

DE INGENIEUR 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:

jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. Ch. F. van Haften,
P. J. Graaff.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh;
Leden: ir. E. E. Hens,
dr. ir. Tan Sin Hok.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Hoogeschoolweg 3, Bandoeng.

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.

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

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Poging tot verklaring van het vulkanisme en de geologie van den westelijken Pacific, door prof. ir. P. P. Bijlaard. — Iets over de integralen van Euler, door ir. O. Stevens. — *Berichten van allerlei aard*: Normalisatie. Stichting voor Materiaalonderzoek. — *Boekbespreking*. — *Personalia*. — *Kon. Instituut van Ingenieurs*: Verslag 1935 van het bureau voor plaatsing van werkloze ingenieurs. — Verslag excursie naar Goodyear-fabriek. — Bestuursmededeelingen.

Poging tot verklaring van het vulkanisme en de geologie van den westelijken Pacific

door

prof. ir. P. P. BIJLAARD.

Inleiding.

In een vorige publicatie ¹⁾ gaf ik een verklaring voor het ontstaan der strooken met negatieve zwaartekrachtsanomalieën in den Oost-Indischen Archipel, gebaseerd op een vroeger door mij ontwikkelde theorie voor vloeistalen platen, die ik de theorie der plaatselijke plastische vervormingen zou willen noemen. Hierbij werd echter nog niet verklaard, waarom evenwijdig aan de strooken van negatieve anomalieën vulkanische strooken voorkomen. Een vulkanische strook begint in *Atjeh*, loopt verder over *Sumatra*, *Java*, *Bali*, *Lombok*, *Soembawa* en *Flores* en eindigt in de zes vulkanische eilanden *Damar*, *Teon*, *Nila*, *Seroea*, *Manoek* en *Banda Api*. Ze ligt op 100 à 250 km afstand van de strook van negatieve anomalieën, die ten Zuiden van *Sumatra* en *Java* via *Timor* en de *Tanimber eilanden* naar *Ceram* loopt. Verder liggen ter weerszijden van de vervormingsstrook *Talaud eilanden* — *Soela eilanden* op een afstand van onge-

veel 100 km de vulkanische strooken *Sangi eilanden* — *Minahassa* en *Makjan* — *Noord Halmahera* ²⁾.

Vening Meinesz ³⁾ en Escher ⁴⁾ hebben een verband gezocht tusschen de strooken van negatieve anomalieën en deze vulkanische strooken.

Voor al op aandringen van dr. Harloff, geoloog bij den Dienst van Mijnbouw te Bandoeng, heb ik nagegaan of uit de door mij gegeven verklaring voor het ontstaan der vervormingsstrooken een oorzaak van het vulkanisme zou zijn af te leiden. Dr. Harloff heeft n.l. op het eiland *Banka*, in gesteenten, die vroeger diep onder het aardoppervlak gelegen

2) Steh.n. List of the active volcanoes in the Neth. East Indies. Bull. N. E. I. Volcanological Survey No. 28 — 1930.

3) Vening Meinesz. Gravity expeditions at sea. blz. 125.

4) Escher. On the relation between the volcanic activity in the Netherlands East Indies and the belt of negative gravity anomalies discovered by Vening Meinesz. *Proceedings Kon. Akademie van Wetenschappen* te Amsterdam. Vol. XXXVI — 1933.

1) *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 11 en 12 — 1935.

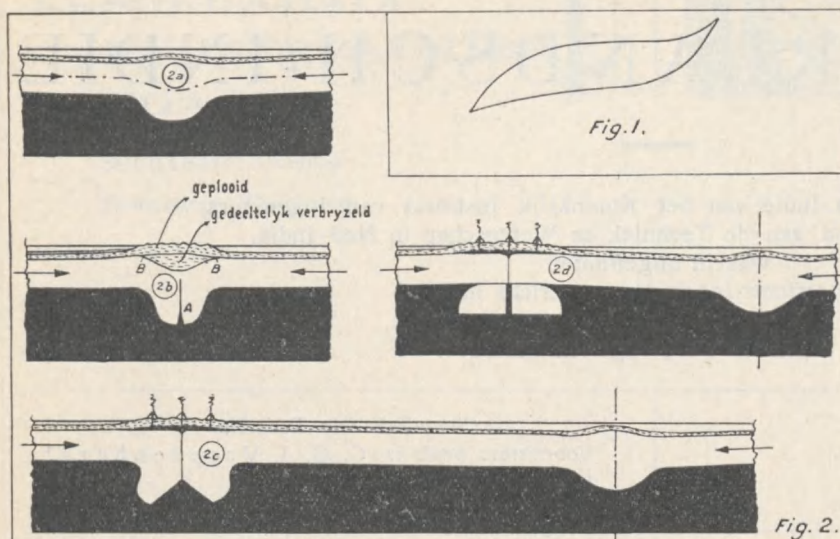


Fig. 1. Vorm van door Harloff op het eiland Banka gevonden magmakamers.

Fig. 2. Schematische voorstelling van het ontstaan van een met vulkanen bezet eiland (zoals b.v. Java) uit een vervormingsstrook.

hebben, magmakamers (graniet batholithen) gevonden van een vorm (fig. 1), die hem deed denken aan de in een bros materiaal ontstaande dwarskrachtscheuren, waardoor bij hem de meening post vatte, dat ook onder de vulkanen dergelijke scheuren met verticale wanden moeten voorkomen, waardoor het magma naar boven komt. Dank zij verschillende besprekingen met dr. Harloff, meen ik de volgende verklaring van dit verschijnsel en dan ook van het vulkanisme te kunnen geven. Ik vat de eilandenreeksen, waarop deze vulkanische strooken voorkomen op als oude vervormingsstrooken, op precies dezelfde wijze gevormd als nu de nieuwe strooken. Het vulkanisme in de oude strooken houdt m.i. geen verband met het vormen van de nieuwe strooken, maar vindt zijn oorzaak in de wijze, waarop deze oude strooken zijn ontstaan. Als men slechts nagaat, wat er met zoo'n vervormingsstrook op den duur gebeurt, ziet men vanzelf waarom daar vulkanisme moet optreden. In fig. 2 is dit schematisch voorgesteld.

In verband met het isostatisch evenwicht zou in de plastische vervormingsstrooken een onder water gelegen korst, bij soortelijke gewichten van resp. γ_k en γ_s van korst en substratum, $\frac{\gamma_k - 1}{\gamma_s - \gamma_k}$ keer zoveel naar beneden als naar boven worden gedrukt (fig. 2a). Daardoor wordt het middenvlak van de aardkorst daar dus *krom*, zoodat daar de drukkracht excentrisch gaat aangrijpen. In de vervormingsstrooken heeft het materiaal de vloeigrens bereikt, terwijl wegens de geringe vervormingssnelheid en de hoge temperatuur in de diepere lagen bij de verdere vorming het materiaal niet verstevigd zal worden. Verder is de voor het vloeien verrichte arbeid in warmte omgezet. De weerstand tegen verbuiging zal dus vrijwel nul zijn. Daar het substratum bij uitknicking van de korst met kleine golfen a slechts geringe tangentieele, loodrecht op de golf gerichte drukspanningen σ in evenwicht kan houden, die zoo-

als direct volgt uit verg. (36) van mijn vorig artikel ¹⁾, door daarin $N = 0$ te stellen, $\sigma = \frac{a^2}{\pi^2} \cdot \frac{c}{h}$ bedragen, zal door de in verband met het isostatisch evenwicht ontstane kromming, de vervormingsstrook al gauw naar beneden beginnen uit te buigen. De verdikkingen van de korst, die resp. aan den onder- en bovenkant ontstaan, worden dus resp. grooter en kleiner dan door het isostatisch evenwicht vereischt, waardoor dus de negatieve zwaartekrachtsanomalieën daar verklaard worden. Bij toenemende vervorming zullen de bovenste lagen van de aardkorst en de sedimenten, die niet onder hoogen alzijdigen druk staan, verder verbrijzelen en plooiën. Aan den onderkant zal tenslotte bij verdere verbuiging rek op gaan treden. Het daar wegens de grootere diepte juist onder

grooten druk staande magma zal nu gelegenheid hebben naar boven te dringen. Hoewel niet geheel identiek met het hier beschouwde geval, zij er op gewezen, dat uit proeven van Roš blijkt dat, ook al blijft de op een alzijdigen druk ρ_0 gesuperponeerde eenassige trekspanning ρ_1 kleiner dan ρ_0 , zoodat in geen enkel vlak de gemiddelde normaalspanning een trekspanning is, toch een cohaesiebreuk ongeveer loodrecht op de richting van de gesuperponeerde trekspanning op kan treden ⁵⁾. Zoodat Daly ⁶⁾ opmerkt, wordt verder, na het ontstaan van rekscheuren in de aardkorst, het indringen van het magma door kerfwerking vergemakkelijkt. Op deze wijze zal het magma dus reeds vrij ver in de korst kunnen doordringen, b.v. tot punt A in fig. 2b.

Om te zien hoe het magma verder komt, moeten we er nog om denken dat de, door eenassigen druk ontstane strooken, door den tangentieelen druk in de aardkorst onder een hoek van 55° met hun lengterichting worden belast (fig. 3a). In het begin, als de korst daar nog weinig verbogen is, zal de richting van den minsten weerstand gegeven worden door de in verg. (44) van mijn vorig artikel aangegeven vloeirichting, die bij zuiveren druk een hoek van 35° met de drukrichting maakt en een hoek van 70° met de normaal op de strook (fig. 3a). Bij verdere verbuiging zal echter normaal op de strook hoe langer hoe minder druk kunnen worden opgenomen, zoodat tenslotte de hoek, dien de richting van den minsten weerstand met de normaal op de strook maakt, tot dicht bij nul zal naderen, b.v. 10° zal worden. Vooral bij grootere bewegingen zal echter de werkelijke relatieve beweging der ter weerszijden van de strook gelegen korstdeelen meer met de oorspronkelijke krachtrichting moeten samenvallen.

5) Roš Versuche zur Klärung der Frage der Bruchgefahr. E. M. P. A. Zürich. Diskussionsbericht No. 28. blz. 47.

6) Daly. Igneous rocks and the depths of the Earth. blz. 246.

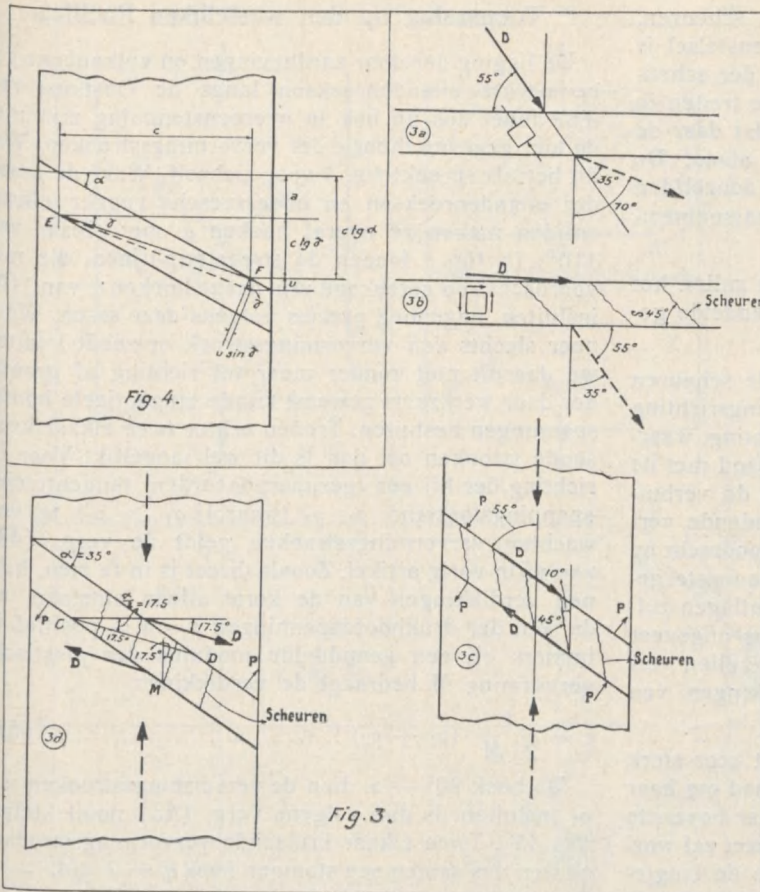


Fig. 3. Verschillende mogelijke belastingen en vervormingen der strooken (krachten getrokken, bewegingsrichtingen gestippeld).

Fig. 4. Bepaling van de richting, waarin de grootste specifieke rek in de strook optreedt.

De oorspronkelijke krachtrichting zal toch de richting aangeven, waarin de korst door convectiestroomen of andere oorzaken wordt opgestuwd. Bovendien zullen, door afname van den weerstand van de strook door uitbuiging, de ter weerszijden van de strook gelegen korstdeelen zich grootendeels van hun in de krachtrichting vallende elastische verkorting ontdoen, waardoor dus ook de randen van de strook zich in de oorspronkelijke krachtrichting naar elkaar toe zullen willen bewegen. De beweging is dus *primaire*, de krachten worden door de beweging bepaald, zijn dus statisch onbepaald, zijn *secundaire*. Om een beweging in de oorspronkelijke krachtrichting mogelijk te maken zal dus de door de korstdeelen op de strook uitgeoefende kracht langzamerhand van haar oorspronkelijke richting gaan afwijken en zal, daar normaal op de strook de weerstand zoo gering is, vrijwel parallel aan de strook gaan lopen (fig. 3b), zoodat tenslotte in de strook meer zuivere afschuiving optreedt, dus onder ongeveer 45° met de strookrichting een hoofdtrekspanning worden gesuperponeerd. Hierdoor zullen dus ook in hogere gedeelten van de korst scheuren ontstaan, waardoor het magma verder naar boven dringt. Hiermede zouden dus de door Harloff gevonden magmaintrusies verklaard worden en zijn opvatting worden bevestigd.

Het ontstaan van deze scheuren kan worden gedemonstreerd door het in foto 1 aangegeven toestel.

Tusschen twee in een geleiding (de oorspronkelijke krachtrichting, nu bewegingsrichting) beweegbare planken A en B (de slechts elastisch vervormde korstdeelen) is onder 55° met de bewegingsrichting een stuk karton of papier (de vervormingsstrook) bevestigd. Wordt het karton van te voren iets verbogen, op zoodanige wijze dat het tegen in een richting loodrecht op de strook werkende krachten zoo goed als geen weerstand heeft, en dus vrijwel alleen evenwijdig aan de strook werkende krachten kunnen worden opgenomen, dan zullen bij het naar elkaar toe bewegen der planken de op de strook uitgeoefende krachten dus ongeveer volgens fig. 3c verlopen, zoodat trekscheuren onder ongeveer 45° met de as van de strook optreden of onder 10° met de bewegingsrichting. Wordt echter een stuk dun slap papier gebruikt, dat in geen enkele richting druk kan opnemen, dan zullen de scheuren ongeveer loodrecht op de richting CD staan, die den hoek α tusschen het normaal op de bewegingsrichting staande vlak en de vervormingsstrook middendoor deelt (fig. 3d). Zooals gemakkelijk is aan te toonen treedt in die richting n.l. de grootste procentsgewijze afstandsvergroting tusschen de planken A en B op, zoodat in die richting ook de grootste trek in de strook zal optreden. Zooals uit fig. 4 blijkt, is immers de lengte l van een willekeurige lijn EF, onder een hoek γ

met het normaal op de bewegingsrichting staande vlak, gelijk aan $\frac{c}{\cos \gamma}$, terwijl $c \cdot \tan \gamma = c \cdot \tan \alpha - a$, als a de verticale afstand tusschen de planken is, zoodat de lengte l van EF bedraagt:

$$l = \frac{a}{\cos \gamma \cdot (\tan \alpha - \tan \gamma)} \quad (51)$$

Bij een toenadering u der planken wordt volgens fig. 4 de lijn EF een afstand $u \cdot \sin \gamma$ vergroot, zoodat de specifieke verlenging bedraagt:

$$\epsilon = \frac{u \cdot \sin \gamma}{l} = \frac{u}{a} \cdot \sin \gamma \cdot \cos \gamma \cdot (\tan \alpha - \tan \gamma) \quad (52)$$

Opdat ϵ een extreme waarde aanneme, moet $\frac{d\epsilon}{d\gamma} = 0$ worden, waaruit volgt dat $\gamma = \frac{\alpha}{2}$ of $90^\circ + \frac{\alpha}{2}$ moet worden.

Zooals door nogmaals differentieeren of ook direct is in te zien, treedt de grootste specifieke verlenging in de richting $\gamma = \frac{\alpha}{2}$ op ^{6a}). Ongeveer loodrecht op

6a) In de richting $\gamma = 90^\circ + \frac{\alpha}{2}$ treedt de grootste verkorting op, zoodat loodrecht daarop, dus in de richting $\gamma = \frac{\alpha}{2}$, de richting CD in fig. 3d, plooiën optreden (zie foto's 1 en 4 en fig. 8).

deze richting treden dus cohaesiebreuken, scheuren, op ⁽⁶⁾. Het op de strook werkende krachtenstelsel is in *fig. 3d* aangegeven, evenals de richting der scheuren. De scheuren beginnen het eerst op te treden in het midden *M* (*foto 1*) van de strook, omdat daar de trek het grootst is, en gaan wijd open staan. De geopende scheuren hebben vrijwel precies denzelfden vorm als de door Harloff gevonden magmaintrusies.

De vervormingsstrooken in de aardkorst zullen het midden houden tusschen de twee hier behandelde gevallen (*fig. 3c* en *3d*).

De dwars op de strookrichting staande scheuren zullen daar dus ongeveer in de bewegingsrichting vallen, dus in de oorspronkelijke krachtrichting, waarbij nog kan worden opgemerkt, dat in verband met de in de bovenste lagen van de korst, door de verbuiging loodrecht op de strookrichting, optredende verkorting, een neiging zal bestaan om meer loodrecht op de as van de strook te scheuren. In het bovenste gedeelte van de korst en onder in de sedimentlagen zullen zich nu magmakamers vormen, die dus ongeveer onder 70° à 80° met de as van de strook zullen verlopen, waarbij natuurlijk groote afwijkingen van deze bedragen kunnen voorkomen.

Intusschen is de drukkracht in de korst zeer sterk afgenomen en heeft ze de gelegenheid gehad om haar isostatisch evenwicht te herstellen, dus naar boven te komen en een eiland te vormen, dat dus bezet zal worden met vulkanen, in lijnen die schuin op de lengterichting staan. Bij de verdere vervorming wordt het plastisch gedeformeerde en gescheurde korstgedeelte verder naar beneden gedrukt, en nadat de nog niet vervormde korstdeelen ongeveer tegen elkaar aansluiten en de magmagangen gestold zijn, heeft de korst ter plaatse van het nieuw gevormde eiland haar weerstand weer herkegen en zal daar door grotere dikte zelfs sterker zijn geworden dan de onvervormde korst. De drukkracht is weer hoe langer hoe meer gestegen, zoodat tenslotte in de dunnere aan de oceaanzijde gelegen korst een nieuwe vervormingsstrook zal ontstaan (*fig. 2c*). De oude vervormingsstrook is nu b.v. Java geworden, de nieuwe vervormingsstrook ligt ter plaatse van de door Vening Meinesz ontdekte strook van negatieve anomalieën. In *fig. 2d* is nog een variant gegeven van een dwarsdoorsnede over het nieuwe eiland, waarbij verondersteld is, dat ook bij punt *B* in *fig. 2b* scheuren zijn ontstaan, waardoor de vervormingsstrook in twee stukken onder de korst zou komen te liggen. Uit *fig. 5* is duidelijk te zien, dat in den Oost-Indischen Archipel ook het ontstaan der eilanden, waarop vulkaanrijen liggen, met de Z—ZO gerichte drukkracht verklaard kan worden.

6b) Dit geldt voor betrekkelijk lange en smalle strooken, zooals ook in de aardkorst voorkomen. Bij een korte strook, zooals in *fig. 3d*, treden behalve de krachten *D* nog betrekkelijk groote krachten op om het door de krachten *D* geleverde moment in evenwicht te houden (b.v. *P* in *fig. 3c* en *3d*). Hierdoor zal de totale trek op de strook in het in *fig. 3d* beschouwde geval meer horizontaal loopen, dus zullen de scheuren meer in de bewegingsrichting kunnen loopen (vergelijk *foto 1* en *fig. 8*).

Toepassing op den westelijken Pacific.

De ligging der door aardbevingen en vulkanisme gekenmerkte eilandenreeksen langs de Oostkust van Azië moet dus nu ook in overeenstemming zijn met de hier gegeven theorie der vervormingsstrooken. Wat dit betreft spreekt *fig. 5* voor zichzelf. Waar de assen der eilandenreeksen en onderzeesche ruggen elkaar snijden maken ze overal hoeken φ met elkaar van 110° . In *fig. 5* loopen de streep-stip-lijnen, die met voordacht zoo geteekend zijn dat ze hoeken φ van 110° insluiten, nagenoeg precies volgens deze assen. Wanneer slechts één vervormingsstrook optreedt kunnen we daaruit niet zonder meer tot richting of grootte der daar werkzaam geweest zijnde tangentieele hoofdspansingen besluiten. Treden echter twee elkaar kruisende strooken op, dan is dit wel mogelijk. Voor de richting der bij een (gesuperponeerden) tangentieelen spanningstoestand ρ_1 ρ_2 (waarbij $\rho_1 > \rho_2$) te verwachten vervormingsstrooken geldt de verg. (43) van mijn vorig artikel. Zooals direct is in te zien, kunnen verdikkingen van de korst alleen ontstaan, als de som der drukhoofdspansingen ρ_1 en ρ_2 positief is, immers bij een gemiddelde modulus der plastische vervorming *M* bedraagt de verdikking:

$$\varepsilon = \frac{1}{2 \cdot M} \cdot (\rho_1 + \rho_2) \dots \dots \dots (53)$$

De hoek $90^\circ - \alpha$, dien de vervormingsstrooken met ρ_1 insluiten, is dan volgens verg. (43) nooit kleiner dan 45° . Twee elkaar kruisende vervormingsstrooken sluiten dus samen een stompen hoek $\varphi = 2 \cdot (90^\circ - \alpha)$ in. Nu kan volgens verg. (43) de verhouding $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ in dezen hoek worden uitgedrukt, waarbij men krijgt:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{2 - \operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} \varphi}{1 - 2 \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} \varphi} \dots \dots \dots (54)$$

zoodat, wanneer twee elkaar onder een stompen hoek φ kruisende vervormingsstrooken aanwezig zijn, de spanningstoestand, die hen deed ontstaan, volgens verg. (54) te berekenen is.

Is $\varphi = 110^\circ$, zooals bij de elkaar kruisende strooken langs de Oostkust van Azië, dan volgt uit verg. (54), zooals we voor dit eenvoudige geval ook reeds direct konden zien, dat $\rho_2 = 0$ is geweest. Deze eilandenreeksen zijn dus ontstaan als gevolg van door het Aziatische Continent op den zeebodem uitgeoefende drukkrachten, gericht volgens de bisectrices der hoeken φ .

De punten, waar de lijnen elkaar snijden (*Taiwan*, *Kyushu*, *Hokkaido*, *Guam*), zijn b.v. zwakke plaatsen in de aardkorst geweest of plaatsen, waar de drukkracht een grootere intensiteit had. Bij getrokken stalen staven gaan immers ook, zooals *Nadai* heeft aangetoond, van gaten en inkepingen vloeilijnen uit ⁷⁾. *Nadai* neemt echter de vloeilijnen onder 45° met de staafas aan, volgens de vlakken van de grootste schuifspanning, terwijl ook de door hem gepubliceerde foto's daarmee in overeenstemming zijn. Dit komt waarschijnlijk, omdat *Nadai* staven heeft gebruikt, die in verhouding tot hun breedte te

7) *Nadai*. Der bildsame Zustand der Werkstoffe. blz. 68.

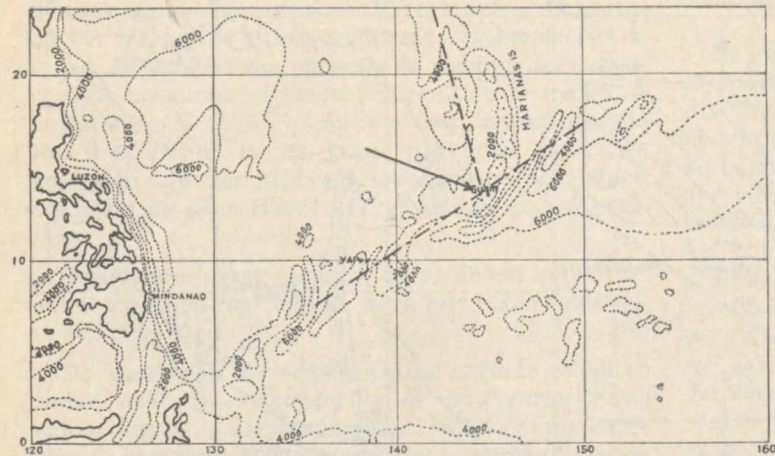
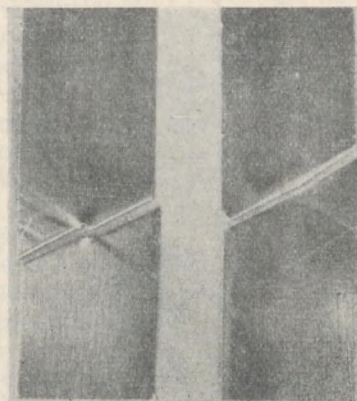


Fig. 8. Detail van de kaart van Azië in Andrees Handatlas (7e Auflage), waar in de strook, loopende over Yap en Guam, dezelfde plooien zijn te zien als in de strook papier op foto 4.

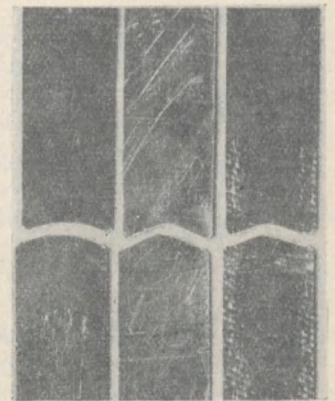
ben, dan vind ik, uitgaande van de hypothesen van quasi-isotropie en H u b e r - v. M i s e s - H e n c k y ook, dat bij staven, die (althans t.o.v. hun breedte) *dik* zijn, de vloeilijnen onder 45° moeten lopen en in het algemeen moeten optreden in vlakken, die den hoek tusschen de vlakken der uiterste hoofdspansingen midden door deelen, inderdaad ook in de vlakken met de maximum schuifspanning dus ⁸⁾. Meer in het algemeen zal zich dit geval dus voordoen, wanneer de vervormingsstrooken smal zijn t.o.v. de dikte van de plaat, zoodat hierop bij vloeistaal eventueel wel kans is bij de vloeilijnen, maar niet bij de insnoering. Doordat hierbij de rek ϵ in een richting loodrecht op het breede vlak van de plaat nul is, zouden op deze wijze geen verdikkingen van de korst, dus geen wortels, anticlinalen of negatieve anomalieën kunnen ontstaan. Bij mijn eigen proeven ⁹⁾ met *dunne* platen (breedte ongeveer 15 maal de dikte) vond ik dan ook, dat bij aanbrenge van twee tegenover elkaar gelegen inkepingen langs de zijkanten, de daarvan uitgaande vloeilijnen en insnoeringen onder ongeveer 55° met de staafas loopen (foto 2 rechts). Als bovendien in het staafmidden nog een gaatje wordt geboord, gaan ook hiervan vloeilijnen uit (foto 2 links). De breuk treedt op volgens de vlakken met den minsten weerstand tegen plaatselijke plastische deformatie. Op foto 2 links, in fig. 6 schematisch voorgesteld

met insnoeringen en breukvoeg, is dit het door het gat *E* gaande vlak *AB*, dat van de niet geknikte vlakken de grootste verzwakking heeft en waar het vloeien ongehinderd in de vloeirichting, de richting van den minsten weerstand, kan plaats vinden. Een geknikt vlak *EIG* heeft weliswaar een grootere verzwakking dan *EB*, maar bij zoo'n geknikt vlak stellen de krachten *K* op de afzonderlijke deelen zich, zooals in mijn vorige publicatie ¹⁾, (fig. 32) reeds werd medegedeeld, schuin in t.o.v. de resulterende krachtrichting, waardoor de voor verdere vervorming vereischte effectieve schuine spanning μ_s grooter is dan voor een niet geknikt vlak. Ook bij foto 2 rechts is de plaat recht gebroken. Het had echter weinig gescheeld of de breuk was volgens het over beide verzwakkingen

loopende geknikte vlak ontstaan, zooals uit de naar de rechtsche verzwakking afbuigende insnoering is te zien. Het kleiner zijn van de geknikte doorsnede heeft daar dus niet opgewogen tegen het grooter zijn van de vereischte effectieve schuine spanning. Als



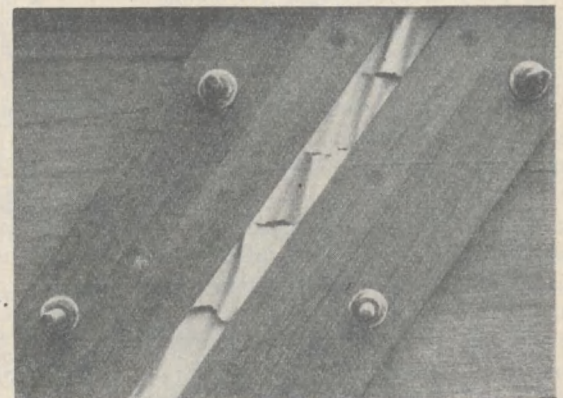
2.



3.



1.



4.

8) Dit zal in een andere publicatie worden aangetoond.

9) Deze proeven werden op mijn verzoek genomen in het Laboratorium voor Materiaalonderzoek te Bandoeng, waarvoor aan het wd. hoofd, ir. Hansen, hier dank wordt gebracht.

Foto 1. Toestel ter demonstratie van de plooien en trekscheuren in een vervormingsstrook.

Foto 2. Proeven met door inkepingen — en in de linker foto tevens door een gat — verzwakte staven.

Foto 3. Proeven met door inkepingen verzwakte staven, waarbij de inkepingen sterker zijn dan bij foto 2.

Foto 4. De vervormde strook papier in het in foto 1 voorgestelde toestel (90° verdraaid t.o.v. foto 1).

de inkepingen iets sterker worden gemaakt is dit echter wel zoo, zooals op *foto 3* is te zien. Zooals vroeger werd aangetoond, is de voor de plastische vervorming van zoo'n geknikte doorsnede vereischte effectieve schuine spanning μ_s zelfs grooter dan voor het plaatselijk vloeien van een normale doorsnede. Bij de eerste kleine plastische vervormingen wordt de relatieve verplaatsing in de vloei-richting van de elastisch vervormde plaatdeelen, die de insnoering begrenzen, nog niet sterk tegengewerkt, hebben de krachten K (*fig. 32* van mijn in *noot 1* genoemde publicatie) zich dus nog niet schuin ingesteld, zoodat de van de verzwakking uitgaande insnoeringen ongeveer onder 55° met de staafas loopen. Dat die hoek niet precies klopt, komt o.a. doordat langs de verzwakking geen zuivere lijnspanning heerscht. Een insnoering in eenmaal ontstane vervormingsstrooken kan echter ook bij verdere vervormingen doorgaan, omdat de doorsnede-verniedering door de insnoering nu opweegt tegen de vergrooing van de benodigde effectieve schuine spanning μ_s . Waar twee insnoeringen elkaar in het midden van de staaf zouden ontmoeten, zal echter de relatieve beweging der plaatdeelen vrijwel in de richting van de resulterende kracht moeten geschieden, zoodat daar inderdaad een normaal op de resulterende kracht staand vlak minder weerstand tegen verdere plaatselijke vervorming zal hebben, zooals duidelijk door *foto 3* wordt gedemonstreerd. Een meer van de staafas afbuigen van de breuklijn in het staafmidden wordt ook in de hand gewerkt, doordat de elkaar daar naderende insnoeringen, wegens hun door hun kleinere dikte verminderden weerstand, als kerven werken, waardoor in het staafmidden een trek in breedterichting wordt gesuperponeerd, die den hoek tusschen staafas en

breukvoeg volgens verg. (43) van mijn vorige publicatie vergroot. Bij de linksche staaf op *foto 3* waren de inkepingen het grootst, waardoor daar een groo-tere trek in breedterichting ontstond, dus een groo-tere hoek tusschen breukvoeg en staafas.

De bij deze linksche staaf van *foto 3* opgetreden insnoering en breuk zijn b.v. te vergelijken met de *Ryukyu eilanden*. Op *foto 2* links en in *fig. 6* is een, zij het niet volkomen, analogie met *Japan* te zien. Stelt punt *E Tokio* voor, dan liggen bij de punten *H* en *I* de eilanden *Kyushu* en *Hokkaido*, terwijl de lijnen *HEI*, *HF*, *IG* en *AE* resp. voorstellen *Honshu*, *Ryukyu eilanden*, *Kurillen* en de rug, waarop de *Marianen* en *Ogasawara eilanden* liggen. De vergelijking zou nog juister te verkrijgen zijn door een plaat boven de lijn *AA* te verstevigen (het Aziatische Continent) en van drie kleine gaten te voorzien (*Taiwan*, *Kyushu* en *Hokkaido*) (*fig. 7*).

Op te merken valt b.v. nog, dat de troggen en rug- gen, die voorkomen in de strook over *Yap* en *Guam*, precies eenzelfde verloop hebben als de plooiën, die in een in het toestel volgens *foto 1* geplaatst stuk papier vertoont (*foto 4*) en die volgens het voorgaande (zie *noot 6a*) volgens de richting *CD* in *fig. 3d*, onder $17,5^\circ$ met de as van de strook verlopen. Veel beter dan in *fig. 5* is dit nog te zien op de kaart van Azië in *Andrees Handatlas 1921*, blz. 146 en 147, waar- van in *fig. 8* een gedeelte is overgenomen.

Als niet-geoloog heb ik hier slechts laten zien, dat de geologische verschijnselen in groote trekken vol- komen in overeenstemming zijn met hetgeen volgens mijn theorie te verwachten zou zijn. Dr. Harloff heeft zich bereid verklaard, binnenkort de geolo- gische gegevens meer in detail daaraan te toetsen.

Iets over de integralen van Euler

door

ir. O. STEVENS.

Onder de *Bêtafunctie* of integraal van Euler van de eerste soort wordt verstaan de bepaalde integraal:

$$B(p, q) = \int_0^1 x^{p-1} \cdot (1-x)^{q-1} \cdot dx \dots\dots\dots (1)$$

Deze integraal is eindig of oneindig, afhankelijk van de waarde van de zgn. parameters p en q en wordt symbolisch:

$$B(p, q)$$

geschreven.

Onder de *Gammafunctie* of integraal van Euler van de tweede soort wordt verstaan de bepaalde integraal:

$$\Gamma(p) = \int_0^\infty x^{p-1} \cdot e^{-x} \cdot dx \dots\dots\dots (2)$$

Deze integraal is eindig of oneindig, afhankelijk

van de waarde van den parameter p en wordt sym- bolisch:

$$\Gamma(p)$$

geschreven.

De functies:

$$x^{p-1} \cdot (1-x)^{q-1} \text{ en } x^{p-1} \cdot e^{-x}$$

die onder het integraalteeken voorkomen zijn voor alle waarden van x tusschen de gegeven grenzen po- sitief en derhalve zijn ook $B(p, q)$ en $\Gamma(p)$ steeds positief.

Bij de *Bêtafunctie* treden de parameters p en q als veranderlijken op en bij de *Gammafunctie* de parameter p .

Wanneer verondersteld wordt, dat p en q grooter zijn dan nul, dan bezitten beide integralen een ein- dige waarde.

Dat beide functies voor positieve waarden hunner

veranderlijken eindig zijn, is zonder meer in te zien, zoodra p en q gelijk aan 1 of grooter dan 1 zijn. De functies onder het integraalteeken blijven dan n.l. eindig.

Heeft p echter een waarde tusschen 0 en 1 dan wordt de factor:

$$x^{p-1} = \frac{1}{x^{1-p}}$$

aan de onderste grens, voor $x=0$ dus, oneindig. Ligt nu ook q tusschen 0 en 1 dan wordt de factor:

$$(1-x)^{q-1} = \frac{1}{(1-x)^{1-q}}$$

aan de bovenste grens, dus voor $x=1$, oneindig. Desondanks heeft $B(p, q)$ een eindige waarde hetgeen te bewijzen is.

