

# TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

HALFMAANDELIJKSCH TIJDSCHRIFT,  
ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: M. C. KORT.

Redactie:

J. C. DEKNATEL,  
P. K. VAN MEURS,  
A. G. VON BAUMHAUER,  
W. P. VAN ZON,  
J. B. LEEUWENBERG,  
S. DE WAARD,  
M. C. KORT,  
G. D. BOERLAGE,

Civiele faculteit,  
Bouwkundige faculteit,  
Werktuigkundige faculteit,  
Scheepsbouwkundige faculteit,  
Electrotechnische faculteit,  
Scheikundige faculteit,  
Mijnbouwkundige faculteit,  
Luchtvaart,

Oude Delft 209.  
A 419, Overschie.  
Van Leeuwenhoeksingel 5.  
Nieuwe Plantage 74.  
Van Leeuwenhoeksingel 18.  
Van Leeuwenhoeksingel 12.  
Poortlandlaan 32.  
Nieuwe Laan 22.

en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleraren aan de T. H.

Abonnementsprijs per jaar f 4,—.

Druk en Administratie Technische Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN JR., Delft.

6<sup>e</sup> Jaargang. N<sup>o</sup>. 9. 1 Maart 1916.

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

Alle berichten en mededeelingen zijn buiten  
verantwoordelijkheid van de Redactie.

Copie en exemplaren ter recensie zende men  
aan het redactie-adres.

Figuren gelieve men, gereed tot reproductie,  
bij de copy in te leveren.

Voor opgaven van abonnement en adresver-  
anderingen en voor aanvragen van losse num-  
mers richte men zich tot de Administratie:  
Binnenwatersloot 33.

## Inhoud.

Vectoranalytische behandeling der veldentheorie, II.  
Bestudeeren van Historische Stijlen, door v. M.  
Gloeilampen met gasvulling, door R. K.  
Exploratie naar Gangtinertsen op Billiton en het ver-  
werken van deze Ertsen, door Dr. J. Rueb, c. en m. i.  
Materiaalkeuring met behulp van de Metallographie,  
door v. E.  
Vragen.  
Berichten en Mededeelingen.

## Vectoranalytische behandeling der veldentheorie.

(Vervolg).

### Wet van Gauss.

Is in het vectorveld  $\mathbf{v}$  een samenhangend ruimte-  
deel  $\tau$  gegeven, begrensd door een gesloten opper-  
vlak, en is  $\mathbf{v}$  over den geheelen inhoud  $\tau$  continu,  
dan kan men dit ruimtedeel door stelsels van  
snijdende oppervlakken in stukken verdeelen:

$$\tau_\alpha, \tau_\beta \dots \tau_\nu,$$

die te zamen  $\tau$  uitmaken.

Wordt nu de oppervlakte integraal van  $\mathbf{v}$  be-  
rekend voor twee aan elkaar grenzende stukken  
 $\tau_\alpha$  en  $\tau_\beta$ , dan zal met het deel

$$\mathbf{n}_\alpha \cdot \mathbf{v} d\sigma$$

behoorende bij  $\tau_\alpha$  in het grensvlak tusschen  $\tau_\alpha$  en  
 $\tau_\beta$  een deel

$$-\mathbf{n}_\beta \cdot \mathbf{v} d\sigma$$

behoorende bij  $\tau_\beta$  correspondeeren, daar  $\mathbf{v}$  gelijk  
blijft, doch de normaal in beide gevallen tegen-  
gesteld teeken krijgt.

Bij sommatie van de integralen voor  $\tau_\alpha$  en  $\tau_\beta$   
vallen dus alle integratie-elementen, die het grens-

vlak oplevert, tegen elkaar weg. Daar dit voor alle  $\tau$ 's geldt, volgt hieruit, dat bij sommatie der integralen van  $\tau_\alpha, \tau_\beta \dots \tau_\nu$  alleen de integraal over de niet gemeenschappelijke begrenzing overblijft, en dat is juist de begrenzing van het totale ruimtedeel  $\tau$ .

Bijgevolg is:

$$\int_{\sigma_\tau} \mathbf{n}_I \cdot \mathbf{v} d\sigma = \sum_{i=\alpha}^{\nu} \int_{\sigma_{\tau_i}} \mathbf{n}_I \cdot \mathbf{v} d\sigma.$$

Wordt de verdeling van  $\tau$  zoover voortgezet, dat de stukken differentiaalelementen  $d\tau$  worden, dan wordt de oppervlakteintegraal voor een element, als boven gevonden:

$$\nabla \cdot \mathbf{v} d\tau,$$

en dus is

$$\int_{\sigma} \mathbf{n}_I \cdot \mathbf{v} d\sigma = \int_{\tau} \nabla \cdot \mathbf{v} d\tau.$$

of in woorden:

De oppervlakteintegraal van een vector over een gesloten oppervlak is gelijk aan de ruimte-integraal van de convergentie over de omsloten ruimte, mits die ruimte geen discontinue deelen van het veld bevat. (Wet van Gauss).

Hydrodynamisch volgt de wet eenvoudig uit de overweging, dat de hoeveelheid vloeistof, die door het gesloten oppervlak binnenstroomt, weer door de convergentiepunten moet verdwijnen, en dus gelijk moet zijn aan de totale capaciteit dier convergentiepunten.

Opmerking verdient, dat de hier voor de skalaire vermenigvuldiging gevonden wet ook geldt voor iedere andere vermenigvuldiging, en dat dus algemeen:

$$\int_{\sigma} \mathbf{n} \cdot |\mathbf{v}| d\sigma = \int_{\tau} \nabla \cdot |\mathbf{v}| d\tau.$$

Om dit te bewijzen wordt eerst aangetoond, dat  $\nabla \cdot |\mathbf{v}| d\tau$  de oppervlakteintegraal is van  $\mathbf{v}$  over een differentiaalelement  $d\tau$  met de vermenigvuldiging  $|\cdot|$ , en verder, dat de totale oppervlakte-integraal gelijk is aan de som van de oppervlakte-integralen over de elementen.

#### Onderscheiding van velden.

De operator conv vormt uit het veld  $\mathbf{v}$  het skalaire veld  $q$  der convergentiepunten. Is  $q$  ergens nul, dan is het veld daar convergentievrij of bronvrij. In een over de geheele oneindige ruimte convergentievrij, continu veld is de oppervlakte-

integraal over ieder gesloten oppervlak nul, en omgekeerd is het nul worden van die integraal over ieder gesloten oppervlak het kenmerk, dat het veld overal convergentievrij is.

Bevinden zich de convergentiepunten van een continu veld uitsluitend binnen een bepaald samenhangend ruimtedeel, dan zal de oppervlakte-integraal nul zijn voor alle oppervlakken, die dat ruimtedeel niet omsluiten.

Voor alle oppervlakken, die het ruimtedeel *wel* omsluiten, is de oppervlakteintegraal gelijk aan de totale capaciteit der convergentiepunten binnen dat ruimtedeel.

Daar in een convergentievrij continu veld de oppervlakteintegraal over ieder gesloten oppervlak nul is, volgt, dat de oppervlakteintegraal over een niet gesloten oppervlak uitsluitend afhankelijk is van de randkromme en onafhankelijk van den aard van het oppervlak, dat door de kromme begrensd wordt. Elke gesloten kromme in een convergentievrij veld komt dus een bepaald getal toe, *de* oppervlakteintegraal van het veld voor die kromme.

Is een continu veld niet in zijn geheel convergentievrij, doch slechts in zeker ruimtedeel, dan moet onderscheid gemaakt worden tusschen een enkelvoudig begrensd, en een meervoudig begrensd ruimtedeel.

Bevinden zich binnen een bol bijv. drie buiten elkaar gelegen kleine bollen, dan is het ruimtedeel binnen den grooten en buiten de kleine bollen een viervoudig begrensd, samenhangend ruimtedeel en de rest van de  $\infty$  ruimte een eveneens viervoudig begrensd, doch onafhankelijk samenhangend ruimtedeel. Het metaal van een hollen kogel beslaat dus een tweevoudig begrensd ruimtedeel.

Elk  $n$ -voudig begrensd samenhangend ruimtedeel kan door het aanbrengen van juist  $n-1$  „draden” tusschen de verschillende deelen der begrenzing overgevoerd worden in een enkelvoudig begrensd ruimtedeel, zoodra men de draden niet meer tot het ruimtedeel rekent.

In een convergentievrij, meervoudig begrensd ruimtedeel van een continu veld is de oppervlakte-integraal over een gesloten oppervlak *alleen dan* nul wanneer het oppervlak geen vreemde ruimtedeelen omsluit, en zich dus tot een punt kan samentrekken zonder daarbij vreemde ruimtedeelen te passeeren. Een dergelijk oppervlak heet „reducerbaar.”

Worden vreemde ruimtedeelen omsloten met de totale instrooming  $a_\alpha, a_\beta \dots a_\nu$ , dan is de oppervlakteintegraal volgens de wet van Gauss:

$$a_\alpha + a_\beta + \dots + a_\nu.$$

Elke gesloten kromme in een meervoudig begrensde, convergentievrij, continu veld komen dus een aantal verschillende getallen toe, die verkregen worden door die randkromme telkens als begrenzing op te vatten van t. o. der vreemde ruimtedeelen anders gelegen oppervlakken en voor elk geval de oppervlakteintegraal te bepalen.

Een vervorming van het begrensde oppervlak, waarbij geen vreemd ruimtedeel gepasseerd wordt, heeft geen invloed op de oppervlakteintegraal. Passeert het oppervlak echter een ruimtedeel met een totale instrooming  $a_\alpha$ , dan verspringt de waarde van de integraal een stuk  $a_\alpha$ . Is dus voor een bepaald oppervlak de integraal  $c$ , dan zijn er ook oppervlakken met integralen

$$c + a_\alpha, c + a_\beta, c + a_\gamma, c + a_\alpha + a_\beta, \dots \text{enz.}$$

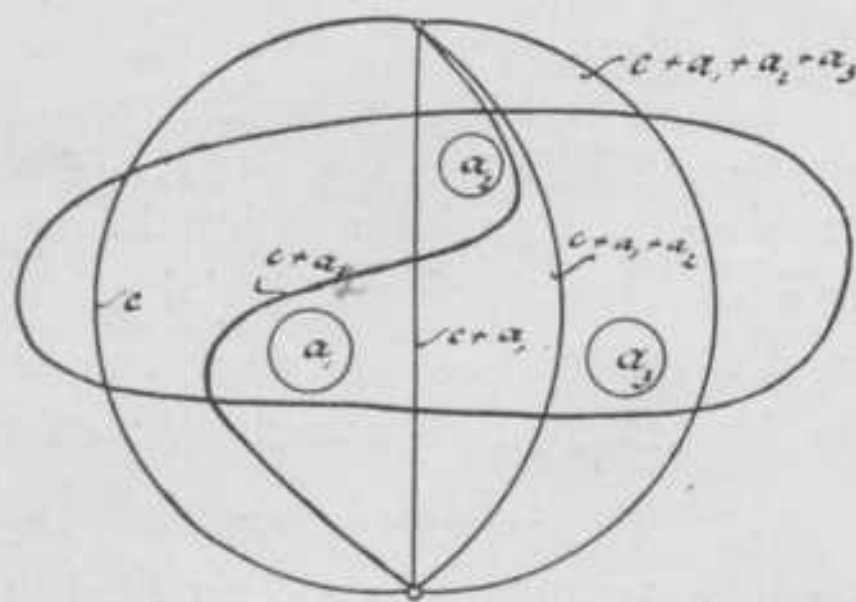


Fig. 3.

Bijgaande figuur is een doorsnede door een veld met vreemde ruimtedeelen. De randkromme vertoont in de doorsnede 2 punten, de verschillende oppervlakken door deze kromme zijn gesneden in lijnen, en de vreemde ruimtedeelen met totale instroomingen  $a_1, a_2$  en  $a_3$  vertoonen zich in doorsnede. \*)

#### Het veld van één differentiaalconvergentiepunt.

Het veld van één enkel differentiaalconvergentiepunt met capaciteit  $q d\tau$ , in een punt vastgelegd door  $\mathbf{r}'$ , is overal radiaal en naar dit punt toe gericht.

\*) In de figuur komt ook een lijn voor, die niet door de beide vaste punten gaat. Deze lijn is de doorsnede van een oppervlak, dat  $a_1, a_2$  en  $a_3$  omsluit. De oppervlakteintegraal  $a_1 + a_2 + a_3$ , die er bij behoort te staan, is in het cliché weggevalen.

Is  $\mathbf{a} = \mathbf{r} - \mathbf{r}'$ , dan is de grootte van den veldvector  $\mathbf{v}$  in  $\mathbf{r}$ :

$$\frac{q d\tau}{4\pi a_m^2},$$

immers de instrooming in een bol met middelpunt in  $\mathbf{r}'$  en straal  $a_m$  is  $q d\tau$ , en deze hoeveelheid verdeelt zich gelijkmatig over het oppervlak.

Het veld is naar  $\mathbf{r}$  toegericht, en dus:

$$\mathbf{v} = -\frac{q d\tau \mathbf{a}_1}{4\pi a_m^2} = -\frac{q d\tau \mathbf{a}}{4\pi a_m^3} = \frac{q d\tau}{4\pi a_m^2} \frac{\mathbf{a}}{a_m}$$

Kennelijk is dit veld overal  $\infty$  klein.

#### Een veld met discontinuïteitspunt.

Is de capaciteit van een convergentiepunt in  $\mathbf{r}'$  eindig, en gelijk aan  $Q$ , dan is het veld van dit convergentiepunt:

$$\mathbf{v} = -\frac{Q \mathbf{a}_1}{4\pi a_m^2} = -\frac{Q \mathbf{a}}{4\pi a_m^3}$$

In het eindige is dit veld continu en eindig, behalve in  $O$  waar het oneindig groot wordt. In het oneindige convergeert het veld tot nul en wel even sterk als  $\frac{1}{a_m^2}$ .

Het elektrische veld van een in één punt geconcentreerde lading en het zwaartekrachtveld van een massapunt zijn voorbeelden van dit type.

De tweede belangrijke functie is de lijnintegraal langs een willekeurige kromme.

Is  $ds$  het differentiaalelement langs een kromme, dan is:

$$\int_A^B ds \cdot \mathbf{v}$$

de *skalair* lijnintegraal of kort de *lijnintegraal* van een vector  $\mathbf{v}$  over de kromme  $s$ , van  $A$  tot  $B$ .

Is  $\mathbf{v}$  een krachtveld, dan stelt de negatieve lijnintegraal de arbeid voor, door de krachten van het veld verricht bij een beweging van een punt van  $A$  naar  $B$ . De lijnintegraal zelf is dus de energieverandering van het veld bij die beweging.

#### Lijnintegraal over een gesloten differentiaal-kromme.

Bestaat de kromme uit een driehoek door de punten  $\mathbf{r} + \mathbf{i}_1 dr_1, \mathbf{r} + \mathbf{i}_2 dr_2, \mathbf{r} + \mathbf{i}_3 dr_3$  bepaald, dan is de gemiddelde veldsterkte op elke zijde gelijk aan de veldsterkte in het midden, dat is dus:

$$\mathbf{v} + \frac{1}{2} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial r_2} dr_2 + \frac{1}{2} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial r_3} dr_3 \quad (\text{Zie fig. 4})$$

voor het midden van zijde  $\mathbf{a}$ , enz.

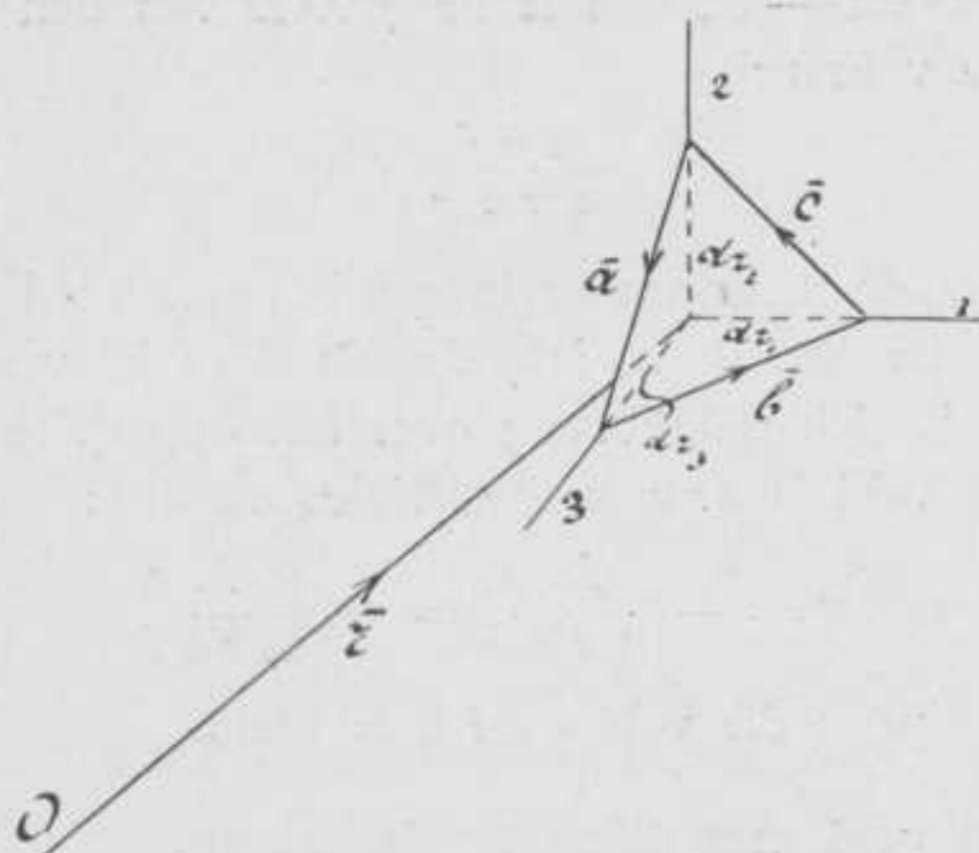


Fig. 4.

