwaartsche beweging van het oppervlak aangeeft bij stationnair stand van den muur op een gemiddelden afstand van 4,2 mm uit de oorspronkelijke positie. Volgens dit diagram is de rijzing van het bovenvlak door de onderdompeling steeds een weinig kleiner dan de zakking door de voorgaande drainage, hetgeen er op wijst, dat iedere drainage een geringe, blijvende verdichting van het materiaal veroorzaakte.

Bij het begin van de proef, toen de muur nog in de oorspronkelijke positie stond, had een onderdompeling-drainage cyclus een praktisch blijvende zakking van het bovenvlak tengevolge van 0,5 inch. De totale permanente zakking vóór toestand *A*, fig. 24, bedroeg ongeveer 0,9 inch.

Bij iedere herhaling van het drainage-proces is het verschil tusschen de rijzing en de zakking echter kleiner, zoodat wellicht na meerdere keeren (bij stationnair muurstand) de rijzing gelijk zal worden aan de voorgaande zakking.

Bij vergelijking van de zakking van de keileem in de eerste periode met die van zand (zie onder II), krijgt men

	Rijzing en zakking v.h. bovenvlak	
	Keileem (Proef fig. 23)	Zand (zie onder II)
Eerste verzadiging	— 0,5 inch.	+ 0,03 inch.
„ drainage	— 0,25 „	— 0,02 „

Ofschoon dus het aanvankelijk poriënvolume van de klei 28% was tegen 40% van het zand, was de invloed van de watercirculatie op het keileem toch belangrijk grooter dan op het zand.

Verder bewijs voor de mindere stabiliteit van de keileemstructuur is *fig. 24*, welke de variaties van drukratio, muurwrijving en hoogte van drukcentrum toont voor een muuruitwijking uit den oorspronkelijken stand van gemiddeld 4,2 mm. Elk der opvolgende trappen *A B, C D*, etc. stelt een onderbreking voor tijdens welke de uitwendige factoren ongewijzigd bleven; niettemin bleef gedurende de onderbrekingen geen der in de diagrammen aangegeven waarden constant, hetgeen wijst op kleinere korrelbewegingen in het materiaal.

Als gevolg van de herhaalde drainage en verzadiging van de achteraanvulling, vóór toestand *A*, *fig. 24*, zijn deze veranderingen min of meer ongeregelde afwijkingen van de gemiddelde waarden, welke geen permanent karakter hebben. Toch zijn deze gemiddelde waarden zeer veel kleiner dan de mogelijke maxima.

In *tabel III* zijn de gemiddelde waarden van $\delta = 0,39$, $\delta = 21^\circ 20'$ en $\phi = 31^\circ 50'$, terwijl *tabel IV* de volgende maximum waarden geeft: $\delta = 0,50$, $\delta = 27^\circ$ en $\phi = 43^\circ 30'$.

Daar wrijvingsproeven ons slechts inzicht geven in de maximum waarden van δ en ϕ , is het duidelijk dat bij fijnkorrelige achtervullingen rekening moet worden gehouden met den invloed van de latere structurele verandering op den wrijvingscoëfficiënt.

De eerste drainage bij de proef van *fig. 23* had een zakking van 0,25 inch tengevolge tegen 0,14 inch bij de proef van *fig. 5* in No. 11 — 1934 van dit tijdschrift.

Het nat inbrengen van het materiaal (proef *fig. 25*) leverde dus een stabielere rangschikking van de korrels op dan bij de droge verwerking van *fig. 23* werd verkregen.

Uit deze onderzoeken kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Bij drainage treedt in het achterblijvend water een negatieve hydrostatische druk op. Deze druk tracht den muur achteruit te trekken met een kracht, varieerende van 50 tot 120 lb. per sq. ft. Een overeenkomstige negatieve druk (zuiging) trad op bij het aanbrengen en samendrukking van de achteraanvulling in 6 inch dikke lagen.

2. Bij drainage bestaat de neiging tot het ontstaan van een open scheur tusschen het bovenste gedeelte van de aanvulling en den muur. In dit geval wordt de zijdelingsche druk van het bovenste gedeelte van de aanvulling opgenomen door de oppervlakte-spanning van het water, terwijl slechts op het benedenste gedeelte van den muur druk wordt uitgeoefend.

3. Zoowel voor ondergedompelden als voor gedraineerden toestand moeten de door het water en de vaste stof uitgeoefende drukken afzonderlijk worden beschouwd.

4. Herhaalde drainage en verzadiging heft gedeeltelijk de spanningen op, welke door de buitenwaartsche beweging van den muur in de aanvulling ontstaan en vermeerderd bijgevolg den zijdelingschen druk door de vaste stof.

Voor den uiteindelijke evenwichtstoestand, waar toe dit proces bij stationnairen muurstand leidt, werden de coëfficiënten van muurwrijving en inwendige wrijving benaderend gelijk gevonden aan twee derde van de maximum waarde, welke kan worden bereikt.

5. Keileem, dat in verzadigden toestand is op het tijdstip van de plaatsing, schijnt van meer stabiele structuur te zijn dan keileem, dat in vochtigen toestand geplaatst en gecompriëerd wordt.

In *Engineering News Record* van 17 Mei 1934 beschrijft Prof. K. v. Terzaghi de toepassing van de uitkomsten van de boven beschreven proeven bij het ontwerp van den 900 ft. langen en 170 ft. hoogen Fifeen Mile Falls-dam. Wellicht zal gelegenheid bestaan daarover iets mede te deelen in een volgend nummer van dit tijdschrift.

H.