We kunnen dus zeggen, dat de functie $B(p, q)$ voor alle positieve waarden van p en q een eindige positieve waarde heeft.

Hetzelfde geldt voor de Gammafunctie. Ligt p tusschen 0 en 1, dan wordt de functie onder het integraalteeken aan de onderste grens, n.l. voor $x=0$, oneindig, maar de integraal heeft een eindige waarde, hetgeen ook weer te bewijzen is.

De Gammafunctie heeft dus eindige positieve waarde, wanneer p grooter dan 0 is.

Stelling:

De Gammafunctie is eindig voor p grooter dan nul, en is oneindig voor $p=0$ of negatief.

De Bêtafunctie is eindig voor p en q grooter dan nul, en is oneindig voor p en q gelijk aan nul of negatief.

Door een geschikte substitutie kan men de Bêtafunctie in een vorm brengen, waaruit men zien kan, dat deze functie met de beide veranderlijken p en q symmetrisch is.

Substitueert men n.l.

$$x = \frac{t}{1+t}$$

dan vindt men na enkele bewerkingen:

$$B(p, q) = \int_0^1 \frac{t^{p-1} (1+t)^{q-1} dt}{(1+t)^{p+q}}$$

We kunnen dus p en q onderling verwisselen, en derhalve symbolisch schrijven:

$$B(p, q) = B(q, p) \quad (3)$$

De formule van Binet.

Men kan de Bêtafunctie uitdrukken in de Gammafunctie, waardoor een afzonderlijke studie van de Bêtafunctie overbodig wordt. We vinden dan na een aantal bewerkingen:

$$B(p, q) = \frac{\Gamma(p) \Gamma(q)}{\Gamma(p+q)} \quad (4)$$

De Gammafunctie kan nog door oneindige produkten voorgesteld worden. Men vindt dan na de noodige bewerkingen:

$$\Gamma(p) = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{m! \cdot m^p}{p \cdot (p+1) \cdots (p+m)}$$

Deelt men nu den teller en noemer door $m!$ dan is:

$$\Gamma(p) = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{m^p}{p \cdot \left(1 + \frac{p}{1}\right) \cdot \left(1 + \frac{p}{2}\right) \cdots \left(1 + \frac{p}{m}\right)}$$

Na eenige bewerkingen vindt men dan nog:

$$\Gamma(p) = \prod_{n=1}^{n=m-1} \left\{ \frac{\left(1 + \frac{1}{n}\right)^{p-1}}{1 + \frac{p-1}{n}} \right\} \quad (5)$$

Hierin beteekent het teeken $\prod_{n=1}^{n=m-1}$, dat men alle

factoren $\frac{\left(1 + \frac{1}{n}\right)^{p-1}}{1 + \frac{p-1}{n}}$ voor alle waarden van $n=1$ tot

$n=m-1$ moet vormen en met elkaar moet vermenigvuldigen.

Eigenschappen van de Gammafunctie.

Door partiële integratie vindt men:

$$\int_0^\infty e^{-x} \cdot x^{p-1} \cdot dx = \left[-e^{-x} \cdot x^{p-1} \right]_0^\infty + (p-1) \cdot \int_0^\infty e^{-x} \cdot x^{p-2} \cdot dx.$$

Wanneer nu $p > 1$ dus $p-1 > 0$ dan is:

$$\int_0^\infty e^{-x} \cdot x^{p-1} \cdot dx = (p-1) \cdot \int_0^\infty e^{-x} \cdot x^{p-2} \cdot dx.$$

of:

$$\Gamma(p) = (p-1) \cdot \Gamma(p-1) \quad (6)$$

Door herhaalde toepassing van deze formule vindt men voor $n =$ positief geheel getal $< p$:

$$\Gamma(p) = (p-1) \cdot (p-2) \cdots (p-n) \cdot \Gamma(p-n) \quad (7)$$

Aangezien nu voor $p=1$:

$$\Gamma(1) = \int_0^\infty e^{-x} \cdot dx = \left[-e^{-x} \right]_0^\infty = 1$$

vindt men voor $p =$ positief geheel getal:

$$\Gamma(p) = (p-1) \cdot (p-2) \cdots 3 \cdot 2 \cdot 1 = (p-1)! \quad (8)$$

De Gammafunctie kan dus als een faculteit geschreven worden voor positieve waarden van de veranderlijke p , waarbij p echter niet geheel behoeft te zijn.

Kent men de waarden van de Gammafunctie voor p gelegen tusschen 0 en 1, dan kan men alle overige waarden berekenen.

Substitueert men n.l. in de Bêtafunctie:

$$x = \frac{t}{1+t}$$

dan wordt de Bêtafunctie:

$$B(p, q) = \int_0^\infty \frac{t^{p-1} \cdot dt}{(1+t)^{p+q}}$$

Stelt men nu bijv.:

$q = 1 - p$, waarbij: $0 < p < 1$, dan is te bewijzen dat:

$$B(p, 1-q) = \Gamma(p) \cdot \Gamma(1-p) = \int_0^{\infty} \frac{t^{p-1} \cdot dt}{1+t} =$$

$$= \frac{\pi}{\sin(p\pi)} \text{ of:}$$

$$\Gamma(1-p) = \frac{\pi}{\sin(p\pi) \cdot \Gamma(p)}$$

Kent men de waarde van de Gammafunctie voor alle waarden tusschen 0 en $\frac{1}{2}$, dan kent men ze ook voor die gelegen tusschen $\frac{1}{2}$ en 1.

Nu is in verband met het voorgaande (6):

$$\Gamma(1+p) = p \cdot \Gamma(p) \quad \text{Eerste hoofdeigenschap .. (9)}$$

$$\Gamma(1+p) \cdot \Gamma(1-p) = \frac{p \cdot \pi}{\sin(p\pi)} \quad \text{Tweede hoofdeigenschap. (10)}$$

Voor $p = \frac{1}{2}$ vinden we dan:

$$\Gamma(\frac{1}{2}) \cdot \Gamma(\frac{1}{2}) = \pi \text{ of: } \Gamma(\frac{1}{2}) = \sqrt{\pi} \dots\dots\dots (11)$$

en wel de positieve wortel, aangezien de Gammafunctie positief is voor $p > 0$.

Derhalve is:

$$\Gamma(\frac{1}{2}) = \int_0^{\infty} e^{-x} \cdot \frac{dx}{\sqrt{x}} = \sqrt{\pi} \dots\dots\dots (12)$$

Stelt men hierin: $x = t^2$, dan is:

$$\Gamma(\frac{1}{2}) = 2 \cdot \int_0^{\infty} e^{-t^2} \cdot dt = \sqrt{\pi}$$

en dit is de integraal van Gauss, waarvan de uitkomst ook op andere wijze berekend kan worden.

Zetten we nu in de Bêtafunctie $p = q$, dan is:

$$B(p, q) = \frac{\Gamma(p) \cdot \Gamma(p)}{\Gamma(2 \cdot p)} = \int_0^1 (x-x^2)^{p-1} \cdot dx =$$

$$= \frac{1}{2^{2p-2}} \cdot \int_0^1 \left(1 - (1-2 \cdot x)^2\right)^{p-1} \cdot dx.$$

Deze integraal is op te lossen door de substitutie:
 $1 - 2 \cdot x = \pm \sqrt{z}$

Hierbij moet men het positieve teeken nemen voor x tusschen 0 en $\frac{1}{2}$ en het negatieve teeken voor x tusschen $\frac{1}{2}$ en 1.

Men krijgt dan:

$$B(p, p) = -\frac{1}{2^{2p}} \cdot \int_1^0 \frac{(1-z)^{p-1} \cdot dz}{\sqrt{z}} + \frac{1}{2^{2p}}$$

$$= \frac{1}{2^{2p-1}} \cdot \int_0^1 \frac{(1-z)^{p-1} \cdot dz}{\sqrt{z}} = \frac{1}{2^{2p-1}} \int_0^1 z^{-\frac{1}{2}} \cdot (1-z)^{p-1} \cdot dz = \frac{1}{2^{2p-1}} \cdot B(\frac{1}{2}, p)$$

zoodat:

$$\frac{\Gamma(p) \cdot \Gamma(p)}{\Gamma(2 \cdot p)} = \frac{1}{2^{2p-1}} \cdot \frac{\Gamma(\frac{1}{2}) \cdot \Gamma(p)}{\Gamma(p + \frac{1}{2})}$$

waaruit volgt dat:

$$\Gamma(p) \cdot \Gamma(p + \frac{1}{2}) = \frac{\sqrt{\pi}}{2^{2p-1}} \cdot \Gamma(2 \cdot p)$$

De waarde der Gammafunctie voor verschillende waarden van p kan men vinden in: „Funktionentafeln“ van J a h n k e und E m d e (Teubner).

Zoo is:

$$\Gamma(1,0) = 1,0000$$

$$\Gamma(1,1) = 0,9514$$

$$\Gamma(1,2) = 0,9182$$

enz.

Bijzondere waarden van de Gammafunctie.

Volgens het voorgaande is:

$$\Gamma(1+p) = p \cdot \Gamma(p) \text{ en } \Gamma(\frac{1}{2}) = \sqrt{\pi}.$$

Bijgevolg is:

$$\Gamma(3/2) = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\pi}$$

$$\Gamma(5/2) = \frac{3}{4} \cdot \sqrt{\pi}$$

$$\Gamma(7/2) = 1\frac{7}{8} \cdot \sqrt{\pi} \text{ enz.}$$

Voorts is volgens het voorgaande:

$$\Gamma(1+p) \cdot \Gamma(1-p) = \frac{\sin(p \cdot \pi)}{p \cdot \pi}$$

zoodat voor $p = \frac{1}{4}$

$$\Gamma(1 + \frac{1}{4}) \cdot \Gamma(1 - \frac{1}{4}) = \frac{\pi}{4 \cdot \sin \frac{\pi}{4}} = \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{2}}.$$

Nu is:

$$\Gamma(1 + \frac{1}{4}) = \frac{1}{4} \cdot \Gamma(\frac{1}{4})$$

of:

$$\Gamma(\frac{1}{4}) \cdot \Gamma(\frac{3}{4}) = \pi \cdot \sqrt{2}.$$

Voor $p = 1/3$ krijgt men:

$$\Gamma(1 + \frac{1}{3}) \cdot \Gamma(1 - \frac{1}{3}) = \frac{\pi}{3 \cdot \sin \frac{\pi}{3}} = \frac{2 \cdot \pi}{3 \cdot \sqrt{3}}$$

en daar:

$$\Gamma(1 + \frac{1}{3}) = \frac{1}{3} \cdot \Gamma(\frac{1}{3})$$

zoo is:

$$\Gamma(\frac{1}{3}) \cdot \Gamma(\frac{2}{3}) = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{3}}.$$

Bepaalde integralen, welke met behulp van de Gammafunctie opgelost kunnen worden.

Substitueert men in de Bêtafunctie:

$$x = \sin^2 t$$

dan wordt:

$$B(p, q) = 2 \cdot \int_0^{\pi/2} \sin^{2p-1} t \cdot \cos^{2q-1} t \cdot dt =$$

$$= \frac{\Gamma(p) \cdot \Gamma(q)}{\Gamma(p+q)}$$

wanneer nu $p = 5/4$ en $q = \frac{1}{2}$, dan is:

$$B\left(5/4, \frac{1}{2}\right) = \frac{\Gamma(5/4) \cdot \Gamma(\frac{1}{2})}{\Gamma(7/4)} = \frac{\Gamma(5/4) \cdot \sqrt{\pi}}{\Gamma(7/4)} = B\left(\frac{1}{2}, 5/4\right)$$

De integraal wordt nu:

$$2 \cdot \int_0^{\pi/2} \sin t \cdot \sqrt{\sin t} \cdot dt = 2 \cdot \int_0^{\pi/2} \cos t \cdot \sqrt{\cos t} \cdot dt = 2 \cdot 1 = \frac{\frac{1}{4} \Gamma(\frac{1}{4}) \cdot \sqrt{\pi}}{3/4 \cdot \Gamma(3/4)} = \frac{\Gamma(\frac{1}{4}) \cdot \sqrt{\pi}}{3 \cdot \Gamma(3/4)}.$$

Nu is (zie voorgaande):

$$\Gamma(\frac{1}{4}) \cdot \Gamma(3/4) = \pi \cdot \sqrt{2}$$

zoodat:

$$1 = \frac{\left[\Gamma(\frac{1}{4})\right]^2 \cdot \sqrt{\pi}}{6 \cdot \pi \cdot \sqrt{2}} = \frac{\left[\Gamma(\frac{1}{4})\right]^2}{6 \cdot \sqrt{2} \cdot \pi}.$$

Indien $p = q = 1/3$ en derhalve $2 \cdot p - 1 = 2 \cdot q - 1 = -1/3$ dan wordt:

$$\int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt[3]{\sin t \cdot \cos t}} = \frac{\left[\Gamma(1/3)\right]^2}{2 \cdot \Gamma(2/3)} = \frac{\left[\Gamma(1/3)\right]^3}{2 \cdot \Gamma(1/3) \cdot \Gamma(2/3)} = \frac{\sqrt{3}}{4 \cdot \pi} \cdot \left[\Gamma(1/3)\right]^3.$$

Stelt men in de integraal $2 \cdot t = \varphi$ dan is:

$$\begin{aligned} \int_0^{\pi} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} &= \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{2}} \cdot \left\{ \Gamma(1/3) \right\}^3 = \\ &= \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} + \int_{\pi/2}^{\pi} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}}. \end{aligned}$$

Stelt men nu in de tweede integraal van het rechter lid:

$$\varphi = \pi - \psi$$

dan wordt deze:

$$\int_{\pi/2}^{\pi} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} = - \int_{\pi/2}^0 \frac{d\psi}{\sqrt[3]{\sin \psi}} = \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}}$$

zoodat:

$$\int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} = \frac{\sqrt{3}}{4 \cdot \pi \cdot \sqrt{2}} \cdot \left[\Gamma(1/3)\right]^2.$$

Thans substitueert men: $\sin^2 \varphi = z^3$, dan is:

$$\int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} = \frac{3}{2} \cdot \int_0^1 \frac{dz}{\sqrt{1-z^3}}.$$

$$\int_0^1 \frac{dz}{\sqrt{1-z^3}} = \frac{2}{3} \cdot \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} = \frac{[\Gamma(1/3)]^3}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3}}.$$

Indien nu $p = q = 2/3$, dan is:

$$\begin{aligned} 2 \int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt{\sin t \cdot \cos t}} &= \frac{[\Gamma(2/3)]^2}{\Gamma(4/3)} = \frac{3 \cdot [\Gamma(2/3)]^2}{\Gamma(1/3)} = \\ &= \frac{3 \cdot [\Gamma(2/3)]^3}{\Gamma(1/3) \cdot \Gamma(2/3)} \cdot \int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt{\sin t \cdot \cos t}} = \\ &= \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot \pi} \cdot \left[\Gamma(2/3)\right]^3. \end{aligned}$$

Stelt men nu: $2 \cdot t = \varphi$ en $\sin^2 \varphi = z^3$

$$\begin{aligned} \int_0^{\pi} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} &= 2 \cdot \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} = \\ &= \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{\pi \cdot \sqrt{4}} \cdot \left[\Gamma(2/3)\right]^3 = 3 \cdot \int_0^1 \frac{z \cdot dz}{\sqrt{1-z^2}}, \end{aligned}$$

derhalve:

$$\begin{aligned} \int_0^1 \frac{z \cdot dz}{\sqrt{1-z^3}} &= 2/3 \cdot \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt[3]{\sin \varphi}} = \\ &= \frac{\sqrt{3}}{3 \cdot \pi \cdot \sqrt{4}} \cdot \left\{ \Gamma(2/3) \right\}^3. \end{aligned}$$

Tenslotte wanneer: $p = \frac{1}{4}$ en $q = \frac{1}{2}$, dan is:

$2 \cdot p - 1 = -\frac{1}{2}$ en $2 \cdot q - 1 = 0$

$$\begin{aligned} \int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt{\sin t}} &= \int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt{\cos t}} = \frac{\Gamma(1/4) \cdot \pi}{2 \cdot \Gamma(3/4)} = \\ &= \frac{\left\{ \Gamma(1/4) \right\}^2 \cdot \sqrt{\pi}}{2 \cdot \Gamma(1/4) \cdot \Gamma(3/4)} = \frac{\left\{ \Gamma(1/4) \right\}^2}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot \pi}. \end{aligned}$$

Stelt nu: $\cos t = z^2$ zoodat:

$$\int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt{\cos t}} = -2 \cdot \int_1^0 \frac{dz}{\sqrt{1-z^4}} = 2 \cdot \int_0^1 \frac{dz}{\sqrt{1-z^4}}$$

derhalve:

$$\int_0^1 \frac{dz}{\sqrt{1-z^4}} = \frac{1}{2} \cdot \int_0^{\pi/2} \frac{dz}{\sqrt{\cos t}} = \frac{\left\{ \Gamma(1/4) \right\}^2}{4 \cdot \sqrt{2} \cdot \pi}.$$

Opmerking verdient nog dat er voor de Gamma-functie twee symbolen gebruikt worden n.l.:

Volgens Legendre: $\Gamma(x)$

Volgens Gauss: $\Pi(x)$
daarbij is:

$$\Pi(x) = \Gamma(x + 1)$$

Literatuur:

Nielsen. „Handbuch der Theorie der Gamma-funktion”.

Jahnke und Emde. „Funktionentafeln mit Formeln und Kurven”.

De Vries. „Leerboek der Differentiaal- en Integraalrekening”.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Normalisatie.

Bij het Secretariaat van den Normalisatieraad — Bragaweg 38, Bandoeng zijn verkrijgbaar gesteld de navolgende normaalbladen:

- N 411: Stalen kousen voor Manillatouw.
- N 560: Wit Manillatouw. Driestrengs wantslag.
- N 561: Idem. Idem. Algemeene voorschriften en uitvoering der keuringsproeven.
- N 675: Klinknagels met steelmiddellijn kleiner dan 6 mm.
- N 692: Sterkstroomkabel met papierisolatie. Keuringsvoorschriften I. Geldigheid. Beproevingsspanningen. Gelijkmaticheid der isolatie.
- N 693: Idem. Idem II. Geleidbaarheid. Capaciteit. Isolatieweerstand.
- N 694: Idem. Idem III. Diëlectrische verliezen Meetstaten.
- N 695: Idem. Idem IV. Tijd- spanningsproef. Buigbaarheid.
- N 696: Idem. Idem V. Constructie.
- N 798: Verzinkte staaldraadkabels voor scheepsgebruik. Staand want. Dit blad vervangt het vervallen normaalblad N 293: Verzinkte ijzer- en staaldraadkabels voor scheepsgebruik.
- N 801: Passingen. Beginselen en definities I.
- N 802: Idem. Idem II. Door de I. S. A. aanbevolen passingen.
- N 803: Idem. Tolerantie waarden. Grensmaatligingen.
- N 804 t/m 809: Idem. Maatverschillen. Gaten en assen.
- N 810: Idem. Waarden ter berekening van de maatverschillen voor kalibers.
- N 811 t/m 817 en 820 t/m 825: Idem. Maatverschillen. Kalibers voor gaten en assen.
- N 385: Verzinkt staaldraad (in het bijzonder voor zwakstroomlijnen).
- N 386: Hard electrolytisch koperdraad B en bronsdraad (idem).
- N 387: Verzinkt staaldraad, hard electrolytisch koperdraad B en bronsdraad (idem). Algemeene voorschriften en keuringsproeven.

Stichting voor Materiaalonderzoek.

Van bovengenoemde Stichting, gevestigd te 's Gravenhage, Prinsessegracht 23, is als Mededeeling No. 11 verschenen het Tweede Verslag van de Com-

missie voor het onderzoek van Hydraulische bindmid- delen en Beton.

Deze mededeeling wordt franco aan belangstel- lenden toegezonden tegen storting van f 0,75 op de postrekening van de Stichting, No. 164188, 's Gra- venhage.

BOEKBESPREKING.

P. Büstraan.

„Hefwerktuigen”.

Uitg. Æ. E. Kluwer; Deventer; 216 blz., 242 fig. Prijs ing. f 3,95; geb. f 4,70.

Dit werk is bedoeld als beknopt leerboek voor mid- delbaar technisch onderwijs en zelfstudie.

Zooals in het voorwoord van den schrijver is ver- meld, is de wijze van behandeling van de stof ge- baseerd op de kennis, welke de leerlingen bij den aanvang van het tweede studiejaar van de M. T. S. bezitten van de toegepaste en theoretische mechanica en van de machineonderdeelen voor de algemeene werktuigbouwkunde.

Het zwaartepunt is gelegd in de onderdeelen der hefwerktuigen, de kleine hefwerktuigen en de lieren, terwijl voor de groote hefwerktuigen volstaan is met een algemeen overzicht.

In de eerste acht hoofdstukken, omvattende de helft van het boekwerk, zijn achtereenvolgens be- handeld: bevestigingsmiddelen voor de last, trekorga- nen, schijven en trommels, lasthaken, pallen en pal- wielen, eenige onderdeelen uit de algemeene werk- tuigbouw (bewegingsschroeven, tandwielen, worm en wormwiel enz.) en tenslotte reminrichtingen.

In het negende hoofdstuk zijn een 40-tal pagina's gewijd aan de behandeling van de kleine hefwerk- tuigen: schroefvijzels, gewone takels, schroef- en wormtakels, tandwieltakels, electrische takels, dom- mekrachten en hydraul. vijzels.

De diverse soorten lieren en lierwerken zijn beschreven in hoofdstuk tien, terwijl hoofdstuk elf een overzicht geeft van de grootere hefwerktuigen (loopkatten en kranen).

In hoofdstuk twaalf wordt het werk besloten met de voor hefwerktuigen gebruikelijke electrische aan- drijvingen.

De overzichtelijke wijze van behandeling van de stof, waarbij uitgewerkte berekeningsvoorbeelden zijn gegeven en de verduidelijking door een groot aantal teekeningen, maken het werk niet slechts ge- schikt als leerboek ten behoeve van het middelbaar onderwijs, doch eveneens ter raadpleging door prac- tici.

Alles bijeen genomen een welverzorgde uitgave, welke voor practijk en studie van de hefwerktuigen van waarde zal blijken te zijn.

H.

G. Arendzen en J. J. Vriend.

„Modern Stucadoorwerk”.

Uitg. Kosmos, Amsterdam; 142 bladzijden, 136 foto's en teekeningen.

Met dit handboek voor architecten, bouwkundigen en stucadoors, is een belangrijke bijdrage geleverd

voor juiste kennis en afwerking van stucadoorwerk.

In hun voorwoord wijzen de schrijvers erop, hoe het stucadoorwerk een steeds belangrijkere plaats inneemt in de rij der mogelijkheden tot afwerking van gebouwen, zoodat ook steeds meer de nadruk dient te vallen op den eisch, dat de uitvoering onberispelijk en strak zij.

Op zeer overzichtelijke en beknopte wijze is de stof door deze bekende publicisten over bouwkundige onderwerpen behandeld.

Na in het eerste hoofdstuk doel en toepassing van stucadoorwerk en de eigenschappen van het materiaal te hebben beschouwd, vinden in hoofdstuk II de verschillende mortels behandeling, waarvan de eigenschappen en samenstelling, de grondstoffen en de bereiding en tot slot de keuring worden beschreven.

Hoofdstuk III betreft draagconstructies en mortel-verhoudingen en geeft, evenals het slothoofdstuk, meerder begrip van het moderne bouwen.

In hoofdstuk IV worden de verschillende wijzen van bewerking beschreven, terwijl hoofdstuk V de uitvoering behandelt.

Het laatste hoofdstuk betreft de verschillende constructiewijzen van stucadoorwerk. Zoo worden o.a. de constructie van muren en wanden voor geluids- en warmte-isolatie, en de isolatiemiddelen beschreven.

Wij twifelen er niet aan of dit handboek zal een waardevol bezit blijken te zijn voor diegenen, die met de uitvoering van stucadoorwerk in aanraking komen.

De verzorging van tekst en plaatwerk laat niets te wenschen over.

H.

PERSONALIA.

Dr. ir. J. Westerveld, ambt. met buitenl. verlof, laatstelijk ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw, is op verzoek, eervol uit 's Lands dienst ontslagen, gerekend van ult. Januari 1936.

Aan ir. P. J. Winkler Prins, ingenieur t/b hoofd afd. Nijverheid v/h Dept. van E. Z., is wegens acht-jarigen dienst tien maanden verlof naar Europa verleend, ing. 17 Aug. 1936.

Aan ir. E. H. P. Dingemans, ingenieur bij den P. T. T.-dienst, idem wegens zes-jarigen dienst acht maanden, ing. 16 April 1936.

Ir. P. de Gruyter, ambt. op non-act., laatstelijk ingenieur bij 's Lands Waterstaat, is op verzoek eervol uit 's Lands dienst ontslagen, gerekend van ult. Aug. 1935.

Ir. A. Veldman, ingenieur bij de S. S., is belast met de functiën van hoofd van de hoofdwerkplaats te Mangarai.

Ir. G. ter Bruggen, ambt. op non-act., is herbenoemd tot ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw.

Ir. O. J. C. Indra, idem, is herbenoemd tot ingenieur bij de S. S. en geplaatst bij den Techn. Dienst te Madioen.

Ir. A. J. H. van Leeuwen, hoofdingenieur, hoofd van de afd. Radio, Telegraaf en Interlocale Lijntechniek bij den P. T. T., is op verzoek eervol

uit 's Lands dienst ontslagen onder dankbetuiging voor de door hem aan den Lande bewezen langdurige diensten ing. 23 Maart 1936.

Irs. D. van Riemsdijk en Ong Thwan Tjiang, ambt. op non-act., zijn herbenoemd tot ingenieur bij 's Lands Waterstaat en ter besch. gest. van de prov. M.-Java.

Aan ir. W. Hofland, ingenieur bij de S. S., is wegens acht-jarigen dienst tien maanden verlof naar Europa verleend, ing. 16 Sept. 1936.

Ir. R. M. Koesoemaningrat, ambt. op wachtgeld, is herbenoemd tot ingenieur bij 's Lands Waterstaat en toegevoegd aan den Resident der Z. en O. afd. van Borneo.

Aan ir. A. Huismann, hoofdingenieur bij 's Lands Waterstaat, is op verzoek eervol ontslag uit 's Lands dienst verleend, ing. 31 Maart 1936.

Ir. Th. M. W. A. de Rozario, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, is ter besch. gesteld van de prov. M.-Java en benoemd tot hoofdingenieur, hoofd van de prov. Wat. afd. Serajoe, met ing. van 1 April 1936.

Ir. P. F. Binkhorst, ingenieur bij de S. S., is overgeplaatst van den Techn. Dienst te Bandoeng naar de Exploitatie der Westerlijnen te Batavia, ing. begin Mei 1936.

Ir. J. G. Hissink, idem, idem van de Exploitatie der Westerlijnen te Poerwokerto naar den Techn. Dienst te Bandoeng.

Ir. P. Ph. Steneker, ambt. op non-act., is herbenoemd tot ingenieur bij 's Lands Waterstaat en ter besch. gest. van de prov. M.-Java.

Ir. J. van Heek, ingenieur bij den dienst van den Mijnbouw, is overgeplaatst van het bedrijf der Ombilinsteenkolenmijnen naar dat der Boekit-Asamsteenkolenmijnen.

Aan ir. W. Lammers, hoofd van den Prov. Waterstaat van Oost-Java, is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof naar Europa verleend, ing. in de 2e helft van Juli 1936.

Ir. L. P. Stephan, ingenieur bij de S. S., is overgeplaatst van de exploitatie der Westerlijnen naar den Techn. Dienst te Soerabaja-Goebeng.

Ir. M. J. Th. Nittel, idem, is overgeplaatst van de exploitatie der Oosterlijnen naar die der Westerlijnen te Batavia.

Aan ir. J. P. de Geus, ingenieur bij 's Lands Baggerbedrijf, is wegens zeven-jarigen dienst negen maanden verlof naar Europa verleend, ing. 16 Nov. 1936.

Ir. F. Weiffenbach, kapitein der artillerie, is uit Nederland teruggekeerd en geplaatst bij de Pyrotechnische werkplaats te Bandoeng.

Ir. W. Swaan, ambt. op non-act., is herbenoemd tot ingenieur bij 's Lands Waterstaat en ter besch. gesteld van de Provincie Midden-Java.

Ir. F. M. Ch. Berkhout, idem, idem en geplaatst op het departement van V. en W.

Aan ir. N. H. Go, wd. leeraar bij de K. W. S. te Batavia, is wegens zeven-jarigen dienst negen maanden verlof naar Europa verleend, ing. 16 Juli 1936.

Ir. J. H. van Rhee, is benoemd tot ingenieur bij de N. I. S. te Semarang.

Ir. K. Scholtens, ingenieur bij de B. P. M., is overgeplaatst van Tarakan naar Pangkalan Brandan.

Ir. J. A. W. in de Betouw v. d. Voort, idem, is van Pladjoe vertrokken met Europeesch verlof.

Ir. H. W. O. de Bruyn, idem, is uit Holland aangekomen en geplaatst te P. Brandan.

Ir. P. J. Rosenwald, idem, is overgeplaatst van Balikpapan naar Pladjoe.

Ir. M. L. Kalff en dr. A. Schärer, idem, zijn uit Europa aangekomen te Balikpapan.

Ir. A. van Duursen, idem, is overgeplaatst van Sambodja naar Louise.

Dr. J. J. Dozy, dr. in de Wis- en Natuurkunde, is bij de B. P. M. overgeplaatst van Balikpapan naar Nw. Guinea.

Ir. M. Kreischer, ingenieur bij de B. P. M. wordt na ommeekomst Eur. verlof in Europa geplaatst.

Ir. O. M. Planten, idem, is van Balikpapan met ontslag naar Europa vertrokken.

Ir. L. E. J. Brouwer, idem, is van Tarakan vertrokken met Europeesch verlof.

venen bedroeg 35, waarvan 10 een tijdelijke betrekking. Dus:

ci	14
ei	1
mi	1
bi	2
t	7
wi	10

Totaal 35

In de periode van 1 April 1935 tot 5 September 1935 werden verder bijgeschreven 1 ei en 2 wi, terwijl 3 ci, 1 bi, 3 t en 2 wi een werkring vonden, waarvan 7 een tijdelijke betrekking bekleedden.

Het aantal ingeschrevenen bedroeg derhalve:

ci	11
ei	2
mi	1
bi	1
t	4
wi	10

Totaal 29

Van dit aantal werden afgeschreven 5 ci, 1 ei, 1 t en 3 wi, naar aanleiding van het niet beantwoorden der vragen, gesteld in de circulaire dd. 5 Augustus 1935, zoodat dus per 5 September 1935 het aantal bedroeg:

ci	6
ei	1
mi	1
bi	1
t	3
wi	7

Totaal 19

In de periode van 5 September 1935 tot en met 31 December 1935 werden nog bijgeschreven: 2 ci, 1 ei, 1 wi, waarvan 2 ci, 1 ei, 1 t en 1 wi een werkring vonden en 1 ci zich zonder opgave van reden heeft laten afschrijven. Van dit aantal bekleedden 6 een tijdelijke betrekking. De stand van het aantal ingeschrevenen is dus:

ci	5
ei	1
mi	1
bi	1
t	2
wi	7

Totaal 17

(Specificatie opgemaakt op den 12den Februari 1936).

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

BUREAU VOOR PLAATSING VAN WERKLOOZE INGENIEURS

Verslag 1935.

Op 1 Januari 1935 bedroeg het aantal ingeschrevenen:

Civielingenieurs	{	Delft	3	}	13
		Bandoeng	9		
		Buitenland	1		

Electr. ingenieurs 2

Mijn ingenieurs 1

Bouwkundig ingenieurs 2

Technologen 6

Werkt. ingenieurs 9

Totaal 33

In het eerste kwartaal 1935 werden nog bijgeschreven 1 ci, 1 wi en 1 t, terwijl 1 ei een werkring vond, zoodat op 1 April 1935 het aantal ingeschrevenen bedroeg:

Mutatiestaat loopende van 1 Jan. '35 t/m 31 December '35.

	1 Jan. '35			1 April '35			5 Sept. '35			31 Dec. '35			12 Feb. '36
	Aantal	bij	af	Aantal	bij	af	Aantal	bij	af	Aantal	bij	af	
ci	13	1	—	14	—	3	11	—	5	6	2	3	5
ei	2	—	1	1	1	—	2	—	1	1	1	1	1
mi	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1
bi	2	—	—	2	—	1	1	—	—	1	—	—	1
t	6	1	—	7	—	3	4	—	—	3	—	—	2
wi	9	1	1	10	2	2	10	—	3	7	1	1	7

Excursie naar de Goodyear-fabriek te Buitenzorg.

Op Vrijdag 14 Februari j.l. werd door de leden van Kring I en Kring II een bezoek gebracht aan de Goodyear-fabriek te Buitenzorg, daartoe door de Directie van genoemde fabriek welwillend in de gelegenheid gesteld. Het aantal deelnemers — voor het overgrootste deel uit Bandoeng afkomstig — was zeer bevredigend, terwijl door de op hoogen prijs gestelde aanwezigheid van verscheidene dames de gezelligheid van het bezoek en vooral van de daarop gevolgde gemeenschappelijke lunch in hotel Dibbets zeer werd verhoogd.

De Bandoengsche deelnemers vertrokken in den vroegen morgen tusschen half zeven en zeven uur in een tiental auto's en na een genotvolle rit werd tegen negen uur bij het welbekende restaurant op den Poentjak-pas halt gehouden om even een kop koffie en het schitterende uitzicht te genieten. Lang kon echter niet gebleven worden, daar de Goodyear het gezelschap om tien uur verwachtte.

Even na tien was het geheele gezelschap — Bandoengers en Batavianen — bij de fabriek verzameld en na de begroeting door de Directie en het plaatsen van de noodige handteekeningen in het gastenboek, werd het gezelschap verzocht zich buiten op het grasveld vóór de fabriek te verzamelen. Daar opende de Voorzitter van Kring II deze gemeenschappelijke vergadering van de Kringen I en II, waarna door den heer Bellknapp, technisch Directeur van de Goodyear, en den heer ten Harmsen, ingenieur, korte inleidingen werden gehouden. Vervolgens werd het gezelschap in vijf groepen verdeeld, welke ieder onder leiding van een technicus der fabriek hun rondgang begonnen.

Een uitgebreide beschrijving van de inrichting der fabriek zal hier niet gegeven worden. Men ga liever zelf eens kijken naar dit zeer interessante bedrijf. Heel in het kort volgen hier enkele details. De elektrische energie wordt geleverd door het Gebeo en dient voor het aandrijven van de motoren van de walsen voor het kneden en mengen van de rubber; van die voor de calender, waar zeildoek van een laag rubber wordt voorzien; van die voor transporteurs

enz. en tenslotte voor de motoren van de luchtcompressoren en waterpompen. In het machinegebouw staan nog een aantal ketels voor het verkrijgen van stoom van een druk van 200 lbs/sq". Deze stoom wordt gebruikt bij het vulcaniseeren der banden. Zeer vernuftig gaat het lasschen van de beide einden van de rubberslang, welke tot een binnenband moet „uitgroeien". De beide einden van de slang worden in de machine tegenover elkaar geplaatst. Een warm mes valt neer en snijdt de einden evenwijdig af. Klampen brengen de einden bij elkaar, waarna ze gedeeltelijk worden ge vulcaniseerd. Dit alles gebeurt geheel automatisch en op tijd met behulp van een telechroon klok, die alle kleppen enz. op tijd bedient, terwijl het verwarmen van de messen tot op 1° F nauwkeurig door een pyrometer geregeld wordt.

Het vulcaniseeren geschiedt eveneens met behulp van tijdrelais, terwijl temperatuur en druk zeer nauwkeurig constant worden gehouden. Het is zeer interessant te zien hoe de werkman, na den band in de machine te hebben gedaan, op een knop drukt en het verder aan de diverse relais overlaat, die na den vastgestelden tijd de machine openen, zoodat de band kant en klaar ge vulcaniseerd er uit komt.

