7e JAARGANG
NUMMER 12

DECEMBER
1940

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.

Tevens Orgaan van de Ned. Chemische Vereeniging in Ned.-Indië.

Commissie van Toezicht:
jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. W. Holleman,
ir. C. P. J. Suverkropp.

Commissie van Redactie:
Voorzitter: prof. ir. P. P. Bijlaard;
Leden: ir. G. Meesters, dr. ir. Tan Sin Hok, ir. E. D. G. Frahm, ir. F. J. H. Davis.

Prijs per jaargang: *f* 20,— Afzonderlijke nummers: *f* 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Huygensweg 22, Bandoeng (Tel. Bd. 2102).
Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng (Tel. Bd. 2568).
Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum (Tel. Wl. 3015).

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Bij de jaarwisseling, door W. — Eenige details omtrent reversie-niveau's, door ir. P. H. Poldervaart. — *Personalia.* — *Koninklijk Inst. v. Ingenieurs:* Bestuursmededeelingen.

Bij de jaarwisseling.

Vrede op Aarde .....

Veel heil en zegen .....

Een huivering komt over ons bij deze woorden, dit jaar. Wie denkt aan vrede in deze losgebroken oorlogshel? Wie durft ter wereld op den Oudejaarsavond elkaar geluk toewenschen, waar dood en ellende in de huizen drong of dreigt?

Neen, in December 1940 doen we daaraan niet.

Het is nu de tijd van den oorlog en van den haat.

Geen beschouwingen, geen sentimenten.

Praat me niet van het afgeloopen jaar. Het bracht verlies, alleen maar verlies.

En — we zullen daarop in 1941 wraak nemen.

Zoo denken we, zoo voelen we. Zoo meenen we het ook.

Het afgeloopen jaar bracht ons den strijd van het overweldigd Moederland, dat nu gekrenkt en gewond in de klauwen van den doodsvijand ligt. Het verjoeg onze dierbare Koningin. Het brak de banden met hen die ons lief en dierbaar zijn; het vernietigde de welvaart en de cultuur van ons volk dat den vrede wilde; het bracht ons een wereld vol moord en vernieling; het bracht ons een vertwijfelend heden en een duistere toekomst.....

1940..... niets dan ellende; niets dan levensverlies.

Niets anders?

Ja, toch. Het bracht ons de bewustwording van de eenheid van ons volk; van de stalen verbondenheid tot ons Vorstenhuis, tot elkaar; van de gemeenschappelijke zaak van Oost en West.

Het verloste ons van de angst voor den steeds dreigenden, onafwendbaren strijd tusschen recht en onrecht, tusschen goed en kwaad en bracht ons den moed om dien strijd te strijden en vol te houden.

Het bracht in ons innerlijk den toets van onze geestelijke waarden en onze moreele weerkracht; het afwerpen van waardelooze en zinlooze begrippen over wat we eens zoo belangrijk hebben gevonden in ons kleingeestig, futiel, ijdel en bekrompen bestaantje.

Het toonde ons de menschen en de mogelijkheden van dit land waarin we arbeiden en het deed ons snel ontwaken tot den wil om onze beste krachten te geven aan dit wonderschoone land, waar we mogen bouwen aan een toekomst.

Een toekomst voor rijzend Indië; een toekomst voor een herrezen Nederland.

Zoo bracht 1940 ons levenswinst.

Zoo kunnen we op Kerstmis denken aan Vrede ..... een beteren vrede.

Zoo mogen we elkaar bij de jaarwisseling stilzwijgend gelukwenschen.

Om wat we verloren hebben.

Om wat we hebben gewonnen en zullen herwinnen.

W.

Eenige details omtrent reversie-niveau's

door

ir. P. H. POLDERVAART,

Hoofd van de Triangulatiebrigade van den Topografischen Dienst.

Inleiding.

De belangstelling voor de toepassing van reversie-niveau's bij waterpasinstrumenten is wel zeer afwisselend geweest. Wanneer men alles volgt wat een willekeurige firma, die deze instrumenten vervaardigt, ons in haar brochures wenscht wijs te maken, dan kan men waarnemen, dat het eene jaar een volkomen vernietigend vonnis wordt geveld over hetgeen een jaar te voren door haar werd vervaardigd en over hetgeen in een volgende periode weer met veel omhaal van woorden wordt aangeprezen. Hier staat nog buiten de commercieele strijd tusschen de verschillende firma's onderling.

Ieder van ons kent de instrumenten van Wild-Zeiss, waarvan de „Zeiss III" wel het meest populair is geworden. Eenige jaren later keerden èn Zeiss èn Wild-Heerbrug weer terug naar het type van waterpasinstrument, dat algemeen bekend staat onder het type „alles vast" (Nivellier A van Zeiss en Präzisions-Nivellier III van Wild-Heerbrug). Wild schrijft hierover in een brochure, dat men tot dit nieuwe type was overgegaan uit overweging, dat de in lagers draaiende ringen van het instrument tijdens het aanhoudend gebruik in sterke mate aan slijtage onderhevig zijn en dan oorzaak zijn van onvolkomenheden in de regeling. Dit was blijkbaar geen al te sterk argument, want hij laat daarop volgen, dat ook de toepassing van een instellens aanleiding kan zijn tot het ontstaan van overblijvende fouten in de regeling en dat men practisch 99% meet en 1% regelt, zoodat het voordeel van de mogelijkheid het instrument van één standpunt uit te regelen, niet te zwaar mag wegen. Weer eenige jaren later, als de firma Wild-Heerbrug een bevredigende oplossing heeft gevonden voor de oplegging en de slijtage van de lagerringen door ze te vervangen door Y-lagers, geldt het bezwaar van de instellens niet meer en is het regelen van één standpunt uit een niet te onderschatten voordeel van het instrument Wild N II.

En vanzelfsprekend ondergaat de practische toepassing dezer instrumenten parallel hieraan haar schommelingen.

Ook in de literatuur vindt men behalve de enkele opmerkingen bij de reeds genoemde gebruiksaanwijzingen van de betreffende instrumenten, slechts weinig omtrent reversie-niveau's vermeld. Het „Handbuch der Vermessungskunde" van Jordan-Eggert heeft zoowel bij het hoofdstuk over waterpasinstrumenten als bij dat over niveau's eenige bladzijden gewijd aan het reversie-niveau, maar dat een eventueele convergentiehoek tusschen de beide richtlijnen van het niveau bij de constructie van Zeiss (eigenlijk Wild) kan worden gecorrigeerd staat er niet in vermeld. Daarvoor moet men in de literatuur teruggaan tot 1909, waar Wild in het *Zeitschrift für Instrumentenkunde* een korte beschrijving geeft van zijn toen juist in practijk gebrachte constructie van het reversie-niveau met instelprisma. In twee regels deelt hij daar mede, dat deze convergentiehoek door een bepaalde verschuiving van dit instelprisma kan worden opgeheven, meer niet. Dit artikel is aanleiding geworden tot een zeer uitgebreide polemiek tusschen Wild en Fennel over het meer of minder doelmatig zijn van een instelprisma bij de beoordeeling van het inspelen van een bel boven de toepassing van ingekraste verdeelingen in het glaslichaam.

Het hoeft geen betoog, dat deze strijd onvruchtbaar genoemd moet worden voor het inzicht in het reversieniveau, aangezien beide constructeurs elkaar natuurlijk nooit hebben kunnen overtuigen.

Bovendien maakt de practijk zelf meestal uit welke constructie bij de uit te voeren werkzaamheden het doelmatigst is gebleken; hetgeen zich dan uitdrukt in het aantal in gebruik genomen instrumenten.

Toch heerscht er nu nog onder velen, die niet in de gelegenheid zijn geweest den geheelen ontwikkelingsgang van het niveau te volgen, de opvatting, dat, wanneer bij een reversie-niveau eenmaal een convergentie tusschen beide richtlijnen is vastgesteld, deze niet meer is op te heffen.

Het doel van dit artikel is dan ook in één opstel samen te vatten de karakteristieke eigenschappen van het reversie-niveau in de beide hoofdconstructievormen, waarin het voorkomt. Dat daarbij dan aangetoond zal worden, dat de reeds genoemde opvatting over het onregelbaar zijn van de fout tengevolge van den convergentiehoek, in haar algemeenen vorm onjuist is, is een bijkomstigheid, welke dankbaar zal moeten worden aanvaard. Aan het einde is dan nog toegevoegd een korte beschouwing over hetgeen bij verschuiving van het prismablok theoretisch gebeurt, met de conclusie, welke daaraan valt te verbinden, dat de theoretisch te berekenen onvolkomenheden in de practijk kunnen worden verwaarloosd.

Definities.

Alvorens met de theorie te beginnen dienen eenige definities en afspraken voorgesteld te worden en wel de volgende:

1e. Het essentieele deel van het niveau is de halftonvormige (bij enkelvoudige niveau's) of de volledig tonvormige (bij reversie-niveau's) uitslijping in het glaslichaam. Deze uitslijping ontstaat door snelle draaiing van het glaslichaam om een slijpdoorn, die de kromtestraal van het te vervaardigen niveau heeft. De as van de doorn behoort dus evenwijdig te zijn aan de as van draaiing van het glaslichaam. Voor het uitgeslepen gedeelte zal dus in ieder geval een as aan te geven zijn, welke nagenoeg in de

lengterichting van het glaslichaam gelegen is. Elk vlak gaande door deze as en de uitslijping heet *meridiaanvlak* of *meridiaandoorsnede*. In het ondervolgende zal alleen het verticaal staande meridiaanvlak in beschouwing worden genomen; de snijlijn van dit vlak met de uitslijping worde *meridiaan* genoemd.

2e. De beide hoofdvormen, waarbij reversie-niveau's worden of werden toegepast, zijn die van:

a) Breithaupt — Fennel, waarbij ter hoogte van de beide tegenover elkaar liggende meridianen van een meridiaandoorsnede de verdeelingen, voor het beoordeelen van den belstand, aan de buitenzijde in het glaslichaam zijn ingekrast.

b) Wild — Zeiss, waarbij geen verdeelingen op het glaslichaam zijn aangebracht, maar het inspelen van de bel wordt beoordeeld naar haar stand ten opzichte van een prismastelsel, dat boven of onder het niveau in de lengterichting van het niveau is aangebracht. Door dit prismastelsel is het mogelijk beide beleinden, ieder voor de helft, naast elkander geprojecteerd te zien. Coïncidentie der beleinden beteekent dan inspelen der bel (zie *fig. 1* en *2*). In dit geval behoort het midden van de bel zich te bevinden in het snijpunt van de meridiaan met het vlak in het midden van het prismablok, loodrecht op de lengterichting van de bel neergelaten.

3e. Onder *richtpunt* wordt verstaan het midden van de verdeeling bij de constructie Breithaupt — Fennel resp. het snijpunt van den meridiaan met het onder 2e b) genoemde vlak bij de constructie Wild — Zeiss.

4e. *Richtlijn* is de raaklijn aan den meridiaan in het richtpunt.

5e. *Steunlijn* is meestal die lijn in het meridiaanvlak, ten opzichte waarvan de evenwijdigheid der

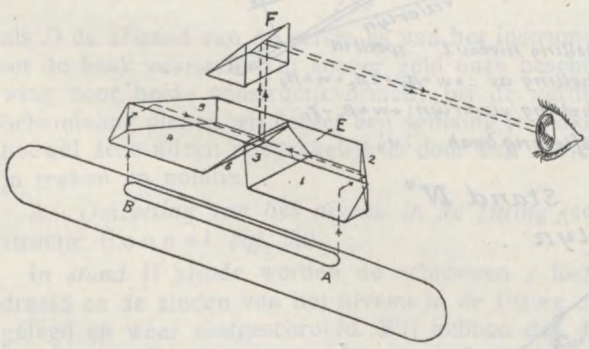


Fig. 1. Stralengang in prismablok bij aflezing der beleinden.

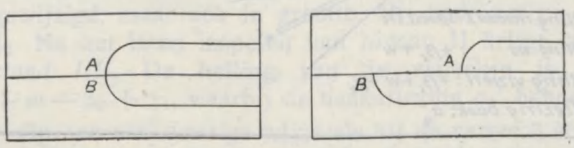


Fig. 2. Coïncideerende en niet-coïncideerende beleinden.

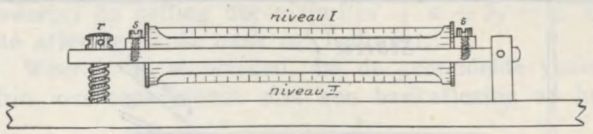


Fig. 3a. Omzetbaar reversie-niveau (Fennel).

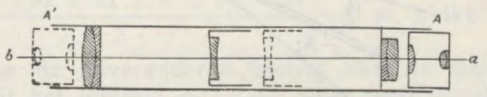


Fig. 3b. Omkeerbare vizierlijn (Wild-Zeiss).

richtlijnen wordt nagestreefd. In de volgende beschouwing wordt hiervoor genomen de *gemiddelde richtlijn*, dat is de lijn, die den convergentiehoek der beide richtlijnen van het reversieniveau middendoor deelt.

6e. *Parallellijn* is de raaklijn aan den meridiaan, evenwijdig aan de steunlijn.

7e. *Parallelpunt* is het raakpunt van de parallellijn met den meridiaan.

8e. Een *helling* van een richting in de nevengaande figuren is *positief* als het linkereinde hooger is gelegen dan het rechtereinde.

9e. Een *hoek* tusschen twee richtingen wordt *positief* aangenomen als de beenen naar links uiteengaan.

Theoretische beschouwingen.

Ten einde zooveel mogelijk het ideaal van het waterpassen met horizontale vizierlijn te benaderen, is men geneigd, alvorens met de waterpassing te beginnen, het instrument te onderzoeken en eventueel te regelen op de volgende eischen:

1e. richtlijn niveau moet evenwijdig zijn aan de vizierlijn;

2e. richtlijn niveau moet loodrecht staan op de 1ste as van het instrument;

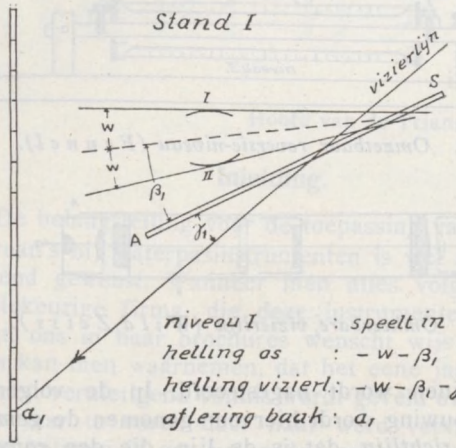
3e. vizierlijn moet bij eventueele draaiing van den kijker om de lengteas gericht blijven op hetzelfde punt van de baak (gecentreerd zijn).

Nu is de hoofdeigenschap van deze waterpasinstrumenten [voorzien van een kipschroef en een reversieniveau, waarbij men òf het niveau in een speciale fitting kan omzetten (Fennel, *fig. 3a*), òf de vizierlijn in den kijker van richting kan omkeeren (Wild — Zeiss II, *fig. 3b*)], dat, om bovenstaand ideaal na te streven, al deze regelingen kunnen komen te vervallen, indien men zich de moeite wenscht te getroosten op iedere baak *vier* aflezingen te verrichten, overeenkomende met de vier gebruiksstanden van het instrument.

Neemt men willekeurig zulk een instrument op, plaatst men dit wederom willekeurig op ongeveer 30 m afstand voor een verticaal opgestelde baak en laat men nu richtende op de baak de bel t.o.v. de bovenliggende verdeeling inspelen, dan zal in het algemeen gesproken de toestand bestaan als in *stand I, plaat I* is aangegeven.

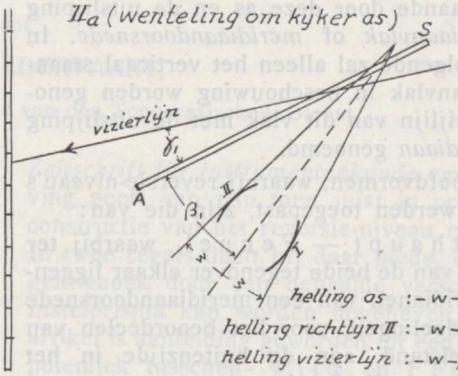
De richtlijn aan de bovenliggende verdeeling is horizontaal (verder aan te duiden als: „niveau I speelt

Stand I



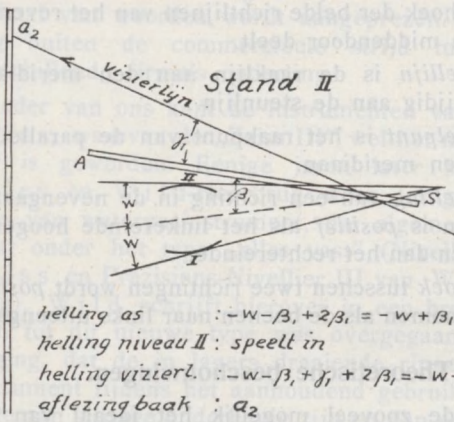
niveau I : speelt in
helling as : $-w-\beta_1$
helling vizierl.: $-w-\beta_1-\gamma_1$
aflezing baak : a_1

IIa (wenteling om kijker as)



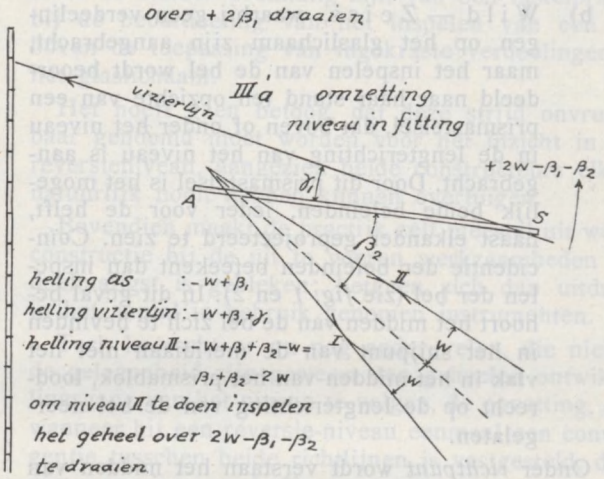
helling as : $-w-\beta_1$
helling richtlijn II : $-w-\beta_1-\beta_1+w=-2\beta_1$
helling vizierlijn : $-w-\beta_1+\gamma_1$
om niveau II te doen inspelen het geheel over $+2\beta_1$ draaien

Stand II



helling as : $-w-\beta_1+2\beta_1=-w+\beta_1$
helling niveau II : speelt in
helling vizierl. : $-w-\beta_1+\gamma_1+2\beta_1=-w+\beta_1+\gamma_1$
aflezing baak : a_2

IIIa omzetting niveau in fitting

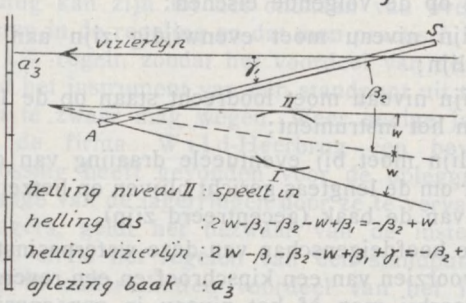


helling as : $-w+\beta_1$
helling vizierlijn : $-w+\beta_1+\gamma_1$
helling niveau II : $-w+\beta_1+\beta_2-w=$
$\beta_1+\beta_2-2w$
om niveau II te doen inspelen het geheel over $2w-\beta_1-\beta_2$ te draaien

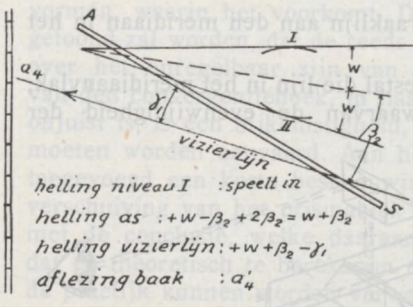
Stand III'

Stand IV'

omzetting van niveau in fitting



helling niveau II : speelt in
helling as : $2w-\beta_1-\beta_2-w+\beta_1=-\beta_2+w$
helling vizierlijn : $2w-\beta_1-\beta_2-w+\beta_1+\gamma_1=-\beta_2+w+\gamma_1$
aflezing baak : a_3'

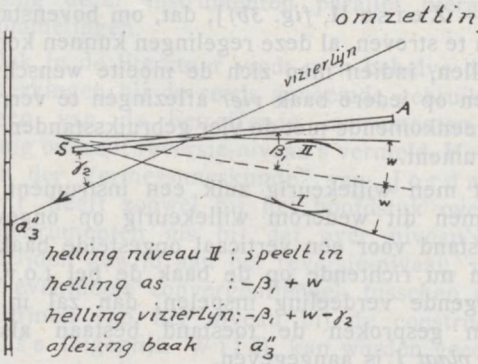


helling niveau I : speelt in
helling as : $+w-\beta_2+2\beta_2=w+\beta_2$
helling vizierlijn : $+w+\beta_2-\gamma_1$
aflezing baak : a_4'

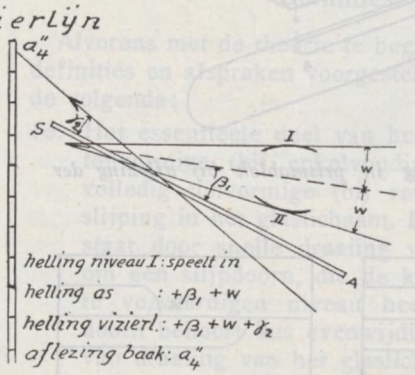
Stand III" (draaiing om verticale as)

Stand IV"

omzetting vizierlijn



helling niveau II : speelt in
helling as : $-\beta_1+w$
helling vizierlijn : $-\beta_1+w-\gamma_2$
aflezing baak : a_3''



helling niveau I : speelt in
helling as : $+\beta_1+w$
helling vizierl. : $+\beta_1+w+\gamma_2$
aflezing baak : a_4''

Plaat I.

in"). Beide richtlijnen maken onderling een hoek van $+ 2w$; de mechanische lengteas van den kijker, waarom straks gedraaid wordt, maakt met de steunlijn een hoek $+ \beta_1$, terwijl de vizierlijn met deze steunlijn een hoek $+ \gamma_1$ maakt.

Zooals gemakkelijk uit de figuur is op te maken bedraagt de helling van deze vizierlijn:

$$- w - \beta_1 - \gamma_1 .$$

De aflezing op de baak, die bij deze helling van de vizierlijn onder de gegeven omstandigheden behoort, is: a_1 .

Draait men nu den kijker om zijn mechanische lengteas over 180°, dan ontstaat de toestand als in *IIa* aangegeven met niveau II boven, maar dit nog niet inspelend.

Laat men tenslotte dit niveau II inspelen, dan treedt *stand II* op. De helling der vizierlijn is hier geworden:

$$- w + \beta_1 + \gamma_1 ,$$

terwijl de aflezing op de baak, die hierbij behoort, a_2 bedraagt.

Beschouwen wij nu in beide standen de helling van de steunlijn nader, dan komt de overgang van *stand I* naar *stand II* practisch overeen met een wenteling om de steunlijn als draaiingsas.

Het punt op de baak, overeenkomende met de gemiddelde aflezing $p_1 = \frac{a_1 + a_2}{2}$ geeft dus aan het punt, waarop de gemiddelde vizierlijn gericht zou zijn geweest. Deze gemiddelde vizierlijn vertoont een helling met den horizon van

$$\frac{- w - \beta_1 - \gamma_1 - w + \beta_1 + \gamma_1}{2} = - w .$$

Het baakinterval tusschen a_1 en a_2 echter blijkt geheel onafhankelijk te zijn van den convergentiehoek $2w$ tusschen de beide richtlijnen en geeft een maat voor de som der beide hoeken β_1 en γ_1, want:

$$(\beta_1 + \gamma_1) = \frac{a_2 - a_1}{2D} \rho''$$

als D de afstand van de eerste as van het instrument tot de baak voorstelt. Tot zoover gold onze beschouwing voor beide constructievormen; bij de verdere behandeling dienen wij echter een splitsing te maken, hoewel deze alleen noodzakelijk is door een verschil in teeken en notatie.

A. *Omzetting van het niveau in de fitting* (constructie F e n n e l, *fig. 3a*).

In *stand II* zijnde worden de schroeven s losgedraaid en de einden van het niveau in de fitting omgelegd en weer vastgeschroefd. Wij hebben dan den tusschenstand verkregen als aangegeven in III_a'. Hierbij is aangenomen, dat de hoek, dien de steunlijn tevoren maakte met de mechanische as, door het losschroeven en omleggen niet alleen in teeken is gewijzigd, maar ook in grootte. Hij bedraagt nu $- \beta_2$. Na het laten inspelen van niveau II krijgt men *stand III'*. De helling van de vizierlijn is nu $+ w - \beta_2 + \gamma_1$, waarbij de baakaflezing a_3' behoort.

Op overeenkomstige wijze als bij de eerste 2 standen krijgt men na de wenteling om de mechanische as en het doen inspelen van niveau I, de *stand IV'*, waarbij de helling der vizierlijn $+ w + \beta_2 - \gamma_1$ en de aflezing op de baak a_4' bedraagt.

Weer is op te merken, dat de gemiddelde vizierlijn, overeenkomende met een baakaflezing op het punt $q' = \frac{a_3' + a_4'}{2}$, bij een helling behoort van

$$\frac{+ w - \beta_2 + \gamma_1 + w + \beta_2 - \gamma_1}{2} = + w,$$ welke gelijk is aan de onveranderde helling van de steunlijn, terwijl het interval $a_4' - a_3'$ weer onafhankelijk is van den convergentiehoek en een maat voorstelt voor den hoek

$$(+ \beta_2 - \gamma_1) = \frac{a_4' - a_3'}{2D} \rho'' .$$

B. *Omkeering van de richting der vizierlijn in den kijker* (constructie W i l d — Z e i s s, *fig. 3b*).

Deze wordt bewerkstelligd door omzetting van het oculairkokertje A naar A'. De lenzen in dit oculairkokertje vormen met de objectieflens, waarmee zij worden gecombineerd, het oculair. Bij deze omzetting is het volstrekt onnoodig, dat de vizierlijn in de richting $a - b$ samenvalt met die in de richting $b - a$. De kijker mag dus in den rechten zin van het woord *biaxiaal* zijn. Stelt men den hoek, dien de vizierlijn na de omzetting met de mechanische as maakt, gelijk aan $- \gamma_2$, dan komt men na draaiing van den kijker om een absoluut verticaal gedachte eerste as van *stand II* in *stand III"*. Niveau II blijft hierbij immers inspelen. Speelde het niet in, dan zou dit alleen een bewijs zijn geweest voor het niet juist verticaal staan der eerste as, hetgeen verder geen rol speelt in onze beschouwing, aangezien wij in dat geval niveau II met de kipschroef tot inspelen brengen.

In *stand III"* is de helling der vizierlijn geworden $+ w - \beta_1 - \gamma_2$ en de baakaflezing hierbij is a_3''.

Na wenteling om de mechanische lengteas en het doen inspelen van niveau I, verkrijgen wij den *stand IV"*, waarbij de helling der vizierlijn $+ w + \beta_1 + \gamma_2$ bedraagt en de daarbij behoorende baakaflezing a_4''.

De gemiddelde vizierlijn heeft weer een helling van $+ w$ en behoort bij de gemiddelde aflezing $q'' = \frac{a_4'' + a_3''}{2}$ en evenals tevoren is het interval $a_4'' - a_3''$ onafhankelijk van den hoek w en bedraagt de hoek

$$(\beta_1 + \gamma_2) = \frac{a_4'' - a_3''}{2D} \rho'' .$$

Men ziet nu gemakkelijk in, dat het gemiddelde van de vier aflezingen a_1, a_2, a_3' en a_4' of a_1, a_2, a_3'' en a_4'' *die* plaats op de baak aangeven, waarop afgelezen zou zijn bij zuiver horizontale vizierlijn, onafhankelijk van welke ontregelingen van het instrument ook, want bij de aflezingen

$$\frac{a_1 + a_2 + a_3' + a_4'}{4} = \frac{p + q'}{2} \text{ of}$$

$$\frac{a_1 + a_2 + a_3'' + a_4''}{4} = \frac{p + q''}{2}$$

behooren de hellingen der vizierlijn

$$\frac{-w-\beta_1-\gamma_1-w+\beta_1-\gamma_1+w-\\ \quad -\beta_2+\gamma_1+w+\beta_2-\gamma_1}{4}=0$$

of

$$\frac{-w-\beta_1-\gamma_1-w+\beta_1+\gamma_1+w-\\ \quad -\beta_1-\gamma_2+w+\beta_1+\gamma_2}{4}=0$$

Toch gebruikt men het waterpasinstrument nimmer op deze wijze, hoewel de constructie Wild — Zeiss geen bijzondere moeilijkheden oplevert voor de omkeering der vizierlijn. Bij Fennel's constructie zou het aanhoudend losdraaien der schroeven *s* al heel gauw tot slijtage leiden. De oorzaak van het niet toepassen van bovenstaande meetmethode moet dan ook meer gezocht worden in de vele aflezingen, terwijl men zich toch niet onafhankelijk kan maken van ongelijke slaglengten, in verband met den invloed van refractie en aardkromming. Bestond deze invloed niet, dan zou men dus het vooraf uitzetten van symmetrische slagen geheel kunnen nalaten en den hiermee gewonnen tijd benutten voor 2 aflezingen op iedere baak meer.

Nu wordt de hiervoor besproken methode alleen toegepast voor de bepaling van den convergentiehoek tusschen beide richtlijnen en een eventueele regeling van het instrument.

De bepaling van den convergentiehoek verloopt dan als volgt:

Men plaatst het te onderzoeken waterpasinstrument op een afstand van 30 à 50 m voor een verticaal opgestelde baak en leest de baak af bij *stand I* en daarna bij *stand II*. Dit herhaalt men 10 of meerdere keeren, terwijl men, om niet beïnvloed te worden door de reeds gedane aflezingen, voor ieder stel aflezingen I en II het niveau *met de regelschroef van het niveau* ontregeld. Men verandert hiermee dus alleen den hoek β_1. Het interval tusschen a_1 en a_2 wijzigt zich dus bij ieder stel aflezingen, maar het gemiddelde van de heele reeks van 10 stellen van 2 aflezingen elk, dus het gemiddelde p_m van de 20 baakaflezingen levert ten slotte het punt op de baak, waarbij de vizierlijn een hoek $-w$ maakt met de horizontale richting. Hierna keert men, al naar de constructie, het niveau in zijn fitting of de vizierlijn in den kijker om en doet weer 10 stel aflezingen op de baak bij de *standen III'* en *IV'* of *III''* en *IV''*. Het gemiddelde q_m van deze laatste 20 aflezingen geeft ons de baakaflezing voor de vizierlijn onder een helling van $+w$;

$$a_m = \frac{p_m + q_m}{2}$$

geeft ons dan de baakaflezing voor horizontale vizierlijn en

$$\frac{q_m - p_m}{2D}\rho'' = w''$$

den halven convergentiehoek der richtlijnen.

Kennen wij nu de hoekwaarde *r* van het niveau, dan is deze waarde *w* ook uit te drukken in deze grootheid.

Een verschil in de hoekwaarde der beide niveau's treedt uit den aard der zaak niet op, daar de uitslijping geschiedt volgens één en dezelfde mal.

Alvorens echter de regeling te behandelen dienen wij de oorzaken voor het optreden van de convergentie der richtlijnen nader te beschouwen en wel afzonderlijk voor elk der beide constructievormen.

Bij de niveau's met ingekraste verdeelingen (*pl. II* met weglating van het prismablok) is het steeds een gevolg van het niet juist plaatsen van de middens der verdeelingen. Deze behooren in het meridiaanvlak der verdeelingen aangebracht te zijn op die punten der meridiaandoorsnede, welke zich het verste van de as bevinden. In deze maxima zijn de raaklijnen aan de doorsnede immers evenwijdig aan de as en dus evenwijdig aan elkaar. Bij de foutieve ligging der middens kunnen zich echter nog 2 gevallen voordoen en wel:

1e. De richtpunten liggen op de doorsnede symmetrisch ten opzichte van de as en zijn dus beide in dezelfde richting over een zelfden afstand verschoven t.o.v. de hierboven bedoelde maximumpunten (*fig. 6, pl. II*). De as- en steunlijn vallen samen.

2e. Eén of beide richtpunten zijn ten opzichte van deze maximum punten willekeurig verschoven (*fig. 5, pl. II*). De as- en steunlijn kunnen dan niet meer samenvallen.

Bij de wenteling om een denkbeeldige as evenwijdig aan de steunlijn (waar immers de overgang van *stand I* naar *II* eigenlijk op neer komt) beschrijven in het eerste geval beide richtpunten cirkels in hetzelfde vlak loodrecht op deze wentelingsas, terwijl in het tweede geval de cirkels in twee afzonderlijke van dergelijke vlakken gelegen zijn. Dit detail is in het werk van Jordan bij de teekening betreffende de wenteling verwaarloosd, zoodat haar geweld moest worden aangedaan in den vorm van richtlijnen, die getrokken zijn door de meridiaandoorsnede der uitslijping heen, inplaats van raaklijnen aan de doorsnede.

Toch vindt men deze teekening bij enkele publicaties over waterpasinstrumenten overgenomen.

Geheel op overeenkomstige wijze heeft men bij den constructievorm van een reversie-niveau met instelprisma de beide gevallen (zie *plaat II* met prismablok):

1e. Het prismablok ligt met de lengteas evenwijdig aan de steunlijn, maar is ten opzichte van den juisten stand in deze lengterichting iets verschoven (*fig. 6, pl. II*).

2e. Het prismablok is met de lengteas ten opzichte van de steunlijn iets in het meridiaanvlak gedraaid (*fig. 5, pl. II*).

Wij veronderstellen dus bij de beschouwingen, dat geen kruising van de lengteas van het prismablok ten opzichte van de steunlijn of as der uitslijpingen optreedt.

Verschuiving van het prismablok.

Als men zich nu tot doel stelt te willen waterpassen met horizontale vizierlijn, zonder de omslachtige bewerkingen te willen uitvoeren, die voor de hier-

Fig. 4

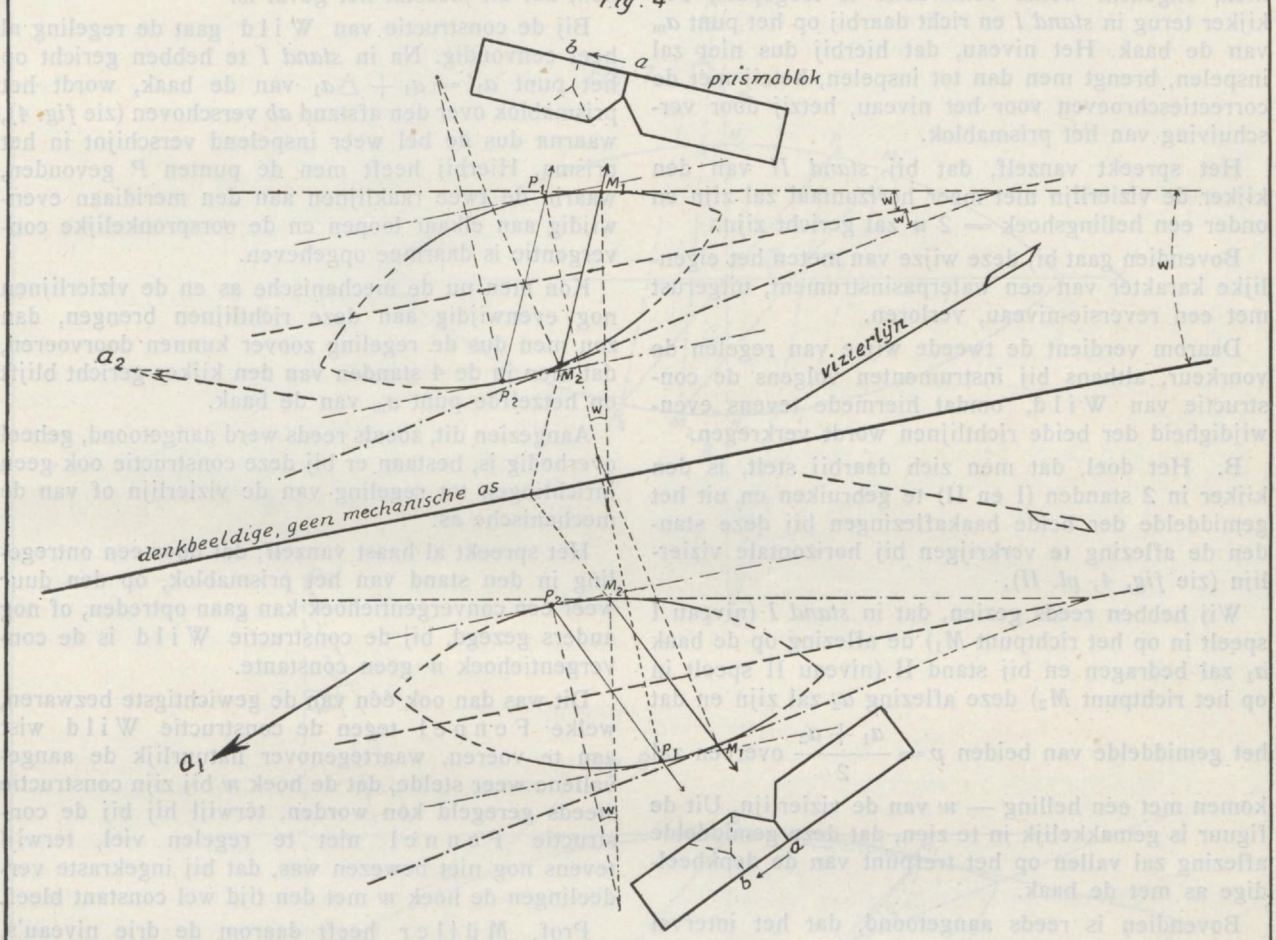


Fig. 5

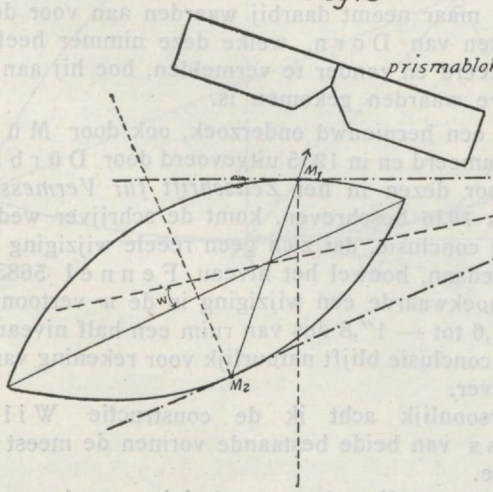
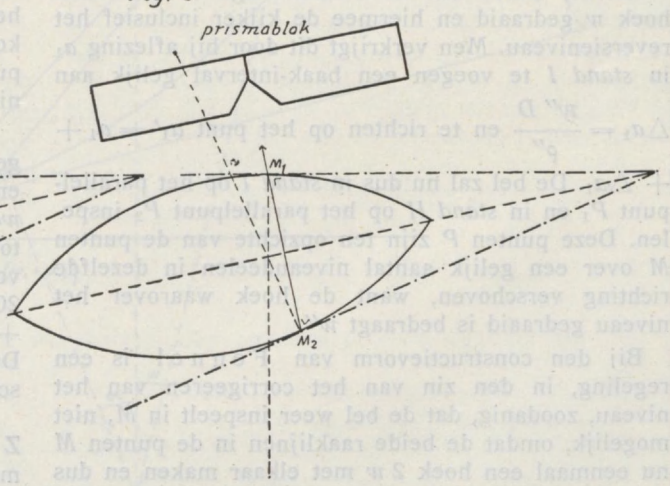


Fig. 6



Plaat II.

vóór genoemde vier aflezingen noodig zijn, dan kan men bij de regeling nog uitgaan van 2 beginselen.

A. Men meet steeds in *één* stand van den kijker. Laten wij aannemen, dat dit *stand I* is. Dan brengt men, ongeacht welke constructie is toegepast, den kijker terug in *stand I* en richt daarbij op het punt a_m van de baak. Het niveau, dat hierbij dus niet zal inspelen, brengt men dan tot inspelen, hetzij met de correctieschroeven voor het niveau, hetzij door verschuiving van het prismablok.