De lijnintegraal over den driehoek in de richting 1, 2, 3 is dus:

$$a \cdot \left( \mathbf{v} + \frac{1}{2} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial r_2} dr_2 + \frac{1}{2} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial r_3} dr_3 \right) + \text{cycl.}$$

of:

$$\begin{aligned} & \left( -\mathbf{i}_2 dr_2 + \mathbf{i}_3 dr_3 \right) \cdot \left( \mathbf{v} + \frac{1}{2} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial r_2} dr_2 + \frac{1}{2} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial r_3} dr_3 \right) + \text{cycl.} = \\ & = -\frac{1}{2} dr_2 dr_3 \mathbf{i}_2 \cdot \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial r_3} + \frac{1}{2} dr_2 dr_3 \mathbf{i}_3 \cdot \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial r_2} + \text{cycl.} = \\ & = \mathbf{i}_1 \cdot \left\{ \frac{1}{2} dr_3 dr_1 \frac{\partial}{\partial r_3} - \frac{1}{2} dr_1 dr_2 \frac{\partial}{\partial r_2} \right\} \mathbf{v} + \text{cycl.} = \\ & = \left\{ \frac{1}{2} \mathbf{i}_1 \left( dr_3 dr_1 \frac{\partial}{\partial r_3} - dr_1 dr_2 \frac{\partial}{\partial r_2} \right) + \text{cycl.} \right\} \cdot \mathbf{v}. \end{aligned}$$

Nu is de vector, die het vlak van den omloopen differentiaaldriehoek in grootte en richting voorstelt:

$$\frac{1}{2} \mathbf{i}_1 dr_2 dr_3 + \frac{1}{2} \mathbf{i}_2 dr_3 dr_1 + \frac{1}{2} \mathbf{i}_3 dr_1 dr_2.$$

Is het oppervlak van den driehoek  $d\sigma$ , dan is dus de eenheidsvector  $\perp$  op zijn vlak en van  $O$  af gericht gegeven door de vergelijking:

$$\mathbf{n}_1 d\sigma = \frac{1}{2} \mathbf{i}_1 dr_1 dr_2 + \frac{1}{2} \mathbf{i}_2 dr_3 dr_1 + \frac{1}{2} \mathbf{i}_3 dr_1 dr_2.$$

Daaruit volgt echter, dat de samengestelde grootte, waarmede  $\mathbf{v}$  in de uitdrukking voor den lijnintegraal sklair wordt vermenigvuldigd, gelijk is aan het vectorische product van  $\mathbf{n}_1 d\sigma$  en den operator kern  $\nabla$ , waarbij  $\nabla$  op  $\mathbf{n}_1 d\sigma$  niet differentieerend werkt:

$$(\mathbf{n}_1 d\sigma \times \nabla) = \mathbf{i}_1 \left( dr_3 dr_1 \frac{\partial}{\partial r_3} - dr_1 dr_2 \frac{\partial}{\partial r_2} \right) + \text{cycl.}$$

De lijnintegraal wordt dus:

$$(\mathbf{n}_1 d\sigma \times \nabla) \cdot \mathbf{v}.$$

Aangezien  $\nabla$  alleen op  $\mathbf{v}$  differentieerend werkt, kan dus volgens de eerste hoofdregel de lijnintegraal geschreven worden:

$$\mathbf{n}_1 \cdot (\nabla \times \mathbf{v}) d\sigma.$$

Uit deze formule blijkt, dat de lijnintegraal over de begrenzing van een willekeurig differentiaalvlakje per oppervlakteenheid, (welke grootte al of niet nul is al naarmate het veld in het vlakje een werveling vertoont of niet, en die dus een zeer geschikte maat is voor de werveling van het veld in dat vlakje) gelijk is aan de componenten van den vector

$$\nabla \times \mathbf{v}$$

in een richting loodrecht op het vlakje. De vector

$$\nabla \times \mathbf{v}$$

geeft dus direct een maat voor de werveling van het veld in alle richtingen in een bepaald punt. De operator  $\nabla \times$  wordt derhalve geschreven rot (rotatie):

$$\nabla \times \mathbf{v} = \text{rot } \mathbf{v}.$$

#### Wet van Stokes.

Is in een vectorveld  $\mathbf{v}$  een oppervlaktedeel  $\sigma$  begrensd door een gesloten ruimtekromme, en is het veld over het geheele oppervlaktedeel continu, dan kan dit oppervlaktedeel door een stelsel van snijdende krommen in stukken worden verdeeld:

$$\sigma_\alpha, \sigma_\beta \dots \sigma_\nu$$

die tezamen  $\sigma$  vormen. Wordt nu de lijnintegraal van  $\mathbf{v}$  berekend voor twee aan elkaar grenzende stukken  $\sigma_\alpha$  en  $\sigma_\beta$  dan zal met het deel

$$d\mathbf{s} \cdot \mathbf{v}$$

behoorende bij  $\sigma_\alpha$  in de grenslijn, een deel

$$-d\mathbf{s} \cdot \mathbf{v}$$

behoorende bij  $\sigma_\beta$  correspondeeren, daar  $\mathbf{v}$  gelijk blijft, doch de richting van  $d\mathbf{s}$  in beide gevallen tegengesteld genomen moet worden (zie fig. 5).

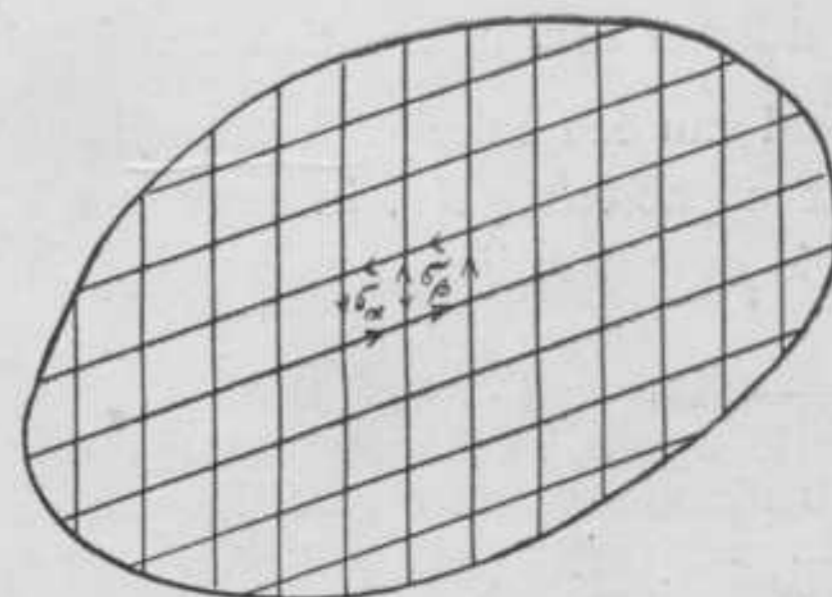


Fig. 5.

Bij sommatie van de integralen voor  $\sigma_\alpha$  en  $\sigma_\beta$  vallen dus alle integratieelementen die de grenslijn oplevert, tegen elkaar weg. Daar dit voor alle  $\sigma$ 's geldt, volgt hieruit dat bij sommatie der integralen van  $\sigma_\alpha, \sigma_\beta \dots \sigma_\nu$ , alleen de integraal over de niet gemeenschappelijke begrenzing overblijft en dat is juist de begrenzing van het totale oppervlak  $\sigma$ .

Bijgevolg is:

$$\int_{S_\sigma} d\mathbf{s} \cdot \mathbf{v} = \sum_{i=\alpha}^{\nu} \int_{S_{\sigma_i}} d\mathbf{s} \cdot \mathbf{v}.$$

Wordt de verdeling zoover voortgezet, dat de stukken differentiaalelementen  $d\sigma$  worden, dan wordt de lijnintegraal voor een element, als boven gevonden:

$$d\sigma \mathbf{n}_I \cdot (\nabla \times \mathbf{v})$$

en dus is:

$$\int_S d\mathbf{s} \cdot \mathbf{v} = \int_\sigma d\sigma \mathbf{n}_I \cdot (\nabla \times \mathbf{v})$$

of in woorden:

De lijnintegraal van een vector over een gesloten kromme is gelijk aan de oppervlakteintegraal van de rotatie over *ieder* door de kromme omsloten oppervlak, mits dat oppervlak niet door discontinue deelen van het veld heengaat. (Wet van Stokes).

De regel is ook als volgt te schrijven:

$$\int_S d\mathbf{s} \cdot \mathbf{v} = \int_\sigma (\mathbf{n}_I \times \nabla) \cdot \mathbf{v} d\sigma$$

Opmerking verdient, dat de voor de *skalair* vermenigvuldiging gevonden regel in dezen vorm, ook geldt voor *iedere* andere vermenigvuldiging, en dus algemeen:

$$\int_S d\mathbf{s} \cdot \mathbf{v} = \int_\sigma (\mathbf{n}_I \times \nabla) \cdot \mathbf{v} d\sigma.$$

Om dit te bewijzen wordt eerst aangetoond dat  $(\mathbf{n}_I \times \nabla) \cdot \mathbf{v} d\sigma$  de lijnintegraal is van  $\mathbf{v}$  langs een differentiaalelement  $d\sigma$ , met de vermenigvuldiging  $\cdot$ , en verder, dat de totale lijnintegraal gelijk is aan de som van de lijnintegralen langs de elementen.

### Onderscheiding van velden.

De operator rot vormt uit het veld  $\mathbf{v}$  het vectorveld  $\mathbf{w}$  der wervels; is  $\mathbf{w}$  ergens nul, dan is het veld daar wervelvrij. In een over de geheele ruimte wervelvrij continu veld, is de lijnintegraal voor iedere gesloten kromme nul, en omgekeerd is het nul worden van die integraal over iedere

gesloten kromme het kenmerk, dat het veld overal wervelvrij is. Hieruit volgt dat in een dergelijk veld de lijnintegraal over een niet gesloten kromme tusschen twee vaste punten  $A$  en  $B$  uitsluitend afhankelijk is van de plaats van  $A$  en  $B$ , en onafhankelijk van den gevolgden weg.

Neemt men één punt  $A$  als uitgangspunt, dan komt dus elk punt  $B$  van het veld een getal toe, voorstellende de lijnintegraal van het uitgangspunt tot  $B$ .

Is een continu veld niet in zijn geheel wervelvrij, maar slechts in een zeker ruimtedeel, dan moet onderscheid gemaakt worden tusschen een enkelvoudig begrensd en een meervoudig begrensd ruimtedeel.

Bevinden zich aan een bol bijv. drie hengsels, die hol zijn en met het inwendige van den bol in verbinding staan, dan is het ruimtedeel binnen de begrenzing van dit samengestelde lichaam een viervoudig samenhangend begrensd ruimtedeel en de rest van de  $\infty$  ruimte een eveneens viervoudig samenhangend doch onbegrensd ruimtedeel.

Het metaal van een ring beslaat dus een tweevoudig samenhangend ruimtedeel.

Elk  $n$ -voudig samenhangend begrensd ruimtedeel kan door het aanbrengen van juist  $n-1$  „vliezen” worden overgebracht in een enkelvoudig samenhangend ruimtedeel, zoodra men die vliezen niet tot het ruimtedeel rekent te behooren.

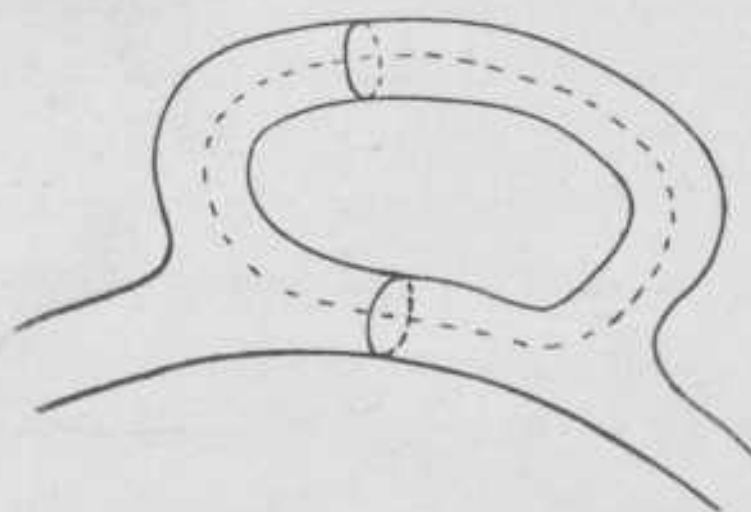


Fig. 6.

In een wervelvrij meervoudig samenhangend ruimtedeel van een continu veld is de lijnintegraal over een gesloten kromme *alleen dan* nul, wanneer geen vreemd ruimtedeel door de kromme omvat wordt, d.w.z. dat de kromme zich kan samentrekken tot een punt zonder daarbij vreemde ruimtedelen te passeeren. De kromme heet dan reduceerbaar. Een lijn die zich door een hengsel heen sluit (zie fig. 6) zou dat bijv. niet kunnen. Wel kan die lijn, samentrekkende, op allerlei verschillende manieren tegen de begrenzing van het vreemde ruimtedeel aan gaan liggen.

Volgens de Wet van Stokes verandert daarbij de ruimteintegraal niet, en deze is dus alleen afhankelijk van de wervels in het vreemde ruimte-deel en gelijk aan de oppervlakteintegraal van het veld

$$\text{rot } \mathbf{v}$$

voor een willekeurig, den doorgang door het hengsel ergens afsluitend vlies, dat is dus de totale strooming van het veld  $\text{rot } \mathbf{v}$  door de opening van het hengsel. Die totale strooming moet dus op alle plaatsen van het hengsel even-groot zijn.

Worden door een gesloten kromme meer vreemde ruimtedeeleel omvat, met totale stroomingen van  $\text{rot } \mathbf{v}$ , of, kortweg, totale wervelsterkten:

$$\mathbf{a}_\alpha + \mathbf{a}_\beta + \dots + \mathbf{a}_\nu,$$

Zie errata  
p. 268

dan is de lijnintegraal voor de kromme volgens de Wet van Stokes:

$$\mathbf{c} + \mathbf{a}_\alpha + \mathbf{a}_\beta + \dots + \mathbf{a}_\nu.$$

Wordt een bepaald punt  $A$  in een meervoudig samenhangend, wervelvrij, continu veld als uitgangspunt genomen, dan komt ieder punt  $B$  een aantal verschillende getallen toe, die verkregen worden door de kromme van  $A$  naar  $B$  telkens anders te leggen, ten opzichte van de vreemde ruimtedeeleel, en voor elk geval de lijnintegraal te bepalen. Een vervorming der kromme, waarbij geen vreemde ruimtedeeleel gepasseerd worden, heeft geen invloed op de lijnintegraal. Passeert de kromme echter een ruimtedeel met een totale wervelsterkte  $\mathbf{a}_\alpha$ , dan verspringt de waarde van de lijnintegraal een stuk  $\mathbf{a}_\alpha$ . Is dus voor een bepaalde kromme de integraal  $\mathbf{c}$ , dan zijn er ook krommen met de integraal:

$$\mathbf{c} + \mathbf{a}_\alpha, \mathbf{c} + \mathbf{a}_\beta, \dots, \mathbf{c} + \mathbf{a}_\alpha + \mathbf{a}_\beta, \text{ enz.}$$

Zie errata  
p. 268

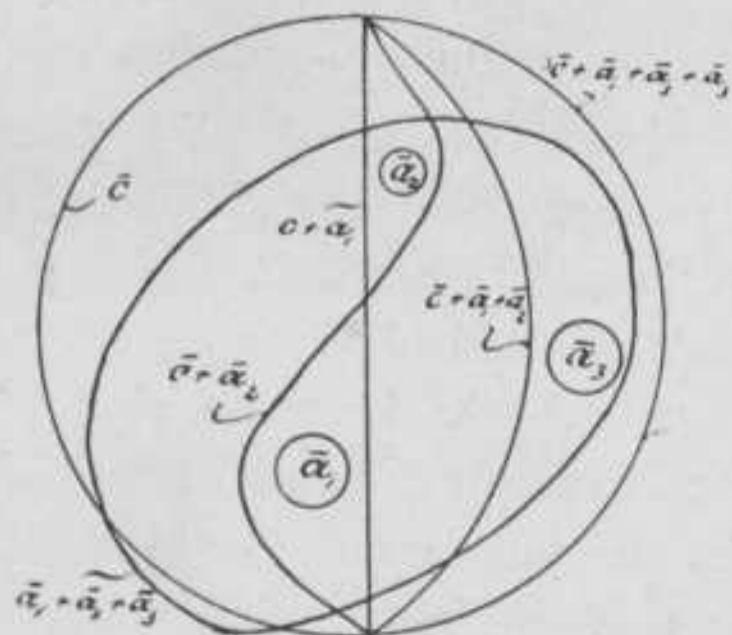


Fig. 7.

Bijgaande figuur 7 geeft een doorsnede over de vreemde ruimtedeeleel en eenige krommen met lijnintegraal in het vlak dier doorsnede.

**Voorbeeld van een veld met wervels.**

Het eenvoudigste voorbeeld ontstaat indien de lijnintegraal over alle krommen nul is, behalve over die krommen, die een bepaalde gesloten kromme omvatten. Deze kromme is dan de zetel van een wervel, een „werveldraad”, en het veld kan nergens anders wervels bevatten.

Wervels kunnen wel op ingewikkelder manier in het veld verdeeld zijn, nooit op eenvoudiger wijze.

Immers, bevindt zich ergens in een punt  $P$  van een oppervlak  $\sigma$  een wervel, dan is de lijnintegraal om de randkromme van  $\sigma$  niet nul.

Brengt men door die randkromme een tweede, naburig oppervlak  $\sigma'$ , dan zal volgens de wet van Stokes ook ergens op dat oppervlak, bijv. in  $P'$ , een wervel aanwezig moeten zijn. (Fig. 8).