Na een rondgang van ruim twee uren werd afscheid genomen van Directie en rondleiders der Goodyear-fabriek onder dank voor het buitengewoon interessante bezoek. De Directie was tevens zoo vriendelijk mede te deelen, dat alle leden, die heden niet in de gelegenheid waren aan de excursie deel te nemen, van harte welkom waren, wanneer zij de fabriek zouden wenschen te bezoeken. Daarna vertrok het gezelschap naar het welbekende hotel Dibbets, waar, nadat de dorst gelescht was, aan een zeer genoeijelijke lunch werd aangezet. Eerst tegen half vier vertrokken de deelnemers weer naar Bandoeng en Batavia terug, zeer voldaan over dezen dag.

v. E.

BESTUURSMEEDEDELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde nieuwe leden.

De in nummer 2 van dezen jaargang voorgestelde nieuwe leden zijn aangenomen.

Tot gewoon lid worden voorgesteld:

D. H. Heuterman, directeur der gasfabriek te Soerabaja.

H. S. Hoven, directeur van het Gasbedrijf der N.-I. Gas Mij., te Bandoeng.

Tot junior lid worden voorgesteld:

W. H. Appel, student aan de Technische Hoogeschool te Bandoeng.

C. A. van Vrijberghe de Coningh, candidaat civiel-ingenieur, te Bandoeng.

Eventueele bezwaren tegen deze candidaatstelling worden voor 10 Mei a.s. ingewacht bij het secretariaat, Bragaweg 38, Bandoeng.



Deelnemers aan de excursie.

III. ELECTROTECHNIEK EN WERKTUIGBOUW.

INHOUD: De zekerheid tegen vleugelbreuk bij moderne jagers en duikbommenwerpers, door dr. ir. G. Otten.

De zekerheid tegen vleugelbreuk bij moderne jagers en duikbommenwerpers

door

dr. ir. G. OTTEN,

kapitein bij de Militaire Luchtvaartafdeeling te Bandoeng.

Voordracht, gehouden voor den Kring Bandoeng van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs op 10 Januari 1936.

a. Inleiding.

Wanneer een vliegtuig zich horizontaal in een rechte lijn met constante snelheid voortbeweegt, dan werken daarop krachten, die in een soort statisch evenwicht verkeerden. De belangrijkste van deze krachten zijn het gewicht van het vliegtuig, de opwaartsche druk of de lift op de vleugels en de staartvlakken, de trekkracht van de luchtschroef en de luchtweerstand van het vliegtuig.

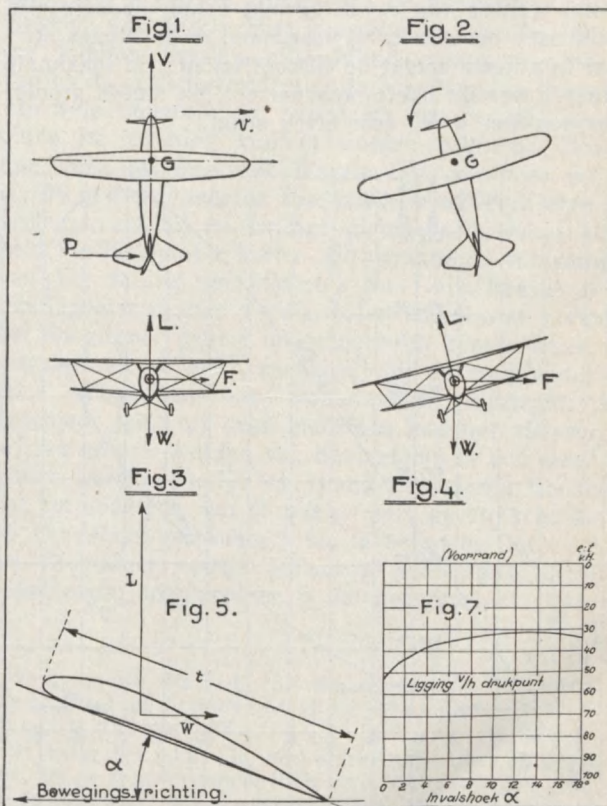
Wil men nu de machine van haar baan doen afwijken, dan is daartoe noodig, dat aan het bestaande krachtenstelsel een nieuwe kracht of nieuwe krachten worden toegevoegd. Wenscht de bestuurder van een vliegtuig b.v. een linkerbocht te maken, dan wordt door hem de stand van het richtingsroer gewijzigd zooals aangegeven in fig. 1.

Dit roer vormt nu met het verticale stabilo een soort vleugel, die onder een zekeren invalshoek op den windstroom staat, zoodanig, dat de luchtkracht P gevormd wordt. Het resultaat van deze luchtkracht is, dat het vliegtuig zich met een snelheid v naar rechts zal verplaatsen, waardoor aan de rechterzijde van het vliegtuig weder luchtkrachten, gericht tegen deze beweging in, zullen optreden. Deze luchtkrachten en de kracht P vormen een koppel, dat het vliegtuig doet draaien als aangegeven in fig. 2. Zoodra de machine echter begint te draaien treedt er een midelpuntvliedende kracht F , aangrijpende in het zwaartepunt, op (fig. 3). Hierdoor zal het vliegtuig nog meer naar rechts willen uitwijken, tenzij het toestel in een schuinen stand gebracht wordt, in welk geval, als aangegeven in fig. 4, de kracht F , met behulp van de luchtkrachten op de vleugels, wordt opgeheven.

Het is duidelijk, dat in het laatste geval de lift groter is dan bij de horizontale vlucht, waarin zij bij benadering gelijk is aan het gewicht van het vliegtuig.

Wenscht men nu de sterkte na te gaan, die een vleugel moet bezitten om met het vliegtuig verschillende bewegingen te kunnen uitvoeren, dan is het van belang om naast de grootte van de optredende luchtkrachten, het aangrijppingspunt van die krachten te kennen.

Het lijkt daarom gewenscht vóór de bespreking van de belastingen, die optreden bij de verschillende manoeuvres, althans een gedeelte der eigenschappen van den vleugel in herinnering te brengen.



b. Krachten op den vleugel.

Wanneer een vleugel zich met een zekere snelheid voortbeweegt, dan ontstaan daarop luchtkrachten, die ontbonden worden in krachten loodrecht op de bewegingsrichting, die te zamen de lift opleveren, en krachten evenwijdig aan die richting, die den weerstand vormen. Evenals dat het geval is bij alle aerodynamische krachten, wordt ook van de krachten op den vleugel aangenomen, dat zij evenredig zijn met de luchtdichtheid ρ , met het vierkant van de snelheid V en met een oppervlak, zoodat voor de lift en den weerstand resp. geschreven kan worden:

$$L = \frac{1}{2} \cdot c_a \cdot \rho \cdot V^2 \cdot F$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot V^2 \cdot F$$

waarin F het vleugeloppervlak voorstelt en c_a en c_w de lift- en weerstandscoefficienten genoemd worden. Genoemde coefficienten zijn geenszins constant doch, behalve van de doorsnede of het profiel van den vleugel en den omtrekvorm daarvan, in hooge mate afhankelijk van den invalshoek α , die gevormd wordt door de bewegingsrichting van den vleugel en de raakklijn aan de onderzijde van het vleugelprofiel (zie fig. 5).

Laat men den hoek α steeds grooter worden, dan wordt de liftcoëfficiënt c_a bij een bepaalde waarde van α positief en stijgt dan practisch volgens een rechte lijn, totdat hij bijna zijn maximale waarde bereikt heeft, om daarna met een steeds geringer wordende stijging dit maximum te bereiken, waarna tenslotte een vrij scherpe daling intreedt (zie fig. 6).

Een geheel ander verloop heeft de weerstandscoefficiënt c_w ; deze neemt aanvankelijk, na het positief worden van c_a af, bereikt echter spoedig zijn minimum om dan eerst langzaam, doch allengs sterker te stijgen, totdat de liftcoëfficiënt zijn maximale waarde bereikt heeft, waarna met het steeds grooter worden van α , c_w zeer sterk stijgt.

Zooals uit de figuur valt af te leiden, is de weerstandscoefficiënt in het eigenlijke vlieggebied, dat zich uitstrekt tot daar waar c_a zijn maximale waarde bereikt, aanmerkelijk kleiner dan de liftcoëfficiënt. Houdt men verder in het oog, dat het weerstandsmoment van den vleugel in de richting van den weerstand gemakkelijk belangrijk grooter gemaakt kan worden dan dat moment in de richting van de liftkrachten, dan is het duidelijk, dat met den vleugelweerstand, wat betreft de sterkte van den vleugel, pas in de tweede plaats rekening behoeft te worden gehouden. Wij zullen aan den weerstand van den vleugel dan ook verder geen aandacht schenken.

Van grooter belang voor de beschouwing van de verschillende belastingsgevallen van den vleugel is het punt, waarin de resultante der luchtkrachten aangrijpt. Dit aangrijpingspunt, het drukpunt genaamd, is niet constant, doch verplaatst zich met het grooter worden van c_a naar den voorkant van den vleugel en wel, totdat genoemde liftcoëfficiënt ongeveer zijn maximale waarde bereikt heeft, waarna een terugloopen plaats heeft, zooals te zien is in fig. 7, waarin het verloop van het drukpunt voor een bepaalden vleugel opgenomen is, en waarbij de drukpuntsafstand e van den vleugelvoorrand in procenten is uitgedrukt van de vleugeldiepte of koordelengte t .

Dikwijls, vooral in de Engelsche en Amerikaansche gegevens van vleugelprofielen, wordt het drukpuntsverloop niet in een grafiek neergelegd, doch vastgelegd met behulp van de gegevens:

- a. meest voorwaartsche ligging van het drukpunt = c_1 ;
- b. meest achterwaartsche ligging = $c_2 + \frac{c_3}{c_a}$,

waarin dan de c 's de bij het profiel behorende constanten zijn, uitgedrukt in koordelengten. Als gemiddelde waarden van een aantal vleugels vindt men $c_1 = 0,285$ $c_2 = 0,250$ $c_3 = 0,054$.

Het drukpuntsverloop zelf is een zeer onaangename eigenschap van de vleugels. De constructeur dient er mede rekening te houden, dat daardoor bij een groote c_a , dus normaal bij een geringe snelheid, het voorste gedeelte van den vleugel het meest belast wordt, terwijl bij een kleine c_a of als regel bij een groote snelheid zulks juist voor het achterste gedeelte het geval is. Dit maakt, dat bijv. bij een vleugel met twee langsliggers in het eene geval de de voorlangsligger een groot gedeelte van de belasting zal moeten opnemen, terwijl in het andere geval juist de achterlangsligger het meest belast wordt. Men streeft er dan ook reeds sinds jaren naar om vleugelprofielen te vinden, die, naast andere goede aerodynamische eigenschappen, een geringe drukpuntsverloop bezitten. In de fig. 8 en 9 zijn aangegeven de plaatsen, waar bij een tweetal vleugels van militaire vliegtuigen de drukpunten liggen bij hoogen inval (grooten invalshoek, groote c_a) en bij de maximum snelheid (lagen inval, kleine c_a).

Bevindt het vliegtuig zich in de rugvlucht, dan gedraagt de vleugel zich hierbij als een met een minder goed profiel in de gewone horizontale vlucht. De belastingen zijn nu van richting veranderd, terwijl mede tengevolge van de in dat geval kleine maximale

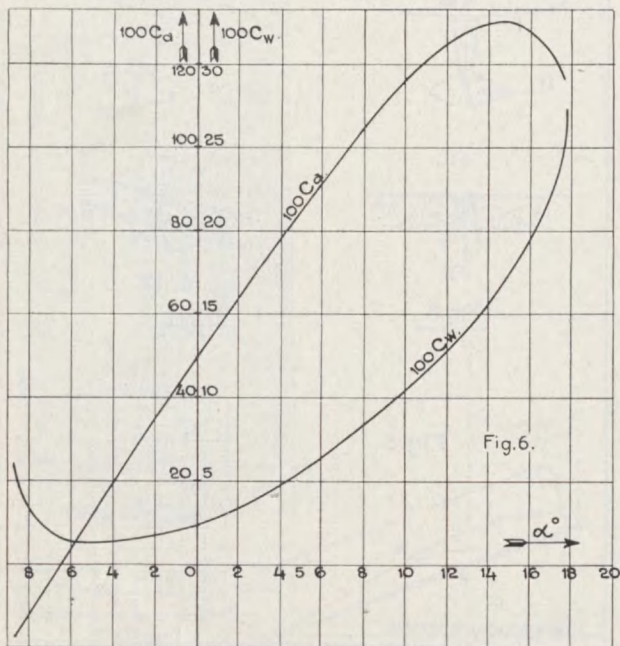


Fig. 6.

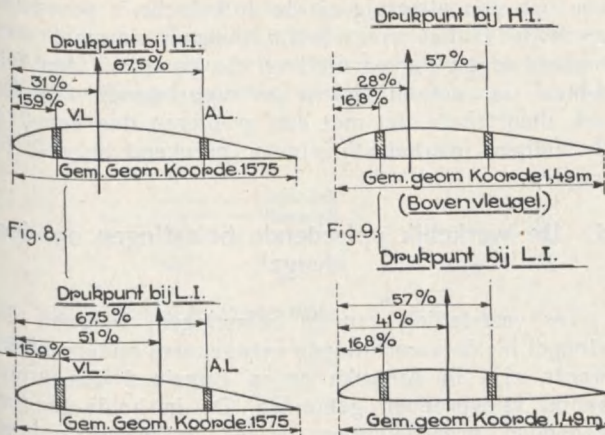


Fig. 8. Amerikaansche Eenzitsjager. Max. snelheid 285 km/h. Bouwjaar 1930.

Fig. 9. Eenzitsjager. Bouwjaar 1932. Max. snelheid 285 km/h.

c_a , in de sterkteberekeningen aangenomen wordt, dat bij deze belasting het drupunt zoo ver mogelijk naar voren ligt, waaruit weder volgt, dat dit belastingsgeval dus voornamelijk voor den voorligger van den vleugel van belang is.

In de verticale duikvlucht, dit is de vlucht, waarbij het vliegtuig zich met een zekere snelheid loodrecht naar de aarde beweegt, is de lift op den vleugel bij benadering nul. Behalve aan den luchtweerstand is de vleugel nu onderworpen aan een moment, dat den vleugelnus omlaag wil drukken en den achterrand omhoog (zie fig. 10). Voor de grootte van dit moment is per eenheid van de vleugellengte of de spanwijdte te schrijven

$$M = \frac{1}{2} \cdot c_m \cdot \rho \cdot V^2 \cdot t^2$$

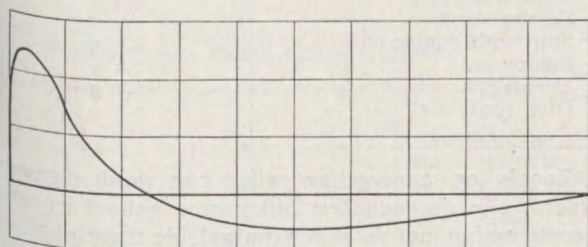
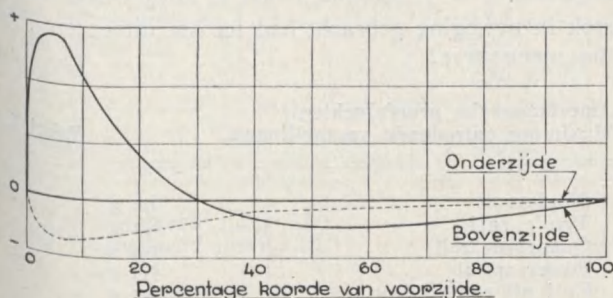


Fig. 10. Drukverdeling over een profiel bij een hoek, waarbij lift is 0.

waarin de momentencoefficiënt c_m afhankelijk is van den vorm van den vleugel en van de grootte van den liftcoëfficiënt.

Daar in de duikvlucht de liftcoëfficiënt constant is, volgt hieruit, dat bij een bepaald vliegtuig het moment in de duikvlucht alleen afhankelijk is van de duiksnelheid.

Hoewel verder, tengevolge van de normaal geëischte lage zekerheden tegen de mogelijke belastingen in de duikvlucht, het moment dikwijls reeds een secundaire rol speelt ¹⁾, volgt uit het voorgaande, dat het van voldoende sterkte zijn van de langsliggers om dit vleugelmoment te kunnen opnemen, nimmer een grondslag kan vormen voor de sterkte van den vleugel in andere belastingsgevallen, daar in laatstgenoemde gevallen juist het vliegtuiggewicht de voornaamste factor is.

c. De theoretisch mogelijke maximale belasting van den vleugel.

Uit de onder b gestelde vergelijking voor de lift volgt, dat de grootste belastingen van den vleugel zullen optreden, als de maximale liftcoëfficiënt c_a in de snelste vlucht, dit is in de duikvlucht, bereikt wordt. Daar het mogelijk kan zijn, dat bij het optreden van de maximale belasting de vliegsnelheid dan afgenomen is, komt de vraag allereerst naar voren, welke tijd benodigd is voor het brengen van het vliegtuig uit den stand, waarbij de invalshoek van den vleugel overeenstemt met waarde $c_a = 0$ tot in dien, waarbij deze coëfficiënt zijn maximum nadert. Het is duidelijk, dat genoemde tijdsduur afhankelijk is van de grootte van de horizontale roervlakken, van de krachten, die op deze door den vlieger kunnen worden uitgeoefend, van het gewicht van en de gewichtsverdeling in het vliegtuig, kortom van vele factoren, die alleen bij een bepaalde machine in rekening kunnen worden gebracht. Doch hoe deze factoren ook mogen zijn, wanneer men bij de gewone vluchten een vrij beweeglijk vliegtuig verlangt, zal bij de huidige machines de mogelijkheid van het in zeer korten tijd veranderen van stand van het toestel ten opzichte van zijn bewegingsrichting niet kunnen worden belet, vooral niet, indien het hoogteroer geheel of gedeeltelijk aerodynamisch uitgebalanceerd is ²⁾, zooals dit bij de meeste militaire vliegtuigen van Nederlandsch fabrikaat is geschied. Juist bij deze machines kan het vliegtuig bij het groter worden van de snelheid in een steeds korter wordenden tijd van stand veranderen, zonder dat het noodig is, dat de vlieger zeer groote krachten op den stuurstok behoeft uit te oefenen. Doch ook bij vliegtuigen zonder geheel of gedeeltelijk uitgebalanceerde hoogteroeren is dat het geval.

¹⁾ Men zie o.a.: U. S. Department of Commerce, Design Information for Aircraft, Washington, October 1934.

²⁾ Door Monteith werd er reeds in 1925 op gewezen, dat de sterktevoorschriften voor jagers met een gebalanceerd hoogteroer, zwaarder dienen te zijn dan voor jagers, die een dergelijk hoogteroer niet bezitten.

Neemt men bij de voorgaande beschouwingen in overweging, dat in alle gevallen, waarbij de limiet duiksnellheid nog niet geheel bereikt is, bij het begin van het optrekken uit de duikvlucht, de zwaartekracht nog een versnelling in de richting van de duikvlucht zal geven, dan is het duidelijk, dat van een snelheidsverlies van het vliegtuig tusschen dat begin en het optreden van de grootste vleugelbelasting practisch weinig sprake kan zijn.

Hierom zal in een sterkteberekening moeten worden aangenomen, dat laatstgenoemde belasting optreedt bij een snelheid, waarvan de grootte overeenkomt met de bereikte duiksnellheid.

Mag met het vliegtuig gedoken worden tot de limiet-duiksnellheid bereikt wordt, dan kan worden aangevoerd, dat o.m. toch de arbeid benodigd tengevolge van het stijgen van den weerstand, gedurende het begin van de optrekperiode onttrokken wordt aan de levende kracht, die het vliegtuig op dat oogenblik bezit, zoodat een snelheidsverlies plaats moet hebben. Gezien het korte tijdsverloop, dat bij die vliegtuigen bij ruw optrekken zeker beneden de seconde zal blijven, waarna de grootste belasting optreedt, behoeft het eigenlijk geen betoog, dat deze redeneering slechts theoretische waarde heeft en het moeilijk toegestaan kan worden daarvoor correcties aan te brengen.

Stelt men in de formule voor de lift $c_a = c_{a_{\max}}$ en $V = V_d$, waarin V_d de maximale toelaatbare duiksnellheid is, dan vindt men voor de theoretisch maximale belasting, die op den vleugel kan aangrijpen:

$$L_{\max} = \frac{1}{2} \cdot c_{a_{\max}} \cdot \rho \cdot V_d^2 \cdot F$$

Zij verder G het gewicht van het vliegtuig en $V_{\min}$ de minimale snelheid, waarbij nog juist met het toestel horizontaal kan worden gevlogen, dan geldt, de secundaire krachten weder buiten beschouwing gelaten:

$$G = \frac{1}{2} \cdot c_{a_{\max}} \cdot \rho \cdot V_{\min}^2 \cdot F,$$

zoodat de theoretisch mogelijke overbelastingsfactor

$$n = \frac{L_{\max}}{G} = \frac{V_d^2}{V_{\min}^2}, \text{ of in woorden:}$$

de theoretisch mogelijke overbelastingsfactor is gelijk aan het vierkant van het quotient van de toelaatbare maximale duiksnellheid en de minimale horizontale snelheid van het vliegtuig.

Daar bij de moderne jagers de toelaatbare duiksnellheid al spoedig het zesvoudige bedraagt van de minimale horizontale snelheid, volgt hieruit, dat men dus tot overbelastingsfactoren komt, die in de buurt van het 36-voudige liggen. Rekent men hierbij nog een zekerheid = 2 tegen breuk of grove materiaalvervormingen, trillingen enz., dan zou men deze vliegtuigen met een 72-voudige zekerheid moeten bouwen om ook theoretisch zeker te zijn, dat nimmer een vleugelbreuk zal kunnen optreden. Het spreekt vanzelf, dat onder die omstandigheden de bouw van jagers en duikbommenwerpers practisch onmogelijk zoude zijn. Genoemde zekerheid is echter in het geheel niet noodig, want hoewel in Amerika eenmaal een 10,5-voudige belasting bij het optrek-

ken van een vliegtuig uit de duikvlucht is geconstateerd ³⁾, is het menschelijk lichaam normaal niet bestand tegen een versnelling, die grooter is dan 7 à 8-maal de versnelling van de zwaartekracht, zoodat ook theoretisch niet met een grooteren dan een 7 à 8-voudigen overbelastingsfactor gerekend behoeft te worden.

d. De werkelijk optredende belastingen op den vleugel.

Ter vaststelling van de belastingen, waaraan de vleugel bij de verschillende manoeuvres onderworpen wordt, zijn in Amerika en in Engeland een groot aantal vliegproeven gehouden. De in beide landen gehouden proefnemingen waren in wezen geheel verschillend; de Amerikaansche proefvluchten, reeds in 1924 ⁴⁾ met thans geheel verouderde vliegtuigen uitgevoerd door piloten, die in de meeste gevallen de opdracht hadden met hun vliegtuigen de gevraagde bewegingen zoo snel mogelijk — dus zoo ruw mogelijk — uit te voeren, zijn niet direct vergelijkbaar met de Britsche proeven in 1931 ⁵⁾, genomen met moderner vliegtuigen en uitgevoerd door piloten, die de opdracht hadden hun handelingen zoo correct mogelijk te verrichten en hun vliegtuigen niet zwaarder te belasten, dan dit bij de gewone manoeuvres het geval zoude zijn.

Toch zijn juist daarom beide soorten proeven naast elkaar zeer waardevol. De gevonden uitkomsten van de Amerikaansche proefvluchten, waarvan de belangrijkste gegevens opgenomen zijn in tabel 1, bewezen practisch dat, genomen over alle manoeuvres, de grootste versnellingen bij het vliegtuig werden waargenomen bij het optrekken uit de duikvlucht en wel ongeveer $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ seconde, nadat de vlieger den stuurstok in beweging gebracht had tot het uitvoeren van die manoeuvre.

Amerikaansche proefvluchten.
Maximum optredende versnellingen.

Tabel 1.

Single roll	6,2 g
Triple roll	6,4 g
Quadruple roll	7,4 g
Power spiral	5,5 g
Roll off top of loop	3,2 g
Immelman turn	4,4 g
Vertical bank	5,7 g
Spin with engine on	2,3 g
Bumpy air	2,2 g
Looping	6,1 g
Dive (pull out)	7,8 g

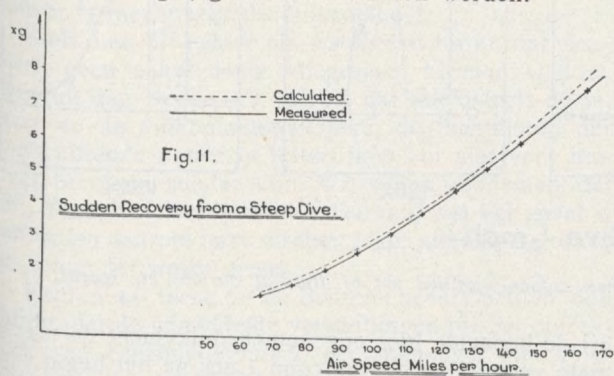
Zooals op eenvoudige wijze kan worden geverifieerd, zijn de gevonden uitkomsten geheel in overeenstemming met de onder **b** afgeleide theorie, alleen blijkt uit de gegevens nog niet, in hoeverre de werkelijke belastingen de theoretische benaderen. Bij een tegelijkertijd uitgevoerde serie proefvluchten, waarvan de resultaten grafisch opgenomen zijn in fig. 11, bleek, dat de verschillen tusschen de theoretisch en

3) N. A. C. A. report No. 307, Washington 1928.

4) N. A. C. A. report No. 203, Washington 1924.

5) Reports & Memoranda No. 1392, London 1931.

werkelijk mogelijke belastingen zeer gering zijn, en practisch geheel op rekening van niet te voorkomen onnauwkeurigheden, bijv. het eenigszins verbuigen van den vleugel, geschreven konden worden.



De grafiek laat tevens zien, in welke mate de mogelijke belastingen vermeerderen bij het vergrooten van de duiksnelheid.

In fig. 12 zijn voorts nog enkele diagrammen gegeven van versnellingen, die in de duikvlucht en bij het optrekken daaruit opgenomen zijn.

Daar het bij de Britsche proeven er niet om ging om de optredende maximale versnellingen en daarmee de grootste belastingen te meten, zijn de uitkomsten van die proefvluchten in de tabellen 2 en 3 iets anders samengevat. Achtereenvolgens zijn genoteerd de bij bepaalde manoeuvres gevonden gemiddelden van de versnellingen, de gemiddelden van de versnellingen, behorende tot die helft van de vluchten, waarin, voor de bepaalde manoeuvres, de vliegtuigen het meest belast werden, en tenslotte werden opgenomen de maximaal waargenomen versnellingen.

Eenzitsvliegtuigen. Britsche proefvluchten.

Tabel 2.

	Gemiddelde max. versnellingen	Gemiddelde max. versnellingen v.d. zwaarst belaste helft	Maximum optredende versnellingen	De maximum belasting trad op:
Rocket loop	2,95 g	3,35 g	4,40 g ¹⁾	{ bij het optrekken in de loop uit de duikvlucht
Normal loop	2,90 „	3,21 „	3,60 „	bij het optrekken
Half loop + roll out	2,90 „	3,15 „	3,50 „	bij het optrekken
Flick roll	3,10 „	3,41 „	3,70 „	
Slow roll	2,50 „	2,98 „	3,50 „	
Upward roll	2,90 „	3,31 „	4,80 „ ²⁾	bij het optrekken
Half roll + dive out	2,80 „	3,34 „	4,00 „	begin v.d. manoeuvre
Dive + pull out	3,15 „	3,58 „	4,00 „	bij het optrekken
Turn	2,80 „	3,06 „	3,80 „	
Gemiddeld	2,89 g	3,26 g	3,92 g	

1) Opvolgend cijfer 4,00.

2) Opvolgend cijfer 3,40.

Tweezitsvliegtuigen. Britsche proefvluchten.

Tabel 3.

	Gemiddelde max. versnellingen	Gemiddelde max. versnellingen v.d. zwaarst belaste helft	Maximum versnellingen	Plaats, waar maximum belasting optrad:
Normal loop	2,80 g	3,05 g	3,20 g	bij het optrekken
Half loop + roll out	2,45 „	2,83 „	3,50 „	bij het optrekken
Slow roll	2,30 „	2,97 „	3,30 „	
Half roll + dive out	2,60 „	3,29 „	3,70 „	begin v.d. manoeuvre
Turn	2,70 „	3,19 „	3,40 „	
Gemiddeld	2,57 g	3,07 g	3,42 g	

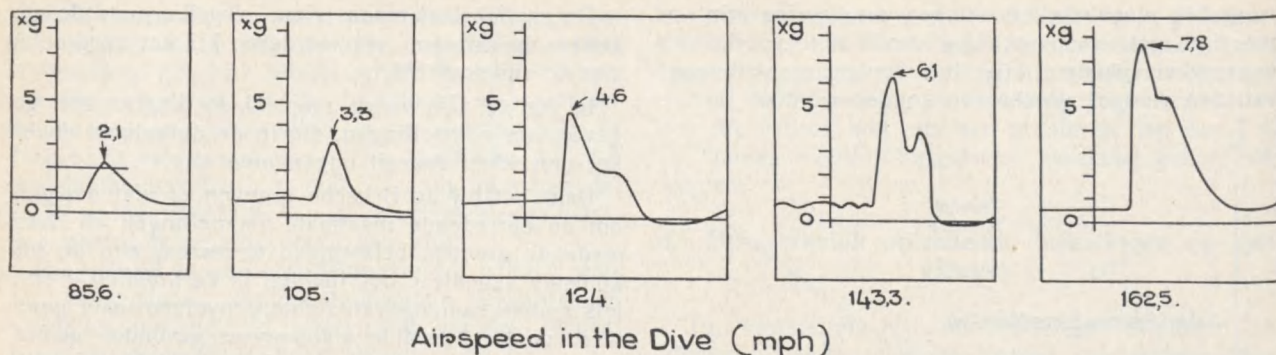


Fig. 12. Accelerations recorded on the Fokker PW-7 when suddenly pulled out of dives at various air speeds.

Volledigheidshalve zij hierbij nog vermeld, dat omstreeks het begin van 1935 langs de lijnen van de Imperial Airways en in Iraq gemeten werden de belastingen, die in ruw weder op de vleugels optraden. Deze belastingen bleken niet grooter te zijn dan ongeveer tweemaal het gewicht van het vliegtuig ⁶⁾.

Zooals uit de tabellen 2 en 3 volgt, werden door de Britsche piloten alleen met eenzitsvliegtuigen duikvluchten verricht, zoodat ook alleen van deze machines van die vluchten cijfers beschikbaar zijn. Uit de verkregen resultaten blijkt opnieuw, dat een vliegtuig inderdaad het meest belast wordt bij het optrekken uit de duikvlucht.

De gemiddelde waarden van de gevonden versnellingen spreken hier voor zich zelf, terwijl betreffende de gevonden maximale versnellingen in het Report en Memoranda No. 1392, waaruit de tabellen zijn afgeleid, medegedeeld wordt, dat de hoge waarden verkregen in de upward roll en de rocket loop, een gevolg waren van niet geheel juist uitgevoerde manoeuvres. Hiermede is tevens aangetoond, zooals trouwens in het report wordt opgemerkt, dat bij minder goed uitgevoerde manoeuvres de belastingen vrij belangrijk boven het normale kunnen stijgen.

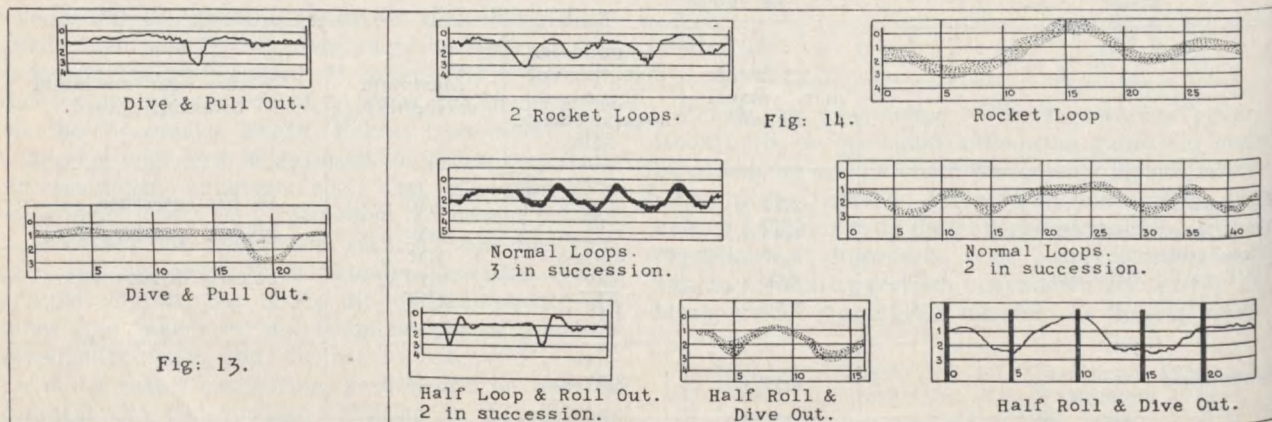
In de figuren 13 en 14 is het verloop van enkele versnellingen, opgenomen tijdens de Britsche proefvluchten, grafisch neergelegd. Voor de ordinaat is in alle gevallen als eenheid de versnelling van de zwaartekracht genomen, terwijl in de enkele gevallen, waarbij op de basis een verdeling is aangebracht, intervallen van 5 sec zijn uitgezet. Af te lezen valt, dat

6) The Society of British Aircraft Constructors, Ltd., Notes No. A669.

bij de bepaalde hier opgenomen duikvlucht de maximale versnelling optrad, ruim 1 sec na het begin van het optrekken van het vliegtuig. Dit is iets later, dan bij de meeste Amerikaansche proeven het geval was, hetgeen echter in verband met het verschil in de soort der proeven geheel voor de hand ligt.

e. Minimale sterkteëischen, te stellen bij het optrekken van een vliegtuig uit de duikvlucht.

Houden wij rekening met het feit, dat de jachtvlieger en de bestuurder van een duikbommenwerper in tijd van oorlog zijn handelingen als regel onder direct vijandelijk vuur zal moeten uitvoeren, dan zal de noodzaak om zich zelven en zijn machine zoo weinig mogelijk aan het vijandelijk lood bloot te stellen bij hem de neiging doen ontstaan, zich met de grootst mogelijke snelheid uit de gevaarlijke zône te verwijderen, waarmede het gevaar bestaat dat hij, geen aandacht schenkend aan de sterkte-voorschriften, waarop het vliegtuig gebouwd is, zijn toestel zoo hoog mogelijk zal belasten. Nemen wij verder in aanmerking, dat bij de Britsche proeven een 4-voudige belasting bereikt werd, doch dat de vluchten in tijd van vrede werden uitgevoerd, terwijl de vliegers de opdracht hadden hun vliegtuigen niet meer te belasten dan normaal bij manoeuvres het geval zoude zijn, dat daarbij Engelsche vliegers hun vlieghandelingen over het algemeen zeer correct en niet ruw uitvoeren en dat, bij minder goed of ruw optrekken, de belastingen nog belangrijk kunnen stijgen, terwijl tenslotte de vluchten in 1931 werden gehouden, dus met minder snelle vliegtuigen dan thans, dan kan, mede gezien de uitkomsten der Amerikaansche proefvluchten, gemak-



kelijk worden verdedigd, dat een duikbommenwerper ⁷⁾ of een jachtvliegtuig zoodanig gebouwd dient te worden, dat rekening wordt gehouden met een 6 à 8-voudige overbelasting bij het optrekken uit de duikvlucht ⁸⁾ met maximale duiksnelheid.

Stelt men dit echter als *eisch*, dan blijkt, dat praktisch geen enkel dezer vliegtuigen hieraan voldoet, waaruit dan weder zou volgen, dat wat betreft de jagers en de duikbommenwerpers, de luchtvlotten der verschillende naties in letterlijken zin niet voor hun taak berekend zouden zijn. Wij willen aannemen, dat dit, althans bij een gedeelte daarvan, wel het geval is en zullen daarom onze eischen lager stellen. De vraag is echter tot welke grens.

