

JAARBOEK 1917 - 1918
VAN DE MIJNEBOUWKUNDIGE
VEREENIGING TE DELFT.



0437



HEEMAF
ACCUMULATOREN
MYNLANPEN.
TEN BEHOEVE DER
NEDERLANDSCHE
KOLENVOORZIENING

V.V.
K. 459
Pl. F

459 F

VERBETERBLAD.

Ondergeteekende

te, deelt den Secretaris

van de MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING te DELFT

mede, dat het voorkomende in het *Jaarboek 1917/'18* op

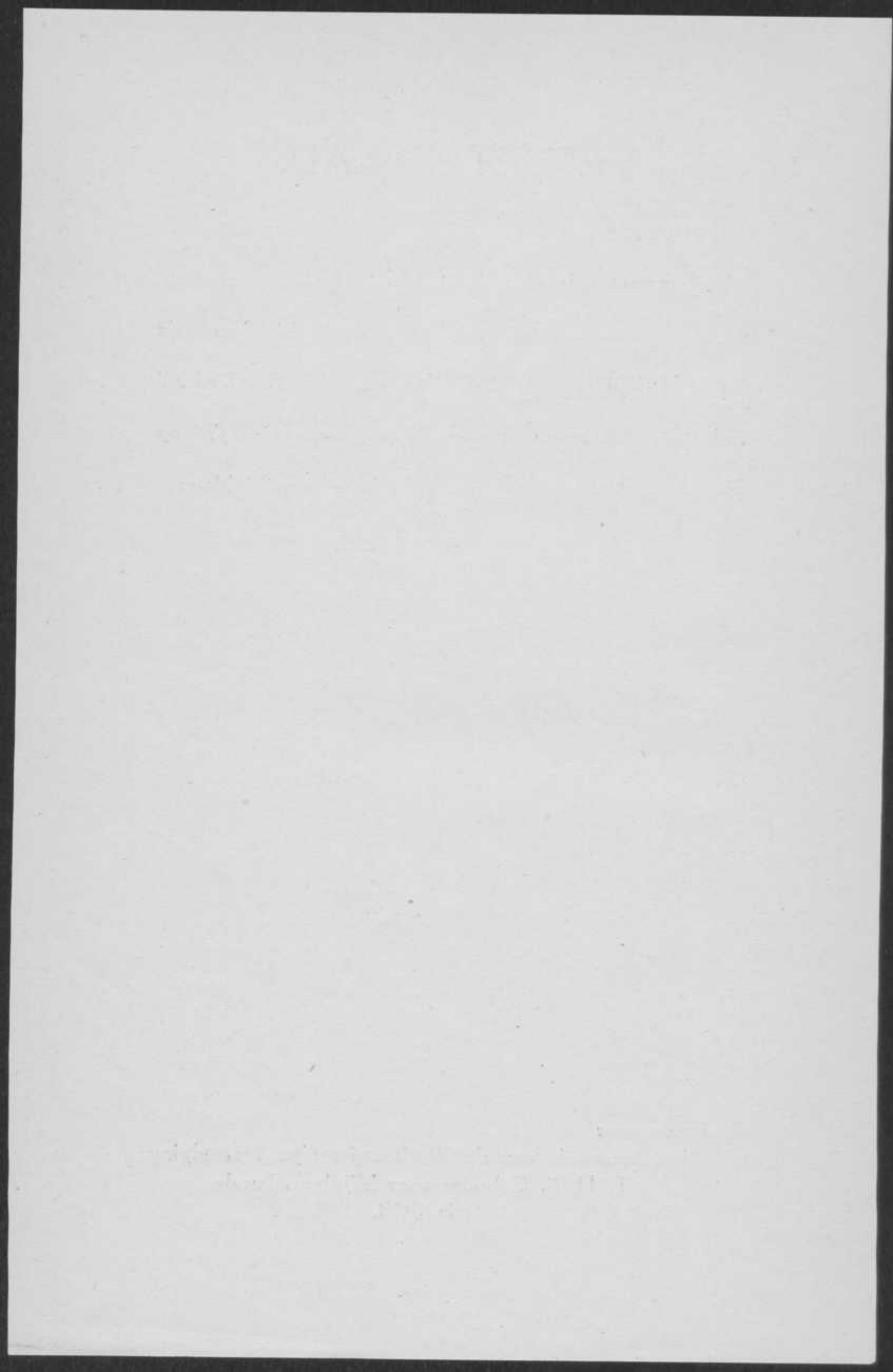
blz. regel $\frac{\text{v. b.}}{\text{v. o.}}$ onjuist is en moet luiden:

Te zenden aan:

den Secretaris van de **Mijnbouwkundige Vereeniging**

T. H. S. Gebouw voor Mijnbouwkunde

te Delft.



Electrotechnisch Bureau
B. H. CROON & Co.
Hypolitusbuurt 7 a DELFT
TELEFOON 394

LEVEREN EN INSTALLEEREN:

Electrische Licht- en Krachtinstallaties
Liften - Electrische Kranen - Brand-
weertelegrafen - Telefooninstallaties
Electrische Signaalinrichtingen - Blik-
semafleiders, enz. enz.

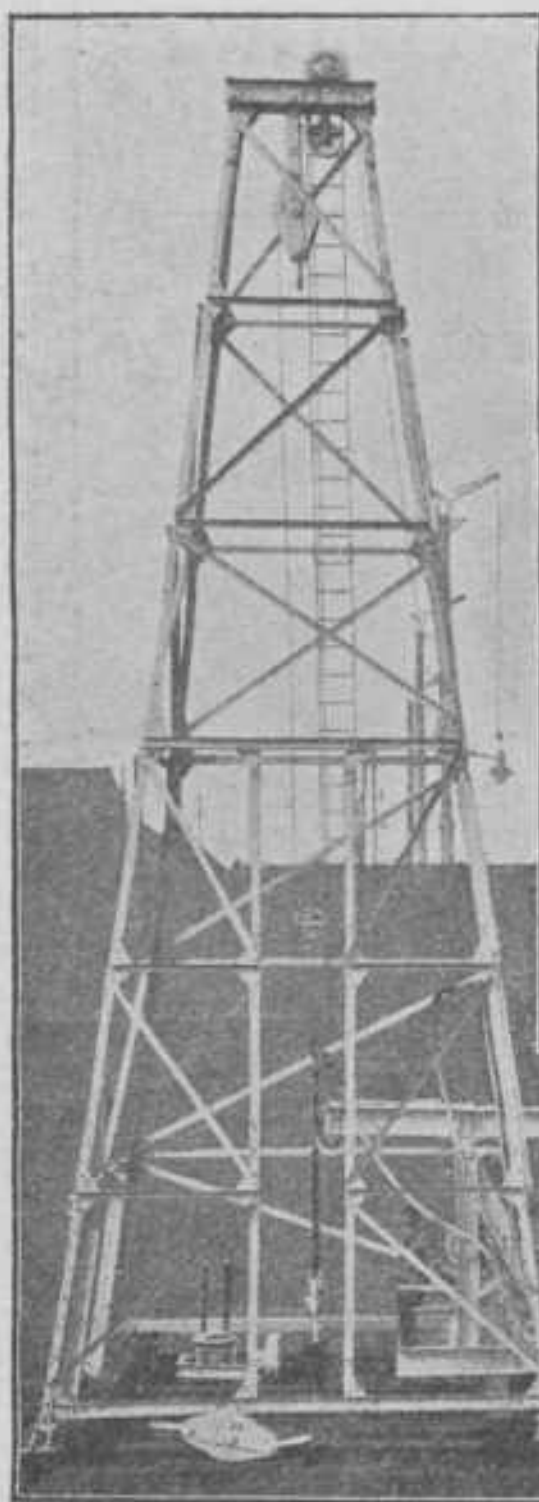
Leveranciers van Laboratoriuminstru-
menten als Volt-, Ampère-meters, weer-
standen, schakelborden, enz.

TOONKAMER voor Electrische Kronen,
Staande Lampen, Kookapparaten
en Glaswerk

PLANNEN, BEGROOTINGEN EN
ADVIEZEN ZONDER KOSTEN

Werk „Conrad” :: Haarlem

Afdeeling: Diepboorinrichtingen



COMPLETE BOORINSTALLATIES

voor

Exploratie en Exploitatie van
Olie, Gas, Water, enz.

BOORGEREEDSCHAPPEN

voor

alle voorkomende Diepten en
Grondsoorten

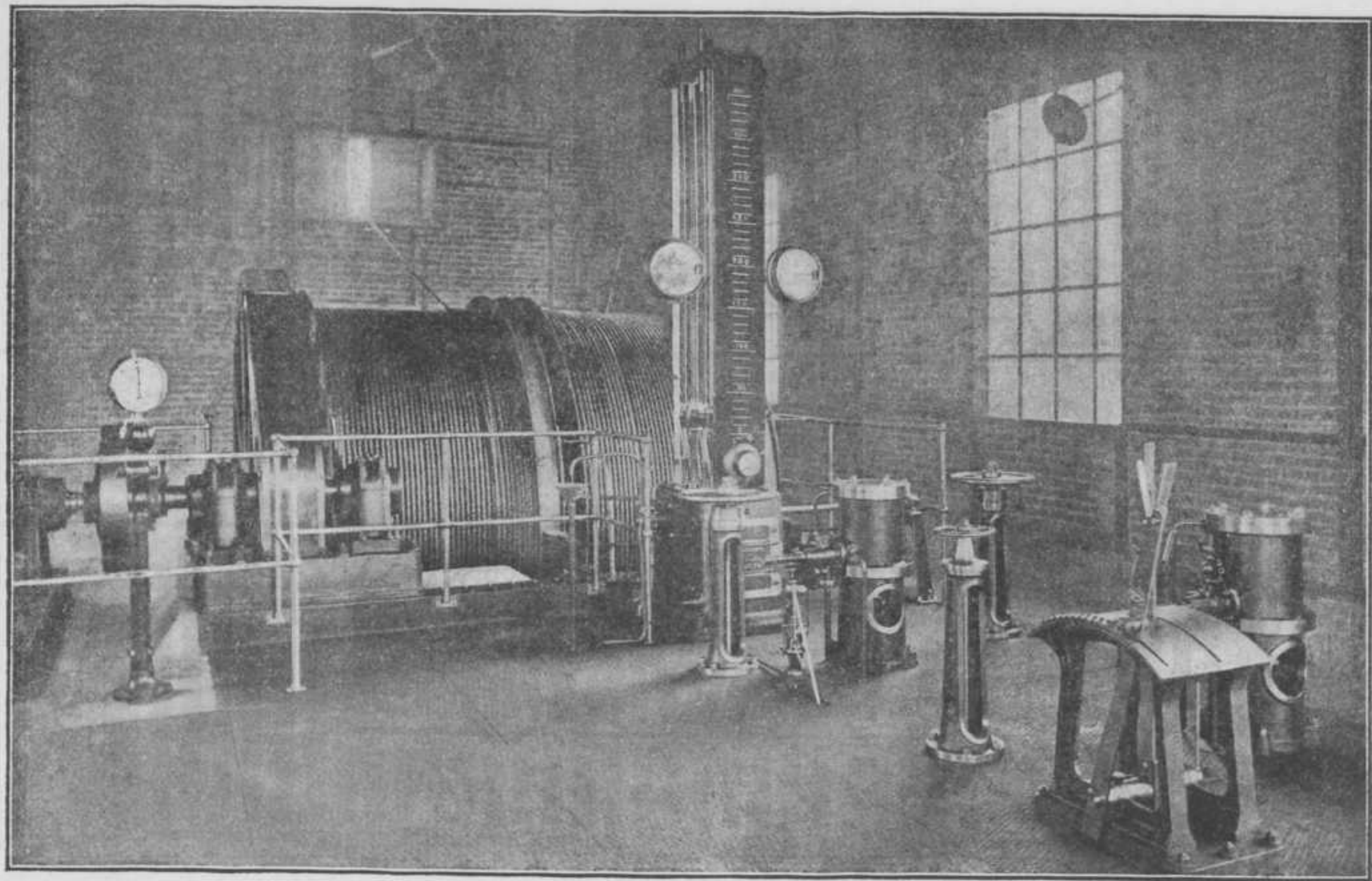
Directe levering uit Magazijn

van

„BANKA = BOORINSTALLATIES”

De meest geperfectioneerde Handboor voor ondiepe
boringen in alluviale terreinen

HEFWERKTUIGEN voor het Mijnbedrijf: KRANEN, LIEREN enz. FIGEE-HAARLEM



ELECTRISCHE FIGEE-AFDIEPLIER OP DE STAATSMIJN „EMMA”.

ETTCINRCHIE EIOEFYIDULTIEB DE DE RIJVAZWIJX "GWWY"

GONNERMANN & Co.

MACHINEFABRIEK | HAARLEM

PIJPLEIDINGEN

VOOR HOOGENDRUK STOOM EN VOOR ELK ANDER DOEL

OUDESTE SPECIAAL FABRIEK HIER TE LANDE

NEE MFKLUIDEN 1000 POF WIIPODRIK KIVXEN' TIEKEN 908' EIKSE-HVUKTEW

**NEDERLANDSCHE MAATSCHAPPIJ TOT HET
VERRICHTEN VAN MIJNBOUWKUNDIGE
WERKEN**

HEERLEN (HOLL. LIMBURG)

**Uitvoering van Diepboringen
naar Kolen, Ertsen, Petroleum
enz.**

Schacht- en Galerijbouw

Onderzoek van Terreinen

Fabriek van Diepboorwerktuigen

Telegram-adres :

BOORSCHACHT, HEERLEN

J. J. STROUS - DORDRECHT

**Werktuigkundig en Electricch
Installatie Bureau**

Telegram-Adres: STROUS-DORDRECHT
Interc. Telefoon 417

**Grootste inrichting ter verhuring van
Electricch Licht en Beweegkracht**

**LOCOMOBIELEN - VERVOERBARE
STOOMKETELS - DYNAMO'S
- ELECTROMOTOREN, ETC.**

Advertentie-Kantoor van

J. H. DE BUSSY

Rokin 60-62 - Amsterdam

**Belast zich met het plaatsen van Advertentiën
in Nieuwsbladen en Tijdschriften**

Jarenlange ervaring — Hulp bij samenstelling — Strikte geheimhouding — Vlugge en accurate uitvoering — Billijke berekening — Levering van advertentie-ontwerpen en van cliché's — Inlichtingen worden gaarne kosteloos verstrekt — Op aanvraag gratis toezending van catalogus der Nederlandsche en Nederlandsch-Indische Couranten

Vertegenwoordiging der voornaamste Indische bladen.

Bij het zenden van orders gelieve men het maximum-bedrag, dat men beschikbaar wenscht te stellen en bankreferentiën op te geven. Vooral voor opdrachten, waarvan onmiddellijke uitvoering gewenscht wordt, is dit zeer aan te bevelen.

JAARBOEK

1917—1918

VAN DE

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING

TE

DELFT.



*Travaillez, prenez de la peine:
C'est le fonds qui manque le moins.*

LA FONTAINE.

J.A.R.B.O.E.K.

1875-1876

1875-1876

WILDBOUWKUNDIGE VEREENIGING

WILDBOUWKUNDIGE VEREENIGING

WILDBOUWKUNDIGE VEREENIGING

WILDBOUWKUNDIGE VEREENIGING

DRUK VAN J. H. DE BUSSY, AMSTERDAM.

J. H. DE B.



Text block at the bottom of the page, likely containing contact information or a notice.

INHOUD.

	Bladz.
Ter Inleiding	5
Besturen 1917—1918 en 1918—1919	7
Eereleden en Eereleden van het Bestuur	8
Jaarverslag van den Secretaris-Archivaris 1917—1918	9
Jaarverslag van den Penningmeester 1917—1918.	13
Verslag van de Verificatie-commissie.	19
Jaarverslag van den Bibliothecaris 1916—1917	20
In Memoriam E. B. VAN DER MARCK	22
Verslag van de lezing, gehouden door Lt. t. Zee L. J. CHAILLET	23
Verslag van de lezing, gehouden door Ir. M. C. KORT m. i.	27
Verslag van de lezing, gehouden door Ir. C. M. FRIJLINCK c. i.	81
De geologische Excursie naar Zuid-Limburg	93
Lijst der deelnemers aan de eerste Limburgsche Excursie	147
Lijst der deelnemers aan de tweede Limburgsche Excursie	148
Verslag van de Excursie naar de Staatsmijn „Maurits”	149
Artikel van Ir. W. DE HAAN m. i. uit „de Ingenieur”	156
IJzerertsen op Cuba, door Ir. A. J. R. CORNELISSEN m. i.	185
Naamlijst van de gewone leden der M. V.	257
Naamlijst der afgestudeerde mijningenieurs	262

TER INLEIDING.

*Ut desint vires, tamen est laudanda
voluntas.* OVIDIUS.

Wees reeds de vorige Redactiecommissie in haar Voorwoord op de ongunstige omstandigheden, waaronder zij het Jaarboek moest samenstellen, hoeveel meer nog zouden wij daartoe geneigd zijn, nu de economische toestand, ondanks de naderende vrede, steeds ongunstiger geworden is.

Gedwongen waren wij daardoor veel te bezuinigen, en weg te laten, wat wij gaarne hadden opgenomen. In hoeverre wij er in geslaagd zijn een bevredigend Jaarboek samen te stellen, wij laten den lezer het oordeel.

De inhoud zelve zij hier in het kort nader toegelicht.

Wij zijn in staat geweest om, behalve de gewone Jaarverslagen, waarvoor wij de samenstellers dank zeggen, een verslag op te nemen van elk der voor de Vereeniging gehouden lezingen. Hiertoe stelden ons de sprekers: de heeren L. J. CHAILLET en Ir. M. C. KORT m. i. en de bescheiden bewerker „Ø” van de lezing over Bruinkool in staat, waarvoor wij hun onze welgemeende erkentelijkheid betuigen.

Voor het eerst sinds 1914 werd weder een geologische excursie gehouden, waarvan een uitvoerig verslag werd opgenomen. Daartoe achtten wij ons verantwoord, behalve door het groote aantal deelnemers, door het feit, dat elk mijnbouwkundig student een tijdlang in Limburg verblijft. De gekozen vorm is zoodanig, dat zoowel de deelnemers aan de excursie, als zij, die later tijdens hun practisch werken in Limburg verblijven, in beknopte vorm een welkom overzicht hebben van de geologie van dat deel van ons vaderland. Moge het den bewerker, Ir. W. F. C. ENGELBERT VAN BEVERVOORDE m. i., voldoening schenken, dat zijn werk door velen op prijs zal worden gesteld.

Ook Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF, welke de welwillendheid had de drukproef door te zien en ons daarbij nog eenige nuttige wenken gaf, danken wij hiermede ten zeerste daarvoor.

Ook voor de jaarlijks terugkeerende excursies naar de bovengrondsche mijnwerken, voor hen, die gedurende den zomer in Limburg practisch werken, is een kort verslag opgenomen. Dit keer werd speciaal Staatsmijn Maurits behandeld. Den bewerker, den heer A. VAN OVERSTRATEN KRUYSSSE, danken wij daarvoor.

Een tweetal artikelen, welke, naar wij meenden, van nut kunnen zijn voor den a.s. mijningenieur, volgen hierop. Het eerste van de hand van Ir. W. DE HAAN m. i. werd met toestemming van schrijver en Redactie overgenomen uit het weekblad *De Ingenieur*. Beiden betuigen wij hier onzen welgemeenden dank.

Het tweede, door Ir. A. J. R. CORNELISSEN m. i. samengesteld, geeft, evenals het lezingsverslag van Ir. M. C. KORT m. i., een beeld van de studiereizen na het beëindigen hunner studie te maken door hen, die zich bij het Gouvernement in Nederlandsch-Indië verbonden hebben. Den samensteller en Prof. Ir. J. A. GRUTTERINK m. i., welke laatste het opnemen mogelijk maakte, zij onze bijzondere dank gebracht.

Ten slotte de nieuwe adreslijsten. Hoewel zoo goed mogelijk bijgewerkt, zijn zij zeker niet zonder fouten. Zeer moeilijk toch is het de juiste adressen en betrekkingen van alle afgestudeerden te weten te komen. Ten einde te trachten voor onze opvolgers deze taak eenigszins makkelijker te maken, is in elk Jaarboek een biljet gevoegd, waarin een ieder verzocht wordt om eventueele onjuistheden er op te willen vermelden en het daarna den Secretaris toe te sturen.

De Redactiecommissie:

K. F. DE LEEUW.

C. P. A. ZEYLMANS VAN EMMICHOVEN.

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

DELFT.

(Opgericht October 1892.)

BESTUUR 1917—1918.

- W. F. C. ENGELBERT VAN BEVERVOORDE, *Voorzitter*.
M. J. F. W. G. BOLDERDIJK, *Secretaris-Archivaris (tot 7 April)*.
A. VERSTEGE, *Secretaris-Archivaris (vanaf 7 April)*.
J. A. G. M. BIERMANN, *Penningmeester*.
K. F. DE LEEUW, *Afgevaardigde naar de Centr. Comm.*
J. F. FOCK, *Bibliothecaris*.
-

BESTUUR 1918--1919.

- K. F. DE LEEUW, *Voorsitter*.
A. VAN OVERSTRATEN KRUYSSSE, *Secretaris-Archivaris*.
J. A. G. M. BIERMANN, *Penningmeester*.
A. VERSTEGE, *Afgevaardigde naar de Centr. Comm.*
J. F. FOCK, *Bibliothecaris*.
-

EERE-LEDEN.

Prof. Dr. S. HOOGEWERFF, Wassenaar, Villa Klein-Huize.	Januari	1898.
C. BLANKEVOORT, Heerlen.	November	1899.
Prof. Dr. J. F. VAN BEMMELEN, Groningen, Zuiderpark 22.	November	1902.
Prof. S. J. VERMAES, M. I., Delft, Oude Delft 174.	November	1902.
Prof. J. A. GRUTTERINK, M. I., Den Haag, v. Bleiswijkstraat 139.	October	1906.
Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF, Delft, Kanaalweg 8.	October	1906.
Prof. M. CLÉMENT, Frankrijk.	October	1907.
Prof. Dr. J. H. BONNEMA, Groningen, Rijksuniversiteit.	November	1909.
Prof. Mr. D. VAN BLOM, Leiden, Hooigracht 25.	October	1914.
Prof. W. A. KNOL, M. I., Den Haag, Stadhoudersplein 9.	October	1914.
Prof. J. DE KONING KNIJFF, M. I., Den Haag, Willem de Zwijgerlaan 2.	Februari	1916.
Prof. R. W. VAN DER VEEN, M. I., Wassenaar, Park Groot Haesebroek, Konijnenlaan 10.	October	1916.
Prof. Dr. H. A. BROUWER, M. I., Rijswijk, Oranjelaan 87.	October	1918.

EERELEDEN VAN HET BESTUUR.

G. E. GERST.	1917.
W. F. C. ENGELBERT VAN BEVERVOORDE	1918.

JAARVERSLAG
VAN DEN SECRETARIS-ARCHIVARIS
OVER HET JAAR 1917—1918.

Dit, het 26^e levensjaar der Mijnbouwkundige Vereeniging, werd feestelijk ingezet met de viering van haar 25-jarig bestaan op 1 October 1917.

Onder groote belangstelling van de zijde der hoogleeraren van de afdeeling, waarvoor te dezer plaatse een woord van dank niet misplaatst is, had de herdenking van dit heugelijk feit plaats door het houden van een excursie naar de Haagsche Gasfabriek, na afloop waarvan een zeer geanimeerde lunch werd gehouden in het gebouw voor Mijnbouwkunde. Met genoegen kon bij deze gelegenheid tevens geconstateerd worden, dat de banden, die de oud-leden der M. V. met de Vereeniging verbonden, door den tijd niet slapper waren geworden, getuige de groote deelname van die zijde aan lunch en diner. Na de lunch recipieerde het Bestuur, waarop de samenkomst in het gebouw besloten werd met een lezing van den heer VAN DEN BROEK m. i., over tinwinning op Billiton. Het feest eindigde met een zeer geslaagd diner in de „Twee Steden” in Den Haag.

Begon zoo het jaar onder de meest opwekkende omstandigheden, spoedig gleed over het vereenigingsleven een schaduw door een principieel meeningsverschil tusschen den Secretaris en den Voorzitter, tengevolge waarvan de heer BOLDERDIJK aftrad als Secretaris-Archivaris.

Na tusschentijdsche verkiezing voor de opengevallen plaats, stelde het Bestuur zich samen als volgt:

W. F. C. ENGELBERT VAN BEVERVOORDE, Voorzitter.

A. VERSTEGE, Secretaris-Archivaris.

J. A. G. M. BIERMANN, Penningmeester.

K. F. DE LEEUW, Afgevaardigde naar de C. C.

J. F. FOCK, Bibliothecaris.

Overigens was het vereenigingsleven slap te noemen, getuige het feit, dat reeds op een eerste buitengewone vergadering, niet eens het benoodigde aantal stemgerechtigde leden aanwezig was ter benoeming van eenige Eereleden van Bestuur, waartoe op een volgende vergadering bij acclamatie werden verkozen de heeren: I. R. J. DE GREVE m. i., P. DE HAART m. i., G. J. GEURSEN m. i. en G. E. GERST.

Op de vergadering van 18 Oct. 1917 werd een voorstel ter reorganisatie der Portefeuille aangenomen, welke kwestie door de groote uitbreiding der Vereeniging urgent was geworden; op die van 6 November werd bij monde van den Voorzitter medegedeeld, dat door den hoogleeraar J. A. GRUTTERINK aan de M. V. de beschikking werd gegeven over Kamer 123 voor zoover deze niet door de Afdeeling der Mijnbouwkunde zou worden gebruikt, voor welke welwillendheid wij onzen oprecht gemeenden dank betuigen. Het Bestuur stelt zich voor van het aanbod een nuttig gebruik te maken ter behoorlijke onderbrenging van het archief, het vertrek gezellig in te richten en er één der eerste portefeuilles te deponeren ter inzage van alle leden.

Ten slotte werd in deze vergadering nog medegedeeld, dat het Bestuur zich voorstelde, naast de gebruikelijke lezingen, tevens causerie-avonden te houden door de leden der M. V. zelf, ook ter wille van de begrijpelijkheid voor de jongere leden. Door verschillende omstandigheden had dit in het afgelopen jaar nog geen resultaat opgeleverd.

In de vergadering van 13 November werden de reeds vermelde Eereleden van Bestuur verkozen.

Aan het eind van het zittingsjaar trof de M. V. nog een treurig verlies, door het plotseling overlijden van het lid E. B. VAN DER MARCK, tijdens een studiereis in Zweden. Zij, die hem gekend hebben, betreuren in hem een trouwen en levenslustigen makker.

In het cursusjaar werden onder belangstelling van de zijde van verschillende hoogleeraren een viertal lezingen gehouden nl.:

1 Oct. 1917: Een en ander over tinwinning op Billiton, door J. VAN DEN BROEK m. i.

13 Dec. 1917: Een en ander over Nieuw-Guinea, door den Lnt. t/z 2^e kl. CHAILLET.

20 Maart 1918: Voordracht over Zweden en Noorwegen, door Ir. M. C. KORT m. i.

18 April 1918: Causerie met lichtbeelden over bruinkoolontginning, door Ir. C. M. FRIJLINCK c. i.

De ontvangst van de zijde der M. V. moge genoemde heeren getuigenis zijn van de appreciatie van hun moeite voor onze Vereeniging gedaan.

Door Prof. G. H. VAN MOURIK BROEKMAN, werd voor de verschillende Studentenvereenigingen een serie voordrachten met lichtbeelden gegeven over: „Technische economische studies van waterkrachten”, waarvan de eerste lezing plaats had op 1 Maart 1918.

Ten gevolge van den nog steeds om ons heen woedenden wereldkrijg, kon ook dit jaar geen buitenlandsche excursie worden gehouden. Daarom valt het dan ook des te meer toe te juichen, dat van 9—16 Mei weer eens na verloop van vier jaren een geologische excursie werd georganiseerd onder leiding van de hoogleeraren Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF en Dr. H. A. BROUWER. Het veld van onderzoek betrof het Zuid-Limburgsche terrein, waaraan te voren eenige colleges werden gewijd. In verband met de moeilijkheden van vervoer en levensmiddelen-voorziening en de weinige keus van terrein en onderwerp, kan de moeite, die de betrokken hoogleeraren zich getroost hebben, niet genoeg op prijs gesteld worden.

Op 5, 6, 7 en 8 Augustus werden, onder leiding van Prof. J. DE KONING KNIJFF m. i. excursies gehouden voor de in Limburg practisch werkenden, ter bezichtiging van de bovengrondsche werken van eenige steenkoolmijnen, een bruinkolengroeve, en de voorschacht en bevroesinstallatie van de mijn „Maurits”.

Den betrokken hoogleeraar en zijn assistent, die den excursisten tevoren oriënteerde omtrent hetgeen zij te zien zouden krijgen, wordt hiermede onzen welgemeenden dank overgebracht.

Besluiten wij met de hoop, dat waar de vrede in het verschiet schijnt, spoedig meerdere excursies, ook naar het buitenland, mogen volgen. Wat betreft het ledental, dit bedroeg op 1 Oct. 1917 113. Door toetreden van 27 eerstejaars steeg dit aantal, niettegenstaande het afstudeeren van 14 leden, tot 126, zoodat de M. V. zich mag verheugen in een steeds toenemenden bloei.

Dat mijn opvolger hetzelfde zal mogen constateeren is mijn oprechte wensch.

De Secretaris-Archivaris

A. VERSTEGE.

JAARVERSLAG
VAN DEN PENNINGMEESTER
1917—1918.

Dank zij het goede economisch beheer gedurende het vorig vereenigingsjaar was de financieele toestand der Mijnbouwkundige Vereeniging in den aanvang niet slecht.

Door het verblijdende feit, dat dit jaar 22 nieuwe leden tot de Vereeniging toetraden en het door de vergadering genomen besluit, om de leden die in militairen dienst verkeerden als buitengewoon lid te beschouwen, werden de donkere wolken, die zich tengevolge van de benarde tijdsomstandigheden waarin wij verkeerden, boven de kas der Vereeniging dreigden samen te pakken, aanvankelijk verdreven. Spoedig echter braken zware dagen aan voor de Vereeniging, daar de moeilijkheden bij de inning der contributies van de buitengewone leden door het gestremde overzeesche postverkeer wederom aanmerkelijk bleken gerezen te zijn.

Terwijl het vorige jaar reeds een groote achterstallige schuld te vorderen was, trof het der Vereeniging dubbel zwaar, dat dit jaar slechts $\frac{1}{3}$ deel van de te vorderen contributies der buitengewone leden geïnd kon worden. Het Bestuur heeft daarom besloten om aan elk der buitengewone leden persoonlijk een schrijven te richten, om indien zij onder de huidige omstandigheden niet geneigd mochten zijn de contributie over te zenden, deze dan bij een der groote Nederlandsch-Indische banken voor ons te willen deponeren. Op deze wijze zouden wij tenminste weten, over welke reserves de kas onzer Vereeniging te beschikken heeft.

Ondanks de extra onkosten aan de firma J. WALTMAN Jr. voor de nieuwe portefeuilles, die dit jaar voor onze Vereeniging gemaakt zijn en de vrij groote achterstallige schuld van het vorige

jaar, is het ons gelukt de geheele schuld tot en met 1918, aan deze firma af te doen, zoodat wij zonder schroom konden besluiten om voor het volgend vereenigingsjaar dubbele jaargangen der in omloop zijnde tijdschriften te bestellen.

Met genoegen meen ik te mogen constateeren, dat wij met alle posten beneden de begrooting gebleven zijn, behalve die voor lezingen. Aangezien het plan bestaat het komend vereenigingsjaar vele lezingen te houden, meenden wij dan ook deze post aanmerkelijk te moeten verhoogen.

Den leden wordt hierbij dank gebracht voor de vrijwillige bijdragen, die door hen gegeven zijn voor het feest van het 25-jarig bestaan, dat onze Vereeniging het vorig jaar gevierd heeft. Jammer is, dat een deel der kosten nog gekomen is ten laste van de vereenigingskas.

Ondanks al deze moeilijkheden, mag het een verblijdend feit heeten, dat de moreele en financieele kracht onzer Vereeniging groot genoeg gebleven zijn, om aan hare meest intense levensuiting te kunnen voldoen en ook dit jaar wederom een jaarboek is verschenen trots de zware lasten, die ons daardoor zijn opgelegd.

De belangstelling en hulp, ondervonden van de zijde onzer Hoogleraren zij ons reden tot groote dankbaarheid.