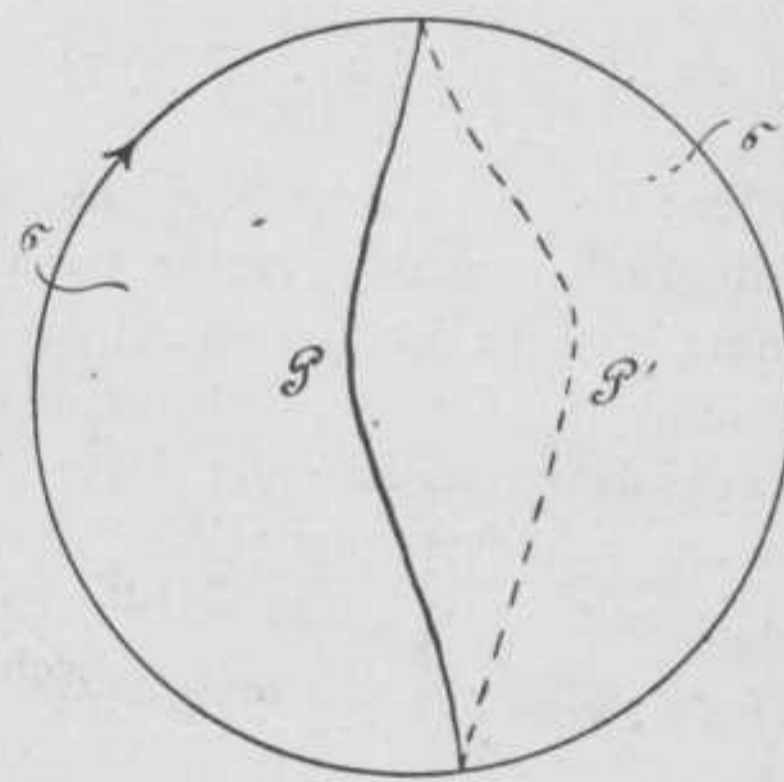


Fig. 8.

Men kan deze redeneering voortzetten, waaruit volgt, dat de eenvoudigste verdeling van wervels is langs een lijn, die door het oneindige heen of in het eindige in zich zelf gesloten is. Bovendien volgt uit de wet van Stokes, dat de wervelsterkte in elk punt der wervellijn gelijk is.

**Het veld van één rechten differentiaalwerveldraad.**

Het veld van één enkelen werveldraad langs de  $z$ -as uitgestrekt met een wervelsterkte  $w d\sigma$  is overal loodrecht op die lijn. De grootte van  $\mathbf{v}$  in een punt  $\mathbf{r}$  is: (Zie fig. 9)

$$\mathbf{v} = - \frac{\mathbf{w} \times \mathbf{r} d\sigma}{2\pi (\mathbf{i}_2 \times \mathbf{r})_m^2}$$

daar de lijnintegraal over een cirkel in een horizontaalvlak met middelpunt in  $O$  en straal  $(\mathbf{i}_2 \times \mathbf{r})_m$  gelijk aan  $w_m d\sigma$  moet zijn.

Het veld is overal  $\infty$  klein.

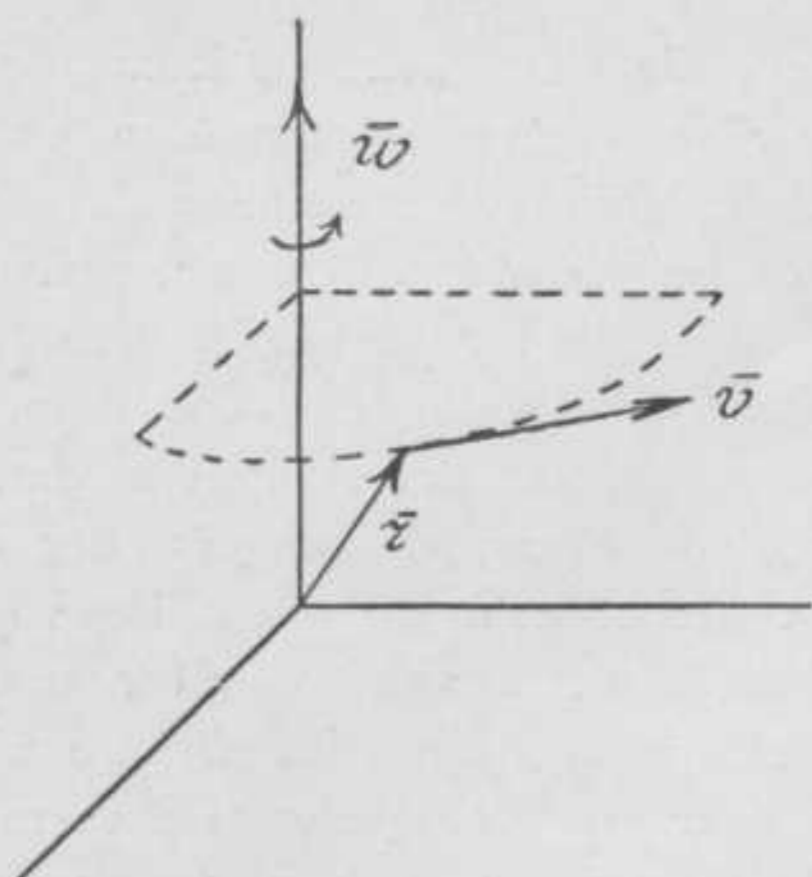


Fig. 9.

### Een veld met een lijn van discontinuïteit.

Is de wervelsterkte van den draad in de 2-as eindig, en gelijk aan  $W$ , dan is het veld:

$$\mathbf{v} = - \frac{\mathbf{W} \times \mathbf{r}}{2\pi (\mathbf{i}_2 \times \mathbf{r})_m^2}$$

Het veld is in het eindige eindig, behalve in de 2-as waar het  $\infty$  groot wordt. In het oneindige wordt het veld nul, en wel even sterk als  $\frac{1}{r_m}$ .

Sluit de werveldraad zich in het eindige, dan wordt het veld evenals het veld van een convergentiepunt met eindige capaciteit, in het oneindige even sterk nul als  $\frac{1}{r_m^2}$ . Het magnetische veld van een gesloten elektrischen stroom is een voorbeeld van dit type.

### Twee typische wervel, resp. convergentievrije velden.

Een gradientveld is altijd wervelvrij. Immers is:

$$\mathbf{v} = \nabla p = - \frac{dp}{dr}$$

dan is:

$$\mathbf{v} \cdot d\mathbf{r} = dp$$

Is dus  $A$  gelegen op het aequiskalare oppervlak voor de waarde  $p_1$  en  $B$  dito voor  $p_2$  dan is de lijnintegraal tusschen  $A$  en  $B$ :

$$\int_A^B \mathbf{v} \cdot d\mathbf{r} = p_2 - p_1$$

onafhankelijk van den integratieweg.

Daaruit volgt echter, dat de lijnintegraal over iedere gesloten kromme uit twee stukken bestaat, die gelijk en tegengesteld zijn. Het veld is dus wervelvrij:

$$\text{rot conv } p = 0.$$

Een wervelveld is altijd convergentievrij, want is

$$\mathbf{a} = \text{rot } \mathbf{v}$$

dan is de lijnintegraal van  $\mathbf{v}$  langs iedere gesloten kromme gelijk aan de oppervlakteintegraal van  $\mathbf{a}$  over een willekeurig gebogen oppervlak door die kromme begrensd. Daaruit volgt echter, dat de oppervlakteintegraal over ieder gesloten oppervlak uit twee stukken bestaat, die gelijk en tegengesteld zijn. Het veld is dus convergentievrij. Voor ieder vectorveld  $\mathbf{v}$  geldt dus:

$$\text{conv rot } \mathbf{v} = 0.$$

(Wordt vervolgd).

## Bestudeeren van Historische Stijlen.

In de tweede zitting van het Algemeene Kunstcongres sprak de architect K. P. C. de Bazel over: „De waarde van compileeren en copieeren van oude stijlvormen en zich inspireeren op historische gegevens.” Het is de oude, toch nog zoozeer actueele questie, waartegenover ieder reeds een standpunt heeft ingenomen, en te welken opzichte de spreker langs den weg der logica de juistheid van eenige scherp-geformuleerde ideeën trachtte uiteen te zetten. Het is misschien zeer gewenscht, dat over deze strijdvraag de gevoelens nauwkeurig worden omschreven en verklaard, toch is uit een ander oogpunt de lezing van de Bazel wellicht hier meer belangrijk. Naast een gedeelte van het betoog, waarin de onwaarde van copieeren en compileeren als kunstuiting en kunstdaad wordt uiteengezet, wijst een tweede op de vorm, waarin, oordeelkundig gesproken, de kennis der historische stijlen voor de studie van den aanstaanden architect van groote en goede beteekenis is. Deze meening ligt, in principe uitgewerkt, in drie formules, waarin de lezer zijn meening heeft uitgedrukt, en die hier volgen:

- I. Kopieeren heeft alleen waarde als studieoefening en geenerlei als kunstdaad.
- II. Zich inspireeren in den zin van overbrengen van elementen, hetzij geestelijke of vormelementen, heeft als kunstdaad ook meestal geen of zeer betrekkelijke waarde.
- III. Zich inspireeren in den zin van studie en onderzoek, tot het onderkennen van impuls

en werkmethode, kan van groote waarde zijn: 1° ter algemeene oriëntatie; 2° tot het bepalen van onze situatie; 3° tot het juist zien van de daad, die nu volgen moet.

Zonder te spreken over de juistheid, waarmede de elementen van inspireeren, compileeren en copieeren in de drie stellingen verdeeld zijn, is het duidelijk dat deze in de kunst het copieeren en zich inspireeren trachten te veroordeelen, doch aan de andere zijde tot zelfs copie van aanmerkelijke waarde acht, wanneer ze tenminste studie betreft. Het zijn de eerste en de derde stelling, die hierop betrekking hebben. Bij nauwkeurig lezen merkt men groot verschil in de beteekenis van de wijze, waarop de historische stijl gevolgd wordt. De eerste spreekt slechts over copieeren, de derde over inspireeren in den besten zin: in dien van onderzoek naar impuls en werkmethode.

Tegenover de waarde van copieeren bepaalt de eerste stelling onze houding. Het copieeren is hier bedoeld als het uiterlijk leeren kennen van vormen door gebruik van hun bekende gedaante, door het herhaaldelijk teekenen van hun geheel en onderdeelen. Het heeft betrekking op de vlotheid en gemakkelijkerheid waarop men deze in de oudheid gevonden vormen leert toepassen, in welke vlotheid men zeer dikwijls een pleit meent te zien voor bouwkundige aanleg en bedrevenheid. Het is het woord „vormenkennis” waarin deze eigenschap is uitgedrukt. Het is mogelijk, dat dit woord een edeler beteekenis heeft dan de hier geschrevene, dikwijls wordt het in deze oppervlakkige beteekenis gebruikt.

Het nut van vormkennis is groot. Bij ontwerpen van alle architectuur, gevelarchitectuur, binnenarchitectuur, vragen telkens onderdeelen een vorm, die men slechts uit zijn vormkennis uit te lichten heeft. Keuze van een vorm die zal moeten harmonieeren in een geheel; keuze van den vorm van een geheel, harmonieerende met een omgeving; keuze uit een aantal vormen dat mogelijk is; het geven van een vorm voor het eerste luttele onderdeel: bij een voldoende kennis van vormen is dit alles op de vlugste, voor 't oog meest aangename wijze te volbrengen. De vormen van eenvoudige of kleine gebouwen, voor welke het ook zeer wenschelijk is ze te kennen, vinden we niet in historische stijlen, de vormen voor momentaalbouw zijn hieraan echter allen te ontleenen, allen te vinden in die werken, die oudheid en renaissance

bestudeeren, die uit Athene en Rome de bewonderenswaardige vormen verzamelden en bekend maken. Zoo schijnt de vormenkennis een onontbeerlijke en begeerenswaardige wetenschap.

De gevaren, die ze met zich brengt, blijken grooter dan de voordeelen voor hem, die de bouwkunst beziet uit dat standpunt, dat, hoewel eeuwenoud, door de aanhangers der moderne bouwkunst meer en meer wordt ingenomen. De voorbeschreven vorm van vormleer ontaardt in oppervlakkige aangenaamheid, diepere zineloosheid van haar voortbrengselen. De vorm die een onderdeel van ons vraagt, is niet diegene, die, uit de bestaande gegrepen, aangenaam aandoet, zelfs niet de schoone en bewonderde vorm uit een alom geprezen bouwwerk van oude beschaving; het is de vorm die voor dat doel, in dat materiaal, in die omgeving de aangewezen is. En het is niet waar, dat de fantasie op deze wijze te veel vrijheid krijgt. Een profiel is bijv. aan zoovele regels van plaats, doel, grootte, verhouding, materiaal, uitvoering, kosten en karakter van het bouwwerk gebonden, dat haar vorm sterk is vastgelegd. Naast het voldoen aan deze wetten, moet het profiel ook schoon zijn. Het is dus bijna direct onmogelijk, in bestaande profielen dát te vinden, dat aan al deze eischen voldoet. Toch zien we, op de meest gevoelige punten, de oudste, op die plaats de doodste profielen, zoodat de door zoovelen geroemde vormkennis de meest belachelijke dingen heeft doen ontstaan. Het aantal kachels met afwaterende daklijsten is legio. Hoe zou men niet wenschen, dat de ontwerper nooit zijn copieeren tot studie had genomen: uit den aard der zaak zou het profiel dan èn doelmatig, waarschijnlijk schoon, en nooit zineloos geworden zijn. Zelf bemerkt men dikwijls genoeg hoe verleidelijk het is, vlug een klassiek profiel te teekenen dáár, waar een mooie vorm zichzelf weldra voordoet. Dit zijn gevolgen van de doode vormkennis, die werkelijk veel onheil heeft gesticht, die in staat is tot weinig goed, geneigd tot veel kwaad.

Dit alles in het oog van den bouwkundige of van den ontwikkelden leek. Anders is de kwestie voor den algemeenen beschouwer, het publiek. Deze is een onontwikkeld leek, deze vindt slechts mooi (hetgeen wel zeer veel is), doch waardeert niet, begrijpt niet, bewondert niet zooals de bouwkundige zelf. Het publiek waardeert rationaliteit, noch klassieke juistheid. Bij keuze van een bouw-



werk door een jury, is het werkelijk een zeer groot vraagstuk, aan wie de kritiek moet worden opgedragen: aan het publiek of aan den bouwkundige. Zóó groot is de vraag, dat een antwoord hier niet gegeven kan worden. Doch geen bouwkundige, die zijn kunst vervolmaken wil, zal de gewenschte vorm diegene achten, die door het publiek gekozen wordt. Zoo zal hij de bovenbeschreven denkwijze de juiste achten en naar háár handelen.

Doch wanneer men niet kopieert, en vormkennis gebruiken wil tot het aanpassen van historischen vorm aan huidig doel in tegenwoordigen tijd, op andere plaats? Ook deze wijze van doen brengt in haar gevolgen dezelfde gevaren met zich mede. Is aanpassen al niet minder dan scheppen? De vlotheid waarmede men vormen aanpast aan andere materialen en doeleinden, geeft evenals het ongevoeld, onoordeelkundig toepassen van oude vormen bij elkaar, de meest verslapt en weinig karakteristieke voorwerpen, waarvan de antieke gedachte is verbroken voor den nieuwen vorm. De profielen, die de lambrizeeringen bekronen in het nieuwe gebouw der Bibliotheek van de T. H. zijn een vreeselijk voorbeeld, naar het ons toelijkt, van de gevolgen van deze wijze van studie der historische bouwvormen.

Het is dus duidelijk dat studie die tot deze soort vormkennis leidt, niet in de goede richting gaat; dat beter de bouwkundige spontaan tegenover zijn taak kan staan, dan toegerust met deze kennis van uiterlijke vormen.

Dat nog een tweede vormkennis bestaat, wijst ons o.a. de derde stelling van de Bazel. Het is de kennis die gevolg is van studie en onderzoek, tot het onderkennen van impuls en werkmethode der vroegere kunstenaars. Zij is van zeer veel dieperen aard dan die studie, die tot vormkennis in oppervlakkigen zin aanleiding geeft. En ze is, uit den aard van haar wezen, van belang: ter algemeene oriëntatie; tot bepalen van onze situatie; tot het juist zien van de daad, die nu volgen moet.

De beteekenis van deze formuleering lijkt ons de volgende:

De analyse van de wijze van werken, en van het vinden van inspiratie van den ouden kunstenaar, wijst ons het wezen der bouwkunst in de eerste plaats, en den weg tot het vinden van een eigen werkmethode, tot de manier waarop ook wij impuls zullen verkrijgen en verwerken in den vorm. Het

zien van het verband tusschen den vorm en de maatschappelijke toestanden en de denkwijzen van een tijdperk, zal het ons mogelijk maken het karakter en streven van onzen tijd in onzen vorm te leggen. De algemeene ontwikkeling van de grootte van het verband tusschen tijd en stijl; dit te leeren kennen is het zich oriënteren. Het is het zien van oorzaak en gevolg in den loop der tijden, in opkomst, ontwikkeling, bloei en nedergang der perioden, aan de hand van constructie-ontwikkeling en karakterontwikkeling. De bepaling der situatie is hetzelfde, op den huidigen tijd toegepast. Het weten van de mate, waarin de economie haar karakter op de vorm van een bouwwerk en bouwdetail stempelt, behoort hiertoe, het uitdrukken van den economischen strijd van onzen tijd in haar felheid en schoonheid, van den ernstigen wil tot verbetering van maatschappelijken toestand, ook van de wil tot vrijworden van de last van conventie die sedert de Renaissance op de bouwkunst drukt, bovenal van de wil tot het neerleggen ook van het constructieve in den vorm. Het weten van deze economie, die ons een materiaal doet kiezen alvorens een versiering op deze keuze te doen influenceeren; het weten van den plicht om aan leek en vakman te behagen, om zich tegenover publiek, bouwheer en bouwverordening te kunnen verantwoorden, dit en nog veel meer geeft ons besef van onze situatie.