Het spreekt vanzelf, dat bij *stand II* van den kijker de vizierlijn niet meer horizontaal zal zijn en onder een hellingshoek $= 2\,w$ zal gericht zijn.

Bovendien gaat bij deze wijze van meten het eigenlijke karakter van een waterpasinstrument, uitgerust met een reversie-niveau, verloren.

Daarom verdient de tweede wijze van regelen de voorkeur, althans bij instrumenten volgens de constructie van Wild, omdat hiermede tevens evenwijdigheid der beide richtlijnen wordt verkregen.

B. Het doel, dat men zich daarbij stelt, is den kijker in 2 standen (I en II) te gebruiken en uit het gemiddelde der beide baakaflezingen bij deze standen de aflezing te verkrijgen bij horizontale vizierlijn (zie *fig. 4, pl. II*).

Wij hebben reeds gezien, dat in *stand I* (niveau I speelt in op het richtpunt M_1) de aflezing op de baak a_1 zal bedragen en bij stand II (niveau II speelt in op het richtpunt M_2) deze aflezing a_2 zal zijn en dat het gemiddelde van beiden $p = \frac{a_1 + a_2}{2}$ overeen zal komen met een helling — w van de vizierlijn. Uit de figuur is gemakkelijk in te zien, dat deze gemiddelde aflezing zal vallen op het trefpunt van de denkbeeldige as met de baak.

Bovendien is reeds aangetoond, dat het interval $a_2 - a_1$ constant blijft.

Wat nu bij dezen tweeden vorm van regelen in feite gebeurt, is het brengen van de aflezing p op de gemiddelde aflezing uit 4 waarnemingen a_m.

Hierbij wordt dus de denkbeeldige as over een hoek w gedraaid en hiermee de kijker inclusief het reversieniveau. Men verkrijgt dit door bij aflezing a_1 in *stand I* te voegen een baak-interval gelijk aan $\triangle a_1 = \frac{w'' D}{\rho''}$ en te richten op het punt $a_1' = a_1 + \triangle a_1$. De bel zal nu dus in *stand I* op het parallelpunt P_1 en in *stand II* op het parallelpunt P_2 inspelen. Deze punten P zijn ten opzichte van de punten M over een gelijk aantal niveaudeelen in dezelfde richting verschoven, want de hoek waarover het niveau gedraaid is bedraagt w''.

Bij den constructievorm van Fennel is een regeling, in den zin van het corrigeeren van het niveau, zoodanig, dat de bel weer inspeelt in M, niet mogelijk, omdat de beide raaklijnen in de punten M nu eenmaal een hoek $2\,w$ met elkaar maken en dus het verbeteren van het niveau niet anders mogelijk is, dan nieuwe lijnen bij de uiteinden der bel aan te brengen en bij de punten P, die dus w'' verschoven zijn ten opzichte van de bestaande ingekraste lijnen. Deze nieuwe lijnen kunnen bijvoorbeeld met roode verf op het glas aangebracht worden.

Aangenomen is hierbij, dat de hoekwaarden van beide niveau's dezelfde zijn. In de practijk is gebleken, dat dit meestal het geval is.

Bij de constructie van Wild gaat de regeling al heel eenvoudig. Na in *stand I* te hebben gericht op het punt $a_1' = a_1 + \triangle a_1$ van de baak, wordt het prismablok over den afstand *ab* verschoven (zie *fig. 4*), waarna dus de bel weer inspelend verschijnt in het prisma. Hierbij heeft men de punten P gevonden, waarin de twee raaklijnen aan den meridiaan evenwijdig aan elkaar loopen en de oorspronkelijke convergentie is daarmee opgeheven.

Kon men nu de mechanische as en de vizierlijnen nog evenwijdig aan deze richtlijnen brengen, dan zou men dus de regeling zoover kunnen doorvoeren, dat men in de 4 standen van den kijker gericht blijft op hetzelfde punt a_m van de baak.

Aangezien dit, zooals reeds werd aangetoond, geheel overbodig is, bestaan er bij deze constructie ook geen inrichtingen tot regeling van de vizierlijn of van de mechanische as.

Het spreekt al haast vanzelf, dat door een ontregeling in den stand van het prismablok, op den duur weer een convergentiehoek kan gaan optreden, of nog anders gezegd, bij de constructie Wild is de convergentiehoek w geen constante.

Dit was dan ook één van de gewichtigste bezwaren, welke Fennel tegen de constructie Wild wist aan te voeren, waartegenover natuurlijk de aangevallene weer stelde, dat de hoek w bij zijn constructie steeds geregeld kon worden, terwijl hij bij de constructie Fennel niet te regelen viel, terwijl tevens nog niet bewezen was, dat bij ingekraste verdeelingen de hoek w met den tijd wel constant bleef.

Prof. Müller heeft daarom de drie niveau's, welke Dorn in 1907 op convergentie der richtlijnen had onderzocht, in 1918 en 1919 wederom laten onderzoeken door Schaffrath en Pferdekämper en komt dan in zijn artikel in 1920 tot de conclusie, dat deze hoek zich niet gewijzigd heeft, maar neemt daarbij waarden aan voor de uitkomsten van Dorn, welke deze nimmer heeft gepubliceerd en zonder te vermelden, hoe hij aan deze nieuwe waarden gekomen is.

Na een hernieuwd onderzoek, ook door Müller geëntameerd en in 1935 uitgevoerd door Dürbaum en door dezen in het *Zeitschrift für Vermessungswesen 1936* beschreven, komt de schrijver wederom tot de conclusie, dat zich geen reëele wijziging heeft voorgedaan, hoewel het niveau Fennel 5683 met 20″ hoekwaarde een wijziging in de w vertoont van + 8″,6 tot — 1″,8 dus van ruim een half niveaudeel. Deze conclusie blijft natuurlijk voor rekening van den schrijver.

Persoonlijk acht ik de constructie Wild — Zeiss van beide bestaande vormen de meest doelmatige.

Bij de regeling door verschuiving van het prismablok blijft echter nog één vraag onbeantwoord en deze wordt ook door Wild in zijn oorspronkelijk artikel niet behandeld en dat is de volgende:

Fig. 7

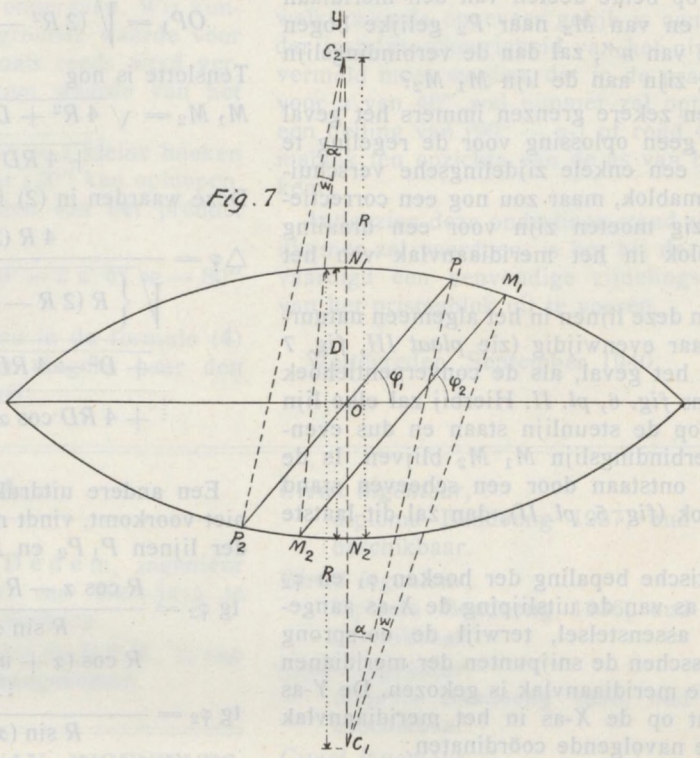
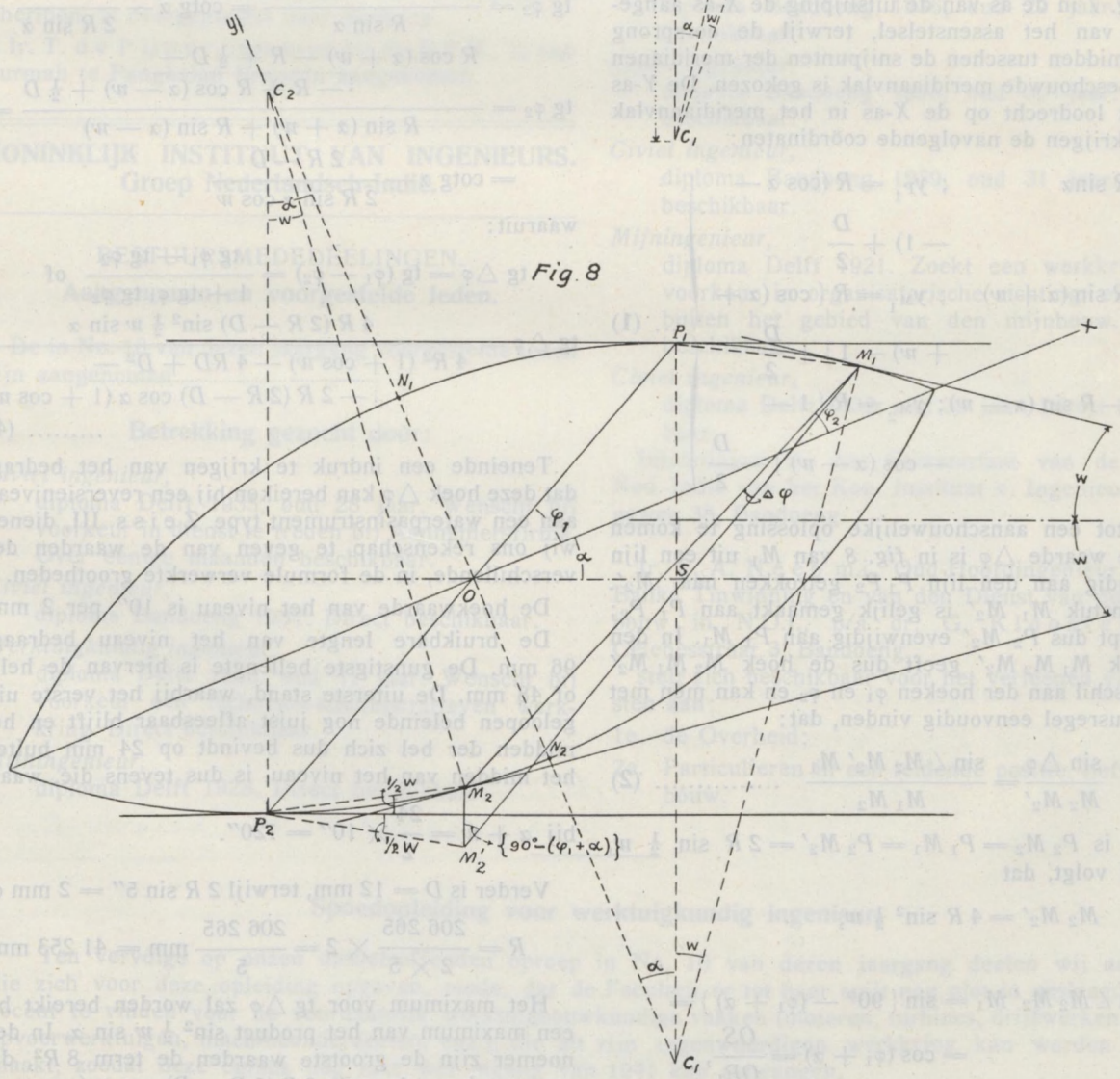


Fig. 8



Plaat III.

Wanneer men op beide deelen van den meridiaan van M_1 naar P_1 en van M_2 naar P_2 gelijke bogen uitzet, ter grootte van w'', zal dan de verbindingslijn $P_1\,P_2$ evenwijdig zijn aan de lijn $M_1\,M_2$?

Dit moet binnen zekere grenzen immers het geval zijn, anders zou geen oplossing voor de regeling te vinden zijn door een enkele zijdelingsche verschuiving van het prismablok, maar zou nog een correctie-inrichting aanwezig moeten zijn voor een draaiing van het prismablok in het meridiaanvlak van het niveau.

Theoretisch zijn deze lijnen in het algemeen natuurlijk niet aan elkaar evenwijdig (zie *plaat III, fig. 7* en *8*). Wel is dit het geval, als de convergentiehoek ontstaan is volgens *fig. 6, pl. II*. Hierbij zal elke lijn $P_1\,P_2$ loodrecht op de steunlijn staan en dus evenwijdig aan de verbindingslijn $M_1\,M_2$ blijven. Is de convergentiehoek ontstaan door een scheeven stand van het prismablok (*fig. 5, pl. II*), dan zal dit laatste niet optreden.

Voor de analytische bepaling der hoeken φ_1 en φ_2 is in *fig. 7* in de as van de uitslijping de X-as aangenomen van het assenstelsel, terwijl de oorsprong hierop midden tusschen de snijpunten der meridianen in het beschouwde meridiaanvlak is gekozen. De Y-as ligt dus loodrecht op de X-as in het meridiaanvlak en wij krijgen de navolgende coördinaten:

$$\left.\begin{aligned} x_{P_1} &= R\sin\alpha \quad ; \; y_{P_1} = R(\cos\alpha - 1) + \frac{D}{2} \\ x_{M_1} &= R\sin(\alpha + w) \quad ; \; y_{M_1} = R\{\cos(\alpha + w) - 1\} + \frac{D}{2} \\ x_{M_2} &= -R\sin(\alpha - w); \; y_{M_2} = R\{1 - \cos(\alpha - w)\} - \frac{D}{2} \end{aligned}\right\} \ldots (1)$$

Om tot een aanschouwelijke oplossing te komen voor de waarde $\triangle\varphi$ is in *fig. 8* van M_1 uit een lijn evenwijdig aan den lijn P_1P_2 getrokken naar M_2'. Het lijnstuk $M_1\,M_2'$ is gelijk gemaakt aan $P_1\,P_2$; dan loopt dus $P_2\,M_2'$ evenwijdig aan $P_1\,M_1$. In den driehoek $M_1\,M_2\,M_2'$ geeft dus de hoek $M_2\,M_1\,M_2'$ het verschil aan der hoeken φ_1 en φ_2 en kan men met den sinusregel eenvoudig vinden, dat:

$$\frac{\sin\triangle\varphi}{M_2\,M_2'} = \frac{\sin\angle\, M_2\,M_2'\,M_1}{M_1\,M_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Verder is $P_2\,M_2 = P_1\,M_1 = P_2\,M_2' = 2\,R\,\sin\frac{1}{2}w$, waaruit volgt, dat

$$M_2\,M_2' = 4\,R\,\sin^2\tfrac{1}{2}w,$$

terwijl

$$\sin\angle\, M_2\,M_2'\,M_1 = \sin\{90° - (\varphi_1 + \alpha)\} = \cos(\varphi_1 + \alpha) = \frac{OS}{OP_1},$$

waarin

$$OS = (R - \tfrac{1}{2}D)\,\sin\alpha \quad \text{en}$$

$$OP_1 = \sqrt{(2R^2 - RD)(1 - \cos\alpha) + \frac{D^2}{4}}.$$

Tenslotte is nog

$$M_1\,M_2 = \sqrt{4R^2 + D^2 - 4RD + 4R^2\cos^2 w + 4RD\cos\alpha\cos w - 8R^2\cos\alpha\cos w}.$$

Deze waarden in (2) ingevoerd geven

$$\triangle\varphi = \frac{4R(2R - D)\sin^2\tfrac{1}{2}w\sin\alpha}{\sqrt{\left\{R(2R - D)(1 - \cos\alpha) + \frac{D^2}{4}\right\}\{4R^2 + D^2 - 4RD + 4R^2\cos^2 w + 4RD\cos\alpha\cos w - 8R^2\cos\alpha\cos w\}}} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

Een andere uitdrukking, waarbij het wortelteeken niet voorkomt, vindt men uit de richtingscoëfficienten der lijnen $P_1\,P_2$ en $M_1\,M_2$ en wel:

$$\operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{R\cos\alpha - R + \frac{1}{2}D}{R\sin\alpha} = \operatorname{cotg}\alpha - \frac{2R - D}{2R\sin\alpha}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{R\cos(\alpha + w) - R + \frac{1}{2}D - R + R\cos(\alpha - w) + \frac{1}{2}D}{R\sin(\alpha + w) + R\sin(\alpha - w)} = \operatorname{cotg}\alpha - \frac{2R - D}{2R\sin\alpha\cos w}$$

waaruit:

$$\operatorname{tg}\triangle\varphi = \operatorname{tg}(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2}{1 + \operatorname{tg}\varphi_1\operatorname{tg}\varphi_2} \quad \text{of}$$

$$\operatorname{tg}\triangle\varphi = \frac{4R(2R - D)\sin^2\tfrac{1}{2}w\sin\alpha}{4R^2(1 + \cos w) - 4RD + D^2 - 2R(2R - D)\cos\alpha(1 + \cos w)} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

Teneinde een indruk te krijgen van het bedrag, dat deze hoek $\triangle\varphi$ kan bereiken bij een reversieniveau aan een waterpasinstrument type Zeiss III, dienen wij ons rekenschap te geven van de waarden der verschillende, in de formule verwerkte grootheden.

De hoekwaarde van het niveau is 10″ per 2 mm.

De bruikbare lengte van het niveau bedraagt 96 mm. De gunstigste bellengte is hiervan de helft of 48 mm. De uiterste stand, waarbij het verste uitgeloopen beleinde nog juist afleesbaar blijft en het midden der bel zich dus bevindt op 24 mm buiten het midden van het niveau, is dus tevens die, waarbij $\alpha + w = \frac{24}{2} \times 10'' = 120''$.

Verder is $D = 12$ mm, terwijl $2\,R\sin 5'' = 2$ mm of

$$R = \frac{206\,265}{2 \times 5} \times 2 = \frac{206\,265}{5}\text{ mm} = 41\,253\text{ mm}.$$

Het maximum voor $\operatorname{tg}\triangle\varphi$ zal worden bereikt bij een maximum van het product $\sin^2\frac{1}{2}w\sin\alpha$. In den noemer zijn de grootste waarden de term $8R^2$, die constant is en de term $2R(2R - D)\cos\alpha(\cos w + 1)$ of $4R(2R - D)\cos\alpha\cos^2\frac{1}{2}w$. Nu veranderen bij deze orde van grootte der hoeken w en α de waar-

den der sinussen zeer sterk, terwijl die der cosinussen geen noemenswaarige wijziging ondergaan. Wij kunnen dus wel aannemen, dat de grootste waarde voor tg $\triangle\varphi$ en dus ook voor $\triangle\varphi$, zooals reeds werd vermeld, gelegen is bij de maximum waarde van het product $\sin^2 \frac{1}{2} w \sin \alpha$.

In aanmerking genomen, dat w en α kleine hoeken zijn en hun som $\alpha + w$ slechts tot 120″ kan oploopen, kunnen wij het maximum bepalen van het product

$$w^2 \cdot \alpha,$$

dat dan gelegen is bij de waarde $w = 2\alpha$ of $w = 80''$ en $\alpha = 40''$.

Voeren wij al deze waarden nu in de formule (4) in, daarbij overgaande van den tangens naar den hoek in secunden, dan krijgen wij

$$\triangle\varphi'' = 0,''05,$$

welke waarde ongeveer gelijk is aan één tiende deel der instelnauwkeurigheid van het niveau, terwijl nog vermeld moet worden, dat in de practijk een waarde voor α van 40″ wel nimmer zal optreden, omdat dit een helling van $(90° - \varphi_1)$ of rond 45° van het prismablok ten opzichte van de as van het niveau beteekent.

Aangezien deze onderlinge stand zich in de practijk nimmer zal voordoen, is het bij de regeling gerechtvaardigd een eenvoudige zijdelingsche verplaatsing van het prismablok uit te voeren.

Weltevreden, September 1940.

PERSONALIA.

Ir. J. W. C. Baron van Dedem, ingenieur bij den Provincialen Waterstaat van West-Java te Cheribon, is overgeplaatst naar Soebang.

Ir. T. de Pijper, ingenieur bij de B.P.M., is van Burmah te Pangkalan Brandan aangekomen.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS. Groep Nederlandsch-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde leden.

De in No. 10 van dezen jaargang voorgestelde leden zijn aangenomen.

Betrekking gezocht door:

Civiel ingenieur,
diploma Delft 1935, oud 28 jaar. Wenscht bij voorkeur in dienst te treden bij Aannemersfirma. Over eenige maanden beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1937. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,
diploma Delft 1926, oud 41 jaar. Wenscht bij voorkeur een technisch-administratieven werkkring. Direct beschikbaar.

Mijningenieur,
diploma Delft 1928. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1937, oud 31 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1936, oud 29 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1933, oud 30 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1939, oud 31 jaar. Direct beschikbaar.

Mijningenieur,
diploma Delft 1921. Zoekt een werkkring, bij voorkeur in organisatorische richting, eventueel buiten het gebied van den mijnbouw. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Delft 1932, oud 33 jaar. Direct beschikbaar.

Inlichtingen bij het Secretariaat van de Groep Ned.-Indië van het Kon. Instituut v. Ingenieurs, Bragaweg 38, Bandoeng.

Ir. E. A. Neeb m.i., Oud-Hoofdingenieur van de Banka Tinwinning en van den Dienst van den Mijnbouw in N.O.I., p/a dr. G. Kloosterhuis, Celebesstraat 3, Bandoeng,

stelt zich beschikbaar voor het verleenen van diensten aan:

1e. de Overheid;

2e. Particulieren in een leidende positie, liefst mijnbouw.

Spoedopleiding voor werktuigkundig ingenieur.

Ten vervolge op onzen desbetreffenden oproep in No. 10 van dezen jaargang deelen wij aan hen, die zich voor deze opleiding opgaven, mede, dat de Faculteit er tot haar spijt nog niet in geslaagd is een docent te vinden voor de voornaamste werktuigbouwkundige vakken (motoren, turbines, drijfwerken, wateropvoerwerktuigen, machineonderdeelen, enz.), die uit zijn tegenwoordigen werkkring kan worden vrijgemaakt, zoodat deze cursus nog niet met ingang van 1941 kan aanvangen.

Verantwoording van door de Redactie ontvangen Spitfire-bijdragen als(en) opbrengst verkoop overdrukken van het artikel „De Royal Air Force" door dr. ir. G. Otten.

(2de lijst, afgesl. 21 Dec. 1940).

N. V. Volker Aanneming Mij	*f*	1 250,—
N. V. Gemeensch. Elect. Bedrijf Bandoeng en Omstr.	„	100,—
Personeel Ned. Koloniale Petrol. Mij	„	100,—
Verkoop overdr. door Tammo Otten (voornl. op Christ. Lyceum, Bandoeng)	„	350,—
Middelb. Techn. Personeel S.S. Westerlijnen	„	317,10
„ „ „ Z.S. S.S.	„	46,50
ir. S. *f* 50; ir. R.A.W.M. *f* 100; ir. A. v. D. *f* 50	„	200,—
Studenten T. H. *f* 23; ir. V. P. K. *f* 40; ir. A. J. J. D. *f* 50	„	113,—
ir. H. J. S. *f* 25; ir. G. F. C. *f* 25; ir. E. R. *f* 31,50	„	81,50
ir. W. J. G. P. *f* 25; ir. J. A. W. *f* 9,50; B. *f* 10	„	44,50
ir. F. Ch. B. *f* 15; ir. H. K. W. *f* 2,50; W. H. d. G. *f* 5; N. N. *f* 2,50	*f*	25,—
ir. J. P. d. G. *f* 2,50 J. C. W. A. F. *f* 1; ir. J. H. *f* 25	„	28,50
ir. H. K. *f* 10; ir. B. L. A. F. *f* 10; mr. ir. J. F. J. v. R. *f* 10	„	30,—
ir. C. F. D. *f* 10; dr. ir. R. W. v. B. *f* 10; ir. S. J. d. J. *f* 10	„	30,—
ir. R. M. S. *f* 2; ir. A. S. v. B. *f* 2,50; mr. C. A. T. *f* 2,50	„	7,—
mr. B. d. C. *f* 1	„	1,—
	f	2 724,10
Verantwoord bij 1ste lijst (zie No. 11—1940)	„	5 250,49
Totaal ...	*f*	7 974,59
Op verjaardag van Winston Churchill, 30-11-40 gestort in het N. I. Spitfire Fund	*f*	5 000,—
Saldo	*f*	2 974,59

Ter overname gevraagd:

1 ex. Eug. Prost Cours de Métallurgie des Métaux autres que le fer.

BILLITON MAATSCHAPPIJ,
Koningsplein Z. 18., Batavia-C.

TER OVERNAME GEVRAAGD:

Silberberg: Luftbehandlung im Industrie und Gewerbe Betrieb, uitgave Julius Sprenger 1934.

Brieven met prijsopgave te richten aan de
VEREENIGDE VORSTENLANDSCHE CULTUUR-MAATSCHAPPIJ N.V.
te Semarang.

De Technische Hoogeschool te Delft bedreigd. . . . . .

Aan de leden van
Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, en
De Vereeniging van Delftsche Ingenieurs

7e JAARGANG
NUMMER 12

DE INGENIEUR
IN NEDERLANDSCH-INDIË

DECEMBER
1940

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Over proeven met hevels zoowel bij modellen als in de practijk, door ir. H. Vlugter.

Over proeven met hevels zoowel bij modellen als in de practijk

door

ir. H. VLUGTER,

Leider van het Waterloopkundig Laboratorium van het Departement van Verkeer en Waterstaat te Bandoeng.

Korte inhoud.

In het Provinciaal Waterloopkundig Laboratorium te Semarang zijn, om een doelmatig ontwerp te kunnen opmaken voor een heveloverlaat, welke de irrigatieleiding Boro in de sectie Poerworedjo van overtollig water moest ontlasten, in het jaar 1933 eenige systematische onderzoekingen verricht omtrent de hydraulische werking van verschillende hevelvormen. Deze proeven zullen eerst worden besproken, waarna de ervaringen opgedaan met het uitgevoerde kunstwerk zullen worden medegedeeld. Daarbij zal af en toe de gelegenheid benut worden om algemeene beschouwingen in te lasschen over hevelberekeningen, mede in verband met elders gedane onderzoekingen. Tenslotte zullen de modelproeven tot het verbeteren van een hevel in de rechter-Djamblangleiding nabij Cheribon in het kort worden besproken.

Inleiding.

Zooals bekend bestaan er vele soorten hevels. Er zijn er waarbij de kap diep in het bovenwater steekt, voorzien van een luchtpijp om het afslaan tijdig te bewerkstelligen en men heeft hevels waarvan de onderkant van de kap op gelijke hoogte als, of zelfs iets hooger dan de kruin ligt.

Bij laatstbedoelde typen geschiedt het afslaan doordat er een zekere hoeveelheid lucht onder de kap door in de hevelbuis wordt gezogen. Vroeger werd de hevelbuis in den regel recht uitgevoerd, later werden daaraan meestal allerlei bochten gegeven en in den laatsten tijd wordt bijna steeds een z.g. neus in deze buis aangebracht met het doel het aanslaan te bespoedigen. Verder zijn er nog allerlei vernuftige constructies bedacht om de werking van den hevel volmaakt te doen zijn. Deze laatste min of meer ingewikkelde inrichtingen zullen echter, onder verwijzing naar de aan het slot van dit artikel opgenomen literatuur, buiten beschouwing worden gelaten.

Stelt men bij het opmaken van een hevelproject de vraag, hoe werkt een hevel van dit of dat type, of wat is de invloed van deze of gene wijziging in den vorm, dan is daar meestal niet meer dan een vaag antwoord op te verkrijgen.

Wel zijn er proeven genomen voor bepaalde gevallen, maar over een systematisch onderzoek is, althans hier te lande, nog te weinig bekend. Geen wonder derhalve, dat omtrent het gedrag van hevels allerlei geruchten de ronde doen, die „hevelen" doen voorkomen als een mysterieus phenomeen en de oorzaak zijn dat men in het algemeen huiverig is om tot toepassing van deze dikwijls zeer economische constructie over te gaan. En dit niet geheel ten onrechte, want inderdaad is er dikwijls last ondervonden van intermitteerende of pulseerende werking, golfslag enz. Ook over het peil waarbij hevels aan- en afslaan en over de capaciteit zijn de meeningen dikwijls verdeeld.

Wat ons voorshands ontbreekt en wat we toch in de eerste plaats noodig hebben voor het opmaken van een ontwerp, is het verband dat er bij diverse vormen bestaat tusschen den bovenwaterstand en het debiet. Deze betrekking grafisch voorgesteld levert ons een lijn, welke in het vervolg de karakteristiek van den vorm zal worden genoemd. Pas indien we van een aantal verschillende hevels aldus het karakter hebben vastgelegd, zullen we de zoo gewenschte gevolgtrekkingen kunnen maken in verband met de bovenvermelde vraagpunten.

Proeven.

Toen ter ontlasting van de irrigatieleiding Boro in de sectie Poerworedjo een hevel met een capaciteit van 10 m^3/sec moest worden ontworpen, werden eerst in het Provinciaal Waterloopkundig Laboratorium te Semarang eenige algemeene onderzoekingen omtrent het hydraulische gedrag van hevels genomen. Daartoe werden modellen vervaardigd, waarbij als inwendige maten van de hevelbuis aangenomen werden een breedte van 12 cm en een hoogte van 7,5 cm. De wanden dezer modellen waren van glas om de waterbeweging in de buis te kunnen gadeslaan, terwijl de bodem en de afdekking uit zink werden samengesteld. De gladheid van de hevelbuis was aldus van dien aard dat bij deze modellen, op schaal 1 : 10 der werkelijkheid, de

wrijvingsverliezen in verhouding nagenoeg even groot waren als bij den hevel op ware grootte in beton uitgevoerd. Hierdoor mocht er op goede mechanische gelijkvormigheid gerekend worden, althans bij geheel gevulde buis. Bij kleine debieten, zooals bij het aan- en afslaan voorkomen, hebben we te maken met zeer kleine hydraulische stralen en bovendien heeft er dan luchtopname plaats. Dit zijn beide factoren, waardoor de gelijkvormigheid verstoord zal worden en wel in dien zin, dat de modellen wat betreft het aanslaan ongunstiger werken, d.w.z. relatief pas later beginnen te werken. Aan den anderen kant slaan de modellen eerder af, wat wel een voordeel is, tenminste als dit geschiedt beneden het peil waarop de kruin ligt. Op dit verschijnsel zal later nog worden teruggekomen.

De hevelbuis mondde uit in een bak van zeer ruime afmetingen, waaruit het water bij kleine debieten over een Thompson-meetschot en bij grootere over een gelucht meetschot met scherpen rand wegstroomde.

De kruin van deze overlaten lag iets hooger dan de onderkant van de dekplaat van de hevelbuis, zoodat deze altijd door water afgesloten was.

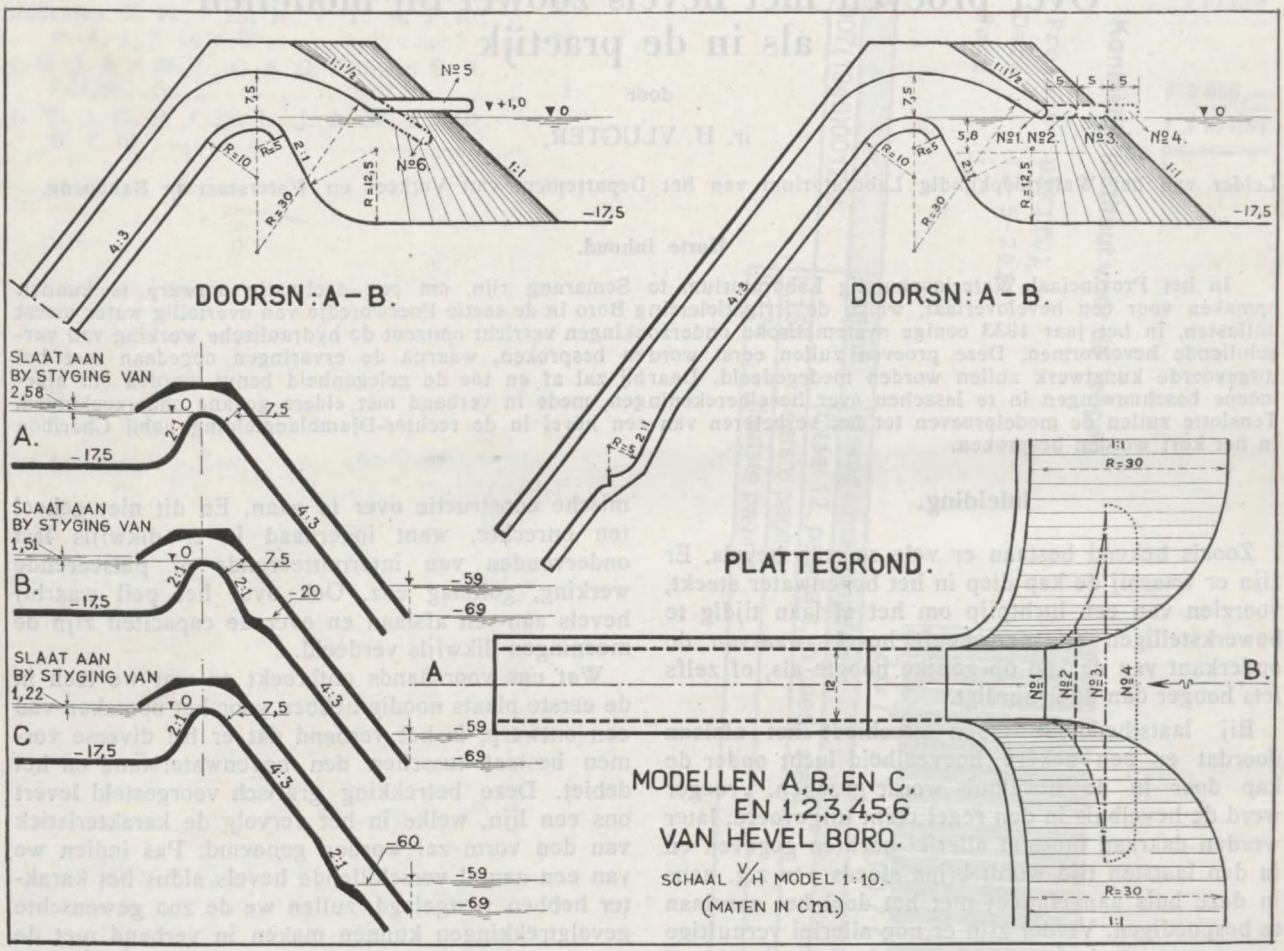


Fig. 1.

De waterstanden boven- en benedenstrooms van den hevel werden tot op 0,2 mm nauwkeurig gemeten met behulp van haakpeilschalen voorzien van een noniusaflezing.

De verschillende vormen die beproefd werden zijn op *fig. 1* aangegeven. De daarbij gebruikte hoofdletters hebben betrekking op variantoplossingen voor de hevelbuis, terwijl de cijfers veranderingen bij de kap aanduiden.

Een hevel van een bepaalden vorm wordt dus gekenmerkt door den letter van de buis gevolgd door het cijfer van de kap; bijv. de combinatie B4.

Als geval A is genomen een gewone rechte buis geplaatst onder een helling van 4 : 3.

Voor de variant B is als voorbeeld gekozen een vorm beproefd in het Hydrodynamisch Laboratorium te Padua, waarvan een teekening voorkomt op blz. 658 van het bekende boek Hydraulic Laboratory Practice. Het eigenaardige van deze constructie is dat de neus die het aanslaan moet bevorderen, hooger is aangebracht dan te doen gebruikelijk en dat de bovenbegrenzing van de hevelbuis vlak is gehouden. Door dit laatste wordt bereikt dat de stroom bij groote debieten geen extra bochten behoeft te maken en dat de neusconstructie weinig te lijden heeft.

Bovendien wordt erdoor het voordeel van een gemakkelijker uitvoering verkregen.

Bij hevel C is het zelfde principe toegepast, maar is de neus op normale wijze zoo laag aangebracht dat bij kleine overstorthoogten de straal juist bij den onderrand van de dekplaat uittreedt, waardoor de luchtverwijdering in de hand wordt gewerkt.

Bij den hevelvorm No. 1 lag de onderkant van de kap op gelijke hoogte als de kruin. De bedoeling hiervan is dat bij debieten kleiner dan het maximum waarop de hevel berekend is, lucht aangezogen kan worden om een continuen toestand te verkrijgen.

Aangezien de vorm van den inloop grooten invloed heeft op de hoeveelheid binnentredende lucht, werden verschillende wijzigingen aan den inloop gegeven, welke op *fig. 1* zijn genummerd 1 tot en met 4. Door de breedte van een horizontaal uitkragende plaat aan de kap te vergrooten, waarvan de onderkant op gelijke hoogte ligt als de kruin, kan de inloopsnelheid verkleind en ook gelijkmatiger over de doorsnede verdeeld worden, waardoor bij een zelfden bovenwaterstand het waterspiegelverhang naar de opening afneemt en minder luchttoestrooming plaats heeft.

Voorts zijn er nog proeven genomen met een plaat waarvan de onderkant bij het model 1 cm hooger lag dan de kruin en tenslotte werd een hevel gemaakt, waarbij de kap een diepen insteek heeft. Deze beide laatste series zijn resp. aangegeven met No. 5 en 6.

Er waren natuurlijk vele combinaties van kap en hevelbuis mogelijk. De meest karakteristieke werden echter alleen aan een volledig onderzoek onderworpen. Dit bleken te zijn:

A1, B1, C1, C2, C3, C4, C5 en C6.

Bij een eerste serie proeven werd nu het tijdstip van aanslaan nagegaan. Daartoe werden zeer geringe waterhoeveelheden toegevoerd; te beginnen met 0,1 l/sec, langzaam opklimmend tot 0,8 l/sec.

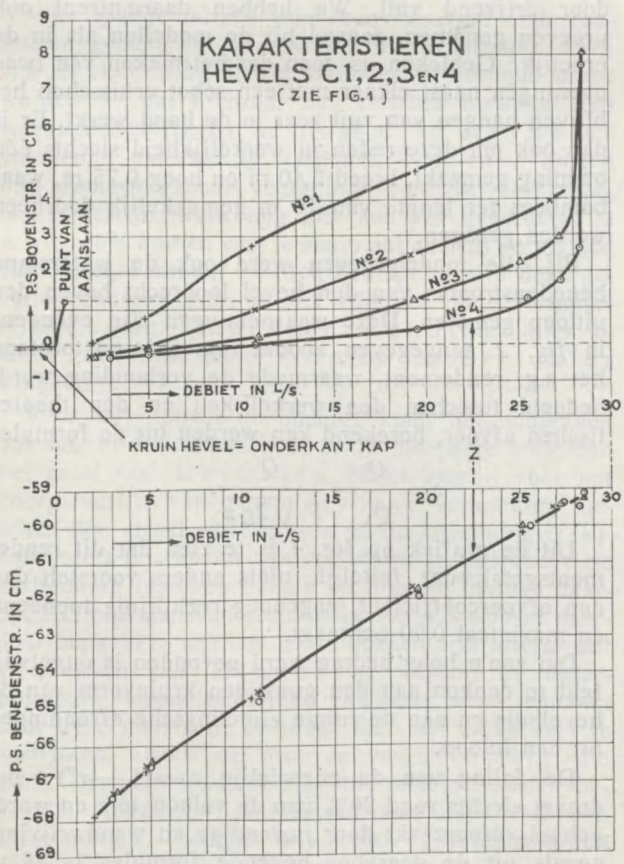


Fig. 2.

Alle hevels werkten dan eerst als gewone overlaten, zooals duidelijk uitkomt op *foto No. 1*, mij voor publicatie ter beschikking gesteld door den Leider van het Waterbouwkundig Laboratorium te Karlsruhe. Dientengevolge steeg bij toenemend debiet de bovenwaterstand snel, hetgeen te zien is op de karakteristieken van *fig. 2*. Was eenmaal het overstortende debiet zoo groot geworden dat er lucht uit de hevelbuis verdreven werd, welke niet-stationnaire toestand door een momentopname is vastgelegd op *foto No. 2*, dan sloeg de hevel aan.