Keeren wij terug tot de Britsche proefvluchten, dan blijkt, dat de gemiddelde versnellingen bij het optrekken van eenzitsvliegtuigen genomen over alle duikvluchten, de gemiddelde versnellingen genomen over die helft van de duikvluchten, waarbij de vliegtuigen het zwaarst belast werden en de maximaal gevonden versnelling resp.: bedroegen 3,15 g, 3,58 g en 4 g, terwijl de gemiddeld optredende versnellingen bij alle manoeuvres te samen, verdeeld in dezelfde groepen (zie tabel 2) resp. waren: 2,89 g, 3,26 g en 3,92 g. Bij de tweezitsvliegtuigen waren de laatste gegevens (zie tabel 3) resp.: 2,57 g, 3,07 g en 3,42 g, waarbij echter in het oog moet worden gehouden, dat in vergelijking met de eenzitsvliegtuigen, juist die vluchten, waarbij de zwaarste belastingen optreden, niet met de tweezitsmachines werden uitgevoerd.

Stelt men nu als *eisch*, dat zoodanig gebouwd moet worden, dat bij het optrekken uit de duikvlucht met maximale duiksnelheid een eenzitsjager sterk genoeg moet zijn om een mogelijke belasting tengevolge van een versnelling van 3,25 g te weerstaan en een tweezitsjager of duikbommenwerper een tengevolge van een versnelling van 3 g, dan zullen velen deze *eisch* als te laag en enkelen haar als uiterst minimaal beschouwen.

f. Sterkte-voorschriften en sterkte-eischen.

Beschouwt men de Nederlandsche sterkte-voorschriften voor militaire vliegtuigen, waarvan de voornaamste gegevens betreffende de sterkte van den vleugel neergelegd zijn in tabel 4, en waarin met de letter k_0 de vereischte zekerheidscoëfficiënt tegen een mogelijke overbelasting wordt aangegeven, dan ziet men, dat in de kolom onder het hoofd „duikvlucht” voor alle vliegtuigtypen een $k_0 = 1$ gevraagd wordt. Deze zekerheid geldt voor de belasting in de duikvlucht. De in dezelfde kolom voorkomende grootte n heeft betrekking op de grootte van de duiksnelheid, waarop het vliegtuig normaal wordt berekend, en wel in dier voege, dat $V_d = n \cdot V_{\max}$, als V_d de maximale duiksnelheid en $V_{\max}$ de maximale snelheid van het vliegtuig in de horizontale vlucht voorstelt. Onder de verder in die kolom voorkomende $\cos \gamma$ wordt verstaan de cosinus van den hoek, dien het vliegtuig in de duikvlucht mag maken met het horizontale vlak.

⁷⁾ Onder duikbommenwerper wordt hier en verder begrepen elk tweezitsvliegtuig, waarmede met of zonder bommen verticale of bijna verticale duikvluchten worden uitgevoerd.

⁸⁾ Van Fransche zijde wordt zelfs een overbelastingsfactor 10 à 11 verdedigd. Men zie: *Revue de l'Armée de l'Air*, Octobre 1935.

Militaire vliegtuigen. Belastingsfactoren.

Tabel 4.

	Geval	hooge inval	lage inval	duikvlucht	rugvlucht
lesvliegtuigen.	k_0 n $\cos \gamma$	3,25 — —	2,0 — —	1,0 1,5 0,5	1,25 — —
eenzitsjagers	k_0 n $\cos \gamma$	6,0 — —	3,25 — —	1,0 1,7 0,0	2,0 — —
tweezitsjagers	k_0 n $\cos \gamma$	5,0 — —	3,0 — —	1,0 1,5 0,5	2,0 — —
korte afstandsverkenners	k_0 n $\cos \gamma$	4,25 — —	2,75 — —	1,0 1,5 0,5	1,75 — —
lange afstandsverkenners	k_0 n $\cos \gamma$	3,25 — —	2,0 — —	1,0 1,3 0,9	1,25 — —
zware bommenwerpers	k_0 n $\cos \gamma$	2,25 — —	1,75 — —	1,0 1,3 0,9	1,25 — —

De naam duikbommenwerper komt in de voorschriften niet voor, een gevolg van het feit dat deze vliegtuigen ten tijde van de samenstelling der voorschriften nog niet bestonden. Wij willen aannemen, dat deze bommenwerper wat betreft de sterkte-eischen beschouwd zal worden als een tweezitsjager, doch met dien verstande, dat dan gelezen moet worden $\cos \gamma = 0$. Dit levert geen bezwaar, omdat de belastingen in de duikvlucht als regel, zooals onder **b** werd opgemerkt, relatief niet groot zijn, met als gevolg, dat de berekening in vele gevallen, ook al is dit niet geëischt, toch voor de verticale duikvlucht wordt uitgevoerd, waarna dan weder, zij het min of meer stilzwijgend, aangenomen wordt, dat verticaal of nagenoeg verticaal met het beschouwde vliegtuig gedived mag worden. Daar, zooals mede volgt uit hetgeen hierna gezegd zal worden, het samenstel van zekerheidsfactoren één geheel vormt, behoeft het ook voor den niet-technicus geen betoog, dat laatstgenoemde handelwijze niet geheel juist is. Wij zullen hierop echter niet verder ingaan.

Zooals onmiddellijk opvalt, komt in de sterkte-voorschriften geen *eisch* voor, die een directen waarborg levert, dat het vliegtuig voldoende sterk is om de krachten te kunnen opnemen, waarmede het bij het optrekken uit de duikvlucht belast wordt. De zekerheid tegen deze krachten moet dus verwerkt zijn in de zekerheden, die in andere gevallen worden voorgeschreven en daar, zooals reeds onder **b** werd uiteengezet, de krachten, die in de duikvlucht en bij de rugvlucht optreden, slechts in een zeer verwijderd verband staan met de krachten, waaraan het vliegtuig onderworpen wordt bij het optrekken uit de duikvlucht, ligt de ze-

kerheid in laatstgenoemd geval dus besloten in de geëischte zekerheden bij hoogen en lagen inval, dit is in de zekerheid bij een snelheid, die de minimale snelheid van het vliegtuig vrij dicht benadert en in de zekerheid bij de maximale horizontale snelheid van het toestel.

Wij zullen thans nagaan, in hoeverre vliegtuigen, gebouwd volgens de Nederlandsche sterktevoorschriften voldoen aan de zeer minimale eischen, genoemd onder **d** en kiezen als eerste voorbeeld een tweezits-jager, die in het jaar 1927 gebouwd werd met de volgende zekerheden ten opzichte van het eigen gewicht:

bij hoogen inval: $n = 6^9)$

bij lagen inval
(maximale snelheid op zeeniveau,
zijnde 246 km per uur): $n = 3$

in de duikvlucht met een maximale duiksnelsnelheid van 369 km per uur (zekerheid tegen breuk $= 1\frac{1}{2}$): $n = 1$
in de rugvlucht: $n = 2$.

Neemt men aan, dat dit vliegtuig met een versnelling 3 g uit de duikvlucht wordt opgetrokken, dan is te schrijven:

$$3 \cdot G = \frac{1}{2} \cdot c_{ad} \cdot \rho \cdot V_d^2 \cdot F$$

waarin onder c_{ad} verstaan wordt de liftcoëfficiënt, die bij het optrekken van de machine uit de duikvlucht met de maximale snelheid V_d gebruikt wordt.

Nu is ook:

$$G = \frac{1}{2} \cdot c_{aV_{\max}} \cdot \rho \cdot V_{\max}^2 \cdot F,$$

waarin nu $c_{aV_{\max}}$ de liftcoëfficiënt bij de maximale horizontale snelheid $V_{\max}$ zij.

Uit de vergelijking volgt door eliminatie van G , ρ en F :

$$3 \cdot c_{aV_{\max}} \cdot V_{\max}^2 = c_{ad} \cdot V_d^2$$

of met de gegeven waarden:

$$c_{aV_{\max}} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{369}{246} \right)^2 \cdot c_{ad}$$

waaruit:

$$c_{aV_{\max}} = 0,75 \cdot c_{ad}.$$

Daar c_{ad} grooter is dan $c_{aV_{\max}}$ volgt hieruit, in verband met het gestelde onder **b**, dat de ligplaats van het drukpunt bij het optrekken uit de duikvlucht bij deze belasting, gelegen is tusschen de ligplaatsen der drukpunten bij hoogen en bij lagen inval. Daar de zekerheid bij hoogen inval 6-voudig en bij lagen inval 3-voudig is, zal het vliegtuig bij het optrekken uit de duikvlucht met de maximaal toegelaten duiksnelsnelheid kunnen doorstaan een belasting, waarvan de juiste grootte afhankelijk is van het drukpuntsverloop, doch die gelegen is tusschen het 3-voudige en het 6-voudige van de normale belasting in de horizontale vlucht. Het vliegtuig voldoet dus zeker aan de door ons als minimaal aangenomen eisch. Hierbij kan worden opgemerkt, dat een ruwe berekening leert, dat bij

dit vliegtuig de belasting, bij het optrekken met maximale duiksnelsnelheid, tot ongeveer het 5-voudige van de normale belasting in de horizontale vlucht kan stijgen zonder dat de zekerheid tegen materiaalfouten behoeft te worden aangesproken om vleugelbreuk te voorkomen.

Een eenzitsjager van het jaar 1932 werd gebouwd op de zekerheden volgens de Nederlandsche voorschriften, als aangegeven in *tabel 4*; de maximale snelheid van het vliegtuig bedraagt op zeeniveau 300 km per uur, de toelaatbare duiksnelsnelheid 480 km per uur.

Berekent men voor dit toestel, op dezelfde wijze als dit hiervoren is geschied $c_{aV_{\max}}$ als functie van c_{ad} dan vindt men, als thans aangenomen wordt, dat de jager met een versnelling van 3,25 g uit de duikvlucht wordt getrokken:

$$c_{aV_{\max}} = 0,79 \cdot c_{ad}$$

waaruit weder volgt, dat ook dit vliegtuig zeer ruim aan den meergenoemden minimalen eisch voldoet.

Wij zouden op deze wijze met voorbeelden kunnen doorgaan, hetgeen echter weinig nut heeft. Steeds zal geconstateerd worden, dat de oudere vliegtuigen, waaronder in dit verband de vliegtuigen, die niet in het bezit zijn van een hoogtemotor worden verstaan, ruimschoots voldoen aan den hier gestelden minimalen sterkte-eisch.

Wij wenschen er echter met nadruk op te wijzen, dat wat betreft het voldoende zijn van dien minimum eisch, door ons niet de minste verantwoordelijkheid wordt aanvaard.

Bij de moderne oorlogsvliegtuigen, wordt de maximale horizontale snelheid niet meer op zeeniveau bereikt, doch op een, bij den motor en het vliegtuig behoorende diensthoopte, die in het huidige stadium in sommige gevallen tot ongeveer 5 000 m opgevoerd is. Het is duidelijk, dat bij deze groote diensthooften, mede tengevolge van het verbeteren van het afweergeschut, die groote duiksnelsnelheden worden geëischt, welke door de betere aërodynamische afwerking van de vliegtuigen en door de grootere diensthooften zelve worden mogelijk gemaakt.

Kon bij de oudere jagers bij een relatief groote horizontale vliegsnelheid met het oog op de sterktevoorschriften een relatief groote duiksnelsnelheid worden toegelaten, de vraag moet worden gesteld, of dit bij de moderne machines nog eveneens het geval is, daar bij dit vliegtuigtype de betrekking tusschen horizontale- en duiksnelsnelheid min of meer te loor is gegaan.

In verband met de variatie van het motorvermogen en de afname bij constante snelheid van de luchtkrachten met het vergrooten van de hoogte, een en ander tengevolge van de afname van de luchtdichtheid, wordt het moderne vliegtuig n.l. berekend op een maximale snelheid V_o op zeeniveau, die afgeleid wordt met behulp van de formule:

$$V_o = V_h \sqrt{\frac{\rho_h}{\rho_o}},$$

waarin de indices o en h aangeven, dat de genoemde

9) Deze zekerheid is 20% hooger dan die als minimum in de sterktevoorschriften geëischt wordt (zie *tabel 4*).

grootheid op zeeniveau resp. op de hoogte h geldt ¹⁰⁾. Het gevolg van deze rekenwijze is, dat nu de sterkte berekend bij een *relatief kleine* maximale snelheid voor de horizontale vlucht tevens maatgevend is voor de sterkte bij het optrekken uit de duikvlucht met een *grote* duiksnelheid. Wij zullen daarom aanstonds aan de hand van een tweetal voorbeelden weder nagaan, in hoeverre de Nederlandsche sterktevoorschriften ook in die gevallen aan de door ons als minimaal aangenomen eischen voldoen.

Bij deze voorbeelden zou de opmerking gemaakt kunnen worden, dat de voorstelling van zaken wel eenigszins te donker is, als de bovendien nog aanwezige tweevoudige zekerheid tegen breuk of grove materiaalvormingen in staat wordt geacht de zekerheid tegen mogelijke belastingen belangrijk aan te vullen. Hierop kan worden geantwoord, dat deze materiaalzekerheid bij de huidige sterkte van de vliegtuigen inderdaad dikwijls zal moeten worden aangesproken, doch dat, afgezien van het feit, dat indien men eenmaal een benodigde materiaalzekerheid heeft vastgesteld, het onjuist is deze ook voor andere doeleinden te gebruiken, vermeld moet worden, dat vooral bij houten vleugels, tengevolge van trillingen en meer nog, door verdraaiingen en wringingen, belangrijk ongunstiger belastingen kunnen optreden dan de theoretisch berekende, waarbij de luchtkrachten volgens een bepaald schema regelmatig over de vleugels worden verdeeld. Hieruit volgt, dat een hoge materiaalzekerheid moet worden aangenomen, zoodat het vanzelfsprekend is, dat de wissel die dan nog op deze zekerheid kan worden getrokken wel zeer gering mag zijn.

Beschouwen wij thans allereerst een tweezitsjager van het bouwjaar 1935, welk vliegtuig een maximum snelheid heeft van 320 km per uur op 4 250 m hoogte, hetgeen overeenkomt met een rekensnelheid op zeeniveau van 260 km per uur, en een toegelaten duiksnelheid van 480 km per uur.

Het vliegtuig is gebouwd met tegen mogelijke belastingen, overeenkomstig de Nederlandsche voorschriften, de volgende zekerheden:

bij hoogen inval:	$n = 5$
bij lagen inval:	$n = 3$
in de duikvlucht:	$n = 1$
bij de rugvlucht:	$n = 2$

Neemt men weder aan, dat dit vliegtuig bestand moet zijn om met de als minimaal gekwalificeerde 3-voudige belasting uit de duikvlucht te worden opgetrokken, dan mag, — omdat anders, zooals hiervoren reeds met andere woorden gezegd is, in verband met de 3-voudige zekerheid, waarop het vliegtuig gebouwd

10) Hoewel niet direct ter zake dienende, wordt opgemerkt dat deze rekenwijze ook in verschillende andere gevallen dan de hierna genoemde, tot onaangename gevolgen kan leiden.

V_0 is slechts een theoretisch bepaalde snelheid, die in verband met mogelijke variaties van het motorvermogen anders dan aangenomen, vrij belangrijk zal kunnen afwijken van de werkelijke snelheid op zeeniveau, vooral wanneer verstelbare schroeven worden toegepast. Blijkt de werkelijke snelheid op zeeniveau vrij belangrijk *hooger* te zijn dan de op de hier beschreven wijze theoretisch afgeleide, dan heeft dit tengevolge, dat alle berekeningen voor vleugel, staartvlakken en romp op een te lage basis geschoeid worden.

is, het drukpunt te ver naar den achterkant van den vleugel loopt, — de c_{a_d} niet kleiner zijn dan den liftcoëfficiënt c_{a_0} , behoorende hij de rekensnelheid

V_0 . Daar verder bij een 3-voudige, dus constante belasting, de snelheid V_d het grootst is als de dan gebruikte liftcoëfficiënt c_{a_d} zoo klein mogelijk is,

volgt hier weder uit, dat de maximaal toelaatbare duiksnelheid, in geval de meergenoemde minimale eisch aangelegd wordt, gevonden kan worden door te stellen $c_{a_d} = c_{a_0}$.

Men vindt:

$$3 \cdot G = \frac{1}{2} \cdot c_{a_d} \cdot \rho \cdot V_d^2 \cdot F$$

of

$$3 \cdot \frac{1}{2} \cdot c_{a_0} \cdot \rho \cdot V_0^2 \cdot F = \frac{1}{2} \cdot c_{a_d} \cdot \rho \cdot V_d^2 \cdot F$$

waaruit voor de maximaal toelaatbare duiksnelheid volgt:

$$V_d = V_0 \cdot \sqrt{3} = 260 \cdot \sqrt{3} = 450 \text{ km per uur.}$$

Hiermede is afgeleid, dat het vliegtuig, gebouwd op de Nederlandsche sterktevoorschriften, nog juist aan de uiterst minimale eischen voldoet, indien de maximale duiksnelheid 450 km per uur bedraagt en dus te zwak is voor de toegestane duiksnelheid van 480 km per uur. Het blijft hier echter niet bij. Bij het bedoelde vliegtuig wordt zelfs een duiksnelheid van 480 km per uur nog toegelaten, indien deze machine, berekend op een gewicht van 2 050 kg, overbelast wordt tot een gewicht van 2 300 kg, dus nog met niet onbelangrijk verminderde zekerheidscoëfficiënten als hierboven genoemd! Wij zullen de gevolgen van deze toegestane overbelasting verder niet in onze beschouwingen betrekken, doch zouden het zeer op prijs stellen te vernemen, tot welke *grens* dergelijke overbelastingen toegestaan zullen worden, daar naar onze meening de grens al zeer spoedig bereikt is, waarbij, bij een ruw optrekken uit de duikvlucht met de grootste duiksnelheid, vleugelbreuk een onvermijdelijk gevolg zal zijn.

Een dit jaar af te leveren eenzitsjager met een maximale horizontale snelheid van 397 km per uur op 4 750 m hoogte, overeenkomende met een rekensnelheid van 314 km per uur op zeeniveau, mag gedoken worden tot zijn limiet-duiksnelheid bereikt is. Daar zonder den eisch van uitbreiding van de duiksnelheid tot haar limiet, normaal een snelheid van $1,7 \times 397 = 675$ km per uur geëischt zou worden (zie tabel 4), zal mede gelet op Amerikaansche prestaties ¹¹⁾ deze duiksnelheid als spoedig rond 700 km per uur bedragen.

Berekent men de toelaatbare duiksnelheid op dezelfde wijze als hiervoren is geschied, doch thans met de aanname dat een 3,25-voudige belasting bij het optrekken uit de duikvlucht zal optreden, dan vindt men echter, dat een maximale duiksnelheid van slechts ± 570 km per uur toegelaten mag worden!

11) U. S. Army and Navy Register, October 10, 1935. Men zie ook: Rougeron, Das Jagdflugzeug als künftiges Einheitsflugzeug, Luftwehr, 1935.

Ten einde een meer algemeen indruk te verkrijgen van de waarde van de Nederlandsche sterktevoorschriften voor den modernen jager en duikbommenwerper lijkt het gewenscht deze voorschriften rechtreeks te vergelijken met die van andere landen. Hieraan is echter de moeilijkheid verbonden, dat juist van de allernieuwste vliegtuigen de sterktevoorschriften moeilijk verkregen kunnen worden, wegens geheimhouding daarvan door de betrokken mogendheden. Teneinde nu toch een vergelijkingsobject te bezitten zijn in de tabellen 5 en 6 de zekerheden tegen mogelijke belastingen opgenomen, waarmede in enkele landen burgervliegtuigen van dezelfde hoedanigheden als de hier naar voren gebrachte militaire moeten worden gebouwd. Hierbij moet wor-

den vermeld, dat de berekende zekerheden volgens de Amerikaansche voorschriften, in verband met het niet geheel nauwkeurig bekend zijn van de afmetingen en de eigenschappen van den vleugel, een (zij het practisch te verwaarloozen) onnauwkeurigheid kunnen bevatten. Verder werden de cijfers in de kolom voor Duitschland ¹²⁾ bij den tweezitsjager of duikbommenwerper verkregen door het gemiddelde uit de groepen les- en schoolvliegtuigen en vliegtuigen voor kunstvluchten te nemen, zoodat in de kolom opgenomen getallen waarschijnlijk iets aan den lagen kant liggen.

12) Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch IV, Berlin 1935, p. 191.

Basis burgerlijke sterkte-voorschriften.

Tabel 5.

Max: snelheid 400 km/h op 4 750 m. Vleugel-oppervlak 17,5 m² Motor 645 B.H.P. G = 1 750 kg. Reken-max: snelheid zeeniveau 317 km/h. Aangenomen limiet duiksnelheid 720 km/h.					Nederl: militaire eischen
	Nederland	Engeland	Amerika	Duitschland	
Hooge inval	3,75	4,50	5,80	6 — 7	6,0
Lage inval	2,75	3,00		1,00	3,25
Duikvlucht	1,00	1,00 ¹⁾	1,00	2 — 2,33	1,00
Rugvlucht	2,00	2,25	1,24	4 — 4,33 ²⁾	2,00
Optrekken uit duikvlucht			3,88		
Omgekeerd optrekken uit duikvlucht			1,54	3 — 350	
Afvangen uit de rugvlucht					

1) Deze Britsche voorschriften gelden slechts indien de motor in de duikvlucht afgezet wordt. In dat geval zal echter de te bereiken duiksnelheid ver onder de 720 km per uur blijven. (Zie Sutton Pippard en Laurence Pritchard, Airplane Structures, London 1935 p. 23).
2) Drukpunt gelegen daar, waar de stuwdruk 0,8 is van den stuwdruk in de duikvlucht.

Basis burgerlijke sterkte-voorschriften.

Tabel 6.

Vliegtuig-gewicht 2 050 kg Max. snelheid op 4 250 m hoogte 320 km/h. Max. duiksnelheid 480 km/h. Reken-snelheid zeeniveau max. 260 km/h.					Nederl: militaire eischen ⁴⁾
	Nederland	Engeland	Amerika	Duitschland	
Hooge inval	3,75	4,50	5,40	5,50	5
Lage inval	2,75	3,00			3
Duikvlucht	1,00	1,00 ¹⁾	1,00	1,00	1,00
Rugvlucht	2,00	2,25	1,85	1,83	2,00
Optrekken uit de duikvlucht			3,65	3,67 ³⁾	
Omgekeerd optrekken uit de duikvlucht			1,65		
Afvangen uit de rugvlucht				2,75	

- 1) Indien daarbij de motor afgezet wordt.
- 2) Gemiddelden uit de groep: school- en lesvliegtuigen en vliegtuigen voor kunstvluchten.
- 3) Drukpunt gelegen daar, waar de stuwdruk 0,8 is van den stuwdruk in de duikvlucht.
- 4) Hierop werd een overbelasting van 2 050 kg tot 2 300 kg toegestaan.

Wij meenen, dat aan de hier naar voren gebrachte gegevens weinig meer behoeft te worden toegevoegd. Zij laten duidelijk zien, dat de sterktevoorschriften in Engeland, Duitschland en Amerika voor *burger-vliegtuigen*, waarmede duikvluchten worden uitgevoerd, zooals met de hier ter sprake gebrachte militaire, belangrijk zwaarder zijn dan dezelfde voorschriften in Nederland. Ja, een vergelijking toont zelfs aan, dat de zekerheden bij het optrekken uit de duikvlucht volgens de Amerikaansche en Deutsche sterktevoorschriften voor *burgervliegtuigen* hooger zijn dan die voor de Nederlandsche *militaire* vliegtuigen, niettegenstaande de sterktevoorschriften voor de militaire machines in Nederland toch nog weer belangrijk zwaarder zijn dan die voor de burger-vliegtuigen van hetzelfde land.

In 1934 en misschien nog voordien zijn door den Rijks-Studiedienst voor de Luchtvaart te Amsterdam reeds voorstellen opgemaakt ter verzwaaring van de sterktevoorschriften voor burgervliegtuigen. Wat kan de reden zijn, dat nog geen nieuwe voorschriften voor civiele en militaire vliegtuigen zijn ingevoerd? En zoo een snelle invoering niet mogelijk is, waarom dan niet de thans voor het moderne vliegtuig geheel verouderde voorschriften overboord gegooid en des-

noods, zooals dit in Zwitserland ¹³⁾ geschiedt, voorgeschreven, dat de fabrikant moet aantoonen dat het door hem gebouwde vliegtuig van voldoende sterkte is? Want hoewel de afnemer in staat is hogere eischen te stellen, dan die, welke volgens de sterktevoorschriften geëischt worden, en de bouwer deze kan aanleggen, zal de eerste geneigd zijn aan te nemen, dat de bestaande voorschriften juist zijn, en zal het voor den tweeden het goedkoopst zijn om de minimaal geëischte zekerheid toe te passen.

Het is duidelijk dat deze stand van zaken vrij spoedig tot fatale gevolgen kan leiden.

Naschrift:

Bij Besluit ddo. 30 Januari 1936 No. 4711 werden door Zijne Excellentie den Minister van Waterstaat de door den Rijks-Studiedienst voor de Luchtvaart te Amsterdam voorgestelde nieuwe sterktevoorschriften voor civiele vliegtuigen van kracht verklaard. Wij spreken de hoop uit, dat thans spoedig nieuwe voorschriften voor militaire vliegtuigen zullen volgen.

13) Technische Anforderungen an schweizerische Zivillflugzeuge, Bern, 1. Januar 1932.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOW EN GEOLOGIE.

„DE MIJNINGENIEUR”

INHOUD: Vondst van een Radiumhoudend Uraniumerts in de Timorcollectie van den Dienst van den Mijnbouw, door dr. C. E. A. Harloff. — Einige Bemerkungen zur fossilen Fischfauna von Padang (Sumatra), von Dr. K. A. F. R. Musper. — Een nog onbekende oude publicatie over de Salida mijn, door dr. h.c. ir. N. Wing Easton. — Economische Mededeelingen. — Personalia. — Mededeeling.

Vondst van een Radiumhoudend Uraniumerts in de Timorcollectie van den Dienst van den Mijnbouw¹⁾

door

dr. C. E. A. HARLOFF,

geoloog bij den Dienst van den Mijnbouw. Bandoeng.

Met 1 plaat.

Inleiding.

Bij de bewerking der erts- en gesteentemonsters, welke in den loop der jaren 1916 — 1923 op Timor verzameld werden gedurende het aldaar gehouden onderzoek naar de aanwezigheid van koper-ertsen, werd in deze collectie door mij een gesteentemonster aangetroffen, dat opviel door een vuilgele kleur en door een hoog soortelijk gewicht.

Een nader onderzoek van dit monster wees uit, dat het een Uraniumerts was. Het plaatsen van dit stuk op een gevoelige plaat gedurende 5 dagen gaf als resultaat een aanmerkelijke zwarting. Dit resultaat is op *foto 1* vastgelegd, met, ter vergelijking het fotochemisch effect van drie Katanga ertsmonsters op *foto 2*.

Een voorloopige kwalitatieve chemische reactie op Uranium toonde een groote hoeveelheid van dit zeldzame element in het gesteente aan, terwijl tevens een eveneens kwalitatieve proef in het Natuurkundig Laboratorium van de Technische Hoogeschool tot resultaat had, dat een weinig poeder van dit erts de lucht in de ionisatiekamer van een electroskoop in korten tijd ioniseerde.

Sinds de indiening van mijn oorspronkelijk rapport op 9 Februari 1935 betreffende deze vondst werd, op instigatie van het hoofd van den Dienst van den Mijnbouw, door het Binnenlandsch Bestuur op Timor groote moeite gedaan het erts te doen opsporen door de bevolking door middel van het uitloven van premies. Dit onderzoek werd eenigermate vergemakkelijkt door het doen distribueeren van een groot aantal kleine handstukken, welke het gevraagde erts, zoowel wat gewicht als de kleur betrof, uitstekend nabootsten. Het resultaat van deze opsporing was tot dusverre, een jaar na dato, dat in totaal vier ge-

steentemonsters naar Bandoeng werden opgestuurd, te weten:

- 1) een geel stuk kiezel;
- 2) een stuk gebande vuursteen;
- 3) een stuk gedegen koper;
- 4) een klomp chromiet²⁾, waarin wat bruciet.

Het bestaan van deze gesteenten op Timor was reeds bekend.

Langs dezen weg werden derhalve geen nadere gegevens, of zelfs ook maar zwakke aanwijzingen verkregen.

Hoofdstuk I.

1. Petrografisch-mineralogische beschrijving en determinatie. Petrografisch, chemisch en physisch onderzoek van het erts.

a. Vorm.

Het gesteentestuk had in den aanvang³⁾ de afmetingen 3 maal $3\frac{1}{2}$ maal 4 centimeter. Het bezat twee nagenoeg parallel loopende zijvlakken, welke deden vermoeden, dat men hier te doen had met een stuk afkomstig uit een ader van $3\frac{1}{2}$ cm breedte. De rest van het oppervlak was onregelmatig, doch niet hoekig, zoodat eventueel sprake kan zijn van een door watertransport afgerold stuk.

b. Kleur.

De kleur van het gesteente is licht tot donkergeel, met talrijke, tot millimeter groote, grijze stippen en vlekjes, terwijl ditzelfde grijze mineraal ook in zeer fijne adertjes optreedt.

2) Thans een door de staalindustrie zeer gezocht mineraal.

3) Sindsdien werden ten behoeve van het petrografisch, het chemisch en het physisch onderzoek eenige stukjes van het gesteente afgenomen.

¹⁾ Gepubliceerd met toestemming van het hoofd van den Dienst van den Mijnbouw.

c. *Mikroskopische beschrijving (foto 3).*

Het gesteente bestaat uit een dicht aggregaat van uiterst fijne gele vezeltjes, die schoven en radiaal-stralige aggregaten vormen, met daartusschen de bovengenoemde onregelmatig gevormde vlekken en fijne adertjes van het grijze mineraal, dat slecht doorzichtig blijkt te zijn.

Het gele mineraal heeft een goede splijtbaarheid in twee richtingen parallel aan de lengterichting. Het dooft recht uit en is optisch twee-assig, zoodat men met een rhombisch mineraal te doen heeft. De dubbelbreking is tamelijk hoog, terwijl anomale polarisatiekleuren wijzen op een sterke dispersie van de dubbelbreking. Het vlak der optische assen valt samen met dat van de meest duidelijke splijtrichting; het optisch karakter is negatief. Uit het optisch asenbeeld blijkt, dat het mineraal een sterke dispersie der bisectricen bezit met $\rho > \nu$.

Met de immersiemethode werd de gemiddelde lichtbreking voor daglicht bepaald op:

$$n = 1,6347.$$

Ter contrôle werd een vlak van het gesteentestuk glad gepolijst, waarna op den Abbe'schen refracto-

meter de grenshoek van de totaalreflectie werd bepaald voor Na-licht.

Daar deze totaalreflectie derhalve niet aan één, doch aan vele tientallen verschillend georiënteerde kristalletjes tegelijkertijd werd gemeten, werd een gemiddelde waarde verkregen voor de lichtbreking, met als uitkomst:

$$n_{Na} = 1,6352.$$

Met mineraal is pleochroïtisch, en wel:
lichtgeel parallel aan de lengte-as (c);
donkerder geel parallel aan een as loodrecht op het vlak van de beste splijtbaarheid (a?);
kleurloos parallel aan de as loodrecht op de voorgaande (b?).

Bovengenoemde optische gegevens, welke in onderstaande tabel vereenigd zijn en vergeleken worden met die van de mineralen Soddyiet, Dewindtiet en Sklodowskiet, welke het meest voor vergelijking in aanmerking komen (Litt. No. 11), komen eenigszins overeen met die van het mineraal *Skłodowskiet*, bekend van de Katangastreek, en wel o.a. van Kasolo. Dat is een *waterhoudend Magnesium-Uranium silikaat*, waarvan de chemische formule luidt: $MgO \cdot 2UO_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 7H_2O$.

Tabel 1.

	Soddyiet	Dewindtiet	Skłodowskiet	Mineraal van Timor
Kristalsysteem	rhombisch	rhombisch	rhombisch	rhombisch
kleur	ambergeel, kanariegeel	geel	bleekgeel	bleekgeel
splijtbaarheid	geen	goed (100)	zeer goed (100) zeer goed (110)	zeer goed (100) goed (110) ?
lichtbrekingsindices	= 1,645 = 1,662 = ?	= 1,762 = 1,763 = ?	= 1,613 = 1,635 = 1,657	gemiddelden = 1,635
optisch karakter	positief	positief	negatief	negatief
dispersie	—	$\rho < \nu$	$\rho > \nu$	$\rho > \nu$
pleochroïsme	geen	geen	a donkergeel b kleurloos c bleekgeel	a geel b kleurloos c lichtgeel

Het grijze mineraal vertoont een zeer hoge licht- en dubbelbreking en blijkt geïdentificeerd te kunnen worden met het mineraal *Wulfeniet* (Loodmolybdaat ⁴⁾).

2. Chemische samenstelling.

Volgens een als *Bijlage I* hierbij gevoegden staat blijkt het Uraniumoxydgehalte van dit erts 51,75 % te bedragen. Voor de discussie van deze analyse

moge naar het desbetreffende rapport van het hoofd van het Chemisch Laboratorium worden verwezen. Naar aanleiding daarvan mag hier nog het volgende worden opgemerkt.

Daar het slijpplaatje slechts twee mineralen te zien geeft, n.l. *Wulfeniet* en het bewuste Uraniummineraal, blijkt uit de analyse, dat dit laatste hoogstwaarschijnlijk niet als identiek kan worden beschouwd met het *Skłodowskiet*, waarmede het optisch eenigszins overeenkomt. In de betreffende discussie wordt een mengkristal gesuggereerd, opgebouwd uit twee moleculen, n.l. $MgO \cdot 2UO_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 7H_2O$ en $NiO \cdot 2UO_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 7H_2O$. Gaat men echter uit van de door de analyse aangetoonde percentages voor MgO en

4) Hoewel *Wulfeniet* in den regel licht- tot oranjegeel pleegt te zijn, (vandaar de naam „Gelbbleierz”), is o.a. ook van Pribram de grijze modificatie bekend (Litt. No. 1, pag. 212).

NiO (resp. 1,15 en 1,59), zoo zouden in dat geval, om het bedoelde mengkristal te verkrijgen aan SiO_2 en U_3O_8 respectievelijk 5,96 % en 41,97 % aan de eerstgenoemde oxyden gebonden zijn, hetgeen beteekenen zou, dat nog 2,32 % SiO_2 en 9,78 % U_3O_8 overblijven, die nog verantwoord zouden moeten worden voor een derde verbinding, terwijl het slijpplaatje, zooals gezegd, slechts twee mineralen te zien geeft. De resultaten van deze analyse zijn derhalve nog niet bevredigend, gezien bovendien nog, dat het totaal van de analyse sluit op 93,75 %, zoodat 6,25 % van dit erts nog niet bekend is. Wat wij van de analyse positief hebben geleerd, is de aanwezigheid van Wulfeniet, en dat het een gehalte aan U_3O_8 bezit van 51,75 %. Vooral dit laatste gegeven is van belang met het oog op de waardebepaling. Van belang is verder de aanwezigheid van Nikkel, en de afwezigheid van Thorium en van Koper (zie pag. 67 voetnoot ⁸).

Hetgeen de analyse verder leert is, dat men hier hoogstwaarschijnlijk met een nog onbekend Uraanmineraal te doen heeft. Dit behoeft geen verwondering te wekken, daar het bekend is, dat bijna ieder voorkomen ter wereld van Uranium-ertsen gekarakteriseerd wordt door zijn eigen specifieke Uraanverbindingen. Deze ontstaan n.l. secundair uit het primaire Uraanpekerts, en deze verbindingen bezitten een chemische samenstelling, welke ten nauwste verband houdt met die van de verschillende gesteenten, waarin de ertssnoeren optreden. Deze gesteenten zijn natuurlijk voor ieder voorkomen weer andere. Het Katangagebied alleen bevat 16 verschillende Uraanmineralen: hiervan bleken er 14 volkomen nieuw te zijn en voor dit gebied karakteristiek. (Litt. No. 11, pag. 3). Voor het Great Bear Lake voorkomen gelden weer andere karakteristieke Uraanverbindingen, welke hoogstens verwantschap vertoonen met de Katangamineralen, echter daarmee niet identiek zijn. De carnotiet voorkomens van Colorado en Utah in de Vereenigde Staten zijn uniek en karakteristiek voor die voorkomens alleen. Het feit derhalve, dat de chemische analyse er ook in dit geval op wijst, dat men hier met een nieuwe verbinding te doen heeft, zou volkomen in overeenstemming zijn met de ondervindingen, die men op dit gebied heeft opgedaan, en *het pleit er ten sterkste voor, dat dit erts ook inderdaad van een nieuw voorkomen afkomstig moet zijn.*

3. Radioactieve eigenschappen.

a. Zwarting van de fotografische plaat.