Mede daardoor, als ook door het groot aantal leden, dat onlangs tot onze Vereeniging toetrad, is onze verwachting gerechtvaardigd, dat de financieele moeilijkheden voor onze Vereeniging voor goed uit den weg geruimd zijn.

J. A. G. M. BIERMANN.

Delft, 1 October 1918.

Overzicht van inkomsten en uitgaven
Boekjaar 1917—1918

Rekeningen.	Inkomsten.	Uitgaven.
Kassaldo 1 Oct. 1917	<i>f</i> 48.33 ⁵	
Contributie gewone leden	„ 749.—	<i>f</i> 41.40
„ buitengewone leden	„ 209.69	„ —.—
Boeten	„ 11.—	„ —.—
Lezingen	„ 30.—	„ 85.42 ⁵
Portefeuille en Bibliotheek	„ —.—	„ 412.10
Drukwerk	„ 7.80	„ 57.27
Geol. Mijnbouwk. Genootsch.	„ 72.—	„ 77.—
Onkosten	„ —.—	„ 142.52 ⁵
Publicatiefonds	„ —.—	„ 125.47 ⁵
Onvoorzien	„ —.—	„ 97.59
	<i>f</i> 1224.04 ⁵	<i>f</i> 1224.04 ⁵

Publicatie-fonds.

Boekjaar 1917—1918.

INKOMSTEN.		UITGAVEN.	
Saldo 1 Oct. 1917 . .	f 120.75	Decl. Red. Commissie	f 45.—
Storting uit de kas der Ver.	„ 125.47 ⁵	„ bedienden . . .	„ 6.70
Volgens begrooting nog te storten	„ 374.52 ⁵	„ Bierhoff . . .	„ 50.40
Voor banden Jaarboek	„ 67.—	Porti en inningsrecht.	„ 7.37 ⁵
„ Jaarboeken . .	„ 26.25	Restitutie Fa. Stokvis	„ 5.—
„ adv. in Jaarboek	„ 525.—	Sijthoff's Uitg. Mij. .	„ 750.—
		Nog te betalen Sijthoff ¹⁾	„ 261.58
	f 1239.—	Batig saldo	„ 132.94 ⁵
			f 1239.—

¹⁾ Begin November betaald. (Red.).

Balans op den 1sten October 1918.

Activa.

Passiva.

Kassaldo 1 Oct. 1917	f 48.33 ⁵	Lezingen	f 55.42 ⁵
Contributie gew. leden	„ 713.60	Portefeuille en Bibl. .	„ 412.10
„ buitengew. leden.	„ 209.69	Drukwerk	„ 49.47
Boeten	„ 11.—	Geol. Mijnb. Gen. . .	„ 5.—
Nog te innen contrib. buitengewone leden.	„ 390.11	Onkosten	„ 46.30 ⁵
		Publicatiefonds . . .	„ 125.47 ⁵
		Volgens begr. nog te storten in het Public. fonds	„ 374.52 ⁵
		Onvoorzien	„ 97.59
		Batig saldo	„ 204.04 ⁵
	f 1372.93 ⁵		f 1372.93 ⁵

De Penningmeester,
J. A. G. M. BIERMANN.

Begrooting op 1 October 1918.

INKOMSTEN.		UITGAVEN.	
Kassaldo	f 185.26	Lezingen	f 125.—
Contrib. gewone leden (± 130)	„ 780.—	Jaarboek	„ 500.—
Contrib. buitengewone leden (± 80)	„ 400.—	Portefeuille en Bibl. .	„ 400.—
Achterstallige contrib.	„ 271.31	Drukwerk	„ 60.—
		Geol. Mijnb. Genootsch.	„ 8.—
		Onkosten	„ 75.—
		Nog te storten in Publ. fonds	„ 374.52 ⁵
		Afronding en Onvoorz.	„ 95.04 ⁵
	<u>f 1637.57</u>		<u>f 1637.57</u>

Goedgekeurd,
 Het Bestuur:
 W. F. C. ENGELBERT VAN BEVERVOORDE,
 Voorzitter.

De Penningmeester,
 J. A. G. M. BIERMANN.

VERSLAG DER VERIFICATIE-COMMISSIE.

Ondergeteekenden, leden der Verificatie-Commissie voor het jaar 1917—1918, verklaren hierbij, dat zij kas en boeken over het jaar 1917—1918 hebben nagezien en in orde bevonden.

Zij brengen den Penningmeester namens de Mijnbouwkundige Vereeniging dank voor zijn zorgvuldig beheer.

Delft, 5 October 1918.

De Verificatie-Commissie,

(w.g.) C. P. A. ZEYLMANS VAN EMMICHOVEN.

E. M. BUNGE.

JAARVERSLAG
VAN DEN BIBLIOTHECARIS.
1916—1917.

In de bibliotheek is evenals het vorig jaar slechts weinig verandering gekomen. Van het eereid van het Bestuur I. R. J. DE GREVE, ontvingen wij den jaargang 1913—1914 van het Technisch Studenten Tijdschrift. Dit en nog verscheidene andere jaargangen konden door den slechten financiële toestand niet ingebonden worden. De andere verhandelingen en brochures waarmede de bibliotheek vergroot is, zijn:

Jaarboek voor 1918 van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën.

Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën. Geologische Serie, deel II en IV, Mijnbouwkundige Serie, deel I.

Ir. E. C. ABENDANON: Ontdekking van belangrijke delfstofafzettingen in Nederlandsch-Indië (Midden-Celebes) op grond van een geologischen verkenningstocht.

Serie: Waterkrachten. No. 1. Studiebronnen voor waterkrachten.

Ir. J. VERSLUYS en Drs. J. F. STEENHUIS: Hydrologische bibliografie van Nederland, met eerste vervolg.

Jaarverslag van de Staatsmijnen in Limburg over 1916.

VAN DER LIJN en BERNINK: Geologie van Nederland.

Jaarboek van de Technische Hoogeschool 1916—1917.

Jaarboek van de Technische Hoogeschool 1917—1918.

13e Jaarverslag der Vereeniging: Bureau voor Handelsinlichtingen.

In de portefeuille is wel eenige verandering gekomen. Van Prof. VERMAES kregen wij, evenals vorige jaren steeds „De Indische Mercur”, „Metall und Erz” en de „Ingenieur” toegestuurd, waarvoor ik Z.H.G. namens de M. V. hierbij hartelijk dank zeg.

Door mijn voorganger was het initiatief genomen voor verande-

ring in de portefeuille. Vijftig groote nieuwe portefeuilles waren reeds besteld, toen ik het ambt van bibliothecaris op mij nam. Hoewel nog niet voldoende om alle oude portefeuilles te doen verdwijnen, kregen nu toch de oudere leden één van de groote nieuwe. Doordat zij op naam gezet werden, konden wij in geval van beschadiging direct den dader boete opleggen. Gelukkig hebben de leden goed zorg voor hun portefeuille gedragen.

Na eenigen tijd moest er verandering in de regeling komen, daar vele leden in Rotterdam, den Haag of Rijswijk woonachtig, hun portefeuille op het gebouw lieten bezorgen, maar zij lieten deze dan steeds bij den concierge staan. Niemand keek ze in en zij gaven dan ook aan iederen vreemdeling, die bij den concierge binnentrad een niet al te besten indruk van de belangstelling der leden voor hun vaktijdschriften. Er werd toen geprobeerd in de verschillende steden een boekwinkel te vinden, die voor de rondbrenging wilde zorgen; maar noch in Rotterdam, noch in den Haag konden wij ingaan op de voorstellen door de boekhandelaren gedaan, daar de kosten zeer hoog waren. Voor hen, die dan toch hun portefeuille thuis bezorgd wenschten te hebben, werd deze toen met den bode meegegeven. Hiervan werd slechts weinig gebruik gemaakt, daar ook dat vrij duur was. Vele leden zagen zodoende van hun recht op de portefeuille af, waardoor de jongeren een goed eind in de rij naar boven kwamen en dus veel nieuwere tijdschriften ontvingen.

Reeds door het vorige bestuur waren van verschillende tijdschriften dubbele jaargangen besteld. Nu zijn van allen, behalve van „Metall und Erz” (reeds besteld) „De Indische Mercur” en „Bulletin de la Société de l’Industrie Minérale” de dubbele jaargangen aanwezig. Van deze laatsten werd geen tweede jaargang besteld daar zij slechts hoogst zelden aankomen. Volgens de nieuwe regeling komen er nu twee groepen, ieder bevattende 45 portefeuilles. De eerstejaars krijgen nu tijdschriften, die zeer veel minder oud zijn dan in vroegere jaren het geval was.

Ik hoop, dat het komende jaar de verschillende tijdschriften steeds geregeld zullen binnenkomen, waardoor dan de portefeuille altijd op volle sterkte zal kunnen rondgaan. J. F. Fock.

IN MEMORIAM.

Ernst Bruno van der Marck.

† KIRUNA, 12 AUGUSTUS 1918.

Na een halfjaar inspannend werken was het hem gelukt, ondanks zijn dienstplicht, het Ingenieursdiploma te verkrijgen.

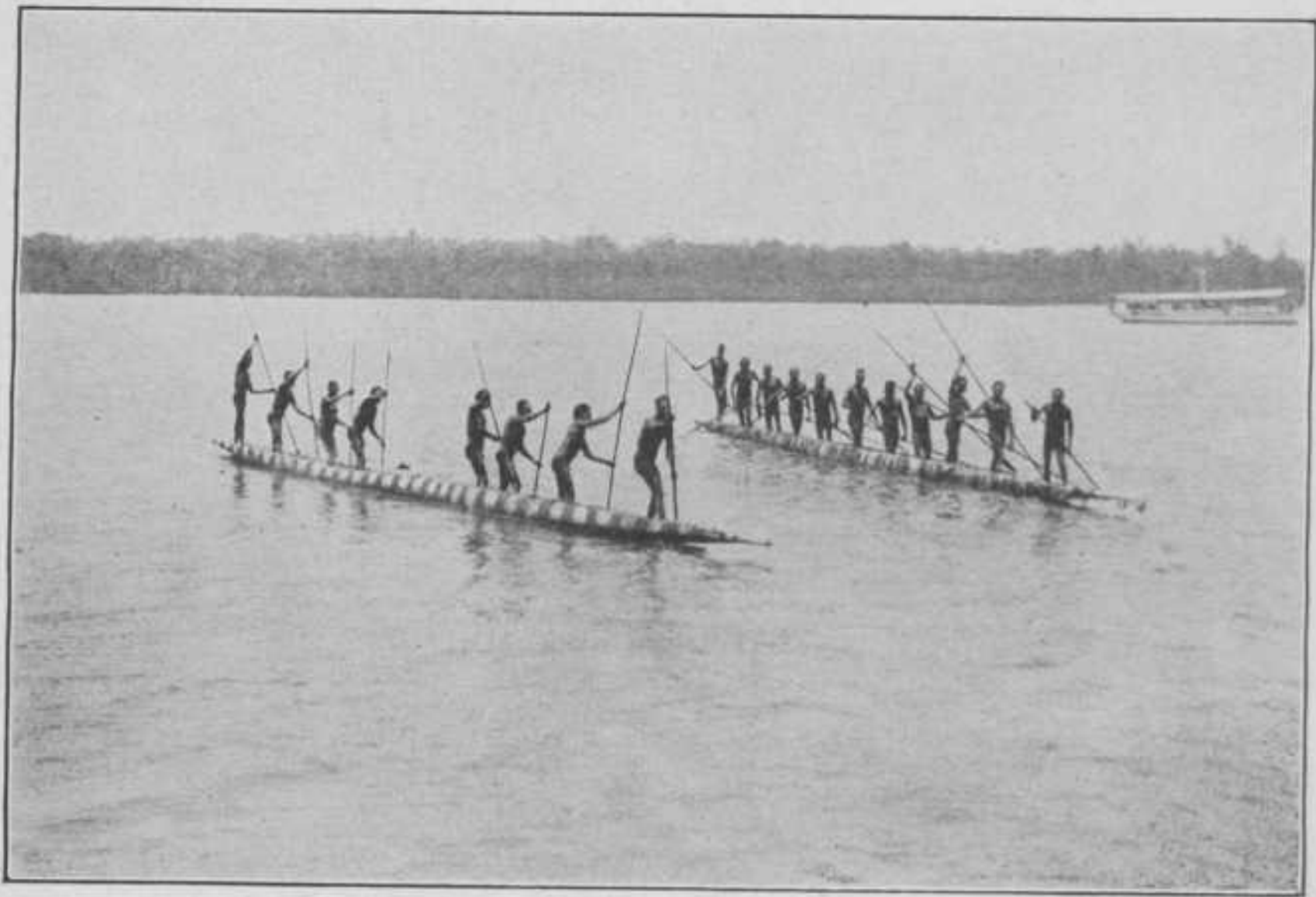
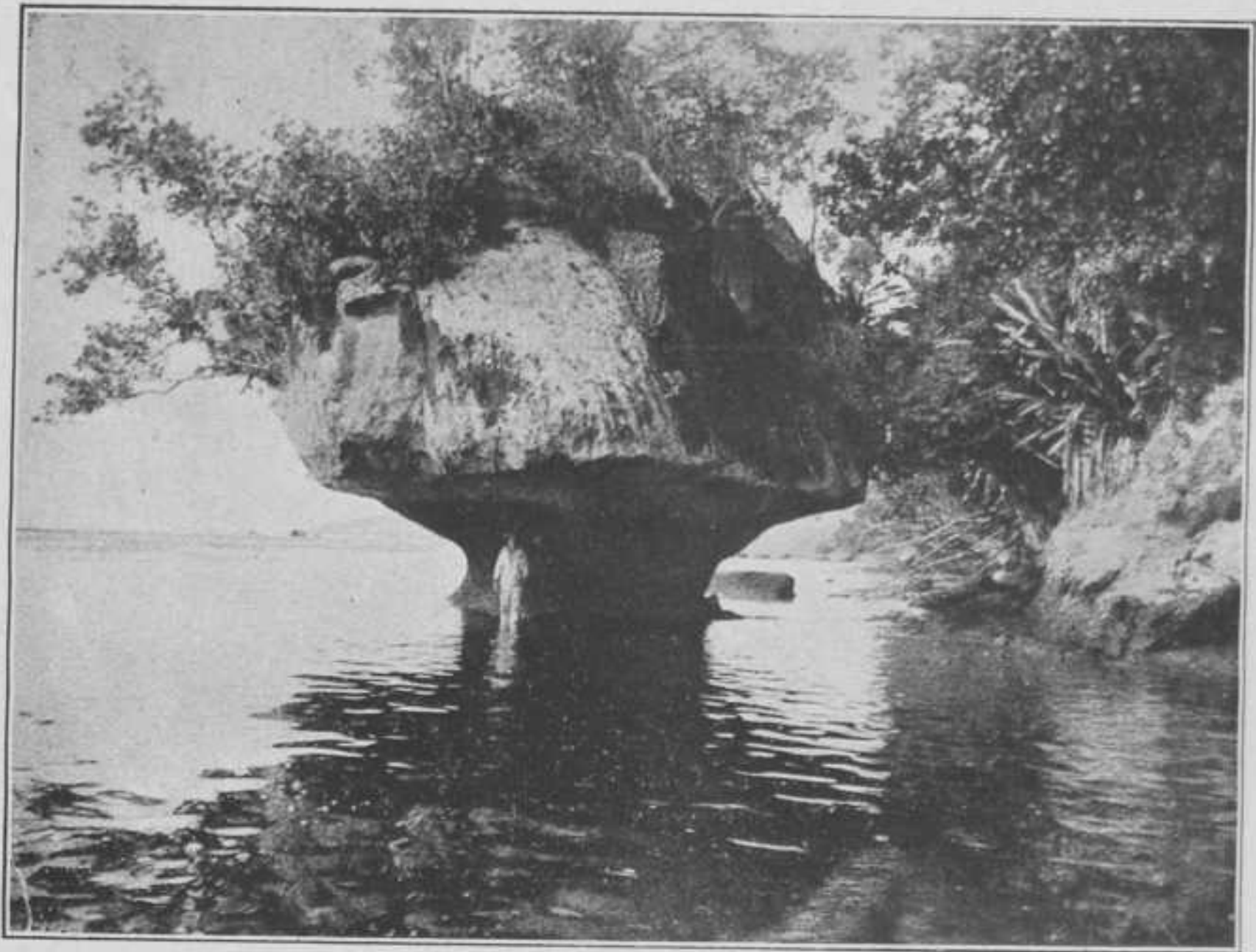
Vol idealen begaf hij zich op studiereis naar Scandinavië, waar hij helaas slachtoffer werd van de gevreesde ziekte van dezen oorlogstijd.

In een vreemd land, ver van allen die hem lief waren, stierf hij, slechts een maand na zijn vertrek uit het vaderland, waar het treurige bericht alom met ontzetting werd vernomen.

Om zijn openhartigheid en opgewektheid werd hij door allen, die hem kenden, gaarne gezien.

Zijn prettige omgang zal bij zijn vele vrienden nog lang in herinnering blijven.





OP EXPLORATIE IN NIEUW-GUINEA

DOOR

Luitenant ter zee J. L. Chaillet.

Lezing gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft.

Spreker gaf eerst een inleiding over het doel van exploratie in het algemeen en schetste daarna meer in het bijzonder de oogmerken welke de Indische Regeering had gekoesterd toen zij naast een aantal particuliere ontdekkingsstochten en expedities op zuiver wetenschappelijken grondslag, eene stelselmatige militaire exploratie van dit nog vrijwel onbekende land ter hand nam. Deze oogmerken waren scherp omlijnd. Immers men wenschte een overzicht en een inzicht te verkrijgen van land en volk langs vredelievenden weg in den breedsten zin genomen. Zulks omvat een vluchtige doch aaneengeschakelde karteering van geheel Nederlandsch Nieuw-Guinea, waarbij in het bijzonder de groote toegangswegen, de terreingesteldheid, de gezindheid der bevolking en de eventueele bronnen voor oeconomische ontwikkeling op den voorgrond stonden, terwijl als neven-doeleinden een kennismaking met land- en volkenkunde, mogelijkheid voor bestuursuitbreiding, klimaat en andere weliswaar belangrijke punten, welke echter in de tweede plaats de aandacht vroegen. Hoofdzaak was het zoo spoedig mogelijk verkrijgen van een overzichtskaart schaal 1:1.000.000.

De groote vraag was echter, hoe die te vervaardigen?

Spreker gaf een korte uiteenzetting van de verschillende methodes waarnaar gewerkt is geworden op Nieuw-Guinea, eerstens als gevolg van terrein-moeilijkheden en ten tweede onder invloed der weersgesteldheid en ten derde afhankelijk van de meerdere of mindere

bekwaamheid op kartografisch gebied der verschillende explorateurs, die elkander in deze ruim zeven-jarigen arbeid opvolgden. De ervaring speelde bij de behaalde resultaten dikwerf een even groote rol als de plaatselijke omstandigheden waaronder gewerkt moest worden. Veel werk moest dubbel geschieden wegens onvoltooidheid van het voorafgaande, doch zonder dat de tijd er aan besteed van minder nut behoefde geacht te worden. Het was dan een voortbouwen op het werk van voorgangers, die of door het sloopend klimaat tot heengaan gedwongen werden of helaas gebleven waren bij hun onverpoosden pioniersarbeid. Stil gezeten is er nimmer; het eene tijdperk stond wel eens onder een minder gelukkig gesternte, zooals epidemische ziekten, vooral onder de Europeesche deelnemers, waardoor het werk vertraging ondervond.

Hierna volgde een uiteenzetting over de verkregen kaart en den graad van nauwkeurigheid, welke met de astronomische waarnemingen door den spreker in zijne bijna tweejarige ervaring op Nieuw-Guinea was bereikt. De moeilijkheid van het karteeringswerk was het kiezen van de geschikte punten voor het doen van metingen op het gebergte, waarbij het onderling verband met vroegere metingen gewaarborgd bleef. Hooge boomstellingen waren daarvoor dikwijls noodig, ook wel leverde een bergkom met gunstige strekking een goede plaats voor directe theodoliet-metingen, waardoor behalve snijdingslijnen voor bergtoppen tevens hoogtemetingen konden geschieden. Het herkennen van bergruggen en toppen was slechts mogelijk door vóór elke meting een zoo getrouw mogelijk panorama te schetsen, waarvan de spreker een overdruk in de vergadering toonde. Transportmoeilijkheden voor tijdmeters, kleine hulpmiddelen voor theodoliet- en nachtelijke observaties alles getoetst aan den te vereischen graad van nauwkeurigheid — niet te ruw, niet onnoodig precies — spreker somde in korten tijd een schat van ervaring op hoe te handelen onder de afwisselende omstandigheden van exploratie te land en te water in een streek, waar hulp, steun of vertrouwelijkheid van de inheemsche bevolking tot de uitzonderingen behooren, waar de bodem onvoldoende, ja zelfs nagenoeg geen voedsel biedt voor eene colonne van veertig tot honderd man, waar eene voortdurende bedachtzaamheid op wel

en wee van prauwen-flotille of troep slechts geschraagd kan worden door zorgvuldige voorbereiding tot in het minutieuse. Van deze voorbereidingen werd een denkbeeld gegeven door de sterkte van de colonne te berekenen aan de hand van het aantal dagen, dat de marsch moest duren, waarbij zorgvuldige becijfering der rantsoenen van het aantal dragers, wijze van bepakking was overwogen, uitgaande van de omstandigheid dat het land zelve geen noemenswaard voedsel voortbrengt om er op marsch gaande op te kunnen rekenen.

Hierop werd eene fraaie collectie lichtbeelden vertoond, van land en volk, van het bivak-leven der deelnemers, waarbij de spreker talrijke bijzonderheden verhaalde uit een overvloed van belangwekkende episoden uit zijn pionierstijd, nu eens vertellende van ontmoetingen met vriendschappelijk-gezinde Papoea's, dan weer van kleine vijandelijkheden, welke helaas somtijds onvermijdelijk waren, indien de directe veiligheid van den troep het gebod. Nu eens een beeld van de modderige breede rivieren, dan weer een typeerend brokstuk van vermoeiende bergtochten met loonend uitzicht op talrijke sneeuwtoppen, een verscheidenheid op ethnografisch of ethnologisch gebied, waarmee de deelnemers kennis maakten.

Op mijnbouwkundig terrein voelde spreker zich volkomen leek, wilde zich ook niet wagen aan veronderstellingen door anderen, beter geologisch onderlegden, geuit, doch wel vermeldde hij de vondst van steenkool en bruinkool. De werkwijze en de opzet der exploratie liet geen tijd en ruimte voor een stelselmatig geologisch onderzoek. Wel waren eenige geologen bij de militaire exploratie werkzaam geweest, doch hun arbeidsveld bleef uit den aard der zaak beperkt, en onderhevig aan den voortgang welke de exploratie in algemeenen zin moest maken. Voorloopig zal het particuliere initiatief den weg gebaad vinden voor wetenschappelijk detail-werk. De Regeering stelde wel prijs op het verzamelen van gegevens op allerhand gebied en liet deze ook door verschillende deskundigen verwerken. Dit neemt echter niet weg, dat de verzamelaars zelve dikwijls belangrijke „specimen" konden aandragen, op geologisch, botanisch en zoölogisch gebied, ook al beschikt men niet over deskundigen. Immers het geheel is pionierswerk geweest

en moest dit ook blijven. Aardrijkskundig is het resultaat bereikt, dat Nederland thans aan de spits staat van de landen, die een deel van het grootste eiland ter wereld in bezit hebben, immers thans weet men hoe Nieuw-Guinea bereisd moet worden, men heeft een goede overzichtskaart en kent voldoende van land en volk om in de toekomst een richtsnoer te hebben voor meer intensief bestuur en deugdelijke exploitatie, die, zij het misschien eerst over vijftig jaren, toch volgen kan op de exploratie.

Voordracht over
ZWEDEN en NOORWEGEN

DOOR

Ir. M. C. KORT M. I.

Geachte Toehoorders!

U zult misschien verwachten een voordracht te moeten aanhooren over louter geologische en mijnbouwtechnische zaken. Aangezien mij vaak gebleken is, dat omtrent de beide Scandinavische landen een foute voorstelling, zoowel wat cultuur, geografische ligging, politieke verhouding ten opzichte van de groote machten etc. bestaat, wil ik alvorens met de, met ons vak in nauwer verband staande beschouwingen te beginnen, een korte inleiding geven. Ten opzichte van Zweden ben ik daarin verder gegaan dan wat Noorwegen betreft, omdat het eerstgenoemde op mijnbouw-economisch gebied een grootere rol speelt, en omdat dit ook ten opzichte der groote machten een meer zelfstandige positie inneemt dan Noorwegen.

Dit westelijke deel nu van het Scandinavische schiereiland beslaat een oppervlakte van 322,986 K.M.². — 13,000 K.M.². of 4 % van dit oppervlak wordt door water ingenomen. Vele fjorden immers dringen mijlen ver het land in. Deze fjorden hebben alleen waarde als verkeerswegen, minder belangrijk zijn ze voor de visscherij. Niet minder dan 229,558 K.M.² of 71 % van het totaal oppervlak is onvruchtbaar. Terwijl in Zweden vaak in het onvruchtbare gedeelte groote ertsvoorraden liggen opgeborgen, is dit niet het geval in Noorwegen. Dit geeft op zichzelf reeds een duidelijke tegenstelling tusschen beide landen. Van groot belang voor de welvaart zijn de 69,114 K.M.² of

21.25 % van het totaal oppervlak, die met wouden bedekt zijn, vnl. is dit naaldhout, dat door het ontbreken van takken een groote vastheid heeft; in het algemeen wordt dit hout echter niet als timmerhout gebruikt maar wordt verwerkt in de vele cellulosefabrieken, die de bekende Union maatschappij, meestal in het zuiden van Noorwegen, exploiteert. 11,119 K.M.² of 3.75 % van het totaal oppervlak is vruchtbaar land. Moge dit oogenschijnlijk zeer weinig zijn, men bedenke dat dit een bezit van 4,646 M.² vruchtbaren grond per hoofd van bevolking beteekent. Ieder Nederlander zou bij een gelijke verdeling van den beschikbaren vruchtbaren grond slechts 4,000 M.² krijgen. Het aantal inwoners bedraagt 2,392,698, hiervan behoort 71 % tot de landbevolking en 690,792 of 29 % bewonen de steden. Wanneer we dit even met Nederland vergelijken, dan zien we dat alleen Amsterdam, Rotterdam, den Haag en Utrecht samen het dubbele cijfer halen. De bevolkingsdichtheid van Noorwegen is het kleinst van de Europeesche staten nl. 5.5. Wel zeer sterk voelen we dit wanneer we zien dat de bevolkingsdichtheid van België 257 en van Spanje zelfs nog ca. 40 bedraagt. Het dichtst bevolkt is Noorwegen in de omgeving van Larvik, waar de bevolkingsdichtheid 45, het minst bevolkt in Finmarken, waar die 0.73 is. De kustlijn heeft een lengte van 2800 K.M., de grens met Zweden, Rusland en Finland 2400 K.M. en alleen die met Zweden 1400 K.M. Het noordelijkste punt, Knivskjelodden bij Noordkaap ligt op 71° 11' N.B. Het kleine Kragö, ten Z. van Lindesness ligt op 57° 57' 27" N.B., zoodat de totale lengte van het land 13° 13' 33" bedraagt. Het westelijkste punt ligt aan de monding van Sogne fjord nl. Steinsö op 6° 13' 34" W.L. van Kristiania, het oostelijkste punt Stornö ligt op 20° 26' 34" O. L. van Kr. Noorwegen's en tevens Scandinavie's hoogste top is Glittertind, het toppunt van Jotunheimen n.l. 2500 M. De langste rivier is de Glommen en deze is 600 K.M. lang; voor de scheepvaart is deze ongeschikt, wel dient hij voor houtafvoer. Ter vergelijking moge genoemd worden, dat de Rijn 1320, de Wolga 3690, de Nijl 6400 en de Mississippi 6700 K.M. lang zijn. Zeer rijk is dit bergland aan waterkracht, het totaal vermogen van deze energiebron wordt berekend op 7.5 millioen P.K. d.w.z. per hoofd van bevolking 3,135 P.K. Indien men bedenkt

dat slechts Zweden iets meer dan 1, Zwitserland nog niet 0.5 en de overige landen van Europa nauwelijks 0.2 P.K. per hoofd van bevolking bezitten, dan verschijnt het cijfer voor Noorwegen in volle beteekenis in deze rij. Men bedenke echter dat verhoudingsgewijze de benutting van deze witte kolen ten opzichte van de andere Europeesche landen nog verre ten achter is. Hoewel Noorwegen een absoluut gemis aan kolen heeft, is van het 3,113 K.M. lange spoorwegnet nauwelijks meer dan eenige procenten geëlectrificeerd.

Uit het hier nu volgende moge blijken, dat Zweden een heel andere plaats onder de Scandinavische landen inneemt. In het kort wil ik hier de ontwikkelingsgeschiedenis van dit land voor U behandelen.

Officieel nam men in de middeleeuwen een dualistische oorsprong aan, de Landwet van 1442 zegt dat het rijk Zweden sinds heidenschen tijd uit de landen Svea en Göta bestond, en men wilde de naam van het rijk Sverige daaruit afleiden (Sverige = Zwerike d.w.z. duo regna). Het heet dan dat eerst Svea, vervolgens Göta ontstaan is, tenslotte de vereeniging der beide tot het latere Sverige. Van dit vereenigingsproces is alleen bekend, dat in het jaar 830 Ausgarius bericht geeft een vereenigd rijk met een koning en een regeeringsmiddelpunt in het Mälardal gevonden te hebben, en Alfred de Grootte bericht, dat de Svear heerschen over de götische stam. Het zoo ontstane Zweden was echter nog een los samenhangend geheel, van een staat in den modernen zin was nog geen sprake, meer echter van een statenbond. Tegen het einde der 13de eeuw ontwikkelt zich onder een sterkere koningsmacht (Magnus Ladulas) een raad van geestelijke en wereldlijke magnaten, waardoor het rijk meer samengehouden wordt. In 1319 treedt een volksvertegenwoordiging op uit de verschillende landen, teneinde een gemeenschappelijken koning te kiezen. Eerst in 1350 is de tijd rijp voor een algemeene landswet (M. E. L. L. = Magnus Erikssons Lands Lag). Hiermede is het proces der staatswording als voltrokken te beschouwen; de landswet trad in de plaats van de verschillende wetten der gewesten. Men had toen een geestelijke stand, die vrij van belasting was en eigen rechtspraak had, een adelstand, die vrij van belasting was en een koopmansstand op de grondslagen der stedelijke privilegiën. Hoewel deze standen reeds

onder Magnus Ladulas ontstaan waren, treden ze eerst in 1435 bij het samenroepen der standenrijksdag in Arboga naar voren. Dit geschiedt dan in een periode van kosmopolitisme, toen de individualiteit van Zweden naar alle zijden dreigde te worden opgelost, wat cultuur betreft door het alles beheerschende Rome, oeconomisch door Duitschland (Hansa) en politiek door Denemarken (Kalmarunie sinds 1397). Tegen dit laatste treedt deze eerste rijksdag als een nationale reactie op. Zoo ontstond Zweden onder den druk van buiten even plotseling en spontaan, en ter zelfder tijd als Frankrijk onder Jeanne d'Arc. Er verging nog een eeuw van wrijvingen van buiten af tot Gustav Vasa, de bevrijder en rijksbouwmeester, verschijnt om het werk te voleinden nl. het nationale vraagstuk ten opzichte van Denemarken in 1523, het oeconomische ten opzichte van de Hansa in 1536 en het cultuurvraagstuk ten opzichte van Rome door de Reformatie van 1527. Met Gustav Vasa eindigt dus de ontstaansgeschiedenis van Zweden en hij legde de fundamenten, waarop het tegenwoordige rijk gebouwd werd.