De luchtverdunning in de hevelbuis is op *foto No. 3* zichtbaar door het opstijgen van het benedenwater daarin. Deze luchtverdunning veroorzaakt ook dat het bovenwater met een steeds dikker wordenden straal over de kruin gaat vloeien, hetgeen op *foto No. 4* te zien is. De hevelbuis vult zich hierna snel van boven naar beneden (*foto No. 5*).

Bij de modellen A1, B1 en C1 had het aanslaan plaats indien de bovenwaterstand resp. 2,58, 1,51 en 1,22 cm boven de kruin was gestegen. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat de neus het aanslaan sterk bevordert en dat, hoewel de plaats van den neus betrekkelijk weinig invloed heeft, het aanslaan des te eerder geschiedt naarmate de neus lager is aangebracht. Dat de lucht dan gemakkelijker wordt verdreven is waar te nemen bij een vergelijking van de *foto's No. 2* en *3*. Bij *No. 3* komt een gedeelte van de lucht, die door het water wordt meegevoerd, door opstijging van luchtbellen weer in de hevelbuis terecht, hetgeen bij een lagen stand van den neus niet het geval is.

Het verschil is echter niet belangrijk, te meer omdat het aanslaan bij de hevels in de werkelijkheid nog aanmerkelijk eerder geschiedt dan door vermenigvuldiging van de model-aanslaghoogte met de modelschaal wordt aangegeven.

Van meer belang voor de practijk was het met elkaar vergelijken van de modellen C1, C2, C3, C4 waarbij, zooals reeds gezegd, het er om ging de luchtopname bij veranderlijk debiet na te gaan.

Het resultaat van deze serie proeven is door het teekenen van de karakteristieken op *fig. 2* verzameld.

Direct valt het groote verschil door het min of meer vooruitsteken der bovenlip op. Zoo wordt bijvoorbeeld bij een bovenwaterstand van 2 cm hooger dan de kruin, door de hevels 1 t/m 4 resp. ongeveer 8, 16, 24 en 28 l/sec afgevoerd. Het effect van die uitkragende plaat is dus dat er eenige malen zooveel water afgevoerd wordt bij een zelfde peil.

Het afslaan van deze hevels geschiedde pas bij debieten van 2 à 3 l/sec, zijnde minder dan 1/10 van het maximum debiet.

Voor de hevels met de vlakkere karakteristiek heeft het afslaan bij een iets lager peil en een weinig grooter debiet plaats dan bij die met een steilere karakteristiek.

Dit verschil is echter weer niet belangrijk.

Nogmaals de lijnen van *fig. 2* beschouwende, constateeren we dat er bij debieten gelegen tusschen het maximum van 28,5 l/sec bij luchtvrije werking en het minimum van nog minder dan 1/10 daarvan steeds een stationnaire toestand zal optreden, waarbij dus de hevel evenveel afvoert als de aanvoer be-

draagt *). Bij kleinere debieten is dat niet meer mogelijk en treedt een intermitteerende werking op. De hevels slaan dan af en gaan, nadat het peil voldoende hoog boven de kruin is gestegen om aanslaan te bewerkstelligen, tijdelijk een groot debiet afvoeren, grooter naarmate de inloopconstructie minder gelegenheid geeft tot het aanzuigen van lucht. Zoo zal hevel C1 direct na het aanslaan slechts 6 l/sec, maar hevel C4 ruim viermaal zooveel gaan verwerken.

Bij het projecteeren dient met dit karakteristieke verschil wel rekening te worden gehouden.

Aan den eenen kant is men dus gebonden aan de toelaatbare stijging bij maximum debiet, waardoor een vlakke karakteristiek vereischt kan zijn, aan den anderen kant geeft een steilere karakteristiek minder groote schommelingen bij intermitteerende werking. Dit laatste geldt vooral bij aanwezigheid van een groot voorbekken, zooals bij reservoirs. Hebben we echter te maken met een smalle voorleiding, dan worden de verschillen geringer, aangezien in dat geval, vóórdat de afvoer van een groot debiet door de hevel zich heeft ontwikkeld, de bovenwaterstand vlak voor den hevel reeds zooveel gedaald is dat voldoende luchtaanzuiging plaats heeft om het afvoerdebiet te verkleinen.

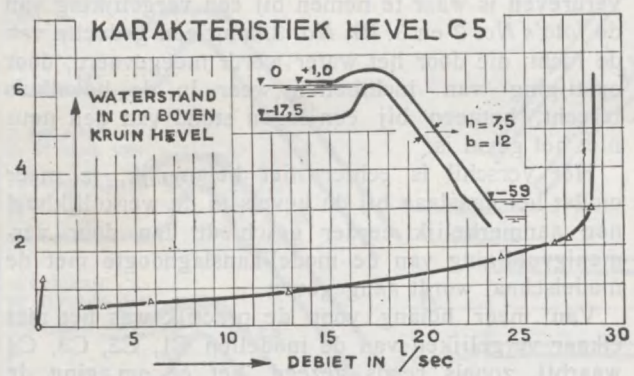


Fig. 3.

Teneinde te voorkomen dat bij de hydraulisch gunstige hevels met vlakke karakteristiek na het aanslaan plotseling zeer veel water wordt afgevoerd, kan de onderkant van de uitkragende plaat iets hooger worden gelegd. Bij den vorm C5 werd een verhooging van 1 cm boven de kruin beproefd. Het gevolg hiervan was, zooals op *fig. 3* te zien, dat een zelfde hoeveelheid water eerst werd afgevoerd bij 1 cm hoogeren bovenwaterstand, m.a.w. dat de karakteristiek evenwijdig aan zichzelve naar boven verschoven werd.

Het aanslaan van den hevel heeft echter op het zelfde moment plaats. Hierdoor is het duidelijk dat het verschijnsel van intermitteeren practisch geheel kan worden tegengegaan door den onderkant van de plaat zoo hoog te leggen, dat het afslaan nagenoeg op het zelfde peil geschiedt als het aanslaan.

Door proeven met modellen is een maat hiervoor niet op te geven omdat, zooals reeds opgemerkt, het aanslaan in de practijk vlugger en het afslaan relatief later geschiedt.

Op deze kwestie zal daarom bij de bespreking van de waarnemingen aan het uitgevoerde kunstwerk nog worden teruggekomen.

Geheel anders en wel zeer veel ongunstiger dan bij de bovenbeschreven vormen werd de toestand voor den hevel met diep instekende kap, bij serie C6 geprobeerd.

Stationnaire strooming was hierbij alleen mogelijk bij aanvoeren grooter dan 15 l/sec, ongeveer de helft van het maximum debiet.

Bij kleinere waterhoeveelheden werkte de hevel intermitteerend en voerde na het aanslaan plotseling zijn maximum debiet af. Dit ging gepaard met sterke golfvorming.

Het afslaan gebeurde als het bovenwater ongeveer 0,5 cm beneden den onderkant van de luchtpijp daalde. Even vóór dat oogenblik werd een waterluchtmengsel door de pijp gezogen.

Aangezien bij dit soort hevels de afvoer stootsgewijze plaats heeft, verdient het weinig aanbeveling dergelijke hevels te bouwen. De reden dat ze wel worden toegepast is, dat men soms bij de eerstgenoemde vormen bevreesd is voor verstopt raken door drijvend vuil. We hebben daaromtrent ook proeven genomen, zoowel bij de modellen als in de practijk. Gebleken is toen dat het maken van twee openingen naast elkaar met een schot ertusschen het blijven hangen van vuil zeer in de hand werkt. Er is dan ook om deze reden in werkelijkheid slechts één opening gemaakt, breed 2,40 m en hoog 0,75 m, waar bamboes ter lengte van 10 m gemakkelijk doorheen werden gezogen.

Bij alle modelproeven werd ook de waterstand benedenstrooms van den hevel loodrecht boven den uitloop gemeten. Deze waarnemingen zijn eveneens in *fig. 2* aangegeven, zoodat voor iederen toestand het z.g. rendement, waarmede de verhouding wordt bedoeld tusschen den werkelijken en den theoretischen afvoer, berekend kan worden uit de formule:

$$\eta = \frac{Q}{Q_t} = \frac{Q}{F\sqrt{2g\,z}}.$$

Uit de grafiek op *fig. 4* is te zien dat dit rendementsgetal, dat feitelijk niets anders voorstelt dan den afvoercoëfficiënt, nagenoeg rechtlijnig toeneemt en maximaal 0,90 bedraagt.

Dat zoo'n hoog bedrag werd gevonden is ongetwijfeld te danken aan den gunstigen kruinvorm van de hevelbuis en aan de ruime zijdelingsche afrondingen bij den inloop.

De daling van de energielijn $r = (1 - \eta^2)\,z$ bedraagt slechts rond 20% van de valhoogte z en wordt geheel veroorzaakt door inwendige en wandwrijving, zooals uit de daarvoor bekende formules is af te leiden.

*) In het artikel van Stevens in *Proc. Am. Soc. of Civ. Eng.* van Oct. '38 getiteld: „Siphons as water-level regulators", wordt een voorbeeld gegeven, waarbij de luchtaanzuiging plaats heeft door een opening in de kap waarvan de onderkant verstelbaar is door een schuif, eveneens voorzien van een horizontale lip. Als resultaat daarvan wordt vermeld: „Each of these Siphons is capable of discharging continuously any rate between 100% and 3% of its maximum capacity" en: „Siphons with such a range of discharge for continuous operation are truly remarkable and are believed to be unique in the history of such structures".

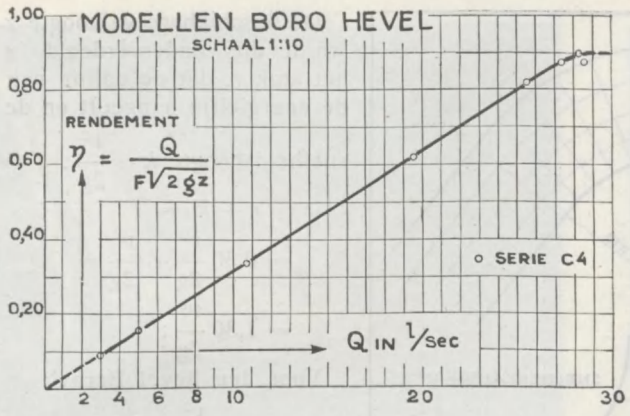


Fig. 4.

Bij luchtvrij werkende hevels van hydraulisch gunstigen vorm behoeft men dan ook niet meer dan de energieverliezen door wrijving ten gevolge van den wand en de bochten in rekening te brengen, evenals dit bij syphons gebruikelijk is.

Nu bestaan er voor de strooming in rechte en gebogen buizen, evenals voor die in open kanalen, helaas te veel soorten formules. Zij laten zich echter verdeelen in twee groepen n.l. de oude en de nieuwe. Het kenmerkende onderscheid er tusschen is het al of niet toepassen van het gelijkvormigheidsbeginsel door invoering van het getal van Reynolds $Re = \frac{v\,d}{\nu}$.

Voor gladde buizen zijn reeds zoovele onderzoekingen gedaan — waarbij het verdienstelijke werk van Nikuradse wel afzonderlijk vermeld moge worden — dat hiervoor het verband tusschen den weerstandscoëfficiënt en het getal van Reynolds voldoende nauwkeurig vaststaat. Voor ruwe buizen met groote *Re*, zooals veelal in de practijk voorkomen, is het researchwerk nog niet zoo ver gevorderd, al is wel reeds komen vast te staan dat daarbij de invloed van *Re* veel minder is. Men behelpt zich in deze gevallen daarom meestal met één der oude formules bijv. die van Gauckler-Manning, hier te lande gewoonlijk onder den naam van Strickler aangeduid.

Voor wat betreft de bochten staat het onderzoek ook nog in de kinderschoenen. In meerdere mate dan het getal van Reynolds blijkt daarbij voor het energieverlies van belang te zijn de verhouding tusschen den straal van de buis en de kromming (r/R). Ook heeft bij buizen van rechthoekige doorsnede de verhouding tusschen hoogte en breedte invloed daarop. Het ontstaan van secundaire wervels schijnt daardoor bepaald te worden. In dit opzicht zijn interessant de proeven van Hinderks, waarbij de waterbeweging langs de wanden zichtbaar werd gemaakt door deze vlak voor de proef met een dikke verf te bestrijken, alsook de proeven van Nippert, die druk- en snelheidsverdeeling bij enkele bochten bepaalde. Aangezien de invloed van het getal van Reynolds, althans bij zulke groote waarden daarvan als in de practijk meestal voorkomen, gering blijkt te zijn, kan men voor het drukverlies dat alleen door de kromming wordt teweeggebracht de eenvoudige formule $p = \zeta \frac{v^2}{2g}$ bezigen, waarin ζ afhankelijk is van r/R.

De meeste waarnemingen zijn tot heden verricht met buizen over 90° omgebogen, in de veronderstelling dat het drukverlies evenredig zou zijn met den hoek waarover gedraaid wordt.

Dat dit niet het geval is wordt echter duidelijk aangetoond door de te München genomen proeven van Wasielewski, waarvan het resultaat wordt weergegeven door *fig. 5*. Hoewel deze waarnemingen werden gedaan bij cylindrische buizen van betrekkelijk kleine doorsnede ($\phi = 43$ mm), geven ze ons toch wel goede aanwijzigingen. Bij benadering zouden we daaruit kunnen concludeeren dat het verlies in de bocht van den Boro-hevel ongeveer $0{,}12 \frac{v^2}{2g}$ bedraagt.

De berekening voor den hevel verloopt nu verder als volgt.

1e. Het wrijvingsverlies $\triangle r$ uit de formule van Strickler:

$v = k\, i^{\frac{1}{2}}\, R^{\frac{2}{3}}$ $\qquad (k = 90)$:

$$i_{buis} = \frac{v^2_{buis}}{8100\, R_{buis}{}^{1,33}} = \frac{v^2_{buis}}{8100 \times 0{,}14} = 0{,}00088\, v^2$$

$$i_{mond} = \frac{v^2_{mond}}{8100\, R_{mond}{}^{1,33}} = \frac{\frac{1}{4} v^2_{buis}}{8100 \times 0{,}23} = 0{,}00013\, v^2$$

$$\triangle r_{buis} = l_{buis}\, i_{buis} = (8{,}80 + 1{,}30) \times 0{,}00088\, v^2 = 0{,}0089\, v^2$$

$$\triangle r_{mond} = l_{mond}\, i_{mond} = (1 + 2{,}30) \times 0{,}00013\, v^2 = 0{,}0004\, v^2$$

$$\triangle r_{buis} + \triangle r_{mond} = \triangle r = 0{,}0093\, v^2 = 0{,}18 \frac{v^2}{2g}$$

2e het bochtverlies: $\triangle p = 0{,}12 \frac{v^2}{2g}$

Het totale verlies $r = \triangle r + \triangle p = 0{,}30 \frac{v^2}{2g}$

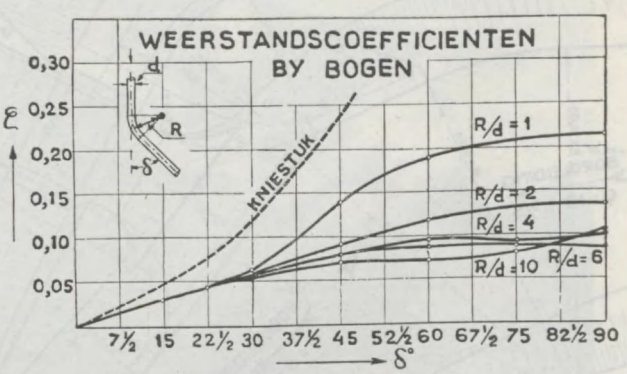


Fig. 5. Coëfficiënt ζ in de formule $p = \zeta \frac{v^2}{2g}$ voor drukverlies in bochten (overgenomen uit literatuuropgave 32).

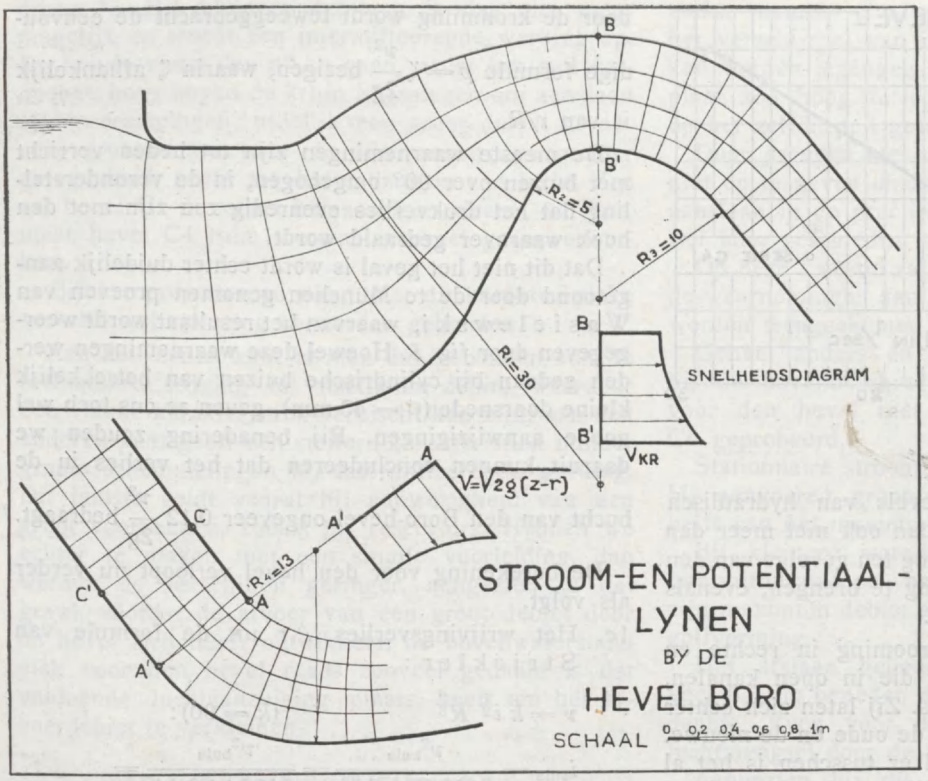


Fig. 6.

De beschikbare valhoogte z wordt dus onderverdeeld in het stuk r, dat de daling van de energielijn aangeeft en de snelheidshoogte $k = \frac{v^2}{2g}$.

$$z = r + k =$$
$$= 0{,}30\,\frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} =$$
$$= 1{,}30\,\frac{v^2}{2g};$$

Voor den hevel Boro:

$$5{,}90 = 1{,}30\,\frac{v^2}{2g};$$

$v = 9{,}43$ m/sec.

De snelheid vlak boven de kruin is, grafisch bepaald volgens de potentiaal-theorie (*fig. 6*), 1,37 maal zoo groot als de normale buissnelheid.

Dus $v_{kr} = 1{,}37 \times 9{,}43 = 12{,}92$ m/sec.

Hierbij hoort een snelheidshoogte van 8,52 m, hetgeen als zijnde lager dan de atmosferische druk, verminderd met de waterdampspanning, toelaatbaar is.

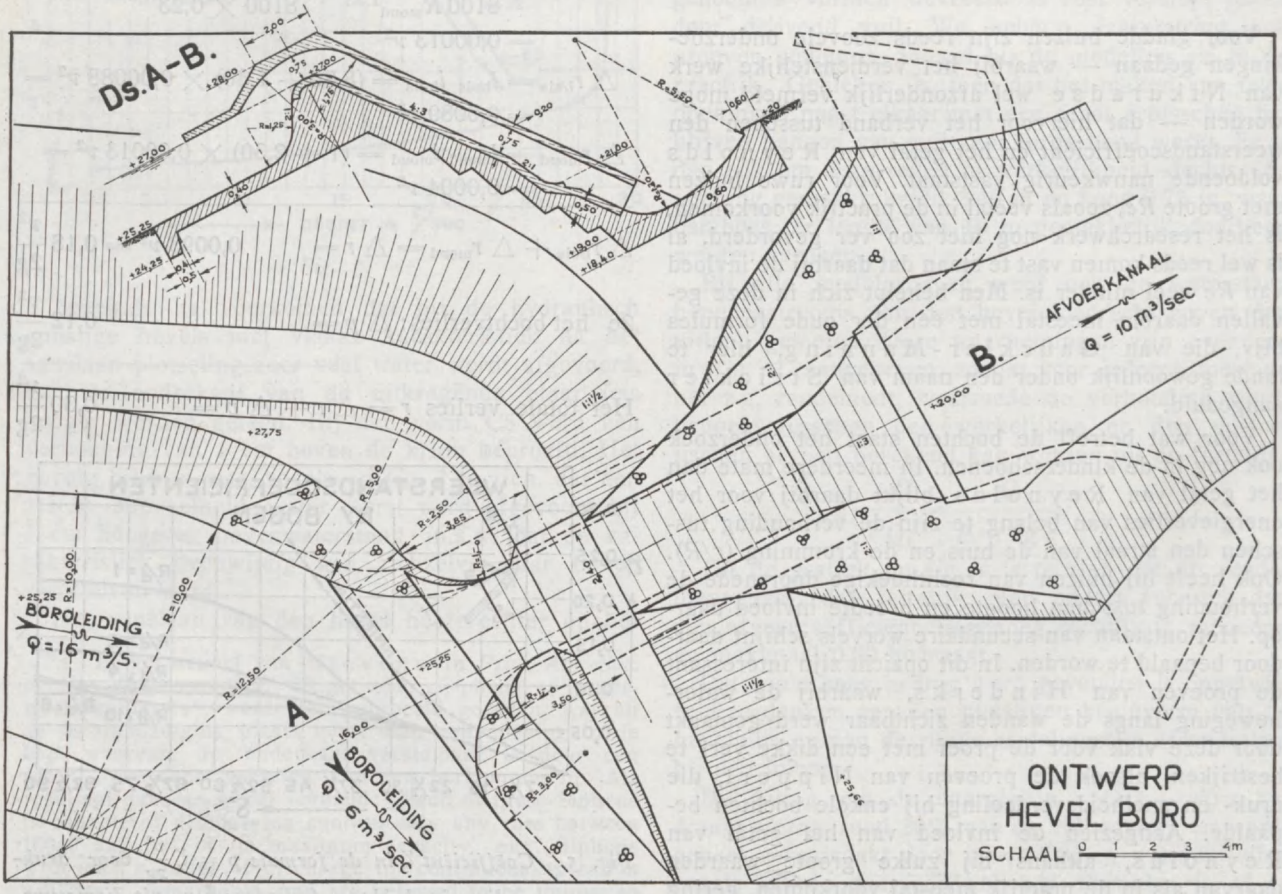


Fig. 7.

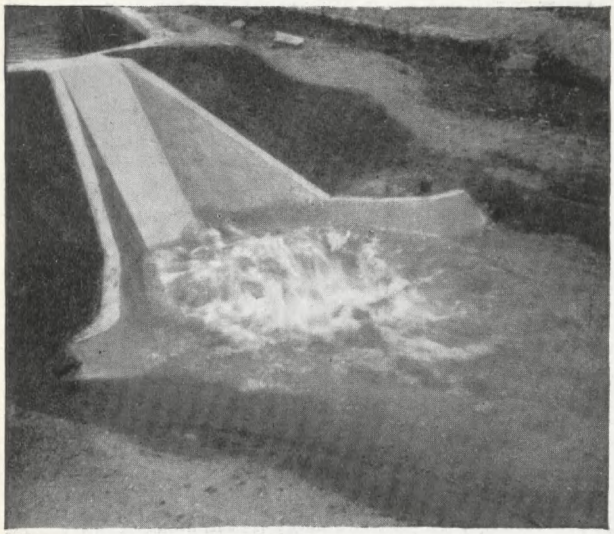


Foto 7. Uitwoeling achter den Boro-hevel (model).

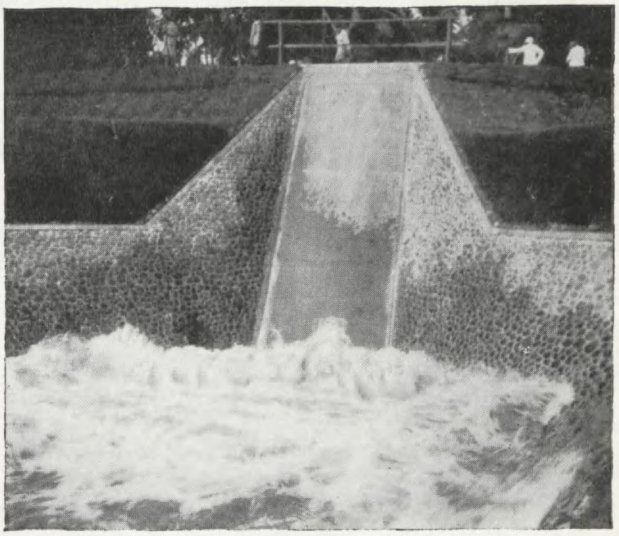


Foto 8. Uitwoeling achter den Boro-hevel (werkelijkheid).

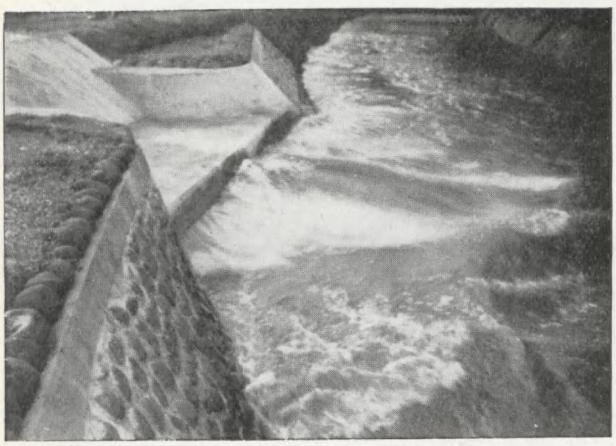
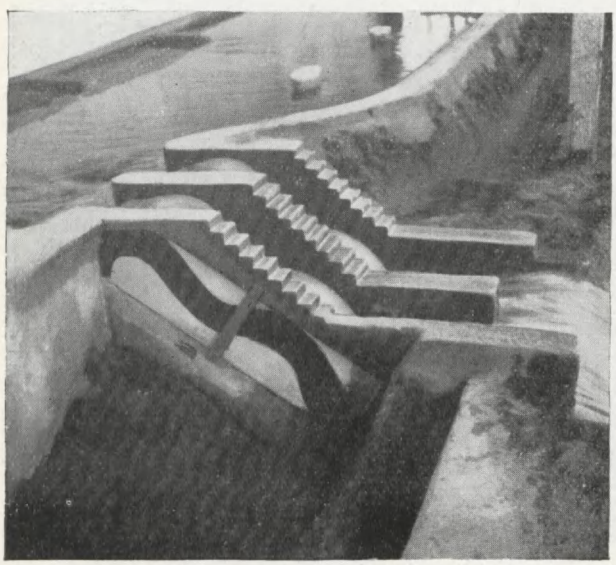
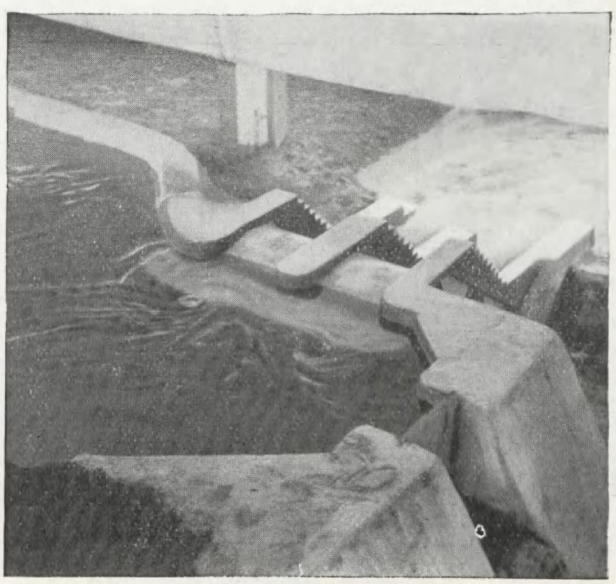


Foto 9. Golven bovenstrooms van den Boro-hevel bij debieten van 1 — 4,5 m^3/sec.

Foto 10. Afvoer door den Boro-hevel grooter dan 4,5 m^3/sec; golven verdwenen.





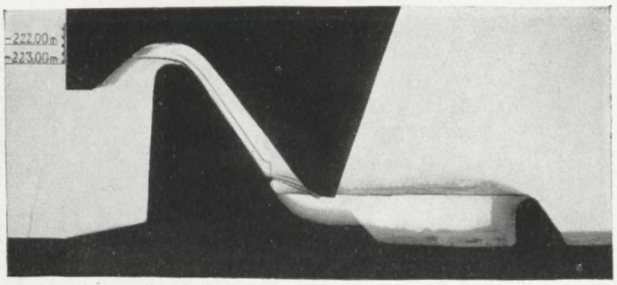


Foto 1. Hevel vóór het aanslaan.

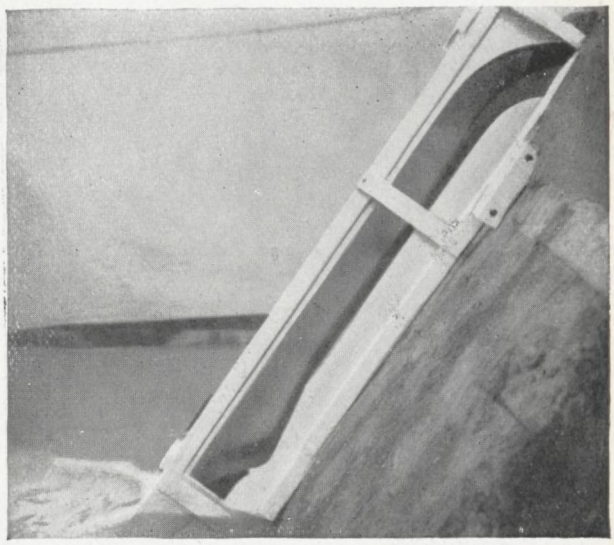


Foto 2. Hevel werkend als volkomen overlaat, vóór het aanslaan.

Foto 3. Hevel tijdens het wegzuigen van de opgesloten lucht.

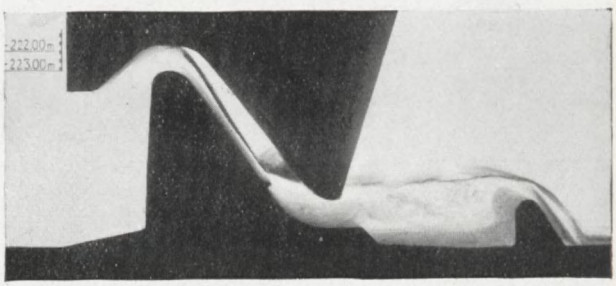


Foto 4. Hevel van foto 1 aangeslagen, afvoer 1,9 m^3/sec/m'.

Foto 5. Hevel van foto 1 bij max. afvoer van 9 m^3 sec m'.

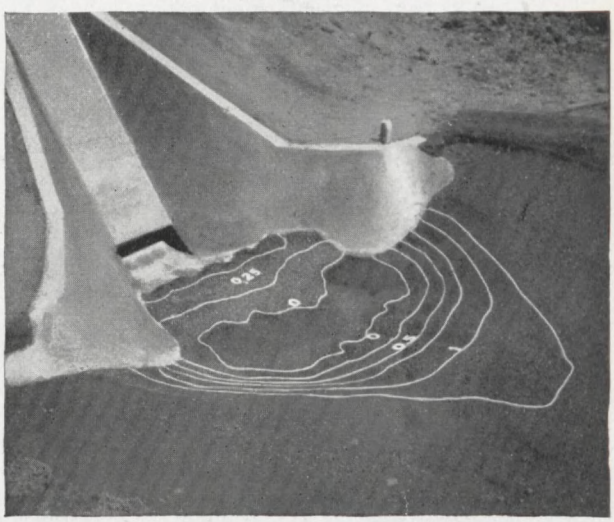


Foto 6. Uitkolking achter het model van den Boro-hevel.

Het energieverlies in procenten van de valhoogte uitgedrukt bedraagt $\frac{r}{z} \times 100 = 23\%$.

Het rendement η is gelijk aan $\sqrt{1 - \frac{r}{z}} = 0{,}88$.

Dit bedrag stemt behoorlijk overeen met de bij het model gevonden waarde van 0,90.

In het vorenstaande is de snelheidsverdeeling grafisch bepaald met behulp van de potentiaaltheorie. Passen we echter geometrisch eenvoudige vormen toe, bijvoorbeeld voor de kruin en de kap twee concentrische cirkels, dan is de betrekking tusschen de grootste snelheid v_{kr} en de gemiddelde snelheid v_m gemakkelijk op analytische wijze af te leiden.

Immers we mogen in dat geval de waterbeweging in den kop van den hevel bij benadering beschouwen als een cirkelvormigen circulatiestroom, waarvoor geldt:

$$v_x r_x = C.$$

Hierin is C een constante, v_x de snelheid in een bepaald punt van den circulatiestroom en r_x de kromtestraal van de door dat punt beschreven baan. Noemen we voorts de hoogte van de hevelbuis h, dan is het debiet per eenheid van breedte:

$$q = \int_0^h v_x \, dx = C \int_0^h \frac{dx}{r_x}.$$

Voor r_x is te schrijven $r_i + x$, als r_i de straal van de kruin voorstelt en x de afstand is van het beschouwde punt tot den binnenwand der hevelpijp.

We krijgen dan:

$$q = C \int_0^h \frac{dx}{r_i + x}$$

$$= C \ln\left(1 + \frac{h}{r_i}\right).$$

Of wel:

$$C = \frac{q}{\ln\left(1 + \frac{h}{r_i}\right)}.$$

Voor v_x is dus te schrijven:

$$v_x = \frac{q}{r_x \ln\left(1 + \frac{h}{r_i}\right)},$$

welke formule voor de maximum snelheid langs de kruin ($x = 0$) overgaat in:

$$v_{kr} = \frac{q}{r_i \ln\left(1 + \frac{h}{r_i}\right)}.$$

In aanmerking genomen dat $v_m = \frac{q}{h}$, komen we tot het resultaat:

$$\frac{v_{kr}}{v_m} = \frac{1}{\frac{r_i}{h} \ln\left(1 + \frac{h}{r_i}\right)}.$$

Zouden we bij den Boro-hevel voor r_i en h genomen hebben resp. 1 m en 0,75 m, dan zou gevonden zijn:

$$\frac{v_{kr}}{v_m} = \frac{1}{\frac{4}{3} \ln\left(1 + \frac{3}{4}\right)} = 1{,}34.$$

Deze waarde wijkt maar weinig af van de grafisch bepaalde 1,37.

Ware daarentegen de buis 1,20 m hoog genomen in plaats van 0,75 m, dan zou:

$$\frac{v_{kr}}{v_m} = \frac{1}{\frac{5}{6} \ln 2{,}2} = \frac{1}{0{,}67} = 1{,}52.$$

Uit deze becijferingen blijkt dus, dat een hoog profiel behalve het nadeel van het later aanslaan ook dat van een ongunstiger snelheidsverdeeling heeft.

Na de zoojuist beschreven proeven over hevelwerking in het algemeen, werd een volledig model eveneens op schaal 1 : 10 gemaakt van den ontworpen hevel, die de Boroleiding van maximum 10 m³/sec terreinwater moest kunnen ontlasten.

Daarmede diende allereerst te worden nagegaan, hoe de hevel het best kon worden geplaatst t.o.v. de niet symmetrische situatie, om een goede instrooming te krijgen.

Het bleek het gunstigst de as van den hevel onder een scherpen hoek met de richting van de leiding te leggen en aan de bovenstroomsche afrondingen groote stralen te geven. Een en ander is op *fig. 7* aangegeven.

Slechts door deze maatregelen kon voorkomen worden, dat bij de bovenstroomsche afronding spoedig sterke luchtaanzuiging optreedt, waardoor de capaciteit vermindert.

De karakteristiek van het volledige model werd vervolgens bepaald en het rendement berekend.

Het laatste was lager dan voor het tweedimensionale model, tengevolge van de te scherpe bocht welke den overgang vormt naar den woelbak.

Men dient er dus wel voor te zorgen dat aan het einde van de hevelbuis de snelheidsverdeeling over de doorsnede nog gelijkmatig is en dus niet onder invloed staat van de bocht als overgang naar het benedenstroomsche bed. Gemakkelijk kan dit worden gecontroleerd door het teekenen van een net van stroom- en aequipotentiaallijnen met behulp van de grafische methode, zooals op *fig. 6* is uitgewerkt. We merken dan dadelijk op dat bij den Borohevel de vierkantjes aan het buiseinde (A-A') niet even groot zijn en deze bocht dus ondoelmatig is. Ook zien we dat de kromming naar den woelbak ongeveer 0,65 m lager gelegd had moeten worden om als in doorsnede C-C' een gelijkmatige snelheidsverdeeling bij de uitmonding te verkrijgen en daardoor een hooger rendement te bereiken. Het onderzoek met behulp van de potentiaaltheorie verdiept het inzicht in de waterbeweging dus ten zeerste en is zelfs onmisbaar te noemen voor het bepalen van den druk en van de zuigwerking op de kruin en de dekplaat van den hevel, tenzij men dit experimenteel wil doen door het aansluiten van piëzometerbuisjes. Deze manier werd blijkens *fig. 8*, mij welwillend afgestaan door dr. Karel Kostka, in het Waterloopkundig Laboratorium aan de Boheemsche Technische Hoogeschool te Brno gevolgd.

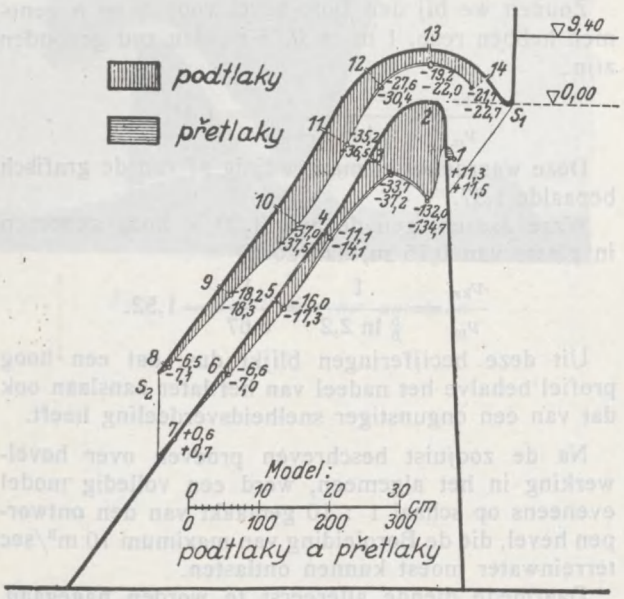


Fig. 8. Druk- en zuigwerking op kruin en dekplaat van een hevel (přetlaky = druk; podtlaky = zuiging).

Tenslotte werden bij het volledige model nog proeven genomen met verschillende woelbakvormen, teneinde ongewenschte uitkolkingen benedenstrooms van het kunstwerk te voorkomen.

Foto No. 6 toont het resultaat bij den uiteindelijken vorm, terwijl de *foto's 7* en *8* de waterbeweging laten zien resp. in het model en de werkelijkheid.

De Boro-hevel werd in den oostmoesson van 1933 gebouwd geheel volgens het besproken ontwerp. Bijzondere moeilijkheden deden zich daarbij niet voor. Vermelding verdient alleen dat de betonnen dekplaat gestort is op zand, waarmede de koker tijdelijk gevuld werd.

Dit zand werd op de gebruikelijke wijze afgedekt met papier en moest vanwege de steile helling vochtig gehouden worden.

Na voltooiing van het werk werden proeven genomen om na te gaan in hoeverre er overeenkomst bestond met het model.

Daartoe werden er peilschalen boven- en benedenstrooms van den hevel geplaatst en moesten er twee drijfvakken langs de Boroleiding ingericht worden, om uit het verschil in uitkomst daarvan het heveldebiet te kunnen bepalen.