De daad, die volgen moet, zal men zien wanneer men den historischen ontwikkelingsgang tot op heden gevolgd heeft, daaruit het verband tusschen oorzaak en gevolg heeft gezien, en dit toegepast op den tegenwoordigen tijd. Het voldoen aan de vele eischen van wie ons omringden en onze situatie bepalen, en het gehoorzamen aan de eischen die wij zelve gevoelen ons te moeten stellen, het uitdrukken van idealen van toekomst, zal de daad, die volgt, moeten voortbrengen en beheerschen.

Het is misschien niet goed, deze dingen in hun consequenties bewust te maken. Spontaan gevoelende wat noodig is, zal men zonder analyse zijn nieuwe, vrije ideeën ook in vorm en kleur neerleggen. Hoevele ernstige en waarheidslievende, eenvoudige en reine gebouwen zijn niet gemaakt door hen die, niet theoretiseerende, toch den drang, den impuls ontvangen hadden en dien volgend.

Naast deze wijze om bezieling te vinden en te verwerken, kunnen wij onze werkmethodes ook toetsen aan die van de beste bouwmeesters der

geschiedenis en der historische monumenten. Zoo kan men vinden hoe zij tot monumentaalheid, tot beschaafdheid, tot fijnheid, ernst en rust kwamen, of tot volmaakte oplossing van moeilijkheden in constructieven en aesthetischen zin. Zoo kan men ook leeren enthousiasme en aanmoediging te vinden voor een opgave, waarin een idée is neer te leggen.

Dat deze manier van studeeren een moeilijke is, die telkens gevaar loopt over te gaan in de meer oppervlakkige; dat zij meer aanleg en inspanning vereischt, maar daarbij meer beloont, behoeft geen betoog. Haar opvatting wil vormen kennen in oorsprong, groei en gedachte, waar de andere slechts wil verzamelen. Ook de vruchten van deze studie worden moeilijker geplukt: het eerlijk scheppen van den vorm is moeilijker dan het uitlichten uit een vormenschat. Maar de resultaten zullen den toets van ieder onderzoek kunnen doorstaan, en een schepping en kunstdaad zijn, en daardoor, wanneer ze tevens fijngevoeligheid voor verhoudingen verraden, schooner zijn dan elk resultaat van oppervlakkige vormenkennis. Zoo kan dus de studie van de historische bouwstijlen helpen den besten en diepst bouwkundige te vormen.

v. M.

### Gloeilampen met gasvulling.

Verslag van het Colloquium op 15 Februari 1916, gehouden door R. KOUMANS, c. en e. i.

Het beginsel van de gloeilamp berust op een draad, die door elektrische stroom aan het gloeien gebracht wordt. Aanvankelijk werd als materiaal voor die draad *kool* gekozen, aangezien dit een zeer hoog smeltpunt bezit, en dus in gloeiende toestand nog voldoende vastheid bezit. Daar koolstof bij hoge temperaturen sublimeert, mogen we een zekere graad van verhitting niet te boven gaan.

De lichtsterkte neemt echter in hooge mate toe met de temperatuursverhooging, zoodat het voordeelig is de gloeihitte zoo groot mogelijk op te drijven. Men kwam er toe de kooldraad te „metalliseeren”, d. w. z. te polijsten en met grafiet te bestrijken, waardoor het sublimeeren vertraagd wordt. Al spoedig dienden metalen als grondstof voor de gloeidraad, en wel die met een hoog smeltpunt. Eenige daarvan zijn hier aangegeven:

Wolfram . . . . .	3030° C.
Tantalium . . . . .	2900° „
Iridium . . . . .	2400° „
Platina . . . . .	1760° „

Wolfram, dat theoretisch dus 't meest zou vol-  
doen, bleek aanvankelijk practisch moeielijk bruik-  
baar, wegens zijn groote brosheid, terwijl tantalium  
taai is, zich goed tot fijne draden laat trekken  
en verder bewerken, niet zoo licht breekt. Toch  
heeft de techniek wel middelen gevonden om wolf-  
ram toe te passen, b. v. door „spuiten”. Fijn wolf-  
ram-poeder, verkregen door wolfram-trioxyd met  
waterstof te reduceeren, wordt met lijmachtige  
stoffen gemengd, en daarna gespoten tot draden  
op de manier van kunstzijde vervaardiging.

Tegenwoordig wordt wolframdraad meestal ge-  
trokken, na eerst omhuld te zijn geweest door  
een taai ander metaal (ijzer, koper of nikkel) om  
dan bij hel-roodgloeihitte bewerkt, en daarna  
chemisch of door electrisch verstuiven van dat  
metaal bevrijd te worden. Een andere werkwijze  
bestaat uit het mengen van wolframpoeder met  
nikkelpoeder (resp. 90 en 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ongeveer). Dit  
mengsel wordt door colloïdale stoffen aan elkaar ge-  
kleefd en tot sinterens toe gebakken. Deze legering  
laat weer trekken, hameren en verdere bewerking  
toe om door verstuiven het nikkel af te staan.

Bij gebruik van wisselstroom krijgt wolfram  
een zeer ongunstige structuurverandering. 't Gaat  
er uitzien als de stengel van de paardestaart, een  
plant die hier veel voorkomt. (In 't Duitsch:  
„Schachtelhalmartige Strukturänderungen.”) Midde-  
len om dit tegen te gaan zijn o. a. toevoegen van  
0,02<sup>0</sup>/<sub>0</sub> fosfor aan het wolfram (meer fosfor be-  
vordert brosheid), of ook van calciumzouten aan  
het mengsel van wolfram- en nikkelpoeder. Na  
verstuiven van het nikkel blijft calciumoxyd-  
houdende wolframdraad over, dat ook bestand  
tegen wisselstroom blijkt te zijn.

Het specifiek gebruik van deze lampen is 1,1 Watt  
per Hoeffnerkaars, bij 2050° C.

Hoogkaarsige lampen, d. i. met groote licht-  
sterkte, verbruikte bij 2135° C. 0,85 W/HK, de  
z. g. Effect- of Intensieflampen. Zij hebben echter  
korter levensduur en brandduur door het sneller  
„verstuiven” van de draad.

De brandduur van een lamp, is de tijd die een  
lamp kan „branden” zonder dat de lichtsterkte  
beneden 80<sup>0</sup>/<sub>0</sub> van de oorspronkelijke daalt,

terwijl de levensduur de tijd is, vanaf in gebruikstelling tot het stuksmelten van de gloeidraad.

Bij hoge temperaturen laten van de draad metaaldeeltjes los, die een zwart neerslag vormen tegen de glaswand.

Ikaupy bracht daarom in de ballon gassen, die de afstuvende wolframdeeltjes in lichtdoorlatende wolframverbindingen omzetten.

Langmuir ging uit van een onderzoek naar de *restgassen*, dat zijn gassen, die niet uit de ballon kunnen weggepompt worden, bovendien de geabsorbeerde gassen in glaswand, draadhouders, draad, enz.

Die in de ballonwand zijn het belangrijkste. Ze bestaan voornamelijk uit de waterdamp, kooldioxyde en stikstof, ongeveer in de verhouding van 100:7:1, en laten eerst bij 500° C. los; ze zijn dus niet te verwijderen, daar het glas bij die temperatuur te week is.

Langmuir onderzocht de invloed op de verstuiving van verschillende gassen, en vond, dat waterdamp haar bevordert; het wolfram oxydeert bij de hoge temperatuur, om later op koelere plaatsen weer gereduceerd te worden door het vrijgekomen waterstof.

Lampen echter, die zorgvuldig van waterdamp en andere chemisch actieve gassen bevrijd zijn, zwarten na eenigen tijd branden toch aan, waaruit blijkt, dat er ook verdamping in 't spel is. De dampdruk van wolfram bij verschillende temperaturen verloopt als in deze grafische voorstelling:

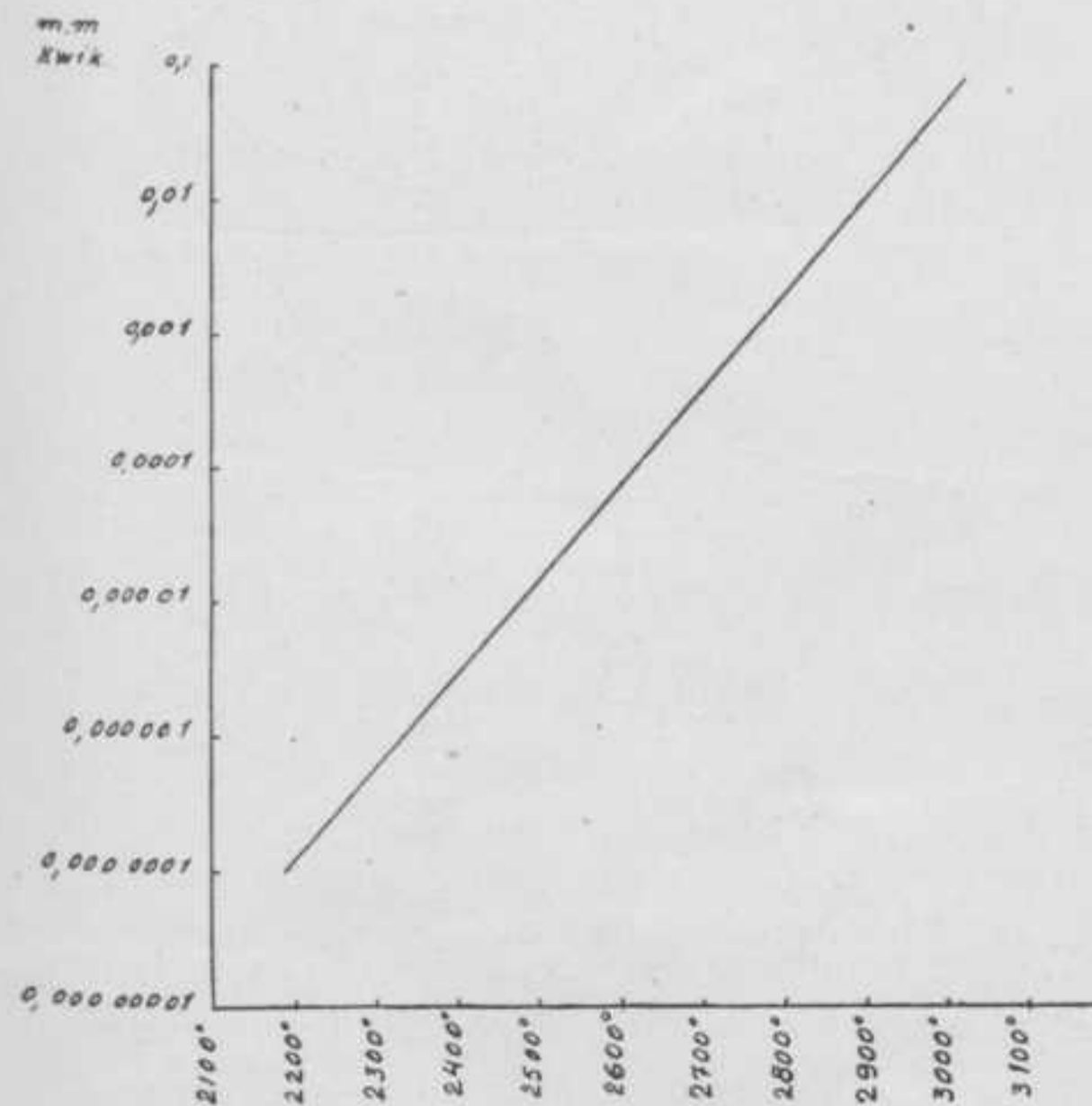


Fig. 1.

Door toelaten van een gas in de ruimte waar verdampen plaats grijpt, kan dit proces niet vermeden, doch wel in hooge mate vertraagd worden. Ook wordt er de werking van chemisch actieve restgassen door belemmerd. Inderdaad gelukte het Langmuir hierdoor lampen te construeeren van veel hooger gloeidraad-temperatuur en toch voldoende brandduur. Maar, door toelaten van gas in de ballon, treden er geleidingsverliezen op, die in vacuüm-lampen achterwege blijven. De draad verwarmt het omgevende gas, dit stijgt op en staat boven in de lamp zijn warmte af. Er ontstaat dus een voortdurende gascirculatie, en daarmee warmte-afgifte aan de omgeving van de lamp.

De verliezen door geleiding nemen met de 1,5<sup>de</sup> macht van de temperatuursverhoging toe, die door uitstraling met de 4,7<sup>de</sup> macht ervan. Ook de draaddikte is van invloed. De afleidingsverliezen bij dikke draden zijn véél kleiner dan bij dunne; zooals blijkt uit deze grafische voorstelling.

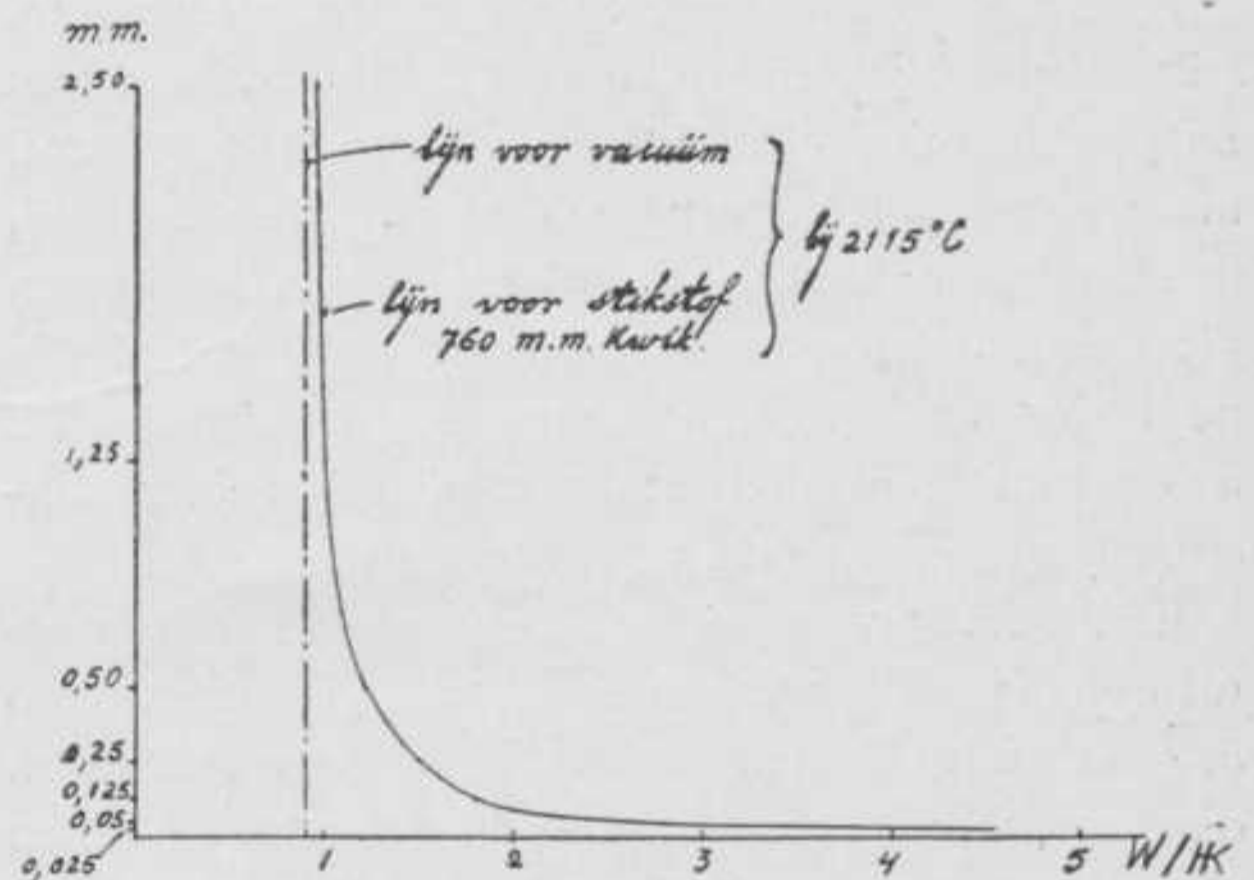


Fig. 2.

In vacuüm, waar geen afleidingsverliezen optreden, is het verbruik voor alle draaddikten gelijk, en wel 0,9 W/HK. 't Is echter niet mogelijk bij hooge spanning (220 Volt) en kleine lichtsterkte een zoo dikke draad te gebruiken dat de afleidingsverliezen gering blijven. De draad moet in dat geval een betrekkelijk groote weerstand hebben, dus lang en dun zijn.

Langmuir en Orange losten ook deze moeilijkheid op, door de draad als een veer op te rollen, er als 't ware een kokertje van te maken. Toch blijft bij laagkaarsige lampen het specifiek verbruik hooger dan bij hoogkaarsige. Achterstaande grafische voorstelling geeft de verhouding weer van het specifiek verbruik van met gas gevulde lampen

tot het totaal verbruik. Bij een vermogen van 1000 watt, dus ongeveer 2000 HK; is het specifiek verbruik ongeveer 0,55 W/HK; sommige fabrieken zijn er in geslaagd, dit op 0,45 W/HK te brengen, en bij lagere lichtsterkte, 75 watt, op 0,75 W/HK.