Het oudste Zweedsche rijk was latitudinair geordend om Vennern, Vettern, Mälar en Ålandsmeer. De verbinding met Finland is meer oorspronkelijk dan met Norrland en Skåne, daar de hoofdwegen te water lagen. Tegen het einde der 9de eeuw komt een expansieve ontwikkeling, die in de 11de eeuw met de Svolder overwinning op Noorwegen haar hoogtepunt bereikt, daardoor wordt het tegenwoordige Zweden met Finland, groote deelen van de Oostzeeprovincies en Denemarken tot een rijk vereenigd. Gedurende korten tijd strekten zich de grenzen tot de Atlantische Oceaan over het Trondhjem en Romsdalgebied uit. Dit was het werk van de Vikingers Erik Emundsson en Erik Segersall. Daarna kwam de achteruitgang, de naburige staten heroverden groote stukken land, waarbij nieuwe stukken van Zweden (Blekinge, Jämtland). Onder de Folkunga dynastie, tegen het einde der 13de eeuw komt weer een kleine ontwikkelingsperiode. In 1282 worden Skåne en Blekinge weer geannexeerd, doch in ca. 1360 gaan die weer verloren en nu tegelijk met Gotland. Het Zweden van Gustav Vasa omvat het tegenwoordige Zweden met Finland verminderd met Jämtland-Härjedalen en

Bohuslän-Halland, Skåne en Blekinge. Ook Gotland ontbrak nog. Het rijk had een hoefijzervorm en reikte met twee punten aan de Botnische Golf. Door de inwendige concentratie ontstond een krachtsontwikkeling naar buiten. In 1561 wordt Reval veroverd; in de 17de eeuw wordt een sterke druk op Tys en Varangerfjord uitgeoefend.

Denemarken-Noorwegen was nog te sterk, zoodat in 1613 in Knared de aanspraken daarop weer moesten worden opgegeven. Daarna zette men meer koers naar 't oosten en zuiden, zoodanig dat in 1658 bij de vrede van Roskilde de tweede Zweedsche grootstaat gevormd wordt. Deze bevatte het kustgebied in het zuiden, Halland, Bohuslän, Skåne, Blekinge tot het gebergte in het westen, Jämtland-Härjedal; daarbij kwam de overheersching over Gotland, Ösel, Bornholm, vervolgens Ingermanland, Livland, deels Pommeren en Wismar. Hieruit blijkt duidelijk, dat het een streven was naar het bezit van de Oostzee, dus om een circummarien rijkstype te verwerven. Daarna streefde men naar een Noordzee overheersching. Dit beteekent dus, dat in deze veroveringspolitiek de Scandinavische gedachte achter de Baltische te voorschijn komt. Ook deze keer werd dit een mislukking en in 1660 viel Bornholm weer aan Denemarken. Toenmaals echter omvatte Zweden nog 900,000 K.M.², dus zooveel als nu geheel Scandinavië. Gedurende 1719-1721 verliest Zweden weer de Baltische bezittingen ten Z. en O. van den Finschen zeeboezem en ook de Duitsche bezittingen grootendeels. In 't begin der 19de eeuw komt de groote débacle, het vroeger besproken hoefijzer wordt voor de eerste maal verbroken, Finland en een stuk van Zweden tot Torneå Elf gaan in 1809 verloren. Nu komt een volkenrechtelijke unie met Noorwegen tot stand in 1814; deze dient dan als schadeloosstelling voor de oeroude verbinding met Finland. Steeds zoekt men dus in een Scandinavische politiek troost voor het mislukken van een Baltische. Het Scandinavisme wilde in het midden der 19de eeuw ook een vereeniging met Denemarken. Deze zeepbellen sprongen uiteen in 1860, gedurende den oorlog tusschen Duitschland en Denemarken. Den 26sten October 1905 werd bij de conventie van Karlstad de unie met Noorwegen opgeheven. Men neemt dus waar een op en nedergaan van de Zweedsche macht, en ziet daardoor heen

schemeren twee idealen, nl. een Scandinavische eenheidsstaat en een Baltische ringstaat. Het eerste ideaal is meer etnopolitiek, het tweede meer geopolitiek getint. Gedurende de hoogtepunten in de geschiedenis streefde Zweden naar deze beide idealen. Ten laatste strandden beide en uit deze gestrande idealen heeft zich het tegenwoordige Zweden als een Scandinavische deelstaat, zonder Baltische aanhang afgezet.

Als gedeelte van het Scandinavische schiereiland behoort Zweden tot de rijk verdeelde peripherie van Europa en vormt naast Noorwegen en Finland de afsluiting daarvan naar het noorden. De tweezijdige politieke ligging tusschen een kleine en een groote buurman, doet het rijk gelijken op Spanje. Spanje echter heeft zijn samenhang van het land met het centrum, Zweden over Finland naar het oosten van Europa. 't Eene dus naar cultuurrijkere, 't andere naar cultuurarmere deelen. Aanvankelijk, toen de oostgrens eigenlijk als eenige grens optrad en dus het rijk naar het oosten toe gericht was, kwam het minder in aanraking met de algemeene Europeesche ontwikkeling. Aan den anderen kant was het van zelf sprekend door zijn dubbele landsgrens aan de burenen op hetzelfde schiereiland verbonden. Het was dus natuurlijk, dat de politieke horizon van Zweden langen tijd binnen de Baltische en de zuiver Scandinavische wereld besloten was, als we van de betrekkingen met de Roomsche hiërarchie afzien. Eerst langs een omweg door het oosten kwam het door Gustav Adolf met het West-Europeesche statensysteem in aanraking. Daarna had de Oostzee in den politieken toestand van Zweden een tegenwicht in de Noordzee. Men kan ook de centrale ligging van het rijk doen uitkomen door de meridianen na te gaan. De uiterste longituden snijden Lübeck-Riga, Nürenberg-Lemberg, Tunis-Kreta, dus over Duitschland, Polen, Oostenrijk, Italië en Griekenland. Het rijk ligt op de grens van Oost-Europa, doch geheel in West-Europa. Ofschoon dit de oostelijke oriëntering geheel uitsluit, dient toch in aanmerking te worden genomen, dat de verbinding te land naar het oosten gaat en de Oostzeebegrenzing sterk naar voren treedt. De algemeene politieke oriëntering wordt echter niet alleen door de plaats op de kaart, die een natuurlijke en constante factor is, maar ook door de machts-

balans met de bureu, die politiek en veranderlijk is, bepaald. De voortdurende vereeniging van Denemarken-Noorwegen tot een Kattegat-rijk beteekende op zich zelf reeds een element, dat de oriëntteering van Zweden naar het oosten toe tegenwerkte. Daardoor werd Zweden in een tweezijdige grensverhouding getrokken en de druk kwam hier sterk uit het westen, totdat de overwinning van de westkust in de stelling van westelijken nabuur een breede bres sloeg.

De val van de grootmacht in het begin der 18de eeuw beteekent tegelijkertijd een verschuiving van den sterkeren politieken druk van het westen naar het oosten, de aanwijzingen van de natuur vallen nu samen met die der politiek. Nog een eeuw lang werd de nabuurschap van Denemarken-Noorwegen als een belemmering gevoeld aan twee fronten, maar de druk van het westen werd geheel opgeheven door de unie van 1814. Nu is Zweden gekomen in een eenzijdige grensverhouding met de daaraan verbonden voor- en nadeelen. Het nadeel was, dat de druk na het verlies van Finland uitgeoefend kon worden door Rusland. Dit bleek minder nadeelig, toen Rusland, Finland zich in staatkundige zelfstandigheid als bufferstaat tusschen Systerbach en Torneåelf liet ontwikkelen. In den kring der kleine staten, het Finsche broederland, het Noorwegen, waarmede het vereenigd was en het onschadelijke Denemarken, voelde Zweden zich beschermd tegen de drie groote staten Rusland, Engeland en Duitschland, die het als een gordel omgaven en temeer, daar alle drie deze grooten hun aangezicht van Scandinavië hadden afgewend. Een oogenblik, gedurende de Krimoorlog, veranderde deze toestand. Toen zag zich Zweden plotseling geplaatst tusschen de belangen der oorlogvoerenden. Dit wijzigde zich spoedig, en Zweden verkreeg hieruit twee nieuwe garanties, nl. het November-tractaat van 1855 en de zekerheid ten opzichte van de vesting op Aland (Conventie tusschen Engeland, Frankrijk en Rusland 1856). Het interesse in de buitenlandsche politiek putte zich uit in het Scandinavisme naast een platonische sympathie voor Polen, gedurende het oproer tegen Rusland in 1863 en voor Frankrijk gedurende den oorlog van 1870 met Duitschland. Gedurende dezen tijd van politieke isoleering stond Zweden werkeloos tegenover de wereldgeschiedenis. Sedert 1899 viel de bufferstaat

Finland weg en komt Zweden direct onder den druk van Rusland. In 1907 wordt het November-tractaat opgeheven en scharen Engeland en Frankrijk zich aan Rusland's zijde. In 1905 werd de unie met Noorwegen verbroken, waardoor Zweden van het westen ook een politieke nabuur krijgt. Ook Duitschland komt nader door den verkeersweg Trelleborg-Sassnitz (Continental route) en de handelsverdragen van 1906 en 1911. Bij een zoodanigen concentrischen druk van drie groote machten begon de politieke toestand van Zweden, te gelijken op die van Korea tusschen Rusland, Japan en China.

Zweden vormt eenerzijds een vleugel naar Midden-Europa, anderzijds een centraal middenlid tusschen Oost- en West-Europa. Vanuit beide gezichtspunten is het in dezelfde positie als de Balkan, daarentegen komt nu een nieuw onderscheid met Spanje naar voren, dat onder het eigenlijke politieke wrijvingsgebied ligt. Dit beteekent een aanzienlijke stijging van de waarde van het politieke gebied van Zweden, in het bijzonder sinds Turkije en Bulgarije zich in Midden-Europa georiënteerd hebben; Scandinavië was hierna de eenige nog vrije vleugel van Midden-Europa en de eenige brug der Entente. Dat het onder deze omstandigheden moeilijker werd het ideaal eener absolute isoleering te behouden is duidelijk. Voor den wereldoorlog, in 1912, raadde Fahlbeck aan om tot een bondgenootschap over te gaan. Op geopolitieke gronden natuurlijk zou dit een Midden-Europeesche oriëntering zijn. De tweezijdige druk, die op Zweden wordt uitgeoefend wordt slechts van een zijde als gevaarlijk beschouwd, nl. die van Rusland. Het is duidelijk dat Rusland zijn weg naar zee zoekt, en Zweden verspert het daarheen den weg. Het Atlantische programma van Rusland was sinds 1851 ter zijde geschoven. Dit hangt met de aan Scandinavië door het November-tractaat gewaarborgde garanties samen. Doch nauwelijks was dit opgeheven, of het oude interesse van Rusland in deze richting uitte zich in het verlangen om de verplichting ten opzichte van Aland te ontheffen. De daardoor ontstane onrust bedaarde door het Oostzeeverdrag van April 1908, waarbij de wederzijdsche verzekering gegeven werd van elkanders grenzen te zullen respecteeren. Gedurende den wereldoorlog is deze onrust weer ontstaan, doordat bekend werd dat Rusland,

niettegenstaande de conventie van 1856, aan een zeebasis in de Alandsche scheren werkte, terwijl tegelijkertijd de waarde van Zweden als transitoland tusschen Rusland en zijn West-Europeesche bondgenooten, doordat alle wegen tusschen die bondgenooten waren afgesneden, duidelijk aan het licht trad. Zoolang Zweden met Rusland door Finland samenhang, zoolang de Russische macht Finland vertroebelt en zoolang de hoofdstad van Rusland tegenover Zweden ligt, zal de verhouding tot Rusland in de buitenlandsche politiek van Zweden de voornaamste zijn. Deze verhouding is niet veranderd door den val van het Czarisme in 1917. In dit gevaar verschijnt Duitschland als de eenige bondgenoot, omdat dit alleen onder de groote machten hetzelfde lot als Zweden heeft n.l., strandbezitter der Oostzee en samenhangend is met Rusland. In den laatsten tijd is gewezen op een Duitsch gevaar uit politiek-oeconomisch oogpunt en op een voordeel van aansluiting met Rusland. Op de openbare meening hebben deze stemmen weinig invloed gehad. De algemeene wensch is zoolang mogelijk geïsoleerd en neutraal te blijven.

De grens van het Zweedsche territorium is door tractaten met Denemarken-Noorwegen in het jaar 1661 (voor Bohuslän), en in 1751 (de W.grens ten N. daarvan), en met Rusland in 1810 (rivieren en zee-grens in 't O.), volkenrechtelijk geregeld. Volgens het tractaat van 1751, is de grens gemarkeerd door in de bosschen een straat van 10 M. breedte weg te hakken. Langs de kust is het zeeterritorium vastgesteld tot 4 mijl uit de kustlijn. Dit is geregeld in een diplomatieke nota van 1874, een verordening van 1904 en in een declaratie in het begin van den wereldoorlog in 1914. De strook van 4 mijl is door de oorlogvoerenden echter niet gerespecteerd geworden.

Zweden heeft de vorm van een ruit met de stompe hoeken bij Svinesund en bij Tornea. De totale lengte bedraagt 1600 K.M., de breedte 500 K.M. Hierdoor wordt een gebied van 448,000 K.M.² ingesloten, waarvan 40,000 K.M.² of ca. 9 % door meren wordt ingenomen. Zweden is dus grooter dan Engeland en Italië, zoo groot als Japan en slechts iets kleiner dan Duitschland en Frankrijk. Een smalle en een lange zijde van het land grenzen aan zee, deze grenzen zijn samenhangend evenals de landgrenzen. Wat de vorm betreft

heeft Zweden dus niet het nadeel van Frankrijk en Duitschland, waar de zeegrenzen gescheiden zijn, en waar men dus genoodzaakt was verbindingskanalen te maken (Bordeaux-Marseille, Kaiser Wilhelm Kanal). In werkelijkheid ondervindt Zweden hetzelfde nadeel daar de kust in het Z., waar de oude vesting Kronaborg, op 4 K.M. van de kust gelegen, gemakkelijk kan verbroken worden. In 1832 werd door het Göta-kanaal een waterverbinding dwars door Zweden gemaakt. Dit kanaal heeft geen beteekenis voor de moderne scheepvaart, en daarom is het kanaalvraagstuk in de laatste eeuw weer actueel geworden. De gedachte om een zeekanaal dwars door Zweden te maken (Sveakanaal, Engström 1908) is tot nader order opgegeven, hieruit is een nieuw plan ontstaan. Dit plan beoogt het veranderen in zeeboezems van het meer Vennern in 't westen en het Mälar meer in 't O. Met de verwerkelijking van dit plan is men nu bezig. (Besluiten betreffende het Trolhätta-kanaal in 1909 en betreffende het Södertälje-kanaal in 1916. Het Trolhätta-kanaal was in 1916 gereed. Beide kanalen zijn staatseigendom.) Aan beide mondingen van het kanaal heeft men vestingen gebouwd. Volgens een onderzoek dat in 1916 geëindigd is, heeft Zweden aan waterwegen, die bevaarbaar zijn, een totale lengte van 7000 K.M. Deze waterwegen hebben slechts locale beteekenis.

De werkelijke lengte van de smalle zijde van de ruit bedraagt hemelsbreed 400 K.M., en de mathematische lengteafstand bedraagt 1250 K.M. Bij deze berekening zijn niet in aanmerking genomen de geïsoleerde eilanden Gotland en Oland in 't zuiden en ook niet de scheren, welke een krans om de kust vormen. Voor de scheepvaart en de visscherij zijn deze scheren een gunstig verschijnsel. Een niet geringe beteekenis hebben deze scheren als natuurlijke vesting voor de landsverdediging, door de gevaren daaraan verbonden voor den aanvaller en door de schuilplaats, die ze den verdediger bieden. Het politieke vlootprogramma der linkerzijde heeft hierop bijzonder gewicht gelegd, daar de kustverdediging uitsluitend met kleine scheepstypen (onderzeebooten) diende te geschieden. De rechterzijde achtte het echter met het oog op de groote onderbrekingen in die scherenkrans niet raadzaam om geheel van groote pantserscheepen af

te zien. Toen in 1911 de tegenpartij de macht kreeg om de uitvoering van een desbetreffend reeds genomen besluit te verschuiven, kreeg de rechterzijde door de „Pantserschipinzameling” in 1912 de openbare meening voor zich, zoodat het verdedigingsplan van 1914 beide zijden volkomen bevredigde. De uiterste lengte van het rijk tusschen de stompe hoeken van de ruit bedraagt 1550 K.M., wanneer men het geheel om de zuidpunt draait, dan reikt de noordpunt tot aan Rome. Dit is volgens Europeesche verhoudingen een aanmerkelijke afstand. Zweden is het eenige Europeesche land ten W. van Rusland, waar men in dezelfde richting meer dan 2×24 uur per spoor kan reizen, eer men de grens overschrijdt. (Trelleborg-Stockholm-Boden-Riksgränsen = 2000 K.M. 52 uur). Deze lengte-uitgestrektheid verzwaart het militaire vraagstuk en stelt hoge eischen aan het oplossen van het modern verkeersvraagstuk. In dit opzicht heeft men echter reeds iets groots tot stand gebracht. Het spoorwegnet is 15,000 K.M. lang, d.w.z. per hoofd van bevolking driemaal zooveel als van West-Europa en ook in verhouding tot het oppervlak van het land bijna zooveel, niettegenstaande groote woestenijen in het noorden. Het geopolitieke belang van het reeds tot stand gebrachte werk is de noordelijke spoorweg, nl. de baan naar Boden (1894) en naar Torneå (1915). Als tweede verbinding in dezelfde richting staat de „Inlandbaan” op het programma. Deze baan is klaar tot Doretea in Lapland ca. 200 K.M. noordelijk van Östersund, de nog resteerende 500 K.M. zullen volgens berekening in 1924 klaar zijn.¹⁾ Deze binnenspoorweg

¹⁾ In het Ochtendblad van 16 October 1918 van de „Nieuwe Rotterdamsche Courant” vinden we hieromtrent het volgende:

„Tot den aanleg van den Zweedschen centralen spoorweg (Inlandbaan) is thans door den Zweedschen Rijksdag besloten. Tot nu toe is het noordelijke Zweden alleen door een enkelen, in de nabijheid van de kust loopenden spoorweg met het zuiden van het land verbonden. Door den nieuwen spoorweg zal een tweede, evenwijdige verbinding gemaakt worden, die op ongeveer 200 K.M. van de kust loopt en het tot nu toe volkomen onontsloten Noord-Zweedsche achterland voor het verkeer opent.

De spoorweg zal te Sveg aansluiting aan het Midden Zweedsche spoorwegnet vinden en naar Gellivaare aan den spoorweg Narvik-Luleå leiden. Voor de verbinding met de kustspoorweg zijn drie dwarsspoorwegen naar de havensteden Hernösand, Umea en Skelleften ontworpen.

zal in Gellivare eindigen. De aanleg van de zgn. Ofotenbaan van Gellivare-Narvik was begonnen in 1898 en beëindigd in 1903. Boden, het kruispunt van de spoorwegen naar Noorwegen en naar Rusland, ligt op den belangrijkste overgang van Luleelf. Dit is een belangrijk strategisch punt en werd in 1900 van moderne vestingen voorzien. Men zocht hierin een garantie voor eventueele Russische plannen ten opzichte van den Atlantischen Oceaan. Men kan zich de Ofotenbaan en de lijn Boden-Torneå denken, als de westelijke voortzetting van de transcontinentale Siberische spoorweg. Deze westelijke voortzetting is gedurende de wereldoorlog, als een transitolid tusschen Engeland en Rusland in politieke koers gestegen. Al deze strategische spoorwegen werden door den staat gebouwd, de staat beschikt over $\frac{1}{3}$ van het geheele spoorwegnet. Om de veiligheid van Norrland tegenover het gevaar van het oosten nog meer te versterken, werd in 1914 een moderne vesting in de scheren van Hernösand gebouwd, die als tegenwicht moet dienen voor de vesting op Åland. Ook is er sprake van om Zweden zich als transitolid tusschen Engeland en Rusland te laten ontwikkelen, vooral in het zuiden door een verbinding van veerbooten in Göteborg naar het westen en van Kapelskär naar het oosten. In 1916 heeft men hieromtrent een onderzoek ingesteld en in 1917 vond dit plan in den rijksdag een warm onthaal. Tot besluiten daaromtrent is men nog niet gekomen. Tusschen Zweden en Duitschland bestaat reeds spoorwegaansluiting sedert 1909 (Trelleborg-Sassnitz). Voor de veiligheid aan deze kust heeft men hier van ouds-

De lengte van den nieuwen spoorweg zal in het geheel 1100 K.M. bedragen; de kosten zijn op 80 millioen kronen begroot. De lijn zal in 1925 gereed komen. De economische belangrijkheid van den spoorweg is een drievoudige: hij ontsluit voor de boschontginning uitgebreide tot nu toe ontoegankelijke woudgebieden; hij opent aan den landbouw uitgestrekte, in het bijzonder voor de veeteelt geschikte landstreken en hij maakt het ontstaan van industriën door gebruikmaking van de waterkrachten der noordelijke bergstroomen mogelijk.

De spoorweg zal de kolonisatie van de tot nu toe dun bevolkte gebieden vergemakkelijken en in militair opzicht naast de tegenwoordige aan aanvallen van de zeezijde betrekkelijk sterk blootgestelde spoorwegverbinding een tweede, beter beschermde verbinding tusschen het ertsrijke Noorden en het Zuiden van het land maken."

M. C. K.

her de vesting Karlskrona, een herinnering uit den tijd van de Oostzee heerschappij, toen Zweden nog op het tegenoverliggende Duitse strand groote belangen bezat. Met Denemarken is Zweden sinds 1890 door twee veerbootverbindingen verbonden en met Noorwegen, behalve door de Ofotenbaan, door vier andere spoorwegen. In het zuiden bij Svinesund, is nog steeds geen verbinding tot stand gekomen. De grenzen met Noorwegen zijn geheel onbeschermd. Op Noorweegsche zijde bestaan van oudsher de vestingen Frederikshold en Kongsvinger, die echter geen strategische waarde hebben.

Ingesloten tusschen 69° en $55^{\circ} 20'$ N. B. ligt Zweden in de peripherie der bewoonbare aarde met $\frac{1}{7}$ gedeelte boven den poolcirkel, en $\frac{1}{4}$ boven de jaarisotherm van 0° . Het mathematisch middelpunt bevindt zich op 63° N.B. Slechts andere deelen van Fennoscandië, en ook deelen van Denemarken (Groenland), van Engeland (Canada) en van de Vereenigde Staten (Alaska) en ook Siberië liggen noordelijker. Tengevolge van deze noordelijke ligging zijn vnl. groote deelen van Lapland geheel onvruchtbaar. Anderzijds wordt deze noordelijke ligging geneutraliseerd door de warme golfstroom en daardoor ligt het onder de zomerisotherm van $\pm 10^{\circ}$. Daardoor ligt het land binnen de woudgrenzen, slechts de noordelijkste plaatsen liggen boven de akkerbouwgrenzen. Van de 410,000 K.M.² oppervlakte zijn slechts 37,000 K.M.² bruikbaar voor akkerbouw, dit is dus 9 % en in vergelijking met W. Europa, dat 30 % heeft, vrij laag. Ook weidegrond is slechts matig aanwezig nl. 3 % tegen 13 % voor W. Europa. 220,000 K.M.² of 54 % van het geheele oppervlak is bedekt met wouden, terwijl in de West-Europeesche cultuurlanden slechts 25 % beboscht is. Deze sterke verschuiving der bodemcultuur naar de bebossing is een eigenaardigheid van het Fennoscandische type in het algemeen. De natuur heeft in Zweden dus aan het woud een grootere beteekenis gegeven dan in de West-Europeesche landen gewoonlijk het geval is, en weliswaar in dier mate, dat men de werkelijke toekomst van Zweden in zijn bosschen wilde zoeken. Twee omstandigheden versterken nog deze opvatting. De eene hangt samen met de hooge breedtegraad nl. de hoog oeconomische kwaliteit van het hout, ten gevolge van de vastheid en het ontbreken van takken,

een eigenschap, die het slechts met de wouden van Canada en deels met die van Siberië gemeen heeft. Een tweede is het aanwezig zijn van talrijke rivieren, die het wouddistrict doorsnijden en zodoende natuurlijke afvoerwegen naar zee vormen, (totaal rekent men de lengte der rivieren op 25,000 K.M.). Het samengaan dezer beide factoren verschaft een uitstekende conjunctuur, terwijl tegelijk de beteekenis van Norrland, dat het voornaamste wouddistrict is en die van de Botnische Golf als vervoerweg naar de wereldmarkt, voor het rijk verhoogt. Onvruchtbaar is slechts 33 % van het totaal oppervlak. Ook hiervan ligt het zwaartepunt in het noorden. Eigenaardig is nu dat hier in de woestenijschatten verborgen zijn, die in de oeconomie van Zweden zulk een belangrijke rol spelen. Met deze schatten worden hier bedoeld de geweldige Laplandsche ijzerertsvoorkomens in de eerste plaats en de daarbij zoo nuttige waterkracht anderzijds. Voornamelijk zijn twee gebieden te noemen nl. het Laplandsche gebied met 8000 K.M.², en het op 60° gelegen Midden-Zweedsche gebied, dat 15,000 K.M.² oppervlakte heeft. Men rekende in 1910 dat het Laplandsche gebied, hoewel kleiner in oppervlak, $\frac{9}{10}$ van den totalen ertsvoorraad van Zweden herbergt. Latere onderzoekingen hebben de in 1910 genoemde getallen gewijzigd. Door die rijkste ijzerbergen der wereld nl. Kiirunavaara en Gellivaara krijgt het Norrland een zelfstandige waarde op de wereldmarkt naast de beteekenis als transitoland voor de Ententelanden en als kustland van Rusland. Daarom was het vanzelf sprekend dat de staat in 1907 contrôle ging uitoefenen en van een deel van dien rijkdom bezit nam. De waarde van de ijzerbergen in het hooge noorden wordt nog verhoogd door de groote natuurlijke krachtreservoirs, die daar aanwezig zijn. De Norrlandsche rivieren verschaffen niet alleen afvoerwegen voor het hout, maar door hunne watervallen voorzien ze in de groote behoefte aan elektrische kracht. Deze overvloed van waterkracht (totaal 7.5 miljoen P.K.), behoort tot de hoofdzakelijkste rijkdommen van het Zweedsche dominium. Ook in het zuiden vindt men veel waterkracht (Trolhätta, Lafors) en overal is deze onder contrôle van den staat gesteld. Daarom heeft men ook beweerd, dat de toekomst van Zweden in zijn stroomende wateren gelegen is. Som-

migen beweren, dat de laatste bewering meer juist is dan die betreffende de wouden. Van groote beteekenis is ook de aanwezigheid van venen. Van de zgn. woestenij wordt 50,000 K.M.² door turfmoerassen ingenomen. Deze schatting zal binnenkort door nauwkeurige opmetingen meer juist kunnen worden opgegeven. De voorraad kolen is relatief gering en tot de provincie Skåne beperkt (300 miljoen ton). Ook de kwaliteit dezer jonge kolen (Räth) is minder goed.

Het Zweedsche dominium kan dus belangrijke posten onder het hoofd der activa schrijven; niet alleen een lange kust van natuurlijke transportwegen maar ook de meest waardevolle grondstoffen, ijzer en hout en de sterkste natuurkracht, watervallen en dit alles in groote getallen. Deze rijkdom aan witte en bruine kolen is misschien in staat om in de toekomst het gebrek aan zwarte kolen te neutraliseeren. Dit gebrek trad in de conjunctuur der 19de eeuw sterk naar voren. Onder het hoofd passiva staan natuurlijk katoen en andere zuidelijke producten, maar in de eerste plaats het tekort aan akkerland. In meer primitieve epochen, toen de graanverbouw een beslissenden invloed op de toename der bevolking uitoefende, lag hierin een sterke belemmering voor de ontwikkeling. Hoe meer echter de moderne techniek andere waardevolle artikelen aan de markt bracht, des te beter werden de vooruitzichten voor Zweden. Boven alles is het de ijzerindustrie die op den voorgrond treedt; in dit opzicht is het van bijzondere beteekenis, dat de grondstof en de kracht in het hooge Norrland door de natuur naast elkaar zijn neergelegd. Anderzijds is de veelzijdigheid der natuur een garantie tegen een al te eenzijdige industrialiseering.

Het type van het Zweedsche dominium gaat in het geheel niet in een mono-culture richting. Het biedt aan zijn bevolking een tamelijk harmonisch evenwicht van natuurlijke tegenstellingen, al heeft dan ook het woud een te groote, het akkerland een te kleine plaats in deze proporties. Het natuurlijke ideaal is dus een evenwicht tusschen agrarische en industriele ontwikkeling, dus evenals Duitschland, maar anders dan Rusland met het eenzijdige agrarische en Engeland met het eenzijdige industriele ideaal. Zweden behoort dus tot het Midden-Europeesche type.

Na deze inleiding wil ik U een overzicht geven van de geologie der ertsafzettingen in Scandinavië.

Slechts bij uitzondering komen ertsafzettingen in sedimentaire gesteenten voor; de ertsen hebben dan een epigenetisch karakter, ze zijn dan jonger dan de gesteenten, waarin ze optreden. De meeste ertsen echter zijn gebonden aan intrusieve stollingsgesteenten, óf als magmatische segregaties, dus syngenetische afzettingen, óf als contact formaties. Om de geologische ouderdom daarvan uit te maken dient men dus de ouderdom der stollingsgesteenten te bestudeeren. We vinden dan allereerst:

De Archaeische gesteenten.

Men verdeelt deze in:

A. Katarchaeische gesteenten.

B. Gesteenten, behoorende tot het Ladogien, Bothnien en Kalevien.

A. *Katarchaeische gesteenten*. Deze schijnen alle van eruptieven oorsprong te zijn. Hier vinden we gneisen, granieten en syenieten, die doorsneden worden door gangen van meer basisch materiaal n.l. amphibolieten en gabbro's.

De granaat en grafietvoerende gneisen vat men op als paragneis, dus als gemetamorphoseerde sedimenten, hoewel hiervoor geen afdoende bewijzen bestaan. Ofschoon de sedimentaire oorsprong van kalksteen ook wel wordt betwist, is deze, in verband met de oppervlaktegesteentehabitus hiervan, meer waarschijnlijk. In verband met de chemische natuur vertoonen de Katarchaeische gesteenten in verschillende deelen van Scandinavië een verschillend karakter, dit schijnt samen te hangen met den graad van metamorphose.

Törnebohm maakt daarom een indeeling van de gneisgroep:

1. Het groote gneisdistrict in de westelijke helft van Zuid- en Midden Zweden van N. Skåne tot Vennern en verder noordelijk over het westelijk deel van de provincie Värmland, alwaar twee soorten gneis optreden:

a. de magnetiet of ijzergneis.

b. de gestreepte gneis.

a. De magnetiet of ijzergneis is van een fijnkorrelige structuur en roodachtig van kleur, weinig schisteus maar duidelijk gelaagd.

Chemisch heeft deze gneis een granietische samenstelling, waaruit volgt, dat dit een orthogneis is. Dit gesteente bevat vele korrels magnetiet, vandaar de naam.

b. De gestreepte gneis is meer grijs van kleur en bevat een aanzienlijke hoeveelheid glimmer, waardoor de structuur duidelijk schisteus wordt. In Bohuslän bevat deze gneis twee glimmersoorten. Ofschoon de ijzergneis rijk aan magnetiet is, zoo vindt men hierin toch nimmer afzettingen van ijzererts. De meest waarschijnlijke interpretatie van dit feit is, dat gedurende de oudste periode van het Archaeicum, toen deze oude gneisen gevormd werden, het gesteentemateriaal nog niet zoo ver gedifferentieerd was, zoodat concentratie van erts het gevolg zijn kon. Daarom ook is kristallijne kalksteen zeldzaam in deze gneis. Slechts ten Z. van het meer Värmelen in Värmland komt kristallijne kalksteen voor.

2. Een kleiner gneisdistrict bevindt zich in Södermanland, waar vandaan het zich in de naburige provincies vertakt. Ook hier komen roode en grijze gneisen voor. De roode gneis heeft het karakter van orthogneis en soms is de graniethabitus nog te herkennen. De grijze gneis is een typische granaatgneis, die ook sillimanniet, grafiet en soms cordieriet bevat. Dit gesteente wordt vnl. in Södertorn gevonden, doch ook ten W. van Malmköping in de nabijheid van Hällefors. Deze gneis zou dan een paragneis zijn. De bovenste partijen van de Södermanlandgneis zijn meer gedifferentieerd dan de gneis van Z. W. Zweden. Men vindt hierin dan ook meer kristallijne kalksteenlagen en tevens eenige exploitabele afzettingen van magnetiet, zooals te Kantorp en andere plaatsen. Analoge gesteenten als in Södermanland komen ook in het kustgebied van Norrland voor. Onder de grijze gneis vindt men hier een ijzergranaatgneis, evenals in Södermanland. Naast de gneisgroep stelt Törnebohm de:

Graniet-Porfyr-Leptiet groep,

die dan weer onderverdeeld wordt in een:

a. Graniet en

b. Porfyr-Leptiet groep.