Het aanslaan van den hevel had vlugger plaats dan bij het model en geschiedde als het bovenwater ongeveer 5 cm boven de kruin gestegen was. Zooals in den aanvang van dit artikel reeds werd medegedeeld moest dit verschil verwacht worden. De mate kon toen nog niet worden opgegeven. Hieromtrent ware echter wel inzicht te verkrijgen geweest door modellen op verschillende schaal te beproeven en dan te extrapoleeren voor de werkelijkheid. Aldus geschiedde door Veronese in het Laboratorium te Padua, alwaar hij mij het resultaat geteekend op *fig. 9* ter hand stelde. Op deze grafiek zijn langs de *X*-as de modelschaal λ en langs de *Y*-as de door vermenigvuldigen met λ berekende aanslaghoogten uitgezet.

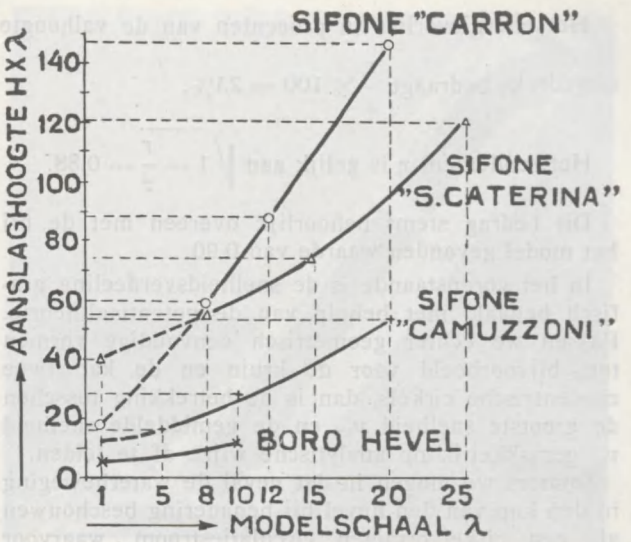


Fig. 9.

Ook de met den Boro-hevel verkregen uitkomsten zijn daarop aangeteekend, waaruit moge blijken dat een overeenkomstig gedrag werd gevonden.

Het afslaan van den hevel gebeurde in werkelijkheid later en wel als het peil 10 cm beneden de kruin gedaald was, in stede van 5 cm zooals uit het model zou volgen. Het verschil tusschen de peilen van aanen afslaan, hetgeen het bedrag is dat een horizontaal uitkragende plaat eventueel boven de kruin gelegd kan worden, blijkt wel ten naaste bij overeen te komen met de modelwaarde.

Een andere opvallende afwijking bij den hevel op ware grootte was het ontstaan van golfvorming bij debieten gelegen tusschen 1 en 4,5 m^3/sec, door pulseerende luchtaanzuiging met een periode van circa 1 sec. De fluctuaties in het afgevoerde debiet veroorzaakten dan golven in het bovenpand tot 0,25 m hoogte toe, hoewel bij het model op schaal 1 : 10 slechts 0,5 cm hooge golven werden waargenomen. Deze afwijking vindt zijn oorzaak in de kleine snelheid en in de relatief te groote oppervlaktespanning en viscositeit bij het model. Hiermede dient terdege rekening te worden, daar de golven hinderlijk kunnen zijn door het aantasten van de taluds.

Bij den Boro-hevel veroorzaakten zij practisch geen last, omdat door de richting van de hevelas de golven zich in bovenstroomsche richting voortplantten en op 20 m afstand door demping reeds verdwenen. Nochtans is het verschijnsel niet fraai om te zien, zooals *foto No. 9* toont. Merkwaardig was dat bij een afvoer van 4,5 m^3/sec de golfvorming geheel verdween en het water zeer regelmatig den hevel binnenstroomde.

Foto No. 10 geeft dit duidelijk aan. Grootere afvoeren dan 5,5 m^3/sec waren tijdens het beproeven niet aanwezig, zoodat de afvoercoëfficiënt bij luchtvrije werking niet kon worden bepaald. Wel werd nog geconstateerd, dat vlak na het aanslaan tijdelijk zeer groote debieten werden afgevoerd.

Foto No. 8 geeft een beeld van de hevige woelingen die dan benedenstrooms van den hevel optraden. In dit opzicht is de overeenkomst met het model zeer treffend, zooals een vergelijking met *foto No. 7* aantoont.

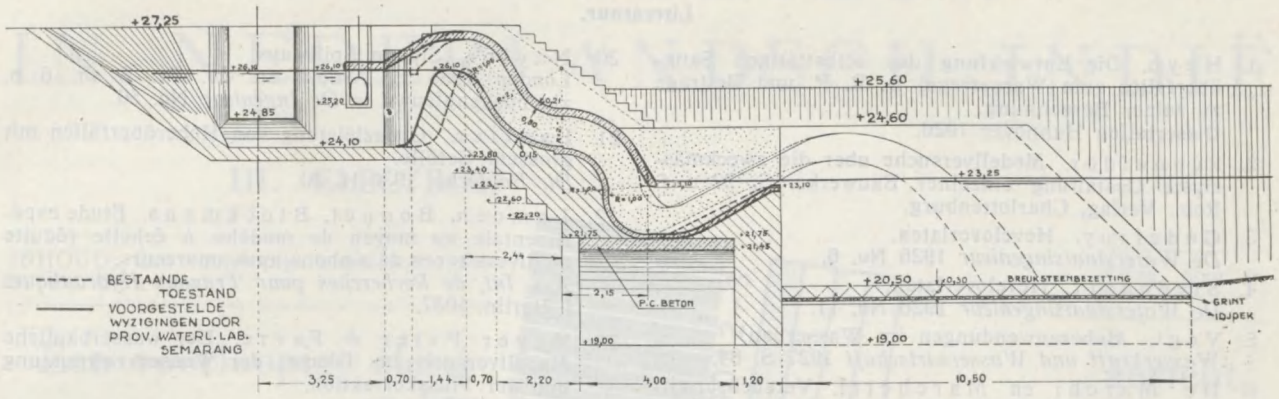


Fig. 10. Door modelproeven verkregen verbeteringen aan den hevel Djr. 3 in de rechter-Djamblangleiding.

Een iets gunstiger toestand met betrekking tot deze energieomzetting zou in sommige gevallen te verkrijgen zijn door de hevelbuis aan het ondereinde trompetvormig te verwijden en bij den kop te versmallen, zoodanig dat langs de kruin juist een onderdruk van iets minder dan de atmospherische druk ontstaat.

De uittrede-snelheid wordt dan bij een zelfde debiet kleiner en de uitstrooming is bovendien waaiervormig, waardoor het optreden van zijdelingsche neren wordt tegengewerkt.

Bedoelde vorm kan echter alleen toepassing vinden bij hevels met een belangrijk lagere drukhoogte dan 10 m. Aangezien bij een hevelbuis met constante doorsnede de snelheid langs de kruin gemeten door de bocht aldaar allicht 1,4 maal zoo groot zal zijn als aan het ondereinde (zie *fig. 6*) en een snelheid van 14 m/sec reeds ± 10 m druk vereischt, mag de snelheid aan het buiseinde niet grooter zijn dan 10 m/sec. Dit is nog het geval bij hevels met een val van 5 m.

Strikt genomen mogen hier de wrijvingsverliezen nog bij opgeteld worden, maar aan den anderen kant is een onderdruk van precies 1 atm reeds te veel. Aldus geredeneerd moeten we dus bij hevels met een valhoogte kleiner dan 5 m een divergeerende buis toepassen en bij grootere valhoogte een convergentie daaraan geven.

De juiste vorm hiervoor ware voorloopig slechts te ontwerpen aan de hand van een onderzoek aan een model.

Het nut van dergelijke modelproeven kwam wel zeer duidelijk tot uiting toen het Hoofd van het Prov. Irrigatiekantoor te Cheribon aan het Waterloopkundig Laboratorium te Semarang verzocht na te gaan of aan de gebleken tekortkomingen van den hevel Djr. 3 in de rechter-Djamblangleiding (zie *fig. 10*) kon worden tegemoet gekomen.

Verlangd werd daarbij o.a. een belangrijke verhooging van de capaciteit, n.l. tot $2 \times 9 = 18$ m³/sec.

Van het bestaande kunstwerk werd toen een model op schaal 1 : 10 gemaakt, zoodat het vereischte modeldebiet $\frac{18000}{100\sqrt{10}}$ = rond 57 l/sec moest zijn.

Deze hevel voerde echter bij de maximum toelaatbare stijging van den bovenwaterstand van 75 cm maar 43,5 l/sec af. Het rendement bedroeg slechts 0,48.

Waargenomen werd dan ook dat er sterke luchtaanzuiging optrad, en dat de instrooming zeer ongunstig was, terwijl bovendien door te sterke kromming van den hevel op twee plaatsen n.l. achter de kruin en na de uitstrooming uit de hevelbuis, straalcontractie optrad tot ongeveer 0,6 van de beschikbare doorsnede.

Er werden toen de eveneens op *fig. 10* aangegeven wijzigingen aangebracht, welke tezamen tot het gewenschte effect gevoerd hebben. Ze bestonden uit:

1e. De verbetering van den inloop door dezen geleidelijker te maken.

2e. Het vergrooten van de afronding der kruin.

3e. Het verruimen van den boog welken de straal in de woelbak moet doorloopen. Door de aanwezigheid van betongewelven was deze mogelijkheid echter beperkt, zoodat ook het ondereinde van de dekplaat iets gelicht moest worden.

4e. Het aanbrengen van een 1 m breede lip aan den hevelmond, waardoor de luchtaanzuiging door draaikolken verminderd werd.

Geheel luchtvrije werking kon tengevolge van de ongunstige situatie echter niet worden bereikt, zooals de *foto's No. 11* en *12* laten zien.

Het rendement van den aldus gewijzigden hevel bleek nu 0,63 te zijn en ligt dus nog ver beneden hetgeen te bereiken valt bij het maken van een nieuw ontwerp.

Hiermede zal de beschrijving van deze proeven beëindigd worden, onder opmerking dat het, met inachtneming van de uitkomsten der genomen proeven, wel mogelijk is een goed hevelproject op te maken, maar dat het nochtans aanbeveling blijft verdienen voor eenigszins belangrijke objecten dit te doen aan de hand van modelproeven.

Eenerzijds is men dan tegen zeer geringe kosten verzekerd een doelmatige constructie te verkrijgen, anderzijds wordt daardoor de ontwikkeling der techniek gestimuleerd.

Bandoeng, September 1940.

Literatuur.

1. Heyn. Die Entwicklung des selbsttätigen Saugüberfalles zum Wasserregel D. R. P. und Beiträge zu seiner Berechnung.
Dissertation Hannover 1926.
2. Schneider. Modellversuche uber die zweckmässigste Gestaltung einzelner Bauwerke. S. 22 u. f. Rom. Verlag, Charlottenburg.
3. Godefroy. Heveloverlaten.
De Waterstaatsingenieur 1926 No. 6.
4. Steenaart. Heveloverlaten.
De Waterstaatsingenieur 1926 No. 11.
5. Vogt. Heberanwendungen im Wasserbau.
Wasserkraft und Wasserwirtschaft 1927 S. 84.
6. De Marchi en Marchetti. Versuchsermittelung des Durchflussverlustes an Ein- und Ausmündung einer Heberleitung.
Ann. Lav. Pubb. '27 Febr. Heft 26.
7. idem. Modellversuche mit Selbsttätigen Saughebern.
L'Energia Elettrica '29 Heft 6 en 7.
8. Kammüller. Wirkungsweise, Berechnung und Konstruktion von Hebern mit grosser Saughöhe.
Der Bauingenieur '29 Heft 11.
9. Heyn-Stettin. Saugüberfälle mit einer Gefällhöhe über 10 m.
Wasserkraft und Wasserwirtschaft '29 Heft 19.
10. Hinderks. Strömungsuntersuchung an selbsttätigen Saugüberfällen.
Bautechn. '29 Heft 19 u. 29.
Dissertation Hannover 1929.
11. Böss. Versuche an einem Heynschen Wasserregel bei der Wasserkraftanlage der Papierfabrik Schoeller u. Hoesch in Gernsbach. *Bautechn.* '30 H. 33.
12. Heyn. Die Entwicklung des Saugüberfalls als selbsttätiger Feinregel des O.W.-Spiegels bei Stauanlagen.
Bautechn. '31 H. 3.
13. Marchetti. Untersuchungen über selbsttätige Heber. *Energ. Elett.* '31 H. 10 u. 11.
14. De Marchi. Studium der hydrotechnischen Fragen mit Hilfe von Laboratoriumsversuchen an Modellen in verkleinertem Masstab. XVter Int. Schiffahrtkongress, Venedig 1931.
15. Drioli. Versuchsmässige Erforschung selbsttätiger Heberanlagen. *Energ. Elett.* '32 H. 6.
16. Corwin and Kidder. Test on Siphon Spillways for a large flume.
Eng. N. R. Vol. 108, 649, 652.
17. Wheaton. Siphon Spillways Models tested against Prototypes.
Eng. N. R. Vol. 109 No. 7.
18. Stevens. On the Behavior of Siphons.
Proc. Am. Soc. Civ. Eng. Vol. 59. Aug. '33.
Discussion by Nelidov.
Proc. Am. Soc. Civ. Eng. Vol. 59. Dec. '33.
(*Transactions Am. Soc. Civ. Eng.* Vol. 99. 1934).
19. Veronese. Richerche sulla relazione che intercede tra l'altezza di adescamento dei sifoni autolivellatori sperimentati in modello e quella dell'originale.
Energ. Elett. '34 Vol. XI.
20. Naylor. Siphon Spillways.
Londen 1935 E. Arnold en Co. Pr. 8 sh. 6 p.
zie boekennieuws in *De Ingenieur* No. 50.
21. Lauffer. Grenzleistung von Heberüberfällen mit grossem Gefälle.
Die Bautechn. 1936 H. 30.
22. Lamoen, Bonnet, Blockmans. Etude expérimentale au moyen de modèles à échelle réduite de divers types de siphons auto-amorceurs.
Ass. Int. de Recherches pour Travaux Hydrauliques I. Berlin. 1937.
23. Meyer Peter & Favre. Der wasserbauliche Modellversuch im Dienste der Wasserkraftnutzung und der Flusskorrektion.
Zürich 1937.
24. Stevens. Siphons as water-level regulators.

	Proc. Am. Soc. of Civ. Eng.	Oct. '38.
Griffin. Currin.	„ „ „ „ „ „	Febr. '39.
Umphrey. Corwin.	„ „ „ „ „ „	Apr. '39.
King.	„ „ „ „ „ „	Juni '39.

25. Elmer Rock. Design of a high-head siphon spillway.

	Proc. Am. Soc. of Civ. Eng.	Apr. '39.
Stevens.	„ „ „ „ „ „	Juni '39.
Torpen. Hyde. Cochrane.	„ „ „ „ „ „	Oct. '39.
Nelidov.	„ „ „ „ „ „	Nov. '39.
Elmer Rock.	„ „ „ „ „ „	Apr. '40.

26. Nikuradse. Untersuchungen über turbulente Strömungen in nicht kreisförmigen Rohren.
Ing. Arch. 1. 306. 1930.
27. idem. Widerstandsgesetz und Geschwindigkeitsverteilung von turbulenten Wasserströmungen in glatten und rauhen Rohren.
Verh. d. 3 intern. Kongr. f. techn. Mech. 1 : 239 Stockholm 1930
28. idem. Über turbulente Wasserströmungen in geraden Rohren bei sehr grossen Reynoldsschen Zahlen.
Vortrag a.d. Geb. d. Aerodyn. u. verw. Geb. (Aachen 1929).
29. idem. Untersuchungen über die Strömungen des Wassers in konvergenten und divergenten Kanälen. *Forsch. Arb.* a. d. Geb. d. Ing. wes. 289. 1929 en *Z. S. d. V.D.I.* 73, 1423 — 1929.
30. Hinderks. Nebenströmungen in gekrümmten Kanälen.
Z. S. d. V.D.I. 71, 1779 — 1927.
31. Nippert. Über den Strömungsverlust in gekrümmten Kanälen.
Forsch. Arb. a. d. Geb. d. Ing. wes. 320. 1929 en *Z. S. d. V.D.I.* 73, 1391 — 1939.
32. Wasielewski. Verluste in glatten Rohrkrümmern mit kreisrundem Querschnitt bei weniger als 90° Ablenkung.
Mitt. d. Hydr. Inst. d. Techn. Hochsch. München H. 5.

7e JAARGANG
NUMMER 12

DE INGENIEUR
IN NEDERLANDSCH-INDIË

DECEMBER
1940

III. ELECTROTECHNIEK EN WERKTUIGBOUW.

INHOUD: Een voorloopige classificatie der Indische steenkolen, gericht op hun technische toepassing, door ir. P. de Gruyter.

Een voorloopige classificatie der Indische steenkolen, gericht op hun technische toepassing

door

ir. P. DE GRUYTER, w.i.

Hoofd van het Proefbureau voor Rollend Materieel der S. S. te Bandoeng.

Korte inhoud.

Het eerste gedeelte wordt ingeleid met een schematische behandeling van het verloop der meest karakteristieke eigenschappen van de vaste brandstoffen. Hierop volgt een uitvoerig historisch overzicht van de merkbaar uiteenloopende classificatie-pogingen der laatste decennia. Deze waren gebaseerd zoowel op de technische analyse en physische kenmerken, als op de elementair-analyse van de koolsubstantie, of op een combinatie van beide methoden van onderzoek. Daarnaast heeft den laatsten tijd een belangrijke ontwikkeling plaats van aanvullende criteria voor de classificatie, sedert de resultaten van de bereids klassieke werkwijzen dikwijls ontoereikend bleken als grondslag voor een afdoende rangschikking van het onderzochte materiaal. De huidige Amerikaansche standaardclassificatie geeft een correlatie van de verschillende, historisch gegroeide systemen.

In het tweede gedeelte volgen enkele uitweidingen over den invloed van bijzondere geologische factoren op het inkolingsproces, welke vooral een groote rol hebben gespeeld bij de vorming der Lematangvelden. Overigens zijn de meest recente studies behandeld, die meer licht brachten in het algemeene verloop der humificatie en metamorfosen van de typisch jonge Indische humuskolen. Dan worden de moderne methoden van onderzoek beschreven, welke een scherpere scheiding tusschen bruinkool en steenkool beoogen. Tenslotte worden uitgebreide gegevens overgelegd met betrekking tot de op Sumatra en Borneo geëxploiteerde steenkolen, waarbij deze o.m. in een serie grafische voorstellingen verwerkt zijn. Aan de hand van de laatste vallen alreeds belangrijke conclusies te trekken over de meest kenmerkende eigenschappen van de Nederlandsch-Indische producten.

Het geheel is een poging, om ook voor onze steenkolen een samenvattende classificatie te scheppen en bevat een compilatie van de hiervoor noodzakelijk gebleken voorstudies. Zij werden geëntameerd, omdat bij de huidige ontwikkeling der S.S.-locomotieven niet meer te ontkomen is aan een veel scherpere formuleering van eischen, welke deze Dienst aan zijn brandstoffen zal moeten stellen. Momenteel doen zich somwijlen nog te groote schommelingen in de kwaliteit van het afgenomen product voor, die in het bedrijf moeilijkheden opleveren en daarom een verklaring zeer wenschelijk maken.

I. DE ALGEMEENE CLASSIFICATIE DER STEENKOLEN.

Inleiding.

Een wetenschappelijke classificatie zal hoofdzakelijk gebaseerd moeten zijn op de chemische en physische eigenschappen van de brandstof, met betrekking tot haar vorming en structuur. Meestal worden de gedolven producten ingedeeld in rangen, welke hun verschillenden graad van inkoling aangeven. Ongelukkig zijn daarbij geen scherpe grenslijnen te trekken, omdat in de natuur allerlei tusschenstadia voorkomen met elkaar gevoelig overlappende eigenschappen. Hier kan alleen een steeds dieper gaand onderzoek de noodige aanvullende chemische en physische criteria opbouwen, die geen twijfel over mogen laten omtrent de meest uiteenloopende gedragingen van elk overgelegd monster.

Als chemische criteria zijn te noemen: de technische analyse, t.w. de bepaling van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen en aan vaste koolstof (cokes minus asch), welke dan eveneens het water- en aschgehalte moet bevatten; en de elementair-analyse, die het percentage van de elementen koolstof, zuurstof, waterstof, stikstof en zwavel — liefst omgerekend op de asch- en watervrije of zuivere koolsubstantie — vaststelt. Verder is de verbrandingswarmte een, vooral uit stooktechnisch oogpunt, uiterst belangrijk criterium. Bovendien spelen daarnaast nog andere physische eigenschappen een groote rol, zooals de hardheid van het oorspronkelijke materiaal en zijn neiging tot vergruizing in de buitenlucht, de gesteldheid van het bij de destillatie of ontgassing resteerende cokesproduct en de graad van rookvorming bij de verbranding.

De zoogenaamde technische analyse bestaat uit de verhitting van een afgewogen kleine hoeveelheid van ca 1 g van de fijn vermalen kool in een licht gesloten platina kroesje, n.l. onder afsluiting van de lucht, tot een temperatuur van ruim 1000° C. Uit het resteerende gewicht van de achterblijvende cokes (d.i. vaste koolstof inclusief asch) en het tevoren

bepaalde watergehalte van het gegeven monster, berekent men de hoeveelheid vluchtige bestanddeelen (d.z. eigenlijke gassen inclusief teerdampen en destillatiewater), welke tijdens deze volledige destillatie uit het koolpoeder ontweken zijn.

Het totale vochtgehalte onderscheidt men in vrij en gebonden water. Het vrije water verdwijnt bij luchtdroging, waaronder men in Indië verstaat: de toestand bij 33 — 35° C droogstooftemperatuur in evenwicht met een atmosfeer, welker relatieve vochtigheid tevens bepaald moet zijn. Het gebonden water is de hoeveelheid in de luchtdroge brandstof aanwezige water, dat bij verdere verwarming tot een temperatuur van 105 — 110° C uit het monster verdampt, doch hetwelk in de normale atmosfeer steeds weer in zijn geheel door de capillairen gereabsorbeerd zal worden.

Overigens wordt de koolmassa bij voortgaande inkoling compacter, hetzij door ondergane samendrukking of door physisch-chemische (i.c. colloïdale) veranderingen in haar substantie. Hierdoor worden de capillairen fijner en de hoeveelheid hygroscopisch te binden water kleiner. Men spreekt daarom ook wel van het absorptiewater (Am.: water of condition).

De afzonderlijke bepaling van het aschgehalte geschiedt met behulp van een verasschingsschaaltje in een gas- of electrische moffel, die wordt verwarmd op een temperatuur van ca 800° C. De na beëindiging van de verbranding aan de lucht restende asch is te wegen.

(Kreulen, 1935)

Tabel 1. Eigenschappen der vaste brandstoffen bij toenemende inkoling.

Product	Asch- en watervrije kool					Watergehalte van het luchtdroge product	Soort. gew.	Gesteldheid van de cokes bij de gasbepaling	Hardheid van de brandstof
	Elementairanalyse in %			Verbrandingswarmte kcal/kg	Vluchtige bestanddeelen in %				
	C	H	O+N+S						
Hout	50	6	44	4 500	85	60	1,2	houtstructuur	—
Turf	57	6	37	5 400	67	50	1,2	poedervormig	week
Bruinkool	72	5	23	6 700	53	25	1,2	poedervormig	week
Steenkool: Vlamkool	80	5	15	8 100	35	5	1,3	gesinterd	zeer hard
Steenkool: Gaskool	83	5	12	8 400	30	3	1,3	gebakken	hard
Steenkool: Vetkool	87	5	8	8 700	23	2	1,3	sterk samengebakken	brokkelig
Steenkool: Magerkool	91	4	5	8 650	10	1	1,4	gesinterd	hard
Steenkool: Anthraciet	96	2	2	8 400	5	0,5	1,4	poedervormig	zeer hard
Grafiet	100	—	—	8 100	—	—	2,3	onveranderd	week

Tabel 1 bevat nu een globaal overzicht van het verloop der meest kenmerkende eigenschappen van hout over turf, bruinkool en steenkool, tot grafiet, en wel gebaseerd op gemiddelde uitkomsten met betrekking tot typische Europeesche brandstofsoorten. De aangegeven waarden zijn, voor zoover mogelijk, omgerekend op de asch- en watervrije producten, verkort „zuivere kool" genoemd. Dit levert chemisch een markanteren grondslag op bij onderlinge vergelijking, omdat aangenomen mag worden, dat de geheel uit de brandbare substantie opgebouwde zuivere kool in dezelfde lagen zichzelf practisch gelijk zal blijven.

Het gehalte aan de onbrandbare bestanddeelen asch en water kan daarentegen zeer sterk varieeren met de geologische gesteldheid van de ontgonnen bedding en met de verschillende delvings- en verwerkingsmethoden in de mijn. Deze bijmengingen beïnvloeden niettemin, behalve natuurlijk de bedrijfstechnische gedragingen van de brandstof, toch ook nog eenigermate de resultaten van het chemische monsteronderzoek. Bij de jongere steenkoolsoorten maakt o.m. het gebonden water een intrinsiek en maatgevend bestanddeel van het product uit. Eveneens kunnen zeer fijn verdeelde minerale stoffen aanwezig zijn, die hun oorsprong vonden in het vroegere plantenmateriaal en daardoor een deel van de koolmoleculen uitmaken.

De tabel toont duidelijk aan, dat de meeste eigenschappen regelmatig veranderen. Hun verloop is allereerst gekenmerkt door een progressieve toeneming van het koolstofgehalte, welke het zoogenaamde inkolingsproces typeert. Met deze toeneming van het percentage aan koolstof gaat gelijktijdig een afneming van het zuurstofgehalte gepaard. Zeer karakteristiek is verder het verloop van het waterstofgehalte, dat bij de carbonisatie aanvankelijk weinig of niet afneemt, om pas sterk terug te loopen in de halfvette tot magere kolen en in de anthraciet.

Het gehalte aan vluchtige bestanddeelen vermindert bij voortgezette carbonisatie vrij gelijkmatig. Deze dikwijls kortheidshalve „gasgehalte" genoemde component levert daarom een geschikte oriëntatie op in het karakter van de steenkool, met betrekking tot haar bereikten graad van inkoling. Tevens beslaat het een opvallend ruime reikwijdte, waardoor een vèrgaande classificatie in groepen aan de hand van dit gasgehalte mogelijk wordt. Bovendien is het blijkbaar gemakkelijk en met eenvoudige instrumenten, met een grooten graad van nauwkeurigheid, vast te stellen.

De verbrandingswarmte vertoont een maximum in het gebied van de vetkolen. Haar waarde wordt globaal bepaald door de gehalten aan koolstof en waterstof van de brandbare substantie; in feite spelen

de chemische bindingen dezer grondstoffen met de aanwezige zuurstof en het geringe zwavelgehalte nog een bijkomstige rol. De aanvankelijk snelle stijging van de verbrandingswarmte bij voortgaande inkoling is dus verklaarbaar uit de gevoelige toeneming van het koolstof- bij practisch stabiel waterstofgehalte. De latere afneming wordt dan veroorzaakt door de uiteindelijk optredende, markante daling van het percentage aan waterstof, met haar ongeveer 4-maal zoo groote specifieke verbrandingswarmte als koolstof.

De toeneming van het soortelijk gewicht blijkt in eenig verband te staan met het afnemende watergehalte. Hierover werd al eerder iets medegedeeld. Verder is de gesteldheid van de cokes omschreven. Een sterk bakkende en opgezwollen cokes wordt alleen verkregen uit de vetkolen met een gasgehalte tusschen 18 — 30% en geen grooter gehalte aan gebonden water dan van ruim 2,5%. Deze eigenschap van smelting en samenwelling der vaste bestanddeelen uit de brandstof neemt blijkbaar aan beide zijden van de inkolingsschaal regelmatig af.

De steenkolen zijn in te deelen als zand-, sinter- of cokeskolen, al naar gelang van den graad van samenbakken van het, na de ontgassing achterblijvende, vaste residu. Zandkolen verweeken of wellen niet samen bij verhitting en produceeren hierdoor een poedervormig restproduct. Sinterkolen leveren een gesinterde massa op, waarin de deeltjes wel in uiteenloopende mate samengefrit, doch nog niet tot een poreuze structuur versmolten zijn. Cokeskolen komen bij verhitting tot uitgesproken smelting en vormen een sterk samengebakken en door de gasontwikkeling opgezwollen, poreuzen cokeskoek.

(*Ruhrkohlen-Handbuch* 1937.)

Tabel 2. Indeeling der steenkolen volgens de gesteldheid der vercooksingsproducten.

Vluchtige bestanddeelen v.d. zuivere kool in %	Steenkoolsoort: Gebaseerd op den graad van inkoling	Steenkoolsoort: Handelsbenamingen	Gesteldheid van de cokes en van de vluchtige bestanddeelen
45	Droge of sinterkolen	Vlamkolen	Cokes gesinterd, gedeeltelijk los van samenhang. Gas mat, lange doffe vlammen.
40			
40	Overgangsvormen	Gasvlamkolen	Cokes zwak gebakken en gespleten. Gas vet, lange sterk lichtende vlammen.
35			
35		Gaskolen	Cokes gebakken, week, gescheurd. Gas vet, lange getemperde vlammen.
30			
30	Bakkende, bitumineuze, vette kolen	Cokes- of vetkolen	Cokes sterk gebakken en opgezwollen, vast van samenhang, zilverhelder. Gas vet, middellange tot korte sterk lichtende vlammen.
25			
20			
20	Halfvette tot magere, halfbitumineuze kolen	Magerkolen	Cokes gesinterd, gebarsten tot onsamenhangend. Gas halfvet met korte weinig lichtende vlammen.
15			
10	Magere anthracietkolen	Anthraciet	Cokes zanderig tot poedervormig. Gas mager met korte niet lichtende vlammen.
5			

Als voorbeeld moge *tabel 2* dienen, die zoodanige recente gegevens voor de Duitsche steenkolen bevat (*Ruhrkohlen-Handbuch* 1937). Voor deze is de gesteldheid van de cokes vrij scherp bepaald door haar gehalte aan vluchtige bestanddeelen, welker afneming over het algemeen een veilig criterium oplevert voor den bereikten graad van inkoling van het gedolven product. Toch komen merkbare afwijkingen van dezen regel voor, die vooral bij steenkolen van verschillenden landaard uitvoerige experimenteele onderzoekingen vereischen, om den invloed van bijkomstige criteria te kunnen vaststellen.

De karakteristieke eigenschappen van een gewonnen steenkoolsoort houden namelijk nauw verband met de samenstelling van de oorspronkelijke organische grondstoffen en de door deze in geologische tijden doorgemaakte chemische omvormingen, waarbij de laatste gepaard gingen met natuurlijke destillatie-

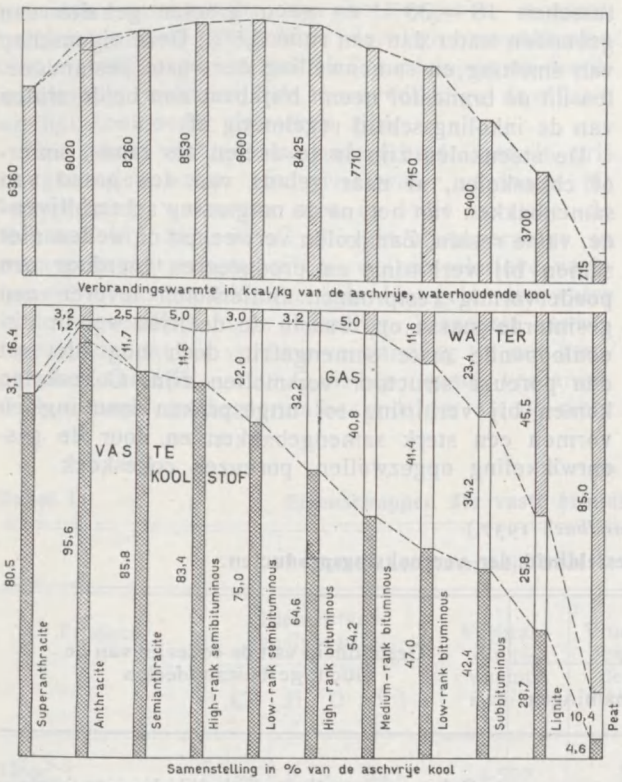


Fig. 1. Ontleend aan Campbell.

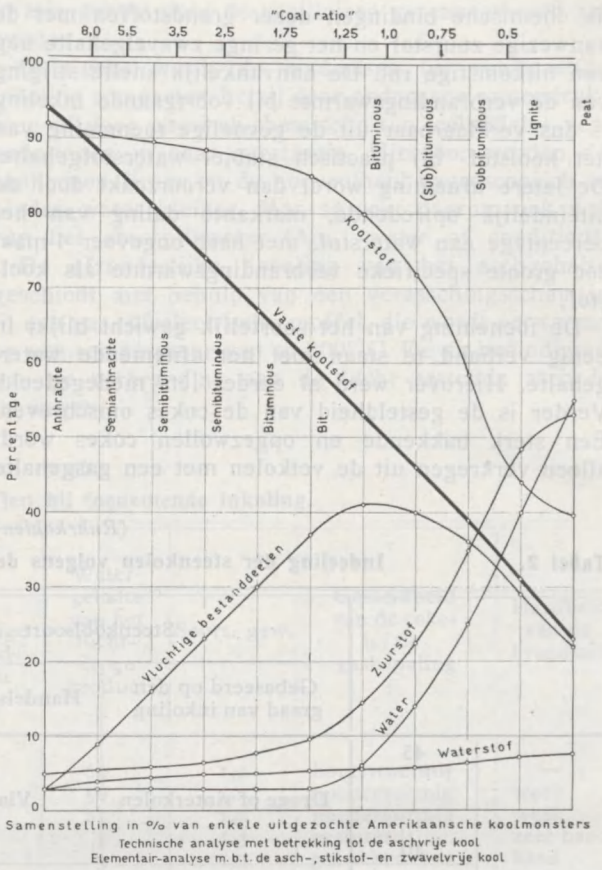


Fig. 2. Ontleend aan Ashley.

en ontgassingsprocessen. In den beginne overheerscht normaliter de destillatie van het colloïdaal gebonden water, terwijl pas in de latere stadia de natuurlijke ontgassing op den voorgrond treedt. Zie ook *fig. 1* en *2*.

Als gevolg hiervan kan in het bijzonder bij de jongere steenkoolsoorten van overeenkomstigen inkolingsgraad —, d.i. van ongeveer gelijkwaardige elementaire samenstelling en met de daaruit voortvloeiende, elkaar vrijwel dekkende chemisch-physische eigenschappen, — het gehalte aan vluchtige bestanddeelen nog sterk fluctueeren. Voor deze geeft dan ook alléén het gasgehalte geen onomstootelijk criterium met betrekking tot het te verwachten cokesproduct, doch dienen aanvullende maatstaven aangelegd te worden, zooals bijv. hun verbrandingswarmte en het percentage aan gebonden mijnwater.

Tenslotte leest men uit *tabel 1* af, dat het verloop van de hardheid der verschillende inkolingsstadia zelfs twee uitgesproken maxima vertoont, t.w. voor de vlamkolen en gaskolen, resp. voor de magerkolen en anthraciet. De tabel bevat echter geen aanwijzingen over de breekbaarheid of de neiging tot vergruizing van het gedolven product bij opslag in de buitenlucht, waarop later wordt teruggekomen.

Overigens zijn de overgelegde of gelijksoortige tabellen feitelijk alleen geschikt voor een zeer algemeene oriënteering in het karakter van het materiaal met eenzelfden plaatselijken oorsprong en kunnen dan als zoodanig, zoowel voor den producent als den consument, een redelijk bevredigende handelsbasis opleveren.

Zij zijn echter absoluut onvoldoende, wanneer een zooveel mogelijk correleerende classificatie der brandstoffen van de meest uiteenloopende herkomst wordt nagestreefd. Daarvoor zal men in de eerste plaats over continu verloopende of grafische voorstellingen moeten beschikken en in de tweede plaats over veel ruimere gegevens, dan welke in vereenvoudigde en op de practijk ingestelde tabellen neergelegd kunnen worden.

De volgende historische schets van de, gedurende de laatste decennia verrichte pogingen tot het brengen van meer eenheid in de verschillende classificatie-systemen, moge het een en ander duidelijker belichten.

A. Classificatie op grond van de technische analyse, de verbrandingswarmte en physische kenmerken.

Campbell (1917 — 1922) ontwierp een volgens *fig. 1* grafisch geproduceerde indeeling voor de Noord-Amerikaansche steenkolen, welke officieel door de United States Geological Survey ingevoerd zou worden. De hierin overgelegde cijferwaarden hebben betrekking op de groepsgemiddelden van het groote aantal geanalyseerde monsters. Als criteria voor de classificatie golden de in het diagram vermelde brandstofgegevens. Deze technische analyse bleek een voor de practijk bevredigende scheiding in rangen van het anthraciet en de eigenlijke steenkolen (Am.: bituminous coals) mogelijk te maken, doch voor een juiste identificatie van de jongere steenkolen (subbituminous coals) en de jongste bruinkolen

(lignites) werd bovendien nog de kennis van bijkomstige physische criteria noodzakelijk geacht.

Uit het onderste diagram van *fig. 1* valt af te lezen, dat de toeneming van het percentage aan vaste koolstof den meest markanten factor uitmaakt, waardoor de rangindeeling beheerscht wordt. Bij de metamorfose van turf in steenkool gaat dan met deze toeneming een geleidelijke vermindering van het water- en gasgehalte gepaard, waarbij in de beginstadia de eerste en in de latere het verlies aan vluchtige bestanddeelen op den voorgrond treedt. Wel te verstaan bevat het hier kortheidshalve benoemde gas niet uitsluitend brandbare bestanddeelen; in het bijzonder bij de jongere brandstoffen behelst het een gevoelig percentage aan koolzuur en destillatiewater.

In dit verband legde Ashley (1928) speciaal den nadruk op het gebonden water uit de kool als intrinsiek bestanddeel van haar substantie, hetgeen niet alleen afkomstig was uit de oorspronkelijke plantaardige grondstoffen, doch tevens van buiten af opgenomen werd als een noodwendig element voor de volledige colloïdchemische metamorfosen van de humus (men denke aan het turfstadium). De aanvankelijke transformaties bij de inkoling moeten in belangrijke mate uit een destillatie van dit colloïdaal gebonden water bestaan hebben, leidend tot een toenemende uitvlokking of stolling van de, uit de afbraak van de organische stoffen in een waterige oplossing gevormde, humussubstantie.

De technische analyse is dan eenvoudig als een geforceerde voortzetting en beëindiging van het natuurlijke destillatie- en ontgassingsproces op te vatten. Dit komt ook zeer duidelijk uit in het door Ashley met overleg samengestelde diagram volgens *fig. 2*, waarin de vaste koolstof opvallend regelmatig bleek toe te nemen. Het gezamenlijke gehalte aan de in het gedolven product resteerende gassen en water levert dus een goeden maatstaf op voor het reeds verdwenen totaal vluchtig in de natuur en maakt met de vaste koolstof 100% van de aschvrije substantie uit. De verhouding tusschen het gehalte aan vaste koolstof en het gezamenlijke gehalte aan water en vluchtige bestanddeelen, welke „coal ratio" genoemd wordt, is daarom een geschikte index als grondslag voor de classificatie.

Bovendien treedt vooral bij de jongere brandstofsoorten een sterke tendens tot vergruizing op bij opslag in de buitenlucht, die in direct verband blijkt te staan met belangrijke schommelingen in het vochtgehalte bij wisselende weersomstandigheden, als gevolg van het groote absorptievermogen voor water van deze in of nog dicht bij het bruinkoolstadium gelegen soorten.

Campbell koos hierom als aanvullend criterium voor een classificatie dezer koolsoorten hun graad van vergruizing of verweering. Het snelst vallen de jonge of zachte bruinkolen uiteen, gevolgd door de oude of harde, matgekleurde bruinkolen (Am.: lignites); de zwart-glanzende overgangskolen of pekkolen (sub-bituminous coals, of wel black lignites) verweeren reeds langzamer en minder grondig, terwijl de laagste klassen der eigenlijke steenkolen (op de grens tusschen sub-bituminous en bituminous coals) pas op den langen duur en in beperktere mate vergruizen.