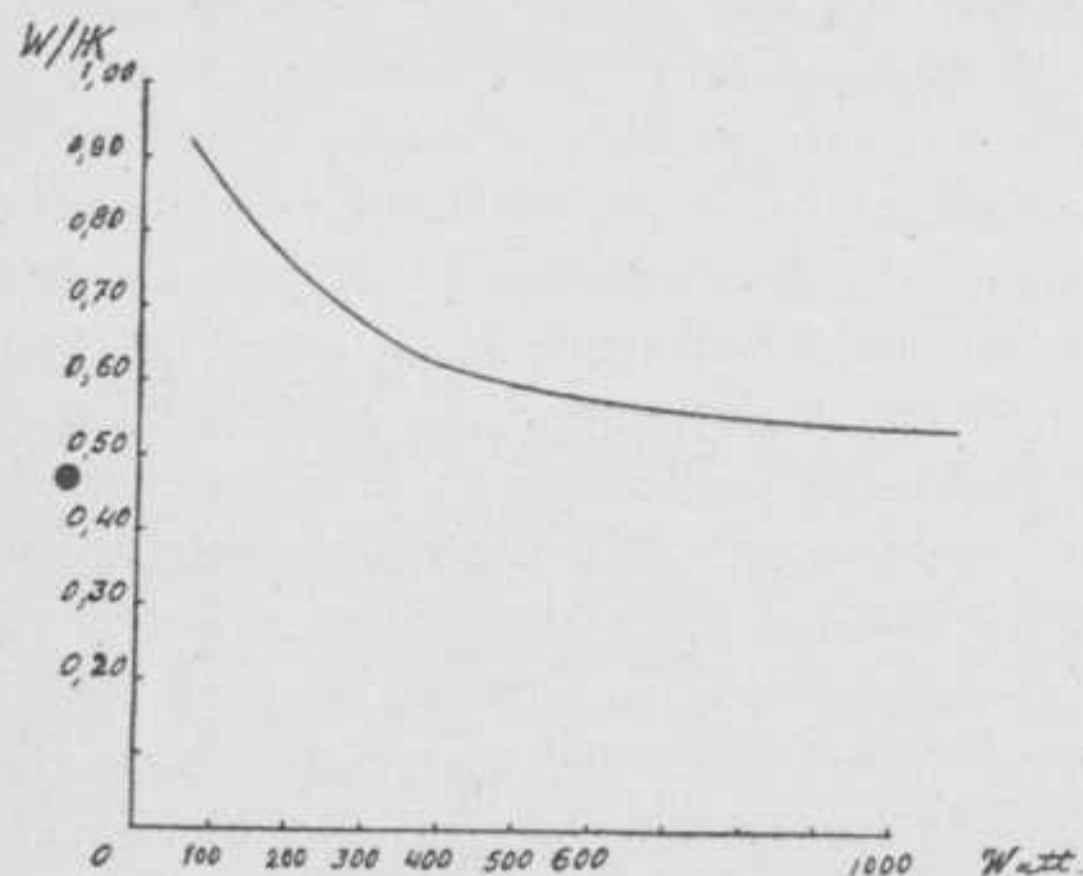


Fig. 3.

Als vulgas dienen scheikundig indifferente gassen, stikstof, en bij kleinere lampen het duurder argon. Dit geeft minder afleidingsverliezen dan stikstof, maar heeft een geringe dielectrische vastheid, 't slaat gemakkelijk door, en inplaats van een gloeilamp ontstaat een vlambooglamp, wat niet in de bedoeling ligt. Een kleine toeslag van stikstof is daarom noodzakelijk; bovendien is zuiver stikstofvrij argon moeilijk te verkrijgen.

Een gevolg van de verhoogde gloeidraadtemperaturen is de vermeerdering van violette stralen in het uitgezonden licht. Siemens vervaardigt, door gebruik te maken van glas dat zekere kleuren absorbeert, lampen wier licht het daglicht benaderen en onder den naam van Wotan-Verico-lampen in den handel zijn. Spec. verbr. is 1,1 tot 1,3 W/HK. Ze vinden hun toepassing waar zuiver beoordeelen van kleuren bij avond vereischt wordt.

Lichtschommelingen bij spanningsveranderingen komen overeen met die bij wolframvacuümlampen, de lichtsterkte is namelijk evenredig met de vierde macht van de spanning.

Bij groote lampen met gasvulling wordt slechts 4,8% van de totale opgenomen energie in licht omgezet, de rest gaat in warmte verloren. De temperatuur boven aan de lamp kan bij hoogkaarsige lampen wel 150° tot 200° C. bedragen. Daar brengt men dan ook een mica-plaatje aan, dat de fitting voor te groote verwarming beschermt. Door de circulatie van het gas worden de ver-

stoven wolframdeeltjes meegevoerd naar boven en daar op glas en mica-plaatje afgezet; op een plaats dus waar zij weinig hinderen.

De levensduur van groote lampen is 800 à 1000 uren, van kleine 600 à 800 uren.

Niettegenstaande het specifiek verbruik van vlambooglampen lager is dan van gloeilampen met gasvulling, verdringen deze laatsten de eersten hoe langer hoe meer. De voordeelen van gloeilampen boven booglampen zijn namelijk: eerstens geringer onderhoud, tweedens constanter licht, onafhankelijk van windvlagen e.d. en vervolgens, dit is wel het voornaamste, de betere lichtverdeling. Vier gloeilampen van 200 kaarsen kunnen naar omstandigheden beter voldoen dan één booglamp van 2000 kaarsen, en booglampen zijn juist alléén bij groote lichtsterkten economischer.

In automobiel-lantarens, zoeklichten enz. hebben de lampen met gasvulling ook reeds een ruime toepassing gevonden. Men treft daarbij lichtsterkten aan van 24 kaarsen en meer.

De ophanging van de gloeidraad is zigzagsgewijze of cirkelvormig. Dit is van groote invloed op de lichtverdelingskromme, zooals in deze figuur te zien is:

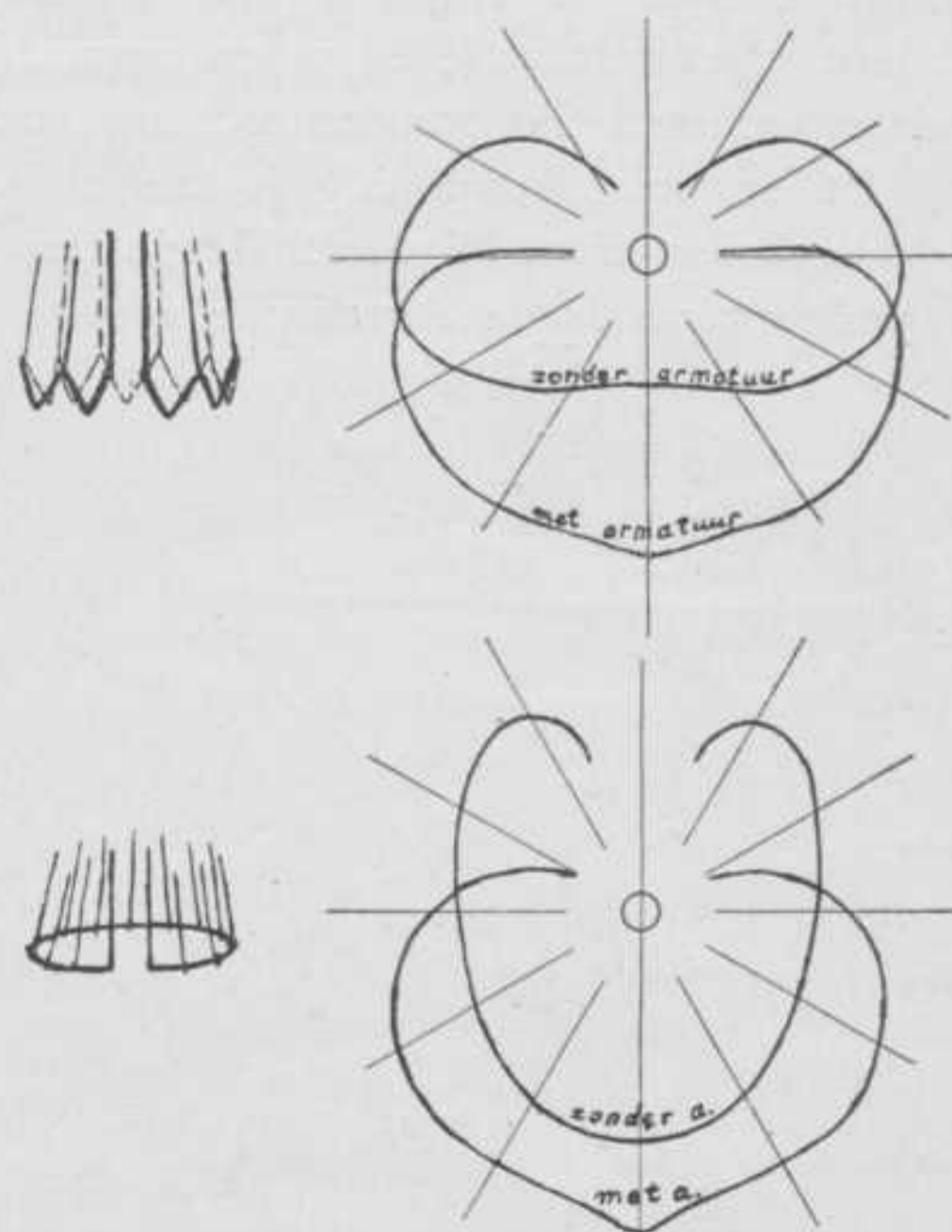


Fig. 4.

Tot de armatuur behooren de ophanginrichting met reflector en ballon; deze laatste vervaardigd van gewoon helder glas, holophane-glas, opaalglas of matglas. Ballons absorbeeren van 3 tot 50%

van het licht. Er moet gezorgd worden voor goede ventilatie om de lamp heen.

Daar, waar de spiraalgewikkelde gloeidraadjes in de ophangdraad gehaakt is, wordt de spiraal gerekt om ter plaatse de temperatuur te verlagen en samensmelten, legeeren, van het wolfram met het materiaal van de ophangdraadjes (vaak van molybdeen) te voorkomen.

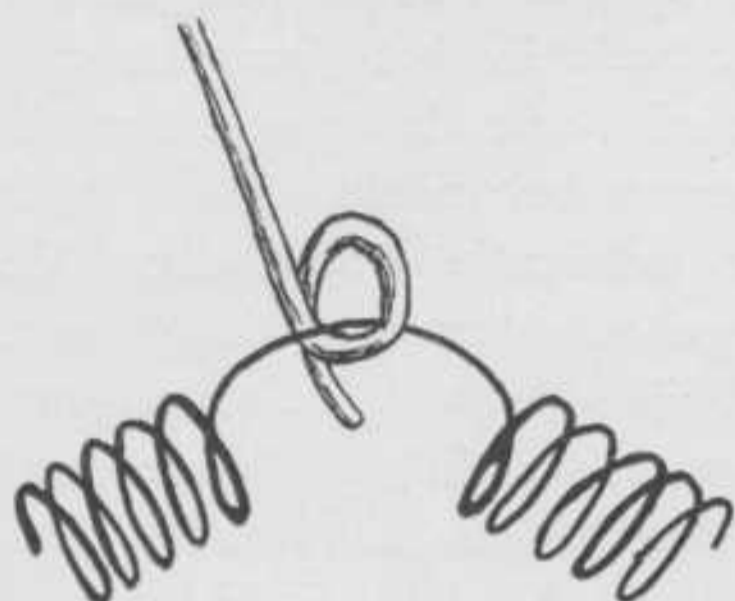


Fig. 5.

Wanneer ook de ophangdraadjes wolfram zijn, gebeurt dit niet.

Ten slotte nog een staatje van specifieke verbruiken van verschillende gloeilampen, waaraan ter vergelijking dat van de A.E.G. Intensief-Vlambooglamp is toegevoegd:

Lampsoort.	W/HK.
Kooldraadlamp . . . . .	3,9
„ gemetalliseerd . . . . .	2,45
Osmiumlamp . . . . .	1,9
Tantallamp . . . . .	2,0
Wolfram-„éénwattlamp” . . . . .	1,35
„Effect- of Intensieflamp” . . . . .	1,05
„Halfwattlamp” . . . . .	0,45—0,0?
A. E. G. Int. Vlambooglamp . . . . .	0,24

## Exploratie naar Gangtinertsen op Billiton en het verwerken van deze Ertsen

door DR. J. RUEB, c. en m. i.

Banka en Billiton danken tot nu hunne belangrjkheid aan de aldaar voorkomende tinerts-afzettingen. Alhoewel naast de alluviale afzettingen hier en daar ook in het vaste gesteente tinertsen zijn bekend geworden en althans op Billiton ook plaatselijk

met succes zijn geëxploiteerd, dateert toch het systematisch onderzoek naar primaire tinerts-afzettingen, waarvan het alluviale tin afkomstig moet zijn, aldaar eerst van den allerlaatsten tijd, n.l. van 1908. Behalve dat misschien ook de publicatie van Dr. R. D. M. Verbeek in het Jaarboek van het Mijnwezen van 1897: Geologische beschrijving van Banka en Billiton, in dezen een remmenden invloed heeft uitgeoefend, is de voornaamste reden van het niet ter hand nemen der ader-exploratie te zoeken in den buitengewonen rijkdom der alluviale afzettingen op deze beide eilanden.

Deze omstandigheid heeft zelfs uit het nu wel ter hand nemen der ader-exploratie op Billiton de meening doen ontstaan, dat het met de alluviale tinertsrijkdom van Billiton op zijn eind zou loopen. Daar deze meening vrij algemeen gedeeld schijnt te worden, zij het mij vergund in dezen eenige cijfers te noemen.

In April 1895 bedroeg de beschikbare bekende tinerts-voorraad op Billiton 11.900 nachten, welke hoeveelheid in April 1896 en 1897 respectievelijk daalde tot 11.663 en 11.036 nachten. De nacht erts is oorspronkelijk de hoeveelheid tinerts, die in een Chineeschen blaasoven in één nacht versmolten kon worden. Deze op ongeveer 28 pikol tin verrekenende, was de voorraad in April 1897 dus ongeveer 500.000 pikols. Ondanks een jaarlijksche productie van ongeveer 70.000 pikol, zijnde dus over het tijdvak 1897—1913 ongeveer 1.120.000 pikol, was de bekende beschikbare voorraad tin in April 1908 gestegen tot ongeveer 470.000 pikol tin en in April 1913 tot 570.000 pikol, terwijl de toename van dezen voorraad over het boekjaar 1912—'13 ondanks een productie van 72.000 pikol, nog ongeveer 35.000 pikol bedroeg. Wanneer men daarbij dan nog weet, dat deze toename mede een functie is van het aantal boorbrigades, dat voor het onderzoek naar nieuwe terreinen beschikbaar is, en dat de geregistreerde hoeveelheid erts door het zogenaamde medevallen der terreinen belangrijk blijft beneden den in die terreinen werkelijk aanwezigen voorraad, dan kan men zeggen, dat er geen enkele reden is om zich voorloopig over den op Billiton nog aanwezigen voorraad tinerts ongerust te maken. Een mijnbouwonderneming met een nog steeds toenemende ertsreserve, momenteel voldoende voor ruim 8 jaren, is in dit opzicht in gezonden toestand.

Naast deze ertsreserve uit alluviale terreinen, heeft de Billiton Maatschappij zich in de laatste jaren echter reeds verzekerd van een vrij belangrijke reserve in den vorm van aders als resultaat der door haar verrichte exploraties.

Alhoewel de eigenlijke exploratie naar tinertsgangen eerst dateert van 1708 zijn ook vroeger reeds gangen door de Chineezers op primitieve manier ontgonnen.

P. H. van Diest vermeldt in: „Banka beschreven in reistochten,” gepubliceerd in 1865 een tinader in harden zandsteen in den heuvel Tadjouw op Billiton.

C. de Groot vermeldt in 1870 een tinader in de mijn Mengkoebang op Manggar, terwijl wij ook in het Jaarboek van het Mijnwezen van 1873 reeds een verslag van een onderzoek naar tinaders op Billiton aantreffen.

De meeste van deze gangafzettingen waren echter niet belangrijk. Naar de diepte toe konden zij door de Chineezers, die de eigenlijke ontginners zijn, niet met voordeel worden geëxploiteerd, althans er was meer voordeel te behalen door exploitatie der alluviale terreinen. Er wordt gezegd, wat dikwijls ook juist zal zijn geweest, dat de dikte der afzettingen naar de diepte toe afnam, dat de tinhoudende bruin-rood- of magneetijzererts afzettingen naar de diepte toe overgingen in pyriet en dat het tingealte verminderde.

Dit laatste moet zoo opgevat worden, dat de hoeveelheid tin verminderde, die de Chineezers uit de afzetting wisten te winnen. Van analyses was natuurlijk geen sprake. De reden van de verminderde tinproductie kan gelegen hebben aan werkelijke vermindering van het tingealte, maar moet meer waarschijnlijk geweten worden aan dezelfde oorzaak, die ook nu nog de winning van tin uit de pyritische tinertsen een langs mechanischen weg niet op te lossen probleem doet zijn n.l. de innige vergroeiing van tinertsen en pyriet. Pyriet heeft dikwijls op Billiton een belangrijk gehalte aan tinsteen zonder dat er iets van zichtbaar is. Deze tinsteen is zelfs bij vérgaande vergruizing der pyriet daaruit door verwassing zeer lastig en dan nog slechts voor een klein deel te winnen. Wanneer men daarbij weet, dat het eenige vergruizings-middel dat den Chineezers ter beschikking stond een soort ijzeren vijzel was met een stamper van een paar K.G., die met de voeten wordt bewogen, dan is het niet vreemd,

dat de winning van tinsteen uit de pyritische afzettingen niet loonend was, zelfs bij een aanmerkelijk gehalte aan tin in de pyriet.

Hoe dit ook zij, tot in het eind der negentiger jaren was de productie der aderontginningen van zeer ondergeschikt belang en bleven de meeningen verdeeld of ooit iets van diep-mijnbouw op Banka en Billiton te verwachten zijn zou.

In 1897 volgde toen de publicatie van Dr. R. D. M. Verbeek in het Jaarboek van het Mijnwezen, waarin ook de quastie der tinertsgangen uitvoerig wordt behandeld.

In deze publicatie wordt door Verbeek een theorie opgebouwd omtrent de herkomst van het tinertsen, afwijkende van de overigens algemeen aangenomen pneumatolyse theorie. Sinds Daubree in zijn laboratorium aantoonde, dat cassiteriet gevormd wordt bij de inwerking van waterdamp op dampen van tinfluoride en tinchloride, wordt vrij algemeen aangenomen, dat alle tinertsafzettingen hun ontstaan danken aan een dergelijke wisselwerking van gasvormige verbindingen.