Zooals uit *foto 1* blijkt, geeft het gesteente een aanzienlijke zwarting van de fotografische plaat. Zij is niet minder intensief dan die, veroorzaakt door de fotochemische inwerking der drie eerder genoemde Katanga-ertsen, bij gelijken expositietijd (5 dagen), welke behooren tot de meest radio-actieve ter wereld (*foto 2*).

b. Electroskopisch onderzoek.

Ten einde tot meer exacte getalwaarden te komen omtrent de sterkte der radioactieve werking werd een hoeveelheid van het gesteente in poedervorm afge-

staan aan het Bosscha Laboratorium der Technische Hoogeschool. Met medewerking van prof. dr. Wolter werd door dr. Leckie op deze stof een onderzoek verricht, waarvan de resultaten in *Bijlage II* vermeld staan. Ter vergelijking werden van twee zeer rijke Uraniumertsen (Uraanpekerts en Curiet) van de Katanga monsters genomen en op dezelfde wijze onderzocht. Uit het rapport van dr. Leckie blijkt nu, dat de activiteit van het Timor-erts 0,71 is van die van Katanga Uraanpekerts, bepaald volgens methode I, terwijl deze waarde volgens methode II 0,58 bedraagt. De vergelijkingswaarden t.o.v. Joachimstaler Uraanpekerts volgens de beide genoemde methoden bedragen resp. 0,95 en 1,05.

Voorloopig neem ik derhalve aan, dat de activiteit van dit erts ongeveer gelijk mag worden gesteld aan die van de Joachimstaler pekblende, zoodat ook het Radiumgehalte ongeveer gelijk moet zijn: immers door beide ertsen wordt in denzelfden tijd een nagenoeg gelijke hoeveelheid emanatie afgegeven.

4. Waardebepaling van het erts.

Hoewel het Uranium waardevol is als kleurstof in de glas- en ceramiekindustrie, zoo is de hoofdfactor, die aan dit erts zijn waarde verleent, het element Radium, dat gelijk bekend is, uit het Uranium ontstaat door een spontaan uiteenvallen van het Uraniumatoom (het atoomgewicht van $\text{U} = 238,2$, dat van $\text{Ra} = 226$). De hieronder te geven waardebepaling berust dan ook uitsluitend op het Radiumgehalte.

Onderzoekingen van Rutherford en anderen hebben aangetoond, dat in de primaire Uraniummineralen (waartoe het Uraanpekerts behoort), de verhouding van Radium tot Uranium een nagenoeg constante is, n.l. ongeveer een drie miljoenste gram Radium op 1 gram ⁵).

1 Ton (1000 kg) Uraanpekerts (U_3O_8) met 60% Uranium bevat ongeveer 0,2 gram Radium, of 200 milligram.

Het hier bedoelde erts, waarvan reeds werd aangetoond, dat het een Radiumgehalte heeft ongeveer gelijk aan dat van het Joachimstaler Uraanpekerts, bevat per ton ongeveer 510 kg U_3O_8 , of rond 300 kg Uraniumelement, waaruit 100 milligram Radium kan worden geëxtraheerd.

Blijkens de Amerikaansche notaties over de jaren 1934, 1935, t/m Januari 1936 (Litt. No. 18) bedraagt de prijs van Radiumertsen, f.o.b. New York, 50 dollars per milligram Radiumgehalte. Een erts van het gehalte van 100 mg/ton zou derhalve 5000 dollar opbrengen, of tegen huidige koers 7250 gulden.

De prijs van 1 milligram Radiumbromide of -chloride bedraagt, volgens mondeling verstrekte gegevens van het Laboratorium van het Julianaziekenhuis te Bandoeng, 70 dollars per milligram Radium element (dus niet per mg van de chemische verbinding), of ruim f 100,—.

⁵) In Colorado en Utah werd in 1915, volgens de gegevens der U. S. Geol. Survey, 47000 ton Vanadium-Uraniumerts gewonnen. Hieruit werd ongeveer 20 ton Uranium geëxtraheerd, waaruit 6,1 gram radium werd verkregen. Dit geeft een verhouding van 1 : 3,3 maal 10^{-6} . In 1934 werd uit 87,2 ton Uranium 22,3 gram Radium gewonnen. De verhouding is hier ongeveer 1 : 4 maal 10^{-6} .

Hoofdstuk II.

Over de mogelijke herkomst van het erts.

Het bewuste stuk werd door mij aangetroffen in een bakje te zamen met een stuk kopererts, waaroverheen zich de inhoud van een ander bakje met sterk geoxydeerd en daardoor uiteengevallen kopererts had uitgestort. In beide bakjes zijn de etiketten dientengevolge vergaan, zoodat een opgave van naam en vindplaats ontbreekt. Zulks bleek trouwens het geval met zeer vele der koperertsmonsters, terwijl bovendien nog over het algemeen de collectie in haar geheel eenigszins in het ongereede is geraakt als gevolg van het feit, dat zij vele malen werd overgebracht; van Timor naar Batavia, van laatstgenoemde plaats naar het departementsgebouw te Bandoeng, en van dit gebouw naar het Geologisch Museum in het jaar 1929. Daar laatstgenoemde verhuizing zich in zeer korten tijd moest voltrekken, zoodat het onderbrengen der zeer talrijke collecties, afkomstig uit alle deelen van den archipel, gedeeltelijk aan niet geheel deskundige handen moest worden overgelaten, moet het aan die omstandigheid geweten worden, dat ik b.v. in de Timorcollectie in totaal zeven monsters aantrof, afkomstig van het mijnbouwkundig-geologisch onderzoek van Flores.

De mogelijkheid dient onder de oogen te worden gezien, dat het bewuste Uraanerts niet in de collectie thuishoort, m.a.w. hierin op onregelmatige wijze is terechtgekomen. Daar van dit gedeelte der Timorcollectie vrijwel vaststaat, dat zij op Timor in kisten werd gepakt, en dat deze kisten eerst in 1929 bij het betrekken van het nieuwe Geologisch Museum werden geopend, zoo staan er twee mogelijkheden open:

1). het stuk zou op Timor bij vergissing in de collectie terecht gekomen zijn. Ten aanzien van deze mogelijkheid wist ir. van Es, destijds Leider van het Onderzoek op Timor, mij mede te deelen, dat er zich onder het aan hem toegevoegde personeel op Timor niemand bevond, die in het bezit was van een mineralen- en ertsencollectie, waaruit dit stuk afkomstig zou kunnen zijn.

2). Het stuk zou te Bandoeng in de collectie geraakt zijn. Er is slechts een persoon, die in het bezit is van een kleine collectie van Uraniummineralen afkomstig van de Katangastreek, n.l. schrijver dezes. Het feit opzichzelf, dat dit stuk geschreven wordt, moge als voldoende waarborg gelden, dat het ten eenen male uitgesloten moet worden geacht, dat uit deze collectie een stuk in de Timorverzameling zou zijn verzeild geraakt.

Derhalve is de conclusie gerechtvaardigd, dat het stuk Uraanerts niet verkeerdelijk aan de collectie werd toegevoegd. In dit verband moge bovendien nog eens gewezen worden op de conclusie, voortvloeiende uit het chemisch onderzoek van dit erts, welke het aannemelijk maakt, dat men hier met een nieuw voorkomen te doen heeft.

Naar groote waarschijnlijk is het gesteente derhalve uit onzen archipel afkomstig en kan de vindplaats gelimiteerd worden tot de eilanden Timor en Flores. Diverse omstandigheden maken het verder waarschijnlijk, dat Timor eerder als vindplaats in aanmerking

komt dan Flores (7 monsters van Flores tusschen eenige honderden monsters van Timor).

Hoewel geen moeite werd gespaard om de plaats van herkomst nader te preciseeren, is een nadere plaatsbepaling ten eenenmale uitgesloten. Uitgaande van de meest waarschijnlijke veronderstelling, n.l. dat Timor het eiland van herkomst is, is het aannemelijk dat het erts zich bevindt in die streken, welke gedurende het M. G. O. Timor werden bezocht⁶⁾. Daar dit gebied een zeer groot deel van Ned.-Timor beslaat, zou het opsporen ervan gelijk staan met het zoeken naar een speld in een hooiberg. Langs anderen weg dient derhalve naar een middel te worden omgezien, om het areaal waarbinnen zou moeten worden gezocht, zooveel mogelijk te beperken. Dit middel moge hieronder onder de oogen worden gezien.

Hoofdstuk III.

Het voorkomen van Uraniumerts.

Alle Uraniumerts behoren tot de hydrothermale ertsafzettingen, of kunnen, wanneer zij op secundaire ligplaats voorkomen, daarvan worden afgeleid. Zij komen voor:

1. Op ertsgangen.

a. *Bohemen* (Litt. No. 4). In St. Joachimstal in Bohemen treden Uraniumerts op in de diepere zônes van ertsgangen, waarvan de hoogere zônes zilverkobaaltnikkelerts opleveren. Deze ertsgangen staan genetisch in nauw verband met granietische intrusies in de buurt, welke tevens o.a. in het naburige Saksen, tin- en andere erts hebben geleverd.

b. In *Cornwall* (Litt. No. 5) hangen de Uraniumerts genetisch ten nauwste samen met de tinertsvoerende gangen. Daar, waar deze laatste de tinbrengende granieten verlaten, en overgaan in het nevangesteente (de „Killas”), vertoonen zij kopererts, waarin Uraanmineralen (peklende) optreden. Nikkelkobaaltnikkelerts treden in de hoogere zônes op, nog hooger oxydische ijzer- en mangaanerts.

De bekende mijnen, die Uraan geleverd hebben zijn: de Trenwith Mine by St. Ives, South Terras Mine, en St. Austell Consols Mine.

c. In *Canada, Northwestern Territories* (Litt. No. 7 en 8) treedt aan het Great Bear Lake Uraanpekerts eveneens in aan graniet gebonden ertsgangen op, hier worden vier gangtypen onderscheiden:

1. de combinatie peklende — kwarts (met of zonder bariet);
2. de combinatie zilvererts — carbonaat;
3. de combinatie zilver — kobalt — carbonaat;
4. de combinatie kobalt — bismuth — kwarts.

Het carbonaat wordt in hoofdzaak vertegenwoordigd door rhodochrosiet. Thorium is afwezig. Als oxydatieproducten der Uranium mineralen worden enkele mineralen genoemd, die verwant schijnen te zijn aan het Becquereliet ($\text{UO}_3, 2\text{H}_2\text{O}$) en het Curiet

6) Niet onvermeld mag worden gelaten, dat ook wel eens gesteente-monsters en ertsen ontvangen werden van Bestuursambtenaren uit ressorten, waar door het M. G. O. Timor niet werd gewerkt.

(2PbO , 5UO_3 , $4\text{H}_2\text{O}$), verder Uranofaan (CaO , 2UO_3 , 2SiO_2 , $6\text{H}_2\text{O}$) en Zippeiet (2UO_3 , SO_3 , $4\text{H}_2\text{O}$).

d. In *Gilpin County, Colorado, U. S. A.* (Litt. No. 9) treden Uraanhoudende ertsen op in goudhoudende pyrietgangen van het type der z.g. Jonge Goud-zilver formatie. Hier zijn de ertsbrengers eveneens zure gesteenten, n.l. *kwartsmonzonieten*.

2. In granietpegmatietgangen.

a. In het *Katangegebied, Belgisch Congo* (Litt. 11, 12, 13), dat, naast andere ertsen, tin en koperertsen bezit, komen bij de plaatsjes Shinkolobwe, Kasolo en Tantara Uraniumertsen als pegmatietische gangen voor. Deze gangen moeten in nauw verband worden gebracht met een granietisch magma ⁷⁾.

b. Op talrijke plaatsen in de *Vereenigde Staten en Canada*, in *Australië*, verder in *Britsch-Indië* en *Malaka*, komen Uraniumhoudende mineralen, te zamen met andere zeldzame metalen, in pegmatietgangen voor. Tot deze mineralen behooren o.a. verbindingen van Mangaan en IJzer met Columbium, Tantaal, Yttrium, Thorium, Cerium, Seleen enz. Oeconomisch zijn ze over het algemeen niet van groote beteekenis. Van belang is echter ook hier de samenhang met zure (granietische) magma's (Litt. 3, pag. 851).

c. Eveneens in pegmatietgangen treden de Uraniumertsen van *Portugal* (Litt. No. 10) op, in de *Sierra d'Estradella*, en wel daar, waar deze pegmatietgangen uit graniet in de aangrenzende leien treden. Zij bevatten 1 — 2% Uranium (de grens voor oeconomische winbaarheid is 0,3 tot 0,5% U.).

d. Ook in den *Balkan* treden oeconomisch onbelangrijke Uraanertsen op in nauw verband met granieten (*Adrianopel*).

e. Volgens een mij mondeling gedane mededeeling van Prof. Kinoshita van de *Kyushu Universiteit* treden de korten tijd geleden in *Japan* aangetroffen Radiumhoudende Uraanertsen op in pegmatietgangen in de *Provincie Suwo* (dicht bij de Straat van *Shimonoseki*).

3. Als secundaire afzettingen gelden:

a. de Uranium-Vanadiummineralen, die tot op groote diepte (plaatselijk tot 650 meter!) het cement vormen van jurassische zandsteen in *Colorado* en *Utah* (Litt. No. 3, pag. 455-463). Men neemt aan, dat de Uranium-Vanadiummineralen metasomatisch in de plaats zijn getreden van calcië, dat het oorspronkelijke bindmiddel van den genoemden zandsteen vormde. Het Vanadium schijnt van organischen oorsprong te zijn, terwijl voor den herkomst van het Uranium de opinie heerscht, dat het hierheen in oplossing werd aangevoerd door grondwater, dat dit element oorspronkelijk opnam uit sterk verweerde Praekambrische zure dieptegesteenten en de daarmee verbonden pegmatieten. Als een der voornaamste mineralen geldt hier het Carnotiet, een Kalium-Uranium vanadaat.

b. Het door *Lacroix* beschreven voorkomen in *Madagascar* van Uraanglimmers in alluviale zanden en veen wordt door hem eveneens toegeschreven aan

7) Dit granietische magma moet in de diepte aanwezig zijn, in het gebied treden nergens granieten aan den dag.

chemisch transport door grondwater van gemakkelijk oplosbare Uraniumzouten, afkomstig van pegmatietaders in granieten (Litt. No. 3, pag. 461).

c. Van analogen oorsprong schijnt het Uraangehalte te zijn, dat aangetroffen wordt in de asch van de boghead-achtige „Kolm”: koollenzen in kambrische aluinschisten bij *Närke* en *Västergötland* in *Zweden* (Litt. No. 16, pag. 88).

Terreinen, die voor onderzoek in aanmerking komen.

Keeren wij terug tot het vermoedelijk voorkomen van Uraniumertsen op *Timor*, en het vraagpunt, of er aanwijzingen zijn, waar zij eventueel gezocht dienen te worden.

Het wil mij voorkomen, dat aan het feit, dat het bewuste stuk in de *Timorcollectie* te zamen werd aangetroffen met een kopererts, geen waarde moet worden gehecht, gezien den door bovengenoemde omstandigheden niet ongerepten toestand, waarin de collectie verkeerde. De koperertsen van *Timor* treden genetisch in nauw verband op met ultrabasische gesteenten: dunieten en peridotieten: zij mogen worden beschouwd als primair magmatische segregaties, terwijl zij niet behooren tot het type der duidelijk gedefinieerde epimagmatische ertsgangen. Zij staan ook in verband met de eveneens primair magmatische uitscheidingen van chromiet, waarvan in de collectie vele stukken aanwezig zijn.

Met de boven beschreven feiten voor oogen betreffende het voorkomen van Uraniumertsen als *emanatieproducten van zure magma's* moet het wel hoogst onwaarschijnlijk zijn, dat er eenig genetisch verband zou bestaan tusschen de koperertsen van *Timor* en dit Uraniumerts ⁸⁾. Deze onwaarschijnlijkheid wordt nog geaccentueerd door de onderstaande gegevens, samengesteld door *A. Holmes*, waarin het gemiddelde Radiumgehalte wordt opgegeven in grammen per gram gesteente in alle eruptiegesteenten, waaruit onze aardkorst is opgebouwd:

1) Zure uitvloeiïngsgesteenten	$3,1 \times 10^{-12}$
Zure dieptegesteenten	$2,7 \times 10^{-12}$
2) Middelzure uitvloeiïngsgesteenten.	$2,1 \times 10^{-12}$
Middelzure dieptegesteenten	$1,9 \times 10^{-12}$
3) Basische uitvloeiïngsgesteenten ...	$1,1 \times 10^{-12}$
Basische dieptegesteenten	$0,9 \times 10^{-12}$
4) Ultrabasische gesteenten	$0,5 \times 10^{-12}$

Voor een nader onderzoek komen derhalve de peridotietgebieden en tegelijkertijd de plaatsen, waar koperertsen voorkomen niet in de eerste plaats in aanmerking; wèl echter die gebieden, waar *zure eruptiva* voorkomen en hun omgeving, terwijl bovendien die terreinen in aanmerking komen, welke opgebouwd zijn uit *kristallijne schisten*. Eerst daarna dienen andere terreinen aan de beurt te komen voor een onderzoek. Gaat men nu na, welke waarde voor het onderwerpelijke doel de overzichtskaart van het eiland *Timor*, samengesteld door de ingenieurs 't *Hoën* en van *Es*, schaal 1 : 250 000 (litt. no. 14), de eenige, die er bestaat, heeft, dan blijkt hieromtrent het volgende.

8) In dit verband moet ook gewezen worden op de totale afwezigheid van koper in het erts bijkens de chemische analyse.

Van een op alle beschikbare gegevens gefundeerde kaart kan bezwaarlijk sprake zijn, aangezien blijkbaar bij de bewerking van de kaart niet beschikt werd over het in alle kisten verzamelde materiaal. Het is dan ook begrijpelijk, dat het voor den samensteller en zijn medewerker ondoenlijk moet zijn geweest, om een minder vage kaart samen te stellen. Immers:

- a. voor het Perm en het geheele Mesozoïcum moest men *één kleur* (paars) nemen bij gebrek aan nauwkeuriger gegevens. Bepaalde deelen hiervan werden dan nog aangegeven als Trias en Jura op grond van determinaties van W a n n e r. Een tweede Perm-Mesozoïcum serie (fatoe's) wordt met *een blauwe kleur* aangegeven.
- b. Onder *één kleur* worden zeer uiteenlopende praetertiaire eruptiefgesteenten (serpentijn, diabas, gabbro, melafier, dioriet enz.) samengebracht. Eveneens onder *één kleur* worden tertiaire bazalten, andesieten en dacieten vereenigd.
- c. Hoewel van de voorkomens van kristallijne schisten speciaal wordt opgegeven, dat zij hoekige begrenzingen bezitten, wil het niettemin wel eens voorkomen, dat deze begrenzingen niet overal geheel juist kunnen zijn (het rechthoekig begrensde voorkomen in het landschap Amfoang b.v.).
- d. van duidelijk gedefinieerde geologische begrenzingen is trouwens over het algemeen geen sprake: men kan eerder spreken van verschillend gekleurde vlekken, welke eenheden voorstellen, die ieder opzichzelf soms zeer uiteenlopende en abnormaal groote complexen omvatten, welke men, normaal gesproken, nooit bijeen zou kunnen nemen.

Het wil mij dan ook voorkomen, dat deze kaart niet zeer geschikt is om na te gaan, welke gebieden in aanmerking komen voor een nader onderzoek naar de aanwezigheid van Uraanertsen, daar het aantal onzekere factoren te groot is. Men zou b.v. kunnen zeggen, dat de met groen aangegeven gebieden alvast niet in aanmerking komen. Daartegenover staat echter wederom, dat deze groene velden op de kaart niet alle nader gespecificeerd zijn: er kunnen, volgens de legenda, diorieten tusschen steken, mogelijk zelfs zuurdere intrusiva. Ik wijs in dit verband op het voorkomen van plagioklaasgranieten, door B e n s c h o p K o o l h o v e n aange troffen temidden van en in duidelijk genetisch verband met de peridotieten van het Martapoera terrein in Zuid-Oost Borneo.

Een mogelijkheid bestaat, dat onder de kristallijne schisten zure orthogesteenten schuilen, die de leveranciers van de Uraniumertsen kunnen geweest zijn. De schisten worden echter niet nader gespecificeerd.

Het feit, dat het geheele gebied aan sterke tektonische bewegingen moet zijn blootgesteld (chaotische structuur, de fatoe-dekbladen) kan erop wijzen, dat men ertsvorming overal mag verwachten, b.v. op de overschuivingsvlakken. Ik wijs er in dit verband op, dat de voorkomens van de Katanga gebonden zijn aan overschuivingsvlakken. De eenige voorwaarde is, dat in den ondergrond de leveranciers voor dergelijke

emanaties aanwezig zijn, hetgeen aan de oppervlakte niet direct behoeft te blijken: men kan ook in dit opzicht het Katangagebied als voorbeeld nemen, daar hierin granieten nergens aan den dag treden.

Eventueel komen ook de rose velden op de kaart, waartoe ook zure uitvloeiingsgesteenten (dacieten) behooren, voor een nader onderzoek in aanmerking.

Bovendien is de kaart over groote oppervlakken nog wit.

Daar de mogelijkheid niet buitengesloten moet worden geacht, dat het bewuste erts van het eiland Flores afkomstig zou zijn, dient ook voor dit eiland te worden nagegaan, tot welke gebieden een onderzoek aldaar beperkt zou moeten worden.

Volgens de geologische schetskaart van Flores (Litt. No. 15) komen granodiorietische dieptegesteenten, en de daarmede genetisch verbonden dacietische en liparietische effusiva langs de geheele Noordkust voor in het westelijk gedeelte van het eiland, terwijl deze gesteenten in de belangrijke smallere Oosthelft meer aan den Zuidkant liggen. Voor de rest wordt het eiland grotendeels bedekt door de jongere vulkanen en door neogene lagen.

Resumeerende kom ik derhalve tot de volgende conclusies.

1. In de Timorcollectie werd door mij een Uraniumerts aangetroffen, bestaande uit een mineraal, dat optisch eenige overeenkomst vertoont met het *Skłodowskiet* (een waterhoudend magnesium-uranium silikaat) en uit *Wulfeniet* (loodmolybdaat).

2. Dit erts is in hooge mate radioactief, en bevat, op grond van elders verkregen gegevens, ongeveer 100 milligram Radium per ton, een waarde vertegenwoordigend van 7 250 gulden per ton.

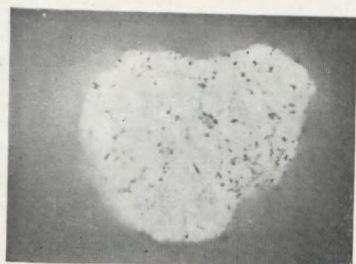
3. De juiste vindplaats van dit erts is helaas niet aan te geven. Met eenige mate van waarschijnlijkheid mag worden aangenomen, dat het erts inderdaad van Timor afkomstig is, en niet op onregelmatige wijze in de collectie is terecht gekomen. Een kleine kans bestaat, dat het van Flores afkomstig is.

4. Op grond van het feit, dat alle Uraniumertsen ter wereld genetisch in zeer nauw verband staan met zure eruptiefgesteenten en de emanaties daarvan, mag geen genetisch verband worden gezocht tusschen dit erts en de op Timor aangetroffen primair magmatische, aan ultrabasische eruptiva gebonden koperertsen.

5. Aan de hand van de eenige gepubliceerde geologische kaart van Timor zijn geen positieve aanwijzingen te vinden, waar men het erts zou mogen verwachten. In aanmerking komen de op de kaart met rose en groen aangegeven gebieden, alsmede die terreinen, waar kristallijne schisten voorkomen. Eventueel kunnen ertsen voorkomen op storingszônes, welke echter op de kaart niet zijn aangegeven.

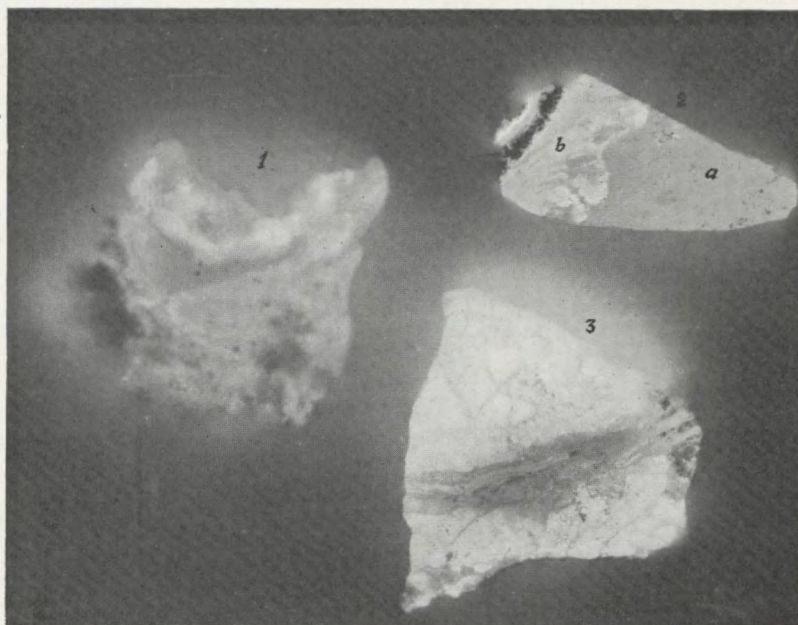
Litteratuur.

1. F. A n g e l e n R. S c h a r i z e r. Grundriss der Mineralparagenese. 1932. pag. 49, 253-255.
2. B e y s c h l a g - K r u s c h - V o g t. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. 1921. II. Bd.
3. W. L i n d g r e n. Mineral deposits. 3rd Edition, 1928.

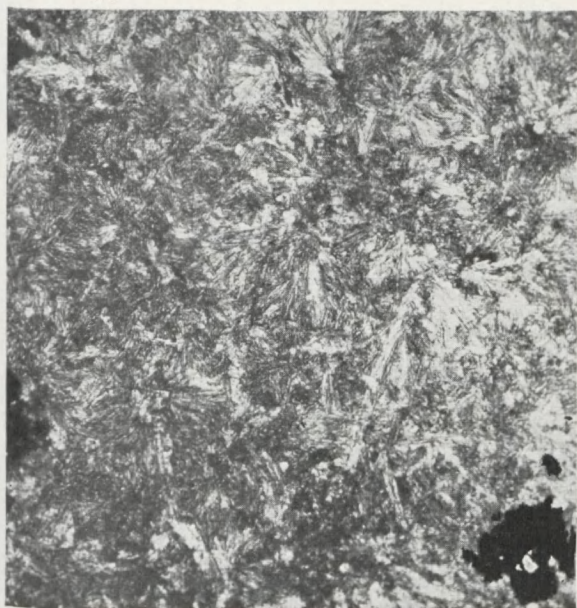


1.

2.



3.



4.

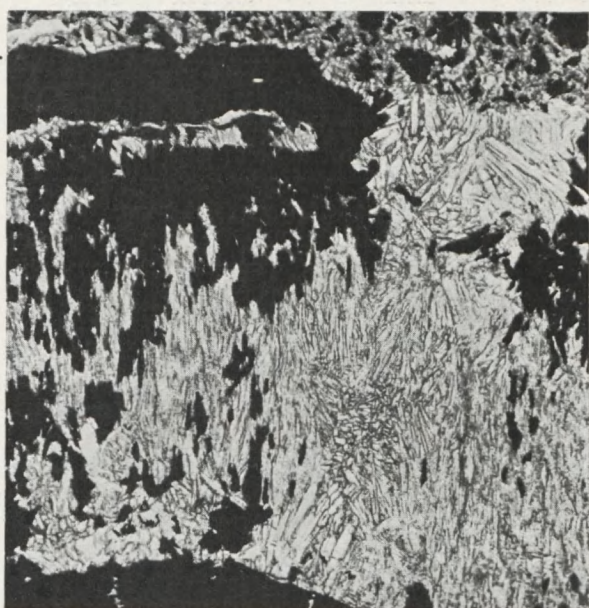


Foto 1. Fotochemisch effect van het Uraniumerts uit de Timorcollectie.

Wit: Uraniumerts; grijze stippen: wulfeniet.

Foto 2. Fotochemisch effect van Uraniumerts van de Katanga.

1. Dit stuk bestaat uit de Uraniumhoudende mineralen: torberniet, kasoliet en dewindtiet.

2. a = vandenbrandeiet. b = kasoliet. c = een niet radioactief erts.

3. een ader van becquereliet, fourmarieriet en schoepiet in uraanpekerts.

Foto 3. Mikrofoto van het erts uit de Timorcollectie.

Een schoof- en vedervormig, radiaalstralig kristallijn aggregaat. De donkergrijze vlekken zijn onregelmatig gevormde kristallen van wulfeniet.

Vergrooting 120 maal. Gewoon licht.

Foto 4. Mikrofoto van een Katanga-erts.

Lichtgekleurde vezelige kristallen van becquereliet (een waterhoudend Uraniumoxyde) met groote donkergrijze flarden van kasoliet (een waterhoudend Lood-uranium silikaat) en zwarte plekken van pekblende. Langs den bovenrand van de foto een mengsel van pekblende en fourmarieriet (een waterhoudend Lood-uranaat).

Vergrooting 120 maal. Gewoon licht.

4. M. Kraus. Das staatliche Uranpfecherz Bergbau-revier bei St. Joachimstal in Böhmen. Wien. 1916.
5. R. A. F. Penrose. The Pitchblende of Cornwall. Econ. Geol. 1915 No. X.
6. E. S. Bastin. Geology of the Pitchblende ores of Colorado, U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 90A, 1914.
7. Hugh S. Spence. The Pitchblende and Silver Discoveries at Great Bear Lake, Northwest Territories. Canada, Dept. of Mines Branch. Invest. of mineral resources and the Mining Industry 1932 for 1931. Sect. 3, No. 727, pp. 55-92.
8. Character of the Pitchblende Ore from Great Bear Lake, N. W. T., Canadian Mining Journal 1932, Vol. 53. pp. 483-487.
9. P. R. Alsdorf. Occurrence, Geology and Economic Value of the Pitchblende Deposits of Gilpin Co. Econ. Geol. 1916, No. XI.
10. W. T. Dörpninghaus. Uranlagerstätten der Iberischen Halbinsel. Metall und Erz, pag. 297. 1914.
11. A. Schoep. Les Minéraux du Gîte Uranifère du Katanga. Ann. du Musée du Congo Belge, Série 1, Tome 1, fasc. II. Maart 1930.
12. La Vanderbrandéite, un nouveau Minéral Uranifère. Ann. du Musée du Congo Belge, Série 1, Tome 1, Fasc. III. Aug. 1932.
13. A. W. Turner. General Geology of the Katanga Radium Deposits. The Mining Magazine, April 1926.
14. C. W. A. P. 't Hoen, met medewerking van L. J. C. van Es. De Opsporingen naar Delfstoffen op het Eiland Timor. Jaarb. v. h. Mijnw. 1925. Verh. II. met 5 kaarten.
15. H. Ehrat. Geologisch Mijnbouwkundige Onderzoekingen op Flores. Jaarb. v. h. Mijnw. 1925. Verh. II. met 1 geologische schetskaart.
16. P. Krusch. Über die nutzbaren Radiumlagerstätten und die Zukunft des Radiummarktes. Zeitschr. f. Prakt. Geol. 1911, S. 83.
17. W. Petraschek. Die nutzbaren Radiumvorräte der Erde. Verh. d. K. K. Geol. R.-A. Wien 1915, No. 2.
18. Engineering and Mining Journal, 1934, 1935, Januari 1933. Summary of the Markets, Miscellaneous Metals, wholesale lots, prompt shipment f.o.b. New York.

Bijlage I.

Analyse van een Uraanerts uit de gesteenteverzameling van het M. G. O. Timor.

Daar slechts een enkel stuk, ongeveer 50 gram wegend, aanwezig is kon voor het onderzoek, zoowel kwalitatief als kwantitatief, niet meer dan eene geringe hoeveelheid beschikbaar worden gesteld.

Een gedeelte hiervan, minder dan één gram, werd gebruikt voor het kwalitatief onderzoek, waardoor kon worden vastgesteld de aanwezigheid der elementen:

Si- Pb- Mo- U- Fe- Al- Ni- Co (zeer geringe hoeveelheid) Mg en de afwezigheid van:

W- As- Sb- Cu- Bi- Ti- P- V- Th- Ca- Ba en alkaliën.

De voor het analytisch onderzoek beschikbare hoeveelheid van het monster liet niet toe dat een onderzoek werd verricht naar de mogelijke aanwezigheid van S- Se- CO₂, Niobium, Tantalum en van elementen uit de groepen der zeldzame aarden.

Het kwantitatief onderzoek, dat op één gram stof verricht werd, leidde tot het volgende resultaat:

SiO ₂	8,28 %
PbO	10,84 %
MoO ₃	6,96 %
U ₃ O ₈	51,75 %
Fe ₂ O ₃	0,20 %
Al ₂ O ₃	0,36 %
NiO	1,59 %
MgO	1,15 %
H ₂ O-	4,58 %
H ₂ O+	8,04 %
Totaal	93,75 %

In verband met deze ongunstige omstandigheid (weinig beschikbaar materiaal), werden de verschillende bepalingen zooveel mogelijk uitgevoerd na de voor het kwalitatief onderzoek gebruikelijke groepscheidingen, geheel in afwijking van een normaal verlopend kwantitatief onderzoek, met het gevolg, dat meer dan anders het geval zou zijn geweest, filtraten en waschoplossingen moesten worden ingedampd ter elimineering van verbindingen, die de afzonderlijke bepalingen nadeelig zouden hebben beïnvloed.

Eene uitzondering werd gemaakt voor de bepaling van het Uraangehalte, dat volgens deze werkwijze 51,79% bedraagt, terwijl de bepaling op eene afzonderlijke hoeveelheid stof verricht, volgens een voor dit element normaal gebruikelijke methode, het cijfer 51,75 opleverde, welke waarde in de samenstelling der analyseresultaten werd opgenomen.

Van het verrichten van meerdere contrôle-analysen der nauwkeurigheid der gevolgde werkwijze, welke voor het analytisch onderzoek van minder of meer bekende delfstoffen nuttig kan zijn, bij dat van geheel onbekende ongetwijfeld noodzakelijk geacht wordt en regel is, kon onder de gegeven omstandigheden geen sprake zijn en moest worden volstaan met eene bepaling van het Mg-gehalte in de oplossing na afscheiding van de Uraanverbinding volgens de normale methode.

Verkregen werd voor MgO 1,13%, in stede van 1,15% volgens de andere methode.

Het groepeeren der voor PbO en MoO₃ gevonden waarden kan leiden tot de gevolgtrekking, dat deze verbindingen deel uitmaken van het mineraal PbO, MoO₃ (Wulfeniet), in hetwelk een PbO-waarde van 10,84% eene overeenkomstige waarde voor MoO₃ van 6,93% vereischt of wel eene MoO₃ waarde van 6,96% een PbO waarde van 10,88%.

Groepeering van 1,15% MgO met de daaraan overeenkomstige, waarden voor UO₃, SiO₂ en kristalwater, resp. 16,33%, 3,42% en 3,60% leidt tot de formule MgO. 2UO₃. 2SiO₂. 7H₂O (Sklodowskiet), dat een U₃O₈ waarde van 24,04% vertegenwoordigt. Aannemende, dat eene gelijke groepeerings ook voor NiO geldt, komt men tot de formule NiO. 2UO₃. 2SiO₂. 7H₂O met 1,59% NiO, 12,18% UO₃ (= 17,93% U₃O₈), 2,54% SiO₂ en 2,68% kristalwater.