De aanvankelijk bij voortgezette inkoling snel stijgende verbrandingswarmte, volgens het bovenste diagram van *fig. 1*, is allereerst verklaarbaar uit de gevoelige toeneming van het koolstofgehalte bij practisch stabiel blijvend waterstofgehalte (vergelijk *fig. 2*). De latere afneming wordt dan veroorzaakt door de uiteindelijk optredende, merkbare daling van het percentage aan waterstof, met haar globaal 4-maal zoo groote specifieke verbrandingswarmte als koolstof. Door bovendien haar waarden niet op de zuivere kool, doch op het nog alle mijnwater bevattende, slechts aschvrije product te baseeren, verkreeg Campbell een versterkte afneming van de dusdanig gedefinieerde verbrandingswarmte met de karakteristieke toeneming van het vochtgehalte in de progressief jongere brandstofsoorten. Deze zoodoende tot uiting gebrachte grootere variaties leveren in dit gebied een bijkomenden en verruimden maatstaf op voor de ligging der bewuste koolsoorten in de inkolingsschaal.

De beschreven Amerikaansche classificatie-systemen zijn nu vrij eenvoudig in hun toepassing, al blijft het trekken van scherpe grenslijnen moeilijk. De vluchtige bestanddeelen en de vaste koolstof komen ook niet als zoodanig in het koolmonster voor, doch zijn het resultaat van een sterke verhitting van de natuurlijke substantie. Willen de resultaten van een dergelijke geforceerde warmtebehandeling onderling vergeleken kunnen worden, dan zal deze proef tenminste onder streng genormaliseerde voorwaarden moeten geschieden. Daarenboven laat zij vele andere chemische factoren onbeslist, welke het karakter der steenkolen, hoewel van ongeveer gelijkwaardig gasgehalte, nog merkbaar kunnen beïnvloeden.

In dit opzicht is dan ook de wetenschappelijke waarde van de op de — wel zoo genoemde — kroesproef gebaseerde systemen beperkt. Men kwam aan dit euvel tegemoet door de invoering van aanvullende physische criteria, waarmede de indeeling meer gelijkenis begon te vertoonen met de Europeesche systemen. Deze zijn namelijk al van oudsher, behalve op het gehalte aan vluchtige bestanddeelen, gebaseerd op de hoeveelheid en de physische gesteldheid van het cokesproduct, dat na de ontgassing in de platina kroes rest. Een ander belangrijk criterium is de lengte en het lichtende vermogen van de vlam, welke bij de verbranding optreedt; men onderscheidt kort- en langvlammige kolen of zoogenaamde magere en vette kolen. Bovendien voert men een verdere onderverdeeling door, die op bepaalde uitgesproken toepassingsmogelijkheden van de betreffende sub-groepen is gericht, t.w. in cokes-, smeed-, gas- en vlamkolen. Zie *tabel 2* voor de typisch Duitsche steenkolen.

Tenslotte poneerde Parr (1922, 1928) nog een betrekkelijk eenvoudig systeem, dat weer gebaseerd was op de verbrandingswarmte en het gehalte aan vluchtige bestanddeelen, echter onder omrekening van beide waarden op de door hem genoemde „unit coal", d.i. met zoo ver mogelijk doorgevoerde correcties voor den invloed der minerale bijmengsels op de

uitkomsten van het onderzoek. Teneinde deze gecorrigeerde zuivere koolsubstantie te kunnen vaststellen, moeten de gehalten aan gebonden water, asch en zwavel nauwkeurig bekend zijn.

Hierbij is namelijk in aanmerking te nemen, dat de na verbranding restende hoeveelheid asch geen zuiveren maatstaf oplevert voor de, in het oorspronkelijke koolmonster aanwezige, minerale bijproducten. O.m. zal bij de omvorming van het pyriet in ijzeroxyde een gewichtsvermindering plaats hebben. Tevens verdwijnen bij de gasbepaling globaal de helft van de zwavel, inclusief eenig destillatiewater en enkele gasbestanddeelen uit de minerale stoffen, met de eigenlijke vluchtige bestanddeelen uit het organische grondmateriaal. Bijv. zullen de kleinere hoeveelheden carbonaten meer of minder ontleed worden en koolzuur ontwikkelen. Bovendien is voor de correctie van de verbrandingswarmte met betrekking tot de zuivere kool niet de verbrandingswarmte der zuivere zwavel, doch die van het pyriet, inclusief de vormingswarmte van het ijzeroxyde, in mindering van de calorimeterwaarde te brengen.

Parr wist nu voor de vereischte correcties zeer bevredigende empirische formules op te stellen. De met behulp van deze, voor meer dan 600 Amerikaansche koolmonsters omgerekende verbrandingswarmten van diens „unit coal" en percentages van de „unit volatile matter", werden in hun onderlingen samenhang in een diagram uitgezet. Hij paste hierop de in *fig. 3* weergegeven groepsindeeling toe (vergelijk *fig. 7a*). De langs dezen weg verkregen, alreeds merkbaar geringere spreiding van de individueele monsterwaarden, dan volgens de gebruikelijke werkwijzen, getuigt voor den onloochenbaar wetenschappelijken grondslag der door hem ingevoerde correcties.

Fig. 6a bevat een gelijksoortig diagram van een 150-tal typische Amerikaansche cokeskolen; het werd overgenomen uit een publicatie van Rose (1927). Verder beneden zal deze grafiek nog nader ter sprake komen. Toch kan hier al geconstateerd worden, dat het gehalte aan vluchtige bestanddeelen op zichzelf

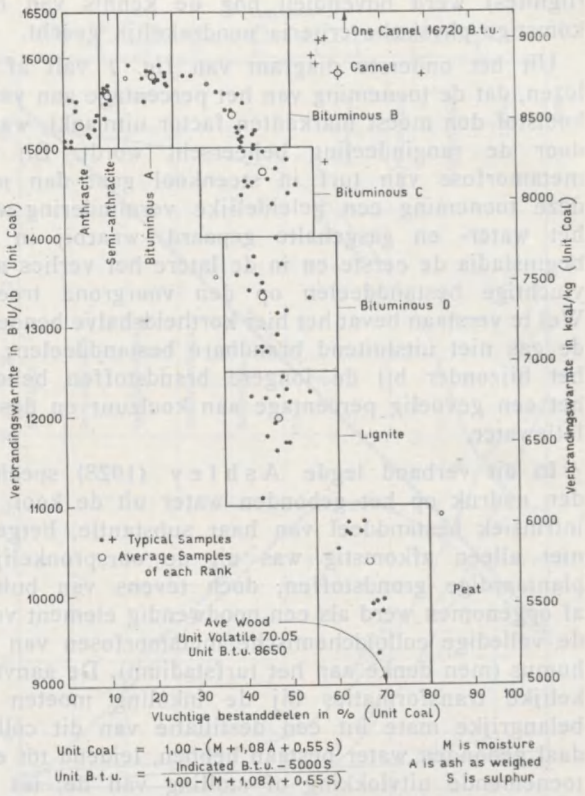


Fig. 3. Ontleend aan Parr.

geen veilig criterium o.m. voor een classificatie der cokeskolen oplevert, aangezien de betreffende waarden voor de high-oxygen coking coals, gas coals en high volatile coking coals elkaar uitgesproken blijken te overlappen. Het diagram bevestigt dus duidelijk het eerder gesignaleerde feit, dat het vooral bij de jongere steenkoolsoorten noodzakelijk is, om — naast een opgave der verbrandingswarmte — over ruimere gegevens met betrekking tot hun samenstelling en gedragingen te kunnen beschikken.

B. Classificatie op grond van de elementair-analyse, tevens in combinatie met sub A.

In het algemeen zal uit chemisch oogpunt de elementair-analyse wel altijd een zuiverder basis voor de rangindeeling der steenkolen opleveren, dan welk geperfectionneerd, hoofdzakelijk op de technische analyse opgebouwd systeem ook. De elementair-analyse geeft toch de chemische samenstelling van de eigenlijke koolsubstantie, waarin de uit het fossiele plantenmateriaal afkomstige grondelementen koolstof, waterstof en zuurstof verreweg overheerschen. Hun relatieve gehalten in het onderzochte monster, omgerekend op het droge, asch-, zwavel- en stikstofvrije materiaal, zullen nauw verband houden met de constitutie van de oorspronkelijke organische grondstoffen en de door deze gedurende de inkoling ondergane omvormingen, d.i. met de karakteristieke eigenschappen van het gedolven eindproduct.

Ralston (1915) publiceerde hier het eerste samenvattende diagram van een 10 000-tal, toen reeds door de U.S. Geological Survey en het U.S. Bureau of Mines verrichte elementair-analyses. Hij stippelde de uit deze analyses met betrekking tot de droge, asch-, zwavel- en stikstofvrije substantie der monsters omgerekende percentages aan koolstof, waterstof en zuurstof in een drieassig of zoogenaamd driehoeksdiagram uit, welks grondslag voldoende duidelijk door het bovenste schema van *fig. 4* weergegeven moge zijn. Men bedenke hierbij, dat onder de gestelde condities voor elk uitgebeeld punt de som van de aldus gecorrigeerde percentages C + H + O = 100 moet bedragen.

Alle verkregen puntwaarden bleken in een dunne, vrij smalle strook te liggen, welke slechts het linker beneden-gedeelte van den gronddriehoek beslaat. Deze band strekt zich uit van het plantaardige materiaal van herkomst met gemidd. 50% koolstof en 44% zuurstof, over de uiteenloopende rangen met toenemenden graad van inkoling, gekenmerkt door een vermeerdering van het koolstofgehalte en een vermindering van het zuurstofgehalte, tot aan grafiet met ongeveer 98% koolstof. In de lagere rangen, tot

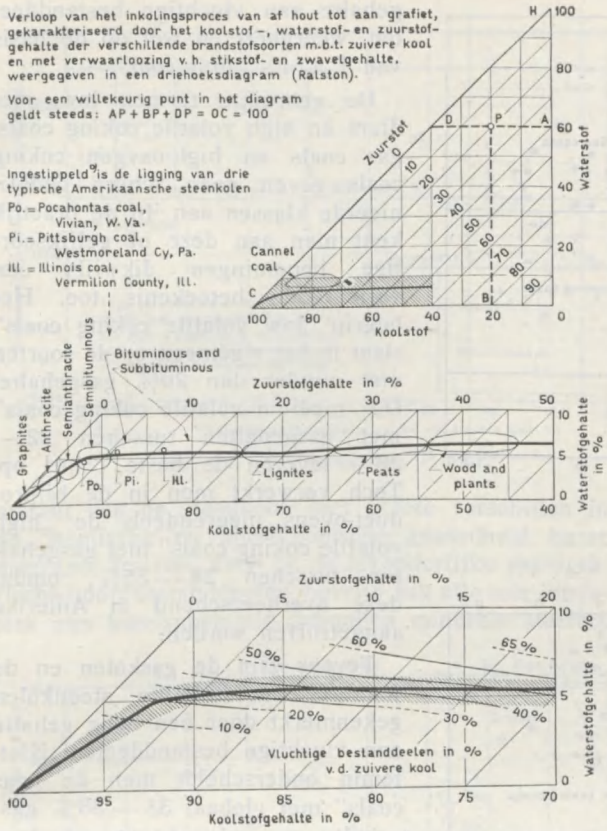


Fig. 4. Ontleend aan Ralston.

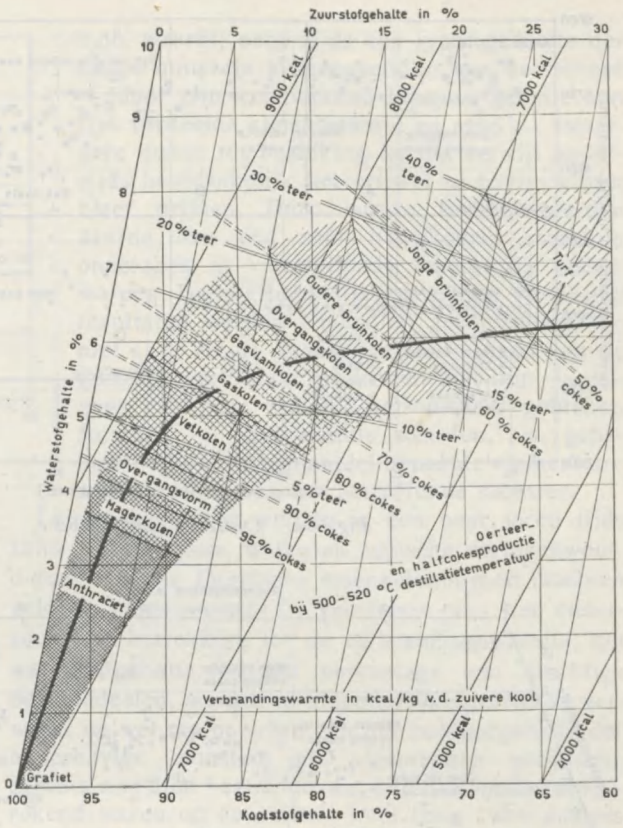


Fig. 5. Ontleend aan Apfelbeck.

aan de semi-bituminous coals of de magere tot halfvette kolen, blijft het waterstofgehalte nog tamelijk constant, terwijl het koolstof- en het zuurstofpercentage in onderling omgekeerden zin veranderen. Bij hoogsten inkolingsgraad zijn het koolstof- en het waterstofgehalte de belangrijkste variabelen.

Alleen de waarden van de cannelkolen, met hun karakteristiek hooge gehalte aan waterstof, liggen markant boven de strook van de meest algemeen voorkomende humuskolen, in welke de humusstoffen quantitatief overheerschend zijn. Men vergelijke overigens deze voorstelling met Parr's *fig. 3*, waarin de groote verbrandingswarmte der cannelkolen haar verklaring vindt in het abnormale percentage aan waterstof, dat in de bewuste brandstofsoort met een hoog gehalte aan bitumina aanwezig is; tevens zijn de cannelkolen gekenmerkt door een hoog gehalte aan vluchtige bestanddeelen.

Aangeteekend zij hierbij, dat de aan de sterkste metamorfosen onderhevige humusstoffen gevormd werden uit de hout- en bastbestanddeelen van de plant, welke den minsten weerstand bieden aan bacteriologische ontbindingen (verrotting en verweering) en aan colloïdchemische afbraakprocessen. Daarentegen vonden de meer stabiele bitumina hun oorsprong in de chemisch bestendigere was- en olieachtige bestanddeelen (opperhuidjes der bladeren, stuifmeelkorrels, algen, enz.), sporen en harsen. Deze stoffen komen pas in het laatste stadium van de inkoling tot geleidelijke ontleding, gepaard gaande met een uiteindelijke verrijking aan koolstof, of een carbonisatie, óók van het bitumen. De verhouding dezer stofgroepen bepaalt het humus- of cannelkarakter van de steenkool. Van de in de natuur aangetroffen kolen behoort verreweg het grootste gedeelte tot de, wel zoo genoemde, gemengde humusgesteenten.

Ralston gebruikte nu verder bij het uitstippelen van de gecorrigeerde analyse-cijfers verschillende merkteekens, ter onderscheiding van de uiteenloopende rangen der verwerkte monsters overeenkomstig de toenmalige Amerikaansche classificatie, gebaseerd op hun technische analyse. Hij kwam daarbij tot het verrassende resultaat, dat het meerendeel van de betreffende punten tevens in zijn nieuwe voorstellingswijze in hun juiste groep viel en wel met slechts geringe overlappingen in elkaar's grensgebieden (zie *fig. 6a* en *6b*). Dit wees op een redelijken samenhang van de elementaire compositie van de brandstof zoowel met haar technische analyse, als met haar verbrandingswarmte.

Door dan ook in het diagram volgens *fig. 4* de punten met betrekking tot de monsters met gelijke gehalten aan vluchtige bestanddeelen, resp. met gelijke verbrandingswarmten, te groepeeren, waren gemiddelde krommen te trekken, die het mogelijk maakten om globaal de elementaire samenstelling van een willekeurige brandstof direct uit deze figuur af te lezen, wanneer slechts haar gasgehalte en/of haar calorische waarde vastgesteld mochten zijn. In *fig. 4* zijn alleen de krommen van gelijke gehalten aan vluchtige bestanddeelen ingeteekend, terwijl het typische verloop van de lijnen van gelijke verbrandingswarmten uit *fig. 5* moge volgen.

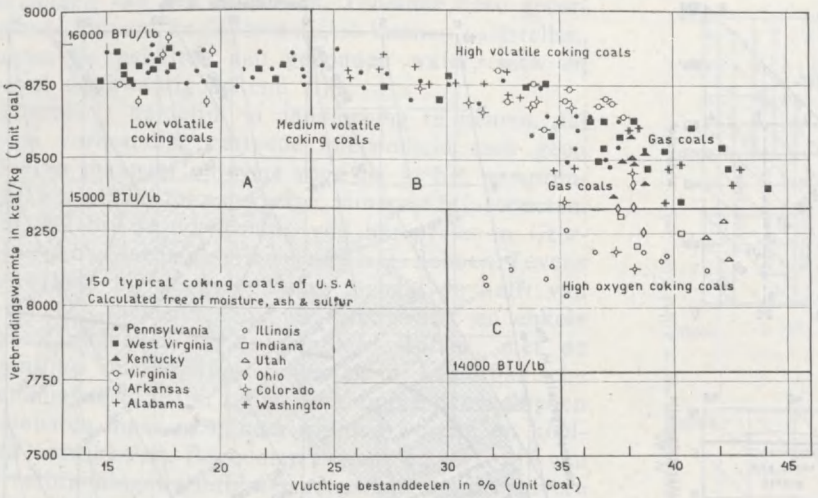


Fig. 6a. Ontleend aan Rose.

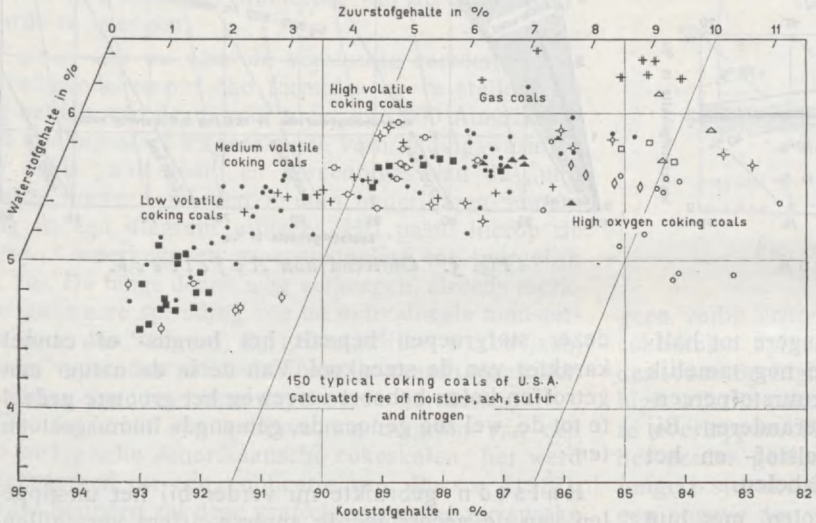


Fig. 6b. Ontleend aan Rose.

In *fig. 5* is namelijk een overeenkomstig diagram voor de Europeesche steenkolen — hier met een vergroote schaal van het waterstofgehalte — weergegeven, hetwelk ontleend werd aan een publicatie van Apfelbeck (1930). Tevens werd door hem op een aantal der verwerkte monsters de destillatie bij lage temperatuur uitgevoerd. Bij deze destillatie wordt de kool tot 500 à 520° C verhit en de daarbij verkregen productie aan destillatiewater, oergas, oerteer en halfcokes bepaald. Langs dezen weg lieten zich de in *fig. 5* overgenomen, gemiddelde krommen van gelijke opbrengsten aan oerteer en halfcokes vaststellen.

In dit verband zeer illustratief zijn vooral de door Rose (1927) overgelegde diagrammen, met betrekking tot een 150-tal typische Amerikaansche cokeskolen, zooals die bereids in ruime mate met succes voor de bijproduct-vercooksing benut werden, hetzij onvermengd of gemengd met steenkool van anderen rang. *Fig. 6b* behelst de resultaten hunner elementair-analyses, uitgezet in een driehoeksdiagram van Ralston, terwijl de reeds sub A vermelde *fig. 6a* hun verbrandingswarmten, als functie van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen, weergeeft en wel op de basis van Parr's „unit coal".

De gebruikte termen low, medium en high volatile coking coals, gas coals en high-oxygen coking coals geven geen scherp gedefinieerde klassen aan. In de practijk kent men aan deze of gelijksoortige benamingen dikwijls een varieerende beteekenis toe. Het begrip „low volatile coking coals" slaat in het algemeen op de soorten met minder dan 20% gasgehalte. De „medium volatile coking coals" met gasgehalten tusschen 22 — 28% leveren de beste cokes op. Toch verwerkt men in de bijproduct-ovens meerendeels de „high volatile coking coals" met gasgehalten tusschen 28 — 35%, omdat deze overheerschend in Amerika aangetroffen worden.

Tevens zijn de gaskolen en de jongere, zuurstofrijke steenkolen gekenmerkt door een hoog gehalte aan vluchtige bestanddeelen. Niettemin onderscheidt men de „gas coals" met globaal 33 — 38% gasgehalte en gekarakteriseerd door een hooge verbrandingswarmte van het uitgedreven gas, welke in het bijzonder geschikt bleken voor de toepassing in de beperktere gasretorten. Tenslotte bevatten de „high-oxygen coking coals" globaal 32 — 42% aan gas en het abnormaal hooge zuurstofgehalte van 8 — 12%. Zij geven een weeke en broze cokes van geringe handelswaarde en een armer gas. Desondanks laten zij zich toch nog met succes vercooksen in bijzondere ovens, bij hoogere temperaturen en een langeren duur van het proces.

In ieder geval kan men nu op grond van deze figuren concludeeren, dat het gehalte aan vluchtige bestanddeelen zonder meer nog geen afdoende criterium oplevert omtrent het te verwachten cokesproduct. Voor een scherpere classificatie blijven hier dus aanvullende gegevens noodzakelijk. Uit de overgelegde diagrammen van Rose blijkt, dat daarvoor hetzij de verbrandingswarmte, hetzij het zuurstofgehalte kan dienen. Er bestaat namelijk wel een redelijk algemeen verband, doch allerminst een specifiek individueel verband tusschen de beide analyse-methoden. Daarom zal men ook de eerder behandelde, bijzondere krommen in de diagrammen van Ralston, Apfelbeck, e.a. hoogstens voor een algemeene oriëntatie mogen benutten.

Een reeds meer bevredigende classificatie wist Grumell (1931) voor de Engelsche steenkolen te scheppen. Hij trachtte hierbij de suggestie van Seyler (1928) te realiseeren, die het brandstofonderzoek niet uitgevoerd wilde zien op het conglo-

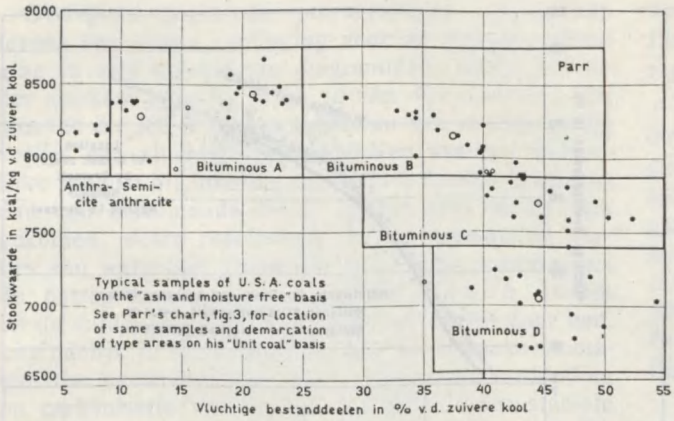


Fig. 7a. Ontleend aan Parr.

meraat van de steenkool, met groote verschillen in de chemische en microscopische geaardheid harer markante fracties, doch op de afzonderlijke petrografische hoofdbestanddeelen, bevrijd van alle niet intrinsiek aan hun substantie gebonden minerale stoffen.

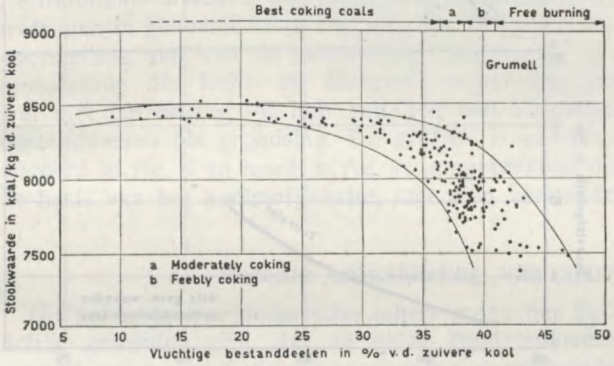


Fig. 7b. Ontleend aan Grumell.

De moderne steenkoolpetrografie, welke zich met de studie van de macro- en microstructuur der vaste brandstoffen bezighoudt, wist namelijk drie belangrijke stofgroepen in het natuurlijke product te onderscheiden, die merkbaar uiteen kunnen loopen in compositie en eigenschappen. Zij komen dikwijls gelaagd in de typische lamellaire kolen, doch veelal bovendien sterk verspreid voor. Het meer homogene *vitriet* ontstond hoofdzakelijk uit de hout- en bastdeelen van de plant, welker structuur wel steeds meer of minder duidelijk te onderkennen blijft. Het *duriet* maakt de amorfe grondmassa uit, die opgebouwd werd uit de meest gevarieerde plantaardige bestanddeelen; somwijlen bevat dit een belangrijk percentage aan sporen en andere bitumenlichaampjes, naast verstrooide deeltjes vitriet, terwijl zich tevens grensgevallen voordoen met een overheerschend percentage aan meer of minder volledig gecarboniseerde humusstoffen. Het meest stabiele *fusiet*, dat zeer verspreid kan optreden, behoudt vrijwel onveranderd de typische en duidelijke structuur van verkoold hout.

Grumell bereikte nu een vrij scherpe scheiding van deze fracties in een bad van chloorcalcium met een soortelijk gewicht van 1,35, waarbij eenerzijds een groot gedeelte der zware minerale bijmengsels en van het tevens — door zijn kenmerkend hoogere gehalte aan fijn verdeelde kleisubstantie en zand — zwaardere duriet tot bezinking kwam, terwijl anderzijds hoofdzakelijk het vrijwel aschvrije vitriet bleef drijven. Deze laatste fracties werden daarna aan een zeer nauwkeurig chemisch onderzoek in verschillende laboratoria onderworpen. De onafhankelijk van elkaar verkregen resultaten werden bovendien gecontroleerd op niet al te groote onderlinge afwijkingen van de gemeten verbrandingswarmten met hun — volgens een paar redelijk betrouwbaar gebleken formules — nagerekende waarden, t.w. gebaseerd op de experimenteel bepaalde elementaire samenstelling van het betreffende monster.

Langs dezen weg werden in een paar jaren tijds ruim 240 monsters, welke als typische vertegenwoordigers van alle Engelsche steenkolenmijnen mochten gelden, geanalyseerd. De resultaten van het onderzoek met betrekking tot de verbrandingswarmte, het waterstofgehalte en het percentage aan vluchtige bestanddeelen, werden in afzonderlijke grafieken verwerkt en wel ten opzichte van het koolstofgehalte der onderhavige monsters als algemeenen grondslag. Slechts met dien verstande, dat alle uitkomsten omgerekend waren op de zuivere kool (Eng.: dry ashless basis) en op een gelijkwaardig gemiddeld zwavelgehalte van 1,5%.

De door Grumell overgelegde diagrammen zijn in *fig. 9* en *10* gereproduceerd, alleen wat betreft *fig. 9* onder omrekening van de oorspronkelijk gegeven verbrandingswarmten in hun stookwaarden, met verwerking van de in diens artikel o.m. tabellarisch samengevatte waterstofgehalten. Niet overgenomen werd de dichte groepeering van de overmaat aan punten, welke binnen de geharceerde banden van de stookwaarden en waterstofgehalten vielen. In ieder geval geven de figuren voldoende duidelijk de opvallend geringe spreiding van het meerendeel der cijfers

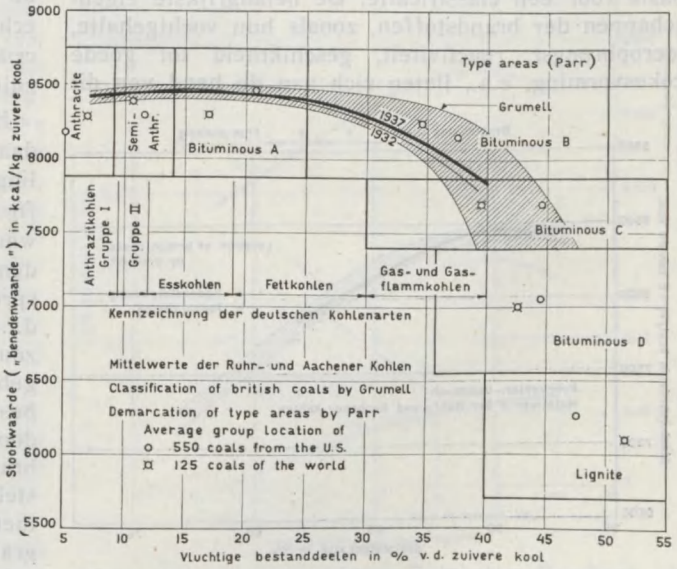


Fig. 7c. Ontleend aan Ruhrkolen-Handbuch.

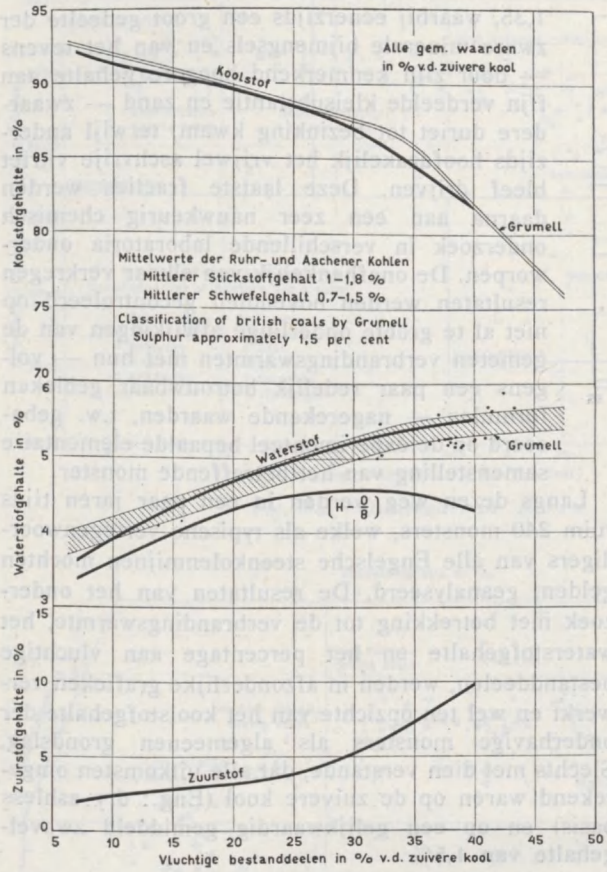


Fig. 8. Vergelijk met fig. 7b. en 7c.

weer, die toegeschreven moest worden aan het feit, dat het hoofdzakelijk ging om de meest homogene stofgroep vitriet uit de steenkool. Tevens was door een gevoelige vermindering van het aschgehalte bij de voorbereidende scheiding, de varieerende invloed hiervan op de uitkomsten van het onderzoek tot een minimum teruggebracht (vergelijk de vroegere opmerkingen bij Parr).

Grumell koos nu het verbrandingswarmtediagram volgens *fig. 9* als de meest bevredigende basis voor een classificatie. De belangrijkste eigenschappen der brandstoffen, zooals hun vochtgehalte, teeropbrengst, reactiviteit, geschiktheid tot goede cokesvorming, e.a., lieten zich aan de hand van dit

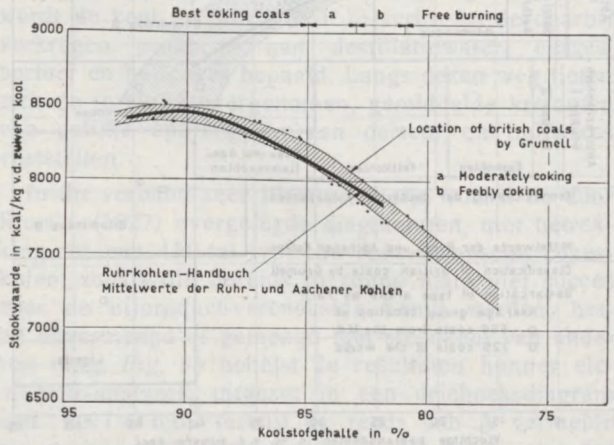


Fig. 9. Ontleend aan Grumell en Ruhrkohlen-Handbuch.

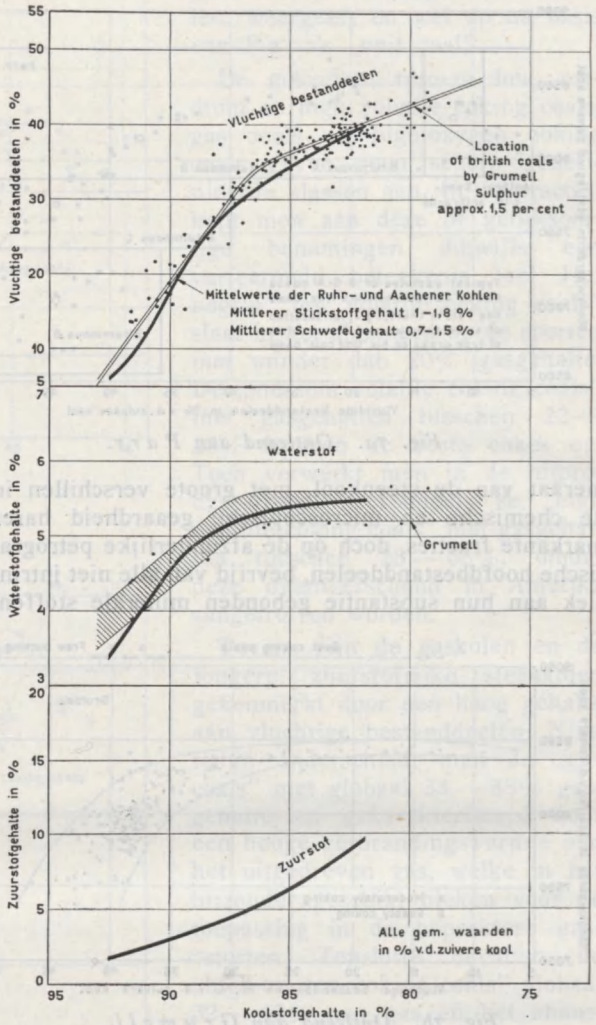


Fig. 10. Vergelijk met fig. 9.

diagram met een redelijke zekerheid voorspellen. Hij poneerde bijv. het boven langs de figuur aangegeven schema voor de gesteldheid van het cokesproduct, op de basis van het koolstofgehalte. In verband met de geringe spreiding van de stookwaarden leenen echter ook deze zich nog uitstekend als algemeen criterium, ter vervanging van het veel moeilijker zuiver te bepalen koolstofgehalte.

Het gehalte aan vluchtige bestanddeelen blijkt daarentegen als grondslag voor een scherpere indeeling weer veel minder geschikt te zijn. Behalve uit *fig. 10* is dit af te lezen uit *fig. 7b*, waarin de stookwaarden als functie van het gasgehalte uitgezet werden. Vooral in de laatste figuur springt de groote spreiding der punten met betrekking tot het jongere, d.i. onvolledige gecarboniseerde materiaal in het oog, zooals deze reeds in *fig. 6a* tot uiting kwam. In dit gebied wordt dus blijkbaar het gehalte aan vluchtige bestanddeelen nog in belangrijke mate beheerscht door individueele verschillen in de structuur van de brandstof, onafhankelijk van haar elementaire samenstelling. Deze merkbare verschillen verdwijnen bij toenemende carbonisatie der uiteenloopende petrografische fracties, doordat zich dan een steeds meer gelijkvormig product ontwikkelt.

Overigens geeft de petrografische wetenschap tevens een mooie verklaring voor de typische afbuiging in alle behandelde diagrammen, welke bijzonder markant is in *fig. 9* en *10* van Grumell. Hij meende die toe te mogen schrijven aan een bestendig verlies aan vluchtige bestanddeelen van het natuurlijke product bij inkoling tot ca 86% koolstof, waarna dan een bijkomende factor in het spel moest zijn gekomen, welke resulteerde in een toenemend verlies aan waterstof. Ongeveer gelijktijdig kwamen nu de petrografen Lehmann en Stach (1930) tot de ontdekking, dat dit veroorzaakt wordt door een, uiteindelijk in het laatste stadium der steenkoolmetamorfose eveneens intredende, natuurlijke ontbinding en carbonisatie van de oorspronkelijk zeer stabiele bitumenlichaampjes (Am.: stabile protobitumins). De gesignaleerde afbuigingen in de brandstofkarakteristieken dekken zich volkomen met den hier door hen genoemden „inkolingssprong", die pas op de grens tusschen de gas- en vetkolen het inkolingsproces, en wel vooral van het duriet, sprongsgewijze beïnvloedt.

Tenslotte werden ook enkele gegevens uit het *Ruhrkohlen-Handbuch* 1937 overgenomen. Ten eerste treft men in genoemd boek een tabel en een grafische voorstelling aan van de gemiddelde elementaire samenstelling der Ruhr- en Akensche steenkolen, en wel met betrekking tot hun gehalten aan vluchtige bestanddeelen als grondslag. De grafiek is gereproduceerd in *fig. 8* en werd in *fig. 10* omgeteekend op de basis van het koolstofgehalte, met dien verstande dat de Akensche kolen (tot welk veld tevens de Limburg-kolen behooren) daarvan slechts het gebied tusschen ca 7 — 30% gasgehalte bestrijken.

Vooral belangrijk zijn bovendien enkele tabellarisch, doch nog niet grafisch verwerkte gegevens omtrent de gemiddelde elementair-analyses der Saarkolen. Hierin springen hun abnormaal lage koolstofgehalten, naast dus hun hooge zuurstofgehalten, in het oog. Men moet daaruit de gevolgtrekking maken, dat het in deze landstreek om een product gaat, hetwelke een frappante overeenkomst vertoont met de Amerikaansche, zoogenaamde „high oxygen coals" (Vergelijk de *fign. 6a* en *6b*).

De Saar-kolen met gasgehalten tusschen 31 — 40% en zuurstofgehalten van 6 — ca 10% (C = 87 — 83%), met een gemiddelde stookwaarde van 8 200 kcal/kg leveren nog een zeer goed bakkende en meer of minder gezwollen cokes, terwijl daarentegen de soorten met 38 — 42% gasgehalte en ruim 10 — 12% zuurstofgehalte (82 — 78% C), met de ongewoon lage gemiddelde stookwaarde van 7 700 kcal/kg, slechts een gesinterde cokes produceeren. Bij de eerste groep spreekt men van Saarvetkolen, die zich feitelijk — wat hun gasgehalte betreft — dekken met de gas- en gasvlamkolen uit het Ruhrgebied (zie *tabel 2*). De tweede groep der zoogenaamde Saar-vlamkolen is dan meer in het bijzonder gekenmerkt door een karakteristiek hoog gehalte aan zuurstof.

C. Recente ontwikkeling van aanvullende criteria voor de classificatie.

Uit bovenstaande historische schets moge het duidelijk geworden zijn, dat de beide fundamenteele methoden van classificatie in menig geval onvoldoende bleken, om het onderzochte materiaal zoo volledig mogelijk te karakteriseeren. Dit leidde vooral de laatste twee decennia tot een intensieve bestudeering van bijkomstige physische eigenschappen der brandstof, waarbij tevens de moderne steenkoolchemie en -petrografie veel ter verklaring bijdroegen.

Allereerst moeten de zeer grondige en systematische onderzoekingen aangestipt worden, die betrekking hebben op de destillatie van het product. Het door de technische analyse bepaalbare gehalte aan vluchtige bestanddeelen is hierbij slechts van oriënteerend belang, omdat bovendien de petrografische constitutie van de substantie van grooten invloed op de resultaten kan zijn. Daarom blijven altijd aanvullende experimenten noodzakelijk, wil men nauwkeurig de opbrengst en geaardheid leeren kennen, eenerzijds van de zoogenaamde bijproducten, t.w. de uitgedreven gassen en teerdampen (inclusief het destillatiewater en gebonden water), anderzijds van het meest waardevolle, hoog gecarboniseerde cokes-residu (of de vaste koolstof inclusief de asch).