In hoofdzaak kwam de theorie Verbeek hierop neer, dat de alluviale afzettingen afkomstig zouden zijn uit de dikkere, nu geheel geërodeerde gedeelten der nu nog aanwezige smalle en onbetekenende gangen en dat deze dikkere deelen ontstaan zouden zijn door afzetting van tinsteen aan de oppervlakte uit waterige oplossingen.

Deze theorie berust dus op de oplosbaarheid in en mogelijke afzetting van tinsteen uit thermaalwater. Als bewijs voor deze mogelijkheid wordt aangehaald een analyse van een kiezelsinter uit Ajer Panas op Selangor met  $\frac{1}{2}$  %  $\text{SnO}_2$ . Sindsdien is nooit in een warme bronafzetting in de Straits een tingealte aangetoond, ofschoon de gouvernementschemicus Dr. Bott speciaal met dit doel talrijke onderzoekingen verrichtte. Bij mijn eigen onderzoekingen is mij gebleken, dat de bepaling van kleine hoeveelheden tin, voornamelijk in kiezelzuurrijk materiaal, bijzonder lastig is en dat de daarvoor gebruikelijke gewichtsanalytische methode onbetrouwbare resultaten geeft. Beck vermeldt als bewijs voor de mogelijkheid van tinsteenafzetting uit waterige oplossingen het voorkomen van stukken van hertengeweien in de alluviale afzettingen in Cornwall, waarvan een gedeelte der organische substantie volgens J. H. Collins door tinoxyd zou zijn vervangen. Dr. Prior kon echter in stukken van deze hertenhoorns, die in het

Britsch Museum worden bewaard geen spoor tin ontdekken. De heer Bijdendijk meent dan ook, mijns inziens terecht, in een publicatie in het Jaarboek van het Mijnwezen van 1912, dat het aannemen van een mogelijke afzetting van cassiteriet uit waterige oplossingen, bedenkelijk genoemd moet worden.

Toch wil ik niet nalaten te vermelden, dat mij op Billiton een voorkomen van tinerts bekend is, dat ongedwongen als een afzetting uit water te verklaren is. Dit is n.l. het voorkomen te Ajer Tras in het district Tandjong Pandan. In zandsteen zonder of met weinig bindmiddel komen hier ongeveer evenwijdig loopende smalle kwartsaders voor, gevuld met kwarts kristallen loodrecht staande op de wanden en welker tusschenruimten gedeeltelijk zijn opgevuld met tinertskristallen. In het hart der enkele c.m. dikke gangetjes bestaat een doorlopende holle ruimte, een waarneming, die voor zoover mij bekend op Billiton een unicum vormt, ofschoon ik aldaar talloze dergelijke kwartsnoertjes heb gezien.

Als argumenten vóór zijne hypothese worden door Verbeek aangevoerd:

1<sup>o</sup>. Het betrekkelijk zeldzaam voorkomen van fluormineralen.

Dit is sinds 1897 minder juist gebleken. Toermalijn is vrij algemeen en komt met name bij Moenti en Batoe Besi in groote quantiteiten voor, terwijl ook topaas niet bepaald zeldzaam is.

2<sup>o</sup>. Het weinig getransformeerd zijn van het gesteente in de buurt der gangen. Greisen zou naast de tinertsvoerende snoertjes in de graniet ten eenenmale gemist worden. Ook dit is niet juist. Posewitz vermeldt trouwens reeds in 1886 het voorkomen van greisen op Billiton. De Billiton Maatschappij is op het punt een belangrijk greisenvoorkomen in de graniet van Tikoes in ontginning te nemen. Ook bij Batoe Besie komt greisen voor.

3<sup>o</sup>. Het vroeger voorkomen van groote tinertsblokken in Manggar, die alleen door langdurige verdamping aan het uitgaande der gangen zouden kunnen gevormd zijn. Er zijn in het Oosten van Billiton werkelijk tinertsblokken gevonden van 1000 K.G. zwaarte, doch de meening is niet juist gebleken, dat deze blokken alleen door verdamping aan het voormalig uitgaande der nu geërodeerde gangen zouden kunnen gevormd zijn. Buitengewoon merkwaardig was in deze, de overigens

nu gestaakte, exploratie Batoen. Hier werd op 25 M. diepte onder de tegenwoordige oppervlakte in geheel onverweerd sedimentair gesteente, bestaande uit zandsteen en kleischieferbanken aangetroffen, een 20 c.M. breede spleet opgevuld met massieve tinsteen zonder eenig zichtbaar bijmengsel, ter plaatse representeerende een elders ongeveer 1 M dikke pyriet-haematiet-tinsteen ader, die evenmin een vloeistofkanaal vertoonde als de tinsteensnoer.

Het voornaamste argument vóór de hypothese Verbeek was ten slotte het niet bekend zijn van belangrijke tinertsgangen, die de groote rijkdom van de alluviale afzettingen konden verklaren. Dit argument was dus eerstens van negatieven aard en is bovendien niet juist.

Er was op Billiton sinds tientallen van jaren een verschillende meters boven het terrein uitstekende, tinertsgang bekend, 3—5 M. dik en over een paar K.M. lengte te vervolgen. Deze gang is de groote Seloemar-ader in het district Lenggang. Zij was alleen maar niet als tinertsgang hêrkend. De reden hiervan is weer de zelfs voor Billiton buitengewoon fijne vergroeiing van het tinerts met de andere mineralen. Begrijpelijker wijze is deze belangrijke spleetopvulling niet aan het geoefende waarnemingsoog van Dr. Verbeek ontsnapt, doch door hem werd verzuimd door chemisch onderzoek uit te maken of deze zoogenaamde magneetijzer-gang tinerts bevatte. Indien chemisch onderzoek wél had plaats gehad, ware gebleken, dat deze gang over zijn geheele lengte tin bevat, hier méér, daar minder en was zonder twijfel de exploratie naar ontginbare tinertsaders op Billiton 10 jaren eerder ter hand genomen.

Het gebeurde moge als waarschuwing strekken dat, zoolang de jeugdige geologische wetenschap van de leer der ertsafzettingen hare eerste kinderschenen nog niet ontwassen is, chemisch-dochmatisch onderzoek de hoofdrol behoort te spelen bij de beoordeeling van ertsgangen.

De conclusies waartoe Verbeek ten slotte komt:

1<sup>o</sup>. Breede ertsgangen als opvullingen van belangrijke dislocatie spleeten komen op Banka en Billiton niet voor en

2<sup>o</sup> Dat van een ontginning der tinertsaders in de diepte hoegenaamd niets is te verwachten gedekt door zijne groote autoriteit maakten voor zoover mij bekend een eind aan aderonderzoek

op Banka en hoort men daaromtrent niets meer tot 1912, wanneer uit de publicatie in het Jaarboek van het Mijnwezen van den ingenieur Bijdendijk blijkt, dat verschillende Banka ingenieurs wel degelijk de mogelijkheid van de aanwezigheid van naar de diepte doorlopende tinaders óók op Banka meenen te moeten aannemen. Tot exploratie aldaar is het echter altijd nog niet gekomen. Op Billiton daarentegen waren de Chineezers hunne gewoonte om de aangetroffen tinaders, zoolang dit loonde, naar de diepte te volgen getrouw bleven, waarbij zij plaatselijk een diepte van 40 M. hebben bereikt.

Zoo produceerde in het begin dezer eeuw, ik meen omstreeks 1905, de ader Mengkoebang gedurende eenige jaren een paar duizend picol per jaar. In 1907—'08 gaf zelfs de ader Garoe Medang in één jaar 3000 picol voor een waarde van ongeveer f 300.000. Dergelijke moeilijk met de hypothese Verbeek vereenigbare feiten konden natuurlijk niet onopgemerkt blijven. Bovendien bracht een onderzoek van verschillende Billitonsche ijzerertsen door Prof. Vermaes op verzoek der Billiton Maatschappij verricht, aan het licht, dat deze zoogenaamde ijzerertsen regelmatig tin bevatten, soms in belangrijke hoeveelheden. Toen dan ook de komst van den mijningenieur P. J. Stigter de mogelijkheid opende aan de exploitatie op Billiton een meer deskundige richting te geven, werd overeenkomstig het advies van Prof. Vermaes besloten de exploratie naar tinertsgangen met kracht ter hand te nemen.

De resultaten van deze exploratie zijn van dien aard geweest dat voor Billiton de theorie van de afzetting uit waterige oplossingen is verlaten, daar de daarvoor aangevoerde argumenten, zooals wij zagen, niet steekhoudend zijn gebleken. Door de ingenieurs der Maatschappij wordt aangenomen, dat ook voor Billiton de pneumatolyse-theorie als in hoofdzaak geldig moet worden geacht, dat er althans geen reden is om voor de Billitonsche tinertsen een andere ontstaanswijze aan te nemen dan voor die van Cornwall en elders.

Terzelfder tijd heeft een grondig onderzoek in de Straits den daarmede belasten staatsgeoloog J. B. Scrivenor tot de overtuiging gebracht, dat dit ook voor het schiereiland Malakka het geval is. Waar ook hare geldigheid voor het eenige haar overgebleven gebied, n.l. Banka ernstig

wordt betwijfeld, meen ik te mogen zeggen, dat hypothese Verbeek heeft afgedaan.

Ik wil hieraan echter direct toevoegen, dat het natuurlijk zeer gemakkelijk is een hypothese te kritiseeren op grond van feiten, die ten tijde harer opstelling niet bekend waren.

De hypothese Verbeek gaf een scherpzinnige verklaring van de in 1894 waargenomen feiten en zij is dan ook gedurende een vijftiental jaren algemeen als juist aangenomen.

Dat de hypothese omtrent de herkomst van het tinerts vermoedelijk onjuist moet worden geacht, doet ook overigens niets af aan de verdere groote wetenschappelijke waarde van het uitgebrachte rapport. Onder meer danken wij aan Verbeek de goede geologische kaart van deze eilanden.

Wanneer wij nu aannemen, dat de herkomst van het Billitonsche tinerts uit waterige oplossingen niet langer waarschijnlijk moet worden geacht, volgt daaruit nog allerm minst, dat de op grond van deze aanname getrokken conclusie, dat van exploitatie der ertsgangen niets te verwachten valt, onjuist zal blijken. De pneumatolytische oorsprong bewijst nog niet dat een gang exploitabel is. Alleen mijnbouwkundig onderzoek kan in deze beslissen en dit is dan ook door de Billiton Maatschappij op ruime schaal ter hand genomen en dat wel in onderscheid met de overige exploitatie in eigen beheer.

In het begin van deze eeuw exploiteerden de Chineezers voor hunne rekening enkele aders in Manggar en Lenggang. De geëxploiteerde gedeelten van deze aders bestonden uit sterk verweerd materiaal, voornamelijk uit een vrij slappe roode massa met daarin minder verweerde brokken rood- en magneetijzererts. Deze vastere deelen werden niet altijd verder verwerkt. De groote productie werd verkregen uit het fijnere materiaal. Met behulp van primitieve schachten, die de helling van de aders volgden en niet minder primitief betimmerde galerijen werden de rijkste deelen der aders weggenomen. De Chineezers hadden daarbij een bewonderenswaardige virtuositeit bereikt om eerst op het allerlaatste oogenblik een gevaarlijk geworden ontginning te verlaten.

Het in eigen beheer nemen der aderexploitatie was dan ook voor de Billiton Maatschappij, met het oog op de mijnwet, allerm minst een luxe.



Bij mijne komst en vlak daarna waren of werden begonnen exploraties te Antoe, Batoen, Mengkoebang, Garoe Medan, Rajah later Klappa Kampit genoemd, Senjoebok en Tikoes. Later kwamen daarbij nog Seloemar en Teboe. Verder zijn nog bekend geworden, zonder dat dit aanleiding gaf tot directe exploratie, gangen bij Batoe Besi, Danau, Ratan en Garoe Medang.

Deze exploraties lagen ver uit elkaar, de dichtst bijzijnde nog ongeveer 8 K.M. van Manggar. Vervoermiddelen en zelfs wegen ontbraken, als technisch personeel hadden wij alleen te beschikken over oudleerlingen van de Koningin Wilhelmina school met mijnbouwkundig getuigschrift doch zonder praktijk, geoefende mijnwerkers waren er al evenmin. Bij mij bestaat dan ook geen twijfel of de eerste fout, die wij hebben begaan is dat er veel te veel hooi op den vork is genomen. Toch schoten deze exploraties in den aanvang vrij goed op, althans belangrijk beter dan later.

Ik maak gaarne van deze gelegenheid gebruik om te vermelden, dat de ondervinding op Billiton opgedaan met leerlingen van deze K.W. school over het algemeen gunstig is geweest, in verschillende gevallen zelfs zeer gunstig.

(Wordt vervolgd).

### Materiaalkeuring met behulp van de Metallographie.

Het algemeene streven van de Metallographie is: wezen en eigenschappen van legeringen te doorgronden. Naast de mechanische beproevingen (trek- en drukproeven, wring-, buig- en vouwproeven, hardings- en hardheidsproeven, kerfslagproef, veerkrachtsproef) komen voor het keuren van voor de techniek belangrijke materialen op het oogenblik het meest in aanmerking: de bestudeering van het ontstaan der legeringen met behulp der stollingsdiagrammen, van de eigenschappen dezer legeringen in verband met het macro- en microscopische structuurbeeld. Een wijd veld voor bearbeiding biedt nog het nagaan van den invloed van mechanische en thermische behandeling op de eigenschappen der verkregen legeringen en de structuur (ook in verband met den tijd). Evenwel ook op dit terrein is de laatste tien jaren reeds met vrucht gearbeid, dikwijls

met bevredigend, soms met verrassend resultaat. Een onderzoekingsmethode, waarvan de resultaten met recht verrassend genoemd kunnen worden, is de behandeling van ijzer- en staal-paerparaten met koper-ammonium-chloride, die de oude etsing met *HCl* totaal heeft vervangen. Daartoe worden van de te onderzoeken stukken (assen, staven, bouten, profil-ijzers, ketelplaat, rails, klinknagels enz.) doorsnijdingen gemaakt, deze gevlakt uit de hand of machinaal en geslepen met schuurpapier. De etsing geschiedt door overgieten of onderdompeling en na verwijdering van het zich vasthechtende koperneerslag is het structuurbeeld zichtbaar. Wanneer vloeijzer of vloeistaal in gietvormen uitgegoten, vast begint te worden, ontmengt zich de massa in dier voege, dat koolstof, phosphor, zwavel enz zich terugtrekken van de plaats waar de stolling begint. Bij verticale ingots is deze kern, waarvan ook door het rijker worden aan genoemde stoffen de stollingstemperatuur daalt, tusschen  $\frac{1}{5}$  en  $\frac{1}{3}$  van de hoogte het grootst in omvang. Door het afsnijden der koppen tracht men het grootste gedeelte der verontreinigingen kwijt te raken. Phosphor- en ook koolstofhoudend ijzer wordt door koper-ammonium-chloride sterker gekleurd dan zuiver ijzer. Daardoor ontstaat een kernbeeld bij de etsing. Dit zal rond of vierkant zijn, naar gelang de ingot rond of vierkant was.

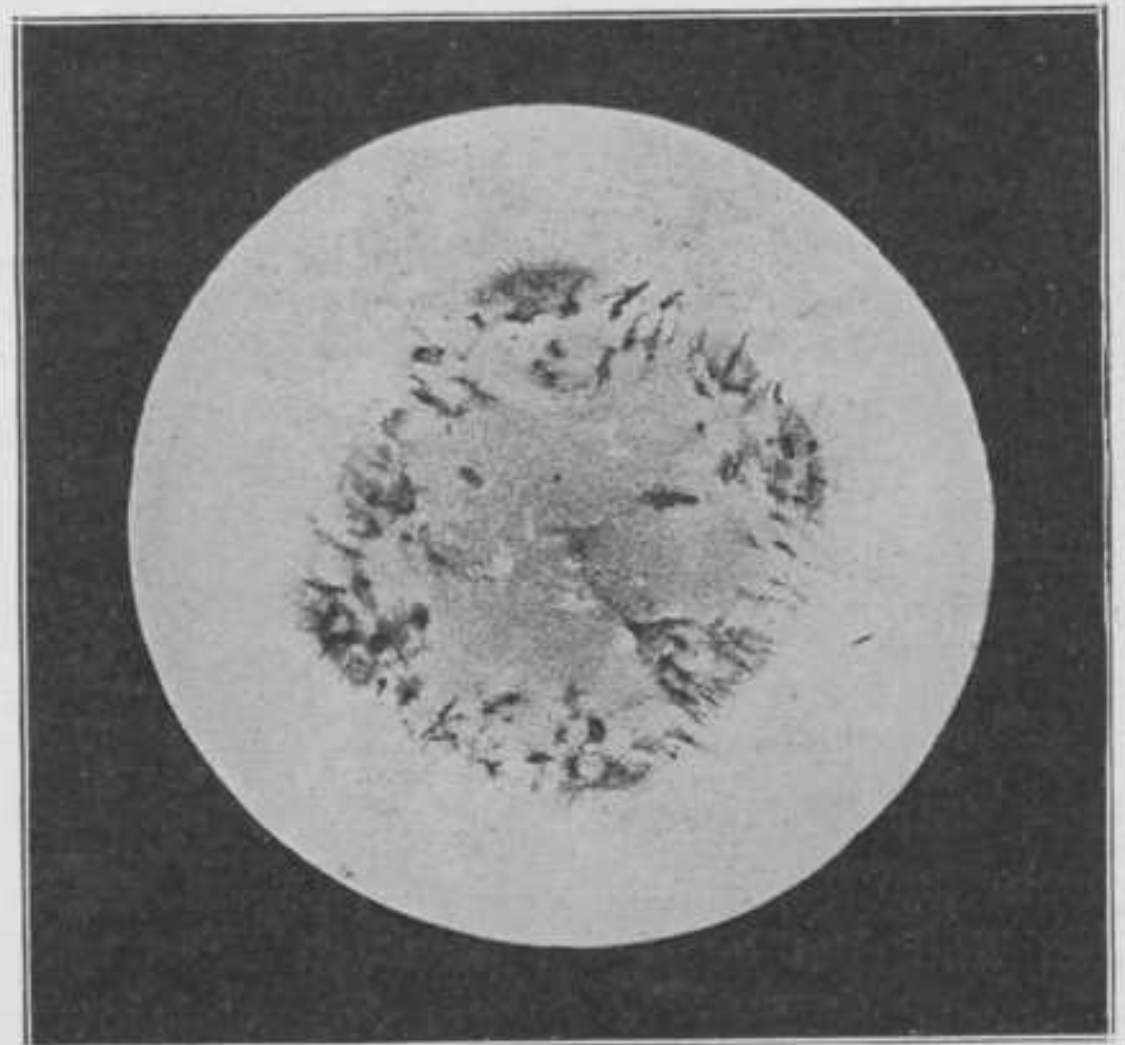


Fig. 1.