Op een groot aantal plaatsen in Zweden van Skåne tot in Lapland vindt men een fijnkorrelige, kristallijne schist, de leptiet. De porfyren

hebben het karakter van effusieve eruptiva, gewoonlijk hebben zij fluidaal structuur en soms zooals in Småland en Uppland een sphaerolietische structuur. In het W. van Värmland en in de buurt van Ätvidaberg zijn deze gesteenten nauwkeurig bestudeerd, en daar is gebleken, dat ze liggen op de oudere archaeische gesteenten. Deze gesteenten zijn dan ook gevormd gedurende de laatste periode van het Archaeicum. Tegen het einde van het oudere Archaeicum hadden oppervlakte-erupties plaats, die waarschijnlijk submariën waren, waardoor vulkanische eilanden werden gevormd. Op sommige plaatsen werd het gesteente min of meer gedifferentieerd, kwartsiet en glimmerschist ter eene, en kristallijne kalksteen en ertsen ter andere zijde werden gevormd. De porfyren van deze groep zijn vaak schisteus en dragen sporen van druk; het grootste gedeelte van de gesteenten, die men vroegere porfyrische hälleflinta noemde, zijn eigenlijk gedrukte porfyren. In het grootste porfyrdistrict van Zweden nl. Dalarne is dit niet het geval. Het is dus gemakkelijker om de porfyren vergezellende tuffen te herkennen, deze tuffen zijn verhard tot een zandsteenachtig gesteente en zijn bekend onder den naam van Digerberg zandsteen. De porfyren van Dalarne worden verdeeld in:

Roode porfyr, groene porfyriet en hoornsteenporfyr.

De roode porfyr is baksteenrood van kleur. Deze wordt vnl. gevonden in het Älfdalgebied en is vertegenwoordigd door de Bredvadporfyr en door de Garberg granietporfyr, welke een meer grofkorrelige variëteit van de eerste is. De grondmassa van de Bredvadporfyr is een macroscopisch, fijnkorrelig aggregaat van kwarts en veldspath. De phenocristen daarin aanwezig zijn vnl. veldspath. In de Garbergporfyr zijn de phenocristen talrijker en grooter en is de grondmassa pegmatitisch.

De groene porfyriet wordt vnl. in het gebied van Älfdal gevonden, en wel in het zuiden daarvan. Deze porfyriet is donkergroen van kleur en is eigenlijk een meer of minder veranderde augietporfyriet. Hiermede nauw verbonden is de zgn. Venjanporfyriet, die hoofdzakelijk gevonden wordt in de omgeving van het meer Venjan. Deze is lichter van kleur dan de vorige porfyriet en bevat evenals deze phenocristen van plagioklaas en meer of minder veranderde augiet,

soms bronziet en steeds veel bruine glimmer; de macroscopische, fijnkorrelige grondmassa is soms zeer rijk aan kwarts. Deze jongste porfyren van Dalarne, de hoornsteenporfyren, komen voor op grotere of kleinere geïsoleerde koppen, die boven de porfyriet uitsteken. Deze porfyr bestaat uit een donkere, compacte grondmassa, die vaak fluidaal structuur vertoont, waarin kleine witte of roode korrels veldspaat, orthoklaas en ook plagioklaas voorkomen; phenocristen van kwarts ontbreken. Niettegenstaande de donkere kleur is het percentage kiezelzuur vaak zeer hoog (68—74 %).

3. In Norrland vindt men nog drie verschillende porfyrgebieden nl.
 - a. N. W. Jämtland,
 - b. Västerbotten, Norrbotten en Lapland,
 - c. Tusschen Lulevatten en Tornevatten in Lapland.

In al deze gebieden zijn de porfyren onder sterken druk geweest. De meest noordelijke zijn meer syenietporfyren.

Nauw verbonden met de leptietgroep zijn de sedimentaire afzettingen, waarvan de klastische natuur goed bewaard is gebleven. De meest bekende afzettingen zijn gevonden in Örebro, in het gebied bij Grythytté. Boven de leptietgroep vindt men hier verschillende lensvormige massa's van dolomiet. De meest bekende hiervan zijn de erts en mineraalvoorkomens van Långban. De dolomiet wordt bedekt door een laag dioriet en dioriettuif, die naar boven toe overgaat in schisten, die eerst groenachtig en grofkorrelig zijn, maar langzamerhand in kleilei overgaan.

Boven de Leptietgroep vinden we:

De granietgroep.

Törnebohm maakt hierin een driedeeling:

1. Granieten, die even oud of slechts zeer weinig jonger zijn dan de leptiet, deze zijn meer of minder grofkorrelig en porfyrisch. Hiertoe rekent men de Salagraniet, die rijk is aan oligoklaas, de hoornblendegraniet van Uppsala, de roode tot grijze graniet in het gebied tusschen het Runnmeer in Dalarne en Storsjön in Gästrikland en de grofkorrelige rose kwartsrijke Vangegraniet ten N.W. van Uppsala, alsook de grijze graniet van Norrbotten.

2. Granieten, die iets jonger zijn dan de leptiet. Hiertoe rekent

men de roode Vaxsjögraniet, die zwak porfyrisch is en tamelijk rijk is aan kwarts en oligoklaas. Verder hoort hiertoe de Filipstadgraniet, die meer basisch is.

3. Granieten, die veel jonger zijn dan de leptiet. Deze zijn grofkorrelig en sterk porfyrisch; ze hebben een groote verbreiding.

Talrijke gangen van meer basisch materiaal doorbreken de andere gesteenten; deze diabaasgangen worden in Zweden met den naam „trapp” betiteld. In Noorwegen, waar de Katarchaeische formatie een minder belangrijke rol speelt dan in Zweden, is nog niet een dergelijke indeeling gemaakt. Er is daar een groot gebied, dat ingenomen wordt door gneisen en oude granieten ten Z.O. van Dovrefjeld en tusschen het ketengebergte en het Kattegat. Tusschen Dovrefjeld en de Atlantische Oceaan is een ander district, waar granaatvoerende gneis overheerschend is. Katarchaeische gebieden van geringe grootte komen hier en daar langs de kust in N. Noorwegen voor, alsook in de inwendige gedeelten van het Scandinavische ketengebergte. Deze gebieden zijn door plooiing opgeheven en door den invloed van de erosie blootgelegd. Na het mislukken van de pogingen, die gedurende de laatste helft van de 19de eeuw gedaan zijn om dezelfde strategische principes met betrekking tot de Katarchaeische gesteenten, als op de sedimentaire gesteenten van toepassing zijn en na de metamorphoseverschijnselen beter bestudeerd zijn, is men er toe overgegaan om het verschil in voorkomen der Katarchaeische gesteenten in de verschillende gebieden meer te wijten aan den graad en wijze van metamorphose dan aan de oorspronkelijke wijze van ontstaan. In verband hiermede vertoonen de ijzergneis van Z.W. Zweden, alsook dezelfde formaties van Z.O. Noorwegen, het meest sterk gemetamorphoseerde gesteente materiaal, door zinking naar een diepere zone; men veronderstelt dat het materiaal een meer uniforme structuur verkregen heeft door rekristallisatie. De meest belangrijke ertsvoerende gesteenten van het Katarchaeische complex zijn zonder twijfel de leptiet en de kalksteen. Wanneer men de betrekkelijk kleine hoeveelheid hiervan nagaat, dan bevatten de basische gesteenten meer ertsafzettingen dan de zure. De granieten met primaire structuur en de meeste gneisen zijn arm aan ertsen, ofschoon hierop zekere uit-

zonderingen bestaan. Volgens Sjögren en Högbom is de leptietstructuur het gevolg van het metamorphoseproces, dat zijn stempel gedrukt heeft op de gesteenten, die verschillend in samenstelling zoowel als oorsprong zijn. Deze metamorphose wordt vergeleken bij de contactmetamorphose; evenals dit is het het gevolg van temperatuur en druk. De leptiettextuur vertoont een gelijkenis met de hoornsteen-textuur en de skarn van vele afzettingen vertoont dezelfde mineraal-associaties als ware contactafzettingen. Het kan dus gekarakteriseerd worden als een contactmetamorphose zonder een contact. Het schijnt waarschijnlijk te zijn, dat de leptietische structuur karakteristiek is voor de ijzervoerende gesteenten in het algemeen, en dat deze te danken is aan een rekristallisatie onder druk binnen de anamorphe dieptezone. Het grovere gneisachtige en granietachtige materiaal is daardoor verbrijzeld, waardoor de vorm der korrels verkleind is. Tegelijk met de deformatie is er toegevoegd ijzervoerend materiaal in oplossing. Deze ertsafzettingen noemt Sjögren diamagmatisch. In verschillende gevallen kan het onmogelijk zijn om uit te maken of de ertstafzettingen het product van primaire magmatische differentiaties zijn, zoals de apatietertsen, dan wel of ze gevormd zijn uit magmatische oplossingen, waaruit metasomatische afzettingen ontstaan, zoals de kalk en skarnertsen. Soms worden de ertsen gevonden in de nabijheid van een granietcontact, zoodat men een verband daarmee veronderstelt. De meest belangrijke ertstypes van deze gesteentengroep zijn:

1. De ijzerertsen binnen de leptietgebieden als Dannemora, Norrberg, Grängesberg, Striberg, Dalkarksberg, Persberg, etc. Dezelfde ertsen, ofschoon minder groot in voorkomen, vindt men in het gneis-district van Vintjärn. IJzerertsen komen ook in gedrukte granieten voor, zoals in Lofoten en in de grootere gebieden van Sydvaranger. De Midden-Zweedsche ertsen komen voor als beddingen in deze porfyr. In de diepere niveaus zijn deze ertsen meer zuur, met kwarts gelaagde haematieten van het Stribergtype. Hiernaast vindt men ook magnetiet. Iets hoger komen magnetiet van het Persbergtype voor, vergezeld van malacoliet, granaat, amphiboliet en andere basische mineralen (skarn). In de hogere niveaus komen de ertsen van het

Dannemoratype voor, die kalk en mangaan bevatten. Dit is een algemeene regel, waarop vele uitzonderingen zijn. Vele andere ertstypes dan hier genoemd zijn worden nog gevonden en vele variëteiten van deze types treden op, maar nergens wordt haematiet van het Stribergtype in de bovenste niveaux, of kalkhoudende ertsen van het Dannemoratype in de diepere niveaux gevonden.

2. De sulfidische ertsen zijn vaak gebonden aan de kwartsietfacies van de leptiet nl. Falun, of in verband met kalksteen zooals te Håkansboda en te Tunaberg. De zilverertsen van Sala en vele andere loodglansafzettingen komen in de kalksteen van de leptietformatie voor. Kobaltertsen komen gedeeltelijk samen met koperertsen (Håkansboda en Tunaberg), gedeeltelijk onafhankelijk voor, zooals te Vena in Zweden en Skutterud in Noorwegen. Ook zinkerts komt in het Archaeische complex voor, zooals te Ämmeberg, Rullshyttan, Saxberget en Västra Silfberget. Al deze ertsen vertoonen dezelfde wijze van voorkomen, zij liggen steeds conform met de structuurvlakken van het omgevend gesteente. Men twijfelt niet aan hun epigenetische natuur. Toch behooren ze tot het Archaeicum, want zij worden doorsneden van serarchaeische intrusieve granieten, waar zulke granieten zich bij dergelijke afzettingen voordoen. De ertsen hebben ook deelgenomen aan de mechanische deformatie, waaraan de gesteenten gedurende de archaeische plooiing onderhevig geweest zijn; dit is op vele plaatsen waarneembaar. Zeer merkwaardig is ook de bijna universeele overeenstemming wat structuur betreft, tusschen de ertsen en de omgevende gesteenten. Te Dannemora bijv. zijn de gesteenten gekenmerkt door een ongewone fijnheid van korrel, en dit is eveneens het geval met de ijzerertsen. In de Äsbobergmijn, in het Noradistrict, zijn erts en omringend gesteente buitengewoon schisteus. Dit bewijst dat het erts en het omgevend gesteente hun structuur terzelfder tijd en door hetzelfde proces verkregen hebben. Bijgevolg moeten de ertsen gevormd zijn voor het Archaeisch complex zijn tegenwoordige kristallijne habitus door dynamometamorphose ontving. De basische eruptieve gesteenten van deze periode zijn gewoonlijk ertsdragend, de afzettingen bevatten dan vaak titaanhoudend ijzer bijv. Taberg in Småland. Verschillende magmatische segregaties

van pyrrhotien in diabaas behooren waarschijnlijk ook hiertoe, zooals nikkelerts in Klefva in Småland.

B. *Gesteenten, behoorende tot het Ladogien, Bothnien en Kalevien.*

In Z. en Midden-Zweden nemen deze gesteenten geïsoleerde gebieden in, die een kleine oppervlakte hebben en in het noorden meer samenhangende districten vormen. Gelijke formaties komen ook in Noorwegen voor. Daar deze gebieden vaak geïsoleerd van elkaar liggen, is het moeilijker om hun gelijke ouderdom te bepalen, en waarschijnlijk zijn formaties van verschillenden ouderdom tusschen hen aanwezig. Petrografisch gelijken deze gesteenten vaak op die van serarchaeischen ouderdom, maar hun relaties tot de granieten hebben het mogelijk gemaakt, om deze gesteenten als archaeisch te bepalen. Vaak bevatten ze conglomeraten, kwartsieten en meer of minder metamorphe schisten. Ze vertegenwoordigen de oudste sedimentaire gesteenten. In de meerderheid van deze gebieden komt eruptief materiaal voor, dat een supracrustaal karakter draagt. In het zuidelijk gebied, het Vestanacomplex, komen amphibolieten voor, die geïnterpreteerd zijn als diabaas en diabaastuf; het Åmalcomplex bevat porfyrische gesteenten en Grünsteintuffen. Het Vesterikcomplex is eveneens vergezeld van amphibolieten, het Saxa-Grythyttecomplex bevat, ofschoon in ondergeschikte hoeveelheden, porfyrische gesteenten en metamorphe tuffen. Over het algemeen treedt het eruptief materiaal in deze complexen in ondergeschikte hoeveelheid op, en meestal draagt het een effusief karakter, waaraan waarschijnlijk de afwezigheid van erts te danken is. In Hälsingland vindt men het Los complex, alwaar metamorphe schisteuse tuffen, porfyren en basische amphibolieten optreden. De bekende kobaltmijn te Los ligt in deze amphibolieten. In het Bamlegebied in Z. Noorwegen komen behalve uitgestrekte kwartsietgebieden, ook porfyren en diabazen voor, die de matrix voor de nikkelhoudende pyrrhotien, die op vele plaatsen geëxploiteerd wordt, vormen. Ook de ijzerafzettingen van Langö en Arendal behooren tot het Bamlecomplex. In het Skellefteågebied komt een groote verscheidenheid van gesteenten voor; effusieve, zoowel als intrusieve stollingsgesteenten, waartusschen lagen van conglomeraten en zandsteen. Zure kwartsporfyren, zoowel als inter-

mediaire syenietporfyren en basische uralietporfyren treft men hier aan. Onder de basische gesteenten treft men gabbro's en diabazen aan, waarvan de laatste vaak segregaties van titanomagnetiet bevatten; dit is het eenige erts, dat gevonden wordt in het Skellefteåcomplex. Dit complex vertakt zich naar het Kiruna-Gellivareveld, dat het grootste gedeelte van het district tusschen Torneå- en Luleåelf bevat. Högbom heeft aangetoond de overeenkomst tusschen de Kiruna-Gellivareserie en het sedimentaire gesteentecomplex van de Skellefteåserie. De Palajaschisten en andere formaties bij de mondingen van Torneå- en Raneåelf komen overeen met de facies van het O. gedeelte van het Skellefteågebied. Het W. gedeelte van het Kiruna-Gellivaregebied bestaat uit intrusieve en effusieve stollingsgesteenten: granieten, syenieten, diorieten en gabbro's zijn verbonden met porfyrische en oppervlakte gesteenten van overeenstemmende facies. Sommige gesteenten van het Kiruna-Gellivaregebied schijnen tot jongere formaties te behooren, en daar ze niet gesneden worden door intrusieve granieten van bekenden leeftijd, is het moeilijk, om den ouderdom te bepalen. In overeenstemming met de topographie, de geologie en de petrografie van het Skellefteågebied, hetwelk doorsneden wordt door intrusieve granieten, hebben Törnebohm en andere Zweedsche geologen, waaronder ook Högbom, deze gesteenten tot het Archaeicum gerekend. Het Kiruna-Gellivaregebied verschilt van de andere jongere Archaeische gebieden door de hiervoor genoemde ijzerertsafzettingen nl. die van Norrbotten, de Kiirunavaara, Luossovaara, Tuolluvaara, Svapavaara, Leveaniemi, Ekströmberg, Mertainen en Gellivare.

Het jongere Praecambrium.

Hiertoe behooren dus de formaties, die jonger zijn dan het Archaeicum en ouder dan het Cambrium. Men verdeelt dit systeem in twee groepen:

1. Het Jatulien en
2. het Jotnien.

Hier treden de sedimentaire gesteenten meer op den voorgrond,

terwijl de eruptiva een meer ondergeschikte rol spelen. Ze zijn bijna geheel ertsloos.

1. Het Jatulien.

In Zweden wordt dit voornamelijk vertegenwoordigd door de Dalslandformatie, in Noorwegen door de Telemarkformatie.

De Dalslandformatie bestaat uit kwartsieten en schisten, die twee of drie beddingen van eruptief materiaal bevatten, gesteenten die meestal in diabazen veranderd zijn. Hierin komen verschillende kleine koperertsafzettingen voor, waarvan die van Stora Strand de grootste is. Dit voorkomen bestaat uit een koperschist van waarschijnlijk sedimentairen oorsprong. De andere kopervoorkomens dragen een epigenetisch karakter en zijn gebonden aan dislocatiespleten.

In Telemarken treft men een sedimentaire formatie aan, die overeenkomt met de Dalslandformatie, ze bestaat uit kwartsieten, amphibolietschisten, dolomiet, graniet, etc. De graniet wordt door vele pegmatieten doorsneden, die de omringende schisten hebben gemineraliseerd, en zodoende treft men hier koperafzettingen (Aamdal) en molybdeenvoorkomens (Dalen) aan.

2. Het Jotnien.

Men treft dit vnl. in Dalarne aan als een zandsteenformatie van groote verbreiding en dikte. Hiermede in verband treden twee intrusieve diabaasbeddingen en een effusiefbed van porfyrische structuur op. Noch in de zandsteen, noch in de diabaas worden ertsafzettingen gevonden. Evenmin vindt men ertsvoorkomens in de sparagmieten van Noorwegen; deze sparagmieten komen waarschijnlijk overeen met de zandsteen. De diabaas van Ulfo, bij de kust van Ångermanland, bevat segregaties van titaanijzer. Tusschen het Jotnien en het Jatulien komen eruptiva voor, hoofdzakelijk granieten, die een rapakivistructuur vertoonen en overgaan in syenietengabbro's; ook gesteenten met een intermediaire samenstelling treden op. Zij zijn van het Jatulien gescheiden door een periode van bodembeweging en van het Jotnien door een tijdperk van denudatie. Ze zijn gekenmerkt door een periode van heftige vulkanische werkzaamheid, zonder dat daarvan de vorming van ertsen het gevolg was. Zoo denkt men

zich de porfyren van Dalarna ontstaan; gedeeltelijk gaan deze porfyren over in granieten, die gelijken op de subjotische rapakivi-gesteenten.

C. Het Siluur.

Dit is in Scandinavië in twee facies ontwikkeld:

- a. de oostelijke, sedimentaire afzetting, die nagenoeg horizontaal ligt en
- b. de westelijke, die deelgenomen heeft aan de Caledonische plooiing en dus sterk gestoord aanwezig is.

In de oostelijke, normaal ontwikkelde facies komen geen andere eruptiefgesteenten voor als intrusieve platen, die ontsloten liggen op de plateaux van de heuvels van Väster Götland en die vergeleken bij de positie, die ze innemen ten opzichte van de sedimentaire lagen, jonger blijken te zijn dan Boven-Siluur. De westelijke facies bevat, behalve materiaal, dat waarschijnlijk van tuffen en effusieve gesteenten afkomstig is, vele verschillende intrusieve stollingsgesteenten. Zulke gesteenten zijn geïncorporeerd in de oudere formatie, die tot de Sevegroep behooren, zoowel als in de gesteenten van het Boven Siluur. Deze gesteenten zijn jonger dan Boven Siluur en ouder dan het tijdperk, waarin de Caledonische gebergtevormende krachten woedden. In Jotunheimen vindt men geweldige massa's noriet en labradoriet, die doorgedrongen zijn in het Siluur. Dezelfde gesteenten vindt men in Z.W. Noorwegen bij Egersund en Flekkefjord, waar zij groote hoeveelheden titaanijserts bevatten. De titaanijsert bevattende gabbro's van Lofoten en Vesteralen zijn waarschijnlijk van denzelfden ouderdom. Ook in Zweden treft men ertsvoerende gesteenten van dezelfde soort aan nl. Ruoutivaara en Vallatj. Hier echter zijn de stollingsgesteenten sterk veranderd, aangezien ze deel hebben genomen aan het plooiingsproces. De gabbrointrusies, die vaak de hoogste gedeelten der bergketen vormen, strekken zich uit van Stavanger tot Noordkaap en zijn vaak vergezeld van pyrietafzettingen, zooals Röros, Sulitjelma, o.a. Het genetisch verband van de ertsafzettingen was reeds aan Kjerulf en Dahl bekend. Deze gabbro gaat vergezeld van een licht gekleurde, soms witte graniet, die langs

dezelfde lijn van intrusie voorkomt. Deze graniet is gedeeltelijk veranderd door dynamometamorphose in schisteuse graniet. Deze bevat echter nooit ertshoeveelheden van eenige beteekenis. Op het schiereiland van Stavanger en op Bömmelö en Karmö, in de buurt van Haugesund (Hans Reusch) komen behalve gabbrointrusies, oppervlakteeruptiva voor, die goudhoudende kwarts bevatten.

In de olivijngesteenten, die voorkomen in de alpine gebieden aan de Zweedsche, zoowel als aan de Noorsche zijde van de bergketen, komt nog een ertsvoerend eruptiefgesteente voor, dat naar de wijze van voorkomen te oordeelen, direct in verband staat met de plooiing en dat chromietafzettingen bevat (Röros). In het gemetamorphoseerde Siluur komen aanzienlijke afzettingen van ijzerglimmerschist voor, hoofdzakelijk tuschen de fjorden van Vefsen en Reisen (65° — 70°); dit zijn de voorkomens van Dunderland en Salangen.

D. Postsilurische Eruptiva en Ertsen.

De meest belangrijke postsilurische eruptiva van Scandinavië treft men in het Kristianiagebied aan, waar zij een oppervlakte van 250 K.M. lengte en plaatselijk 100 K.M. breedte innemen. De eruptiva van het Kristianiagebied zijn meer basisch, zooals essexieten en syenieten en vervolgens meer zure syenieten en granieten. Meeren-deels zijn dit intrusieve gesteenten, hoewel gangen en effusiva daarnaast voorkomen. Deze gesteenten zijn Devonisch, want de oppervlakteeruptiva bedekken de Devonische zandsteen. In de roode kwartssyeniet, natriumgraniet en graniet vindt men talrijke kleine ertsafzettingen. De eruptiva worden gedeeltelijk begrensd door Archaeische, gedeeltelijk door Silurische gesteenten. De ertsafzettingen, die typische contactafzettingen zijn, bestaan hoofdzakelijk uit magnetiet, soms haematiet, terwijl pyriet en bij uitzondering galeniet en sfaleriet tevens voorkomen. Met het Devoon hield de gebergtevorming en tevens de eruptieve werkzaamheid op, als gevolg daarvan de vorming van ertsen. De kleine oppervlakteerupties, waarschijnlijk van Tertiairen ouderdom, die in sommige plaatsen van Zweden gevonden worden in den vorm van bazalkoppen en de resten van andesitische en trachitische gesteenten zijn ertsloos.

Resumeerende vinden we dus:

A. De Katarchaeische periode met intensieve eruptieve werkzaamheid, gedurende den heelen duur van dit tijdperk, waarin de ertsafzettingen van Midden-Zweden gevormd werden.

B. De jongere Archaeische periode met eruptieve werkzaamheid in sommige gebieden. Gedurende dezen tijd ontstonden de ertsen van Norrbotten.

C. Het Boven-Siluur vóór de Caledonische plooiing, toen ontstonden de Noorsche pyrietten.

D. Het Devoon, gedurende welk tijdperk de ertsen van het Kristianiagebied gevormd werden.

Zeer in het kort wil ik U nu een en ander mededeelen omtrent:
De winningsmethoden der Scandinavische ertsen.

De oudste winningsmethode, die hier en daar nog gebruikt wordt, is de zgn. „Pallbrytning” of „underhand stoping”. Voornamelijk wordt deze methode in open breuken aangewend, alleen de kleinere mijnen gebruiken haar nog voor diepbouw. Tot 1858 echter was deze de eenige in gebruik zijnde werkwijze. Na dien ging men over tot de „Takbrytning med igensättning” of „overhand stoping with fillung” (Firstenbau). Het eerst werd deze afbouwmethode toegepast in Ämmeberg in de zinkmijnen en in 1869 introduceerde men haar in de ijzerertsminingbouw nl. in Dalkarlsberg, maar daarna werd de methode spoedig overal toegepast. Omstreeks 1900 werd wederom een nieuwe methode ingevoerd nl. „Magasins brytning” of „Shrinkage stoping”, dit is eigenlijk Firstenbau zonder vulling, terwijl een aanzienlijke hoeveelheid erts liggen blijft. Met deze winningsmethode werd het eerst in Grängesberg en in Striberg een proef genomen. De „Tvär-brytning med igensättning” of „Crosscut slicing with filling” is sinds 1870 in mijnen met los of gemakkelijk breekbaar erts in gebruik. Deze methode is verdrongen door de „Rasbrytning” of „Caving” en wel de zgn. „Topslice caving”. Bij de „Rasbrytning” maakt men onderscheid tusschen de „Skifrasbrytning” en de „Etagerasbrytning” of „Blockcaving”. Bij „Skifrasbrytning” maakt men dunne horizontale sneden van bijv. 5 M., bij „Etagerasbrytning” laat men het ertslichaam tusschen twee niveaux bijv. 50 M. instorten.

Van de genoemde methoden zijn eigenlijk de volgende alleen maar in gebruik:

1. Firstenbau,
2. Shrinkage stoping,
3. Slicing en
4. Instortingsmethode.

Van elk dezer methoden, zooals die in Scandinavië gebruikt worden, volgt hier een korte bespreking.

1. Firstenbau.

Deze methode kan het best bestudeerd worden in het Norrbergsche mijndistrict vnl. in de Stor en Klackbergmijnen, hoewel ze ook in Dannemora en andere plaatsen nog in gebruik is.

Men verdeelt het ertslichaam in etages van 40 à 50 M. hoogte en begint te breken van onder naar boven. Men drijft vanaf de transport-schacht een galerij, die voor hoofdtransportweg dienst doet; deze galerij wordt liefst in het nevengeesteente gedreven parallel aan het ertslichaam. Het ertslichaam wordt nu door kleine verbindingsgalerijen bereikt. Over de geheele breedte van het erts wordt nu een strook van ca. 7 M. hoogte weggenomen. De geheele ruimte wordt nu gevuld, maar stortschachten en vaak ook een verkeersweg worden uitgespaard. Deze schachtjes en galerijen vindt men in Zweden meestal gemetseld van slakkensteen. Is de op deze wijze gebroken ruimte geheel aangevuld, dan neemt men wederom een schijf van 7 M. hoogte en stort het dan gewonnen erts door de bovenbedoelde schachtjes naar omlaag. De opvulling komt hetzij van de oppervlakte, hetzij van een hooger liggend niveau. Wanneer het vulmateriaal van de oppervlakte komt dan drijft men bij voorkeur de stortschacht in het nevengeesteente. De schachten, waardoor het erts gestort wordt, bevatten twee afdeelingen nl. een voor de arbeiders en materiaaltransport en een voor erts. Betrekkelijk gesproken is deze methode altijd te gebruiken, doch het breken en het transport van het opvulmateriaal is tamelijk kostbaar en daarom wordt deze winningswijze alleen daar gebruikt, waar de hierna volgende te bespreken methoden geen voordeelen bieden.

2. Shrinkage stoping.

Dit is de natuurlijke ontwikkeling van de oude Zweedsche „Taktbrytning med igensättning” dus van Firstenbau. Men drijft in het algemeen vanuit de schacht een galerij in het nevengeesteente en maakt van hieruit verbindingsgalerijen naar het ertslichaam, dat in het algemeen over het geheele oppervlak tot 50 M. hoogte wordt losgebroken. Het losgebroken erts dient hier dan tevens als opvulmateriaal, wordt dus in de kamers, die 8—10 M. breed, tot 100 M. lang en 50 M. hoog zijn als in een magazijn opgeslagen. Bereikt het ertslichaam een groote breedte, zooals o.a. te Tingvallskulle bij Malmberget, dan worden zgn. dwarsmagazijnen gemaakt. De geheele breedte wordt over een betrekkelijk kleine lengte uitgebroken en men maakt telkens een systeem van vijf kamers, die gescheiden zijn door een ertspilaar van twee meter dikte. Na de vijfde kamer laat men een zuil van 10 M. dikte staan. Het gebroken erts neemt ca. twee maal zooveel plaats in als het vaste, dus kan men gedurende de breekperiode de helft van het erts winnen. Zijn alle kamers klaar dan begint men de eerste kamer te ledigen totdat de twee meter dikke wand instort, daarna begint men ook met de tweede, totdat de volgende wand instort, enz. De zuil van 10 M. dikte zal in het algemeen niet bezwijken en deze wint men door middel van „Skifrasbrytning” d. i. de hierna te bespreken „slicing”. Vanuit de transportgalerij maakt men aftapgaten naar de kamers, de afstand van deze gaten bedraagt 8—10 M. Deze aftapgaten heeft men in Zweden over het algemeen in hout betimmerd. In Noorwegen, vooral in Lökken, waar in de pyrietmijnen dezelfde methode wordt toegepast, laat men deze aftapopeningen onbetimmerd, omdat vaak groote stukken erts naar omlaag komen, die in de aftappen stukgeschoten moeten worden en waardoor de betimmering vernield zou worden.

Deze methode is vaak zeer voordeelig gebleken, vooral wanneer het nevengeesteente voldoende vast is en wanneer de helling niet te klein is. Vaak is het zeer moeilijk om vooraf uit te maken of het nevengeesteente vast genoeg is, en eerst later als het erts weggebroken is kan men zich tot zijn schade daarvan overtuigen. Het groote nadeel van de methode is, dat het erts tamelijk lang in de magazijnen ligt en dus het dak gelegenheid heeft om te gaan werken en het erts

vastdrukt. Dit nu is te Grängesberg geschied, waar men in het Exportfält de treurige ervaring opdoet, dat deze winningsmethode soms weinig oeconomisch kan zijn. Eenige honderdduizenden tonnen gebroken erts worden hier door de instortende wanden der magazijnen vastgeklemd, zoodat men ten tweede male breken moet en nu dit materiaal door middel van „slicing” moet winnen.

3. Slicing.

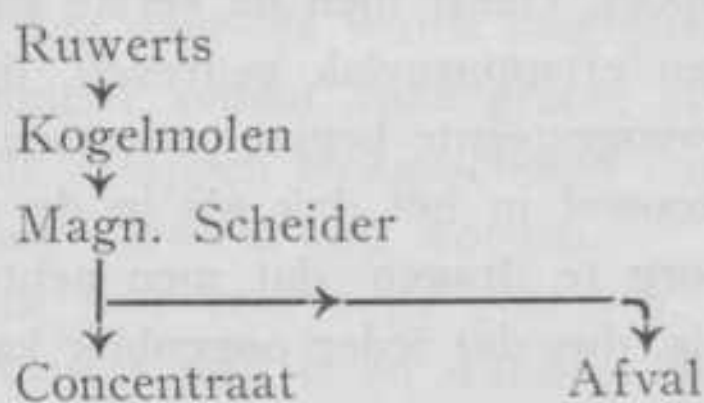
De ervaring heeft geleerd dat de beste dikte der af te bouwen schijven 5 M. bedraagt. Een geheele etage begint men te winnen vanaf den bodem van de bovenliggende etage, en gaat dan naar beneden totdat de geheele etage gewonnen is. In het algemeen is het noodig, dat men in iedere schijf een betimmerde galerij drijft tot aan de uiterste grens van het voor iedere stortschacht bestemde afbouwoppervlak. Daar de hoogte van een dergelijke galerij ca. 2 M. bedraagt, heeft men in iedere schijf boven de galerij nog 3 M. erts staan. Is het erts smaller dan 6 M. dan drijft men de galerij midden in het ertslichaam, is deze breeder dan maakt men een systeem galerijen loodrecht op de richting der hoofdgalerij; de afstand van deze galerijen bedraagt ca. 6 M. Voor de plaats van de stortschacht gelden geen bepaalde regels, men kan die zoowel in als buiten het erts plaatsen. Men begint direct een schacht te maken vanuit den ondersten transportweg naar de vloer van de bovenliggende etage. Deze wordt zoodanig betimmerd, dat men een afdeeling voor het neerstorten van het gebroken erts heeft, en daarnaast een ladderweg voor personen- en materiaaltransport. Heeft men de eerste galerij tot aan de grens van het te winnen ertsoppervlak gedreven, dan schiet men in het dak totdat het nevingesteente begint te storten. Men gaat zodoende terug en schiet zoowel in het dak als in de zijwanden. Men dient steeds er voor zorg te dragen dat men achter het gesteente staat dat losgeschoten is, dus dat ieder oogenblik kan instorten.