Als voorbeeld zijn in *fig. 11* de gemiddelde uitkomsten weergegeven van destillaties van Ruhrkolen bij hooge temperatuur en wel in hun afhankelijkheid van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen; de hoeveelheid ontweken destillatiewater is hierin niet opgenomen. Verder bevat *fig. 12* een beeld van het zich sterk wijzigende verloop van de volumetrische samen-

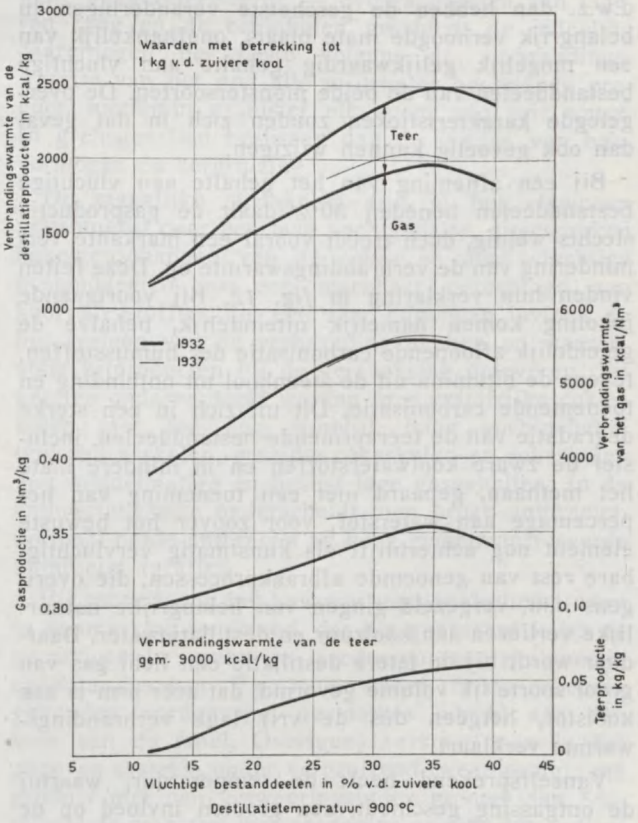


Fig. 11. Ontleend aan Ruhrkohlen-Handbuch.

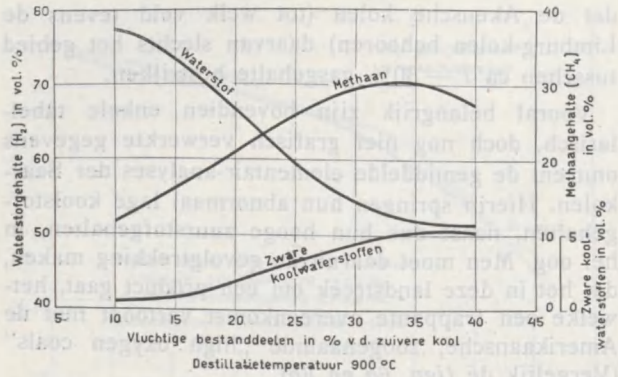


Fig. 12. Ontleend aan Ruhrkolen-Handbuch.

stelling van het gas, echter exclusief de nog in beperkte mate of in het geheel niet meer verbrandbare componenten koolmonoxyde, koolzuur en stikstof. Uit deze grafieken laten zich de volgende algemeene conclusies trekken.

De steenkolen met een gehalte aan vluchtige bestanddeelen tusschen 30 en 35% produceeren het meeste gas met de hoogste verbrandingswarmte. Bij een toeneming van dit gehalte, gepaard gaande met een merkbare vergrooting van het zuurstofpercentage (vergelijk *fig. 8*), vormt zich steeds meer destillatiewater en begint de opbrengst van het gas zelfs een weinig terug te loopen, waarin tevens het koolzuuraandeel stijgt, met als gevolg een gelijktijdige daling van zijn verbrandingswarmte. Zou de steenkool uitgesproken rijk aan zuurstof zijn (bijv. denke men aan de Saarkolen), dan splitst zich een evenredig grooter gedeelte hiervan af als water en koolzuur, d.w.z. dan hebben de geschetste veranderingen in belangrijk verhoogde mate plaats, onafhankelijk van een mogelijk gelijkwaardig gehalte aan vluchtige bestanddeelen van de beide monstersoorten. De overgelegde karakteristieken zouden zich in dat geval dan ook gevoelig kunnen wijzigen.

Bij een afneming van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen beneden 30% daalt de gasproductie slechts weinig, doch treedt vooral een markante vermindering van de verbrandingswarmte op. Deze feiten vinden hun verklaring in *fig. 12*. Bij voortgaande inkoling komen namelijk uiteindelijk, behalve de geleidelijk afloopende carbonisatie der humusstoffen, tevens de bitumina uit de steenkool tot ontbinding en toenemende carbonisatie. Dit uit zich in een sterke degradatie van de teervormende bestanddeelen, inclusief de zware koolwaterstoffen en in mindere mate het methaan, gepaard met een toeneming van het percentage aan waterstof, voor zoover het bewuste element nog achterblijft als kunstmatig vervluchtigbare rest van genoemde afbraakprocessen, die overigens o.m. vergezeld gingen van belangrijke natuurlijke verliezen aan koolzuur en destillatiewater. Daardoor wordt bij de latere destillatie een licht gas van groot soortelijk volume gevormd, dat zeer arm is aan koolstof, hetgeen dus de vrij lage verbrandingswarmte verklaart.

Vanzelfsprekend heeft de temperatuur, waarbij de ontgassing geschiedt, een grooten invloed op de resultaten. Zoo zullen bij de destillatie bij lage temperatuur de vluchtige bestanddeelen uit de koolsubstantie minder volledig uitgedreven worden. Bij de verhitting ontwijken het eerst de teerdampen, die nu echter door de lagere eindtemperatuur in uiterst geringe mate ontleden in zware en lichtere koolwaterstofverbindingen, door het zoogenaamde crackingproces. Dan vervluchtigen achtereenvolgens de zware koolwaterstoffen en het methaan uit de humusstoffen. Het aandeel van de, anders het laatst overgaande waterstof, blijft in dit geval zeer beperkt. Door het een en ander heeft een sterk verhoogde opbrengst plaats van nog weinig ontlede en daarom zoo genoemde oerteer, terwijl omgekeerd de eigenlijke gasproductie gevoelig terugloopt, o.m. ten gevolge van de geringe verrijking met gecrackte gassen uit de teerdampen; hierdoor ondergaat tevens de gassamenstelling een grondige wijziging.

Bovendien speelt bij de genoemde onderzoekingen het cokesproduct een belangrijke rol. Op dit gebied werden reeds legio studies gepubliceerd, die den samenhang tusschen het experimenteel te bepalen bak-, resp. opzwellingsvermogen en de chemische en petrografische constitutie van de brandstof trachtten vast te stellen. Ook hier werd bereids veel ter verheldering bijgedragen, o.m. wat betreft den invloed van de kenmerkende oxydatie of verweering bij de jongere steenkoolsoorten op de geaardheid van het te verwachten cokesresidu. Met het oog op de practijk werden ondertusschen enkele, vrijwel unaniem aanvaarde criteria ontwikkeld met betrekking tot den graad van samenwelling en den weerstand tegen vergruizing van het residu, resp. bij druk- en schokbelasting.

Verder verschijnen doorloopend waardevolle publicaties over de meest uiteenloopende eigenschappen, zooals de meer of mindere geneigdheid tot aanbranding, i.c. de reactiviteit van de brandstof, haar vlamkarakteristieken, de roet- en rookvorming, de samenstelling van de asch, het aschsmeltpunt, e.a. Afzonderlijk te noemen ware het onderzoek omtrent de neiging tot vergruizing, die weer vooral uitgesproken is bij de jongere steenkoolsoorten. Blijkbaar is daarop eveneens de petrografische constitutie van het product van invloed. Ook hiervoor werd alreeds een zeer bruikbaar criterium ingevoerd, om den graad van vergruizing, na intermitteerende versnelde droging en onderdompeling in water, meer uniform in het laboratorium te kunnen vaststellen.

In laatst verband geeft overigens het in de gedolven steenkool aanwezige mijnwater belangrijke aanwijzingen. Hoewel dan ook de zuivere kool als basis bij een vergelijking van de hooger gecarboniseerde soorten voordeelen kan hebben, is het niet alleen wenschelijk, doch noodzakelijk, om de brandstoffen van lageren rang te classificeeren op den grondslag van de analyse-resultaten, speciaal met betrekking tot het nog alle mijnwater (d.i. gebonden water) bevattende monster. Tot deze conclusie waren de geologen reeds van ouds gekomen en later alle anderen, die meer met de constitutie van het lager ingekoolde materiaal vertrouwd raakten. Momenteel kan het als een overwonnen standpunt beschouwd worden.

Tenslotte rest een korte aanteekening over de asch. Gewoonlijk bevinden zich belangrijk uiteenloopende aschgehalten aan de petrografische componenten van de steenkool gebonden, t.w. een zeer laag percentage donker- tot lichtbruine asch van hoofdzakelijk plantaardigen oorsprong aan het homogene vitriet, een relatief groote hoeveelheid lichtgrijze asch aan het amorfe duriet, grootendeels bestaande uit kleisubstantie (aluminiumsilicaat) en fijn verdeeld zand en pyriet, en een sterk wisselend aschgehalte van varieerende kleur aan het fusiet. De celholten van het poreuze fusiet werden namelijk meestal gevuld met kalkhoudend water, waaruit zich in hoofdzaak kalkspaat afzette, terwijl ook in deze tevens pyriet voorkomt. Zoowel voor het fusiet als het duriet gaat het daarbij dus om vreemde minerale bijmengsels of anorganische stoffen, die tijdens de turfvorming in de afzettingslagen binnendrongen.

Veroorzaakt door de gesignaleerde karakteristieke verschillen in hun chemische samenstelling, loopen bovendien de smeltpunten van de asch merkbaar uiteen en wel globaal van 1 300 — 1 600° C voor het duriet, van 1 000 — 1 300° C voor de plantaardige asch uit het vitriet en voor het fusiet van 1 050 — 1 150° C af, welke temperatuur niettemin op kan loopen tot 1 400 — 1 500° C bij een hoog gehalte aan vloeimiddelen, t.w. respectievelijk bij een gevoelig percentage aan ijzererts of fosfor.

De Amerikaansche standaardclassificatie.

De van het jaar 1926 af regelmatig te Pittsburgh gehouden internationale conferenties over steenkool hebben in belangrijke mate bijgedragen tot het brengen van meer eenheid in de somwijlen sterk uiteenloopende classificatiesystemen der verschillende landen. Tevens werden in 1927, onder de auspiciën van de American Society for Testing Material (A. S. T. M.), een drietal technische commissies georganiseerd, met het doel om voor de Noord-Amerikaansche steenkolen een uniforme classificatiebasis te scheppen. De eerste commissie werd belast met de wetenschappelijke indeeling; de tweede met een meer op de technische toepassing der steenkool gerichte indeeling, welke echter zooveel mogelijk met de eerste moest correleeren; de derde commissie had alle handelsgegevens te verzamelen, die voor de beide andere van nut konden zijn.

Verder gaven deze pogingen een belangrijken stoot aan de ontwikkeling van de moderne steenkoolchemie en -petrografie, welke een veel scherpere indeeling mogelijk bleken te maken, gebaseerd op de colloïdchemische analyse van de humussubstantie en het bitumen uit het monster, resp. op het microscopische onderzoek naar de algemeene structuur van het gedolven product. Wilde men overigens tot een classificatie met de meest ruime geldigheid komen, dan bleek het eveneens noodzakelijk te zijn, om de bij het onderzoek gebruikte instrumenten en de daarop toegepaste werkwijzen aan strenge internationale regels te binden.

Ook in de laatste richting werd reeds veel bereikt, o.m. door de Europeesche commissie I.S.A. 27 voor het gebied der vaste brandstoffen, welke in 1930 geïnstalleerd werd onder bescherming van de International Federation of the National Standardizing Associations (I.S.A.), met haar secretariaat in Engeland. In dit verband zij er op gewezen, dat tevens reeds door het meerendeel der nationale normalisatieraden standaardvoorschriften werden uitgegeven, welke aansluiten op den arbeid van de genoemde commissie. Het is noodzakelijk om deze meer algemeen te gaan toepassen, in plaats van de nog te dikwijls gevolgde conventioneele werkwijzen.

Tenslotte slaagden de eerste twee der hooger vermelde commissies der A.S.T.M. erin, om op grond van diepgaande studies omtrent de gebruikelijke classificatiesystemen der verschillende landen, tot een practische standaardindeeling te komen met verruimde internationale toepassingsmogelijkheden. Deze classificatie volgens den rang der humuskolen (zie tabel op pag. 38: Classification of Coals by Rank) is gebaseerd op hun graad van metamorfose of progressieve inkoling, in de natuurlijke reeks van bruinkool af tot aan anthraciet.

Als meest markante grondslag dienen het percentage aan vaste koolstof en de verbrandingswarmte (in British thermal units), omgerekend op het aschvrije product. De steenkolen van hoogeren rang en het anthraciet laten zich afdoende indeelen volgens hun gehalte aan vaste koolstof met betrekking tot de zuivere kool (of wel unit coal), d.i. de tevens watervrije substantie. Voor de — door een hoog vochtgehalte gekarakteriseerde — overgangskolen van lageren rang en de bruinkolen geschiedt de indeeling daarentegen het beste volgens de verbrandingswarmte van het nog alle mijnwater bevattende product, niettemin exclusief elk spoor van vrij water. In grensgevallen beslissen dan de graden van bakvermogen en vergruizing.

De eigenlijke steenkolen zijn in het algemeen gekenmerkt door een laag vochtgehalte, uitgesproken bakeigenschappen van de cokes en door vluchtige bestanddeelen met een merkbaar percentage aan koolwaterstoffen, die een zeer gunstigen invloed op het verloop van de verbranding hebben en waardevolle bijproducten bij de vercooksing opleveren. Zij kunnen onderverdeeld worden in zuurstofrijke cokeskolen met een nog tamelijk hoog vochtgehalte, typische gaskolen, gasrijke cokeskolen en cokeskolen met middelmatige en beslist lage gasgehalten. In de anthraciet-klasse onderscheidt men broze anthraciet, normaal harde anthraciet en hoog gemetamorfoseerde anthraciet (grafiet).

Bij gebruik van het bewuste standaardschema ware in aanmerking te nemen, dat het gebaseerd is op de gecorrigeerde aschvrije producten overeenkomstig de formules van Parr, en moet tevens rekening gehouden worden met de notitie sub b) aan den voet van de tabel. Overigens verstaat men in het gegeven systeem onder vergruizend (weathering): elk product met een verweeringsindex grooter dan 5%, terwijl de monsters met zoodanige gemiddelde indices beneden 5% als niet-vergruizend (non-weathering) op

American Standard

Classification of Coals by Rank

A. S. T. M. Designation: D 388 — 38

Issued as Tentative, 1934; Adopted in Amended Form, 1937; Revised, 1938

Legend: F. C. = Fixed Carbon V. M = Volatile Matter B. t. u. = British thermal units

Class	Group	Limits of Fixed Carbon or B.t.u. Mineral-Matter-Free Basis *a)*	Requisite Physical Properties
I. Anhracitic	1. Meta-anthracite	Dry F.C., 2 > per cent Dry V.M., 98 < ,, ,,	
	2. Anthracite	Dry F.C., 92—98 ,, ,, Dry V.M., 8— 2 ,, ,,	
	3. Semianthracite	Dry F.C., 86—92 ,, ,, Dry V.M., 14— 8 ,, ,,	Non-agglomerating If agglomerating, classify in II. 1
II. Bituminous There may be noncaking varieties in each group	1. Low volatile bituminous coal	Dry F.C., 78—86 ,, ,, Dry V.M., 22—14 ,, ,,	
	2. Medium volatile bituminous coal	Dry F.C., 69—78 ,, ,, Dry V.M., 31—22 ,, ,,	
	3. High volatile A bituminous coal	Dry F.C., < 69 ,, ,, Dry V.M., > 31 ,, ,, Moist B.t.u. 14 000 <	*b)* Either agglomerating or non-weathering. *c)*
	4. High volatile B bituminous coal	Moist B.t.u. 13 000—14 000	
	5. High volatile C bituminous coal	Moist B.t.u. 11 000—13 000	
III. Subbituminous	1. Subbituminous A coal	Moist B.t.u. 11 000—13 000	Both weathering and nonagglomerating
	2. Subbituminous B coal	Moist B.t.u. 9 500—11 000	
	3. Subbituminous C coal	Moist B.t.u. 8 300— 9 500	
IV. Lignite	1. Lignite	Moist B.t.u. < 8 300	Consolidated
	2. Brown coal	Moist B.t.u. < 8 300	Unconsolidated

a) Moist B.t.u. refers to coal containing its natural bed moisture, but not including visible water on the surface of the coal.

b) Coals having 69 per cent or more fixed carbon (c.q. 31 per cent or less volatile matter) on the dry mineral-matter-free basis shall be classified according to fixed carbon, regardless of B.t.u.

c) There are three varieties of coal in the high-volatile C bituminous coal group, namely: Variety 1, agglomerating and non-weathering; Variety 2, agglomerating and weathering; Variety 3, non-agglomerating and non-weathering.

Calculations from „moist" basis (see a), Parr Formulas:

$$\text{Dry, Mm-free F. C.} = \frac{\text{B.t.u.}—0{,}15\ \text{S}}{100 — (\text{M} + 1{,}08\ \text{A} + 0{,}55\ \text{S})} \times 100$$

$$\text{Dry, Mm-free V. M.} = 100 — \text{Dry, Mm-free F.C.}$$

$$\text{Moist, Mm-free B. t. u.} = \frac{\text{B.t.u.} — 50\ \text{S}}{100 — (1{,}08\ \text{A} + 0{,}55\ \text{S})} \times 100$$

Mm = mineral matter
B.t.u. = B.t.u. as indicated
F.C. = fixed carbon, percentage
V.M. = volatile matter, ,,
M = moisture, ,,
A = ash, ,,
S = sulphur, ,,

te vatten zijn. Verder rekent men alle steenkolen, die tijdens de kroesproef een cokeskoek produceeren, welke een gewicht van 500 g kan dragen zonder te verpoederen (waarbij hij hoogstens in enkele vaste stukken mag breken), of welke een duidelijke gezwollen of celstructuur vertoont, tot de bakkende (agglomerating) soorten.

Wat betreft de bepaling van den verweeringsindex, hierbij is voorloopig de volgende werkwijze toe te passen. Men droogt eerst gedurende 24 uren 500 tot 1 000 g van 1″ tot 1½″ nootjes bij een temperatuur van 30 — 35° C en een vochtigheidsgraad van 30 — 35% der ovenatmosfeer (luchtdroging). Dan dompelt men de brokstukken één uur lang in water onder en laat deze na uitdruipen weer 24 uren, als voren, in de stoof drogen. De veroorzaakte graad van desintegratie wordt gemeten door middel van een 8″ draadzeef met openingen van 0,263 kwadraat inch. Het meerdere gewichtspercentage van het monster, dat door de zeef passeert, na aftrek van den doorval bij een proef met een gelijke gewichtshoeveelheid van het materiaal van uitgang, noemt men den verweerings- of vergruizingsindex van de kool.

In verband met de belangrijkheid der bepaling van de vaste koolstof voor een meer uniforme classificatie, ware vooral bij deze zoogenaamde kroesproef naar de grootst mogelijke overeenstemming te streven, welke echter ten gevolge van haar arbitraire en conventioneele karakter wel het moeilijkst te bereiken zal zijn. De voornaamste verschillen betreffen de verwerkelijkte destillatietemperatuur (die varieert tusschen ca 900 en 1 050° C), de verhittingswijze (afwijkende gasbranders) en den duur. Een algemeene overeenkomst blijkt alleen te bestaan voor de afge-

wogen hoeveelheid (1 g), de afmetingen van de kroes en het materiaal daarvan (platina, eventueel kwarts). Men zal daarom slechts door vergelijkende proeven den graad vast kunnen stellen van de onderlinge verschillen in de resultaten, verkregen bij uitvoering van het onderzoek volgens de uiteenloopende voorschriften.

Bovendien is de uiterste zorg aan de monsterneming en -verwerking van een vaste brandstof te besteden. De meer recente studies omtrent deze materie leerden namelijk, dat de gelaagd of verspreid voorkomende petrografische hoofdbestanddeelen belangrijk van elkaar afwijkende eigenschappen bezitten. Wil men dan ook verzekerd zijn van het trekken van een goed gemiddeld monster, zoo zullen daarvoor nauwkeurig omschreven manipulaties opgevolgd moeten worden. Tevens waren de reeds aan de mijn behandelde en gescheiden, of door opslag verweerde soorten niet voor een algemeene classificatie in aanmerking te nemen.

Verder kan de positie van een onderzochte kool in de inkolingsschaal nog gecondenseerd weergegeven worden door een paar symbolen, zooals bijvoorbeeld:

(62 — 81,0),

waarin de opsluiting tusschen haakjes beteekent, dat de getallen gebaseerd zijn op de aschvrije substantie. Het eerste cijfer geeft het afgeronde percentage aan vaste koolstof (61,7%) en het tweede de verbrandingswarmte in kcal/kg, afgerond op vijftigtallen (8 120 kcal). Wanneer het bakvermogen of de vergruizing een aanvullende rol bij de classificatie spelen, dan is dit door verkorte letterteekens achter de haakjes te vermelden (niet bakkend). Evenzoo zijn de gradueele verschillen (Am.: Classification by Grade) in de stukgrootten (30/50 mm), het aschgehalte (tusschen 4,1 — 6%), het aschsmeltpunt (1 565° C) en het zwavelgehalte (1,25%) in afgeronde cijfers achter de eerste waarden toe te voegen:

(62 — 81,0) nb, 30/50 mm — A 6 — T 15,5 — S 1,2.

Tenslotte valt bij de overgelegde hoofdtabel aan te teekenen, dat deze geen betrekking heeft op de in veel mindere mate voorkomende steenkoolsoorten (cannel- en bogheadkolen), die gekenmerkt zijn door bijzondere physische en chemische eigenschappen, welke somwijlen merkbaar afwijken van die der humuskolen. De bewuste bitumenrijke brandstoffen bevatten altijd minder dan 48% vaste koolstof m.b.t. de droge en aschvrije kool en hebben een verbrandingswarmte hooger dan 15 500 B.t.u. op de basis van de aschvrije, doch waterhoudende kool.

De amorfe bogheadkolen behooren tot de, uit waterorganismen ontstane, gesteentegroep der sapropelieten; zij werden volledig gevormd uit microplanten (algen), die vrij van lignine en rijk aan vette oliën zijn. De cannelkolen ontstonden echter, evenals de humuskolen, voornamelijk uit de houtbestanddeelen van land- en moerasplanten, doch onder dusdanige omstandigheden, dat tevens de humusleverende substantie van het hout tot verregaande ontbinding kwam. Uiteindelijk restte ook daarbij een amorf product, hetwelk zeer rijk aan bitumenlichaampjes is, t.w. afkomstig van sporen, was- en harsbestanddeelen uit de oorspronkelijke planten.

(Wordt vervolgd).

Literatuur.

Deel I.

A. C. Fieldner. The Classification of North American Coals. *Proceedings of the Second International Conference on Bituminous Coal*, 1928. Vol I, p. 632—650. Disc: G. H. Ashley p. 650—661.

H. I. Rose. Progress in the Classification of Coals of the U. S. *Proc. Third Int. Conf. Bit. Coal*, 1931. Vol II, p. 838—849.

M. R. Campbell. American Coal Supply, etc. *U. S. Geological Survey*, Professional Paper No. 100 A (1922).

S. W. Parr. The Classification of Coal. *University of Illinois*, Bulletin No. 180 (1928).

H. I. Rose. Selection of Coals for the Manufacture of Coke. *Trans. of the Am. Inst. of Mining and Metallurgical Engs*, 1927 (74), p. 600—636.

O. C. Ralston. Graphic Studies of Ultimate Analyses of Coal. *U. S. Bureau of Mines*, Technical Paper No. 93 (1915).

Apfelbeck. Entstehung, Veredlung, Verwertung der Kohle. Vorträge, gehalten an der Deutschen T. H. in Prag. Berlin 1930.

E. S. Grumell. Classification of British Coals. *Proc. Third Int. Conf. Bit. Coal*, 1931. Vol II, p. 850—877.

C. A. Seyler. The Classification of Coal. Paper, *Trans. of the Am. Inst. of Mining and Metallurgical Engs*, 1928 (75).

R. Thiessen. Some Recent Developments on the Constitution of Coal. *Proc. Sec. Int. Conf. Bit. Coal*, 1928. Vol I, p. 695—761.

E. Stach. Lehrbuch der Kohlenpetrographie, Berlin 1935.

Ruhrkohlen-Handbuch, Berlin 1937.

Classification of Coals by Rank. A. S. T. M. Designation: D 388—38. American Standards Association. No.: M 20.1—1938.

Classification of Coals by Grade. A. S. T. M. Designation: D 389—37. A. S. A. No.: M 20.2—1937.

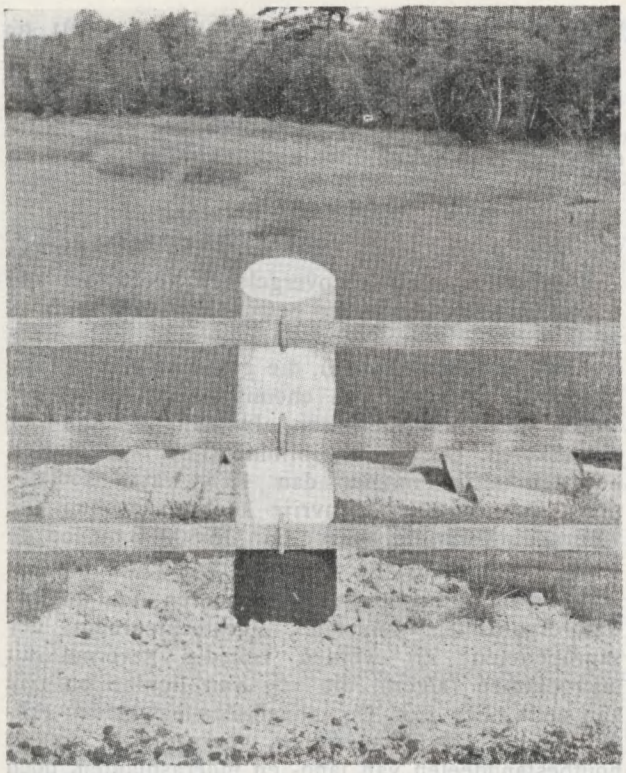
B. S. Method for the Crucible Swelling Test for Coal.
British Standards Institution. No. 804 — 1938.

B. S. Methods for the Ultimate Analyses of Coal and Coke.
B. S. No. 687 — 1936.

Prüfung von Brennstoffen. Feste Brennstoffe. Bestimmung des Aschegehaltes.
Deutsche Normen. Din/DVM 3721—1934.

Idem. Bestimmung des Verkokungsrückstandes und der flüchtigen Bestandteile fester Brennstoffe.
Din/DVM 3725 — 1939.

Voorschriften voor de monsterneming en het onderzoek van vaste brandstoffen. V.V.B. 1938. N 1011. Ned. Normalisatie.



DE DOOD OP DEN WEG . . . . . .

Men kan schier geen krant oppakken, of men leest van automobielongelukken, zeer vaak met een of meer slachtoffers.

Slachtoffers, die niet hadden behoeven te vallen. Vele ongelukken hadden in hun allerergste gevolgen voorkomen kunnen worden, wanneer de betrokken autoriteiten meer aandacht schonken aan doelmatige afrastering der gevaarlijke weggedeelten bij ravijnen, bochten, enz.

Lindeteves-Stokvis heeft nu een stalen bermband aan de markt gebracht, geheeten :

PAGE BERMBAND

dat de wagens, door zijn elastische samenstelling, als het ware zonder ze noemenswaardig te beschadigen, opvangt en terugveert.

Daardoor worden vele ongelukken voorkomen en het behoeft geen betoog, dat dit nieuwe materiaal ruime belangstelling geniet bij alle autoriteiten, die iets met het wegverkeers-vraagstuk hebben uit te staan. Alle inlichtingen worden gaarne verstrekt door Lindeteves-Stokvis.

TECHNISCHE RU

DRIJFRIEMEN • RUBBERSLANGEN •

Distributeurs : LIN

VRAAGT VOOR UWE TRANSMISSIE PROBLEMEN ONS

GOOD

The Greatest

7e JAARGANG
NUMMER 12

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

DECEMBER
1940

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.
„DE MIJNINGENIEUR"

INHOUD: Kort overzicht over de geologie en de nuttige delfstoffen van Fransch Indochina (vervolg en slot), door dr. ir. N. H. van Doorninck. — Uit de literatuur. — Economische mededeelingen.

Kort overzicht over de geologie en de nuttige delfstoffen van Fransch Indochina

door

dr. ir. N. H. VAN DOORNINCK,

Mijningenieur.

(Vervolg en slot).

Inhoud.

	blz.
IV. Nuttige Delfstoffen	161 — 165
Steenkool	161
Bruinkool	162
Graphiet	162
Petroleum	162
Tin en wolfram	162
Zink en lood	163
Goud	164
IJzer en mangaan	164
Chroom	164
Antimoon	164
Koper	164
Kwikzilver	165
Molybdeen	165
Phosphaat	165
Edel- en siersteenen	165
Andere delfstoffen	165

IV. Nuttige Delfstoffen.

Hoewel minerale producten voor Indochina niet onbelangrijk zijn, vormen zij met een totale opbrengst in 1937 van 19 271 000 piastres toch maar een klein gedeelte van de economie van het land. Hiervan werd voor 17 900 000 piastres uitgevoerd en daarmee kwamen de mineralen op ongeveer 8½% van den totalen uitvoer van 228 100 000 piastres en na rijst met 109 400 000, mais met 46 700 000 en rubber met 46 600 000 piastres. Al deze cijfers en ook die in de komende paragrafen, indien niet anders vermeld, zijn voor het jaar 1937, een niet ongunstig jaar, althans beter dan de voorgaande zes en toen de piastre gemiddeld ongeveer 80 cent der Hollandsche valuta waard was.

Van dezen uitvoer van 17 900 000 piastres was steenkool het belangrijkst met een bedrag van 8 900 000, daarna tin en wolfram met 6 900 000, daarna zink met 400 000 piastres, terwijl de andere delfstoffen alle tezamen voor 1 700 000 piastres werden uitgevoerd.

Tonkin is van de verschillende deelen van het land verreweg het belangrijkste: van de opbrengst van 19 271 000 piastres kwamen 15 931 000 voor Tonkin, 2 424 000 voor Laos, 810 000 voor Annam en 106 000 voor Cambodgea, terwijl Cochinchina en Kwang-chou-wan practisch geen delfstoffenproductie hadden.

Steenkool.

Voor steenkool is de streek ten N, NO en NW van Haiphong het belangrijkste gebied. Het wordt ingenomen door de laatste plooien der Tonkineesche virgatie, die hier convex naar het Zuiden zijn. De steenkool komt er voor in twee nogal onregelmatige anticlinalen en wel over ongeveer 150 km van Oost naar West; over kleinere afstanden echter is de ligging der lagen vrij regelmatig, met niet te steile hellingen tot 40° toe, en slechts gebroken door verschuivingen. Er zijn verscheidene exploitabele lagen, van 1 tot 16 m dik, alle tot het Norien, of deels misschien tot het onderste Rhétien behoorend. Door enkele onderzoekers wordt de steenkool als allochthoon beschouwd, doch hierover heerscht geen overeenstemming. De steenkool is mager en anthracietachtig, met 3 — 10% vluchtige bestanddeelen. De exploitatie geschiedt deels in open groeven, vaker echter ondergronds, en dan met tunnel- of remhellingingangen, zelden met echte schachten, soms van 100 m diep. Het meest oostelijke voorkomen is dat van het eiland Kebao, dat eerst tot 1901 in ontginning is geweest en daarna wederom sinds 1924. Tegenwoordig dirigeert de Société Française des Charbonnages du Tonkin de exploitatie. Deze zelfde maatschappij bezit de juist westelijk ervan gelegen concessies van Hongay, die sinds 1900 met succes in exploitatie zijn. Deze vormen het belangrijkste voorkomen, mede

door hun uiterst gunstige ligging, daar zeeschepen tot vlak bij de concessies kunnen komen en het landtransport minimaal en dan meerendeels nog naar omlaag is. Het gruis wordt veel met 40% Japansche vetkolen tot cokes verstookt. Ten Westen van Hongay, op dezelfde zuidelijke anticlinaal, zijn nog vele andere concessies, deels met mijnen in exploitatie, deels met verlaten mijnen, deels ook zonder ontginning; zij zijn voor een klein deel in handen van dezelfde maatschappij, meerendeels in bezit van derden. In het Noorden op de tweede anticlinaal is maar één concessie in ontginning en wel door de Société des Charbonnages de Dong-trieu, die het grootste gedeelte van haar productie van zuivere anthraciet naar Frankrijk exporteert. Deze maatschappij is met 484 000 ton de tweede producent van het land, na de genoemde Société Française des Charbonnages du Tonkin met 1 638 000 ton, terwijl de andere producenten tezamen maar 140 000 ton leveren.

Veel verder naar het Noorden komt deze zelfde steenkolenformatie weer aan den dag, maar de koollagen zijn hier veel dunner en worden niet ontgonnen. Naar het NW strekt de strook van Hongay en Dong-trieu zich verder uit, zij het met onderbreking. Er is een exploitatie te Phan-me, bij Thai-nguyen ten Noorden van Hanoi, hier echter van veel gasrijkere kolen (met 18 tot 25% vluchtige bestanddeelen, die dus tot de vetkolen behooren). De structuur is hier zeer gecompliceerd. De productie is klein: 23 000 ton in 1937.

Een tweede strook van steenkolen bevindt zich in ZW Tonkin; deze begint bij Ninh-binh in de delta en gaat met onderbrekingen voort naar het NW, naar de Rivière Noire. De structuur is veel gecompliceerder dan bij Hongay en Dong-trieu; de ouderdom is bij Ninh-binh dezelfde, namelijk norisch; maar verderop schijnt de kool deels tot het Midden-trias te behooren. Alleen het voorkomen bij Ninh-binh heeft aanleiding tot exploitatie gegeven, en wel tot 1930. Thans schijnt weer exploitatie in voorbereiding te zijn.

Onbelangrijk en nooit geëxploiteerd zijn de rhaetische koolvoorkomens bij Vinh en dubieus die van noordelijk Laos. Van die bij Vientiane is zelfs de ouderdom onbekend, terwijl die bij Saravane in zuidelijk Laos beschouwd wordt als op de grens van Westphalien en Stéphanien. Iets belangrijker zijn de voorkomens van anthracitische kool bij Nong-son, ZW van Tourane. Zij zijn in de bovenste zandsteenen, maar onder den marinen Lias, en dus van rhaetischen ouderdom. Zij hebben eenige malen exploitatie gekend, maar zonder gunstig gevolg.

Bruinkool.

Behalve de genoemde voorkomens van oudere kool, is er ook tertiaire en wel neogene kool, welke wij gemakshalve maar bruinkool zullen noemen. Zeer belangrijk zijn zij niet, evenals trouwens de geheele neogene formatie zeer onbelangrijk is voor de geologie van het land. De eenige plaats, waar geregeld exploitatie heeft plaats gehad en nog bestaat, is Tuyen-quang aan de Rivière Claire. De productie is er vrij constant en was in 1937 20 000 ton. De kool is zeer gasrijk: tot 36% toe. De ligging is ongeveer horizontaal, maar in details sterk gestoord. Er zijn drie lagen, tot 2 m dik. De exploitatie heeft plaats door schachtjes tot 60 m diep. De afvoer geschiedt over de rivier.

Andere voorkomens zijn die van Cao-bang, dat geëxploiteerd is geweest en waarvan de kool gebruikt is in de tinovens van Tinh-tuc; verder die in de buurt van Lang-son, waarvan er één, ten Westen van die plaats, een koollaag van 60 m dikte vertoont met een helling van 23° en met een synclinale ligging en waar in 1938 een proefexploitatie aan den gang was; verder enkele plaatsen langs de Fleuve Rouge, de Rivière Claire en de Song Chay, een plaats in het uiterste Zuiden van Tonkin en enkele plaatsen in Noord-Annam en westelijk Laos.

Graphiet.

Graphiet komt, gebonden aan gneis, in twee gebieden voor. De onbelangrijkste is bij Quang-ngai in zuidelijk Centraal-Annam, waar ongeregeld wel eens exploitatie heeft plaats gehad, maar waarvan niet veel bekend is. Het andere gebied is de gneis-strook tusschen Fleuve Rouge en Song Chay — Rivière Claire. Het voorkomen bij Lao-kay is in ontginning geweest van 1924 tot 1928 met topproductie van 814 ton voor 1926. De stand is nagenoeg verticaal, de dikte is 15 tot 45 m en de lengte meer dan een km, maar door breuken gestoord.

Petroleum.

Aan de voorkomens van neogene gesteenten zijn hier en daar olie-indicaties waargenomen, speciaal aan dat langs de Fleuve Rouge, waar olie aan den dag komt, niet alleen uit het Tertiair, maar ook uit paleozoïsche kalksteenen; hoe het in die laatste gekomen is, is nog onzeker. Alle deskundigen, die zich met deze tertiaire voorkomens bemoeid hebben, achten ze in geen geval voor verdere exploratie in aanmerking te komen, hetgeen, gezien de geringe uitbreiding van het Tertiair, geen verwondering wekt.

Misschien is er meer kans in de formatie, die wij als Indosinias hebben leeren kennen. De zouthoudende gesteenten van noordelijk Laos, die misschien in verband gebracht moeten worden met de zoutvoorkomens van Yunnan en Szechuan, worden in dit verband genoemd. En in zuidelijk Laos, in de buurt van Tchépone aan den weg naar Savannakhet, zijn in 1937-1938 eenige boringen verricht, nadat een waterput olie-indicaties gegeven had; tot exploitatie schijnt het er nog niet gekomen te zijn. Hoewel de mogelijkheid tot exploitabele petroleum-voorkomens niet is uitgesloten, heeft het Indosinias misschien toch te weinig goede deklagen, het bestaat te veel uit zandsteenen, en heeft te weinig het aspect van een flysch-formatie om aanleiding tot veel hoop op resultaat te geven.

Tin en wolfram.

Tin is na steenkool het belangrijkste minerale product met 1 602 ton metaal in 1937. Het wordt uitsluitend gevonden in twee streken: den Pia Ouac in noordelijk Tonkin en den Cammon in Midden Laos.

De Pia Ouac is een massief van tweeglimmergraniet in de Tonkineesche virgatie, en wel in een venster te midden van overschuivingen, het schijnt

opgekomen te zijn na de hoofdplooiing, die boventriassisch is. Het massief is omgeven door een aureool van contactmetamorphe gesteenten, vooral andalusiet-hoornrots, ontstaan ten koste van de omringende gesteenten, n.l. Song Hiem schalies, waarschijnlijk van permocarbonischen ouderdom in het Oosten en devonische gesteenten, gneisen en glimmerschisten in het Westen; dat aureool, evenals de buitenkant van de graniet zelf, is doorzet met een stokwerk van kwartsgangetjes met het erts: cassiteriet en wolframiet, soms vergezeld door wat apatiet, fluoriet, autuniet, molybdeniet, tourmalijn, rutiel, sphaleriet, galeniet, rhodochrosiet, sideriet, calciet en zeer zelden scheeliet en stannien. De gangetjes zijn van twee soorten, die met en die zonder sulfiden, en daardoor is er overeenstemming met Cornwall en Saksen. In de graniet is soms een merkwaardige omzetting te constateeren, n.l. verdwijning der kwarts en kaliveldspaat en omzetting van het gesteente in een kristallijn miarolithisch aggregaat van goudkleurige muscoviet met stukken albiet, waarin het erts zit. Verder zijn er vele alluviale en eluviale afzettingen, die hun cassiteriet en wolframiet en ook een beetje goud van dit stokwerk ontvangen hebben. Er zijn enkele maatschappijen en ook particulieren, die hier werken, alles in dagbouw; de meeste zijn vertrust en hebben een gemeenschappelijken concentrator te Tinh-tuc, welke ook het erts van de niet-aangeslotenen opkoopt. Het product wordt dan als concentraat verscheept naar Singapore, vroeger echter voor een gedeelte ter plaatse gesmolten. De productie was in 1937 645 ton metaal en 389 ton WO_3, terwijl de wasscherij bovendien 11 kg goud leverde.