Figuur 1 geeft een doorsnede van een stuk vloeijzer. De phosphor-afzonderingen (segregaties) zijn van de koolstofophooping te onderscheiden. Met het oog bezien vertoonen zij een bronsachtigen

donkerder kleur dan de koolstofsegregatie. In de figuur zijn de donkerste vlekken de phosphorsegregaties.

Langs anderen weg is het mogelijk een beeld te vormen van de zwavel en de phosphorsegregaties alleen, terwijl ook een beeld kan verkregen worden van de zwavelsegregaties alleen. De hardere kern, die meer weerstand biedt bij mechanische bewerkingen, kan die bewerking verraden en een beeld geven van de heterogeniteit van het materiaal. Zoo is figuur 1 de doorsnede van een stuk vloeijzer, in vierkante gietvorm gestold, daarna

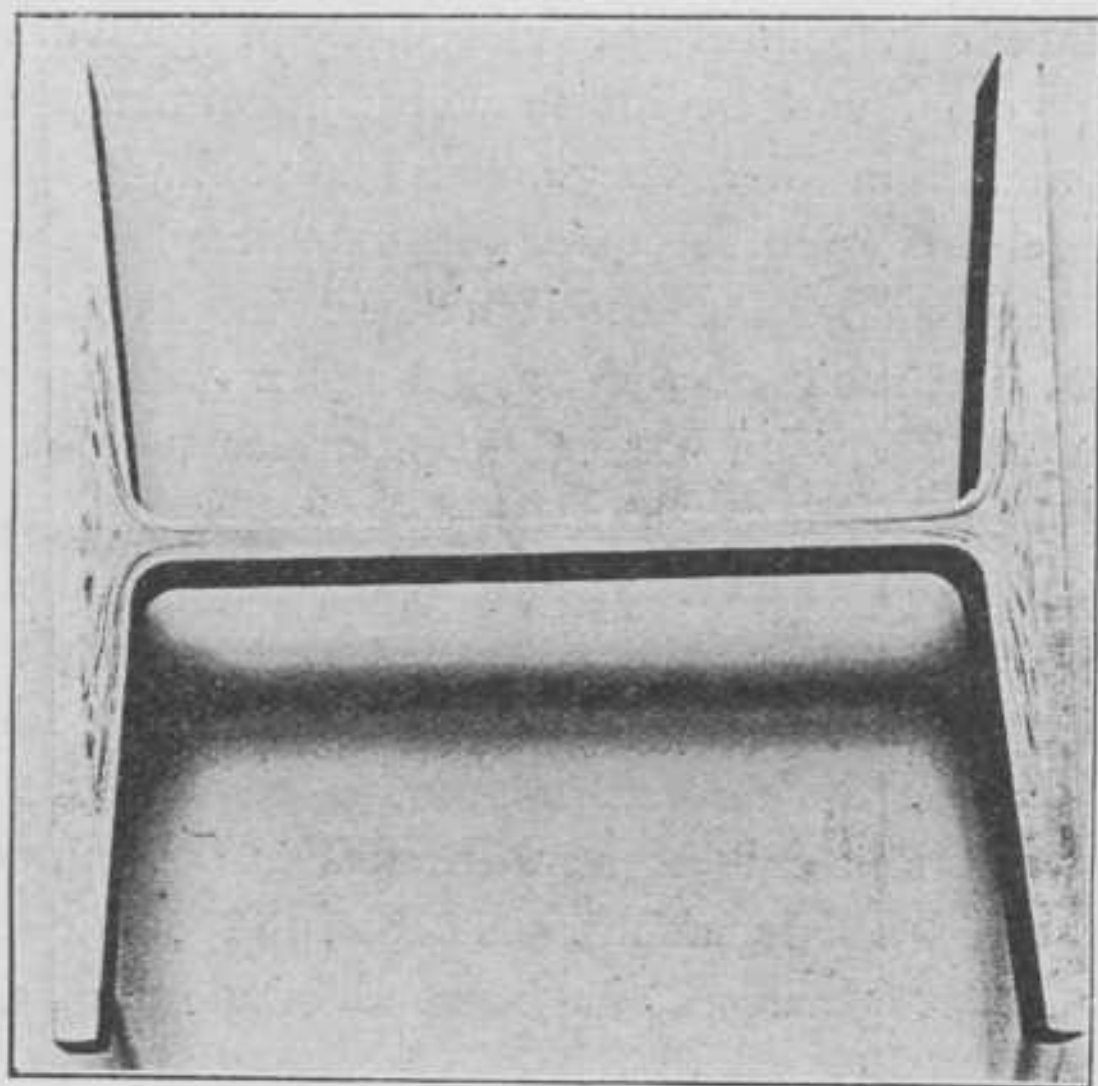


Fig. 2.

rondgewalst. Figuur 2 geeft een beeld hoe bij een dubbel T ijzer (*NP 50*) de segregatie zich tegen vervorming verzet. Tevens kan men zich een oordeel vormen van de betrouwbaarheid van een chemische analyse, die op een willekeurig punt werd genomen en (daar de slechtste bestanddeelen in de segregatie blijven) van de deugdelijkheid van het materiaal op de plaatsen der zwaarste-belasting (let op de overgang van lijfplaat in flensplaat). Welijzer zal dus altijd een ander beeld geven dan vloeijzer. Het kernbeeld ontbreekt. Men vindt het beeld der pakketten. Een duidelijk voorbeeld hiervan is fig. 3: doorsnede over een ouden rail. Ook geeft hier de etsing uitsluitsel over aard en aantal der pakketten, over de bewerking enz. Figuur 4 is een combinatie van beide. Uit het voorgaande blijkt, dat de linksche nagel van vloeijzer, de rechtsche van welijzer werd geslagen. De platen vertoon

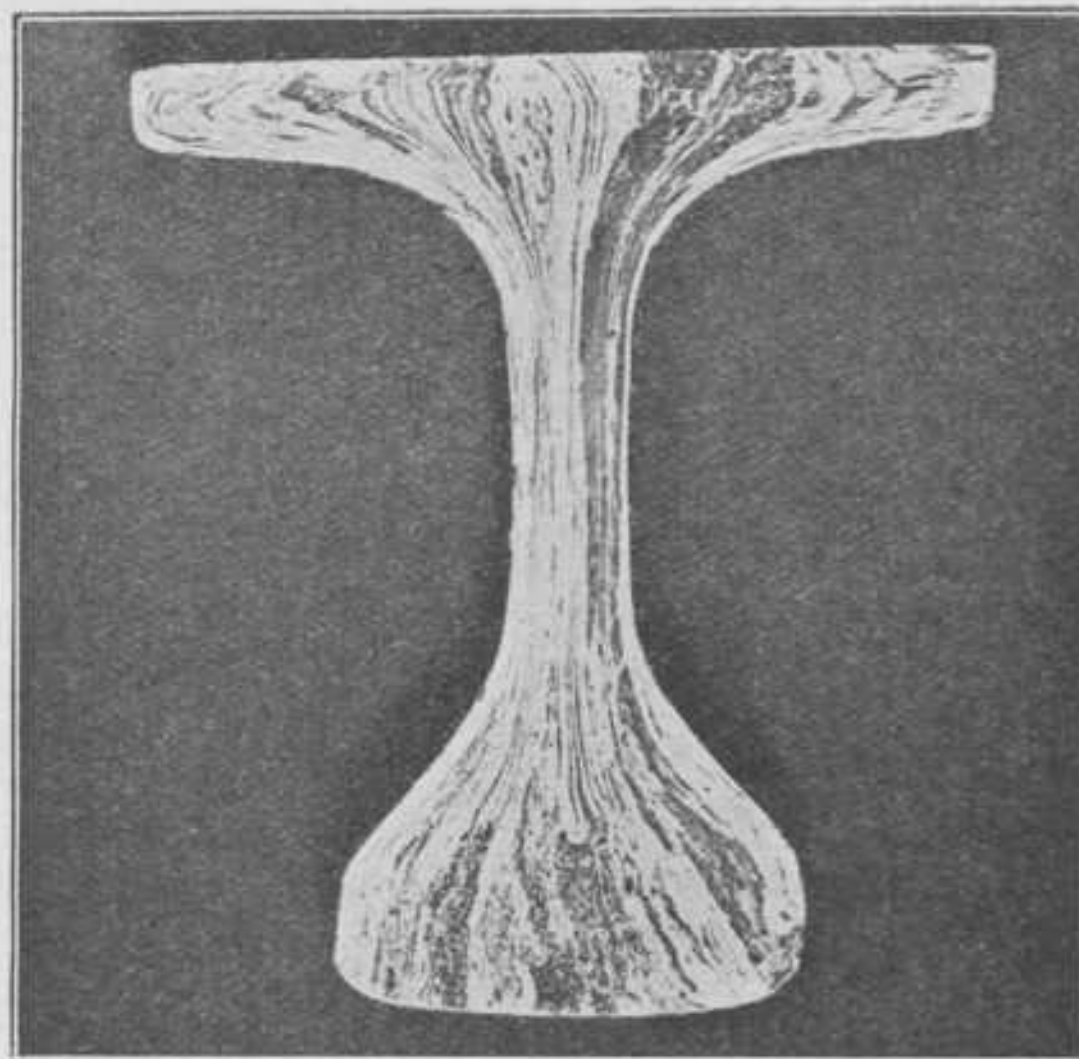


Fig. 3.

beeld maar pakketten, zijn dus van welijzer. Wanneer we over de verticale hartlijn van een ingot naar omlaag gaande steeds nieuwe doorsnijdingen etsen, zullen we kernbeelden vinden van kleiner omvang en minder kwaadaardig. Dit is van zeer veel belang voor het onderzoek en

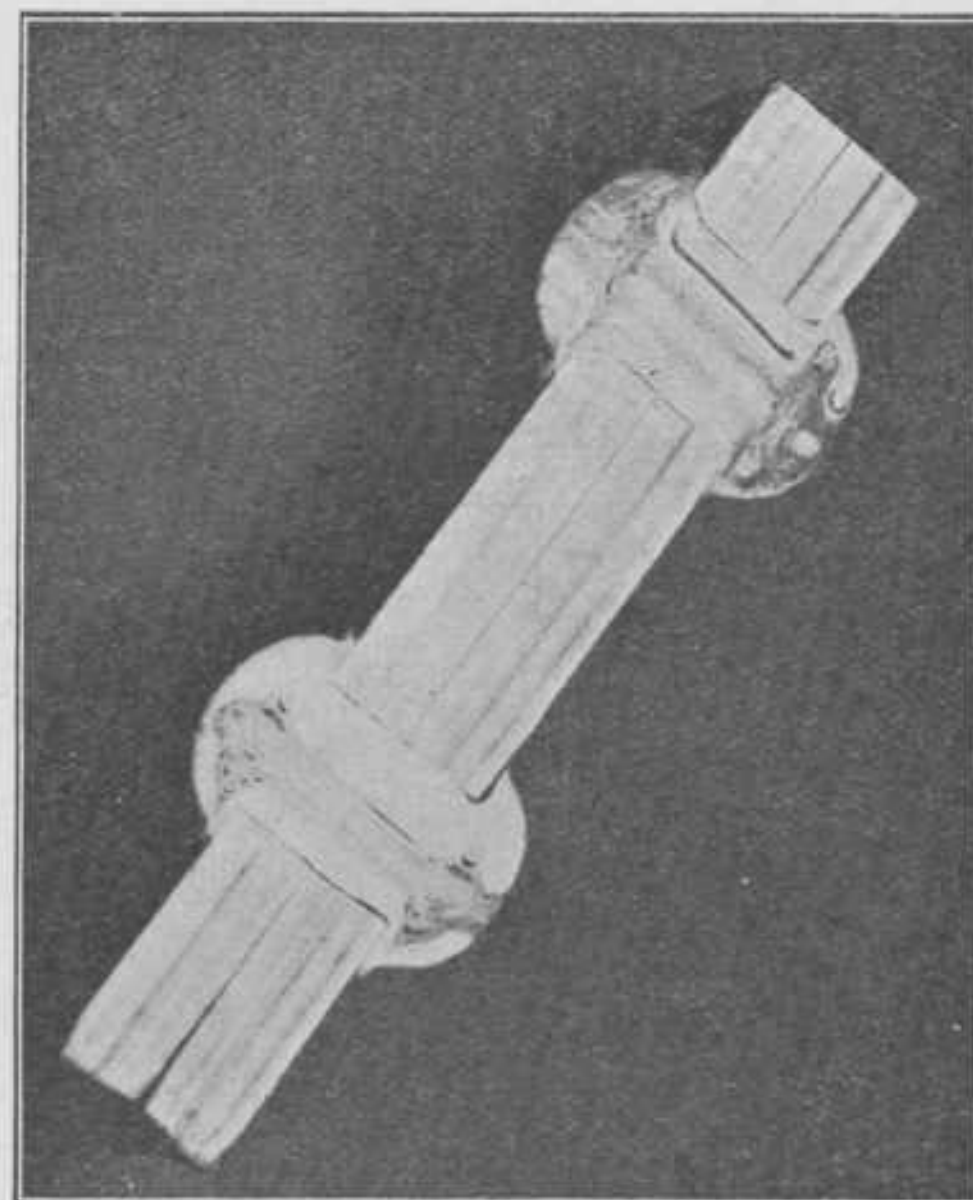


Fig. 4.

keuren van materiaal, uit den zelfden ingot gemaakt. Eenige figuren kunnen van den heelen aard van den ingot een beeld geven. Figuur 5 is den voet van een dubbel T ijzer, gewalst uit den kop van een ingot, figuur 6 van eenzelfden voet onder uit den ingot gekomen.

Bij het mikroskopische onderzoek worden de praeparaten fijn gepolijst en daarna geëtst met allerhande stoffen, die voor de meeste materialen nogal uiteenloopen. Ook hiermee kan zoowel ontstaan van een legering als bewerking worden nagegaan en bestudeerd. De aard van stolling, die volgens Bakhuis—Roozeboom in eenige standaardtypen kan worden onderscheiden, geeft aanleiding tot allerhande herkenbare kristalbeelden.

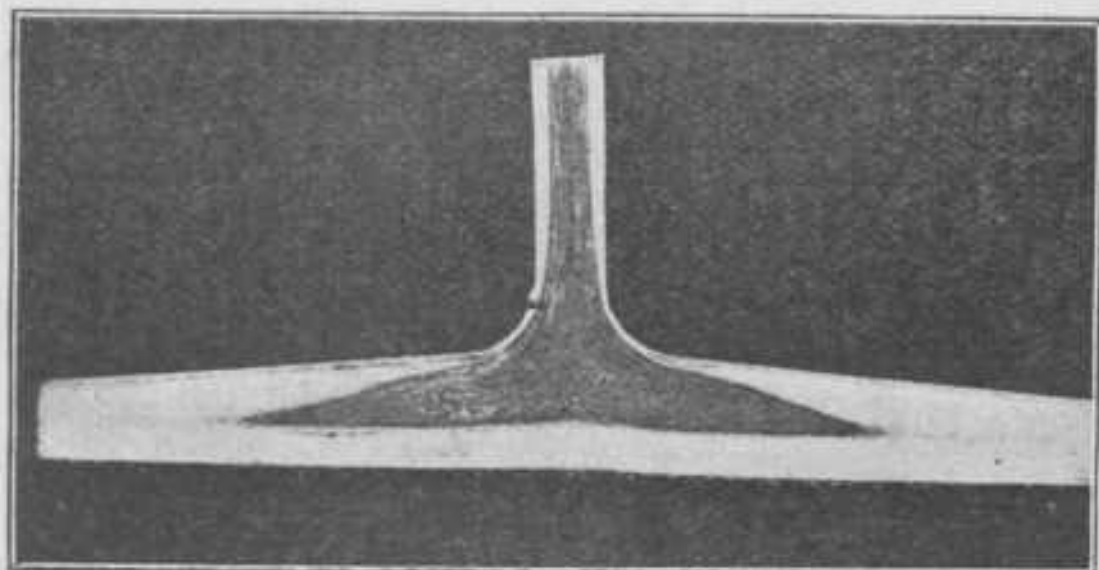


Fig. 5.