Het kwantitatief onderzoek leverde geen bijzondere moeilijkheden op, met uitzondering van het moeilijk en onvolledig neerslaan van Mo als MoS₃ en de scheiding van deze verbinding van het medeneergeslagen PbS. Het lijkt ook zeer wel mogelijk, dat kleine hoeveelheden Mo in het filtraat van de H₂S behandeling achtergebleven zijn, hoewel bij de daaropvolgende scheidingen geen Mo in de oplossingen kon worden aangetoond. Het oplossen van het monster door middel van HNO₃ s.g. 1,20 verliep vlot, met achterlating van een loodgrijs metallisch residu (Molybdeenglans?), dat bij verwarming der vloeistof vrij snel werd ontleed. Bij indamping der oplossing scheidde SiO₂ zich langzaam af als gelatineuse massa.

Aangezien het niet mogelijk blijkt met de verkregen analyseresultaten eene bevredigende opgave van de samenstelling van het onderzochte monster te verstrekken, omdat voor een sluiten der analyse nog eenige (6 à 6,5) procenten ontbreken en dienovereenkomstig de beide bovengenoemde groepeerings, hoewel voorloopig aannemelijk, niet als onweerlegbaar juist dienen te worden aanvaard, komt het mij gewenscht voor alsnog een onderzoek in te stellen op mogelijk aanwezige zwavel-selen- en koolzuurverbindingen en het molybdeengehalte te bepalen volgens een der daarvoor aanbevolen methoden.

Hiervoor zoude eene hoeveelheid van 4 à 5 gram stof beschikbaar gesteld dienen te worden.

Bandoeng, 2 Maart 1935.

Het Hoofd van het Scheikundig Laboratorium,
w.g. Freusberg.

Bijlage II.

Onderzoek van een radium-uraniumerts, afkomstig van dr. Harloff, op radioactiviteit.

Dit erts wordt in het volgende aangeduid door TX. Het erts is volgens 2 verschillende methoden onderzocht op radioactiviteit, t.w.:

I. Volgens een methode aangegeven door Sebesta: (W. Sebesta, Zs. f. Phys. 63, 598, 1930 „Neue Methode der radioaktiven Untersuchung pulverisierter Substanzen“).

II. Volgens de emanatiemethode (zie b.v. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik, 14. Auflage p. 732 en vgl.).

Onderzoek volgens methode I.

Voor dit onderzoek was noodig een radiumhoudend poeder van nauwkeurig bekende sterkte. Daar dit niet ter beschikking was, is de activiteit van het erts TX vergeleken met die van een paar bekende radioactieve mineralen, n.l. van het Katanga uraanpekerts, en van het Joachimstaler uraanpekerts.

Onder de activiteit van een stof wordt verstaan de hoeveelheid grammen Ra. met. aanwezig in 1 g van de stof. Vooraf is onderzocht of de methode van Sebesta voor dit onderzoek kon worden gebruikt, hetgeen het geval bleek te zijn. Voor het verkrijgen van nauwkeurige resultaten is evenwel noodig, dat zoowel de te onderzoeken stof als de ter vergelijking gebruikte mineralen zoo goed mogelijk homogeen zijn. Het was niet mogelijk vooraf dit nauwkeurig na te gaan, wel bleek dat aan de voorwaarde van homogene samenstelling door het onderzochte erts TX en het gebruikte Joachimstaler uraanpekerts niet voldaan was, door het Katanga uraanpekerts in voldoende mate.

Als resultaat van dit onderzoek werd gevonden:

Activiteit TX = 0,71 Activiteit Katanga uraanpekerts.

Activiteit TX = 0,95 Activiteit Joachimstaler uraanpekerts.

Daar de voor dit onderzoek gebruikte hoeveelheden van het erts TX telkens ongeveer 50 mg, van het Katanga en het Joachimstaler uraanpekerts ongeveer 25 mg bedroegen, terwijl vooraf deze hoeveelheden niet op homo-

geniteit waren onderzocht, kunnen de verkregen resultaten vrij veel afwijken van die verkregen door onderzoek van grotere hoeveelheden van het erts. Dezelfde opmerking geldt voor de resultaten van het onderzoek volgens de 2e methode, waarbij ook kleine hoeveelheden dezer stoffen zijn gebruikt.

Onderzoek volgens methode II.

Daar de voor dit onderzoek benodigde radiumnormaaloplossing niet aanwezig was, is ook volgens deze methode het uraanerts TX vergeleken met als vergelijkingsstandaarden gebruikte mineralen: Katanga uraanpekerts, Joachimstaler uraanpekerts en Katanga Curiet. De mineralen werden volgens de gebruikelijke methoden ontsloten met salpeterzuur en zoutzuur en van hoeveelheden variërende van 130 mg tot 270 mg voor de respectieve mineralen oplossingen gemaakt.

Onderzoek van de gebruikte filters en residu op radioactiviteit toonde aan, dat op een geheel te verwaarloozen percentage na alle radioactieve bestanddeelen in oplossing waren gegaan. Van de verkregen oplossingen werden hoeveelheden, die ongeveer 6 mg der betreffende mineralen bevatten, door middel van de emanatie dezer oplossingen op activiteit onderzocht.

Als resultaat van dit onderzoek werd gevonden:

Act. TX = 0,58 Act. Kat. uraanpekerts.

Act. TX = 0,92 Act. Kat. curiet.

Act. TX = 1,05 Act. Joach. uraanpekerts.

Het gebruikte Katanga uraanpekerts en het gebruikte Katanga Curiet waren afkomstig van dr. Harloff, het Joach. uraanpekerts, aanwezig in het Bosschalaboratorium, was afkomstig van de firma Merck uit Darmstadt. Een nauwkeurige bepaling van het radium en uraangehalte uit de activiteit was niet mogelijk, omdat het gebruikte TX niet homogeen was; een schatting is evenwel mogelijk, daar het Katanga uraanpekerts en Katanga curiet vermoedelijk zuivere en homogene mineralen zijn, wier radium- en uraangehalte vrij nauwkeurig bekend is.

w.g. Woltjer.

Einige Bemerkungen zur fossilen Fischfauna von Padang (Sumatra)

von

Dr. K. A. F. R. MUSPER,

Geologe beim „Dienst van den Mijnbouw“. Bandoeng.

Obwohl der geologische Teil zur Beschreibung der Padanger Fischfauna (Musper 1935) eher abgeschlossen war als der paläontologische (Sanders 1934), dem nur die Veröffentlichung einer Übersicht über die geologischen Untersuchungsergebnisse vorangegangen war (Musper 1930), konnte ersterer erst reichlich ein Jahr später erscheinen, ohne dass es möglich war, noch von den endgültigen paläontologischen Befunden Gebrauch zu machen. Zwischen Sanders' Auslassungen besonders über das Alter und vor allem die Ursache des Todes der Fischfauna und den meinigen sind auf diese Weise Umstimmigkeiten entstanden, die mich veranlassen, auf einige Fragen nochmals kurz zurückzukommen. In den Einzelheiten muss dabei auf die genannten Arbeiten hingewiesen werden.

Was die rein ichthyologischen Betrachtungen Sanders' betrifft, so soll hierauf nicht näher eingegangen, vielmehr nur auf zwei Punkte die Aufmerksamkeit gelenkt werden, die man beim Studium der sonst ausgezeichneten Sanders-

schen Arbeit nicht übersehen darf. Nach ihr sollen nämlich erstens die Vertreter der *Cyprinidae* „nur im Süßwasser vorkommen“ (S. 91) und sind die *Cyprinoidae* „alle echte Süßwasserfische, die niemals im Meere angetroffen werden“ (S. 95). Hiergegen hat Weiler (1935, S. 336) eingewandt, „dass Cypriniden sehr wohl im Brackwasser gedeihen können (Ostsee), dass in den Menilitschiefern der Karpathen und Mährens nicht selten Cypriniden mit einer rein marinen Fauna vergesellschaftet vorkommen, ja dass gegenwärtig die Cypriniden-Gattungen *Parabarbus* und *Pseudorasbora* in den japanischen Meeren leben“.

In dem anderen Falle handelt es sich um eine Äußerung Sanders' bei Gelegenheit ihrer Besprechung, wie die ebenfalls fischführenden Siwalik-Ablagerungen entstanden sein könnten (S. 123). Man habe es, entgegen der üblichen Auffassung, mit der „Fauna eines etwas brackigen Gewässers“ zu tun, und hierfür spreche auch, dass man in diesen Schichten einige Haifische antreffe. Sanders will demnach, übrigens unter Berufung auf Lydekker, den

sie aber offenbar miszverstanden hat, aus dem Auftreten von Haifischresten einen marinen Einschlag der betreffenden Absätze ableiten. Dieser Schlusß ist indessen gar nicht zwingend. Ist es doch von mehreren Haien, sowohl *Carcharidae* als *Pristidae*, seit längerer Zeit bekannt, daß sie in Flüsse hinaufsteigen, und sind ihre Reste auch mehrfach fossil in Süßwasserabsätzen gefunden worden (vgl. Hennig 1911); ich habe hierauf auch bei der Beschreibung der Mittleren Palembang-schichten in Palembang hingewiesen (vgl. Musper 1933, S. 21).

In Unkenntnis der vorgenannten Tatsachen sind von Sanders verschiedene, hinsichtlich der Bildung der Mergelschieferablagerung in den Padanger Hochlanden unrichtige Schlüsse gezogen worden; diese vermögen freilich an der Gesamtauffassung über die einschlägigen Fragen kaum etwas zu ändern.

Etwas anders steht es in dieser Beziehung mit der kohlenführenden Quarzsandsteinabteilung von Sawahloento in den Padanger Hochlanden, die jünger ist als die Mergelschieferabteilung. Auf Grund der daraus erhaltenen spärlichen Reste von *Hexapsephus guentheri* S. M. Woodw. (vgl. Sanders S. 84-85), dessen generische Verwandtschaft nach Sanders nicht einmal feststeht, wenn dieser Fisch auch „zweifelsohne als ein Vertreter der *Cyprinoidea* zu betrachten“ sei, hielt sie es nämlich für wahrscheinlich, daß wenigstens die $\frac{1}{2}$ m mächtige Schiefereinlagerung mit den Resten von *Hexapsephus* eine Süßwasserbildung darstelle. Sanders führt in diesem Zusammenhange an, ich habe es auf Grund der Anwesenheit von Bohrlöchern von Pholaden und von zahlreichen Foraminiferen, die beide unzweifelhaft eine marine Entstehung beweisen, im Basalconglomerat am Aïr Katialo für wahrscheinlich gehalten, daß die ganze Stufe in einem untiefen, ruhigen Meere abgelagert sei. Hier liegt indessen ein Irrtum von seiten Sanders' vor: Ich habe dies keineswegs von der ganzen Stufe behauptet, sondern — übrigens mit auf Grund einer Anzahl anderer, von mir genannter Beobachtungen — nur gesagt (1930, S. 318), die Abteilung stelle „in der Hauptsache“ die Ablagerung eines untiefen Teiles einer ruhigen Flachsee dar, während ich (ebendort, S. 314) betreffs der Einschaltung mit den Fischresten die Auffassung vertrat, daß auf Grund der bislang daraus bekanntgewordenen Tierreste, worunter sich wahrscheinlich Melanien befinden, „höchstens auf eine brackische bis Süßwasserbildung“ zu schlieszen sei. Entgegen der Meinung von Sanders (S. 95) müssen die Fischreste daselbst übrigens sehr selten sein, was daraus hervorgeht, daß seit 1883 trotz des fortschreitenden Abbaus der Kohlen von Sawahloento weitere Stücke nicht bekanntgeworden sind.

Nach dem Vorstehenden ergibt sich für mich keine Veranlassung, meine früher ausgesprochene Auffassung über die Entstehung der Quarzsandsteinabteilung irgendwie einer Änderung zu unterziehen.

Nun einige Worte zum Alter der Mergelschiefer! Hier muß zunächst bemerkt werden, daß weder die geologische Aufnahme noch die Bearbeitung der Fauna zu Ergebnissen geführt haben, die eine nähere Altersbestimmung erlauben. Dieses schwankt vielmehr noch stets in recht weiten Grenzen.

Nach Sanders (S. 124) ist es wegen des Auftretens zahlreicher rezenter Gattungen, nämlich von 11 unter insgesamt 14, wegen des Vorkommens zweier rezenter Arten, und weil die Verwandten der meisten Mergelschieferfische aus prätertiärer Zeit unbekannt sind, sehr unwahrscheinlich, daß es sich um Prätertiär handelt. Diese Unwahrscheinlichkeit wird auch durch die geologischen Verhältnisse bestätigt. Andererseits ist nach Sanders die Mehrzahl der Fische im Eocän schon reichlich vertreten, bestehen ferner keine stichhaltigen Einwände gegen Eocän und sprechen für dieses die, freilich spärlichen, Anklänge an sicher eocäne Faunen in anderen Gebieten der Erde. Inwiefern die von Sanders angegebenen Beweisgründe für letztgenannte Folgerungen tatsächlich berechtigt waren, möge dahingestellt bleiben, jedenfalls meint sie hieraus schlieszen zu sollen, „daß die ichthyologischen Ergebnisse gut im Einklang stehen mit der Annahme der Geologen, daß die Mergelschiefer eozänen Alters sind“¹⁾.

Gegen vorstehenden Schlusß muß aus mehreren Gründen Einspruch erhoben werden. Zum ersten haben allerdings Leupold & van der Vlerk an der von Sanders (S. 119) angegebenen Stelle (1931, stratigraphische Tabelle gegenüber S. 648) die Breccien- und Mergelschieferabteilung dem untersten Eocän (Eocän a) eingereiht, aber wie sich aus dem Texte ergibt (S. 631/632), waren sie sich der Lücken in unserem Wissen über die Stratigraphie des Tertiärs im Hochlande von Padang sehr wohl bewusst, so selbst, daß man sich verwundert fragen muß, warum in der tabellarischen Übersicht die genannte und die Quarzsandsteinabteilung mit Kohlen (Oembilin-Kohlen) ohne jede Andeutung der herrschenden Unsicherheit scheinbar unbedenklich mit anderen Tertiärbildungen des Indischen Archipels parallelisiert wurden. Man sieht, als wie irreführend sich dieses Verfahren bereits erwiesen hat. Ist doch die Unterbringung der Mergelschiefer bei der Tertiärstufe a nichts weiter als eine völlig unbewiesene Annahme!

Ich selbst habe auf Grund meiner im Gelände gewonnenen Einsicht in die geologischen Verhältnisse für die Mergelschiefer keineswegs ein eocänes Alter angenommen. Aus stratigraphischen Gründen habe ich vielmehr meine Auffassung erstmals (1930, S. 312) zusammengefaßt in den Worten: Es ist wahrscheinlicher, daß die Breccien- und Schieferabteilung zum ältesten Tertiär gehört als zum Jungtertiär. Sodann habe ich mich 1935 (S. 169/171) dahin ausgesprochen, es sei — ohne Berücksichtigung des Fossilinhaltes — höchstens der Schlusß erlaubt, daß dieses Schichtenpaket mit größerer Wahrscheinlichkeit zum ältesten Tertiär gehöre als zum ältesten Jungtertiär.

Da man den schwankenden Auffassungen der älteren Zeit (Verbeek, Tobler) in dieser Frage kaum einen Wert beimessen darf, so kommt demnach der angeführten Äußerung Sanders' betreffs der Annahme der Geologen in Wahrheit keine Berechtigung zu.

Zwingen nun die ichthyologischen Ergebnisse zur Annahme eines eocänen Alters? Ich muß es mir versagen, auf Einzelheiten einzugehen, aber schon nach

1) In der Urschrift nicht gesperrt gedruckt.

den obengenannten Folgerungen Sanders' braucht man es keineswegs mit Eocän zu tun zu haben; es könnte z. B. auch Oligocän vorliegen. Jedenfalls ist also das eocäne Alter durch nichts bewiesen, selbst könnte man bezweifeln, dasz Sanders ein solches auch nur wahrscheinlich gemacht hat.

Es ist um die eocänen Ablagerungen in Sumatra überhaupt sehr merkwürdig bestellt. Sicheres Eocän — es ist marin — kennt man allein aus Nordsumatra, und von allem, was bisher in Mittel- und Südsumatra unter dieser Flagge lief, ist dieses Alter nicht nachgewiesen. So musz man sich selbst allmählich mit dem Gedanken vertraut machen, dasz die beiden letzteren Gebiete in eocäner Zeit nicht vom Meere bedeckt gewesen sind. Sollten die Mergelschiefer mit der Fischfauna von Padang in der Tat eocän sein, was nach dem Gesagten nur eine Möglichkeit darstellt, dann hätten wir es mit den Ablagerungen eines Sees auf diesem eocänen Landgebiete zu tun. Geradesogut kann dieses Land aber noch während des Oligocäns und vielleicht auch bis in die allerälteste neogene Zeit hinein bestanden haben, während nach der faunistischen Analyse der fossilen Süzwasserablagerung von Padang auch ein solches Alter für sie nicht auszuschlieszen ist. Gegen die Bestimmung als Eocän bestehen selbst gar keine geringen Bedenken, denn in diesem Falle „reichten die Anfänge, die zur Herausbildung des rezenten Artenbildes innerhalb der Süzwasserfische des Indo-Australischen Archipels führten, zeitlich bedeutend weiter zurück als in Europa, wo die ersten noch jetzt lebenden Arten erst im Pliocän auftauchen“ (vgl. Weiler 1935, S. 336).

Schliesslich musz ich noch einmal auf einige Punkte betreffs der Ursache des Todes der Fischfauna zurückkommen.

Entgegen meiner Auffassung ist nämlich Sanders (S. 126-132) geneigt, hierbei der Einspülung feinen Schlammmaterials in den See durch Flüsse die entscheidende Rolle zuzuschreiben, während sie offenbar dem Mangel an Sauerstoff und vollends einem Gehalt an Schwefelwasserstoff eine geringe Bedeutung beimisst²⁾.

Hauptsächlich soll es Mergel- und Kalkschlamm gewesen sein, der die Fische in der Atmung behinderte und massenhaft zugrundegehen liess. Sanders beruft sich hier auf Mohr (1930, S. 57), nach dem, so meint sie, aus Mergel- und Kalkgebieten kommende Flüsse abnorme Massen feinen Schlammes mitführen sollen. Für Mergelgebiete trifft dies ohne Zweifel zu. Was aber den Kalkschlamm betrifft, so hat Sanders allem nach Mohr nicht ganz verstanden, sagt doch gerade er (S. 57/58) ausdrücklich und sehr zu Recht, dasz sich Abtragmaterial von Kalk völlig anders verhalte als Ton (und Quarz), nämlich [in Übersetzung]: „Die Kalkkörner fallen an allen Ecken während des Transports fortwährend der Lösung anheim, wodurch sie sich abrunden und als äusserst feine Körnchen oder selbst überhaupt nicht [in den

Fluszsedimenten] vorkommen“. Überdies spricht Mohr in diesem Zusammenhange gar nicht von „abnormen“ Schlammmassen, sondern sagt an der zitierten Stelle, dasz aus Mergel- und Kalkgebieten abströmende Flüsse nur wenig Colluvium, aber um so mehr Alluvium absetzen, wobei er unter letzterem versteht „Anspülungen mehr oder weniger gleichmässiger Grösze und im allgemeinen auch feineren Korns [nämlich: als sein „Colluvium“], wie man sie in der Regel antrifft in den Unterläufen der Flüsse, nachdem eine mehr allmähliche Geschwindigkeitabnahme des strömenden Wassers stattgefunden hat“. Das Missverständnis erhellt noch deutlicher aus der weiteren Äusserung Sanders': „Da die Erosion von Kalkgebirgen in unserem Archipel bekanntlich abnorm viel höher ist, als diejenige von z. B. vulkanischem Gestein und weil das Erosionsmaterial aus Mergel- und Kalkgebieten gleich in eine sehr feine Masse auseinanderfällt, kommt es mir wahrscheinlich vor, dasz der Tod der Mergelschieferfische dadurch veranlaszt wurde, dasz bei starkem Regenfall durch mehrere Wasserläufe enorme Mengen feines Material in den See hineingeschleppt wurden“. Gerade im Gegenteil sind es nämlich die Kalkzüge — Sumatra und besonders die Padanger Hochlande bieten dafür sehr sprechende Beispiele —, die mit schroffen Wänden und zackigen Graten allermeist die umgebenden, weniger widerstandsfähigen Gesteinsmassen oft bedeutend überragen und deren Abtragung also langsamer erfolgt als die anderer Gesteine. Kalkschichten liefern verhältnismässig wenig mechanisches Erosionsmaterial, und ihr Abtrag erfolgt, zumal in den feuchten Tropen, viel mehr in der Hauptsache durch chemische Auflösung. So kommt es auch, dasz sich die Gewässer in Kalkgebieten durch besondere Reinheit auszeichnen, und von einem Zerfall von Abtragprodukten aus Kalkgebieten in eine feine Masse kann keine Rede sein.

Auch die Umgebung des Mergelschiefersees musz zur Zeit seines Bestehens reich gewesen sein an Kalken, während Mergelgesteine, die bei der Erosion in einen feinen Schlamm hätten zerfallen können, mindestens stark in den Hintergrund traten. Es liegt darum viel näher, das pelitische Material des Schieferkomplexes in erster Linie auf die Verarbeitung der übrigen Gesteine dieser Gegend, nämlich vor allem von Eruptivgesteinen und besonders solchen granitischer Zusammensetzung, zurückzuführen.

Wie aus den bekanntgegebenen Analysen hervorgeht (Sanders, S. 129; Musper 1935, S. 176), ist der Kalkgehalt der Schiefer obendrein gar nicht besonders hoch. Er ist, wie Sanders betont, in der Tat viel höher als der Bodenschlamm vieler rezenten sumatranischer Seen, aber unter den javanischen kennt man einen, den Ranau Bedali, dessen Bodenschlamm einen ganz ähnlichen Kalkgehalt aufweist wie der des behandelten Tertiärsees.

Sanders hat bei ihrer Erklärung auch nicht genügend berücksichtigt, dasz der pelitisch-mergelige Anteil im ganzen Schichtenkomplex darin das Normalsediment darstellt und dem Absatze in den ruhigen Perioden entspricht, während in regenreichen Zeiten sandiges, mehr oder weniger grobkörniges Material in den See eingespült wurde. Letzteres ist ge-

2) In der in niederländischer Sprache geschriebenen Zusammenfassung der Ergebnisse von Sanders' Untersuchungen (s. ihre Dissertation, S. XII) ist als wahrscheinliche Todesursache ausschliesslich der feine Schlamm genannt.

rade weniger reich an Fischresten, wogegen doch nach der Auffassung von Sanders das Fischsterben im wesentlichen zu Hochwasserzeiten allein erfolgt sein sollte. Ihre Hypothese wird also den Tatsachen wenig gerecht.

Es ist in diesem Zusammenhang interessant, dass nicht einmal bei sicher viel bitumenärmeren, dagegen ganz wesentlich kalkreichen Sedimenten mit vielen Fischresten, nämlich den wie unsere Mergelschiefer ebenfalls in Süßwasser gebildeten Kalkschiefern des Steinheimer Beckens in Süddeutschland, ein Tod der Fische durch Erstickung im Schlamm befürwortet wird; im Gegenteil lehnt Weiler (1934, S. 18/19) gerade eine der Sandersschen entsprechende Auffassung, die Klähns, ausdrücklich und mit guten Gründen ab, wobei seine Schlussfolgerung ist: „Also nicht durch Regengüsse verursachte Wassertrübung, sondern Vorgänge, die sich auch heute noch in einem jeden Gewässer mit geringer Wasserbewegung wiederholen, scheinen von Zeit zu Zeit den Fischbestand des Steinheimer Beckens dezimiert zu haben“. Es sei hier nur beiläufig bemerkt, dass die dortigen fischführenden Platten den allerdings marin entstandenen Kalken, die bei Patoenoeang Asoe E auf Celebes Fischreste einschlieszen (vgl. de Beaufort 1926) so verblüffend ähnlich sehen, viel mehr als den lithographischen Schiefern in Franken, womit sie Brouwer (1924) verglichen hat, dass der Gedanke an eine ähnliche Ursache des Fischtodes naheliegt.

Er will mir auch scheinen, dass das von Sanders gegebene Zitat aus Days Arbeit (1877, vgl. Sanders, S. 130) nicht sehr geeignet ist, die Annahme zu stützen, dass ein Massentod der Fische oft auf schlammiges Wasser zurückzuführen sei, erwägt doch Day selbst in dem beschriebenen Falle die Möglichkeit ihres Erstickens infolge Vergiftung des Fluszwassers durch faulendes Pflanzenmaterial. Im übrigen kann bekanntlich in Regenzeiten das Wasser tropischer Flüsse in kürzester Zeit völlig verschlammten, während trotzdem darin die Fischfaunen in der Regel zweifellos nicht und ganz bestimmt nicht in grossen Massen zugrundegehen. Und in einem See kann auch das einströmende Fluszwasser vor allem bei unvermittelter Erhöhung seiner Zufuhr Umschichtungen verursachen, wodurch vergiftetes Tiefenwasser in den Bereich des bewohnten Wassers gerät; der Schlamm braucht darum nicht, oder wenigstens nicht unmittelbar die Ursache eines Fischsterbens zu sein.

Ein ähnlicher Einwand kann gemacht werden wenn Sanders (S. 130-131) die Verhältnisse im Indaw-Flusse heranzieht auf Grund der von Chopra gegebenen Schilderung, die — Sanders weist selbst darauf hin — nicht einmal auf dessen eigenen Beobachtungen beruht. Zwar erwähnt Chopra in der Tat zwei Möglichkeiten des dortigen alljährlichen Fischsterbens, er bemerkt aber ausdrücklich (S. 210), dass dieses mit mehr Wahrscheinlichkeit durch giftige Gase als durch Fluszschlamm verursacht werde. Wo Chopra doch mitteilt, dass es an der Stelle, wo das Massensterben auftritt, zu einem Stagnieren des Fluszwassers kommt, wobei dieses eine schwarze Färbung und faulen Geruch annehme und vergiftet werde, da muss man sich wundern, wenn Sanders trotzdem dazu neigt, in diesem Beispiel eine Stütze für ihre Annahme des Todes der Mergelschieferfische

durch Schlamm zu erblicken. Es sei bezeichnend, meint sie, dass die *Cyprinoidea* im Indaw in etwas grösseren Mengen umkommen als die *Siluroidea*, und dies spreche für die zweite Hypothese, weil letztere besser in schlammigem Wasser leben könnten. M. E. ist aber anzunehmen, dass Schlammbewohner auch anspruchloser sind bezüglich des Sauerstoffgehaltes des Wassers, der im Schlamm naturgemäss geringer sein kann. Schlammbewohner sind darum einigermaßen an wenig durchlüftetes Wasser gewöhnt. Ich glaube dann auch, dass das Umkommen von mehr *Cyprinoidea*, wenn es überhaupt zutrifft (vgl. obige Bemerkung über die Herkunft des Berichtes), nicht für die zweite Hypothese zu sprechen braucht.

Zur Frage des Todes der Mergelschieferfische tragen übrigens die letztgenannten Beispiele insofern wenig bei, als man ja in diesen Fällen die Fischeleichen zu Gesicht bekommt, sie treiben an der Wasseroberfläche und werden verfrachtet, sodass sie grösztenteils der Zersetzung anheimfallen werden, ehe sie eingebettet werden können. Die Tatsache, dass grosse Fischsterben vorkommen, an sich bezweifelt immerhin niemand!

Was die Ursache des Todes der Mergelschieferfische betrifft, können die Ausführungen Sanders' nach dem Vorstehenden also nicht in allen Teilen befriedigen. Unverkennbar sind dabei vor allem Mohrs Äusserungen nicht ganz verstanden bzw. unrichtig gedeutet worden. Gerade auch weil in der Umgebung des Sees viel Kalke vorkommen und daneben granitische Gesteine, die ebenfalls nur verhältnismässig wenig Schlamm abzugeben vermögen bei Regengüssen, kann die Verschlammung des Sees bei den Mündungen der einströmenden Gewässer nur gering gewesen sein. Nach wie vor kann ich, aus den zahlreichen Gründen, die sich aus meiner Arbeit von 1935 ergeben, die Todesursache nicht, jedenfalls keineswegs in der Hauptsache, in einer Wirkung von Schlammmassen erblicken, halte vielmehr dafür, dass die Fische des Mergelschiefersees in sauerstoffarme oder -freie, vergiftete Zonen geraten sind und daselbst den Tod gefunden haben.

Abgeschlossen im Februar 1936.

Angeführte Schriften.

- Brouwer, H. A.: Geologische beschrijving der omgeving van de tertiaire fossielrijke lagen nabij Patoenoeang Asoe E (Afdeeling Maros) in Zuid-Celebes. — Jaarb. Mijnw. 52 (1923), Verh., 's-Gravenhage 1924, S. 151-166.
- de Beaufort, L. F.: On a collection of marine fishes from the Miocene of South-Celebes. — Jaarb. Mijnw. 54 (1925), Verh. I, 's-Gravenhage 1926, S. 116-167.
- Chopra, B.: A note on fish-mortality in the Indaw river in Upper Burma. — J. Proc. As. Soc. Bengal, N.s. 22 (1926), Calcutta 1928, S. 203-210.
- Hennig, E.: Die Fischreste. — In: Die Pithecanthropus-Schichten auf Java. Leipzig 1911, S. 54-60.
- Leupold, W. & I. M. van der Vlerk: The Tertiary. — De Palaeontologie en Stratigraphie van Ned. Oost-Indië No. 20, Leidsche Geol. Meded., 5, Leiden 1931, S. 611-648.
- Mohr, E. C. Jul.: De grond van Java en Sumatra. — 2. Aufl., Amsterdam 1930.
- Musper, K. A. F. R.: Beknopt verslag over de uitkomsten van nieuwe geologische onderzoeken in de Padangsche Bovenlanden. — Jaarb. Mijnw. 58 (1929), Verh., Weltevreden 1930, S. 265-331.

- Musper, K. A. F. R.: Die fischführende Breccien- und Mergelschieferabteilung des Tertiärs der Padanger Hochlande (Mittel-Sumatra). — Verhand. Geol.-mijnb. Genootsch. Nederl. en Kol., Geol. ser., 11, 's-Gravenhage 1935, S. 145-188.
- Musper, K. A. F. R.: Geologische kaart van Sumatra, schaal 1 : 200 000. Toelichting bij blad 15 Praboe-moeli. — Bandoeng 1933.
- Sanders, M.: Die fossilen Fische der alttertiären Süßwasserablagerungen aus Mittel-Sumatra. —

Proefschrift, Universiteit Amsterdam. Erschienen in: Verhand. Geol.-mijnb. Genootsch. Nederl. en Kol., Geol. ser., 11, 's-Gravenhage 1934, S. 1-143.

Weiler, W.: Die Fische des Steinheimer Beckens. — Palaeontogr. Suppl. — Bd. 8, Stuttgart 1934, S. 1-20.

Weiler, W.: Referat über die Arbeit von M. Sanders. — In: N. Jahrb. f. Min. usw., 1935, Ref. III, S. 335-337.

Een nog onbekende oude publicatie over de Salida mijn

door

dr. h.c. ir. N. WING EASTON,

oud-chef van het Mijnwezen, Rijswijk (Z. H.).

Met 1 afbeelding.

Nu wijlen de heer Reinier D. Verbeek, toenmaals concessionaris van Salida, heeft zich veel moeite gegeven om op de hoogte te komen van hetgeen er in den tijd der V. O. C. over die mijn geschreven was; dit blijkt vooral uit zijn 2 brochures, die in Verbeek's Geologische Bibliografie van Ned.-Indië met de Nrs. 2703 en 2792 zijn aangehaald. Ook het werk van Elias Hesse, die van 1680-1683 op de mijn werkte (Bibliogr. Nr. 1267) was hem bekend; dit werd in 1931 herdrukt als deel X der „Reisebeschreibungen von deutschen Beamten und Krieglern im Dienste der Nederl. West- und Ostindischen Kompagnien” en bevat o.a. een gecombineerde platte grond en doorsnede der mijnwerken; een der kleinere mijnputten staat daarop vermeld als „Doct. Grims Schacht”, zonder verdere verklaring van dien naam. Een gelukkig toeval wilde, dat ik die vond door de ontdekking van een artikel, geschreven door Dr. H. N. Grimm (of Grim) en voorkomende in de „Miscellanea curiosa medico-physica Academiae Naturae Curiosorum” (een der vroegere titels van de tegenwoordige Abhandlungen der kais. Leopold.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Halle) en wel in Decuria II, tom. V, 1686, p. 68-70, als Observatio 37 (met een plaat).

Het kwam mij wel wenschelijk voor om dit stuk aan de vergetelheid te ontrukken. De tekening geeft ook een duidelijke voorstelling van de werkzaamheden in zijn tijd (Fig. 1).

(Latijsche tekst).

D. HERMANNI NICOLAI GRIMMII.

De minera auri et argenti Sumatrensi.

Datur hic delineatio metallifodinae Asiaticae, quae in Sumatra, tribus circiter milliariibus à Sillida, in montibus Tambungensibus invenitur, à quibus etiam denominatur, sub potestate Societatis Ind. Orient. Belgii confoederati constitutae, quatuordecim circiter orgyias altae, cuniculis autem 2. vel $2\frac{1}{2}$ orgyias latis, & venis itidem diversimodam latitudinem, interdum unius aut duarum palmarum, quibusdam duorum aut unius digiti habentibus.

De heeren Dr. P. Kruizinga te Rijswijk en Dr. G. Vrind te 's-Gravenhage waren zoo vriendelijk den niet altijd overduidelijken Latijnschen tekst in het Nederlandsch te vertalen, waarvoor ik hun hier besten dank zeg. Enkele aantekeningen bij die vertaling zijn van mijn hand.

Uit de berekeningen van R. D. Verbeek in zijn brochures kan worden afgeleid dat 1 lood = 1,12 ounces troy = ong. 35 gram, en 1 mark = 16 lood = ong. 560 gram.

De beschreven ertsen waren dus wel buitengemeen rijk; trouwens, in mijn „Die wichtigsten Edelmetall-Lagerstätten Sumatras” (1926), S. 42 wordt medegedeeld dat toenmaals voor het opvullen gebruikt gangmateriaal in veel later tijd weer werd ontgonnen omdat het 50-90 gulden de ton essayeerde! Dit was erts, dat niet rijk genoeg geacht was om verscheept te worden; de ervaring, van 1670-1676 met versmelten aan de mijn opgedaan, was namelijk van zóó ongunstigen aard geweest, dat Heeren XVII op advies van J. de Wexelt besloten hadden te gelasten om het erts ter plaatse door handscheiding uit te zoeken, en alleen de rijkste stukken naar Europa te zenden, waar het dan verkocht zou worden. De essaycijfers, door Grimm opgegeven, zijn dus geen practijkcijfers maar laboratorium-resultaten.

De bedoelde verhandeling luidt aldus:

(Vertaling).

Over een goud- en zilvererts van Sumatra
door den Heer

HERMANNUS NICOLAAS GRIMM ¹⁾.

Hier wordt een beschrijving gegeven van een erts-mijn in Azië, welke op Sumatra, ongeveer 3 mijlen van Sillida ²⁾, in het Tamboeng gebergte is gelegen en waarnaar zij ook genoemd wordt. Deze mijn, aangelegd onder het bewind van de Oost Indische Compagnie der Vereenigde Nederlanden, is ongeveer 14 vadem diep, met gangen van 2 tot $2\frac{1}{2}$ vadem breed, en met aderen, die eveneens een verschillende

1) Zweedsch mijn-expert, 1641-1711.

2) Salida.

Minerae autem, quae hic inveniuntur, sunt sequentes:

1. — Minera nigricans, sive Argentum rude nigrum, aureis splendentibus striis ornatum, in albo Spatho; venam habet inclinatam & reclinatam, sive in tecto & fundamento; à Septentrione ad Austrum extenditur, ubi fossorem cuneo & malleo laborantem Figura exhibet. Minera est elegans & dives, argenti & auri ferax; facilè plumbum subit, & pulchras promteque in igne fluentes scorias largitur, iterum iterumque tertiâ vice in usum ducendas. Ejus centenarius utplurimum marcam 1.12. lothones, interdum 2. marcas, nonnunquam 3. insuper lothones continet.

2. — Altera species, ejusdem coloris, continet marcam unam & 6. lothones.

breedte hebben, sommige van $1\frac{1}{2}$ palm, andere van 2 of 1 vinger breedte.