Geheel anders is het voorkomen van den Cammon, ook wel genoemd naar de rivier Nam Pha Tène in Midden Laos iets boven Thakhek, in de eerste plaats al door het totaal ontbreken van wolframiet. De cassiteriet, meestal met het bloote oog niet te zien, zit in een eluviale limoniet, die een ijzeren hoed is van een kwartsarme pyriet-afzetting, met arsenopyriet en sphaleriet in de diepte, die in verwijderd verband staat met een monzonitische graniet met biotiet en hoornblende, welke laatste waarschijnlijk van hercynischen ouderdom is. De afzettingen zijn omgeven door kalksteenen van boven-permocarbonischen ouderdom, die niet gemineraliseerd en ook niet door de graniet contactmetamorf veranderd zijn. De aanwezigheid van wat antimoon in het verkregen mineraal is een verdere tegenstelling met Pia Ouac en een overeenstemming met Boliviaansche voorkomens. Er werken aan de Nam Pha Tène enkele maatschappijen, uitsluitend met dagbouw, met een gezamenlijke productie van 959 ton metaal in 1937. Ook dit erts gaat als concentraat naar Singapore.

Ten NW van Tonkin ligt de Chineesche provincie Yunnan en daar ligt een plaatsje Kotchiu, beroemd door zijn tinproductie. Men bereikt het door van de Fransche spoorlijn, die naar Yunnanfoe of Koenming gaat, links af te slaan met een smal spoorbaantje over Mong-tseu. Maar toegang tot de mijnen, die geheel in Chineesche handen zijn, is zeer moeilijk te verkrijgen en vandaar, dat er niet veel over bekend is. Het erts is cassiteriet, zonder wolframiet, en komt voor in gangen en adertjes, die waarschijnlijk van een grooten batholith van monzoniet-graniet gekomen zijn en in kalksteen van boven-permocarbonischen ouderdom zijn ingedrongen en deels deze metasomatisch hebben vervangen. Het ontbreken van pneumatolytische mineralen is opvallend. Ook eluviale afzettingen zijn er belangrijk, alluviale niet. De afbouw geschiedt door verscheidene eigenaren, deels in dagbouw, maar vaker met schachtjes, tunnels en galerijen, die, daar waar de ertsgangen smal zijn, bijna niet zijn te begaan. De exploitatie geschiedt daar dan veel door kinderen, en de arbeidstoestanden moeten er verschrikkelijk zijn, indien ook maar een gedeelte van de er over gaande verhalen juist is. Er is een door Engelschen bestuurde wasscherij- en oveninstallatie. De productie, voor zoover die over Tonkin gaat, was 10 000 ton tin in 1937 en de jaren ervoor niet veel minder. Er is geen WO_3-productie: wolframiet, dat voor China een zeer belangrijk mineraal is, komt in de meer oostelijke provincies voor.

Zink en lood.

Zink is in belangrijkheid het tweede metaal van het land, maar is sinds een 20 jaar zeer achteruit gegaan. Het komt het meeste voor in Noord-Tonkin, waar de afzettingen van Cho-dien ten ZW van den Pia Ouac de belangrijkste en de eenige zijn, die nu nog geëxploiteerd worden. Het oorspronkelijk erts is er sphaleriet, in kwartsaders, meestal NNO gericht, waarschijnlijk jonger dan de boven-triassische plooiing, maar daar zijn ook massa's in palaeozoïsche kalksteenen, meestal als onregelmatige zakvormige metasomatische verplaatsingen. Bij verweering van de kalksteen komt dat zinkerts dan in groote hoeveelheden rooden grond te liggen, waarin een verrijking naar beneden plaats heeft. In de gangen wordt de sphaleriet vaak vergezeld door zilverhoudende galeniet. De meeste exploitatie echter is nog in de zones met calamien en smithsoniet, die dus de belangrijkste mineralen zijn. De exploitatie, in dagbouw, geeft dikwijls een fraai landschapsbeeld van grillige partijen onaangetaste harde kalksteen, die blijft staan na wegnemen van het zachte materiaal met erts. De Société Minière et Métallurgique de l'Indochine exploiteert Cho-dien en vervoert het erts naar het gebied met de steenkoolvoorkomens ten Noorden van Haiphong, waar zij een oveninstallatie bezit en het erts tot zink versmelt. De productie in 1937 bedroeg 4 900 ton zink metaal, waarbij dan nog geen honderd ton lood metaal en enkele honderden kg zilver komen.

Soortgelijke voorkomens van zink zijn: Trang-da iets ten Oosten van Tuyen-quang, dat tot 1932 geëxploiteerd is, en Lang-hit ten Noorden van Thai-nguyen, reeds in 1918 verlaten. Hun productie heeft altijd bij die van Cho-dien achtergestaan. Ook andere zinkvoorkomens zijn bekend: ten Noorden van Trang-da, ten Noorden van Lang-hit, bij Lang-son, ook tusschen Fleuve Rouge en Rivière Noire, dan in noordelijk en in centraal Annam en tenslotte in zuidelijk Cambodgea, maar geen ervan is ooit geëxploiteerd.

Lood- en zilverhoudende lood-voorkomens worden ook vele vermeld: over geheel Tonkin, op enkele plaatsen in Annam en ook in westelijk Laos. Een enkele heeft het vroeger tot exploitatie gebracht, maar nu is er geen ontginning meer. Vermeld moge worden de mijn Tu-le tusschen Fleuve Rouge en

Rivière Noire, om zijn hoog zilvergehalte: 4 tot 5 kg per ton erts, en die in 1928 een productie had van 28 ton lood metaal en 200 kg zilver.

Goud.

De eenige goudmijn, welke thans in exploitatie is, bevindt zich te Bong-mieu, ca 100 km ten Zuiden van Tourane in Centraal-Annam. Hier zijn kwartsgangen van onregelmatige dikte, met pyriet en galeniet, zelden sphaleriet, chalcopyriet en arsenopyriet, meestal goud en zilver bevattend, in een nevengesteente, dat dioriet, gneis of glimmerschist is. Deze mijn werd reeds in de vorige eeuw vanwege het keizerlijk hof te Hué geëxploiteerd en waarschijnlijk is ook het grootste gedeelte van het goud van het middeleeuwsche rijk Champa van hier afkomstig. Er is een Europeesche exploitatie geweest van 1895 tot 1919 met een gemiddelde productie van 100 kg goud per jaar. In 1933 is een nieuwe maatschappij er gaan werken. In 1936 produceerde die 30 000 ton erts van 10 gram edelmetaal en verkocht zij 197 kg goud en 78 kg zilver, terwijl in 1937 die cijfers waren 30 000 ton erts van 6 gram goud, verkoop 173 kg goud en 110 kg zilver.

Verder is er een goudvoorkomen te Pac-lan in Tonkin, bij Ngan-son ten ZW van Cao-bang. Ook hier zijn het kwartsgangen; die hebben meer pyriet, sphaleriet en galeniet in de permocarbonische kalksteenen, en meer goud, waar zij door de Song Hiem schalies breken. Exploitatie is hier geweest, maar heeft in 1930 een bankroet ten gevolge gehad, waarschijnlijk door ondeskundigheid, indien niet erger.

In Cambodgea is er bij Sisophon een goudvoorkomen, waarschijnlijk gebonden aan rhyolith, maar daar zijn verder geen gegevens over te vinden.

Overigens worden over het geheele land door inboorlingen en in noordelijk Tonkin ook door Chineezen de alluvia op goud gewasschen. Voor 1936 worden de hoeveelheden geschat op 53 kg uit Tonkin, 8½ kg uit Laos en 13½ kg uit Annam; voor 1937: 101 kg uit Tonkin en 21 kg uit Annam. Dan is er nog de productie van den tinconcentrator van Tinhtuc: 8 kg in 1936 en 11 kg in 1937.

IJzer en mangaan.

Van het eiland Kebao in oostelijk Tonkin, reeds genoemd als steenkoolvoorkomen, kwam in 1937 ruim 16 000 ton ijzererts met 45% ijzer. Een andere ijzervindplaats is de „Ligne de Fer" bij Thai-nguyen, OZO — WNW gericht met een productie van 12 000 ton ijzererts. Uit de omstreken van Vinh in Noord-Annam kwam 3 500 ton ijzererts van 50% ijzer, 2 600 ton mangaanerts met 40% mangaan en 25 000 ton gemengd erts. En van de omstreken van Ha-tien, westelijk Cochinchina kwam 8 400 ton gemengd ijzer- en mangaanerts. Kleinere hoeveelheden kwamen van verschillende vindplaatsen in het deltagebied tusschen Hanoi en Haiphong, tezamen 470 ton erts met 50% ijzer, en van de omstreken van Thanh-hoa in Noord Annam: 500 ton erts met 50% ijzer. Andere ijzervindplaatsen, niet in ontginning, zijn er in de omgeving van Cao-bang in noordelijk Tonkin, bij Dong-trieu, ten noorden van Tuyen-quang, in een lijn ten Zuiden van de Fleuve Rouge; ten Noorden van Luang Prabang, ten Noorden van het Tran Ninh plateau, ten NW van Thakhek en aan de boven Se Khong, alle vier plaatsen in Laos; dan het belangrijke voorkomen Phnom Deck ten Noorden van Kompong Thom in Cambodgea, een vindplaats tusschen Tourane en Hué in Centraal-Annam en tenslotte vindplaatsen van titaanijzer-zanden aan de kust bij Nha-trang in Zuid-Annam. Ook nog enkele onbelangrijke mangaanvindplaatsen zijn bekend. Al deze voorkomens zijn oppervlakte-voorkomens, welke men in een zeer wijde beteekenis lateritisch kan noemen, hoewel goede massa's haematiet en zelfs magnetiet speciaal in de „Ligne de Fer" niet ontbreken. Wat zij naar de diepte toe zullen blijken te zijn, is nog geheel onbekend. Het product gaat voor een niet onbelangrijk gedeelte naar Japan.

Chroom.

Vlak ten ZW van Thanh-hoa in Noord-Annam bevindt zich het zuidelijkste voorkomen van de lijn van basische dieptegesteenten. Dit bestaat uit peridotiet en gabbro, de eerste meerendeels geserpentiniseerd, met kleine adertjes van chroomerts en wat nikkelerts. Op zich zelf zijn die niet afbouwwaardig, maar zij hebben op en om het massief de alluvia van chroomerts voorzien, die hier en daar in exploitabele hoeveelheden optreden. Het erts is voor een klein gedeelte chromiet, meerendeels een chroomspinel: picotiet. Het is zeer fijn, gemiddeld 0,75 mm in diameter. Het werd vroeger gewasschen tot een concentraat van 50 tot 52% chroom metaal. In 1930-31 was er een productie van 5 000 ton van dat concentraat in acht maanden, maar in dat depressiejaar moest de exploitatie gestaakt worden door de concurrentie van Nieuw-Caledonië. In de omstreken is nooit naar platina geëxploreerd.

Antimoon.

De exploitatie van antimoon-vindplaatsen is zeer onregelmatig geweest. Gedurende den oorlog van 1914 tot 1918 werd antimoniet gewonnen in de omstreken van Moncay, in het uiterste Oosten van Tonkin, en ten N van Hongay. Andere voorkomens zijn tusschen Lang-son en Cao-bang; ten NW van den Pia Ouac, waar nu nog enkele tientallen ton erts vandaan komen; ten ZW van Hanoi aan de grens van Annam; Ta-soi, 70 km ten ZW van Thanh-hoa, waar in 1937 50 ton antimoniet met 64% antimoon geproduceerd werd; ten Z van Quang-ngai in Centraal-Annam, onregelmatig geëxploiteerd. Al deze voorkomens geven antimoniet, uit kwartsgangen of in den verweeringsgrond er dichtbij. Maar tusschen Lang-son en Cao-bang komen ook alluvia voor met oxydisch erts, waar in 1938 een kleine exploitatie begonnen is. Merkwaardigerwijze is het mineraal hier niet valentiniet of senarmontiet, maar het zeldzame romeiet, $CaSb_2O_4$, misschien $Ca_5Sb_6O_{20}$. Oxydisch antimoonerts komt ook in de aangrenzende Chineesche provincie Kwang-si veel voor en werd in 1937 voor 1 000 ton in transito over Haiphong vervoerd.

Koper.

Aan de Rivière Noire komt hier en daar koper voor, als chalcopyriet, meer naar de oppervlakte overgegaan in borniet, chalcosien en gedegen koper. Op één plek is exploitatie geweest, tot een totale

hoeveelheid van 3 000 ton erts. Ook elders in Tonkin komt dit metaal op overeenkomstige wijze voor, waarvan alleen een plaats bij Lang-son noemenswaard is. Evenmin belangrijk zijn de voorkomens van Noord-Annam, die van noordelijk Laos en die bij Thakhek en bij Saravane in Beneden-Laos.

Kwikzilver.

Cinnaber wordt gevonden in Noord-Tonkin, dicht bij de Yunnansche grens, maar veel is er niet van deze vindplaatsen bekend. Exploitatie is er nooit geweest.

Molybdeen.

Molybdeen komt, behalve in de tin-afzettingen van den Pia Ouac, slechts op één plaats voor en wel in westelijk Cochinchina, als molybdeniet met kwarts en pyriet in een roode apliet. Er is geen exploitatie.

Phosphaat.

De jaarlijksche productie van phosphaat is zeer wisselend, afhankelijk als zij is van de rijstprijzen en bovendien van de vrachtprijzen op de internationale scheepvaartmarkt, daar bij lage vrachten de Noord-Afrikaansche phosphaat in het Oosten kan concurreeren. De productie van Indochina was in 1930 nog ruim 30 000 ton, maar liep toen snel terug tot bijna niets in 1933 en '34, om daarna weer te stijgen tot 22 200 ton in 1937. Hiervan werd 20 300 ton vermalen tot een gehalte van 12 tot 20% P_2O_5. Hiervan was 19 000 ton van de Société Nouvelle des Phosphates du Tonkin. De productie is altijd uitsluitend voor binnenlandsch gebruik geweest, maar sinds kort is er een neiging tot uitvoer, doordat de productie van Japan terugloopt. De voornaamste vindplaatsen zijn bij Lang-son in NO Tonkin, bij Lao-kay in NW Tonkin, bij Thai-nguyen ten Noorden van Hanoi, bij Thanh-hoa en bij Vinh in Noord-Annam, bij Kampot in Zuid-Cambodgea, bij Battambang in West-Cambodgea. Het zijn alle omzettingsproducten aan de oppervlakte en wel van kalksteenen, meerendeels van permocarbonischen ouderdom.

Guano komt op enkele der Paracel eilanden voor, ten Oosten van Tourane en ten ZO van het groote Chineesche eiland Hainan. Er is een geringe exploitatie.

Edel- en siersteenen.

Van edelsteenen, voornamelijk robijnen en saphieren, zijn in het land drie alluviale vindplaatsen bekend, die geëxploiteerd worden of werden door inboorlingen, Burmanen, Shans, Siameezen en Chineezen. De minst belangrijke is Ban-houei-sai aan de Mekong in westelijk Laos, waar in 1920 alluvia gewasschen werden, waarin saphieren voorkomen met zwarte spinel en stukken gangkwarts. Een tweede vindplaats is Bo-keou in oostelijk Cambodgea, op de grens van Annam, waar in alluvia voornamelijk robijnen voorkomen met wat saphieren, zirkonen en zwarte spinellen; deze vindplaats is sterk in opkomst en de productie van 1937 werd op 80 000 piastres geschat. De derde vindplaats is Pailin in ZW Cambodgea, vlak aan de Siameesche grens, waar in een rooden grond, afkomstig van een bazalt, voornamelijk saphieren voorkomen, eveneens met zirkoon en zwarte spinel; deze vindplaats is sinds 1875 in exploitatie, met een jaarlijksche productie wisselend van enkele duizenden tot enkele honderdduizenden guldens, in 1937 weer gestegen tot 20 400 piastres. Dit voorkomen strekt zich tot in Siam uit. De edelsteenen van deze drie vindplaatsen schijnen uit de bazalt te komen, maar niet daarin te zijn ontstaan, doch onoplosbare xenolithen te zijn, afkomstig van het kristallijne substratum. De productie gaat meerendeels naar Siam en naar Burma.

Bij Pursat in Cambodgea wordt door inlanders pagodiet ontgonnen, dat hier een omzettingsproduct van een rhyolith is; het mineraal is een variëteit van kaoliniet, niet van pyrophylliet zooals de chineesche pagodiet. Een ander voorkomen is er bij Attopeu in ZO Laos.

Evenals deze pagodiet wordt gagaat door de inlanders voor beeldjes en kunstvoorwerpen gebruikt, echter ook voor lichaamssieraden. Het meest bekende voorkomen is bij Kompong Thom, dat in 1936 24 ton, in 1937 9 ton leverde. Voordat deze gevonden was, kwam de gagaat van het eiland Phu-quoc, zuidelijk Cambodgea. Een derde vindplaats is bij Khong in het uiterste Zuiden van Laos, maar daar is geen exploitatie. Deze voorkomens zijn aan de bovenste zandsteenen van het Indosinias gebonden.

Tectiten komen over het geheele land voor, speciaal gebonden aan oudere alluviale afzettingen. Zij moeten als van cosmischen oorsprong beschouwd worden. Door de inlanders worden zij wel gebruikt als versieringen en amuletten en soms ook wel te koop aangeboden, vooral in Kwang-chou-wan.

Andere delfstoffen.

Steatiet komt van een vindplaats aan de Rivière Noire in westelijk Tonkin; de productie van 1937 was 250 ton.

Bauxiet kwam vroeger van de omstreken van Lang-son in Tonkin, maar tegenwoordig van de delta tusschen Hanoi en Haiphong: 7 000 ton in 1937, waarvan een gedeelte naar Japan ging.

Bariet wordt geëxploiteerd in het gebied van de koolvoorkomens van Hongay en Dong-trieu: 45 ton in 1937.

Gips komt voor in de bovenste zandsteenen van het Indosinias in Boven-Laos, maar wordt nog niet geëxploiteerd.

Zout wordt gewonnen langs de kusten van Tonkin, Annam en Cochinchina, totale productie 193 600 ton.

Bronnen van minerale wateren komen op vele plaatsen voor en worden hier en daar ontgonnen, tot een totaal bedrag van 1 100 ton, ter waarde van 223 000 piastres. Het belangrijkst is de bron van Vinh-hoa in Zuid-Annam.

Cement wordt gemaakt door de Société des Ciments Portland Artificiels de l'Indochine, met een productie van 235 000 ton, waarvan een gedeelte geëxporteerd wordt. Andere bouw- en constructiematerialen, zooals kalksteen, zand, deels zuiver kwartszand, klei, grond voor baksteenen, kaolien, klei voor aardewerk, graniet en zandsteen, worden over het geheele land ontgonnen met een geschat totaal van 500 000 m^3 in 1937.

UIT DE LITERATUUR.

Het *Mining Journal* van 1 Juni 1940 maakt melding van een wereldrecord op het gebied van schachtafdiepen, welke prestatie geschiedde in de Deep Shaft van de West Rand Consolidated, waar in 30 werkdagen van de maand April 441 voet (134 m) werden afgediept.

De Deep Shaft is verticaal met 6 compartimenten, waarvoor een oppervlakte van 11,50 × 4,10 m moet worden vrijgemaakt. Het succes van het exploitatieprogramma is gedeeltelijk te danken aan de gevolgde arbeidsorganisatie. Vier ploegen arbeiders werden te werk gesteld voor een continuen 8-urigen dienst, door welke regeling iedere ploeg 24 uur rust genoot na den arbeid.

In hetzelfde nummer wordt een beschrijving gegeven van een methode van koolwinning door middel van waterdruk, welke door een speciaal geconstrueerden cylinder, die in een boorgat is aangebracht, op de kolenlaag wordt overgebracht. Naar verluidt wordt op deze wijze een mooi grof product verkregen, doordat de kool langs de natuurlijke kliefvlakken breekt en niet door explosieven wordt verbrijzeld.

De methode is tot dusver alleen bruikbaar gebleken bij ondersneden kool, doch aangenomen wordt, dat zij onder bepaalde condities ook zonder deze voorbewerking kan worden toegepast.

Op de jaarvergadering van de Patiño Mines and Enterprises Cons. Inc. werd medegedeeld, dat de productie in 1939 had bedragen 7 042 t tegen 7 741 t in 1938. De kosten van productie bedroegen £ 144.7.7 per t tin (£ 115.8.6 in 1938). Verwerkt werden 107 455 t erts van de ertsreserve met een gehalte van 4,20% Sn en 142 747 t van diverse herkomst met gemiddeld 3,22% Sn. De metaalextractie bedroeg ± 81%.

De ertsreserve werd aan het einde van het jaar op 56 761 t tin geraamd, d.i. 650 t meer dan ultimo van het voorafgaande jaar.

In het *Mining Journal* van 15 Juni 1940 schrijft een speciale correspondent over de vooruitzichten van de Boliviaansche tinindustrie. Hij vermeldt, dat de maandelijksche export in de eerste maanden 2 300 t tin bedroeg, doch verwacht wordt, dat gemiddeld 3 000 t per maand zullen worden geproduceerd. (N.B. De standaardtonnage voor Bolivia bedraagt 46 027 t en het gemiddeld quotum 115%, zoodat er een belangrijke achterstand te voorzien is).

De nieuwe president der republiek wordt geschetst als een populaire figuur en de minister van financiën heeft ervaring op mijnbouwgebied, zoodat de kans groot is dat de breuk tusschen mijnindustrie en gouvernement, die onder president Busch is ontstaan, zal worden overbrugd.

De Consolidated Mines van Potosi produceeren thans ± 450 t metaal per maand en te Colquiri ± 350 ton. De kostprijs wordt geraamd op gemiddeld circa £ 180,— per ton.

De arbeidstoestand is verbeterend, maar blijft nog steeds moeilijk.

Voorbereidingen zouden worden gemaakt voor de behandeling van laagwaardige concentraten in Amerika; volgens het Trenton-vervluchtigingsprocédé zou materiaal van 30% en lager daar worden verwerkt.

*

Mining & Metallurgy van Juni 1940 geeft een overzicht van de resultaten over 1939 van de belangrijkste en krachtigste drie Amerikaansche ondernemingen op mijnbouwgebied, die elk meer dan $ 40 000 000 netto inkomen hadden.

Bij de berekende opbrengst per eenheid van het metaal dient in het oog gehouden te worden, dat niet alleen het ruwe metaal, doch ook afgewerkte producten werden afgeleverd. Zoo was bijv. de gemiddelde opbrengst per lb. aluminium 43,3 cents, terwijl de marktprijs van het metaal 20 cents bedroeg.

Uit het overzicht wordt de indruk gewekt, dat de nikkelwinning in Sudbury zonder de bijproducten een verliesgevende onderneming zou zijn, hetgeen echter nog geenszins het geval behoeft te zijn.

1939	Inkomsten van verkochte producten	Netto inkomsten na aftrek belastingen	Winst na afschrijving	Productie			Geschatte inkomsten van bijproducten [1]	Dollarcenten per lb. van het hoofdmetaal				
				Metaal en eenheid	Hoeveelheid			Verkoopprijs na aftrek bijproducten	Netto inkomsten		Netto winst	
					geproduceerd	verkocht			voor aftrek bijprod.	na aftrek bijprod.	voor aftrek bijprod.	na aftrek bijprod.
Aluminium Co. of America	$ 168 000 000	$ 43 680 000	$ 36 630 000	aluminium lb.	327 000 000	389 800 000	—	43,3	11,2	11,2	9,4	9,4
Kennecott Copper Corp.	$ 127 000 000	$ 40 830 000	$ 33 950 000	koper lbs. molybdeniet lbs. goud ozs. zilver ozs.	763 500 000 12 000 000 188 000 1 630 000	807 000 000	12 650 000	14,2	5,06	3,49	4,21	2,64
International Nickel Co.	$ 126 500 000	$ 46 940 000	$ 36 850 000	nikkel lbs. koper lbs. goud ozs. zilver ozs. platinagroep ozs.	301 000 000	210 200 300 324 850 000 78 750 2 450 000 240 000	$ 43 120 000	39,7	22,33	1,82	17,53	2,98

1) Als prijs werd berekend: voor *koper* 10,7 cent per lb.; *goud* $ 35 per oz.; *zilver* 77 cent per oz. voor binnenlandsche productie en 39 cent per oz. voor geïmporteerd metaal; *molybdeniet* 40 cent per lb.; *platinametalen* $ 30 per oz.

In hetzelfde nummer geeft een Amerikaansche petroleumgeoloog zijn inzichten omtrent de Russische olievoorraad, welke volgens hem enorm is en vele mogelijkheden bevat. Evenwel is de techniek er nog zeer gebrekkig, hetgeen hij als een karakteristiek verschijnsel van de Russische olieindustrie betitelt en toeschrijft aan fundamenteele tekortkomingen in het systeem waarop het werkplan is gebaseerd.

Verder troffen we aan een artikel over Zuid-Amerika als bron van strategische mineralen voor de Vereenigde Staten.

Tot de belangrijkste hiervan behooren de Boliviaansche *tinertsen*. Deze zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van ondergrondsche werken; slechts 5% is alluviaal. Het erts bevat van 2 — 4% Sn en wordt geconcentreerd tot een product dat van 30 tot 65% tin bevat; gemiddeld ± 60%. Als rendement van de verwerkingsinstallaties wordt circa 60% opgegeven voor de groote, terwijl dit voor kleine installaties nog lager is.

Een ruwe schatting van de bekende en waarschijnlijke ertsreserve van Bolivia geeft 500 000 t tin, d.i. voldoende voor ongeveer 15 jaren bij het huidige productiepeil.

Winnings- en behandelingskosten per ton tin in het concentraat varieeren van £ 60 — £ 100, vracht- en smeltkosten van £ 20 — £ 30, export- en winstbelastingen ± £ 60, afschrijvingen ± £ 40; totaal £ 180 — £ 230.

De laatste jaren gingen de concentraten van 55% en hooger naar Engeland (Consolidated Sm.), van 35 — 55% naar Arnhem en die van 10 — 35% naar Duitschland en Engeland.

In Argentinië dicht bij de Boliviaansche grens bevindt zich een ertsvoorkomen van naar raming 40 000 ton tin. De productie bedroeg hier in 1938 circa 1 800 ton, gedeeltelijk van een te Buenos Aires opgerichte smelterij en gedeeltelijk van Arnhem.

Bolivia is eveneens de grootste leverancier van *wolfram*; de productie in 1938 bedroeg 2 626 ton concentraat met 60% WO_3 en die van 1939 was ± 10% hooger, terwijl voor 1940 een verdere uitbreiding wordt verwacht.

De wolframertsen (wolframiet en scheeliet) komen in de tinzone van Bolivia voor, maar in afzonderlijke gangen en zelden samen met de tinertsen. Vele afzettingen zijn van dusdanig laag gehalte, dat zij alleen loonend ontgonnen kunnen worden bij hooge marktprijzen.

De export van concentraat naar de Vereenigde Staten was tot dusverre niet groot wegens de vele onzuiverheden, die het product nog bevat. Zoo noodig zou echter door Bolivia in de helft van de Amerikaansche behoefte kunnen worden voorzien.

Argentinië is de tweede wolfram-producent; het leverde in 1939 circa 1 270 ton van 60% WO_3, waarvan het vierde deel naar Amerika en de rest naar Europa werd verscheept.

Peru levert kleine hoeveelheden wolframerts.

Ook wat betreft *antimoon* staat Bolivia vooraan, het behoort trouwens tot de voornaamste wereldproducenten van dit metaal. In 1938 werden 16 576 t concentraat geproduceerd en in 1939 werd een nog hoogere productie verwacht.

Het gehalte is gewoonlijk van 60 — 65%.

Het erts komt over vele provinciën verspreid voor en op enkele uitzonderingen na is de productie afkomstig van primitieve ontginningen.

De uitvoer naar de Vereenigde Staten van deze concentraten was ook gering als gevolg van de onzuiverheden, die zelfs de producten van hoog gehalte nog bevatten.

Peru produceert eenig antimoon, waarvan een gedeelte in metaalvorm, afkomstig van de smelterij der Cerro del Pasco.

Geringe hoeveelheden levert Argentinië.

Nikkel en *cobalt* worden in onbeduidende hoeveelheden geproduceerd in Brazilië, Peru en Chili.

Mangaan wordt voornamelijk in Brazilië gewonnen; de productie bereikte in 1937 een maximum van 253 661 ton erts.

De productie van Chili is in stijgenden lijn en in 1938 werden 19 300 ton mangaanerts geproduceerd. Groote reserves zijn daar nog aanwezig van erts van 30 — 40% mangaan, waarvoor thans nog geen afzet is.

Kleine hoeveelheden komen van Peru, Bolivia, Argentinië en Uruguay.

Brazilië produceert ± 4 000 ton *chromiet* per jaar. Verder wordt van Venezuela gemeld, dat daar erts van goede kwaliteit aanwezig zou zijn, waarvan de ontginning spoedig ter hand zal worden genomen.

Peru heeft de grootste *kwik*-mijn, welke reeds dateert uit de 16e eeuw.

Verder wordt melding gemaakt van het voorkomen van cinnaber in Bolivia, Chili, Columbia en Suriname (in het Maronidistrict, waar een mineralisatiezone ter breedte van 6 meter over een lengte van 10 mijl zou zijn te volgen).

*

Aan de *Chemical Engineering & Mining Review* van Mei 1940 ontleenen we het onderstaande vergelijkend overzicht van de goudproductie der Randmijnen.

	1938	1939
Tonnen verwerkt	53 834 150	58 340 200
Ozs. gewonnen goud	11 839 077	12 352 099
Gehalte erts in dwt.	4 349	4 234
Opbrengst totaal	£ 83 412 856	£ 92 126 373
,, per ton	31/–	31/7
Verwerkingskosten totaal	£ 51 724 900	£ 56 609 412
,, per ton	19/3	19/5
,, per oz.	87/5	91/8
Winst totaal	£ 31 687 956	£ 35 516 961
,, per ton	11/9	12/2
Dividenden totaal	£ 17 207 368	£ 19 903 321

De productie van 1940 zal naar verwachting uitgaan boven het record van 1939.

*

Een uitgave van het Departement of Trade & Commerce van Canada verschaft de belangrijkste gegevens betreffende de nikkel-koperindustrie in het jaar 1939. De productie aan nieuw nikkel bedroeg in dat jaar 226 105 865

lbs. ter waarde van $ 50 920 305 tegen 210 572 738 lbs. waard $ 53 914 494 in het voorafgaande jaar.

Vrijwel de geheele productie van Canadeesch nikkel is afkomstig van de Ni-Cu ertsen van het Sudburydistrict, Ontario; slechts een betrekkelijk kleine hoeveelheid werd gewonnen bij de behandeling van de Ag-Co ertsen van het Cobaltdistrict in North-Ontario. De geproduceerde hoeveelheid is de tot dusver hoogste in de geschiedenis der industrie.

Aan koper werd uit de nikkelertsen gewonnen: 328 144 517 lbs. ter waarde van $ 32 608 528, d.i. ruim 53% van de totale geproduceerde hoeveelheid koper in het Dominion.

De afzettingen van Sudbury bevatten tevens relatief hooge waarden aan platinametalen, die bij de raffinage worden gewonnen. Bovendien worden mede verkregen hoeveelheden zilver, goud, seleen, telluur en zwavel voor de bereiding van zwavelzuur. De totale bruto waarde van al deze producten wordt voor 1939 geschat op $ 91 457 844 tegen $ 96 309 239 in 1938.

De industrie is in handen van twee belangrijke maatschappijen, n.l. de International Nickel Co of Canada en de Falconbridge Nickel Mines. Eerstgenoemde heeft haar ertssmelterijen te Copper Cliff en Coniston (Ontario) en verwerkt de verkregen matte in Clydach (Wales), Huntington (W. Virginia) en in Port Colborne en Copper Cliff (Ontario). De hoeveelheid gewonnen erts bedroeg 7 273 835 t, waarvan 3 200 869 t uit de bekende Froodmijn, 1 521 694 ton uit de Frooddagbouw en de rest van de Creighton-, de Levack- en de Garsonmijnen.

De ertssmelting van Copper Cliff leverde 185 578 ton matte en 165 129 ton convertorkoper, welke ter plaatse tot 150 541 ton gezuiverd koper werden verwerkt. De Coniston smelterij leverde 50 587 ton matte. In de installatie te Port Colborne werden 131 730 117 lbs. gezuiverd nikkel verkregen, terwijl in Wales geproduceerd werden 43 962 458 lbs. korrelnikkel (pelletnickel) en 1 801 498 lbs. nikkelsulfaat.

De tweede maatschappij smelt haar ertsen op de Falconbridge-mijn nabij Sudbury en zond de verkregen matte naar Kristiansand in Noorwegen (N. B. Dit is sedert April 1940 afgeloopen), waar 20 113 286 lbs nikkel en 10 071 269 lbs koper werden geproduceerd. Verwerkt werden 576 801 ton erts; de metaalextractie per ton erts was 32,01 lbs nikkel en 16,27 lbs koper. De maatschappij bezat ook de nikkelmijnen in Petsamo (Finland), die begin 1941 in productie zouden zijn gekomen.

Canada is de voornaamste nikkelproducent en leverde in 1938 circa 83% van de wereldproductie, gevolgd door Nieuw-Caledonië met 11%. Tevens is het thans de grootste producent van platinametalen, waarvan in 1939 werden geleverd 148 877 ozs. platina en 135 402 ozs. palladium, welke practisch geheel afkomstig zijn van de nikkel-koperertsen. Uit deze ertsen werden tevens verkregen 77 094 ozs. goud en 2 496 632 ozs. zilver, zoomede bij de electrolytische raffinage van convertorkoper in Copper Cliff 126 930 lbs. selenium. Van telluur wordt geen productiecijfer vermeld.

De ertsreserve van de International Nickel Co. bedroeg 224 594 000 ton eind 1939 en die van Falconbridge (ex Petsamo) 6 881 000 ton.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand October 1940 werden:

7 813 tons erts vermalen { 8,2 dwts goud per ton. van gemiddeld { 102,— dwts zilver „ „
2 735 „ sands,
4 707 „ slimes en
— „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 254 ozs. goud en ca. 37 868 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 221 000,—.

De bedrijfskosten over October 1940 bedroegen ± *f* 109 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± *f* 1 000,—.

N. V. Mijnbouw Maatschappij „Zuid Bantam".

Gedurende de periode van 17-11-1940 t/m 23-11-1940 werden 1 500 tons erts verwerkt van gemiddeld 9,2 gram goud en 650,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 24-11-1940 t/m 30-11-1940 werden 1 300 tons erts verwerkt van gemiddeld 12,— gram goud en 750,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 1-12-1940 t/m 7-12-1940 werden 1 300 tons erts verwerkt van gemiddeld 11,— gram goud en 600,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 8-12-1940 t/m 14-12-1940 werden 1 400 tons erts verwerkt van gemiddeld 9,— gram goud en 500,— gram zilver per ton.

7e JAARGANG
NUMMER 12

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

DECEMBER
1940

VII. CHEMIE EN TECHNOLOGIE.

Tevens Orgaan van de Ned. Chemische Vereeniging in Ned.-Indië.

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Ned. Chem. Ver. in Ned.-Indië. — Samenstelling van eenige Indische Amorphophallus-soorten, door dr. C. J. van Hulssen en dr. D. R. Koolhaas. — De bestanddeelen van de aetherische olie uit sintokbast (Cinnamomum sintok Blume), door dr. Th. M. Meijer.

Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Ned. Chem. Ver. in Ned.-Indië.

Contributie.

De leden van de Nederlandsche Chemische Vereeniging worden verzocht de contributie over het jaar 1941 (*f* 15,—) per postwissel aan den Secretaris-penningmeester (p/a Laboratorium voor Scheikundig Onderzoek, Buitenzorg) over te maken.

Zij, die hun contributie over *1940* nog niet hebben voldaan worden verzocht, ten einde extra administratiekosten te vermijden, het verschuldigde bedrag zoo *spoedig* mogelijk aan bovenstaand adres te zenden.

Candidaat-leden.

Ir. Ch. G. G. von Freijburg, s.f. Wono-Aseh, Probolinggo.

Ir. E. D. H. Wicherlink, s.f. Manishardjo, Pedan bij Solo.

Dr. ir. Ch. Coster, Directeur Proefstation West-Java, Buitenzorg.

Dr. ir. J. P. Spruijt, Lector in de Scheikunde aan de Geneeskundige Hoogeschool te Batavia-C.

Ir. Berenschot, geassoc. lid, Jogjakarta.

Gevraagde en Aangeboden betrekkingen.

In navolging van het Chemisch Weekblad zal voortaan ook in dit tijdschrift een rubriek voor gevraagde en aangeboden betrekkingen worden opgenomen. Alleen de leden van de Nederlandsche Chemische Vereeniging hebben het recht voor gevraagde betrekkingen gebruik te maken van deze rubriek. De aangeboden betrekkingen worden opgenomen van alle instellingen of personen, die een scheikundige of een scheikundig ingenieur zoeken. Wij hopen dat allen, die hier te lande een chemicus of technoloog wenschen aan te stellen, van de hier geboden gelegenheid zullen gebruik maken, opdat deze rubriek zoo goed mogelijk aan het beoogde doel zal beantwoorden.

Gevraagde betrekkingen:

Scheikundig Ingenieur, Analystendiploma 1927, diploma Delft 1936, oud 31 jaar, pharmaceutische industrie, aardolie.

Scheikundig Ingenieur, diploma Delft 1936, oud 30 jaar, suikerindustrie sinds 1938.

Aangeboden betrekkingen:

Bij Gouvernementslaboratorium kan geplaatst worden een *scheikundige,* zoo mogelijk gespecialiseerd in de colloidchemie. Salarisregeling volgens BBL 1938, schaal 66, kolommen I/III (*f* 275,—/ *f* 825,—).

Samenstelling van eenige Indische Amorphophallus-soorten

door

dr. C. J. VAN HULSSEN en dr. D. R. KOOLHAAS *).

Inleiding.

De soorten van het geslacht *Amorphophallus*, dat tot de familie der *Araceae* behoort, bezitten alle een onderaardsch orgaan, waarvoor sinds eenige jaren in Ned.-Indië bijzondere belangstelling bestaat. De knollen van sommige soorten van dit gewas worden namelijk door de aanwezigheid van een hoog mannaangehalte als uitgangsmateriaal voor de bereiding van ilesmannaanmeel [1]) gebezigd. In een vorige mededeeling [2]) hebben wij reeds een overzicht gegeven van de mogelijkheden, welke dit meel biedt. De eigenschappen van dit z.g. ilesmannaanmeel, dat

*) 71ste Mededeeling van het Laboratorium voor Scheikundig Onderzoek te Buitenzorg. Deze mededeeling is vermoedelijk ook opgenomen in het *Chem. Weekblad* van Juni 1940.

1) J. v. d. Scheer, *Econ. Weekblad* 7e Jaargang *29*, 1938.

2) J. E. de Groot, C. J. van Hulssen en D. R. Koolhaas, *Chem. Weekblad 36*, 69 (1939).

uit de gemalen, gedroogde schijfjes, voornamelijk van *A. oncophyllus* en *A. variabilis*, wordt bereid hebben wij toen reeds besproken. Bij de bereiding van dit meel worden verschillende bestanddeelen als zetmeel, cellulose en anorganische zouten e.a. zooveel mogelijk verwijderd, waardoor het hoofdbestanddeel, het mannaan, achterblijft. Door de aanwezigheid van dit mannaan, een glucomannaan, opgebouwd uit glucose en mannose in bepaalde verhouding, ontstaat bij het oplossen van het meel in water een sterk visqueuze oplossing. Deze eigenschap doet het ilesmannaanmeel voor vele toepassingen op „lijm"-gebied, bij papierfabricatie, apprêteeren enz. in aanmerking komen. Het vertoont na indrogen een resistentie tegen water, welke aandacht verdient voor het impermeabel maken van stoffen. De celluloseachtige bouw opent mogelijkheden voor chemische omzettingen zooals bij cellulose. Toepassingen als adsorbens en als uitvlokkingsmiddel voor het klaren van afvalwater zijn reeds bekend.