4. Instortingsmethode.

Wanneer men met een relatief arm erts, dat dus in de concentratie-inrichting behandeld dient te worden te doen heeft, dan komt het er op aan om de winningskosten zoo gering mogelijk te maken. In dat geval kan indien het gesteente los genoeg is de etagerasbrytning met

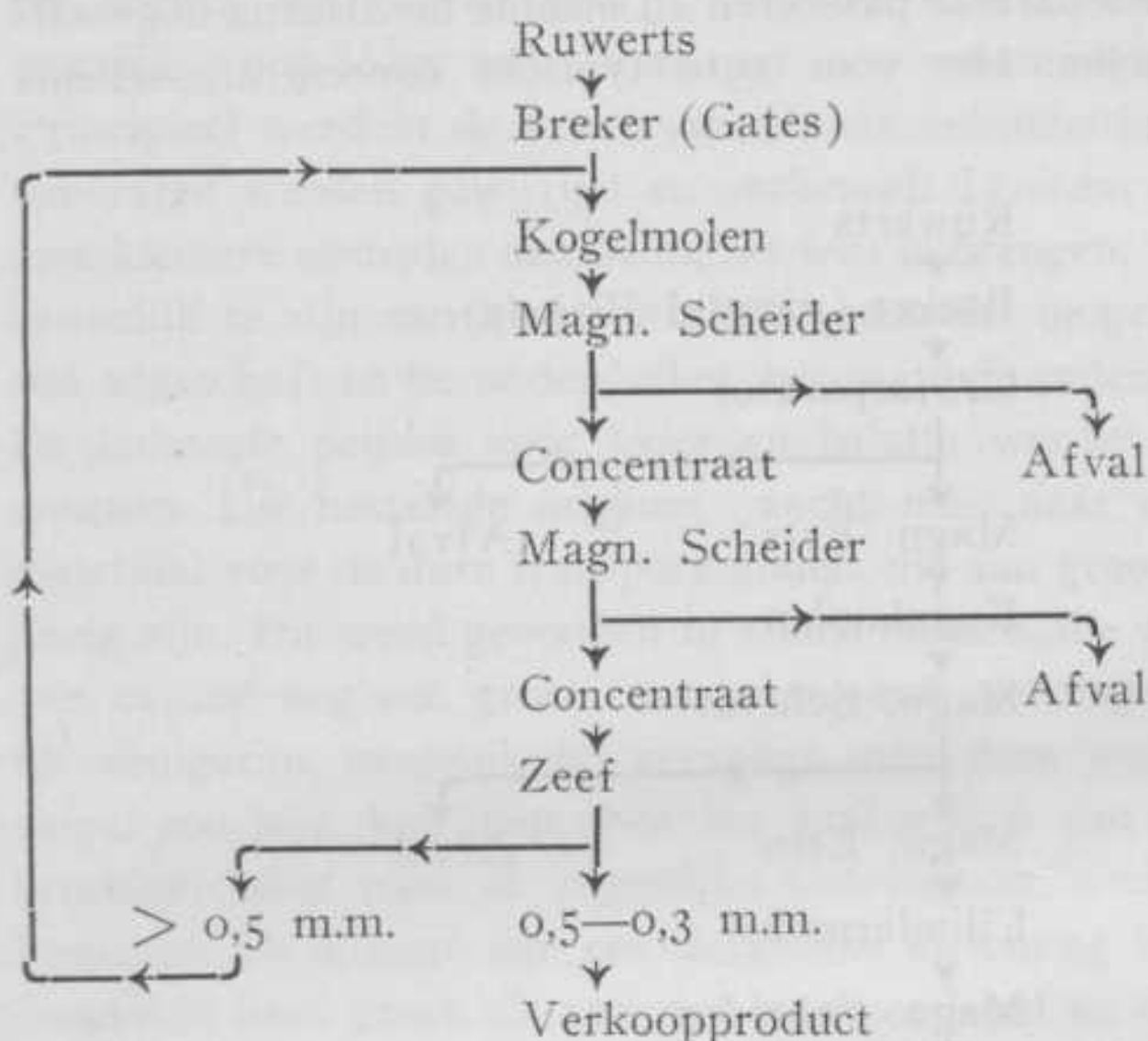
succes worden toegepast. Men laat dan een geheele etage naar beneden komen. 't Spreekt vanzelf, dat hierbij het ertsverlies tamelijk groot is doordat nevingesteente zich met het erts vermengt, zoodanig dat het tenslotte niet meer loont om het erts te vervoeren. In tegenstelling met de hiervoor besproken afbouwmethode, begint men hier onderaan de etage en drijft galerijen zoodanig, dat nog slechts pilaren blijven staan. Men maakt deze tenslotte zoo dun totdat het erts begint te werken. Het geheele bovengelegen ertslichaam stort dan in, en het erts kan gemakkelijk vervoerd worden. Voornamelijk is deze methode toegepast in Klacka-Lerberg. Men verkreeg hier een praestatie van 5.42 ton gesteente per man per dienst. In Dalkarlsberg, waar schijvenbouw werd toegepast, was de praestatie 6.86, en in Striberg waar shrinkage stoping gebezigd werd bedroeg deze 9.18. Ofschoon de verschillen in praestatie hier schijnbaar duidelijk zijn, zijn toch deze cijfers weinig vergelijkbaar, omdat de omstandigheden zoo zeer verschillen. De conclusie dat shrinkage stoping voordeeliger zou zijn mag hier allerm minst uit getrokken worden.

Ten laatste wil ik U nog een en ander van de concentratie der Scandinavische ertsen vertellen. Daarbij dien ik mij te beperken tot de magnetische concentratie van ijzerertsen, terwijl ik tenslotte nog enkele cijfers kan geven van flotationinrichtingen, die ik op mijn weg ontmoette. Wat de magnetische concentratie betreft, is het een feit dat deze meer en meer gecompliceerd is geworden. Omstreeks 1900 was het algemeen schema voor een ijzerertsbereidingsinrichting als volgt:



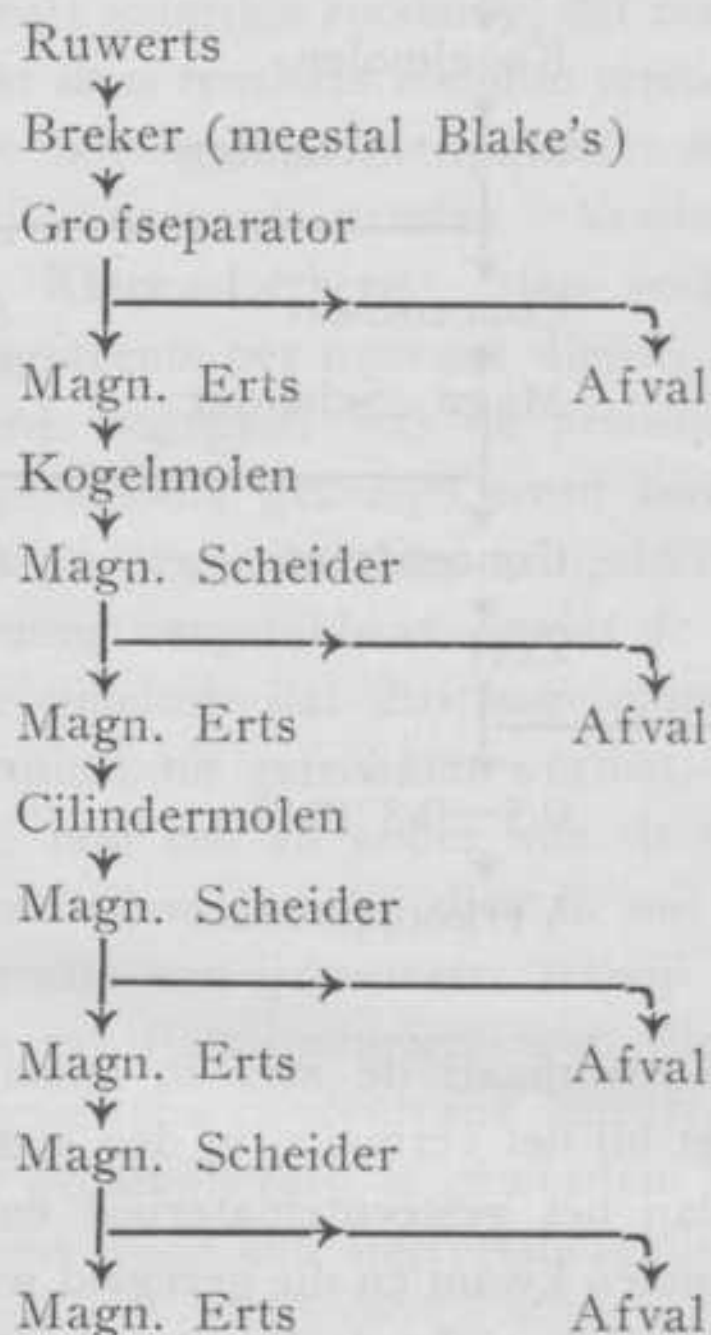
Spoedig echter zag men in dat het niet mogelijk was om op deze wijze een gunstig resultaat te verkrijgen en daarom voerde men apparaten in, deels om het grove, ruwe, product te breken, deels om

het verkregen concentraat te zeven; zoodat in 1903 als typisch schema geldend was:



Men schakelde toenmaals de zeef in omdat de ervaring geleerd had, dat magnetiet bij het vermalen in den kogelmolen gemakkelijker gebroken werd dan het gesteentemateriaal en dat de waterstroom, die uit den kogelmolen kwam en die geregeld was voor magnetiet, ook vele relatief grootere korrels, deels uit erts, deels uit gesteente bestaande, met zich voert, terwijl daarin natuurlijk ook groote gesteentekorrels waren. De laatsten werden bij de magnetische scheiders afgescheiden, de halfkorrels door de zeef. Vaak laat men het grove gebroken erts een zgn. grofseparator passeeren, waardoor de groote gesteentestukken worden afgescheiden en daardoor dus de kogelmolens ontlast worden. In de skarngesteenten is de magnetiet soms zeer fijn verdeeld en daarom moet men het erts zeer fijn vermalen, wil men het ijzergehalte van het concentraat zoo gunstig mogelijk maken. Na 1903 hebben de concentratieinrichtingen zich in deze lijn ontwikkeld. Bij de oudere inrichtingen geschiedde de fijnmaling in

een apparaat nl. de kogelmolen, maar de ervaring leerde dat dit niet met voordeel geschiedde. Na de kogelmolen liet men daarom het erts een magnetischen separator passeeren en maalde het daarna nogmaals in een cilindermolen. Het voor 1910 typische concentratie-schema zag er aldus uit:



Gedurende het verloop der jaren heeft de magnetische scheiding zich volgens dezelfde principes als de scheiding langs den natten weg ontwikkeld, d.w.z. dat het breken gradueel en het scheiden na iedere breking dient te geschieden, opdat zoodoende de apparaten, die het fijnere product zullen behandelen, niet overbelast worden. De magnetische scheiding heeft deze groote voordeelen boven de scheiding langs den natten weg, dat het klasseeren een zeer ondergeschikte rol speelt, en dat het scheiden der fijnere deelen minder moeilijkheden met zich brengt. Na 1910 heeft men de noodzakelijkheid ingezien om

in een concentratieinrichting meerdere accumulatoren te hebben. Immers behoeft het niet noodzakelijk te zijn, dat een reparatie aan een breker het geheele bedrijf stop zet, daarom heeft men zooveel mogelijk voor ieder soort apparaat een voorraadsbak ingeschakeld. Principieel werd in de latere jaren niets veranderd, de verschillende apparaten werden gewijzigd en verbeterd. Doordat de motorentechniek kleinere eenheden aan de markt wist te brengen, werden om onafhankelijk te zijn van kleine storingen, zooveel mogelijk de transmissies afgeschaft en de onderdeelen van een drijvenden motor voorzien. De kolossale prijzen voor leder en balatta werden hierdoor tevens ontgaan. Uit hetzelfde oogpunt zocht men naar een vervangingsmateriaal voor de dure transportbanden, die aan groote slijtage onderhevig zijn. Dit werd gevonden in stalen riemen, die onder een helling van ca. 20° nog een groot transporteerend vermogen hebben. Waar dit eenigszins mogelijk is, vervangt men deze stalen riemen door skips, zoo bijv. kan men door het aanbrengen van een skip van de breekinrichting naar de eigenlijke concentratieinrichting veel plaats besparen. De slijtage aan een dergelijke inrichting is zeer gering, de capaciteit even groot als van een transportband en de aanschaffingskosten zijn geringer. Omstreeks 1900 werd, zooals hierboven werd medegedeeld, het ruwe product direct in den kogelmolen gevoerd, zonder voorafgaande breking dus. Soms schijnt het voordeelig om groote stukken erts in den kogelmolen te vermalen, zoo bijv. te Romme, waar bij een korrelgrootte van 15—20 m.m. van het te malen product, de slijtage der kogels 12 K.G. per 11 uur en bij een grootte van 15—20 cm. slechts 3 K.G. bedroeg. Bij proeven daaromtrent genomen, bleek echter dat het in het algemeen voordeeliger is om eerst het te vermalen erts te breken. In het algemeen dus wordt het erts hetzij door een Blake's, hetzij door een Gates' breker tot 25—30, hoogstens tot 50 m.m. gebroken. Aanvankelijk plaatste men deze brekers op de bovenste verdieping van de concentratie-inrichting, dus zonder fundatie in den vasten bodem. Doordat daardoor voortdurend het gebouw in trilling stond, is men er toe overgegaan om deze machines op aparte fundamenten in den beganen grond te plaatsen, hetzij direct bij de schacht, hetzij aan de eigenlijke concen-

tratieinrichting verbonden. Indien men de brekers in de directe omgeving van de schacht heeft geplaatst en de ertsbereidingsinrichting op eenigen afstand daarvan staat, dan wordt het gebroken en vaak ook reeds gesorteerde product door middel van kabelbanen of smalspoorbanen vandaar vervoerd. In het geval dat de breekinrichting direct in de omgeving van de concentratieinrichting is geplaatst, gebruikt men transportbanden, maar in den lateren tijd veelal skips. Omstreeks 1903 gebruikte men algemeen Gates' brekers, doch omdat de ervaring had geleerd, dat deze aan kostbare reparaties onderhevig zijn, gebruikt men nu bijna algemeen Blake's brekers, die in Zweden in Morgardshammer en te Nyhammer gemaakt worden, terwijl daarnaast de Hadfield, Krupp en Humboldt systemen in gebruik zijn. In plaats van den Gates' breker ziet men hier en daar de Sturtevant's rolbreker in gebruik. Voor minder grove stukken erts wordt nu meer en meer de zgn. disc crusher gebruikt. Deze wordt vnl. in Noorwegen in de koper- en zwavelkies-mijnen aangewend en ook in de nieuwe inrichting te Hvitafors bij Malmberget gebruikt men deze voor ijzererts. De Sturtevant's rolbreker gebruikt men o.a. te Klacka Lerberg voor erts van 60—20 m.m., hiermede vermaalt men ca. 3.75 ton per uur, terwijl 60 % van het product kleiner dan 5 m.m. is. Het product mag niet te veel fijn materiaal bevatten, anders werkt deze breker minder gunstig.

Walsen worden gebruikt voor producten met een korrelgrootte van 11—3.5 m.m., o.a. bij Våstra Ormberget, bij Åsboberg van 30—3.5 m.m., bij Dalkarsberg van 20—3.5 m.m. en bij Klacka-Lerberg van 18—3.5 m.m. Voor erts grooter dan 12 m.m. worden zgn. grofwalsen gebruikt, die 5—10 m.m. opening tusschen de rollen hebben, voor kleinere korrelgrootten sluiten de rollen aan. Wat de dimensies van walsen betreft, geeft volgende tabel een duidelijk beeld:

Concentratie Inrichting.	Soort Wals.	Diameter in m.m.	Breedte in m.m.	Omw. per min.	Afst. tusschen de rollen.
Dalkarlsberg . . .	grof	630	320 & 300	92	5 m.m.
	fijn	508	355 & 335	110	0 „
Klacka-Lerberg .	grof	650	310 & 290	84	10 „
	fijn	500	355 & 355	110	0 „
V. Ormberget . .	fijn	550	275	90	5 „
Asboberg	grof	700	320 & 300	66	10 „
	fijn	508	355 & 355	90	5 „

De benoodigde kracht voor een dergelijke wals bedraagt 6—7 P.K.
Van Klacka-Lerberg vinden we de volgende resultaten:

Grofwals.		Fijnwals.	
82,7 %	6 m.m.	43 %	2,5 m.m.
13,1 %	6—2 „	57 %	2,5 „
4,2 %	2,5 „		

In het algemeen gebruikt men voor het fijnmalen kogelmolens en het meest gebruikelijke type in Zweden is de Gröndal's kogelmolen. Naast deze vinden we ook Krupp's kogelmolens, die van Morgards-hammer en in den lateren tijd de „Kominor”, welke uit Denemarken stamt en daar in de cementindustrie in gebruik was. De Gröndal's kogelmolens komen voor in twee types. Het oorspronkelijke type heeft een lengte van 1 M. en heeft platte zijwanden, het nieuwe zgn. groote type is ongeveer 2 M. lang en heeft conische zijwanden. De nieuwere kogelmolens loopen vnl. op rol- of kogellagers en hebben zodoende de minste wrijving. Meestal is de molen door middel van kamwiel overbrenging aan den motor verbonden; het best is dit kamwiel in het midden gebracht, vaak echter treft men dit aan een der zijden aan. Inwendig is deze molen gevoerd met gietstalen baren, die 30 c.M. van elkaar staan. Vroeger plaatste men deze baren dich-

ter bij elkaar, maar door ze verder bij elkaar te zetten nam de capaciteit van 50 à 60 tot 80 ton per 12 uur toe. De kogels zijn van verschillende grootte voor verschillend materiaal, ook het aantal varieert. Voor relatief grof materiaal, dat in den kogelmolen komt, gebruikt men groote kogels, overigens is een groot aantal kleine kogels voordeelig, doordat men vele aangrijpingsvlakken krijgt. De grootte en het aantal der kogels worden bepaald naar de mineralogische hoedanigheid en de korrelgrootte van het product. Eenige gegevens omtrent kogelmolens worden gevonden op onderstaande tabel:

Concentratie Inrichting.	Fe geh. ruw pr.	Ton Kogels.	Gew. Kogel in K.G.	Omw.	Cap. uur.	P.K.	Slijt. K.G./ ton.
<i>Kleine type.</i>							
Blötberget	51	0,4	6	28	2,5	12	0,25
Bredsjö	30—36	0,8—1,0	9	25	1,75	30	—
Herräng	33—35	1,5	12,5	30	3,6	25	—
Kallmora	—	1,5	12,5	28	2	—	—
Persberg	30—35	1—1,5	—	28	1,5	—	—
Slotterberg	32	0,5—0,6	5	—	1,8	—	0,12
Timansberg	39	1	7,5	—	1,5	—	—
Uttersberg	48—50	1	12,5	27	2,2	—	0,38
<i>Groote type.</i>							
Blötberget	51	0,9	6	28	4,1	34	0,25
Flogberget	33—46	3	13	30	3,5	40	0,92
Guldsmedshytt	40—47	2—2,5	12,5	31	6	—	0,34
Langgruvfan	21—24	1,5	12	—	2,6	40	0,55
Riddarhyttan	35—46	3	12,5	33	6,5	75	0,52
Sikfors	27	1,6—2	8	32	2,4	54	0,97
Strassa	37,5	2,5—3	13	30	5,6	—	1,00
Södra Hyttan	34	1,5—1,7	8,5	28	4,3	50	0,5
Vigelsbo	—	3	13	29	4	40	—
Vintjärn	40—25	—	—	—	2,5	—	0,57
Östanmossa	28—30	2,5	—	33	4,9	70	0,64

De kogels zijn van verschillend materiaal vervaardigd, gewoon gietijzer, gietstaal, ook soms flintsteen, vaak ook gesmeede of geperste staalkogels. Stalen kogels bieden het meest weerstand tegen slijtage, maar op grond van de hoge prijzen worden die niet veel gebruikt. Bij Klacka-Lerberg gebruikte men gedurende 1903—1905 gietijzeren kogels, en gedurende 1906—1908 gesmeede stalen kogels. Van de eerste was de slijtage 1,45—1,51 K.G., en van de laatst genoemde 0,30—0,56 K.G. per ton ruw product. Bij Riddarhyttan had men met gietijzeren kogels een slijtage van 1.12 en met gesmeede kogels een slijtage van 0.28 K.G. per ton gemalen product. De capaciteit der molens is afhankelijk van de grootte van den molen, van de grootte en het aantal der kogels, de omwentelingssnelheid, de korrelgrootte van het te malen product, de graad van fijnheid daarvan en de mineralogische hoedanigheid van het erts. Uit de tabel blijkt dat de grootte molens de grootste capaciteit hebben. Bij proeven, te Blötberget genomen, bleek dat onder dezelfde omstandigheden de verhouding der capaciteiten der beide Gröndal's kogelmolens was 4.1 : 2.5. Bij Strassa nam men dergelijke proeven en vond dat de capaciteit van een grooten molen, die geladen was met 2.5 ton kogels, 150 ton per etmaal en van een kleinen, die geladen was met 1.5 ton kogels, 110 ton per etmaal was. Aanmerkelijk is het grootte verschil in benodigde kracht zooals uit de tabel blijkt; met de toename van het kogelgewicht, neemt ook de behoefte aan kracht toe. In de meeste installaties is een streven merkbaar om het kogelgewicht, zoowel als de omwentelingssnelheid grooter te maken. Aanvankelijk bedroeg dit gewicht 1.5—1.7 ton en het aantal omwentelingen 23, tegenwoordig bedraagt het gewicht aan kogels 3 ton, terwijl het aantal omwentelingen varieert van 28—35 per min. De korrelgrootte van het toegevoerde product is kleiner dan 35 à 40 m.m., met een minimum van 10 à 15 en een maximale grootte van 50 à 60 m.m. De korrelgrootte van het afgewerkte product wordt geregeld door de snelheid van den waterstroom. Men heeft een, meestal conische zeef aangebracht bij de uitmonding van den molen; de gaten van deze zeef varieeren van 2—0.5 m.m. De mineralogische hoedanigheid van het produkt heeft grooten invloed op het resultaat van de maling; niet alleen de meerdere mate

van brosheid, maar ook de grootte van korrel, waarmede het erts in het gesteente voorkomt en de wijze waarop ze zijn samengevoegd, beïnvloeden in hooge mate het malingseffect. Magnetiet is zeer bros en dus gemakkelijk te breken, dit is echter in vele gesteenten uiterst fijn verdeeld, bijv. in serpentijn, olivijn, chloriet, granaat etc., om dus een groot rendement te krijgen moet het product zeer fijn vermalen worden. In andere gevallen bijv. wanneer magnetiet fijn verdeeld in amphibool en pyroxeen voorkomt, kan het gemakkelijk daaruit los gemaakt worden. Dusdanige ertsen worden na kogelmolenbehandeling niet meer in de cilindermolens behandeld, hetgeen met eerstgenoemde ertsen wel het geval is.

Cilindermolens worden o.a. gebruikt te Flogberget, Dalkarlsberg, Guldsmedshyttan, Herrång, Karlsvik, Klacka-Lerberg, Lomberget, Riddarhyttan, Strassa, etc. en hebben ten doel de korrels, welke 2—1 m.m. groot zijn, zoo klein mogelijk te maken. Deze molens zijn in het algemeen 5 M. lang en hebben een diameter van 0.81—1.3 M. Ze roteeren met een snelheid van 30—35 omwentelingen per minuut en verbruiken 28—30 P.K. Ze zijn bekleed met kwartsietplaten en voor de helft gevuld met flintsteen van 7—8 m.m. diameter. Men heeft geprobeerd de voering van wit gietijzer te maken, het resultaat hiervan was minder gunstig.

Het van de separatoren komende product moet van een deel van het bevattende water bevrijd worden, alvorens het in de cilindermolens komt. Dit geschiedt in een trechter, in welks spits het erts bezinkt. In Riddarhyttan gebruikt men voor dit doel een soort classifier, bestaande uit twee concentrische trechters van plaatijzer. Door middel van een door den binnensten trechter gaande vertikale buis wordt de van de separatoren komende sliksroom in het onderste deel van de ruimte tusschen de beide trechters geleid en stijgt daarin op en loopt over den buitensten trechter, waarom een afloopgoot aangebracht is, weg. De grootste hoeveelheid van het vaste product zet zich af in de spits van den buitensten trechter en wordt van daaruit door middel van een regelkraan, die voorzien is van een buis, naar den cilindermolen geleid. Men kan de binnentrechter laten rijzen en dalen om de stroomsnelheid te regelen.

In den cilindermolen wordt het product in het algemeen voldoende fijngemalen. Proeven te Riddarhyttan genomen gaven de volgende resultaten:

0,0	0/0	groter dan 0,75	m.m.
0,12	0/0	0,75—0,37	„
1,7	0/0	0,37—0,15	„
97,9	0/0	kleiner dan 0,15	„

Ook te Flogberget heeft men hieromtrent een onderzoek gedaan en vond:

2,2	0/0	0,30—0,19	m.m.
7,3	0/0	0,19—0,13	„
22,2	0/0	0,13—0,08	„
68,2	0/0	kleiner dan 0,08	„

Hierboven werd reeds medegedeeld, dat de magnetische scheiding in den laatsten tijd meer trapsgewijze geschiedt, opdat de verschillende eenheden niet te zwaar belast zullen worden. Direct na de eerste breking maakt men een scheiding tusschen ertshoudend en steriel product. Na de verdere breking geschiedt dit zoodanig, dat bij de eerste scheiding alleen het magnetische product en sterk magnetische gemengde korrels worden afgescheiden, terwijl in de volgende scheiding door een sterker magnetisme de zwakkere gemengde korrels worden afgezonderd. Men onderscheidt in het moderne ijzererts-concentratiebedrijf:

1. Zuiveringsapparaten (Malmskiljare).
2. Voorseparatoren.
3. Fijn- of slikseparatoren.

Het is duidelijk dat een trapsgewijze scheiding, in verband met een trapsgewijze breking, groote voordeelen met zich brengt. Ter eene zijde worden daardoor de kosten voor breken verminderd, doordat steriel gesteente de molens niet passeert, en ter andere zijde functioneeren de diverse scheiders beter. Vooral de magnetische zuivering, direct na de breking, is voordeelig gebleken o.a. bij Langgruvfan werd hierdoor 19 % van het toegevoerde product als steriel, met 12—13 % ijzer, waarvan 3 % als magnetiet, afgescheiden. Bij Bredsjö werd het ijzergehalte van het in de kogelmolens komende product

van 33.8 tot 38.4 % verhoogd, terwijl het als steriel afgescheiden product 7—9 % Fe bevatte. In doorsnede wordt hier $\frac{1}{10}$ tot $\frac{1}{7}$ van het uit de brekers komende ruwerts als steriel afgescheiden. Bij Ostanmossa werd 17 % van het toegevoerde product door grofscheiding als steriel verwijderd en bij Sikfors, waar het ijzergehalte van het ruwerts 27 % bedraagt, werd dit percentage door zuivering tot 35 verhoogd; bij Blötberget kwam men van 42.8 tot 51.2 % ijzer. Niet voor ieder erts is dit voordelig, zoo bijv. bij Riddarhyttan was het ijzergehalte van het op deze wijze afgescheiden product te hoog en het was loonend om dit nog te vermalen en verder te behandelen. Het spreekt vanzelf dat apparaten, die met succes dit werk zullen verrichten, sterk gemagnetiseerd moeten zijn. Aanvankelijk was hiervoor in Zweden de Wenström's malmskiljare in gebruik; deze is in den laatsten tijd verdrongen door het magnetische zuiveringsapparaat van Gröndal en dit wordt nu weer vervangen door dat van Hårdén. Gröndal's zuiveringsapparaat bestaat uit een trommel van 800 m.m. diameter en 400—500 m.m. breedte, die roteert met een snelheid van 18—23 omwentelingen per min. om een systeem van vier stuks stilstaande magneten, met wisselende polariteit. Over de trommel van dezen scheider loopt tevens een transportband, die het erts van de breekinrichting naar de eigenlijke concentratieinstallatie vervoert. Deze scheider werkt met een stroomsterkte van 8—10 Amp., bij een spanning van 110 Volt en heeft een capaciteit van 5 à 6 tot 10 ton ruwerts per uur. Bij vele inrichtingen is nog in gebruik de zgn. Vulkanus malmskiljare, die uit een trommel van zink bestaat, die om een U vormige electromagneet, waarvan beide polen zijn toegespitst, roteert. Deze trommel is van buiten belegd met lamellen van week ijzer, afwisselend met lamellen van zink of koper van 3 m.m. dikte. Het magnetisme wordt geïnduceerd in de ijzerlamellen, die zich tussen de polen van de magneet bevinden en hierdoor worden de magnetische ertsstukken aangetrokken en waar de lamellen buiten het magnetische veld komen, worden die losgelaten. De magneet is vastgesteld op een horizontale as, waarvan de stand gemakkelijk gewijzigd kan worden. De trommel heeft een diameter van 600 m.m. en roteert van 16—22 omwentelingen per min. Twee grootten worden

onderscheiden: type A met 390 m.m. trommelbreedte en type B met 650 m.m. Type A werkt met een stroomsterkte van 1.6 Amp., type B met 2.2 Amp. en beide met een spanning van 220 Volt. Een modificatie hiervan is het Knut-Eriksson zuiveringsapparaat, het eenige verschil is dat de afstand tusschen de polen veranderd kan worden, en daardoor de veldsterkte. Te Grängesberg gebruikt men de Landén-Josephsson malmskiljare. Deze bestaat uit een trommel, die om een vaste, excentrisch geplaatste, electromagneet roteert. De trommel bestaat uit zink, waarin platen week ijzer zijn gelegd, loodrecht op de lengterichting van het apparaat. De magneet bestaat uit een op een horizontale as bevestigde schijf ijzer, waaromheen koperdraad, geïsoleerd met glimmer gewikkeld is. Dit apparaat werkt met een stroomsterkte van 25 Amp. en 25 Volt spanning. Vooral in Lapland, maar ook op vele andere plaatsen in Zweden is de magnetische grofseparator van Härdén in gebruik. Deze bestaat uit een metalen trommel, die rond een stationnair systeem van 4 of 6 magneten roteert. Eigenlijk is dit niets anders dan het systeem Gröndal. Deze worden geleverd in vijf verschillende soorten, voor stukken erts van 75—150 m.m. grootte. De stroomsterkte wisselt daarvoor van 8—32 Amp. en de spanning is steeds 110 Volt.