De ertsen, die men hier vindt, zijn de volgende:

1. — Een donker erts, of compact zwart zilver, versierd met schitterende gouden strepen in een wit spaat; het vormt een naar beneden gebogen en teruggebogen ader, zoowel in het dak als in den vloer, en strekt zich van het Noorden naar het Zuiden uit, waar het een graver ³⁾ met wig en hamer werkende in gestalte uitbeeldt. Het erts is prachtig en rijk, met veel zilver en goud; het wordt gemakkelijk opgenomen in lood, en geeft mooie en snel in het vuur vloeibaar wordende slakken, die nog eens en nog eens en voor de derde keer gebruikt moeten worden. Een centenaar er van bevat op zijn meest 1 mark en 12 lood, soms 2 mark, en soms bovendien nog 3 lood.

2. — Een andere soort van dezelfde kleur bevat 1 mark en 6 lood.

3) Houwer.

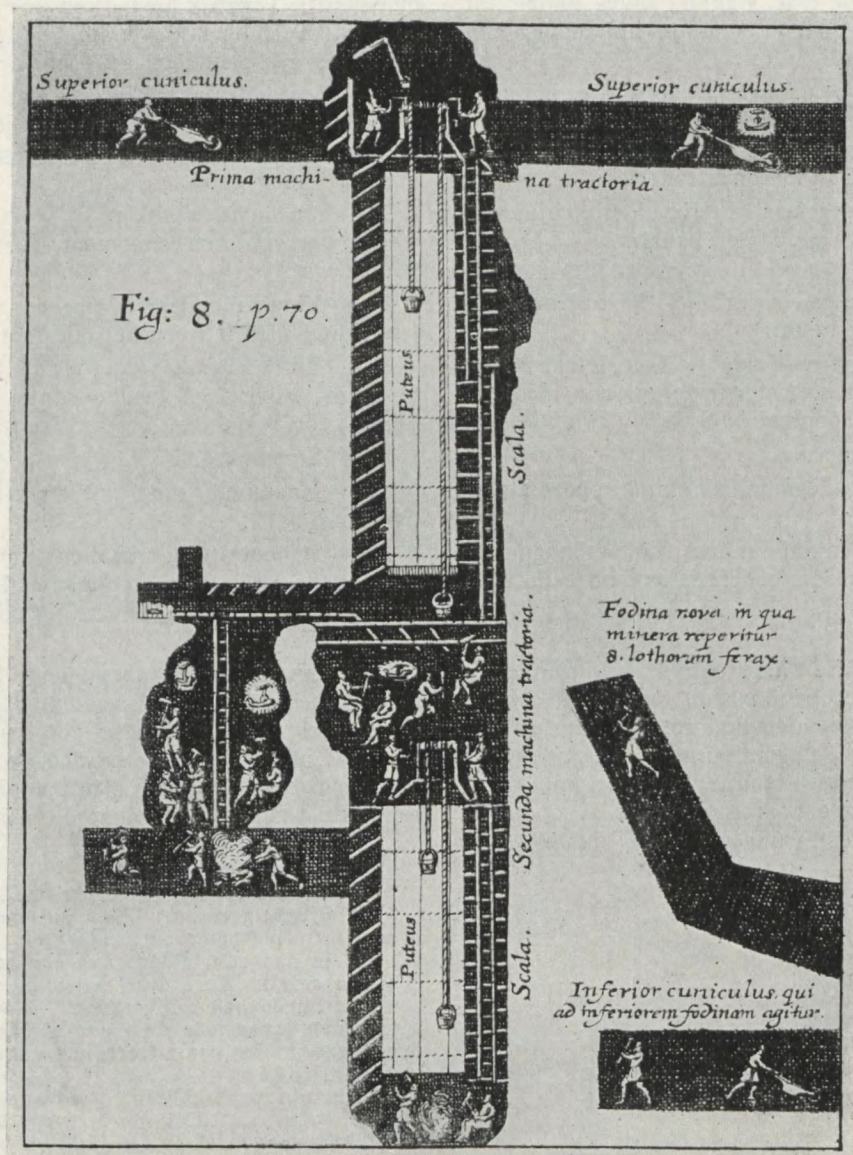


Fig. 1.

3. — Vena, cui divites minerae insunt, caerulescens est lapis vel Spathum, satis durum, cujus tamen centenarius 5 lothones continet; ejus verò multi centenarii obtineri brevi tempore possunt.

4. — Aliud argentum rude nigrum, elegantibus aureis striis interspersum, quod digiti crassitie, interdum arctiori venâ continetur; post examen tamen dat 8. vel 9. marcas argenti auro mixti.

5. — Minera non procul à prima machina tractoria proveniens, est grysei coloris cum nigricantibus punctis, centenario ejus $3\frac{1}{4}$ lothones auri & unam marcā argenti suppeditante.

6. — Minera rubra, cujus copia haberi potest, haeret ad latus superioris cuniculi. Continet Sol. Lun. & Mart. Elegantem cum Aqua Regia dat solutionem, remanente calce albā, argenti ferace, si plumbo incorporatur; Solutio verò ista praecipitata elegantem crocum suppeditat.

7. — Elegans minera, quae nidorum instar (Nesterweis) invenitur, argenteis coeruleis floribus obsita est, & martialis unā esse videtur; dives tamen est, 10.12. Lun. marcis, cum aliquot lothonibus Sol. praedita.

8. — „lia elegans minera, quae more nidorum, dimidii ovi gallinaei quantitate invenitur, cum materia cretacea alba intertexta, centenario 9.10.12, marcas Lun. & aliquot Sol. lothones continens.

9. — Minera cinerea clara ex novo Opere, cujus centenarius 8. lothones Lun. & Sol. habet.

10. — Varii sulphurei & vitriolici Pyrites, nullo tamen metallo fixo praediti.

11. — Varias elegantes Terras, rubras, luteas, albas, nigras, solares, lunares, saturninas, suos in medicina & chirurgiae usus habentes.

12. — Medulla saxorum.

13. — Lac Lunae, eleganter album, & sapore aluminoso dulce.

14. — Crystalli montani duplices, quidam magnorum Nitri crystallorum instar concreti, quidam salis communis modo coagulati.

Aquam communem in his montibus scaturientem in B. M. destillando prolicui puram omnino & claram, remanente gravi rubicundo liquore, qui ulterius evaporando condensatus, elegantissimum aureo splendore fulgens sal, & instar auri tenuiter lamellati mihi dedit, dulce omnino & sapore gratum, cujus si quantitas aliqua haberetur, frustra quaesito Auro potabili praeferi posset.

3. — Een ader, waarin rijke ertsen voorkomen, is een iets blauwachtige steen of spaat, vrij hard, waarvan echter een centenaar 5 lood bevat, maar men kan er in korten tijd vele centenaars van verkrijgen.

4. — Een ander compact zwart zilver met schitterende gouden strepen doorzet, dat voorkomt in een vingerdikke en soms nog dunnere ader; het geeft na onderzoek 8 of 9 marken zilver, geallieerd met goud.

5. — Een erts, niet ver van de bovenste ophaalrichting voorkomende, is van een grijze kleur met zwartachtige punten, terwijl een centenaar er van $3\frac{1}{4}$ lood goud en 1 mark zilver bevat.

6. — Een rood erts, waarvan men heel veel kan verkrijgen, zit aan de zijde van de bovenste galerij. Het bevat goud, zilver en ijzer. Met koningswater geeft het een prachtige oplossing, terwijl een witte kalkachtige stof achterblijft, rijk aan zilver, wanneer het met lood wordt gesmolten. Maar als de oplossing wordt neergeslagen, geeft het een fraai geel.

7. — Een mooi erts, dat in den vorm van nesten voorkomt, is overdekt met zilveren, blauwachtige, bloemen ⁴⁾. Tegelijk bevindt er zich, naar het schijnt, ijzer in. Toch is het rijk, met 9, 10 of 12 marken zilver, en een paar lood goud per centenaar.

8. — Een ander prachtig erts, dat in den vorm van nesten voorkomt ter grootte van een half kippenei, is doorweven met wit, krijtachtig, materiaal, en bevat een paar lood goud.

9. — Een licht, aschkleurig, erts uit het nieuwe werk, waarvan een centenaar acht lood zilver en goud bevat.

10. — Verschillende versche en verweerde pyriten, echter niet aan een bepaald metaal ⁵⁾ verbonden.

11. — Verschillende fraaie roode, gele, witte, zwarte, goud-, zilver- en loodhoudende aarden, die hun eigen gebruik in de heel- en geneeskunde hebben.

12. — Steenmerg.

13. — Maanmelk, mooi wit en zoet, met aluinachtigen smaak ⁶⁾.

14. — Dubbele bergkristallen, sommige bijeenzittend op de wijze van groote kristallen van salpeter, en andere op de manier van gewoon zout samengeklonterd ⁷⁾.

Door gewoon water, dat in deze bergen opborrelt, te destilleeren ⁸⁾, heb ik volkomen zuiver en helder water verkregen, terwijl er een zware, roodachtige, vloeistof achterbleef, welke door verdere indamping geconcentreerd, mij een heel mooi, met goudglans schitterend zout heeft geleverd, en iets, wat op goud

4) Zilver in dendrieten.

5) Bedoeld zal wel zijn: edelmetaal.

6) Aluinachtig en zoet lijken mij wel elkaar in tegenspraak. „Dulce” beteekent echter ook „aangenaam”, zoodat de zin dan zou luiden: met een aangename, aluinachtigen smaak. Ware deze laatste niet aangegeven, zoo zou Lac Lunae ook „Zilvermelk” (Hoornzilver) kunnen beteekenen, waarmede de kleur overeenkomt, en dat in den dagzoom van een zilverrijken gang wel kan worden verwacht.

7) Dit zijn waarschijnlijk geoden met kwarts, zoowel dicht of mikrokristallijn, als in goede kristallen.

8) De letters B. M. in den latijnschen tekst beteekenen missschen „metalen vat” en zijn in de vertaling weggelaten.

Ex latere etiam superioris cuniculi clara aqua acida effluit, luteum Gur continens, & lateribus adhaerescens, quae aqua medicinalis est ad potandum commoda, à me ipso aliquandiu in usum ducta.

Non procul à metallifodina hac locus est Tambuny more dictus, ubi incolae aurum colligunt, quod ipsemet vidi: Fissura est, per quam aqua ex monte decurrit; ex hac terram cum arena desumunt, & lavando aurum, quod in fundo remanet, separant.

Caeterum locus hic omnia necessaria ad metallicas operas possidet, ligna, carbones, victualia, ut & ad movendas machinas flumina.

[Hafniâ 1686. 20 Aug. Noribergam missa].

in zeer dunne blaadjes gelijk, volkomen zoet en lekker van smaak. Als men daarvan een zekere hoeveelheid zou hebben, zou men het kunnen prefereeren boven het te vergeefs gezochte drinkbare goud.

Ook uit de zijde van de bovenste galerij komt helder zuur water, een gele aardachtige stof bevattende, en dat aan de kanten blijft hangen; het is een medicinaal water, geschikt om te drinken, en door mijzelf gedurende eenigen tijd gebruikt.

Niet ver van deze ertsmijn is de plaats, gewoonlijk Tamboeni genoemd, waar de inlanders goud verzamelen, wat ik zelf heb gezien. Er is een spleet, waardoor water uit den berg naar beneden loopt; hieruit nemen zij aarde met zand, en door te wasschen scheiden zij het goud af, dat op den bodem achterblijft.

Overigens bezit deze plaats alles wat noodig is voor het mijnbedrijf: hout, kool en levensmiddelen, evenals ook stroomend water om de werktuigen in beweging te brengen.

Uit Kopenhagen naar Neurenberg
gezonden den 20 Augustus 1686.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productiecijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1936		1935	
	Feb.	t/m Feb.	Feb.	t/m Feb.
Java en Ma-				
doera	33 104,9	65 843,4	39 724,5	78 692,6
Noord-Suma-				
tra	53 414,9	108 141,3	77 835,2	166 557,7
Palembang	212 592,3	441 132,7	170 179,1	364 438,3
Djambi	43 776,8	90 472,4	24 755,7	52 134,5
Oost-Borneo ...	79 024,5 ²⁾	161 171,4	81 836,7	174 648,4
Tarakan	61 228,4	128 101,2	64 443,8	134 671,7
Boenjoë	370,2	899,4	650,4	1 381,6
Ceram	3 500,- ¹⁾	7 389,79	2 674,27	5 727,27
Nederlandsch-				
Indië	486 742,-	1 003 151,59	462 099,67	978 252,07

1) Geschat.

Werkelijke productie vorige opgave 3 889,79 kgton.

2) Vorige opgave 82 474,9 kgton te wijzigen in 82 146,9 kgton.

Productiecijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1936		1935	
	Feb.	t/m Feb.	Feb.	t/m Feb.
Gouvernements-				
mijnen	61 493,-	127 333,-	57 835,-	113 021,-
Steenkolen Mij.				
„Parapattan” ..	23 180,- ³⁾	48 370,-	21 330,-	42 070,-
Oost-Borneo				
Maatschappij..	6 460,-	12 082,-	5 169,-	10 598,-

3) Werkelijke productie vorige opgave 25 190,- kgton.

Mijnbouw Maatschappij Redjang Lebong.

Gedurende de maand Februari werden:

7 870 tons erts vermalen van { 3,52 dwts. goud per ton.
gemiddeld { 21,9 „ zilver „ „
2 190 „ sands en
5 630 „ slimes behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 1 205 ozs. goud en ca. 7 070 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 65 000,—.

De bedrijfskosten over Febr. bedroegen ± f 53 000,—, terwijl voor prospecteeren werden uitgegeven ± f nihil.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand Februari werden:

7 352 tons vermalen van { 10,3 dwts. goud per ton.
gemiddeld { 137,- „ zilver „ „
2 835 „ sands,
4 291 „ slimes en
263 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 659 ozs. goud en ca. 45 826 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 212 000,—.

De bedrijfskosten over Febr. bedroegen ± f 103 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± f 4 000,— en voor prospecteeren der nieuwe ver-

gunningen ± f 5 000,—.

Jaarproductie van de voornaamste delfstoffen in Ned.-Indië in het jaar 1935 gewonnen.

Delfstof	Eenheid	1935	1934	1933
Aardolie	kgton	6081 735,-	6054 737,-	5534 822,-
Steenkolen	„	1 097 326,-	1 032 924,-	1 035 231,-
Goud	kg	2 122,8	2 209,6	2 454,0
Zilver	„	21 825,8	24 074,6	26 763,9
Tin	kgton	20 464,-	19 995,7	12 810,6
Diamant	kar.	4 115,-	1043,-	681,-
Zwavel	kgton	9 644,-	12 240,-	11 213,-
Mangaanerts ..	„	12 353,-	11 635,-	10 463,-
Asfaltkalksteen	„	4 759,-	6 321,-	6 774,-
Fosfaat	„	11 553,-	5013,-	7 946,-
Koperjoduur	„			
(uitvoer).....	„	140,-	170,-	183,-

Aardolie in kgtonnen.

Gebied	1935	1934	1933
Java en Madoera	464 783	510 315	483 321
Palembang	2 403 900	2 221 045	1 994 985
Djambi	375 695	309 169	247 930
Sumatra's Ooskust	187 205	270 837	237 028
Atjeh en Onderhoorig- heden	702 206	782 399	519 409
Oost-Borneo	1 008 966	1 103 058	1 228 654
Tarakan	801 000	812 049	773 124
Boenjoe	6 032	9 127	12 071
Ceram	41 948	36 738	38 300
	6 081 735	6 054 737	5 534 822

Aardolie-producten in kgtonnen.

	1935	1934	1933
Als stookolie verkocht	836 857	806 285	761 574
Verwerkt	5 057 224	4 596 022	4 304 753
verkrege producten:			
benzine	1 694 278	1 504 510	1 446 406
aviation spirit	56 482	16 777	2 543
white spirit	36 994	27 551	—
kerosine	812 263	806 398	727 250
residu	1 226 921	1 271 587	1 380 185
solar- en dieselolie	845 426	712 020	574 244
smeerolie	22 940	25 630	22 551
impregneerolie	6 117	6 771	10 579
paraffine, was, ceresine	58 411	71 049	55 156
asfalt enz.	10 254	8 853	8 592
overige productie incl. stillgassen	160 884	51 735	30 895
verliezen	122 253	93 142	100 627

Steenkolen in kgtonnen.

Ontginning	1935	1934	1933
Oembilin	376 684	385 321	396 658
Boekit Asam	313 862	238 654	229 077
Rantau Pandjang	246 560	230 865	240 865
Oost-Borneo Mij.	17 615	91 287	94 933
Loa Boekit	36 683	38 292	37 839
Loa Teboe	30 690	27 066	23 678
Inl. ontg. Doesoelanden	19 638	18 871	9 980*)
„ „ Oost-Borneo	1 174	2 150	1 844
„ „ West-Borneo	420	418	357
	1 097 326	1 032 924	1 035 231

*) incl. Djankang Oost.

Tin in kgtonnen.

Eiland	1935	1934	1933
Banka	10 837,6	11 933,2	8 058,7
Billiton	8 310,2	7 212,-	4 263,9
Singkep	1 277,4	823,9	466,9
Inl. ontg. Sumatra	38,8	26,6	21,1
	20 464,-	19 995,7	12 810,6

Goud en Zilver in kg.

Terrein	1935		1934		1933	
	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
Redjang Lebong	600,2	3 407,5	703,1	4 149,7	836,1	5 076,8
Simau	1 387,2	17 929,1	1 358,8	19 842,8	1 449,6	21 554,1
Balimbing	—	—	110,9	82,1	144,6	129,5
G. Aroem	82,0	489,2	—	—	—	—
Seloebat	15,2	—	—	—	—	—
Tapaibekin	0,3	—	—	—	—	—
Inl. ontg. W. Borneo	25,1	—	26,7	—	6,8	—
„ „ O. „ *)	12,8	—	10,1	—	16,9	3,5
	2 122,8	21 825,8	2 209,6	24 074,6	2 454,-	26 763,9

*) incl. Rantjah Sirang en G. Mas.

PERSONALIA.

Overgeplaatst van het Bedrijf der Oembilinsteenkolen-mijnen naar dat der Boekit-Assamsteenkolennijnen en gesteld ter beschikking van den betrokken Bedrijfsleider ir. J. van Heek.

Mededeeling. Het artikel „Zur Kenntnis der Miogypsiniden” door dr. ir. Tan Sin Hok zal door omstandigheden eerst in het Mei-nummer voortgezet worden.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

VI. WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Een methode om met de thans bestaande watermeters volkomen nauwkeurige watermeting mogelijk te maken, door ir. W. H. Brandenburg. — Mededeeling van de Redactie. — Varia.

Een methode om met de thans bestaande watermeters volkomen nauwkeurige watermeting mogelijk te maken

door

ir. W. H. BRANDENBURG,

oud-hoofdingenieur van den Waterstaat in N.-I.

Nauwkeurige meting van de afgeleverde waterhoeveelheden is voor waterleidingbedrijven een belang van de eerste orde. Geen der bestaande watermeters, zelfs niet de gevoeligste schijfwatermeter, is in staat kleine waterdoorlaten te registreren. Opvoering van de gevoeligheid van deze meters brengt extra kosten met zich, terwijl de gevoeligheid in het gebruik onherroepelijk vermindert. Met minder kosten en met meer blijvend succes kan een apparaat worden toegepast, waarmede in samenwerking met elke soort watermeter juiste aanwijzingen worden verkregen. Dit toestel wordt nader toegelicht.

Bij de meeste waterleidingbedrijven blijkt een groot verschil te bestaan tussen de hoeveelheden water, die worden aangevoerd en die worden afgeleverd. Een niet onbelangrijk deel van het afgeleverde water blijft onverantwoord door miswijzing van de geplaatste watermeters, zodat in de aangesloten percelen meer water wordt verbruikt dan door de meters wordt aangetoond.

Indien de watermeters het verbruik op juiste wijze registreren, zouden de ondichtheden in de perceel-leidingen en het lekken van de daarop aangesloten tapkranen, closetreservoirs e.d. geen verliespost voor het bedrijf uitmaken. Het verschil tussen de aangevoerde en afgeleverde waterhoeveelheden zou uitsluitend gezocht moeten worden in het lekken van de hoofdleidingen. Dit is evenwel niet het geval. Ook bij waterleidingbedrijven, waar de hoofdlei-dingen practisch geen ondichtheden vertonen, gaan grote watermassa's verloren, welk verlies voor reke-ning komt van de te geringe aanwijzing van de in gebruik zijnde watermeters.

Het is van algemene bekendheid, dat watermeters, die in aanmerking komen om in huisleidingen ge-plaatst te worden, kleine waterdoorlaten in het geheel niet aanwijzen. Zowel de vleugelrad- als de volume-watermeters vertonen dit euvel. Er moet n.l. steeds een zekere weerstand worden overwonnen alvorens de schijf van de volumewatermeters of het vleugel-rad der snelheidswatermeters in beweging komt. Eerst wanneer de doorstromende waterhoeveelheid groter is dan nodig om die wrijving te overwinnen, begint het toestel aan te lopen. Maar dan registreren deze instrumenten nog geenszins juist. Dit zal eerst het geval zijn bij een nog grotere doorstroming.

Hoewel vóór 25 jaren de waterleidingtechnici en de meterfabrikanten geen heil zagen in de toepassing en fabricatie van de volumewatermeters, hebben deze langzamerhand hun superioriteit aangetoond en mo-menteel verdienen goede schijfwatermeters wegens hun meerdere gevoeligheid alleszins de voorkeur bo-ven de vleugelradwatermeters.

Ter illustratie van de gevoeligheid van diverse watermeters volgen hieronder enige doorstromings-getallen, die gevonden zijn als gemiddelden uit ver-schillende catalogi. Deze gevoeligheidscijfers zijn derhalve door de fabrikanten opgegeven en luiden in liters per uur.

	Kaliber van de water- meter	Vleugelrad- meter		Volume meter
		Droog- loper	Nat- loper	Nat- loper
De watermeter begint aan te lopen bij een doorlaat van:	$\frac{1}{2}$ "	25	20	5
	$\frac{3}{4}$ "	40	30	7
	1"	50	40	10
	$1\frac{1}{2}$ "	90	80	15
De meter begint nauwkeurig aan te wij- zen tussen + 2 % en -2 % bij een doorlaat van:	$\frac{1}{2}$ "	70	50	20
	$\frac{3}{4}$ "	100	75	25
	1"	140	100	30
	$1\frac{1}{2}$ "	275	225	40

De met schijfwatermeters te bereiken resultaten steken gunstig af bij die met de vleugelradmeters.

Hierbij moet evenwel in het oog worden gehouden, dat de vleugelradwatermeters eenvoudiger van con-

structie, en daardoor ook goedkoper zijn. Voorts is hierbij de kans op defect raken belangrijk minder, waardoor in het algemeen de onderhoudskosten geringer zijn.

Bij de beschouwing van de bovenstaande cijfers valt te bedenken, dat de fabrikanten hun producten stellig niet in een te ongunstig licht zullen plaatsen, zodat de opgegeven doorlaatcijfers als uiterste minima zijn aan te merken. Voorts worden ook de meest gevoelige watermeters onherroepelijk in het gebruik minder gevoelig door slijtage en aanzettingen op de bewegende delen van het mechanisme.

Door een $\frac{3}{4}$ " schijfwatermeter b.v. kan een doorlaat van 7 l/h in het geheel niet gemeten worden, terwijl deze meter goed begint te registreren bij een doorstroming van 25 l/h. Op grond van deze cijfers kan met enige benadering de voorstelling worden gemaakt alsof bij deze watermeter geen aanwijzing plaats heeft bij doorlaten kleiner dan 13 l/h, terwijl grotere doorlaten op juiste wijze worden aangekend. Voor een $\frac{1}{2}$ " en 1" schijfwatermeter is deze grens te stellen op 10, respectievelijk 17 l/h. Doorlaten van 10, 13 en 17 l/h komen overeen met achtereenvolgens 240, 310 en 410 l per etmaal of respectievelijk 7,2 m³, 9,4 m³ en 12,2 m³ per maand. Dit zijn derhalve waterhoeveelheden, die bij toepassing van de meest gevoelige watermeters ongecontroleerd uit de leidingen kunnen worden betrokken. Hierbij moet dan nog in aanmerking worden genomen, dat deze cijfers betrekking hebben op nieuwe watermeters, zodat de niet-meetbare hoeveelheden allengs groter worden.

Bij veel waterleidingbedrijven zijn ook vleugelradmeters in gebruik. Op dezelfde wijze als dit hierboven is geschied kunnen de fictieve doorlaatgrenzen voor een $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " en 1" vleugelradwatermeter becijferd worden op achtereenvolgens 22 m³, 32 m³ en 43 m³ per maand.

Op grond van deze cijfers mag de gevolgtrekking worden gemaakt, dat de bestaande watermeters, ook de schijfwatermeters, uiterst onbetrouwbare meetinstrumenten zijn. Er is dan ook geen ander voorbeeld aan te wijzen, waar de aflevering van goederen volgens overeenkomstig onnauwkeurige lengte-, volume- of gewichtsmaten geschiedt. Dat bij een waterleidingbedrijf vaak een groot deel van de afgeleverde hoeveelheid niet verantwoord kan worden, behoeft dan ook niet de minste verwondering te baren.

Hiermede wordt geenszins betoogd, dat alle boven becijferde waterhoeveelheden inderdaad ongecontroleerd aan de waterleiding zullen worden onttrokken, of dat iedere waterverbruiker er zich op zal toeleggen belangrijke waterhoeveelheden clandestien te betrekken. Die cijfers dienen slechts om aan te tonen, dat zelfs bij de toepassing van de gevoeligste watermeters, grote watermassa's, vaak meer dan hetgeen voor het zgn. vast recht wordt beschikbaar gesteld, ongemeten uit de tapkranen kunnen vloeien. De mogelijkheid, dat in percelen het werkelijke waterverbruik b.v. 50% meer bedraagt dan een zeer gevoelige watermeter aangeeft, is geenszins uitsgesloten.

Deze ongecontroleerde wateronttrekking kan in het verzorgingsgebied van Indische waterleidingbedrijven op zeer eenvoudige wijze geschieden, zonder dat daarbij de bedoeling voorzit om het bedrijf te benadeln. Het komt maar al te vaak voor dat de Inlandse huisbedienden de veelal zeer grote mandibakken met een fijne straal vullen om zich de moeite te besparen periodiek te moeten nagaan of dat reservoir reeds gevuld is. Doch op deze wijze doorlopen belangrijke waterhoeveelheden ongeregistreerd de meter. Voorts komt het veelvuldig voor, dat closet-reservoirs en tapkranen lekken, welk euvel uit gemakzucht of om andere redenen niet wordt verholpen. Op het oog lijkt het een geringe hoeveelheid, die daardoor verloren gaat, en door de wetenschap, dat de watermeter die hoeveelheden niet aantekent, blijft de herstelling uit.

Welke grote afmetingen het onbetaalde waterverbruik kan aannemen is te Soerabaia gebleken, waar op een dagverbruik van 18 000 m³ ongeveer 6 000 m³ of een derde gedeelte onverantwoord bleef en op rekening van miswijzing der watermeters moest worden gesteld *).

Uit de bovenstaande tabel kan tevens blijken, dat de waterhoeveelheden, die ongemeten door een watermeter kunnen vloeien, toenemen met het kaliber van de meter. Want met het stijgen ervan worden de draaiende onderdelen groter van afmeting en zijn daardoor moeilijker in beweging te brengen. Om deze reden wordt bij voorkeur een watermeter van kleiner kaliber geplaatst dan de erop aansluitende leiding. Doch zodoende wordt het bezwaar niet opgeheven, dat er geen aanwijzing plaats heeft, indien het water uit een enkele kraan met een fijne straal wordt afgetapt. Bij groot verbruik daarentegen (aftapping uit vele kranen tegelijk) heeft een overbelasting van de meter plaats met het daaraan verbonden gevolg van abnormale slijtage, en dus afname van de gevoeligheid van het meetinstrument.

De fabrikanten trachten de gevoeligheid van de watermeters, speciaal van de schijfwatermeters, op te voeren door zeer nauwkeurige afwerking der onderdelen. Om de grootst mogelijke meetnauwkeurigheid te bereiken moet de afwerking van kamer en schijf thans reeds een nauwkeurigheid van meer dan 0,01 mm naderen. Het is duidelijk, dat van zo'n zorgvuldige uitvoering in het bedrijf niet veel overblijft, hetzij door slijtage of wel door aanzettingen. Zulk werk nog meer op te voeren voor een zo goedkoop mogelijk massa-artikel is vrijwel niet lonend. Verder geeft dergelijk nauwkeurig paswerk veelvuldig aanleiding tot klemmen; dat er in dit geval na reparatie weinig zal overblijven van het door nauwkeurige afwerking verkregen resultaat, ligt voor de hand.

De meer volmaakte watermeting zal klaarblijkelijk niet gezocht moeten worden in de opvoering van de gevoeligheid der bestaande watermetertypen, waarmee een verhoging van de kostprijs gepaard moet

*) Zie *De Waterstaats-Ingenieur in Ned.-Indië*, jaargang 1922, pag. 8. dr. ir. J. Versluis: Het meter-vraagstuk voor waterleidingen in Ned.-Indië.

gaan. Er zou gezocht moeten worden naar een geheel ander systeem van watermeter.

Een ander middel om nauwkeurige watermeting te bereiken is het nemen van maatregelen, waardoor het voorkomen wordt, dat kleine waterdoorlaten, die derhalve door de meter niet op juiste wijze worden aangetekend, door dat instrument gaan.

Het is schrijver dezes gelukt daartoe een uiterst eenvoudig toestel te construeren, dat de eigenschap bezit om elke goede watermeter van bekende constructie, derhalve ook een vleugelradmeter, juist te doen registreren. Door in een waterleidingbuis dit toestel evenwijdig te plaatsen aan een watermeter, zal het onmogelijk worden, dat kleine waterhoeveelheden door de meter stromen. Periodiek worden waterhoeveelheden van dezelfde grootte als te voren drupsgewijs of met een fijne straal zijn getapt, met een voldoende grote snelheid om nauwkeurig te worden aangetekend, door het meetinstrument gestuwd.

Aangezien er dus geen kleine waterhoeveelheden door de meter kunnen vloeien, is het ook van geen belang of die kleine doorlaten door dat instrument kunnen worden geregistreerd. De watermeter zal daarbij slechts hebben te voldoen aan de eis, dat grote waterdoorlaten op juiste wijze worden aangetekend. Hieraan voldoen practisch alle goede watermeters.

Aan de toepassing van de hierbedoelde apparaten zijn in het oog lopende voordelen verbonden.

In de eerste plaats zal het voor de waterbedrijven niet nodig zijn de meest gevoelige en derhalve de alderduurste watermeters aan te schaffen, omdat met elke goede watermeter, derhalve ook met de minder gevoelige, doch goedkopere vleugelradmeters goede resultaten kunnen worden verkregen.

De aanschafprijs van dit extra-apparaat gaat het prijsverschil tussen die van een schijf- en van een vleugelradmeter niet te boven. Voor dezelfde kosten als benodigd zijn voor het aanschaffen van een goede schijfwatermeter kunnen een vleugelradmeter en dit apparaat tezamen worden aangeschaft. Met deze laatstgenoemde combinatie wordt een geheel nauwkeurige aanwijzing van het waterverbruik verkregen, wat geenszins het geval is bij de toepassing van enkel een schijfwatermeter. En aangezien de levensduur van het toegevoegde toestel door de eenvoud van constructie beduidend langer zal zijn dan die van een watermeter, zal een niet onbelangrijke besparing op de watermeterrekening worden verkregen.

Verder zal de toepassing van deze apparaten een aanzienlijke waterbesparing opleveren. Het is niet te verwachten, dat het betaalde waterverbruik naar evenredigheid zal stijgen, indien al het betrokken water wordt aangetoond. Menig waterverbruiker zal daardoor de consumptie beperken. Voor het waterleidingbedrijf is het voordeel gelegen in het ontstaan van een waterreserve. Uitbreidingswerken kunnen hierdoor wellicht jaren naar de toekomst worden verschoven, terwijl bij een beperkte capaciteit van de prise d'eau de waterbesparing voor het bedrijf van vitaal belang kan zijn.

Bij diverse waterleidingbedrijven, waar de capaciteitsgrens is bereikt, worden verschillende maatregelen genomen om het nodeloze waterverbruik tegen te gaan. In Nederland bestaat een van deze middelen

in het zodanig ombouwen van de bestaande closet-reservoirs, dat naar gelang van het gebruik een 2-liter spoeling mogelijk wordt in stede van de normale afgifte van 8 liter. De hierdoor verkregen besparing is evenwel slechts een fractie van hetgeen bespaard kan worden door een nauwkeurige meteraanwijzing, terwijl de kosten van ombouw van een enkel closet-reservoir ongeveer overeenkomen met de aanschafprijs van het onderwerpelijke extra-apparaat.

Voor zover ze niet leidt tot de vorming van een waterreserve, zal de toepassing van deze apparaten noodzakelijkerwijze de bedrijfsinkomsten moeten verhogen.

Dat deze beide laatst genoemde voordelen niet gering zijn, kan geconcludeerd worden uit het boven vermelde omtrent het waterleidingbedrijf te Soerabaia, waar circa 6 000 m³ per etmaal verloren ging door onjuiste meteraanwijzingen. Van welk nut een betrouwbare watermeting hier geweest zou zijn moge blijken uit het volgende.

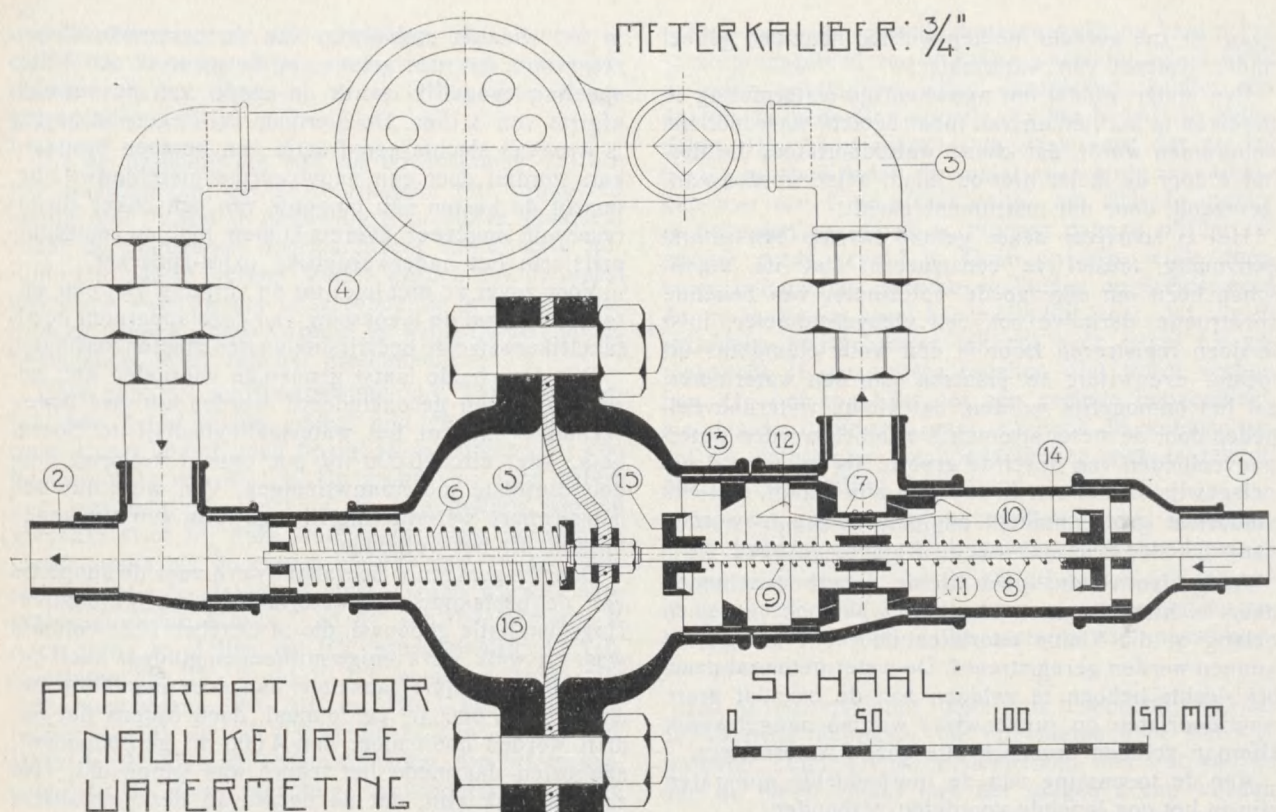
Door de gemeente Soerabaia werd voor de suppletie van de bestaande bronwaterleiding een waterzuiveringsinstallatie gebouwd, die in October 1922 voltooid was, en welk werk enige miljoenen guldens heeft gekost. De maximale capaciteit van deze installatie bedroeg 6 à 7 000 m³ per etmaal, doch tijdens het bedrijf werden nooit meer dan 4 000 m³ geproduceerd, aangezien daarmede het tekort was aangevuld. Het zal duidelijk zijn, dat de bouw van deze installatie achterwege had kunnen blijven, indien toen ter tijd het verlies van 6 000 m³ door metermiswijzingen kon worden voorkomen.