Voor het beoordeelen van de kwaliteit der verschillende knollen en meelmonsters werd door ons in de reeds eerder genoemde mededeeling een eenvoudige bepalingsmethode voor mannaan uitgewerkt, welke gebaseerd was op de reeds meergenoemde visqueuze eigenschappen van het mannaan.

Reeds wezen wij toen op verschillende factoren, welke ontleding van het meel konden bewerkstelligen en dus ook bij de bereiding van het meel uit de knollen van invloed waren. Het doel van deze mededeeling is de verschillende eigenschappen, welke van belang kunnen zijn voor de toepassing van het product nader te belichten.

De gevolgde analyse-methoden.

De knollen der verschillende Amorphophallus-soorten bestaan voor ongeveer 86% uit water, zoodat om het materiaal in een behoorlijk analyseerbaren vorm te brengen, dit water eerst dient te worden onttrokken. De qualitatieve analyse toonde de aanwezigheid aan van de oplosbare suikers mannose en glucose, naast zetmeel, cellulose, pentosanen, mannanen, lignine, eiwitten en vetten. Uit vroegere onderzoekingen is reeds bekend, dat mannaan onder invloed van enzymen of hooge temperatuur verandert, terwijl ook zetmeel en suikers hiervoor gevoelig zijn. Bij het behandelen van het materiaal voor de analyse diende dus een droogmethode te worden gebezigd, waarbij geen of zoo weinig mogelijk omzetting zou kunnen plaats vinden. Wij hebben daartoe een serie voorproeven ingezet, waarbij de knollen na in dunne schijfjes te zijn gesneden werden gedroogd in een luchtstroom bij ongeveer 45° C, in een droogstoof bij 105° C en door behandeling met kokenden alcohol.

In de volgende tabel hebben wij enkele bij de verschillende droogmethoden verkregen analysecijfers samengevat, waarbij alle waarden zijn berekend in % van de droge stof en afkomstig van gedeelten van één knol.

Bewerking	totaal suikers	totaal mannaan	oplosbaar mannaan
Gedroogd bij 45°C	74,9	58,5	35,6
„ „ 105°C	72,7	55,4	41,7
Gebracht in alcohol	74,3	60	39,7

Uit deze proeven blijkt dus, dat door drogen bij 45° C mannaan wordt omgezet (het oplosbaar mannaangehalte is daar het laagst), terwijl bij 105° C uit het lage totaalsuikergehalte duidelijk blijkt, dat bij deze temperatuur koolhydraatomzettingen plaats hebben. Wij hebben daarom bij de voorbehandeling van het analyse-materiaal de knollen steeds dun geschild, in schijfjes gesneden en onmiddellijk gebracht in kokenden alcohol. Na eenige malen den alcohol ververscht te hebben, werd gefiltreerd en de massa aan de lucht gedroogd. De schijfjes werden vervolgens gemalen in een analysemolen en na nogmaals gewasschen te zijn met alcohol en aether, aan de lucht gedroogd. Wij verkregen op deze wijze steeds een homogeen wit poeder met een watergehalte van ongeveer 10%. De alcohol- en aetherfiltraten werden verzameld en geconcentreerd en hierin werden de droogrest en het vet- en suikergehalte bepaald.

De samenstelling van de knollen bestaat hoofdzakelijk uit een mengsel van koolhydraten, zoodat ons een uitgebreide keuze van bepalingsmethoden [3]) op dit gebied ten dienste stond. Een beperking echter was het groote aantal monsters, dat onderzocht moest worden, zoodat de keuze moest vallen op snelle, eenvoudige methoden.

Voor de bepaling van het mannaangehalte volgden we in hoofdzaak de methode van A. W. Schorger [4]), waarbij echter een kleine wijziging werd gebracht in de hoeveelheid zoutzuur, noodig voor de hydrolyse van het mannaan, daar anders te sterk visqueuze massa's ontstonden. De analyse werd als volgt uitgevoerd:

1 gram monster werd met 30 cm³ zoutzuur (s.g. 1,025) 3½ uur onder terugvlloeiing gekookt op een electrische kookplaat. De massa werd daarna gefiltreerd en het filter met het neerslag eenige malen uitgetrokken met heet water en dit bij het filtraat gevoegd. De gezamenlijke filtraten werden alkalisch gemaakt met 10% NaOH (indicator phenolphtaleïne) en aangezuurd met azijnzuur tot even zure reactie. De azijnzure oplossing werd daarna in vacuo tot klein volumen ingedampt en gefiltreerd in een Erlenmeyer, waarbij het filter werd nagewasschen met zooveel gedestilleerd water, dat het totaal volumen van het filtraat ongeveer 30 à 40 cm³ bedroeg. Nadat een mengsel van 1,5 cm³ phenylhydrazine en 1,5 cm³ ijsazijn in 10 cm³ water was toegevoegd werd het reactiemengsel ongeveer één uur bij kamertemperatuur en één nacht in de ijskast

3) Voor de algemeene methoden zie:
G. Klein, *Handbuch der Pflanzenanalyse*, 1931.
C. Dorée, *The methods of cellulose chemistry*, 1933.

4) A. W. Schorger, *J. Ind. Eng. Chem. 9*, 748 (1917).

bewaard. Het mannose-phenylhydrazon werd afgefiltreerd in een G 3 filterkroes en achtereenvolgens met 15 cm³ ijswater en 10 cm³ aceton gewasschen, waarna het neerslag in een exsiccator tot constant gewicht werd gedroogd. Het gewicht van de hoeveelheid mannose bedraagt $\frac{2}{3}$ van het gewicht van het phenylhydrazon, waaruit het mannaangehalte kan worden berekend. Dit gehalte werd uitgedrukt als „totaal mannaan".

Het gehalte aan „oplosbaar mannaan" werd bepaald door 1 gram monster met 300 cm³ water 2 uur te roeren bij 55° C en na coleeren de viscositeit van de oplossing te bepalen in een Engler-viscosimeter. Uit een viscositeits-mannaan-grafiek werd dan het mannaangehalte afgelezen. Zooals op pag. 34 wordt uiteengezet hebben deze cijfers alleen relatieve waarde en wil een hoog mannaangehalte slechts tot uitdrukking brengen een meel, dat een zeer visqueuze oplossing geeft.

Suikers werden bepaald door titratie volgens Luff-Schoorl[6]) en berekend als glucose.

Voor de analyse van zetmeel werd gebruik gemaakt van de methode van W. Whale[7]), waarin wij echter bij de uitvoering enkele wijzigingen aanbrachten:

Afhankelijk van het zetmeelgehalte werd 0,25 — 0,5 gram stof met 40 cm³ 0,7% oplossing van kaliumhydroxyde gedurende 10 minuten met een glasstaaf geroerd bij een temperatuur van 90° C en daarna nog 20 minuten op deze temperatuur gehouden. De oplossing werd dan in een maatkolf van 100 cm³ gespoeld, aangezuurd met azijnzuur en aangevuld met water, goed gemengd en gecentrifugeerd. Van deze oplossing werd 40 cm³ gepipetteerd in een centrifugebuis (welke gesloten kon worden met gummikurk), 5 cm³ 0,1 n jodiumoplossing en 5 cm³ 2 n kaliumacetaatoplossing toegevoegd, goed omgeschud en gecentrifugeerd. In 25 cm³ van de zoo verkregen heldere oplossing werd het jodiumgehalte bepaald door titratie met thiosulfaat, terwijl van de overgebleven 25 cm³ met het neerslag eveneens het jodiumgehalte werd bepaald. Het verschil in gehalten geeft de hoeveelheid jodium gebonden aan het zetmeel. Uit de tabel in de mededeeling van Whale kan dan het zetmeelgehalte worden berekend.

Uit de hoeveelheid furfurol, verkregen door destillatie van het monster met geconcentreerd zoutzuur volgens Kröber-Tollens[8]), werd het pentosaangehalte berekend.

Cellulose werd bepaald volgens de methode van Hoffer-Kürschner[9]), waarbij de stof behandeld werd met alcoholisch salpeterzuur, terwijl het monster voor het liginegehalte volgens W. H. Dore[10]) met 72%ig zwavelzuur werd behandeld.

Het vochtgehalte werd bepaald door drogen bij 105° C tot constant gewicht; het aschgehalte werd op de gewone wijze door weging na verbranding verkregen.

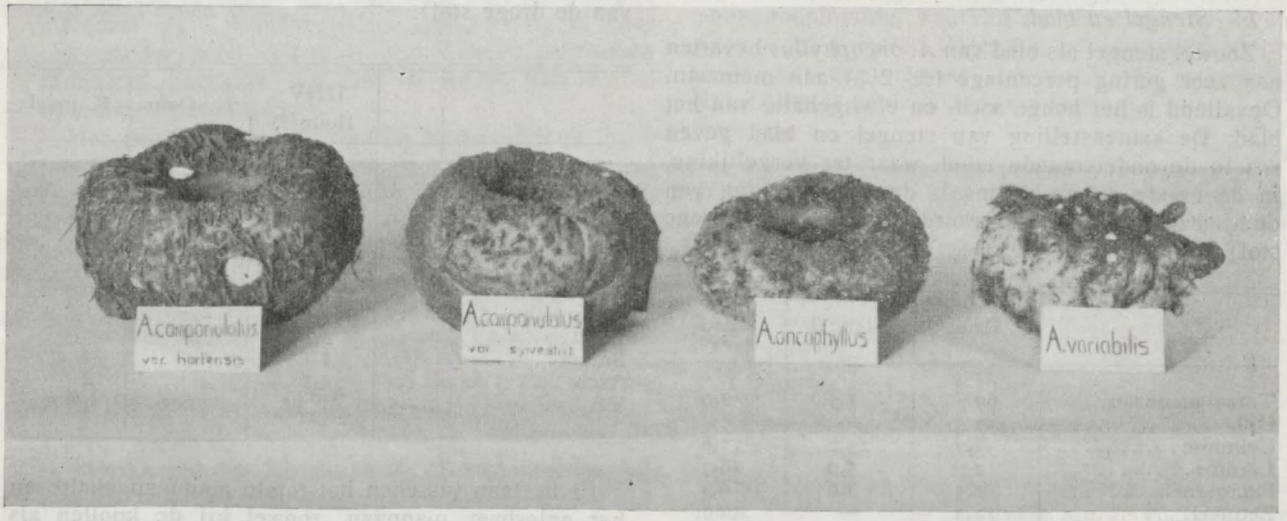
Het eiwitgehalte werd berekend uit het stikstofgehalte, bepaald volgens Kjeldahl[11]) door vermenigvuldigen met den factor 6,25.

Het in aether en petroleumaether oplosbare gedeelte werd beschouwd als vetgehalte.

De samenstelling der verschillende soorten.

In de literatuur komt weinig over de samenstelling der verschillende soorten voor. J. Motte[12]) is de eenige, die een quantitatieve opgave geeft voor de samenstelling der *A. rivieri*, welke gebezigd zou worden voor de bereiding van Konjaku-meel.

Water	91,67
Vet	0,08
Koolhydraten	6,47
Vezel	0,30
Asch	0,36



5) Hiermede werd een steeds constante kooktemperatuur verkregen.

6) P. Schoorl, *Chem. Weekblad 26*, 134 (1926).

7) W. Whale, *The Analyst*, *63*, 328, 748 (1938).

8) A. W. Schorger, *J. Ind. Chem.*, *15*, 748 (1923). E. Kröber, *J. Landw. 48*, 357 (1900).

9) K. Kürschner en A. Hoffer, *Chem. Ztg. 55*, 161, 182 (1931). *Z. f. Untersuchung d. Lebensmittel*, *59*, 484 (1930).

10) W. H. Dore, *J. Ind. Eng. Chem.*, *12*, 984 (1920). G. A. Richter, *J. Ind. Eng. Chem.*, *23*, 131 (1931).

11) Kalshoven, *Chem. Weekblad 35*, 235 (1938).

12) J. Motte, *Ann. Mus. Col. Marseille* (4) *10*, 40 (1932).

Verder treft men slechts enkele opgaven over het al of niet aanwezig zijn van bepaalde koolhydraten hier en daar in de literatuur aan.

De meest voorkomende Amorphophallussoorten op Java zijn: *A. oncophyllus, A. variabilis, A. campanulatus var. hortensis* en *A. campanulatus var. sylvestris;* daarnaast komen minder algemeen voor *A. spectabilis, A. decus silvae, A. muelleri.* (Zie plaat).

Het gewicht der *A. campanulatus* kan tot 18 kg, van *A. oncophyllus* 7 à 8 kg en van *A. variabilis* van 1—4 kg bedragen [13]).

Alle soorten hebben een onderaardschen knol, een gevlekte of gestreepte bladsteel en één blad, terwijl bij *A. oncophyllus* broedknolletjes op de bladschijf voorkomen. Wij hebben van de meest voorkomende soorten de knollen onderzocht, terwijl van de belangrijkste soort, de *Amorphophallus oncophyllus,* ook de samenstelling van stengel, blad en bladknollen werd nagegaan.

a. Knollen.

In de onderstaande tabel geven wij een overzicht van de samenstelling der knollen van de meest voorkomende soorten (alle waarden in % van de droge stof).

	A. oncophyllus	Bladknollen (v. A. oncophyllus)	A. variabilis	A. campanulatus var. hort.	A. campanulatus var. sylvestris
Totaal mannaan	67	51	30	2,7	3,1
Opl. „	57	39	18	—	—
Cellulose	3,7	3,8	5,5	5,3	7,8
Lignine	2	5	2	3,5	5,8
Pentosanen	1,5	2,4	2	2,8	3,1
Zetmeel	12,3	10,5	45	52,6	54,9
Suikers	1,5	1	0,5	6	6,2
Eiwitten	6,5	6,9	4	6,7	8,9
Asch	3,0	3,3	5	2,9	3,0
Vetten	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8

De opgegeven analyse-cijfers zijn gemiddelde waarden uit een tiental knollen, waarbij alleen in het mannaan- en zetmeelgehalte groote schommelingen kunnen optreden.

Bij beschouwing van de analyse-cijfers valt het op, dat de variëteit *A. oncophyllus* een zeer hoog mannaangehalte heeft. Voornamelijk hieruit wordt het ilesmannaanmeel bereid; daarnaast wordt echter ook de *A. variabilis* verwerkt. De variëteit *A. campanulatus* komt voor meelbereiding niet in aanmerking, daar deze zoo goed als geen mannaan bevat.

b. Stengel en blad.

Zoowel stengel als blad van *A. oncophyllus* bevatten een zeer gering percentage (± 2%) aan mannaan. Opvallend is het hooge asch- en eiwitgehalte van het blad. De samenstelling van stengel en blad geven wij in de onderstaande tabel, waar ter vergelijking, in de eerste kolom nogmaals de samenstelling van de knol is geplaatst (alle waarden in % van de droge stof).

	Knol	Stengel	Blad
Totaal mannaan	67	1,5	2,6
Opl. „	57	—	—
Cellulose	3,7	25,2	17,6
Lignine	2	5,9	16,7
Pentosanen	1,5	7,0	6,4
Zetmeel	12,3	—	spoor
Suikers	1,5	28,5	3
Eiwitten	6,5	3,2	17,6
Asch	3,0	7,2	11,5
Vetten	0,5	1,3	4,5

13) P. H. M. Tromp, „Cultuurgegevens betreffende A. oncophyllus Prain", uitgegeven door het Landbouwkundig Instituut te Buitenzorg.

c. Meel.

Zooals wij reeds eerder opmerkten, komt de bereiding van het meel erop neer, dat van de gemalen schijfjes der knollen de lichtere deelen worden weggeblazen, waarbij de zwaardere mannaankorrels achterblijven. Het meel verkrijgt daardoor een hooger gehalte aan mannaan. In de volgende tabel hebben wij de samenstelling van het ilesmannaanmeel, HHV. flour (uit *A. oncophyllus*) gegeven, vergeleken met een meel, bereid uit de *A. variabilis-knollen,* H. flour en het Japansche Konjakumeel (alle waarden in % van de droge stof).

	HHV. flour [14])	H. flour	K. meel
Totaal mannaan	74,7	57,7	65
Opl. „	43,0	13	30
Viscositeit (1g/300 cm³)	3,12° E	1,14° E	1,75° E
Cellulose	1,6	3,4	0,5
Lignine	0,8	3,4	0,5
Zetmeel	2,2	13,6	0,5
Pentosaan	1,5	2,–	1,5
Eiwit	3,3	3,5	7,5
Suiker	1	1,5	1
Asch	4,5	4	4
Vet	spoor	spoor	spoor

Er bestaan tusschen het totale mannaangehalte en het oplosbaar mannaan, zoowel bij de knollen als

14) Het HHV. flour evenals het H. flour zijn handelsmonsters ilesmannaanmeel. Door het Centraal Bureau voor Technische Onderzoekingen van de Afdeeling Nijverheid werden op semi-technische schaal monsters bereid van betere kwaliteit. Het mannaangehalte van deze monsters bedroeg meer dan 80% en de viscositeit (1 g/300 cm³) 5,18° E.

bij het meel belangrijke verschillen. Wij hebben dit nader onderzocht en zijn hierbij, om de storende werking van het zetmeel te ondervangen, uitgegaan van ilesmannaanmeel waarin slechts een gering percentage zetmeel voorkomt.

Dit meel werd zoolang met water bij kamertemperatuur geëxtraheerd tot er niets meer oploste. Deze bewerking werd herhaald met water van 55° C en vervolgens met kokend water. Uit deze oplossingen werd het mannaan met alcohol neergeslagen. We hebben deze producten aangeduid als „koud"-, „warm"- en „heet water"-mannaan. De eigenschappen van deze mannanen loopen, behoudens het verschil in oplosbaarheid, maar weinig uiteen. De viscositeit van het „warm"- en „heet water"-mannaan is iets grooter, dan die van het „koud"-water-mannaan.

	% Opl.	Rel. viscositeit
„koud wate."-mannaan....	0,1	4,2
„warm water"-mannaan....	0,1	6
„heet water"-mannaan....	0,1	6,7

De viscositeit werd bepaald met een Ostwald-viscosimeter.

Ook de oproomcapaciteit t.o.v. rubberlatex [15]), een eigenschap, welke het mannaan bezit, is ongeveer gelijk. Is het „heet water"-mannaan eenmaal neergeslagen, dan is de oplosbaarheid veel slechter geworden. Na het extraheeren van het ilesmannaanmeel op de beschreven wijze met water, gaf de rest echter bij hydrolyse nog mannose. Wij hebben daarom het meel nog met 5% loog behandeld en verkregen aldus een zeer visqueuze oplossing, waaruit met alcohol nog mannaan was neer te slaan. Dit product, evenals de reeds genoemde in water oplosbare producten, was een gluco-mannaan. Hoogstwaarschijnlijk hebben we hier dus te maken met mannanen met toenemende moleculelengte, welke steeds visqueuzer worden, maar ook minder goed oplosbaar zijn. **Onder oplosbaar mannaan verstaan wij het in water van 55° C oplosbare mannaan.**

Het gehalte aan oplosbaar mannaan neemt sterk toe tegen het einde van het groeistadium (dus na ongeveer 5 maanden) en neemt bij het bewaren van de knollen weer langzaam af. Ook het totale mannaangehalte neemt toe tegen het einde van het groeistadium, maar blijft daarna constant.

Het gehalte aan oplosbaar mannaan is het grootst in het hart van den knol en neemt naar buiten toe langzaam af.

De invloed van enzymen op mannaan.

Een mannaanoplossing in water neemt steriel bewaard weinig af in viscositeit, terwijl bewaren aan de lucht of toevoeging van perssap van Amorphophallusknollen de viscositeit sterk doet afnemen. Dit verschijnsel hebben wij nader bestudeerd.

Aan gesteriliseerde mannaanoplossingen, welke in kleine kolfjes gesloten met wattenprop werden bewaard, werd een hoeveelheid perssap [16]) van Amorphophallusknollen toegevoegd, terwijl bij de blancobepalingen in plaats van perssap eenzelfde hoeveelheid steriel water werd genomen. In de volgende tabel hebben wij het resultaat samengevat.

Oplossing	Relatieve viscositeit		
	direct	na 1 dag	na 2 dagen
Mannaanoplossing (met water)	8,3	8,2	8,3
„ (met perssap)	8,3	2,1	1,6

De viscositeit werd bepaald met een Ostwald-viscosimeter.

Na de inwerking vertoonden de oplossingen geen reduceerende werking, terwijl bij behandelen met alcohol een product werd verkregen, dat in vele opzichten op mannaan leek. Hydrolyse van dit product met zoutzuur op de gebruikelijke manier gaf ook ± 60% mannose.

Klaarblijkelijk heeft dus onder invloed van enzymen een afbraak van het mannaan plaats tot kortere moleculen, maar niet tot reduceerende suikers.

Bij acetyleering van het afgebroken product en van het zuivere mannaan, werd het eerstgenoemde gemakkelijker geacetyleerd. De verkregen acetylproducten losten op in aceton en de 0,55%-oplossingen vertoonden een relatieve viscositeit van resp. 1,120 en 1,205. Pogingen om het moleculair gewicht te bepalen door middel van de smeltpuntsdepressie, welke de acetylproducten in kamfer vertoonden, gaven te kleine waarden om hieruit behoorlijke conclusies te trekken.

Om den invloed van de temperatuur op de ontleding der enzymen na te gaan, werd een perssap van Amorphophallusknollen eenige uren op 50° C verhit en na 3 resp. 4 uur verhitten gevoegd bij een steriele mannaanoplossing, waarvan de viscositeit na 24 uur staan werd gemeten. Dezelfde proeven werden herhaald met een perssap dat op 70° C was verhit. Het resultaat geeft onderstaande tabel.

	Beginviscositeit	Na 3 uur verhitten	Na 4 uur verhitten
Mannaanopl. met perssap op 50°C verhit.....	8,3	3,1	3,2
Manaanopl. met perssap op 70°C verhit.....	8,4	5,4	5,6

De viscositeit werd na 24 uur gemeten.

Zelfs verhitting van het perssap op 100° C gedurende 1 uur was niet voldoende om de enzymwerking geheel te niet te doen, daar de relatieve viscositeit van de mannaanoplossing nog van 8,3 tot 6,9 was gedaald. Een perssap, dat 2 uur op deze temperatuur verhit was, had zijn werking geheel verloren.

De omzettingen van de mannaanoplossingen, zooals wij tot nu toe bespraken, gelden alle voor kamertemperatuur. Bij hoogere temperaturen gaan deze om-

15) G. M. Kraay, *De Bergcultures, 13*, 1044 (1939).

16) Het perssap werd bewaard onder toluol.

zettingen echter vrij snel. Een mannaanoplossing waaraan 10% van zijn volumen aan perssap was toegevoegd werd op 30° C resp. 40° C bewaard en ieder kwartier werd de viscositeit gemeten. Het resultaat geeft de volgende tabel.

	Relatieve viscositeit	
	bij 30°C bewaard	bij 40°C bewaard
Direct gemeten	8,6	8,6
Na 15 minuten	8	7,4
Na 30 minuten	8	6,1
Na 60 minuten	7,8	5,5

Beneden de 40° C gaat de omzetting dus vrij langzaam, bij 40° C snel, en daar bij 50° C een deel van de enzymen reeds minder werkzaam is, zal dus tusschen 40° C en 50° C de optimale temperatuur liggen voor de ontleding van het mannaan.

Het enzym werkt het best in zwak zuur milieu; basisch milieu is schadelijk, de optimum werking heeft plaats tusschen een *pH* 6—7. Daar de *pH* van de knollen ongeveer 6,2 bedraagt, zal dus bij de bereiding gedroogd moeten worden onder de 30° C of in de buurt van 100° C, daar bij drogen tusschen deze temperaturen optimale omstandigheden heerschen voor de ontleding van het mannaan. Voor dit kunstmatig drogen was het dus belangrijk om den invloed van hoogere temperaturen (boven 100° C) op de ontleding van het mannaan na te gaan.

Invloed van verhitting op mannaan.

Wij gebruikten voor de proeven om den invloed van verhitting na te gaan een goed soort ilesmannaanmeel. Van dit product, dat vrij goed oplosbaar was in water, werd een concentratie-viscositeitscurve samengesteld voor het „oplosbaar mannaan", terwijl tevens het gedeelte, dat bij oplossen van het meel in water niet in oplosing ging, werd bepaald. Een serie proeven werd met dit product ingezet, waarbij de tijdsduur van de verhitting en de temperatuur werden gevarieerd, waarna de eigenschappen van viscositeit en oplosbaarheid werden bepaald en vergeleken met die van het oorspronkelijke product.

De tijdsduur van inwerking bedroeg 3 uur, 5 uur en 24 uur bij 104° C, 1 uur, 2 uur en 3 uur bij 120° C en 1 uur en 2 uur bij 130° C. Door inwerking bij hoogere temperatuur werd het meel donker gekleurd en was een duidelijke ontleding merkbaar. In *fig. 1* hebben wij de resultaten van de viscositeitsmetingen samengevat.

De oplosbaarheid van het meel bleef ongeveer constant en nam zelfs in geringe mate toe bij verhitting. De viscositeit nam echter bij ongeveer 10 uur verhitten op 104° C, 2 uur op 120° C of 1 uur op 130° C vrij sterk af. Uit deze resultaten en datgene wat over de enzymwerking werd medegedeeld kunnen wij de volgende conclusie trekken voor de bereiding. De Amorphophallus-schijfjes dienen dus onder de 30° C snel gedroogd te worden, waarbij de enzymwerking vrij langzaam is en waar geen ontleding plaats heeft tengevolge van te hooge temperatuur, of snel te drogen tusschen de 100° C en 120° C, waar de ontleding nog gering is en de enzymen zoo goed als onwerkzaam zijn.

De kwaliteitsbeoordeeling van een ilesmannaanmeel.

De samenstelling der ilesmannaanmeelsoorten wijst dus naast een betrekkelijk gering gehalte aan cellulose, lignine, zetmeel, asch, vet en eiwit op een hoog percentage mannaan. Dit mannaan is bepalend voor de kwaliteit van het meel, welke door ons dan ook werd uitgedrukt in het glucomannaangehalte, berekend uit de viscositeit. De viscositeits-concentratiecurve hiervoor was bepaald voor een goed soort Konjaku-meel (Bittchu-powder) en alle waarden gaven dus niet een absolute, maar een relatieve maat voor het mannaangehalte betrokken op het reeds genoemde Konjakumeel. Voor de vergelijkende onderzoekingen in het beginstadium leek dit geen bezwaar. Wij hadden hierbij echter aangenomen, dat het in de knollen aanwezig mannaan van dezelfde kwaliteit en geheel oplosbaar was. Dit is zooals op pag. 32 werd medegedeeld niet het geval en dus zijn wij overgegaan tot het opstellen van een nieuwe curve. Hierbij werd uitgegaan van volgroeide Amorphophallusknollen, dus knollen waarvan het blad afviel, waarna zij geoogst werden. Deze knollen werden in schijfjes gesneden direct in kokenden alcohol gebracht, gefiltreerd, gedroogd aan de lucht en gemalen; er ontstonden zoodoende producten, waarbij omzettingen door hitte of enzymen zoo goed mogelijk waren tegengegaan. Van deze melen werden oplossingen

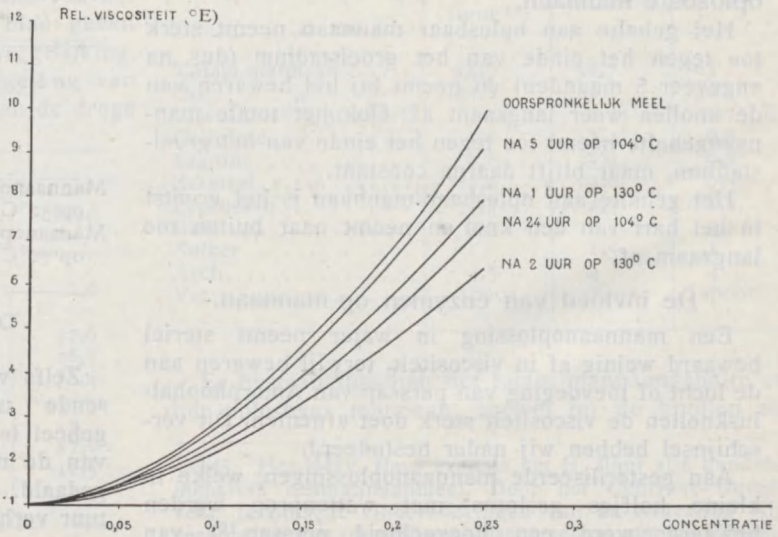


Fig. 1. Concentratie-viscositeitskrommen voor illesmannaanmeeloplossingen bij verschillenden verhittingsduur en -graad.

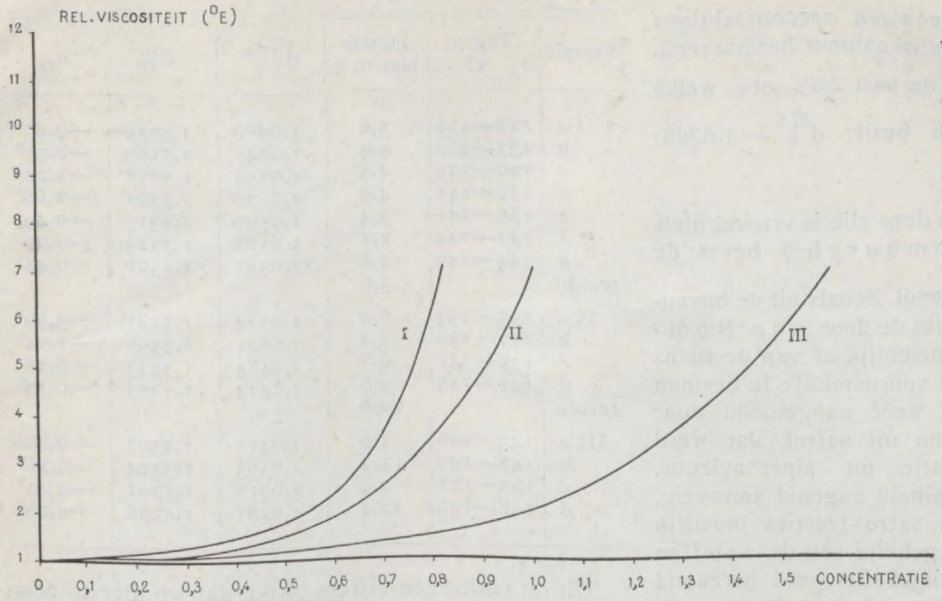


Fig. 2. Concentratie-viscositeitskrommen van een drietal op gelijke wijze bereide oplossingen van ilesmannaanmeel.

gemaakt, welke gecoleerd werden, terwijl van deze oplossingen de viscositeit en de concentratie werden bepaald. In *fig. 2* hebben wij voor enkele melen bereid uit A.-knollen deze curven samengevat.

Uit de figuur valt op dat klaarblijkelijk eenzelfde hoeveelheid mannaan verschillend visqueuze oplossingen kan geven, dat dus de toestand, waarin het mannaan in de volgroeide knollen voorkomt niet gelijk is. Het gedrag van het mannaan wijst geheel op het karakter van een macro-moleculaire stof. Klaarblijkelijk bevinden zich in het meel en in de knollen dus mannanen van dezelfde chemische samenstelling maar met toenemend moleculairgewicht, dus toenemende moleculelengte, waarmede toenemende viscositeit gepaard gaat. Een oplossing van weinig mannaan met lange macro-moleculen kan dus dezelfde viscositeit hebben als een oplossing van meer mannaan met kortere macro-moleculen. Hieruit volgt dus, dat het niet mogelijk is om uit de viscositeit van een ilesmannaanmeel de concentratie van het mannaan te berekenen.

Een maat voor de kwaliteit van het meel is de viscositeit echter wel, daar een deel van de toepassingen van het ilesmannaanmeel juist op deze viscositeit berust en een verbruiker liefst met zoo weinig mogelijk meel een zoo visqueus mogelijke oplossing zal trachten te bereiden. Daarnaast berust een ander deel der toepassingen op de chemische samenstelling van het mannaan, waarbij het er weinig toe doet of het al of niet oplosbaar is in water.

Geheel gekarakteriseerd is een ilesmannaanmeel dus door het chemisch bepaalde mannaangehalte en de viscositeit. Deze viscositeit wordt door het Laboratorium voor Scheikundig Onderzoek te Buitenzorg opgegeven in °E van een een oplossing, verkregen door $\frac{1}{2}$ g of 1 g ilesmannaanmeel op te lossen in 300 cm³ water bij 55° C.

SUMMARY.

The composition of the tubers of the principal Amorphophallus-species of the Netherlands Indies is investigated.

The composition and properties of the flour (ilesmannanflour) prepared from these tubers are recorded and compared with the Japan konjaku-flour.

The properties of the chief constituent, a glucomannan, are defined and the changes, which this product undergoes by treatment with enzymes and on heating, are studied.

The conditions are stated under which the preparation of the flour should take place in order to avoid disintegration.

The properties of ilesmannanflour of good quality are discussed.

De bestanddeelen van de aetherische olie uit sintokbast (Cinnamomum sintok Blume)

door

dr. Th. M. MEIJER *).

Cinnamomum sintok Blume.

De bast van *Cinnamomum sintok Bl.*, onder de bevolking van Java bekend onder den naam van kajoe sintok, geniet reeds vele eeuwen een goede reputatie als geneesmiddel, zoowel bij inwendig als uitwendig gebruik.

Heyne[1]) vermeldt verschillende toepassingen o.a. „als wormdrijvend middel, alsmede tegen steken en beten van venijnig gedierte, verder heilzaam voor krampachtige diarrheeën, vermengd met andere kruiden tegen venerische ziekten". Het vormt tevens een algemeen voorkomend bestanddeel van de samengestelde Indische kruidenmengsels (poelasaribast).

*) 87ste Mededeeling van het Laboratorium voor Scheikundig Onderzoek te Buitenzorg.

1) K. Heyne, „*De nuttige planten van Nederlandsch-Indië*", 2e druk p. 658.

De bast bezit een aangenamen specerijachtigen geur, aan kruidnagelen en muskaatnoot herinnerend.

Bij stoomdestillatie levert de bast 2,8% olie, welke de volgende eigenschappen bezit: $d_4^{27,5} = 1{,}0266$; $n_D^{26} = 1{,}5245$; $\alpha_D^{27} = -3{,}10°$.

Over de samenstelling van deze olie is vrijwel niets bekend. Volgens van Romburgh[2]) bevat de olie ($d_4^{27,5} = 1{,}008$) 13% eugenol. Zooals uit de bovenvermelde gegevens blijkt, wijkt de door van Romburgh beschreven olie aanzienlijk af van de thans onderzochte. Onze olie bleek voornamelijk te bestaan uit methyleugenol, hetgeen werd aangetoond door oxydatie tot veratrumzuur en uit safrol, dat werd geïdentificeerd door oxydatie tot piperonylzuur. Voorts is een geringe hoeveelheid eugenol aanwezig. Daar de methyleugenol- en safrol-fracties moeilijk waren te scheiden, werd het gehalte aan deze stoffen berekend. Het methyleugenolgehalte werd berekend uit het methoxylgehalte en het safrolgehalte door de fractie, welke deze beide stoffen bevatte, te verminderen met de berekende hoeveelheid methyleugenol. Op deze wijze werd aan methyleugenol gevonden een gehalte van ± 60% en aan safrol van ± 20%.

Experimenteel gedeelte.

Uit 11,8 kg bast werd door stoom-destillatie 269 cm³ olie verkregen. Door uitschudden van de olie met 6%-ige kaliloog werd slechts een geringe hoeveelheid olie verwijderd, welke phenolische eigenschappen bezat. De typische geur van eugenol was waar te nemen en met ferrichloride werd een groene kleur verkregen.

In de resteerende olie werd een methoxylbepaling verricht, waarbij een OCH_3-gehalte van 20,76% werd gevonden. Aannemende, dat de methoxylgroep alleen afkomstig is van methyleugenol, wordt door berekening hieruit gevonden een gehalte van 59,6% aan deze verbinding.

Gefractionneerde destillatie van de olie leidde niet tot een bevredigende scheiding van de aanwezige componenten, zooals uit onderstaande tabel moge blijken.

Er werd 139 g olie in vacuo (28 mm) gedestilleerd.

Fractie	Temp. °C	Destillaat in g
Voorloop	81—135	13,6
I	135—140	37,2
II	140—145	37,1
III	145—152	41,5
Residu		9,6

De drie fracties werden afzonderlijk gedestilleerd, waarbij het volgende resultaat werd verkregen.

Fractie	Temp. °C	Destillaat in g	$d_4^{27,5}$	n_D^{26}	α_D
I a	128—133	3,6	1,0086	1,5059	—9,9°
b	133—136	4,4	1,0349	1,5167	—8,77°
c	136—139	4,5	1,0553	1,5258	—5,28°
d	139—141	4,9	1,0636	1,5301	—2,60°
e	139—141	3,4	1,0590	1,5315	—0,49°
f	141—144	3,2	1,0508	1,5313	—0,29°
g	144—147	2,8	1,0381	1,5306	—0,48°
residu		3,6			
II a	130—137	6,4	1,0574	1,5281	—3,90°
b	137—139	5,4	1,0627	1,5308	—1,72°
c	139—141	6,8	1,0584	1,5313	—0,48°
d	141—145	7,6	1,0414	1,5305	—0,19°
residu		10,6			
III a	143—146	5,6	1,0416	1,5306	—0,20°
b	146—147	12,4	1,0363	1,5304	—0,16°
c	147—148	7,9	1,0312	1,5301	—0,12°
d	148—149	12,4	1,0281	1,5298	—0,08°

Uit de verkregen cijfers blijkt, dat we hier te doen hebben met een mengsel. Oxydatie van fractie II b met $KMnO_4$ leidde tot de vorming van piperonylzuur, dat een smeltpunt had van 219°; gemengd met zuiver piperonylzuur werd geen depressie waargenomen. Oxydatie van fractie III c met $KMnO_4$ leverde veratrumzuur met smeltpunt 180 — 181° C; een mengsmeltpuntsbepaling met zuiver veratrumzuur gaf geen depressie. De fracties I b, c, d, e, f, en II a, b, c, werden samengevoegd, waarna het OCH_3-gehalte bepaald werd; dit bedroeg 9,9%, overeenkomend met een berekend gehalte aan methyleugenol van 25,8%. Aannemende, dat de rest safrol is, zouden we komen op een hoeveelheid van 26,3 g. Indien we het safrolgehalte zouden berekenen uit het soortelijk gewicht der fracties, aannemende, dat alleen safrol en methyleugenol aanwezig zijn, dan zou het safrolgehalte lager uitvallen en ongeveer 15% van de totale olie bedragen. De fracties II d, residu, III a, b, c en d werden eveneens samengevoegd waarin het OCH_3-gehalte werd bepaald. Gevonden werd 26,69%, hetgeen overeenkomt met een berekend gehalte aan methyleugenol van 72%.

In de laatstgenoemde fracties is zeker nog safrol aanwezig, te oordeelen naar de voor deze verbinding karakteristieke geur. Een schatting hiervan is niet mogelijk, want het soortelijk gewicht van methyleugenol bij 27,5° is 1,035 en dat van safrol bij 27,5° is 1,0970; een mengsel van deze stoffen moet een hooger soortelijk gewicht bezitten dan 1,035. Er moet dus nog een andere stof aanwezig zijn met een lager soortelijk gewicht dan 1,035 en een hoog kookpunt; deze stof kon echter niet in zuiveren toestand worden geïsoleerd.

Summary.

The essential oil from the bark of *Cinnamomum sintok Bl.* has been investigated; the physical properties have been determined and the chief constituents identified. The oil contains about 60% of methyleugenol and about 20% of safrol, while eugenol was present in a small quantity.

2) P. van Romburgh, *Verslag van 's Lands Plantentuin*, 1895, p. 39.