Als magnetische separatoren komen in het algemeen de systemen Gröndal en Härdén het meeste voor, daarnaast verschijnen als enkelingen: Fröding's Eriksson, Forsgrens, Landén-Josephsson, Vulcanus, Lundberg-Holmberg's separatoren. Gröndal's separatoren komen voor in vijf verschillende types, waarvan die vier oudste niet meer gebruikt worden. Type 5 wordt langzamerhand verdrongen door Härdén's separator, die goedkoper is, maar feitelijk slechts zeer weinig van het Gröndal's patent verschilt. Type 5 van Gröndal is eigenlijk een modificatie van de oudste, in Zweden gebruikte, separator Monarch. Evenals deze bestaat type 5 uit een systeem radiaal geplaatste electromagneten met wisselende polariteit, waaromheen een trommel van messing roteert. Deze electromagneten zijn uit een stuk gegoten en op een horizontale as bevestigd, die voorzien is van stelschroeven, waardoor de magneet verplaatst kan worden. Het eigenlijke verschil is dat bij Gröndal's separator het product van

onder af aan toegevoerd wordt in een slikstroom, waaruit de magnetische deelen naar den trommel toe worden getrokken. Onder sterke waterspoeling passeeren zij de verschillende magneetpolen en worden tenslotte van den trommel afgespoeld. Dit type komt in twee grootten voor nl. een met een breedte van 90 c.M. (dubbele) en een met een breedte van 45 c.M. (enkele), de diameter van beide is 75 c.M. In den regel werken de separatoren in tandem, zoodat het product eerst de eene passeert en zodoende bevrijd wordt van een groote hoeveelheid afval, het concentraat komt dan op den tweeden separator. Bij Östanmossa wordt het dan verkregen concentraat nog op een derden separator behandeld, eveneens te Flogberget. In het algemeen werken de enkele separatoren met een stroomsterkte van 4—8 Amp., de dubbele met 10—12 Amp., beide bij een spanning van 110 Volt. De trommels maken 20—40 omwentelingen per min. Men bekleedt ook wel de trommels met koperdraad of met een gummiband van 1 m.m. dikte, soms een asfaltlaag van 4 m.m. dikte. In principe is de Härdenseparator als die van Gröndal, maar de wijze waarop het concentraat afgewasschen wordt van den trommel is eenigszins anders. Evenals de vorige bestaat deze ook in twee verschillende grootten; de capaciteit van de smalle is 3—4 ton per uur, van de breede 5—8 ton en hangt af van de kwaliteit van het erts. De scheiders worden gebruikt voor korrels van 5—10 m.m. grootte. De benodigde kracht voor den kleinen separator is $\frac{2}{3}$, voor den grooten 1 P.K. De magnetiseerende stroom bij 110 Volt bedraagt 7.5 Amp. voor een kleine, 15 Amp. voor een groote scheider.

De Fröding's separator wordt nog slechts weinig gebruikt, o.a. te Kallmora in de koperertsbereidingsinstallatie. Deze maakt bij een spanning van 110 Volt en een stroomsterkte van 10 Amp. 10 omwentelingen per min. Een conische schijf van messing roteert over een systeem naast elkaar geplaatste magneten, die wisselende polariteit hebben. De magneten zijn radiaal geplaatst op 50 m.m. afstand van elkaar.

De van de magnetische concentratieinrichtingen komende producten zijn steeds waterhoudend en kunnen op grond daarvan niet direct gebriketteerd worden. Om de concentraten te drogen gebruikt

men zgn. schudkasten. Deze schudkasten zijn van plaatijzer vervaardigd, zij hebben een hellenden bodem en rusten op een as, waaraan twee wielen, op hellende rails. Om deze as kantelt de kast, wanneer deze geledigd moet worden. Een ronddraaiend excentrisch wiel duwt het geheel naar voren, en doordat de rails oploopt tegelijk naar boven en laat daarna de bak vrijvallen. Het water loopt bij deze beweging over en bij het terugvallen pakken de concentraten zich samen op den bodem. De valhoogte bedraagt ca. 20—30 m.m. en het aantal slagen wisselt van 14—17 per min., soms bedraagt dit 25—30. Het op deze wijze verkregen concentraat bevat nog 6—7 % water en is als zoodanig voor briketteering geschikt. De niet magnetische ijzerertsen worden in deintoestellen of op tafels behandeld. Roteerende tafels worden niet meer gebruikt, alleen schudtafels. Bij de ijzerertsbereiding maakt men in het algemeen gebruik van het deintoestel, systeem Harz voor producten met een korrelgrootte van 3.5—2 m.m. De capaciteit hiervan wisselt van 1.6—1.16 ton per afdeling en per uur. Ingenieur BRING e.a. hebben proeven genomen met Richard pulsator jig. De resultaten waren van dien aard, dat deze machine niet meer toegepast wordt. In de zwavelkiesbereiding heeft men in den laatsten tijd de uit Australië stammende Hancockjig geïntroduceerd. Op een schudzeef in een houten bak, die met water gevuld is, wordt het product toegevoerd. De lichtere steriele deelen worden door den waterstroom meegevoerd, het erts bezinkt en wordt langzaam over de zeef getransporteerd. Ook in de ijzerertsbereiding gebruikt men in den laatsten tijd deze machine o.a. te Hvitafors. Bij de zwavelkiesbereiding vervangt de Hancockjig acht deintoestellen, systeem Harz.

De Rittinger- en Wilfleytafels zijn over het algemeen verdrongen door de schudtafels van het type Ferrari. Deze werken met een snelheid van 300—330 slagen per min. en hebben een capaciteit van 350—400 K.G. per uur, het krachtverbruik bedraagt 0.5 P.K. en het waterverbruik 75 minuutliter per tafel.

Tenslotte wil ik U eenige cijfers noemen van flotterinrichtingen. Allereerst komt daarvoor in aanmerking de Elmoreinrichting van Sulitjelma. In de ertsbereidingsinrichting wordt het armere erts, het

zgn. wascherts dat 1.8 % Cu en 21 % S bevat, behandeld. Dit wordt geconcentreerd tot Cu houdende pyriet met 2.5 % Cu en 43—44 % S. Deze inrichting werkte met goed resultaat voor zwavelkies, niet ook voor koperkies. Daarom begon men in 1908 met den aanleg van een Elmoreinrichting met 12 apparaten. In 1912 werd deze uitgebreid tot 18 apparaten. Het product, dat van de wasscherij komt is zeer waterrijk en daarom moeilijk te behandelen. Het bevat ca. 1.6 % Cu als het uit de concentratieinrichting komt, en 1.2 % Cu als het in de Elmore-apparaten treedt. Gedurende het jaar 1914 werd in de Elmoreinrichting behandeld:

Tusschenproduct van de wasscherij . . .	120419,0 ton
Ruwerts van de mijnen	2579,5 „
Slik uit Langvand.	32172,4 „
Totaal	155170,9 ton

hetgeen gemiddeld 1.53 % Cu en 12.59 % S bevatte. Hiervan verkreeg men 13376.3 ton Elmoreconcentraat, met een gehalte van 7.11 % Cu en 34.09 % S.

Vatten we de resultaten van de jaren 1909—1914 samen in een tabel:

Jaar.	Ton Elmore conc.	% Cu.	Kosten p. Ton conc.
1909	7711,1	6,77	19,28
1910	7993,5	7,29	20,22
1911	6524,7	6,46	18,27
1912	11497,9	6,40	15,25
1913	11472,0	5,84	14,57
1914	13376,3	7,11	22,81

In de ertsbereidingsinrichting wordt op de sorteertafels gelezen:

	% Cu.	% S.
Exportkies.	3	44
Smelterts	6	30
Wascherts	1,8	21
Elmore erts	2,2	25
Afval	0,25	3

De eigenlijke Elmoreinrichting bestaat uit drie hoofdafdeelingen:

A. Zeef- en bezinkingsafdeeling.

B. Breekafdeeling.

C. Elmoreafdeeling.

A. In de ertsbereidingsinrichting worden langs den natten weg ca. 700 ton materiaal per 24 uur (effectief 23 uur) verwerkt. Hierbij wordt een groote hoeveelheid water verbruikt en in het wegstromende water, ca. 300 L. per sec., bevindt zich ca. 6 K.G. fijn erts, hetgeen overeenkomt met 19 K.G. per M^3 . In de toekomst hoopt men dat deze hoeveelheid kleiner zal worden. De water- en slijkstroom komt in de Elmoreinrichting uit de concentratieinrichting door een met glazuursteen gevoerde houten goot, die uitstekend tegen de schurende werking bestand is. Het slijk komt eerst in een „Spitzkasten”, waar een scheiding in fijn en grof materiaal plaats heeft. Het grove materiaal wordt vervoerd naar drie King screens, die gemaakt zijn van bronsgaas van $\frac{3}{4}$ m.m. maaswijdte. Het van water bevrijde product dat groter is dan $\frac{3}{4}$ m.m. komt in een trechtersvormige bak, van waaruit het door een transportband, die een helling van 20° heeft, vervoerd wordt naar de breekinrichting. Ca. 55 % van het totale gewicht van het product, dat van de wasscherij afkomstig is, is groter dan $\frac{3}{4}$ m.m. Het product, dat kleiner dan $\frac{3}{4}$ m.m. is, gaat samen met het fijne materiaal van het classeeringsapparaat naar 15 bezinkingstanks, die van hout vervaardigd zijn en een bodemoppervlak van $5 \times 5 M^2$. hebben en die voorzien zijn van 4 overloopen en bodemafloopen. Het in deze tanks komende materiaal bevat 45 % van het totaal toegevoerde en dit bevat slechts 8.5 K.G. per M^3 . water. In deze bezinkingstanks wordt ca. 80 % van de toegevoerde hoeveelheid afgezet, de rest gaat weg met de overloop; deze rest is rijk aan Cu. Een zeefproef heeft uitgewezen dat bijna al het verloren gaande product kleiner is dan de 200 zeef. De bodemuitlaat heeft een diameter van 6 m.m., waardoor per sec. 1.6 L., inhoudende 9 K.G., stroomt. Dit product wordt vervoerd naar een pompreservoir in de benedenetage van het gebouw. Hiervandaan wordt het opgepompt door middel van 4 centrifugaalpompen, die direct aan 4 peltonturbines gekoppeld zijn, naar verdeelingsapparaten, waarvandaan het in be-

noodigde hoeveelheid naar de Elmoreapparaten gedistribueerd wordt.

B. De breekinrichting is in een afzonderlijk gebouw ondergebracht. Van de zeven wordt het grove product naar een voorraadsbak vervoerd en vanuit deze naar 5 Gröndal's kogelmolens (grootte type). In deze molens wordt het vermalen tot $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ m.m. korrelgrootte. Van hier gaat het product naar bovenbedoeld pompreservoir en naar de verdeelingsapparaten. Gedurende 5 à 6 maanden van het jaar wordt ook het vroeger in Langvand weggeworpen slik uit de ertsbereidingsinrichting behandeld. Dit komt ook in genoemden voorraadsbak.

C. Gedurende den tijd dat het slik uit Langvand wordt opgepompt zijn alle 18 apparaten in gebruik, in den winter slechts 10.

De hoofdverdeelingsapparaten hebben 3 aflooppijpen, die leiden naar 3 mechanische verdeelers van 6 apparaten. Het product wordt dus in 18 gelijke deelen verdeeld. Als een Elmoreapparaat niet functioneert, dan wordt het product automatisch naar de verdeelapparaten teruggevoerd. Van de verdeelapparaten wordt het product in een buis naar een soort conische Elmoretank getransporteerd. Hier wordt het product geconcentreerd. De overloop van deze tanks komt samen met den overloop van de hiervoor bedoelde bezinkingsreservoirs. Ook deze overloop is rijk aan koper, men wil dit later op een nieuwe flotationwijze concentreeren. Het geconcentreerde product uit de Elmoretanks stroomt in een mengapparaat, waarin olie wordt toegevoerd door middel van een kleine met riemoverbrenging gedreven pomp. Het olie-ertsmengsel wordt, nadat het innig vermengd is, opgezogen in de vacuum-concentreerapparaten. Hier heerscht een vacuum van 27" kwikzuil, dat tot stand komt door twee triplexvacuumpompen. Een derde pomp is aanwezig en wordt bij het in gang zetten en later als reserve gebruikt. De met olie vermengde deeltjes, in de eerste plaats koperkies, gaan met de luchtballen naar boven in den ringvormigen afloop van den concentrator. Het niet zwavelhoudende product valt op den bodem en vloeit weg door de zgn. afvalbuis, die aan de peripherie is aangebracht. In het concentraat wordt ook een deel van het zwavelkies medegevoerd. Binnen zekere grenzen kan men door den olietoevoer te wijzigen het kopergehalte van het concentraat laten varieeren. Hoe minder olie men gebruikt des te minder

zwavelkies en gemengdkorrelig materiaal in het concentraat komt en des te hooger dus het kopergehalte wordt. Het koperpercentage van het concentraat, dat men verkrijgen wil, hangt af van de versmeltingskosten en den prijs van het koper. Op grond van het koperverlies in de bezinkingstanks, is het in de Elmoreapparaten ingaande product armer, dan het tusschenproduct, direct van de wasscherij afkomstig; Het product, dat in de Elmoreapparaten komt bevat 1.2 % Cu, het verkregen concentraat 7.2 % Cu en de afval slechts 0.25—0.30 % Cu. Het Elmoreconcentraat, dat 34 % S bevat, is vrij van nevengesteente.

De olie, die gebruikt wordt is een mengsel van Solarolie en andere ongeraffineerde minerale oliën, van een S. G. van 0.94. Het olieverbruik bedraagt 1.0—1.2 L. per ton ruw product. Aanvankelijk werd ook een hoeveelheid zwavelzuur van ca. 1.4 K.G. per ton verbruikt, tegenwoordig gebruikt men in het geheel geen zuren meer. Zekerlijk zou men door zuur toe te voegen een armere afval kunnen krijgen, maar anderzijds heeft het zuur een invretende werking op de metaaldeelen van het apparaat. Op de sorteertafels verkreeg men een product het zgn. Elmoreerts. Dit bestaat hoofdzakelijk uit koperkies en magneetkies. Dit wordt direct aan de ertsbereidingsinrichting onttrokken omdat deze het zwavelgehalte van het concentraat vermindert. Men heeft beproefd en met goed resultaat, om dit ertstype te elmoreiseeren en het koperkies van het magneetkies te scheiden. Bijvoeging van zuur is bij dit proces schadelijk omdat magneetkies dan direct flotteert. Dat was dan ook een van de oorzaken waarom men in Sulitjelma geen zuur meer in de Elmoreinrichting gebruikte. In 1913 heeft men de breekinrichting geheel veranderd. Voor dien tijd gebruikte men Krupp's kogelmolens, die veel reparatie behoeften en dus geringe capaciteit kregen. De voordeelen, die men door het gebruik van Gröndal's kogelmolens verkreeg waren o.a. dat het materiaal minder fijn verpoederd werd, en daardoor de koperverliezen geringer en de bedrijfszekerheid grooter werd. In 1915 heeft men om de slikvorming tegen te gaan met voordeel Deensche flintsteen aangewend. De bruikbaarheid van het Elmoreproces voor fijn slik is vaak betwist en de ervaring, die de Sulitjelma maatschappij in deze heeft opgedaan, is dat verschillende ertsen zich zeer verschillend

gedragen, sommige geven heel goede, andere minder gunstige resultaten, zonder dat men de oorzaak hiervan verklaren kan. Men werkt in drie achturige diensten. Per dienst is aanwezig een opzichter en 4 arbeiders, waarvan voor de Elmoreinrichting een, een voor de breekinrichting en twee voor de overige werktuigen. Behalve deze zijn op den dagdienst drie reparateurs. Het arbeidsloon was gedurende 1915 en 1916 ca. 70 Öre per uur. De reparatie- en onderhoudskosten per ton ruw product, door de Elmoreapparaten behandeld, worden als volgt verdeeld:

	Arb. loon & Materiaal.
Zeef- en bezinkingsafdeeling	0,016 Kr.
Kogelmolens	0,316 „
Pompen	0,097 „
Transportbanden (transporteerende lengte 105 M.)	0,065 „
Elmore apparaten	0,059 „
Kracht en transmissie	0,037 „
Goten	0,014 „
Diversen	0,056 „
Totaal	0,660 Kr.

Hierbij komt nog arbeidsloon benevens de uitgifte voor smeerolie en olie en de zgn. licencekosten, die tezamen Kr. 1.— bedragen. De kosten voor verwarming en verlichting bedragen Kr. 0.12, alles berekend per ton ruwerts. Bovenstaande kosten wijzen intusschen niet de respektieve kosten per ton product, dat werkelijk is behandeld in de verschillende apparaten, maar alleen voor de Elmoreapparaten. Zoo bijv. hebben de kogelmolens niet dezelfde hoeveelheid erts behandeld als de Elmoreapparaten. De kosten per ton werkelijk vermalen product worden dan heel anders, ca. Kr. 0.50. De aanleg wordt gedreven door drie Peltonturbines, die werken onder een druk van 140 M. water. Een hiervan is bestemd voor het eigenlijke werk en is 50 P.K. sterk, de twee andere zijn 200 en 150 P.K., de eerste drijft 3, de andere 2 kogelmolens.

Het Elmoreproces wordt met zeer veel succes toegepast voor het

concentreeren van molybdeenglans, zooals dit in het zuiden van Noorwegen o.a. te Dalen in Telemarken geschiedt, vermoedelijk is dit echter het meest geschikte product voor ieder mogelijk flotation-proces. Proeven omtrent de oeconomische waarde van een bepaald proces heeft men hier niet genomen, de tegenwoordige hoge prijs en de groote vraag naar dit artikel hebben dit niet noodzakelijk gemaakt.

Interessant in dit verband is nog de lijdensgeschiedenis van het Saxgebergte erts; deze doet eenigszins denken aan die van de Broken Hill mine in Australië. Het te behandelen erts bevat 12—18 % zink, 5—7 % lood, 0.5—1 % koper, behalve dit nog magneetkies, magnetiet en pyriet. Deze mineralen zijn innig vergroeid met elkaar, zoowel als met de het erts omgevende skarn, zoodat geen concentratie tot stand kan komen, alvorens het product tot 0.5 m.m. korrelgrootte is vermalen. Op grond van de brosheid der ertsmineralen en de geringe hardheid in verhouding tot het nevengesteente dat uit hoornblende, straalsteenglimmer, kwarts, chloriet en kalksteen bestaat, hebben groote metaalverliezen plaats, doordat men stof en slikvorming niet kan ontwijken. Behalve dit wordt het probleem der concentratie nog verzwaaard, doordat het specifiek gewicht van een deel der mineralen dicht bij elkaar ligt. Hierbij komt dat classeering, die voor concentratie langs den natten weg noodig is, niet wel mogelijk is. Aanvankelijk geschiedde deze concentratie hoofdzakelijk op schud- en ronde tafels, terwijl de magnetische mineralen langs magnetischen weg werden behandeld. Hiervan verkreeg men de volgende producten: loodconcentraat en zink-loodconcentraat, dat daarna direct behandeld werd tot zinkconcentraat, tusschenproduct en afval. De afval bevatte 8—10 % zink en 3—4 % lood en het tusschenproduct 20—25 % zink en een weinig lood. De metaalverliezen bedroegen hierbij 50—60 %.

Door middel van het Elmoreproces hoopte men de grootste verliezen tegen te gaan, doch dit gelukte slechts ten deele. Men deed hier weer de ervaring op, dat erts van een plaats in de mijn relatief gemakkelijk geconcentreerd kon worden, en van een andere plaats in dezelfde mijn zich heel moeilijk of niet liet behandelen door het Elmoreproces. Een poging om het verkregen slik te concentreeren

mislukte. Van de van slik bevrijde tusschenproducten verkreeg men een concentraat van 40 % zink, terwijl de afval in het gunstigste geval 5—6 % bevatte, in den regel was dit 12 % en meestal bevatte het concentraat niet meer dan 30 %. Later werd een tweede apparaat toegevoegd om den afval van het eerste nogmaals te behandelen. Na een paar jaar was het resultaat dusdanig, dat men een andere werkwijze moest toepassen. Men had o.a. de ervaring opgedaan dat olie van verschillende vaten van dezelfde zending verschillende resultaten gaf. Het olieverbruik bedroeg 5—10 K.G. per ton ruwerts, en de prijs van de olie varieerde van 5—10 Öre per K.G. Twee Elmoreapparaten konden gemakkelijk door een persoon bediend worden. Het krachtverbruik bedroeg 5—6 P.K. per apparaat en per uur. Een apparaat kostte 15,000 Kr. Om een geregelden gang van zaken te krijgen, kon men de productie niet hooger opdrijven dan 1—1.5 ton ruwerts per uur en per apparaat. De reparaties werden zeer groot vnl. aan de mengapparaten, daar alle ijzerdeelen door het zwavelzuur krachtig werden aangegrepen. Bovendien zijn de Elmoreapparaten vergeleken bij die van Minerals Separation en van Gröndal zeer gecompliceerd. Het eenige verschil van het Elmoreproces met de overige flotationprocessen bestaat daarin, dat bij eerstgenoemd de afscheiding van de door olie en concentraat gevormde producten onder vacuum geschiedt, welk principe ook theoretisch het voordeeligst is, ofschoon de uitvoering in de practijk groote moeilijkheden medebrenkt. Sedert 1912 maakt men nu gebruik van Minerals Separation en hierbij bleek dat de olie, welke bij het Elmoreproces gebruikt was, geheel ongeschikt was. Eerst na vele verschillende proefnemingen gelukte het tenslotte een teerolie te vinden, die bruikbaar was. Deze olie geeft een meer samenhangend schuim als minerale olie en was misschien ook beter bruikbaar geweest voor het Elmoreproces.

Al het ruwe product dat door de kogelmolens is fijngemalen komt nu via magnetische separatoren, waar de magnetische deelen worden weggenomen, in het Minerals Separationapparaat. Hier worden de ganggesteenten afgescheiden en daarna wordt het concentraat op schudtafels gescheiden in loodconcentraat en zink-loodconcentraat. Uit het ruwerts dat 12—15 % Zn, 4—5 % Pb en 0.5—1 % Cu bevat,

verkrijgt men zodoende een concentraat van 20—25 % Zn, 12—15 % Pb en 1 % Cu. De afval bevat 4—6 % Zn en 2 % Pb. Het verkregen loodconcentraat bevat 70 % Pb, 700 gram zilver en 8 gram goud per ton, het zinkconcentraat bevat 30 % Zn, 5 % Pb, 1.5—2 % Cu en 200 gram zilver per ton.

De voordeelen van Minerals Separation, in vergelijking met het Elmoreproces, zijn vnl. de eenvoudige constructies met geringere reparatiekosten daaraan verbonden, hogere bedrijfszekerheid en op grond van de groote capaciteit geringere bedrijfskosten.

Ten laatste nog een en ander over het nieuwste olieprocedé in Zweden, nl. dat van Gröndal. Dit wordt o.a. met succes toegepast te Kallmora. Toen deze ijzermijn in 1915 in andere handen was overgegaan, bleek kort na de overdracht dat een dikke diorietgang het ertslichaam afsneed. Groot was de teleurstelling van de alles verwachtende nieuwe eigenaren, niet minder groot echter werd hun vreugde toen men door bedoelde gang heengebroken, ontdekte dat men op een koperertslichaam van buitengewonen rijkdom stootte. Dit erts had een gemiddeld gehalte van 8 % Cu.

Het erts uit de impregnatiezone bevatte slechts 0.5—1 % Cu, hiervoor moest men dus een methode voor concentratie vinden.

Gröndal had gedurende eenige jaren de verschillende olieprocessen bestudeerd en heeft ook getracht een theorie daaromtrent samen te stellen, doch nog met minder succes dan Prof. VALENTIN en docent Schranz te Clausthal. GRÖNDAL kwam tot één positief resultaat nl. dat het product dat flotteren moet, uiterst fijnkorrelig dient te zijn, zoodat per kubieke eenheid een oneindig aantal korrels aanwezig zijn. Iedere ertskorrel moet met olie in aanraking komen daar dit anders geen deel neemt aan het proces; opdat dit verwerkelyk zou kunnen worden, gebruikte GRÖNDAL een colloidolie, die gemakkelijk een wateremulsie vormt. De uitkomst hier van was dat in vele gevallen deze olie voldeed, te meer daar veel schuim gevormd werd. Per ton ruwerts werd 20—30 gram olie verbruikt. Voordeel hiervan is natuurlijk de geringe kostprijs, doch ook dat een zoo oliearm concentraat gemakkelijk op schudtafels behandeld kan worden. Bij complexe ertsen, als Saxberget, is dit laatste van zeer groot belang.

Hoewel de resultaten, verkregen met colloïdolie gunstig waren is een nadeel dat deze olie weinig stabiel is. GRÖNDAL probeerde daarom een emulsie te maken met gewone olie en dat gelukte zeer wel. De olie werd in een injector gedaan en in aanraking gebracht met stoom, lucht of een ander gas. Daar de gasquantiteit in verhouding tot de hoeveelheid olie kolossaal groot was, werd de olie als het ware „vergast”. Dit met olie bezwangerde gas werd in het ertsslik gepompt, waardoor de olie een emulsie in het sliewater vormt, terwijl een krachtige omroering plaats grijpt. GRÖNDAL is op dit idee gekomen, maar de verdiensten van het construeeren van een apparaat, waarin continu het proces zich afspeelt, komen aan den ingenieur ERIK WESTLUND in Grufgården. Evenals het Minerals Separation-apparaat is ook dit zeer eenvoudig, het bestaat uit een houten kist met 5—10 communiceerende afdeelingen. In iedere afdeeling wordt in den bodem een buis ingelaten, waardoor het ertsslik met gas en olie wordt ingelaten. In de eerste afdeeling wordt ertsslik ingevoerd en dit passeert de volgende afdeelingen. Het ontstane schuim verlaat iedere afdeeling door middel van een sluis. Het metaalgehalte van het schuim is het rijkste in de eerste afdeeling en vermindert successievelijk; door wederbehandeling van het armste schuim verkrijgt men rijk concentraat. Het verkregen concentraat te Kallmora bevat 20 % Cu. Door middel van dit procedé wil men thans de storten, die bij Kallmora zilvermijn liggen, op lood-zilver verwerken.

Het is aan GRÖNDAL ook gelukt om de haematietafval, die 10—15 % ijzer bevat, met dit olieproces te concentreeren tot een product met een gehalte van 60—65 % ijzer. Het ligt voor de hand dat dit laatste nog slechts van theoretische beteekenis is.

Hiermede ben ik aan het eind gekomen van wat ik U in korten tijd over dit onderwerp kon mededeelen, mij rest alleen nog een woord van dank aan Prof. GRUTTERINK, op wiens voorstel ik in staat gesteld werd om de vele gegevens te verzamelen, waarvan ik U hier zeer in 't kort een resumee gegeven heb.

Utrecht, Maart 1918.

VERSLAG OVER DE LEZING

gehouden door Ir. C. M. FRIJLINCK c. i. Hoofdingenieur
der N. V. tot Ontginning van Bruinkoolvelden *Bergerode*
op 18 April 1918 te Delft

Toen in Mei en Juni 1917 de eerste korte berichtjes in de dagbladen verschenen over een eventueele exploitatie van de in Zuid-Limburgschen bodem verborgen liggende bruinkool, hebben velen — en daaronder ook technisch en wetenschappelijk ontwikkelden — geschokschouderd en een welwillend minachtend glimlachje over gehad voor die menschen, die nu zouden willen probeeren, wat toch immers volkomen onmogelijk geoordeeld werd. Bestond dan ook in den aanvang bij de betrokken autoriteiten ongeloof in de mogelijkheid eener beteenende exploitatie der bruinkoolvelden, weldra zag men in, dat bij den dringenden brandstofnood alle pogingen om die te verlichten moesten worden gesteund, zoodat spoedig de kolendistributie, wat betreft prijsregeling en de Staatsmijnen, wat betreft het verleenen van spoorwegaansluitingen en het beschikbaarstellen van haar zijlijn Nuth—S. M. Hendrik met emplacementen, en ook de Mij. tot Expl. van Staatsspoorwegen, wat betreft het gebruik der benoodigde wagens ten volle hun medewerking verleenden.

Door de hulp van den Rijkswaterstaat kwam aan het Wilhelminakanaal bij Weert een overlaadinrichting tot stand.

Door den durf en het doorzettingsvermogen der ontginners werd de bruinkoolexploitatie een volkomen succes, in dien zin, dat de productie van bruinkool thans ongeveer even groot is als die van een flinke steenkoolmijn, gerekend naar 't warmtegevend vermogen.

De bruinkoolexploitatie heeft daardoor medegeholpen om het tekort aan brandstof in Nederland te dekken, zoodat wij ons door

deze ontginningen economisch en finantieel minder afhankelijk van 't buitenland — in casu onze groote Oostelijke Nabuur — hebben gemaakt, hetgeen indirect op onze voedselvoorziening invloed heeft uitgeoefend en op zichzelf reeds in deze tijden van groot nationaal belang moet worden geacht.

Een ieder, die nog twijfelen mocht aan de exploitabiliteit of misschien de hoeveelheid bruine diamant binnen onze landspalen, zou ik willen raden de straat eens op te loopen, oogen en neus goed open te zetten en hij zal weldra tusschen de straatsteenvoegen de typische bruine korreltjes vinden en de nog typischer zoete geur waarnemen van de allerwege gestookte bruinkool, die haar toepassing vindt in fabrieken zoowel als in huisbrand, in brokken of wel ruwweg gebriketteerd, al of niet met steenkoolgruis van onze nationale steenkolen vermengd.

Zoo hem dit niet voldoende is, zou ik hem willen uitnoodigen tusschen de Limburgsche heuvelen eens een dagje rond te kijken.

Dag en nacht kan hij daar de pittige lokomotiefjes, de ernstig schrapende excavateurs, de bescheiden in een hoekje stilsnorrende pompen en vooral duizenden werklieden bezig zien de Nederlandsche brandstofnood te helpen verlichten.

Naar dat terrein van rustelooze werkzaamheid voerde ons de heer FRYLINCK in woord en vooral met behulp van een groot aantal lichtbeelden, terwijl eenige opgehangen kaarten zoowel in globaal overzicht als in onderdeelen ons de weg wezen.

Eerst hoorden we in 't kort de geschiedkundige wording van den bruinkool-mijnbouw in Zuid-Limburg. Deze ontginning geschiedt volgens concessie door de Koningin verleend.

Achtereenvolgens zijn verleend de concessies:

Carisborg I in 1916 voor het veld Carisborg I, groot 120 H.A.

Bergerode in 1917 voor de velden Brunahilde I, Brunahilde II, Carisborg II en Energie, samen groot 332 H.A.

Herman in 1918, groot ruim 100 H.A.

Verder zijn ingevolge de wet van 1918 nog *vergunningen* verleend aan eigenaren om op eigen terrein bruinkool te ontgraven te *Graetheide* en te *Tegelen*. Nog altijd geldt in Nederland, zooals den lezer wel bekend zal zijn, de Mijnwet van 1810.

Deze is in het Fransch gesteld en maakt onderscheid tusschen „mines, minières et carrières”.

De bruinkoolgroeven vallen onder de eersten.

De wet staat toe een zoogenaamde „occupatie” van den grond door den exploitant ten behoeve van het algemeen belang, waarbij echter *f* 0.50 per H.A. en het dubbele der gemiddeld verkregen teelopbrengst door den occupator moet worden gerestitueerd aan den eigenaar of pachthebbende.

Bovendien moet de groeve overal minstens 100 Meter verwijderd blijven van gebouwen.

De meer directe aanleiding tot ontginning was de economische constellatie op 't gebied der vaderlandsche brandstofvoorziening eind Mei 1917.

De kolennood van den afgeloopen winter met zijn zeer strengen nawinter lag een ieder nog versch in het geheugen, de houtprijzen waren ongelooflijk gestegen (men bood in de kranten een tien tons wagen dennenhout aan voor *f* 450), bovendien was de politieke horizon niet zoodanig, dat een spoedige verbetering in den toestand te verwachten viel, 't geen dan ook door de feiten sindsdien bevestigd is.

Na de kortstondige opflikkering van vredesvonkjes als vredesmotie van den rijksdag (geen annexaties, geen schadeloosstellingen) en de bemiddelingspoging van den Paus was 't weer „nies as pikzwarte Egyptische duisternis” op dit gebied.

Dr. W. C. KLEIN, de voorman op 't gebied der Z. L. geologie, heeft zijn onderzoekingen ook uitgestrekt tot de bruinkool; hij schreef er een vrij uitvoerig rapport over, dat een voorstel aan een groot-industrieel tengevolge had, die na eenig onderzoek een paar ton beschikbaar stelde tot ontginning der velden van Bergerode en zoo langzamerhand zien we hoe in den kring der mannen, die te projecteren en te beslissen hebben, de ideeën klaarder werden en weldra werden cijfers genoemd als 20, 40, 100 ja tenslotte zelfs 400 10-tons wagens dagproductie. Evenredig hiermede stegen de sommen, die in het bedrijf gestoken werden om tot exploitatie te geraken en eveneens parallel verliepen spoedig na de concessieverleening de aankopen van grond en materiaal, waarbij de moeilijkheden als paddestoelen uit den grond verrezen.