Hieruit kan over heterogeniteit, zoowel in kristal als op verschillende plaatsen van het materiaal, een oordeel worden gevormd. Ook de thermische behandeling verraadt zich in het micro-beeld. Uitgloeien en harden, ontlaten, temperen, lasschen, cementeeren, verbranden, oververhitten, al deze processen hebben invloed op vorm, samenstelling en wezen der kristallen. Wanneer het beeld binnen niet al te wijde grenzen van samenstelling belangrijke wijzigingen ondergaat, treedt de mikrosko-

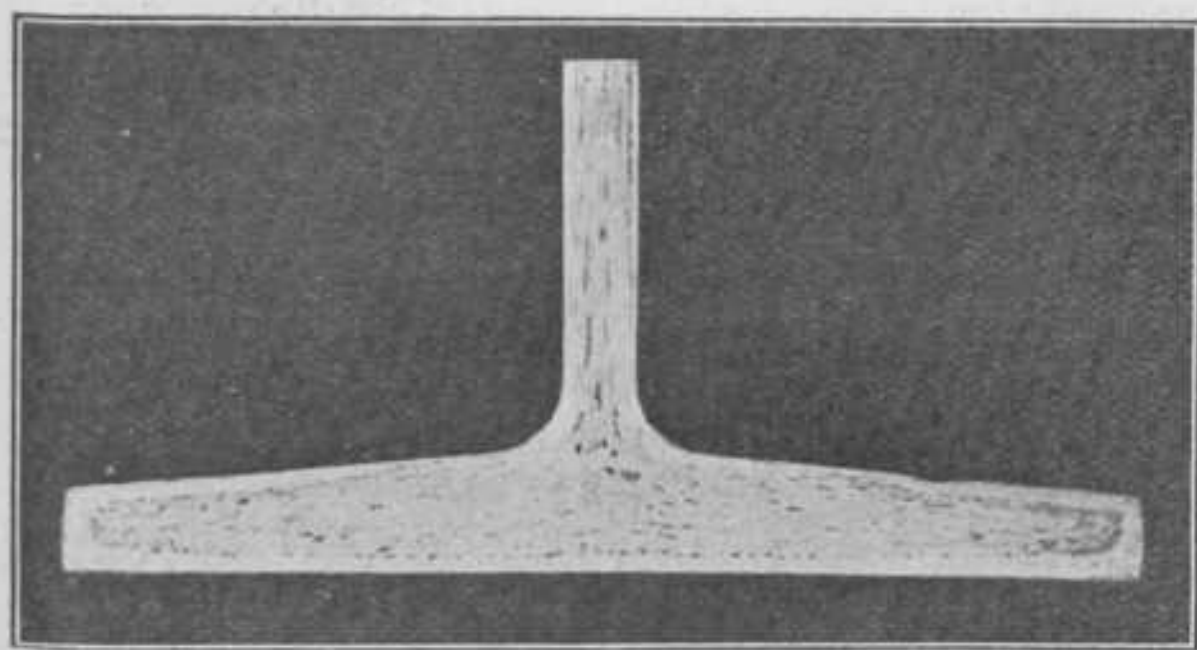


Fig. 6.

pische analyse op den voorgrond. Deze is vooral bij ijzer en staal van zéér veel belang en kan in vele gevallen de scheikundige koolstofanalyse vervangen. Zij kost veel minder tijd en geeft behalve zeer bruikbare cijfers een ruimer blik, doordat zij minder aan plaats gebonden is en ook wijze van voorkomen (vaste oplossing, chemische

verbinding) aanduidt. In speciale gevallen is de analyse, die alleen op chemische cijfers berust, onbetrouwbaar en de mikroskoop onmisbaar. Steeds zal echter het streven moeten bestaan om ons onderzoek volledig te maken. Naast de analyses en het mikroskopische onderzoek moeten we dus ook het mechanische onderzoek doorvoeren en het verband tusschen samenstelling, structuur en vastheid tegen de voorkomende belastingen nagaan. De studie van metalen en legeringen op deze wijze opgevat, kan niet anders dan nuttig zijn voor den aanstaanden ingenieur. Voor hen, die veel met materiaalkeuring en onderzoek te maken zullen hebben, is zij noodig, zoo niet onmisbaar. Opmerkelijk daarom kan het genoemd worden, dat in deze richting speciaal door den a.s. werktuigkundigen ingenieur nog van zoo weinig belangstelling wordt blijk gegeven

L. v. EWJK.

---

## VRAGEN.

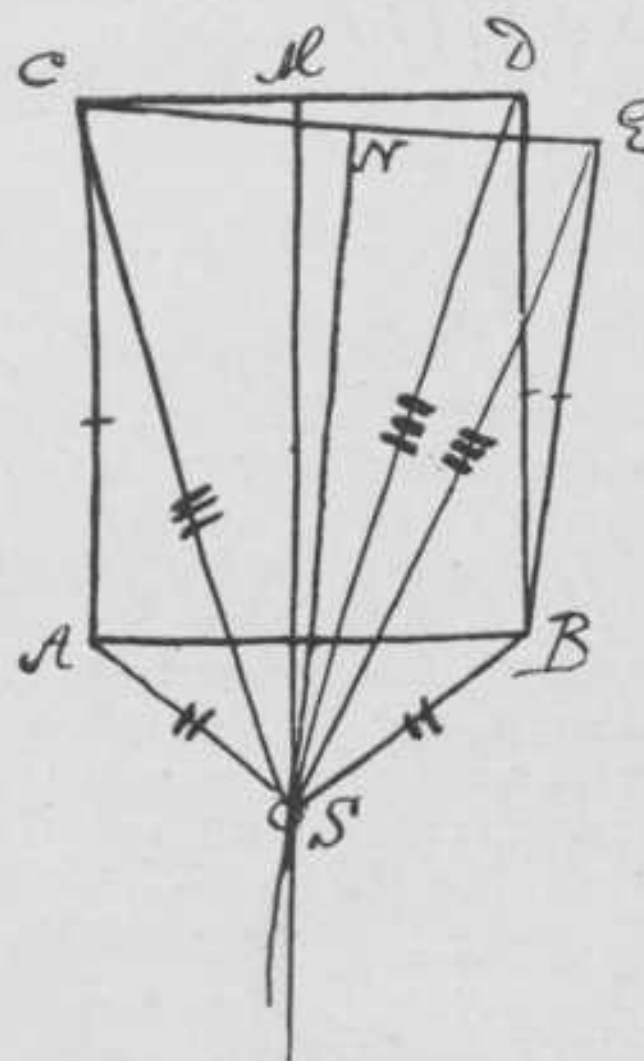
---

*Vraag No. 18.*

Bij den neerslag is de vogelvleugel dragend en voortstuwend; wat is hij bij den opslag.

G. D. B.

*Vraag No. 17.*



$S$  is het middelpunt van den omgeschreven cirkel van  $\triangle CDE$  en ligt dus evenals  $B$  op de middelloodlijn van  $DE$ . Daar deze middelloodlijn tevens  $\triangle DSE$  middendoordeelt, valt hij geheel tusschen  $DS$  en  $ES$  en hunne verlengden, dus ook  $B$  ligt tusschen deze lijnen.

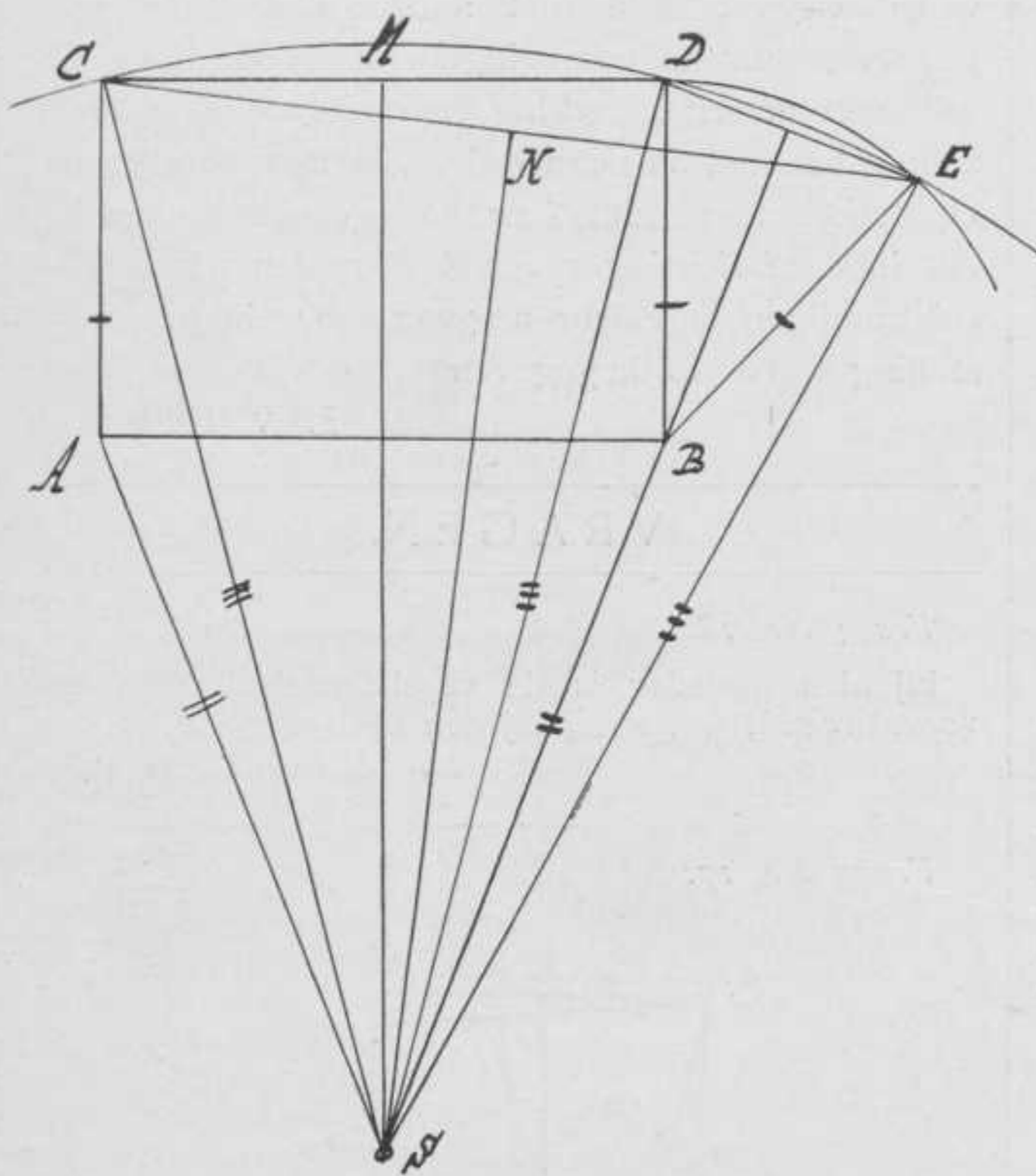
Door deze fout in de teekening verkrijgt men dat  $\angle EBS$  een uitspringende hoek is met de opening

naar links, in werkelijkheid valt echter die opening naar rechts, hetgeen men verkrijgt door  $S$  zoo te verplaatsen dat  $B$  tusschen  $SE$  en  $SD$  valt.

$\angle EBC$  is dus foutief geteekend.  
 $\angle DBS$  wordt dus niet gelijk aan de inspringende  $\angle EBS$  waarmede tevens vervalt de conclusie  $\angle ABD = \angle ABE$ .

H. K. V.

Om de onzuiverheid te vinden zetten we de teekening van begin af aan op. De rechthoek  $ABDC$  kan gewoon geconstrueerd worden. Zoo ook de vierhoek  $ABEC$ .



Teekenen we de middelloodlijnen van  $CD$  en  $CE$  dan is het snijpunt dezer lijnen het middelpunt van de omschreven cirkel van  $\triangle CDE$ .

Verbinden we nu het midden van  $DE$  ( $F$ ) met  $S$  dan is:  $SF \perp DE$ . Verbinden we  $B$  met  $F$  dan is ook  $BF \perp DE$  als koorde van de cirkelboog  $DE$  met middelpunt:  $B$ .  $SF$  en  $BF$  vallen samen, wat in de gegeven teekening geheel is vergeten.  $SD$  en  $SE$  komen aan verschillende kanten van  $B$  te liggen.

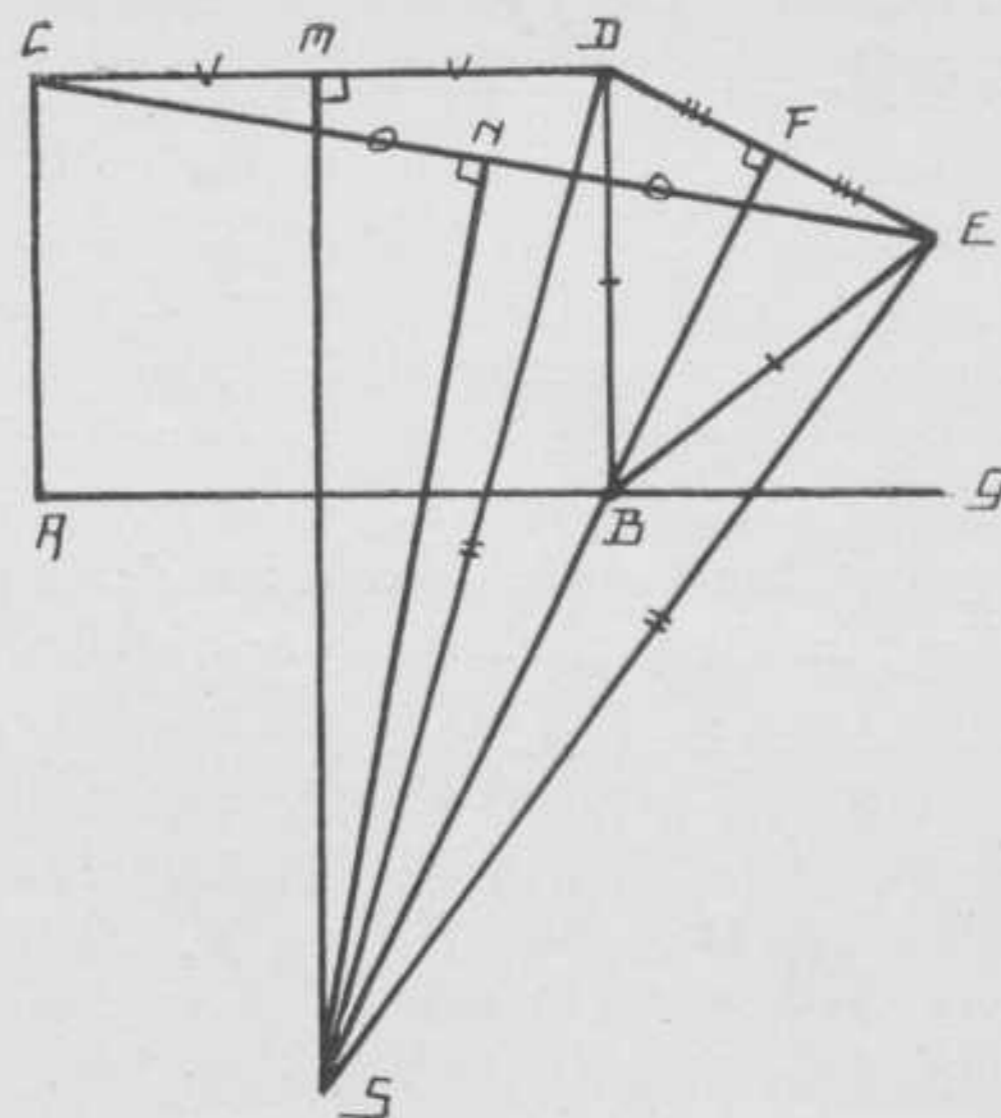
Nu krijgen we:  $\triangle SDB \cong \triangle SBE$ , dus:

$$\begin{aligned} \angle DBS &= \angle SBE \\ \angle ABS &\neq \angle SBg \quad \text{elkaars supplementen} \\ \angle ABD &\neq \angle SBg \end{aligned}$$

W. S.

### Oplossing Vraag No. 17.

't Bewijs van vraag 17 is juist. De fout moet dus schuilen in de gegevens of in de teekening. 't Blijkt reeds uit een constructie van de figuur, dat hierin de fout ligt.



Gegeven:  $AC = AD$  en  $\perp AB$ .  
 $AC = BD = BE$ .  
 $MS$  en  $NS$  zijn middelloodlijnen op  $CD$  resp.  $CE$ .

Uit de gegevens volgt:

- 1<sup>o</sup>. dat de punten  $C$ ,  $D$  en  $E$  op een cirkel liggen met  $S$  als middelpunt en  $CS$  als straal.
- 2<sup>o</sup>. dat de punten  $D$  en  $E$  op een cirkel liggen met  $B$  als middelpunt en  $DB$  als straal.

De 2 cirkels hebben dus de punten  $D$  en  $E$  gemeen, zoodat de verbindingslijn der snijpunten  $\perp$  op de verbindingslijn der middelpunten staat, dus

$$SB \perp DS.$$

$\triangle BDS$  is echter gelijkbeenig d.w.z.  $SB$  is hoogtelijn in  $\triangle BDE$ .  $SB$  ligt dus tusschen  $DB$  en  $BE$  m.a.w. de punten  $D$  en  $E$  liggen aan weerszijden van  $SB$ , dus ook de lijnen  $DS$  en  $ES$ .

De stand der  $\triangle SBD$  en  $SBE$  verandert nu geheel. Wel kan aangetoond worden:  $\angle DBS = \angle EBS$ , doch hieruit kunnen geen verdere gevolgtrekkingen gemaakt worden omtrent  $\angle ABE$ , die — daar  $DB$  en  $BE$  niet samenvallen — grooter dan  $90^\circ$  is.

J. BETHLEM.

## BERICHTEN EN MEDEDEELINGEN.

Bij den dienst van den Octrooiraad kan in *tijdelijken* dienst worden geplaatst een technisch assistent op eene maandelijksche bezoldiging van  $f$  100.—.

Vereischen: grondige kennis van zwakstroominstallaties en zwakstroomschakel-schema's; talenkennis, algemeene ontwikkeling.

Sollicitatie, eventueel begeleid door aanbevelingsstukken, vóór 15 Maart 1916 te richten tot den Minister van Landbouw, Nijverheid en Handel.

—0—

Het bestuur der Electrotechnische Vereeniging heeft zich als volgt samengesteld:

W. Th. Bähler,	President.
H. A. Molenbroek,	Secretaris.
J. B. Leeuwenberg,	Penningmeester.
R. de Vries,	Bibliothecaris.
J. Salm,	Vice-Pres. Afgev. C. C.