Als een bijkomstig voordeel van de toepassing van dit nieuwe apparaat kan nog worden aangemerkt, dat het niet meer nodig zal zijn om voor een bepaald leidingprofiel een te klein watermeterkaliber te kiezen, hetgeen de levensduur van die meetinstrumenten ten goede komt.

Een beschrijving van de werking en constructie van dit apparaat, waarvoor de Nederlandse octrooiaanvraag in behandeling is, volgt hieronder, waarbij verwezen wordt naar de hierbij behorende *figuur*.

Het toestel wordt bij 1 aangesloten op de hoofdbuis van de waterleiding en bij 2 aan het perceelleidingnet. De watermeter 4 is geplaatst in de omloopleiding 3. In het gedeelte tussen 1 en 2 bevindt zich een membraan 5 (eventueel een zuiger of ander beweeglijk, doch afsluitend orgaan), dat door de spiraalveer 6, die een zekere spanning heeft, naar rechts wordt gedrukt. De omloopleiding 3 is in de ruststand, zoals die in de *figuur* is aangegeven, afgesloten door een ontlaste dubbele klep 7 (eventueel door een schuif), die door de spiraalveren 8 en 9 beurtelings geopend en gesloten kan worden. In de beginstand is de veer 8 geheel spanningloos, terwijl de veer 9 gespannen is, voor zover dit nodig is. Voorts is de dubbele klep door de pal 10 gegrendeld aan de klepzitting 11.

Als in de perceelleiding een kraan wordt geopend, b.v. tot het doorlaten van een fijne straal water, dan wordt daardoor de membraan 5 door de overdruk van het water rechts van de membraan naar links geduwd tegen de druk van de veer 6 in, omdat de omloopleiding 3 gesloten is. Doordat de stang 16, die aan de membraan is verbonden, de membraanbeweging moet volgen, wordt hierbij de veer 8 gespannen, terwijl de



veer 9 langzamerhand spanningloos wordt. Nadat de membraan de uiterste stand naar links heeft bereikt, wordt de pal 10 door de ring met opstaande rand 14, die aan de stang 16 is verbonden, opzij geduwd. De dubbele klep 7 is daardoor ontgrendeld en door de spanning in de veer 8 wordt het kleppenstel naar links geduwd, waarbij de pal 12 grijpt aan de linkerzijde van de ring 13, zodat het kleppenstel in deze stand gegrendeld zit.

De tijdens deze membraanbeweging van rechts naar links getapte waterhoeveelheid, die gelijk is aan het volume, begrepen tussen de beide uiterste membraanstanden, is niet door de watermeter gevloeid en is derhalve ook nog niet geregistreerd.

Doordat de omloopleiding 3 thans geopend is, vermindert het drukverschil aan weerszijden van de membraan 5, zodat deze, indien een verbruikskraan slechts weinig geopend is, onder de druk van de veer 6 weer naar rechts beweegt, en wel met een zodanige snelheid, die door de sterkte van de veer 6 wordt bepaald, dat de watermeter het nu door de omloopleiding 3 vloeiende water nauwkeurig aanwijst. Daarbij wordt dus het volume water, begrepen tussen de uiterste membraanstanden, dat eerst ongemeten uit de kraan werd betrokken, door de watermeter aangekend, tegelijk met het op dat ogenblik uit de kraan vloeiende water.

Bij de membraanbeweging van links naar rechts wordt de veer 9 gespannen en de veer 8 geleidelijk ontspannen.

Als de membraan is teruggekeerd in de uiterste rechterstand, wordt de pal 12 opzij geduwd door de aan de stang 16 verbonden ring met opstaande rand 15, waardoor het kleppenstel 7 wordt ontgrendeld. Deze dubbele klep verplaatst zich nu onder invloed

van de gespannen veer 9 naar rechts, waarbij de pal 10 grijpt aan de rechterzijde van de klepzitting 11. De omloopleiding is nu weer gesloten en de beginstand is bereikt.

Zolang de wateronttrekking geringer is dan hetgeen door de watermeter nauwkeurig kan worden aangewezen, blijft de membraan 5 heen en weer gaan, en de omloopleiding 3 wordt afwisselend geopend en gesloten.

Stijgt echter de waterafname boven die nauwkeurigheidsgrens, dan neemt daarmede tevens het drukverschil tussen de punten 1 en 2 toe, derhalve ook het drukverschil ter weerszijden van de membraan, zodat de veer 6 niet in staat is de membraan naar de rechter eindstand terug te bewegen. Daardoor blijft de omloopleiding geopend en de membraan geheel of — afhankelijk van de mate van wateronttrekking — nagenoeg in rust. Het waterverbruik wordt daarbij rechtstreeks door de watermeter geregistreerd.

Het huis van het apparaat kan uit gietijzer bestaan, hetzij dat deze wordt samengesteld uit in de handel voorkomende vormstukken en stukken pipleiding, dan wel dat de samenstellende delen afzonderlijk daarvoor worden gegoten.

De membraan kan bestaan uit een schijf rubber met een stulpvorm nabij het middelpunt, zonodig voorzien van een canvas kern. Enige daarin aangebrachte koperen ringen ter plaatse van de gaten voor de stang en de schroefbouts zullen de sterkte ervan ten goede komen.

Het zal aanbeveling verdienen deze membraan te vatten tussen twee flenzen, waardoor de eventuele vervanging ervan op een eenvoudige wijze kan plaats hebben.

Voor de overige inwendige onderdelen zal messing of brons het aangewezen materiaal zijn.

Mededeeling der Redactie.

Van ir. P. L. E. Happé werd een belangwekkende replek ontvangen op de artikels over *Waterbeheer en Waterschappen* van de ingenieurs J. H. van Witzenburg, J. J. Polderman en J. F. Graadt van Roggen, voorkomende in No. 2 — 1936 van dit tijdschrift.

Na gepleegd overleg met ir. Happé werd echter besloten aan deze replek eerst plaatsing te verleen, wanneer ook het antwoord zijner tegenstanders zal zijn ontvangen, omdat hierdoor de vorming van

een objectief oordeel over deze, de algemeene irrigatiepolitiek rakende aangelegenheid, voor onze lezers zal worden vergemakkelijkt.

Daar de ingenieurs Polderman en Graadt van Roggen echter intusschen met buitenlandsch verlof zijn vertrokken, zal de voortzetting der gedachtenwisseling wel is waar daardoor eenige vertraging ondervinden, doch dit bezwaar weegt naar de meening der Redactie ruimschoots op tegen het even genoemde voordeel.

VARIA.

Ruwheidscoëfficiënten voor de berekening van syphonkokers.

Veelal bestaat bij de berekening van syphonkokers e.d. eenige onzekerheid ten aanzien van den aan te nemen ruwheidscoëfficiënt. De voor de berekening van buizen aanbevolen coëfficiënten toch zijn vrijwel uitsluitend gebaseerd op proeven met buizen van betrekkelijk geringen diameter, zoodat omtrent de toepasbaarheid daarvan op de groote gewapend beton kokers en buizen, die voor syphons en duikers worden gebruikt, weinig zekerheid bestaat. De eenige gegevens, die gemeengoed zijn geworden, zijn vermeld in het artikel van ir. A. L. Verwoerd „Venturimeters voor secundaire aftapsluizen” (*De Waterstaatsingenieur* No. 10 — 1929, pag. 307). Daar ondergeteekende er toevallig in slaagde de hand te leggen op eenige andere gegevens, en een juiste keuze van den ruwheidscoëfficiënt bij de berekening van bevoeiingskanalen, waarvoor weinig drukverlies beschikbaar is, van belang kan zijn, komt het aanbevelenswaardig voor deze hier mede te deelen.

Om te beginnen zal iets uitvoeriger worden ingegaan op de voornaamste der door ir. Verwoerd medegedeelde resultaten, n.l. die van proefnemingen in de aflaatkokers van de reservoirdammen van het Miami Conservancy District.

In de *Proceedings of the American Society of Civil Engineers* van het jaar 1928 pag. 1371 deelt C. H. Eiffert onder den titel „Hydraulic studies and operating results on the Miami Flood Control System” eenige bijzonderheden mede over deze ruwheidsmetingen, die verricht werden in de aflaatkokers van de dammen Germantown en Englewood. Het dwarsprofiel der kokers was in beide gevallen gelijk en bestond uit een rechthoekige doorsnede van 4,00 m breedte en 0,75 m hoogte, afgedekt met een ongeveer paraboolvormig gewelf met een hoogte van 2,75 m. De lengte van den koker te Germantown bedroeg 166 m, die te Englewood 217 m. De beide kokers waren opgetrokken in stampbeton, waarbij aan de bekistingen veel zorg besteed werd.

De debietmetingen werden verricht in de meetpanden onmiddellijk benedenstrooms van de uitmonding der kokers. Deze meetpanden zijn voorzien van een zelfregistreerende peilschaal, terwijl de debietkrommen vastgesteld zijn na zorgvuldige doormeting der dwarsprofielen met een roteerenden snelheidsmeter.

De in de kokers optredende snelheden varieerden van 6 — 12 meter per seconde.

De drukhoogten werden op grond van een berekening van Prof. S. M. Woodward gemeten vanaf een punt halverwege tusschen den top en de gemiddelde hoogte van het gewelf. De drukhoogten varieerden van 3 tot 12 m.

Aangenomen werd dat de intredev verliezen verwaarloosd mochten worden; doordat de aanmondingen zorgvuldig zijn afgerond zullen deze n.l. onbeteeke-nend zijn t.o. van de wrijvingsverliezen.

Gevonden werd voor de n van Ganguillet en Kutter:

voor Germantown	$n = 0,01105$
voor Englewood	$n = 0,0101$

Een tweede serie proeven wordt medegedeeld door Fred. C. Scobey in een artikel getiteld „Flow of water in Tulsa 60-in. and 54-in. concrete pipe line” (*Engineering News Record* 1925, Vol. 94, No. 22, pag. 894).

De pijpleiding voor de watervoorziening van de stad Tulsa bestaat uit de volgende onderdeelen: een 45 m lange gietijzeren buis met een diameter van 1,20 m, waarin een venturimeter, vervolgens een gewapend betonbuis van 1,50 m diameter ter lengte van 45 m, daarna een tunnel met groote doorsnede (in verband met eventuele latere uitbreiding der watervoorziening), die incl. in- en uitloop een totale lengte van ± 3 km heeft, en tenslotte een gewapend betonbuis met een diameter van 1,35 m ter lengte van 39,5 km.

Gemeten werd in drie buisgedeelten, n.l. de eerste 10,6 km van de 1,50 m buis (hierin komen vele bochten voor), verder 24,6 km van de 1,50 m buis, die een flauw sinusoidaal beloop vertoonen, en tenslotte 6,4 km van de buis met 1,35 m diameter, welke nagenoeg recht zijn. De buizen zijn samengesteld uit verticaal gestorte stukken van 3,60 m lengte, die met de meeste zorg zijn vervaardigd. Vervorming van de doorsnede tijdens het storten was practisch uitgesloten, terwijl het binnenoppervlak zeer glad is. De bochten van het eerstgenoemde buisgedeelte zijn feitelijk knikken; de rechte stukken werden daar aaneen gezet en verbonden door ter plaatse gestorte gewapende hoekstukken, die van binnen zorgvuldig waren gladgestreken. Het aantal van deze „bochten” bedraagt 29 met een totalen hoek van 456° ; het meerendeel varieert van 10° tot 20° ; het maximum bedraagt 28° .

Het debiet werd bij het begin der leiding gemeten met den venturimeter en aan het eind door fluoresceïne in te brengen en met een stopwatch na te gaan, in welk tijdsverloop dit een afstand van 2 665 m doorliep. Deze gemeten snelheid werd gecombineerd met een aan een tiental willekeurige stukken gemeten F , waarvoor werd gevonden:

voor de 1,50 m buis: gemiddeld 1,8236 m² tegen 1,8242 m² theoretisch;

voor de 1,35 m buis: gemiddeld 1,4773 m² tegen 1,4775 m² theoretisch.

De grootste afwijkingen bedroegen 1,8168 m² en 1,4722 m².

Een en ander leverde voor de debietmeting op: bij den aanvang 1,251 m³/sec en aan het einde 1,184 m³/sec. Daar het gemeten verlies 0,025 m³/sec bedroeg, bleef er een niet verantwoord verlies van 0,042 m³/sec of wel 3,44%. Vermoedelijk ontstaat dit in de tunnel.

Uit deze gegevens betreffende debiet en doorsnede volgt, dat de snelheid in de 1,50 m buis 0,69 m/sec en in de 1,35 m buis 0,80 m/sec bedroeg.

De temperatuur van het water bedroeg vóór den tunnel 16°C. en na den tunnel 12°C.

De drukken werden vóór en achter elk te meten gedeelte bepaald met piëzometers van verschillende vorm.

Het resultaat was:

voor 10,6 km buis met 1,50 m diameter,	
waarin 29 knikken	$n = 0,0111$
voor 24,6 km buis met 1,50 m diameter,	
met flauwe bogen	$n = 0,0107$
voor 6,4 km buis met 1,35 m diameter,	
nagenoeg recht	$n = 0,0106$

Een derde reeks gegevens wordt ontleend aan een mededeeling van Prof. E. Meyer Peter, Prof. R. Dubs e.a. voor de 2e Weltkraftkonferenz (1930) getiteld: „Technisch wirtschaftliche Fortschritte auf dem Gebiete der Wasserkraftanlagen in der Schweiz” (Gesamtbericht 2. Weltkraftkonferenz, Band IX, pag. 74 e.v.).

Medegedeeld wordt, dat in de druktunnels van verschillende krachtwerken contrôle-metingen betreffende de ruwheid werden verricht. De volgende gegevens worden gepubliceerd:

Betonbekleding met afpleistering:

Kanderwerk (tunnel en aquaduct)	$n = 0,0116$
Chippis, Navizance en Borgnewerk	$n = 0,011$ tot $0,013$
Löntschwerk	$n = 0,0112$

Van slechts enkele dezer werken worden nadere gegevens verstrekt. De snelheid bedraagt te Navizance 2,5 m/sec, bij het Borgnewerk 3,6 m/sec en bij het Löntschwerk 4 m/sec. Afmetingen van de tunnels zijn slechts gegeven voor het Löntschwerk, n.l. een van boven halfcirkelvormige en onderaan segmentvormige doorsnede met een hoogte van 2,31 m en een grootste breedte van 2,50 m.

Niet afgepleisterde betonbekleding:

Hiervoor worden eenige gegevens verstrekt over metingen in de tunnels van het krachtwerk Wäggital. Deze gegevens kunnen echter vollediger betrokken worden uit het boekwerk „Das Kraftwerk Wäggital”, Bericht der Bauleitung, 1930.

Het krachtwerk Wäggital bezit twee trappen, die beide voorzien zijn van een tunnel onder druk, ter lengte resp. van 3 669 m en 2 543 m. De doorsnede van beide tunnels is cirkelvormig met een diameter van 3,60 m, hetgeen overeenkomt met $F = 10,18$ m². In beide tunnels zijn de gedeelten, die in sterk waterdoorlatende gesteenten liggen, voorzien van een binnenmantel van gewapend „gunite”. Deze mantel is in de hoogst gelegen tunnel 0,08 m dik, waardoor de diameter verminderd wordt tot 3,44 m en het oppervlak tot 9,30 m²; in de tweede tunnel is de mantel 0,07 m dik, hetgeen overeenkomt met $d = 3,46$ m en $F = 9,40$ m².

De tunnelbekleding bestaat uit achter ijzeren bekistingen gestort beton, dat niet werd bijgewerkt. Daar met zorg werd gestort, werd een gelijkvormig, tamelijk glad oppervlak verkregen. De „gunite” werd op de gebruikelijke wijze met het cement-kanon opgebracht en na voltooiing glad gestreken.

Op 12 April 1927 werd een contrôle-meting verricht aan de tunnel van den laagsten trap, ter bepaling van de wrijvingsverliezen. Gecontroleerd werd het gedeelte tusschen het hulpreservoir Rempfen en het waterslot Siebnen. Dit gedeelte is lang 2 514 m, waarvan 15,7% van een „gunite”bekleding voorzien is. Het debiet, dat gemeten wordt met in de centrale geplaatste „Venturimeszdüsen”, bedroeg 32,9 m³/sec, hetgeen overeenkomt met een snelheid van 3,23 m/sec voor het normale, en 3,50 m/sec voor het met „gunite” bekleede gedeelte. De peilen vóór en achter werden in het meer en in het waterslot met drijvers gemeten. Gevonden werd $n = 0,0132$. Neemt men aan, dat voor het met „gunite” bekleede gedeelte de ruwheidscoëfficiënt $n = 0,0110$ bedraagt (een gebruikelijke aanname), dan vindt men voor de normale betonbekleding $n = 0,0136$.

Op 7 Januari 1928 werd eveneens een contrôle-meting verricht in de hoogst gelegen tunnel. Hier werd het gedeelte gemeten tusschen de zgn. „Wasserfassungsschacht” en het waterslot Rempfen. De lengte van dit gedeelte bedraagt 4 379 m, waarvan $\pm 12\%$ met „gunite” is bekleed. De peilen werden weer gemeten met drijvers; het debiet met „Venturimeszdüsen” in de centrale Rempfen. Het debiet bedroeg 29,5 m³/sec, wat overeenkomt met $v = 2,80$ m/sec in het normale, en $v = 3,17$ m/sec in het met een mantel bekleede deel. Men vond ook hier $n = 0,0132$, hetgeen, wanneer voor het „gunite” weder $n = 0,0110$ wordt gekozen, leidt tot $n = 0,0135$ voor de normale betonbekleding.

Een vierde onderzoek wordt beschreven in de *Proceedings of the Am. Soc. of Civil Eng.* van October 1935 pag. 1131, door Ellery R. Fosdick onder den titel „Tunnel and penstock tests at Chelan Station Wash.”

Het krachtwerk Chelan benut het verval tusschen het Chelan Lake en de Columbia-rivier. Na de aftaping treedt het water in een met gewapend beton bekleede tunnel met een cirkelvormige doorsnede met $d = 4,26$ m, ter lengte van 3 225 m. Deze tunnel onder druk is gelegd onder een verhang van 0,312% en gaat over in een met staal bekleede tunnel van denzelfden diameter onder een verhang van 35% lang 120 m. Aan het eind hiervan is een verticale

schacht aangebracht, die als waterslot dienst doet. Vervolgens wordt de met staal bekleede tunnel voortgezet over een afstand van ± 180 m met een geleidelijk tot 3,81 m verminderenden diameter, waarna zij zich in twee buizen splitst, die naar de turbines voeren. De proeven hadden ten doel de ruwheidscoëfficiënten van de met beton en met staal bekleede tunnelgedeelten te bepalen en de drukverliezen van het verdeelstuk e.d. vast te stellen. Voor ons is alleen het eerste deel der metingen van belang.

Het peil van het meer wordt gemeten met een zelf-registreerende peilschaal, de drukken met kwikmanometers. Dergelijke manometers waren aangebracht op twee plaatsen in de tunnel, waar werkschachten uit den tijd van den bouw uitmonden, verder in het waterslot en op elk van de twee verdeelstukken onmiddellijk vóór de turbines.

Het debiet werd bepaald uit de belasting van de turbines volgens de methode van Gibson *).

De gewapend beton bekleding van de tunnel was gestort achter ijzeren bekistingen en vertoonde een regelmatig glad oppervlak.

Bij de contrôle-metingen werd eerst de ruwheidscoëfficiënt van het met staal bekleede gedeelte bepaald en vervolgens die van het gedeelte tusschen aan-aanmonding en waterslot, waarvan dus 3 225 m met beton en 120 m met staal bekleed waren. Door de n van de staalbekleding in te voeren, kon hieruit de n van de betonbekleding berekend worden. Gevonden werd:

bij $v = 0,40$ m/sec:	$n = 0,0191$
„ $v = 1,20$ „ :	$n = 0,0128$
„ $v = 2,00$ „ :	$n = 0,0115$
„ $v = 2,75$ „ :	$n = 0,0114$
„ $v = 3,50$ „ :	$n = 0,0114$
„ $v = 4,30$ „ :	$n = 0,0112$

Uit het voorgaande blijkt wel, dat de aard en afwerking van de bekistingen een grooten invloed uitoefent op den ruwheidscoëfficiënt, terwijl ook de snelheid eenigen invloed heeft. Aannemende, dat zoo-veel mogelijk zorg besteed wordt aan de bekistingen, en dat de snelheden, zooals hier te lande gebruikelijk, liggen tusschen 2,00 en 4,00 m/sec, zouden de volgende coëfficiënten in overweging genomen kunnen worden:

voor rechthoekige gewapend betonkokers met zoodanige afmetingen, dat men er zich gemakkelijk in bewegen kan, zoodat eventuele grindnesten kunnen worden bijgewerkt:

$$n = 0,0110$$

*) De schrijver verwijst voor deze methode naar het artikel „Pressures in penstocks caused by the gradual closing of turbine gates”, door Norman R. Gibson in *Transactions of the Am. Soc. of Civil Eng.* 1919 — '20, Vol. 83, pag. 707. Bij onderzoek bleek echter, dat in dit artikel, dat over waterstooten in pijpleidingen handelt, de bedoelde methode wel wordt aangeduid (pag. 740), doch niet beschreven. Over de nauwkeurigheid kan dus geen oordeel worden gegeven. E.

voor syphons (brugsyphons), waarvan de buisstukken verticaal gestort worden en waarbij, na het ter plaatse brengen, aan de verbindingen groote zorg wordt besteed:

$$n = 0,0110$$

voor normale ter plaatse gestorte syphonkokers van beperkte afmetingen (waarbij dan rekening wordt gehouden met het vrijwel steeds aanwezig zijn van twee vrij scherpe bochten):

$$n = 0,0120 \text{ à } 0,0125$$

Ir. W. F. Eijssvoogel.

Electrische behandeling van klei.

Onder den titel „Beitrag zur chemischen Erforschung und Behandlung von Tonböden” wordt door Prof. Dr. Kurd Endell, leider van het „Laboratorium für bauwissenschaftliche Technologie der Technischen Hochschule Berlin” in het tijdschrift *Die Bautechnik*, Heft 18-1935, een overzicht gegeven van een nieuwe methode om weinig draagkrachtige en neiging tot afschuiven vertoonende klei voor bouwdoeleinden te verbeteren.

In het eerste hoofdstuk, *Het karakter van klei*, behandelt de schrijver de nieuwere inzichten in de structuur van klei. Reeds Terzaghi voerde de typische eigenschappen van klei (elasticiteit, samendrukbaarheid e.d.) terug op de plaatvormige structuur van de kleimineralen, welke veel overeenkomst vertoonen met glimmer. Daardoor ontstaat een schubvormige opbouw, die duidelijk een bepaalde hoofdrichting heeft. Bij iedere plastische vervorming leggen zich de deeltjes met hun platte vlakken op elkaar en glijden (bevorderd door de er aan klevende waterfilms) over elkaar. Deze zienswijze is in den laatsten tijd door onderzoekingen met Röntgenstralen bevestigd. De zgn. „Feinstruktur” van alle kleimineralen vertoont een gelaagd rooster, dat voor plaatstructuur en groote splijtbaarheid kenmerkend is.

Juist dit onderzoek met Röntgenstralen nu heeft een wezenlijk onderscheid tusschen de verschillende kleimineralen getoond. Men onderscheidt tegenwoordig de volgende kleimineralen, die veelvuldig naast elkaar in denzelfden bodem worden aangetroffen:

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Kaolonit | $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ Si O}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$ |
| 2. Montmorillonit | $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{ Si O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot x \text{ aq.}$ |
| 3. Onbekende kleimineralen | niet bekend. |

Terwijl de lagen van het rooster bij Kaolonit, evenals bij de meeste kristallen, star verbonden zijn, zijn de lagen van Montmorillonit op de wijze als bij een harmonica beweegbaar. De afstand tusschen de verschillende lagen kan zich tot het dubbele vergrooten. In een vochtige omgeving treedt dan in de tusschenruimten onmiddellijk water binnen. Daar Montmorillonit, het typische mineraal der Bentoniten, veelvuldiger in klei voorkomt dan tot dusver werd aangenomen, is dit een voor de volgende beschouwingen zeer belangrijke eigenschap.

Kolloïdchemische onderzoeken hebben verder aangetoond, dat alle kleimineralen steeds een zoo geringe kristalgrootte hebben, dat kleine hoeveelheden aan de oppervlakte van het kristal uitwisselbaar gebonden basen met chemische of electro-chemische methoden konden worden aangetoond. Van de hoeveelheid en het chemisch karakter van deze basen hangt de uitzetting in water van de kleisoort af, en daarmee ook, althans ten deele, de statisch belangrijke eigenschappen.

De som der uitwisselbaar gebonden basen duidt men in de klei-chemie aan als S-waarde, en bepaalt ze als milli-equivalent per 100 g droge substantie door uitwisseling met ammoniumchloride.

De S-waarden van:

Kaolien (Kaolinit-kleien) liggen		
tusschen	3—15	} milli-equivalenten per 100 g droge stof.
Bentoniten (Montmorillonit-kleien) tusschen	40—80	
de onbekende mineralen tusschen	20—30	
Kwarts heeft een S-waarde = 0.		

Los gebonden aan de kleideeltjes zijn in het bijzonder de éénwaardige basen als Na, dat zeer veel water adsorberen kan. Iets vaster gebonden zijn Ca en Mg, die ook nog gemakkelijk water adsorberen. Vast daarentegen zijn gebonden H en de driewaardige kationen als Al en Fe, die in vergelijking met de één- en tweewaardige kationen veel minder water adsorberen. Naast de „Feinstruktur” en het karakter en de hoeveelheid der gebonden basen, is dan ook voor de uitzetting van kleimineralen in water van veel belang het zuur of alkalisch karakter van het grondwater.

Het uiteenvallen van klei in waterige oplossingen.

Daar de los aan het kleioppervlak gebonden één- en in geringere mate ook tweewaardige basen de neiging hebben zich met water te verbinden, zwellen alle droge kleien min of meer in water en hebben zij neiging tot uiteenvallen. Op grond van de uiteenzettingen in het voorgaande hoofdstuk moeten zij des te meer zwellen en des te sneller uiteenvallen, naar mate de hoeveelheid basen grooter is en in het bijzonder naar mate zich daaronder meer Na (indien tenminste in neutrale bodemoplossing) bevindt. Om dit aan te toonen werd een groot aantal kleien in zgn. „handgerechter Zustand” langs mechanischen weg tot proefblokjes van 30 mm hoogte en 11 mm vierkante doorsnede gevormd. „Handgerechter Zustand” noemt men in het keramisch bedrijf den vochtigheidsgraad, waarbij de met water aangemaakte klei juist niet meer aan de hand kleeft; deze toestand is dus te vergelijken met de kleefgrens uit de bodemkunde. Waar de voorbehandeling voor proeven van dezen aard van doorslaggevend beteekenis is, werd er met de meeste zorg naar gestreefd, dat de proefblokjes onder gelijke omstandigheden werden gereed gemaakt. In onderstaande tabel zijn gegevens omtrent eenige markante kleisoorten opgenomen.

No.	Aanduiding	Kleimineraal	Bijmengsels	Aanmaakwater in % van de hoeveelheid droge stof	S-waarde in milli-equivalenten per 100 g droge stof	Na-waarde
1	uitgeslibde niet plastische Kaolien	Kaolinit	10—20 % kwarts	30	4	0
2	plastische klei uit het Westerwald	Kaolinit	± 10 % kwarts	45	10	0
3	Bentonit (bleekklei)	Montmorillonit	< 5 % kwarts	100	60	1
4	zeeklei uit de omgeving van Hamburg (Na-klei)	Montmorillonit	< 5 % kwarts	60	26	6

Naar uit een foto in het artikel blijkt, waren na 15 minuten ligging onder water de proefblokjes des te meer uiteengevallen naar mate zij een grootere hoeveelheid uitwisselbare basen bezaten. No. 1 was practisch ongeschonden; 3 en 4 daarentegen volledig uiteengevallen. Het verschil tusschen 3 en 4 (Ca-bentonit en Na-klei) manifesteert zich, doordat de oplossing bij No. 3 door de neerslaande werking der Ca-ionen helder blijft, terwijl zij bij de Na-klei ondoorzichtig wordt. De Na-klei valt uiteen onder vorming van een wolk fijne deeltjes.

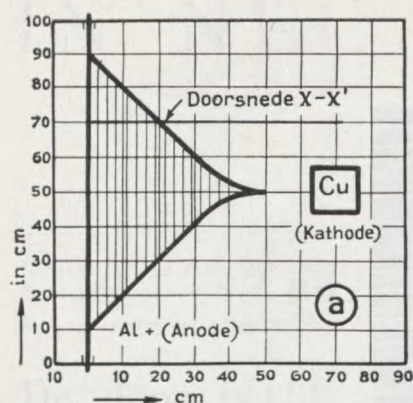
Bovendien werd het uiteenvallen van dergelijke proefblokjes in neutrale, alkalische en zure oplossingen nagegaan. Overeenkomstig de verwachting bleek dat b.v. Ca-bentonit (No. 3) in neutrale en alkalische oplossing snel uiteenvalt, doch in zure oplossing ongeschonden blijft. De kleideeltjes worden als het ware samengekleefd; deze toestand houdt echter slechts eenige uren aan.

Proeven ter verhooging van de vastheid van klei langs electro-chemischen weg.

Reeds jarenlang probeert men klei draagkrachtiger te maken. Zoals bekend kan loopzand vast gemaakt worden door het inspuiten van waterglas en zoutoplossingen, waarbij SiO_2 , dat verkittend werkt, ontstaat (methode J o o s t e n). Daar klei vrijwel ondoorlatend is kan men daarin niet injecteren. Men heeft wel getracht de kleilagen met springstof los te maken en dan cement in te spuiten; dit geeft echter geen bevredigende resultaten.

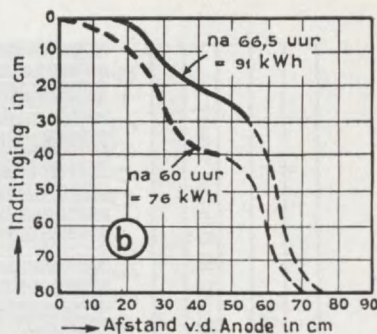
De uitvinding van dr. L. C a s a g r a n d e, dat men klei met electriciteit moet behandelen, opent geheel nieuwe perspectieven. Daar deze methode, die in de meeste landen gepatenteerd is, zich geheel aanpast aan de boven beschreven nieuwere inzichten in het karakter van klei, zal zij hier in het kort behandeld worden.

De methode bestaat hierin, dat in den bodem op bepaalde afstanden metaal-electroden gestoken worden. Als anode dient steeds aluminium; als kathode gewoonlijk koper. Tusschen deze electroden wordt ge-



a) Gedeelte van de klei, waarvan de vastheid na 66,5 uur behandeling waarbij 91 kWh verbruikt werd, zoodanig was toegenomen, dat de indringing nul was.

b) Gemiddelde indringing van een rondijzerstaaf met een belasting van 9,4 kg/cm², gemeten in de doorsnede X-X',



lijkstroom van geschikte spanning zoo lang doorgevoerd tot de bodem verbeterd is.

In het artikel wordt de volgende proef nader beschreven. In een kubusvormige houten kist werd evenwijdig aan één der zijwanden een aluminiumplaat en op 65 cm afstand daarvan een met koper beslagen houten koker aangebracht. De houten koker met koperbeslag werd over de geheele lengte geperforeerd.

In deze kist werd als te verbeteren bodemmateriaal de sterk zwellende en schuivende klei uit de omgeving van Hamburg (No. 4 van de tabel) aangebracht. Dit is zooals gezegd een typische Na-klei; het hoofdmineraal is Montmorillonit met geringe bijmenging van kwarts. In natuurlijke toestand bezat deze klei een vloeigrens volgens Atterberg van ± 90 . In de kist werd de klei aangebracht, gemengd in een verhouding 4 : 1 met fijn zand (korrelgrootte max. 1 mm). Het watergehalte bedroeg 80 % van het drooggewicht.

Door de beide elektroden werd vervolgens gelijkstroom gevoerd, in den aanvang 220 Volt en 7,5 Ampère, later tijdelijk 400 Volt en 13 Amp.

Tijdens de proef nam de weerstand toe. Deze toename verliep parallel met het toenemende draagvermogen. Dit draagvermogen werd gemeten met de indringing van een rondijzeren staaf met een oppervlak van ± 1 cm², welke belast was met 9,4 kg/cm². Deze indringing werd op verschillende afstanden van de Al-plaat op verschillende tijdstippen bepaald.

De resultaten van deze meting blijken uit bijgaande figuur. In een driehoekig prisma tusschen de beide elektroden is de indringing nul, terwijl zij daarbuiten vrij regelmatig naar de kathode toe toeneemt.

Na beëindiging der proef werden de houten wanden verwijderd en de klei met een krachtigen waterstraal afgespoeld. Het bovengenoemde driehoekige

prisma bleef toen over. Uit dit prisma genomen monsters vielen zelfs bij maandenlange ligging onder water niet uiteen en vertoonden daarbij ook geen volumevermeerdering.

Het oorspronkelijk brijige materiaal bezat na beëindiging van de elektrische behandeling een vastheid alsof het in ongeroerden toestand aan grooten druk (b.v. door bovenliggende lagen) heeft blootgestaan. De Atterberg'sche vloeigrens neemt sterk af, terwijl de wrijvingshoek toeneemt. De hoek van inwendige wrijving van de onderwerpelijke klei was 17° vóór de behandeling en 25° er na.

Dit vast-worden vindt zijn oorzaak waarschijnlijk hoofdzakelijk

in het omkeeren van de elektrische lading der kleideeltjes onder invloed van den elektrischen stroom. Dit omkeeren der lading veroorzaakt waarschijnlijk (voor zoover althans dit zeer ingewikkelde verschijnsel zich thans laat overzien) een verwisseling der gebonden basen, dus de één- en tweewaardige kationen — in het bijzonder Na — tegen H en de driewaardige kationen — in het bijzonder Al —, welke resp. door ontleding van water en oplossing van de Al-anode ontstaan.

Hoe groot ook het watergehalte vóór de behandeling geweest mag zijn, na afloop is het reeds sterk afgenomen, gewoonlijk tot 30 à 40 %. Wordt de behandelde bodem weder nat gemaakt, dan neemt het watergehalte niet weer toe.

Mogelijk wordt tot de meerdere vastheid, behalve door de omkeering der lading, ook bijgedragen door de door electrolyse afgezette Al-verbindingen. Wellicht ontstaat een aluminaat, dat op dezelfde wijze verhardend werkt als het bij het afbinden van cement zich vormende calcium-aluminaathydraat. Het witte aanslag op de Al-anode, dat op de bij het artikel overgelegde foto's duidelijk zichtbaar is, werd bepaald als Bauxiet (Al₂O₃ · 3 H₂O).

Tenslotte worden nog enkele mogelijke toepassingen besproken, waarvan voor de practijk hier te lande vooral belangrijk is het verbeteren van de kleikern van gespoelde dammen. Naar bekend verondersteld mag worden, leenen zich bepaalde, in Ned.-Indië veelvuldig voorkomende grondsoorten niet voor de spoelmethode, omdat de gevormde kern niet binnen redelijken tijd consolideert en daardoor gevaar voor afschuiving ontstaat. Zou men dit op de bovenbeschreven wijze kunnen ondervangen, dan zou daardoor de techniek een belangrijke schrede voorwaarts zijn gebracht.

E.