In deze tijden van algemeen opgebruiken van bestaande voorraden en gebrek, ja veelal totaal gemis aan nieuwe vervaardiging van allerhande groot en klein technisch gereedschap, wilde ieder natuurlijk fancyprijzen ontvangen voor de zoo fel begeerde materialen.

En er was wat noodig!

Tientallen kilometers kleinspoor, kilometers grootspoor, dozijnen lokomotiefjes, een paar excavateurs, hout voor divers gebruik etc.

Doch laten we deze meer economische details rusten. Met het Ko Di Bu ¹⁾ werd een contract afgesloten, waarbij f 120.— per 10-tons wagon een geregelde afname van producten werd gewaarborgd.

Hierbij deed zich volgende eigenaardigheid voor. Fossiel hout, dat hier en daar vrij veel in de bruinkool voorkomt, mocht niet medegeleverd worden, dit wordt dan ook uitgezocht en tegenwoordig wordt dit „minderwaardige” bijmengsel grif voor f 400.— per tientons wagon van de hand gedaan.

Omtrent de ligging en grenzen der concessies kan ik verwijzen naar de kaart en het artikel van L. omtrent de excursies in 1917, te vinden in het jaarboek der M. V. 1916—1917.

De spreker behandelde voornamelijk de ontginning van Bergerode; de Carisborg I kwam ongeveer tegelijkertijd in exploitatie.

Het voornaamste veld Energie genaamd is gelegen op de Brunsumsche- of Heerlensche heide, waarover Dr. W. C. KLEIN de volgende opmerkingen maakt:

„Deze zoogenaamde Heerlensche Heide is zoo buitengewoon belangwekkend, dat ik haar zoowel uit natuurhistorisch als uit meer speciaal geologisch oogpunt, een natuurmonument zou willen noemen.

Nergens vindt men een landschap, dat een zoo bijzonderen *stempel* draagt. Het is zeer uitgestrekt, meer dan een uur in elke richting, voorts absoluut eenzaam en onbewoond; daarbij komt, dat de plantengroei er zeer gering is en door periodiek terugkeerende heibranden nog wordt verminderd. Ziedaar dus het beeld van andere heiden, dat echter hier gemodificeerd wordt door het sterk geaccidenteerde van het terrein, waarin zich de Roode Beek en haar zijtakken 10 à 20 M. diepe dalen hebben uitgeschuurd en waarin onbegaanbare moerassen

¹⁾ Rijks Kolen Distributie Bureau.

zijn ontstaan, zoo dicht begroeid, dat dikwijls de mossen en grassen de beek onvindbaar maken. De plantenlaag is soms 4 M. dik. En de aandachtige beschouwer, die over geologische kennis beschikt, ziet, dat ook *rivierterrassen*, herkomstig van thans verdwenen grootere rivieren — deltatakken van den Rijn of de Maas uit diluvialen of pliocenen tijd — en zelfs *duinen* het landschap nader karakterisereen.

Waar ik sprak van een *geologisch* natuurmonument, doelde ik echter, méér dan op deze eigenschappen, op de tektonische, en met name op de groote *Sandgewand-storing*, die zich in de heide op frappante wijze in het landschap kenbaar maakt nabij de brug over de Roode Beek. Zij laat zich voorts, hoewel ten deele slechts met behulp van boorgegevens, die minder sprekende aanwijzingen geven, over een lengte van twee kilometers aan de oppervlakte vervolgen. Bewesten deze storing liggen slechts *witte zanden met bruinkoollagen en grintbanken*, beoosten die zelfde storing, die o.a. als gezegd ter plaatse van de brug over de Roode Beek bewesten Rumpen doorstrijkt, ontmoeten wij tallooze *kleilagen*, die zich in het terrein als opvallende *bronni-veaux* vertoonen en in den verschillenden plantengroei boven en onder de uittredingslijn der bronnen tot uitdrukking komen."

In deze heide zijn behalve bij de werken in verband met de bruinkoolontginning ook vanwege de S. M. Hendrik uitgravingen verricht, zoodat de geoloog er volop genieten kan.

Keeren we terug tot het meer technische deel van het vraagstuk.

Als een der eerste belangrijke bezwaren dook op de afvoerkwestie der kolen.

Eerst werd gedacht aan kleinspoor, maar toen de plannen grooter werden, kwam men al spoedig tot de overtuiging, dat groot spoor verre te verkiezen was, en dat daarnaast natuurlijk zooveel mogelijk van waterwegen voor verder transport moest worden gebruik gemaakt.

De aansluiting met het reeds bestaande emplacement der S. M. Hendrik bracht echter met zich mede een overwinning van 21 meter hoogte verschil, hetgeen een helling van 1 : 35 noodzakelijk maakte, voorwaar een niet alledaagsch iets in ons vlakke landje!

De kool wordt in open groeven gewonnen.

Op deze wijze wordt in Halle 60 % en in Rijnland 99 % der totale bruinkoolproductie verkregen.

De ontwikkeling der moderne techniek, speciaal de machtige excavateurs maken dagbouw steeds meer overheerschend boven het met zoo talrijke bezwaren verbonden ondergronds bedrijf, waarbij de weinige vastheid van deze tertiaire lagen mede een belangrijke factor is.

Al vrij spoedig werd op Energie gewerkt met 3 excavateurs en eenige krachtige centrifugaalpompen, welke de „put” droog hadden te houden.

De Roode Beek en Welder Beek werden in hun bed verdiept om de waterspiegel in het terrein te drukken. Hierbij waren enkele bronnen zichtbaar geworden met een vrij belangrijk constant debiet.

Voorts werden enkele rolsteen van bruinkool gevonden, welke een demonstratie waren van de wijze waarop de oppervlakte der kool aan zijn zoo uiterst grilligen vorm gekomen was, een der factoren, welke de exploitatie het meest bemoeilijkten. De reeds door talrijke boringen aangeduide en later bij blootlegging gevonden onregelmatige ligging is zeer fraai te zien op de fig. 74 pag. 210 van het bekende werk: „Entstehung der Steinkohle und der Kanstobiolithe überhaupt” van Prof. Dr. H. POTONÉ.

Ook in verband met dit verschijnsel kan als tweede factor genoemd worden het vrij belangrijke zandgehalte, dat het bovenste deel der laag op verschillende plaatsen vertoont.

Dit is een alluviaal verschijnsel. De losse aard der bovenste kool is een argument, dat pleit voor haar secundaire ligging.

De overige kool daarentegen is zeer hard en vast (zoo zelfs, dat soms het boorijzer brak) en geeft een vertikaal staand front.

Door het ijzergehalte van de bruinkool en het grondwater worden fraaie kleuringsverschijnselen aan de oppervlakte der bruinkool verklaard. Inplaats van bruin is ze plaatselijk door interferentieverschijnselen in dunne oxydatie-huidjes blauwzwart, paars en roodgeel.

Het veld Heerlerheide werd vroeger Carisborg II geheeten, doch wegens de ontstane vergissingen is deze naamsverandering geschied.

Er is een spoorlijn aangelegd door de Genie van 't veld Heerlerheide naar het station Hoensbroek. De grond, die hier uit de zeer vruchtbare löss bestaat en niet zoo als op Energie vrijwel waardeloos is, is hier geoccupeerd.

Enkele boerderijen zijn bij het voortschrijden der exploitatie aangekocht en afgebroken.

Nadat dit veld zal zijn uitgewerkt, wordt ook de bovenste uit löss bestaande teelaarde weder opgebracht, en de landbouw kan een paar meter beneden haar vroeger niveau opnieuw haar gang gaan.

In verband met de hooge ligging van dit veld werd eerst gedacht aan grootspoor in de groeve, maar dit denkbeeld is verlaten wegens de ook hier onregelmatige ligging der afzetting.

Evenals op Energie wordt hier de kool dan ook, nadat de deklaag door excavateurs is verwijderd, door arbeiders met behulp van pikhouweel losgewerkt en in kipwagens geladen.

De trein van ongeveer 10 dezer 3 M³. kipwagens van 90 c.M. spoor op Heerlerheide en 18 kipwagens ad $\frac{3}{4}$ M³. op Energie rijdt de laadbrug op, waar overgestort wordt in de daaronder loopende 10-tons spoorwegwagens, welke direct naar de lijn Heerlen—Sittard vertrekken om daar te worden samengesteld tot kolentrein om de kostbare vracht naar Weert, Dordt, Maastricht en den Bosch te brengen, alwaar het vervoer te water begint.

Dit is de oplossing, die ten slotte gevonden is van de zoo moeielijke kwestie van wagenschaarschte. Deze als zoogenaamd militair convooi rijdende treinen, zijn nu na 2 à 3 dagen terug, terwijl de normale duur vóór de oorlog 10 dagen was.

In den zomer 1918 is de tijd, waarin een wagen de reis van het veld naar Weert en terug volbrengt, teruggebracht tot 24 uur.

Deze speciaal voor brandstof gereserveerde wagens zijn gemerkt met de tot spoed manende witte streep verticaal op de buitenwand.

Het waterbezwaar te Heerlerheide is dank zij de hooge ligging gering.

De aflevering geschiedt ruw.

De samenstelling der bruinkool is „grubenfeucht” tot 58 % water en \pm 5 % asch (zand en ijzer).

Het aschgehalte kan in de droge stof tot 60 % stijgen bij de zoo even vermelde bovenste zanderige allochtone kool.

Gemiddeld is 60 % van de droge stof vluchtig, en 't percentage brandbare stof is tusschen 35 en 40 %.

Er zijn reeds vele analyses en verkokingsproeven gedaan met deze

bruinkool, waarvoor ik den belangstellenden lezer naar het tijdschrift „Bruinkool” verwijs.

„Waarom geen briketfabriek?” is de alom vernomen vraag.

Immers bij het vervoer van bruinkool wordt behalve het brandbare deel rond 50 % water vervoerd, de briketten daarentegen bevatten nog geen 15 % water. Voor het vervoer zouden dus minder kolen en wagens noodig zijn.

Ook de concessieverleening bevat een desbetreffende paragraaf.

Laten wij om deze zaak nader te beschouwen eens naast elkaar zetten een eenvoudige handpers en een briketfabriek, zooals die ons uit het buitenland de bekende „sloffen” doet toekomen.

De briketpers gebruikt gedeeltelijk *ontwaterde* gemalen bruinkool.

Deze massa wordt zonder bindmiddel onder 1200—1500 atm. druk geperst, waarbij het bitumen van de bruinkool zelve smelt en na vastwording als kit dienst doet.

Er is één stempel, terwijl als weerstand de reeks reeds gevormde brikken dienst doen, zóódanig dat de tot 100 Meter lange slang van briketten bij elke slag van de machine één briket dikte opschuift.

Een pers levert 60 ton per dag, waarvoor noodig zijn tot 180 ton bruinkool.

De 120 ton verlies zijn het verdampte water en de voor de vervaardiging in de machine verstoekte bruinkool.

Per jaar zijn voor 2 persen noodig 100,000 ton kool, d. i. in 25 jaar (de levensduur eener briketfabriek) 2.5 miljoen ton kool.

De kosten van een dergelijke nog zeer bescheiden installatie bedroegen voor den oorlog vijf à zeshonderdduizend mark. Als men nu weet, dat de beschikbare voorraad ontginbare bruinkool in Z.-Limburg op rond 10 miljoen ton geschat wordt, terwijl de jaarlijksche productie 2 à 3 miljoen ton bedraagt, blijkt, dat deze hoeveelheid niet voldoende is om een groote briketfabriek op te zetten, nog daar gelaten de groote waarschijnlijkheid, dat een dergelijke fabriek, waarvoor zeer veel ijzer en speciale toestellen noodig zijn, in een korten tijd in de tegenwoordige omstandigheden niet te bouwen is.

Het stoken van bruinkool is wegens de lage calorische waarde, 2000 à 2500 cal., op gewone vuren niet gemakkelijk. Men gebruikt in Duitschland, dat ons in dezen nog zoo ver vooruit is, trogroosters en

vooral trappenroosters. In ons land heeft men de vuren met onderblaasinrichting voor het stoken geschikt gemaakt.

Ook Wiltonvuren worden gebruikt.

In de glasindustrie gebruikt men poedervormig ingeblazen bruinkool.

Daar bruinkool wegens het hooge watergehalte niet economisch vervoerd kan worden, wordt ze veel in centrales verstoekt in de nabijheid der groeven, welke electriciteit gemakkelijk zelfs over groote afstanden gedistribueerd kan worden.

De Ueberlandzentrale Lauchhammer met 16,800 K.W. en 110,000 V. was langen tijd beroemd wegens de hoogste stroomspanning in Europa.

Zooals in diverse periodieken reeds is bericht, zijn ook hier te lande discussies en besprekingen in verband met de toezending van elektrische energie naar Midden- en Noord-Nederland vanuit Limburg in vollen gang.

Ook het vergassen van bruinkool in generatoren, waarbij de teerbestanddeelen een zeer waardevolle nevenindustrie scheppen, is een economische wijze van benutting van de in bruinkool verborgen schatten.

Het verkregen gas kan dan gevoegelijk dienen tot aandrijving van motoren.

Na de pauze vertoonde spreker een groot aantal lichtbeelden, situatietekeningen en tabellen over de bruinkoolvelden zoowel in Nederland als in Duitschland en Bohemen.

De tabellen gaven ons een inzicht in de verhoudingen der prijzen van de verschillende brandstoffen naar hun gewicht en de prijs der daarin aanwezige calorische waarde, waarbij de bruinkool, gerekend naar prijzen van vóór den oorlog, een zeer gunstig figuur maakt.

Vervolgens passeerden het witte doek:

de wijze van exploitatie in Duitschland o.a. der zéér dikke (tot 100 m.!) lagen, en in de velden Energie en Heerlerheide, het droogleggen van het terrein door een systeem van afwateringsgoten, het afgraven van den bovengrond door excavateurs, het bedrijf voor het front, waarbij speciaal gewezen werd op de hinderlijke zand- en grindnesten in het bovenste deel der laag, de laadbrug, weegbrug, het

vervoer van 100 t. door middel van twee lokomotieven één voor en één achter de trein op de steile aansluitingsbaan naar S. M. Hendrik.

Ook zagen we de fossiele boomstammen in de bruinkoollaag, liggend zoowel als rechtop in hun oorspronkelijke stand.

Dan de monsters: bruinkool in alle graden van hardheid, fijnheid en vorm.

De rolsteen van bruinkool lagen naast de pyriet, welke vrij veelvuldig vooral in het ondergedeelte van de laag voorkomt.

Ook waren aanwezig meerdere constructietekeningen van de diverse vuren tot het verstoken van bruinkool en in het kort de inrichting eener groote briketfabriek.

Spreker deelde nog mede, dat in Duitschland 20 % der afgeleverde hoeveelheid bruinkool briketten zijn; in Rijnland alleen is dit 55 %. 30 % der brandstof van Berlijn bestaat uit bruinkool briketten. Duitschland verstoekt per jaar 60 à 80 miljoen ton bruinkool.

Als deze cijfers U nog niet doordrongen hebben van de belangrĳheid der bruinkool en voor ons natuurlijk de Zuid-Limburgsche, dan wil ik hier even wijzen op het slotwoord, dat de Voorzitter, de heer Ir. J. KOSTER w. i. op de jaarvergadering van de Mĳnbouwkundige Sectie van het Geol. Mĳnbk. Genootschap 30 Aug. 1918 te Heerlen uitsprak:

„..... heeft deze industrie zich in ruim één jaar tijds krachtig kunnen ontwikkelen, zoodat de productie thans op een basis van circa 3,000,000 ton gekomen is.”

De heer KOSTER ging na wat deze productie voor ons land beteekende: „Drie miljoen ton bruinkool zijn, wat calorisch effect betreft, gelijk aan ca. één miljoen ton steenkool. De steenkool, die door het buitenland (Duitschland) ons geleverd werd, moest betaald worden met *f* 90.— per ton, benevens een credietverleening van *f* 50.— per ton.

Vergeleken met den prijs van de buitenlandsche steenkool vertegenwoordigt de jaarlijksche bruinkoolproductie een waarde van ongeveer *f* 90,000,000.

Aan de bruinkool-ondernemingen wordt voor deze productie een bedrag van ca. *f* 30,000,000 betaald, zoodat dit voor ons land en de

Nederlandsche verbruikers een voordeel beteekent van circa *f* 60,000,000.

Op den invloed op de economische onderhandelingen heb ik bij 't begin van dit artikel reeds gewezen.

Voor nadere kennismaking met dit onderwerp verwijs ik nogmaals naar het tijdschrift „Bruinkool” en naar onderstaande zeer onvolledige literatuur opgave, waarbij niet alleen technische werkjes en artikeltjes zijn uitgekozen.

1. STARING. „Bodem van Nederland II”, pag. 272.
2. Dr. W. C. KLEIN. De bruinkoolformatie in Limburg. Hand. XXIII Ned. Nat. en Gen. Congres Groningen 1911, blz. 412.
3. Dr. P. TESCH. Bruinkool. „Amst. Weekbl.”, 6 Oct. 1917.
4. „Haagsche Post”, 6 Juli 1918.
5. Jaarboek M. V. 1916/1917.
6. Ir. J. C. HORCH. Vergassen van bruinkolen. Ing. 33 No. 42.

De lezing werd bijgewoond door een groot aantal studenten van de mijnbouwkundige en zelfs van andere richting, terwijl de professoren J. KLOPPER c. i. en H. TER MEULEN t. door hun aanwezigheid hun belangstelling toonden.

Thans rest mij slechts de aangename taak den heer FRIJLINCK mijn, en zekerlijk ook van alle aanwezigen op den avond van 18 April de hartelijke dank te betuigen voor zijn actueele en grondige lezing.

The following are the names of the persons who have been appointed to the various positions in the office of the Secretary of the Board of Education, for the year 1900-1901.

Secretary: J. H. [Name]

Assistant Secretary: [Name]

Director of Schools: [Name]

Director of Technical Schools: [Name]

Director of Normal Schools: [Name]

Director of Industrial Schools: [Name]

Director of Agricultural Schools: [Name]

Director of Commercial Schools: [Name]

Director of Maritime Schools: [Name]

Director of Art Schools: [Name]

Director of Music Schools: [Name]

Director of Physical Education: [Name]

Director of Vocational Training: [Name]

Director of Special Education: [Name]

Director of Adult Education: [Name]

Director of Evening Schools: [Name]

Director of Summer Schools: [Name]

Director of Correspondence Schools: [Name]

Director of Extension Schools: [Name]

Director of Branch Schools: [Name]

Director of Satellite Schools: [Name]

Director of Distance Education: [Name]

Director of Open Schools: [Name]

Director of Flexible Schools: [Name]

Director of Modular Schools: [Name]

Director of Self-paced Schools: [Name]

Director of Asynchronous Schools: [Name]

Director of Synchronous Schools: [Name]

Director of Hybrid Schools: [Name]

Director of Blended Schools: [Name]

Director of Flipped Schools: [Name]

Director of Inverted Schools: [Name]

Director of Personalized Schools: [Name]

Director of Individualized Schools: [Name]

Director of Differentiated Schools: [Name]

Director of Customized Schools: [Name]

Director of Personalized Learning: [Name]

Director of Adaptive Learning: [Name]

Director of Intelligent Learning: [Name]

Director of Smart Learning: [Name]

Director of Connected Learning: [Name]

Director of Networked Learning: [Name]

Director of Collaborative Learning: [Name]

Director of Cooperative Learning: [Name]

Director of Community Learning: [Name]

Director of Social Learning: [Name]

Director of Cultural Learning: [Name]

Director of Global Learning: [Name]

Director of International Learning: [Name]

Director of Cross-cultural Learning: [Name]

Director of Intercultural Learning: [Name]

Director of Multicultural Learning: [Name]

Director of Pluricultural Learning: [Name]

Director of Transcultural Learning: [Name]

Director of Post-cultural Learning: [Name]

Director of Global Education: [Name]

Director of International Education: [Name]

Director of Cross-cultural Education: [Name]

Director of Intercultural Education: [Name]

Director of Multicultural Education: [Name]

Director of Pluricultural Education: [Name]

Director of Transcultural Education: [Name]

Director of Post-cultural Education: [Name]

Director of Global Citizenship: [Name]

Director of International Citizenship: [Name]

Director of Cross-cultural Citizenship: [Name]

Director of Intercultural Citizenship: [Name]

Director of Multicultural Citizenship: [Name]

Director of Pluricultural Citizenship: [Name]

Director of Transcultural Citizenship: [Name]

Director of Post-cultural Citizenship: [Name]

Director of Global Leadership: [Name]

Director of International Leadership: [Name]

Director of Cross-cultural Leadership: [Name]

Director of Intercultural Leadership: [Name]

Director of Multicultural Leadership: [Name]

Director of Pluricultural Leadership: [Name]

Director of Transcultural Leadership: [Name]

Director of Post-cultural Leadership: [Name]

Director of Global Innovation: [Name]

Director of International Innovation: [Name]

Director of Cross-cultural Innovation: [Name]

Director of Intercultural Innovation: [Name]

Director of Multicultural Innovation: [Name]

Director of Pluricultural Innovation: [Name]

Director of Transcultural Innovation: [Name]

Director of Post-cultural Innovation: [Name]

Director of Global Entrepreneurship: [Name]

Director of International Entrepreneurship: [Name]

Director of Cross-cultural Entrepreneurship: [Name]

Director of Intercultural Entrepreneurship: [Name]

Director of Multicultural Entrepreneurship: [Name]

Director of Pluricultural Entrepreneurship: [Name]

Director of Transcultural Entrepreneurship: [Name]

Director of Post-cultural Entrepreneurship: [Name]

Director of Global Creativity: [Name]

Director of International Creativity: [Name]

Director of Cross-cultural Creativity: [Name]

Director of Intercultural Creativity: [Name]

Director of Multicultural Creativity: [Name]

Director of Pluricultural Creativity: [Name]

Director of Transcultural Creativity: [Name]

Director of Post-cultural Creativity: [Name]

Director of Global Design: [Name]

Director of International Design: [Name]

Director of Cross-cultural Design: [Name]

Director of Intercultural Design: [Name]

Director of Multicultural Design: [Name]

Director of Pluricultural Design: [Name]

Director of Transcultural Design: [Name]

Director of Post-cultural Design: [Name]

Director of Global Architecture: [Name]

Director of International Architecture: [Name]

Director of Cross-cultural Architecture: [Name]

Director of Intercultural Architecture: [Name]

Director of Multicultural Architecture: [Name]

Director of Pluricultural Architecture: [Name]

Director of Transcultural Architecture: [Name]

Director of Post-cultural Architecture: [Name]

Director of Global Urban Planning: [Name]

Director of International Urban Planning: [Name]

Director of Cross-cultural Urban Planning: [Name]

Director of Intercultural Urban Planning: [Name]

Director of Multicultural Urban Planning: [Name]

Director of Pluricultural Urban Planning: [Name]

Director of Transcultural Urban Planning: [Name]

Director of Post-cultural Urban Planning: [Name]

Director of Global Transportation: [Name]

Director of International Transportation: [Name]

Director of Cross-cultural Transportation: [Name]

Director of Intercultural Transportation: [Name]

Director of Multicultural Transportation: [Name]

Director of Pluricultural Transportation: [Name]

Director of Transcultural Transportation: [Name]

Director of Post-cultural Transportation: [Name]

Director of Global Infrastructure: [Name]

Director of International Infrastructure: [Name]

Director of Cross-cultural Infrastructure: [Name]

Director of Intercultural Infrastructure: [Name]

Director of Multicultural Infrastructure: [Name]

Director of Pluricultural Infrastructure: [Name]

Director of Transcultural Infrastructure: [Name]

Director of Post-cultural Infrastructure: [Name]

Director of Global Energy: [Name]

Director of International Energy: [Name]

Director of Cross-cultural Energy: [Name]

Director of Intercultural Energy: [Name]

Director of Multicultural Energy: [Name]

Director of Pluricultural Energy: [Name]

Director of Transcultural Energy: [Name]

Director of Post-cultural Energy: [Name]

Director of Global Environment: [Name]

Director of International Environment: [Name]

Director of Cross-cultural Environment: [Name]

Director of Intercultural Environment: [Name]

Director of Multicultural Environment: [Name]

Director of Pluricultural Environment: [Name]

Director of Transcultural Environment: [Name]

Director of Post-cultural Environment: [Name]

Director of Global Health: [Name]

Director of International Health: [Name]

Director of Cross-cultural Health: [Name]

Director of Intercultural Health: [Name]

Director of Multicultural Health: [Name]

Director of Pluricultural Health: [Name]

Director of Transcultural Health: [Name]

Director of Post-cultural Health: [Name]

Director of Global Well-being: [Name]

Director of International Well-being: [Name]

Director of Cross-cultural Well-being: [Name]

Director of Intercultural Well-being: [Name]

Director of Multicultural Well-being: [Name]

Director of Pluricultural Well-being: [Name]

Director of Transcultural Well-being: [Name]

Director of Post-cultural Well-being: [Name]

Director of Global Quality of Life: [Name]

Director of International Quality of Life: [Name]

Director of Cross-cultural Quality of Life: [Name]

Director of Intercultural Quality of Life: [Name]

Director of Multicultural Quality of Life: [Name]

Director of Pluricultural Quality of Life: [Name]

Director of Transcultural Quality of Life: [Name]

Director of Post-cultural Quality of Life: [Name]

Director of Global Human Development: [Name]

Director of International Human Development: [Name]

Director of Cross-cultural Human Development: [Name]

Director of Intercultural Human Development: [Name]

Director of Multicultural Human Development: [Name]

Director of Pluricultural Human Development: [Name]

Director of Transcultural Human Development: [Name]

Director of Post-cultural Human Development: [Name]

Director of Global Sustainable Development: [Name]

Director of International Sustainable Development: [Name]

Director of Cross-cultural Sustainable Development: [Name]

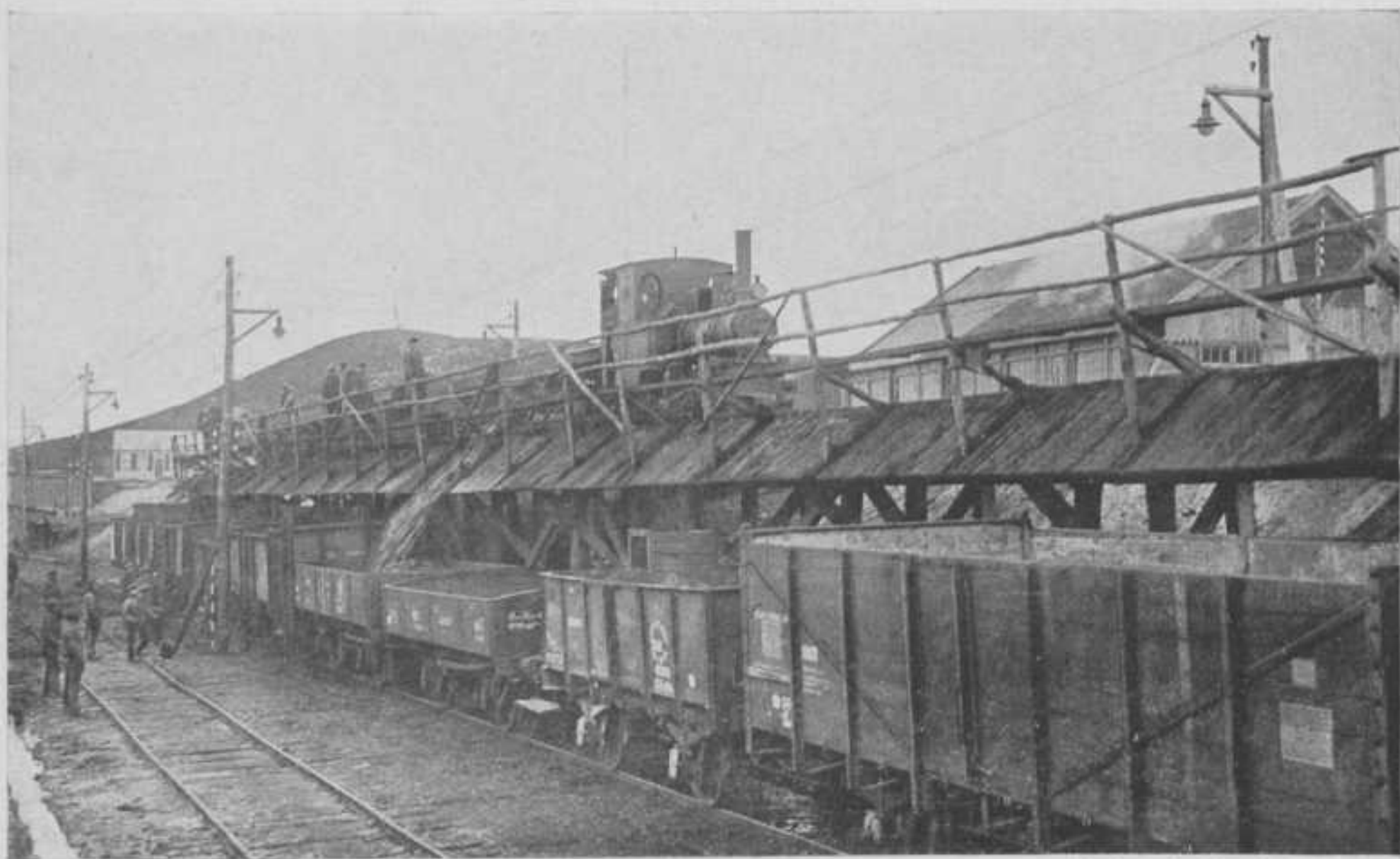
Director of Intercultural Sustainable Development: [Name]

Director of Multicultural Sustainable Development: [Name]

Director of Pluricultural Sustainable Development: [Name]

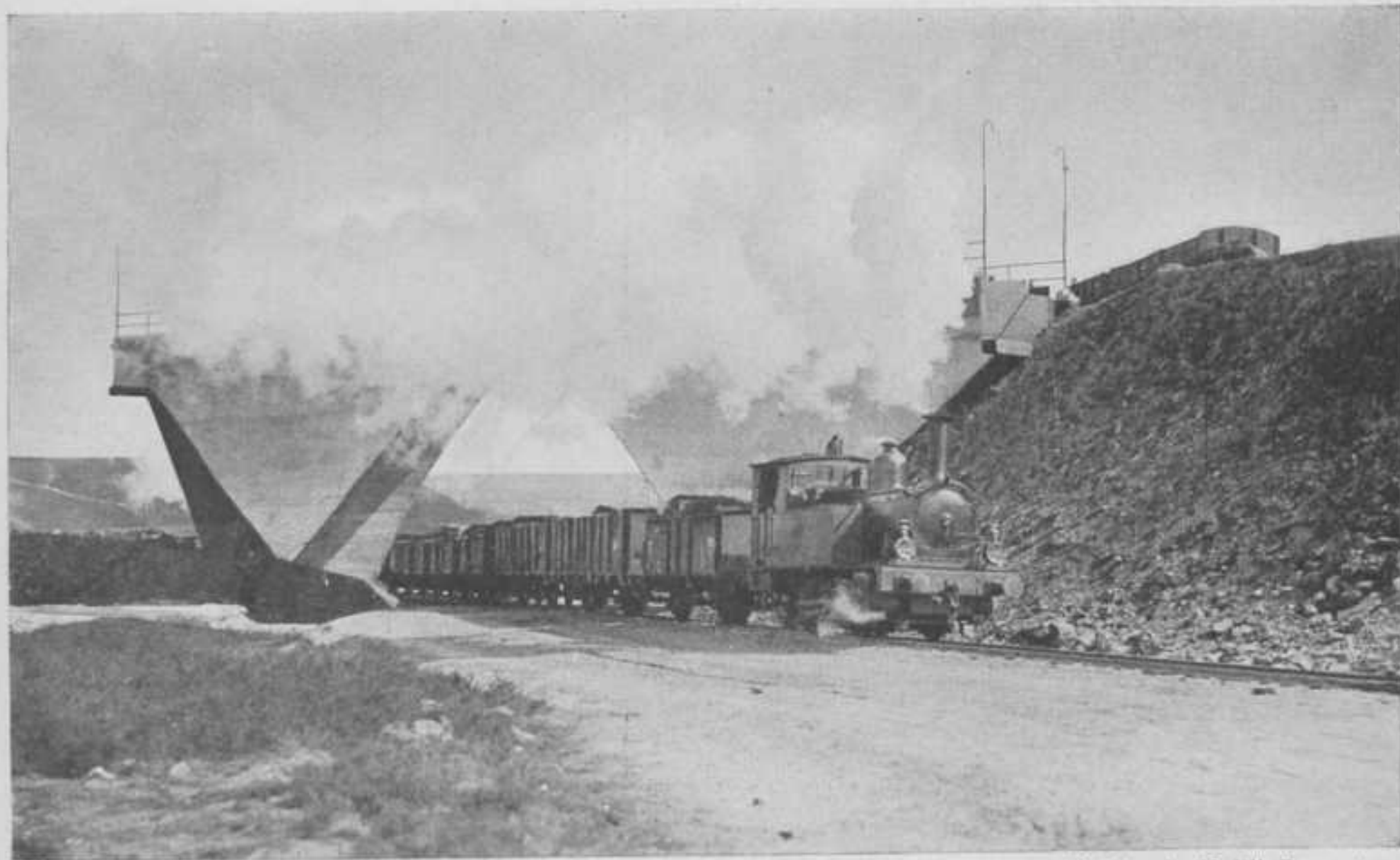
Director of Transcultural Sustainable Development: [Name]

Director of Post-cultural Sustainable Development: [Name]



Cliche „de Yoll“ Deventer.

Bergerode, Mijneveld Energie. Laadbrug; overstorten van den bruinkool uit 70 c.m. spoor in grootspoorwagens.



Cliché „de Yoll“ Deventer.

Bergerode, Mijneveld Energie. Afvoer van bruinkool met groot spoor over zijlijn naar het emplacement van Staatsmijn Hendrik. Onder viaduct voor den steenstort der S. M. Emma en Hendrik. Helling zijlijn 1:35.



Cliché „de Yoll” Deventer.

Bergerode, Mijneveld Energie; gezicht naar het Westen. Ontgraving van den bovengrond met excavateur. Opladen van den bruinkool in 70 c.m. spoorwagens.



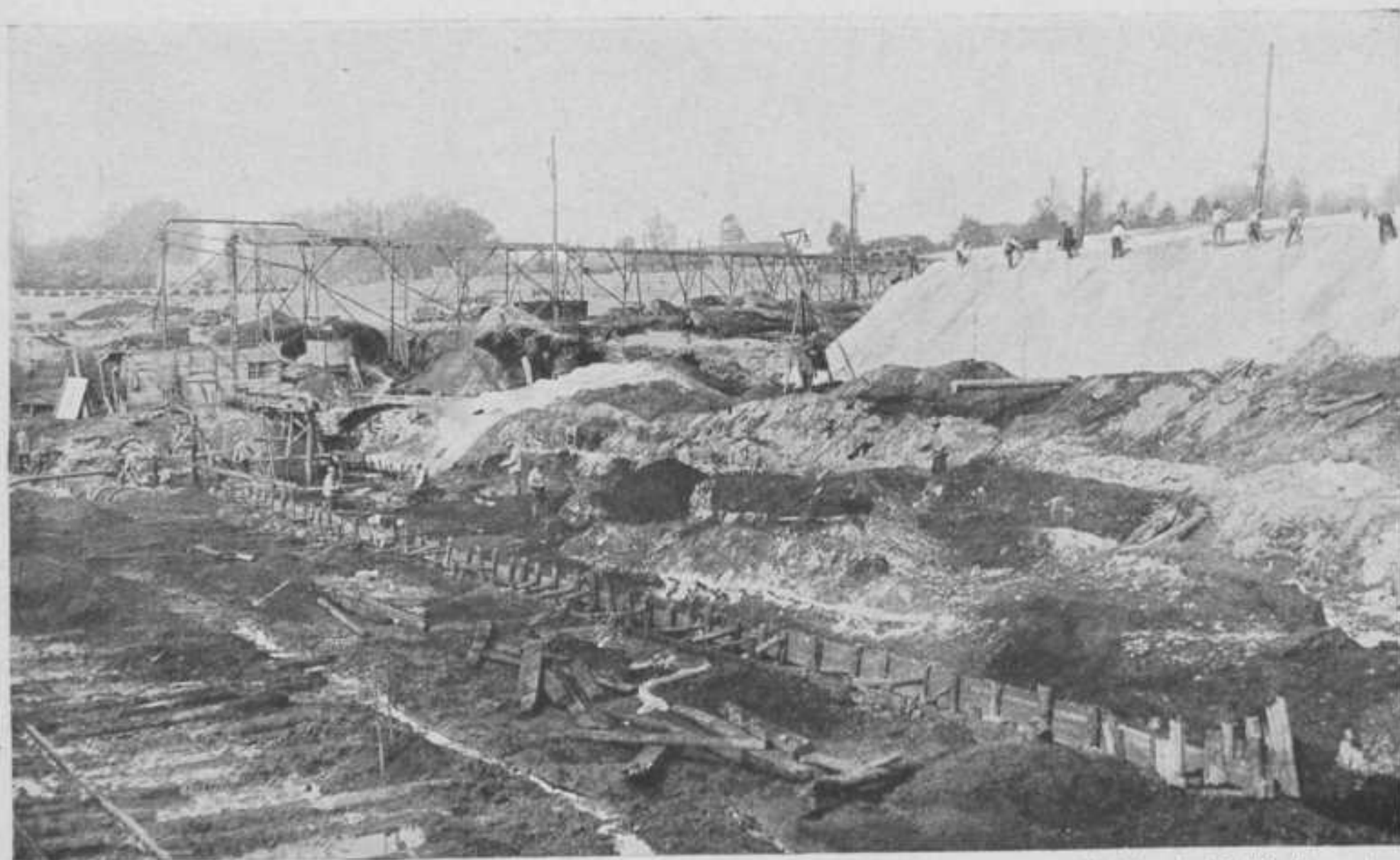
Cliché „de Yoll” Deventer.

Bergerode, Mijneveld Heerlerheide (Carisborg II), gezicht naar het Westen. Ontgraving van den bovengrond door een excavateur. Opladen van den bruinkool in 90 c.m. spoor.



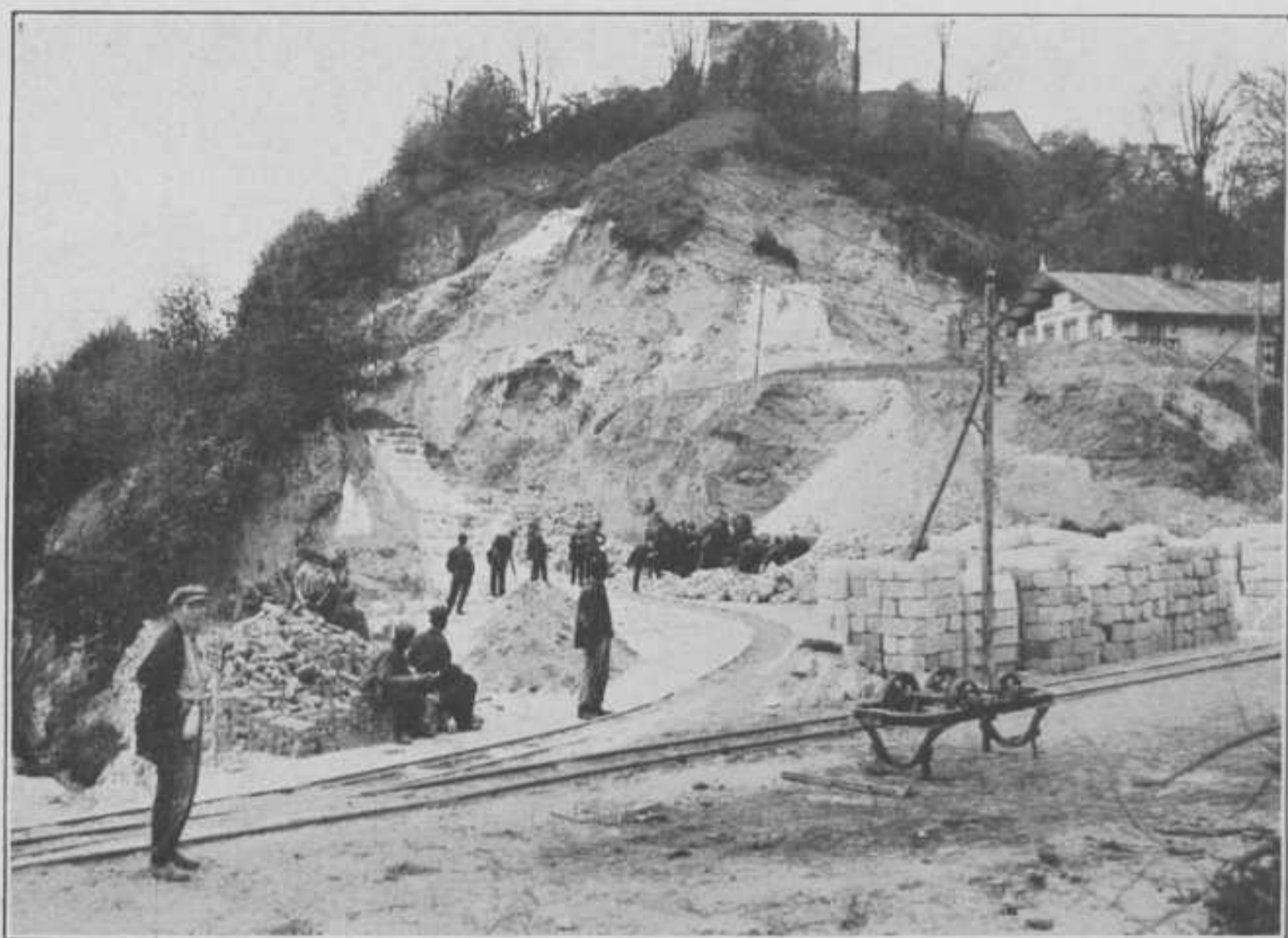
Cliché „de Yoll“ Deventer.

Bergerode, Mijneveld Heerlerheide (Carisborg II), gezicht naar het Oosten, op den achtergrond de Heksenberg. Begin der bruinkoolontgraving: graven van de afwateringsleuf i/d bruinkool.



Cliché „de Yoll“ Deventer.

Bergerode, Mijneveld Heerlerheide (Carisborg II), gezicht naar het Westen. Ontwatering pompinstallatie; rechts: stort voor den bovengrond.



Open groeve der Nationale Kalkmergel-Maatschappij.



Op weg naar Epen.

DE GEOLOGISCHE EXCURSIE NAAR ZUID-LIMBURG.

Tengevolge van den oorlog, die het reizen naar en in het buitenland zoo goed als ondoenlijk maakte, hadden sinds den zomer van 1914 geen geologische excursies meer plaats gehad. Nederland biedt den geoloog weinig interessants op zijn gebied, maar gelukkig hebben wij nog enkele stukjes land, waar de secundaire en primaire grondsoorten aan den dag komen en die een bestudeering van het vaste gesteente mogelijk maken. Hiertoe behoort ook Zuid-Limburg, dat bovendien tectonisch door de groote en merkwaardige breuken, die er voorkomen en ook morfologisch door de Maasterrassen, een prachtig studieterrein oplevert. Dit terrein werd door de hoogleeraren Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF en Dr. Ir. H. A. BROUWER uitgekozen met het doel er een excursie te maken met een twintigtal studenten. Deze werd gehouden van 9—16 Mei. De animo tot deelname bleek zeer groot te zijn, wat niet te verwonderen viel, daar velen steeds reikhalzend naar een geologische excursie uitgezien hadden. Het gevolg was, dat er zelfs een 24 tal deelnemers waren, terwijl Prof. MOLENGRAAFF dezelfde excursie van 7—14 October met een 19 tal studenten kon herhalen.

Hieronder laat ik een kort verslag van de eerste excursie volgen. Ik zal beginnen met een kort overzicht van de stratigrafie en de tectoniek, om daarna een beschrijving van de excursie te geven.

DE STRATIGRAFIE VAN ZUID-LIMBURG.

Het Carboon.

De oudste lagen, die in Limburg gevonden zijn, behooren tot het Carboon. Zij komen slechts in enkele ontsluitingen aan den

dag en wel bij Epen, vlak bij de Zuidgrens van Limburg. Hier heeft de Geul zijn bed door het krijt tot in het primair ingesneden. Maar bovendien is het Carboon ons bekend uit de resultaten van

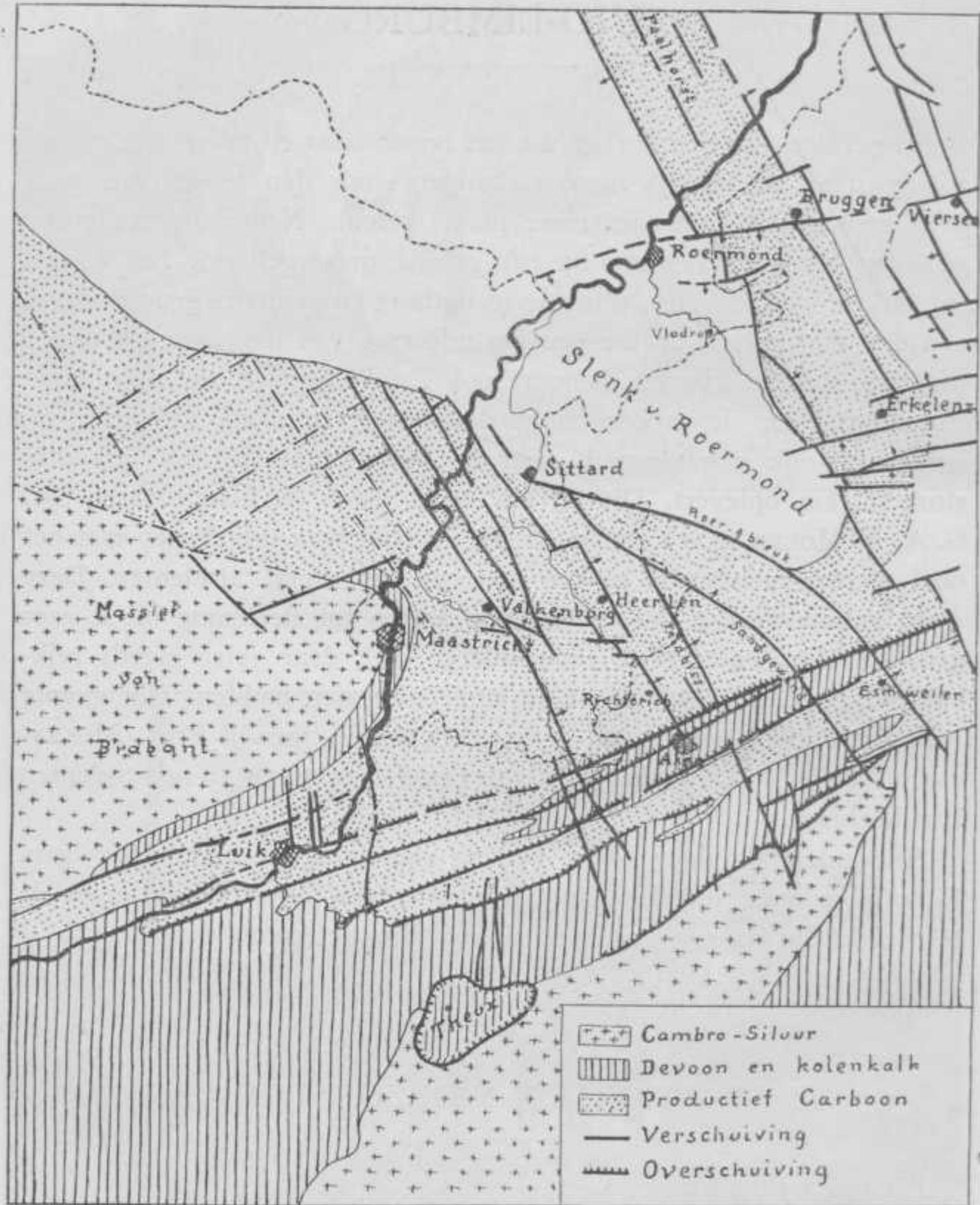


Fig. 1.

talrijke diepboringen, die ten doel hadden het Zuid-Limburgsche kolenbekken te verkennen.

Het Onder-Carboon is in Nederland nog door geen boring bekend; even ten Zuiden van ons land echter treedt het bij Visé aan den dag. Hiervandaan komt de welbekende Belgische kolenkalk, die het materiaal levert voor stoepen, (vandaar de naam stoepsteen), trottoirbanden, enz.

Uit Limburg is alleen bekend het Boven-Carboon (productieve Carboon). De oudste lagen hiervan worden aangetroffen in de reeds hierboven genoemde ontsluitingen bij Epen; het zijn steriele kolenleien en enkele kwartsietbanken, die tot het Onderste Boven-Carboon („Flözleeres Productives Carbon”), behooren. Hierboven liggen dan de koolhoudende lagen van het Boven-Carboon. Het Limburgsche Kolenbekken maakt deel uit van het samenhangende kolenterrein van Noord-West-Europa.

In het Oosten sluit het aan bij het Wurmbekken en den door een devonisch zadel hiervan gescheiden Eschweiler trog.

In het Westen stuit het kolenterrein bij Maastricht tegen het massief van Brabant; hier vertakt het zich en buigt in twee richtingen om bovengenoemd massief heen. Het vindt zijn voortzetting in het Noordwesten in het kolenbekken der Campine en sluit in het Zuidwesten aan bij het bekken van Luik.

Men moet in het kolenbekken van Noord-Frankrijk en het kolenterrein van Engeland de Westelijke voortzetting zien, terwijl de gordel naar het Oosten tot in Silezië doorlopend gedacht kan worden.

In het massief van Brabant is geen kool te verwachten, hier is wellicht nooit Carboon afgezet, de kern bestaat uit Kambrium en Siluur waarop het Krijt discordant rust. Men diene verder ook te bedenken, dat het zeker is, dat bovendien ook nog onder een groot deel van Nederland, noordelijk van Limburg gelegen, het kolenterrein aanwezig is. Waar de Noordgrens gelegen is, weet men niet. Een groot deel ligt echter beneden een voor exploitatie rendabele diepte.

De Carboon gordel moet een geosynclinaal gebied geweest zijn; gedurende langen tijd hebben zich hierin sedimenten kunnen ophoopen. Af en toe was het gebied ongeveer op zeeniveau en kon er zich een

vegetatie ontwikkelen; hiervan zijn de koollagen afkomstig. Voor het bepalen van den ouderdom der lagen zijn verschillende kleine mariene Goniatieten horizonten van groot belang; soms vinden we brakwaterafzettingen ingeschakeld. Ook deze zijn van het grootste belang voor 't bepalen van den ouderdom, ze leveren de zoogenaamde lingula horizonten.

Voor het Limburgsche kolenbekken wordt een autochtone vorming aangenomen. Het complex lagen bereikt in Nederland een dikte van 2000 M., maar de maximum dikte van het Boven-Carboon kan meer dan 3000 M. bedragen, hetgeen in Westfalen het geval is.

Naar het gasgehalte worden verschillende soorten kool onderscheiden. Hieronder zijn ze in een tabel vereenigd, die tevens de dikte van het complex lagen weergeeft, waarin ze voorkomen, en het aantal M. kool, dat op elk zoo'n groep valt. Ook het gebruik staat aangestipt.

Koolsoort.	Gasgehalte.	Dikte in M. compl.lagen.	M. kool.	Vindpl.	Gebruik.
Magerkolen . .	5—10 %	600	6	Dom. mijn Willem-Sofia Wilhelmina O. N. I	Huisbrand
Halfmagerkolen = vlamkolen	10—15 %	200	4	O. N. I & II Laura Wilhelmina	Huisbrand, en stoken v. ketels
Smeedkool . .	15—21 %	550	6	O. N. I & III Emma	Industrie brandstof; cokes, vanaf 17 %—18 % goed voor gieterijen.
Vetkool	21—33 %	560	16	Emma Hendrik Maurits O. N. III	Cokes voor hoogovens
Gas- en gasvlamkool	33 %	380	5	Maurits Hendrik	Lichtgas

Omtrent den eigenlijken aard van de kool en de juiste plaats ervan in het stratigrafisch profiel hebben zich twee meeningen gevormd, die beiden op geheel anderen grondslag berusten. ¹⁾

Dr. W. J. JONGMANS meent op grond van het onderzoek van flora en fauna te kunnen besluiten, dat onze kolen allen overeen zouden komen met de vetkolen van Westfalen, maar dat door omstandigheden de kool der meer Zuidelijk gelegen mijnen gas zouden verloren hebben. (Een der oorzaken hiervan zou misschien in de plooiing gezocht kunnen worden).

C. BLANKEVOORT is een geheel andere meening toegedaan. Hij vindt het gasgehalte van de kool maatgevend voor den ouderdom en tracht volgens dit principe de Limburgsche koollagen te paralleliseeren met die van Westfalen. In de onderste laag der Domaniale mijn, de Steinknipp, meent hij het equivalent te moeten zien van het „Leitflöz” Mausegat. Indien dit waar is, zouden er onder deze laag in de Domaniale mijn nog slechts weinig of geen koollagen te verwachten zijn. Een vergelijk door de flora zou leiden tot een parallelisatie van Steinknipp met het niveau van Sonnenschein, of mogelijk nog hooger. De kwestie verkrijgt hierdoor een groot economisch belang.

Tot nog toe kent men in Zuid-Limburg het onder Steinknipp gelegen Carboon niet en al is het volstrekt niet zeker, dat er onder Steinknipp nog veel volgen zal, zoo is het toch in geenen deele uitgesloten, dat nog ontginbare koollagen voorkomen. Vlodrop ligt niet zoo heel ver van Zuid-Limburg verwijderd en daar is de lagengroep, (vermoedelijk de Girondellegroep), die onder de vetkolengroep ligt, zeer zeker de moeite waard. In den Karl-Friedrichmijn bij Richtersich zijn tot nog toe alleen gasarmere lagen te bestudeeren geweest, welke we tot een niveau, beneden dat van Steinknipp moeten brengen. Dit vergroot de waarschijnlijkheid dat we hen ook in Zuid-Limburg moeten aantreffen. Direct onder laag Steinknipp ligt een groote steriele gesteentezone van meer dan 160 Meters dikte. Dit is ook door een boring aangetoond, waar slechts één enkel onbruikbaar steenkoollaagje aangeboord werd. Men heeft de boring echter niet

¹⁾ Zie de verslagen van Dr. W. J. JONGMANS in de Jaarverslagen der Rijksopsporing van Delfstoffen en C. BLANKEVOORT: Onze Limburgsche Steenkolen.

verder doorgezet, waardoor men op dit gebied nog geen positieve bewijzen kan aanvoeren.¹⁾

Uit een wetenschappelijk oogpunt zal men aan JONGMAN's theorie toch den voorkeur geven boven die van BLANKEVOORT.

Het Krijt.

Op het Carboon van Zuid-Limburg ligt direct discordant het *Senoon*. De geheele serie van lagen tusschen het Carboon en Senoon ontbreekt hier. In het begin van het Boven-Krijt vond een transgressie van de zee plaats, die zich vrijwel overal uitte; hierdoor is het ook te verklaren, dat het Boven-Krijt een veel grootere verbreiding heeft dan het Onder-Krijt. De zee transgredeerde van het Noorden naar het Zuiden. Komt men dan ook in meer Noordelijk gelegen gebieden, dan vindt men bij Bentheim de stratigrafische leemte onder het Senoon niet meer.

Men ziet dus, dat het Krijt in Limburg zeer onvolledig afgezet is. Naar onder missen we het geheele complex lagen van het Onder-Krijt en van het Boven-Krijt: Cenomaan, Turoon, Emscher-Mergel, terwijl we boven het Senoon nog het Danien missen.

Het Danien is echter wel aangetroffen in boringen in de Peel. De oudste onderverdeeling van het Senoon is die van Holzapfel. Hij onderscheidt:

Ober Senoon = { 2. Maastrichter Schichten
= Mucronatenkreide { 1. Kreidemergel
gekenmerkt door *Belemnitella mucronata*.

Unter-Senon = { 2. Grünsand
= Quadratenkreide { 1. Achener Sand
gekenmerkt door *Actinocamax quadratus*.

Hiermee in overeenstemming is de onderverdeeling thans door UHLENBROEK gegeven:

Boven-Senoon.	2. Maastrichtsche Krijt.	} Boven. } Onder.
	1. Gulpensche Krijt.	
Onder-Senoon.	2. Krijt van Herve.	
	1. Akensche zanden.	

¹⁾ Jaarverslag Rijksopsporing van Delfstoffen 1912.

Een heel mooie beschrijving van het Krijt van Zuid-Limburg gaf reeds STARING in 1860; op pag. 317—320 van zijn boek: „De Bodem van Nederland”, deel II vinden we een gedetailleerde onderverdeling van het Limburgsch Senoon.

Op bijgaande tabel is de stratigrafie van het Senoon aangegeven, hoofdzakelijk naar de inzichten van G. D. UHLENBROEK (Tabel I). Hieronder volgt een korte beschrijving der verschillende etages.¹⁾

Cr. 1. *Akensch zand* is een wit kwartzand met afgeronde korrels, het is glauconiet vrij. De kleur is doorgaans wit, lichtgeel en soms door ijzeroxyd roodachtig. Er komen violette kleilagen in voor met plantenresten en plantenversteeningen.

Het geheel is arm aan fossielen en zeer waterhoudend. Groote ontsluitingen komen buiten ons land voor; het zand wordt ontgonnen, om als strooizand gebruikt te worden.

Cr. 2. *Zand van Herve*; deze naam is beter dan die van Krijt van Herve, daar men hier in 't geheel geen kalkige facies aantreft, maar een in hoofdzaak zandige. Er treden hier eenige facies verschillend op.

Cr. 2. c. Gewoonlijk vindt men een kleihoudend gesteente, argiliet genaamd. Bezuiden Vaals is de geheele formatie zandig en zijn klei en argilietlagen ingeschakeld.

Cr. 2. b. Bij Vaals wordt een groen zand aangetroffen, dat aan de oppervlakte bruin verweerd is.

Cr. 2. a. Fijn grind, deze rolsteenbank ontbreekt echter dikwijls.

Het geheele complex lagen is zeer glauconietrijk, er komen vele fossielen in voor. Is de glauconietrijkdom niet groot en ontbreekt tevens de rolsteenbank, dan is de scheiding met het Akensch zand lastig door te voeren.

We zullen het op de excursie maar op weinig plaatsen aantreffen. Tengevolge van de ondoordringbaarheid van dit complex voor water, komen aan den basis van het Gulpensch Krijt, dat hierop rust, vele bronnen aan den dag. Het zand van Herve ver- toont zich dus als een bronniveau.

¹⁾ G. D. UHLENBROEK: Het Krijt van Zuid-Limburg.

Cr. 3—4. *Gulpsch Krijt.*

Men krijgt hier een meer kalkige facies, het gesteente is doorgaans zacht en ongelaagd. De erosie geeft aanleiding tot afgeronde vormen, bij het Maastrichtsch Krijt worden daarentegen veel steilere erosievormen aangetroffen.

Cr. 3. a. Glauconietkrijt. Het bevat veel glauconiet, is los en verweert gemakkelijk tot een witte leemige massa, die gelijkmatige glooiingen vormt.

Cr. 3. b. Wit krijt zonder vuursteen. Het bovenste gedeelte is hard en splijt, indien verweerd, tot platen. Het wordt gebruikt om broodovens te bouwen. (Bakovensteen).

Cr. 3. γ. Grindkrijt. Coprolithen, fossiele haaietanden, overblijfselen van schelpen en vooral echiniden komen hierin voor.

Het is een conglomeraat van grind, kiezel, stukjes vuursteen, gecementeerd door koolzure kalk.

Plaatselijk is de laag anders ontwikkeld en is hij vervangen door schelpbreccies.

Cr. 3. c. Wit krijt zonder glauconiet, met zeer regelmatige lagen van zwarte vuursteen, groot en plat.

Cr. 4. Wit krijt, soms glauconietrijk, met grijze en zwarte groote vuursteen, soms in lagen. Plaatselijk vindt men een bijzondere facies n.l. helwit krijt met talrijke zwarte, onregelmatig meest vertakte, kleine zwarte vuursteen.

Dit is het z. g. „tjgerkrijt”.

M. a—d. *Maastrichtsch Krijt.*

Hier heeft men in hoofdzaak met een litorale of een neritische facies te doen. Het doet zich aan ons voor in twee vormen, n.l. als een complex lagen grootendeels uit tufkrijt opgebouwd of als de zoogenaamde mergel van Kunrade.

Het tufkrijt is samengesteld uit een verkrumelde en meestal onherkenbare massa van vergruisde overblijfselen van schelpen, koralen, bryozoën, foraminifeeren, echiniden.

Door bijgemengd kwarts, dat tot een soms niet onaanzienlijk bedrag aanwezig is, is de koolzure kalk verontreinigd. Het is

een weinig geagglomererd gesteente. De kleur is doorgaans geler, dan die der oudere afzettingen uit het Senoon.

M a. Wit kwarts-krijt met harde en zandige banken en stylolithen ¹⁾. Zoo treedt het Ma hier dan op in z.g. Kunrader facies, waarop wij hieronder nog terug zullen komen.

In den Sint Pietersberg ontbreekt deze etage geheel en wordt vervangen door een coprolithen-laagje van enkele centimeters dikte.

M b. Tufkrijt met grauwe en zwarte vuursteen, in regelmatige verspreiding (lagen). Door deze vuursteen is het tufkrijt niet als bouwsteen te gebruiken, bij Sibbe echter zijn de bovenste 4—5 M. der 20 M. dikke etage vrij van vuursteen, hier vinden we dan ook ontginningen om den z. g. bouwsteen van Sibbe te winnen. Door een dentaliumlaagje wordt het Mb gescheiden van het

M c. Homogeen tufkrijt met weinig verspreide vuursteen. Het is daardoor uitstekend als bouwsteen te gebruiken. Het wordt dan ook in verschillende groeven in Valkenburg en in den Sint Pietersberg gewonnen, de bouwsteen van den Sint Pietersberg of van Valkenburg.

M d. 1. Bryozoën en boormossellagen. (onderste).

M d. 2. Homogeen tufkrijt. Alleen bij Geulem wordt dit tufkrijt ontgonnen en levert den bouwsteen van Geulem.

M d. 3. Bovenste bryozoën en boormossellagen.

M d. 4. Tufkrijt met *Ostrea* larva; deze etage wordt alleen op den Sint Pietersberg aangetroffen.

De tweede ontwikkeling van het Maastrichtsche krijt is heel fraai in de steengroeve van Kunrade te zien. Het gansche complex lagen bestaat hier uit harde, bovenaan soms ijzerhoudende, kalksteenbanken met stylolithen, afgewisseld door zachtere lagen. Hier ziet men het Maastrichtien in de Kunrader faciës. Boven in de groeven ziet men eenige bryozoënlagen, waarop nog eenige Meters tufkrijt rusten. De parallelisatie met de lagen uit Valkenburg en den Sint

¹⁾ Onder stylolithen verstaat men rechte of zwak gebogen cilindervormige vormen, die met name in kalksteen en dolomieten optreden. Omtrent hun oorsprong is men het nog niet eens. Of zij voor concreties of fossielen gehouden moeten worden is niet duidelijk.

Pietersberg is nog niet zeker. Moet men in de bryozoën banken daar de equivalenten zien van die van Kunrade, dan kan men hieruit afleiden, dat de geheele serie van lagen van Ma, Mb en Mc bij Kunrade als stylolithenkrijt ontwikkeld is.

Nog even wil ik terug komen op de verschillende bouwsteensoorten van Limburg. Uit het voorgaande heeft men kunnen zien, dat er drie soorten naar den ouderdom onderscheiden worden. De oudste is de bouwsteen van Sibbe die tot het Mb behoort. Wij zien hier het dentaliumlaagje in het dak der groeve, zooals STARING (pag. 332 van zijn boek), reeds vermeldt; eveneens wijst hij er op, dat het in de Valkenburgergrot den vloer vormt. De bouwsteen van Valkenburg of van den Sint Pietersberg is de middelste; hij behoort tot het Mc. het dentaliumlaagje zit hier in den vloer terwijl alle bryzoënlagen er boven liggen. De jongste bouwsteen is die van Geulem, hij is gelegen tusschen de bryozoënlagen M d 1. en M d 3.

In Valkenburg wint men ook nog bouwsteen onder het dentaliumlaagje, dit zijn de equivalenten van den bouwsteen van Sibbe.

Bij het gebruik van den bouwsteen moet men er op letten, dat men hem opstapelt zoodanig dat de steenen zoo liggen, dat de laagrichting horizontaal is. Zou men ze averechts („en délit”) plaats en, dan zouden de lagen door den druk, evenals de bladen van een boek, uit elkaar geperst worden.

Faciësverschillen. ¹⁾

In het Zuid-Limburgsche Senoon vinden we drie van de vier in de geheele Noord-Europeesche Krijtformatie bijna overal aanwezige en steeds elkaar op dezelfde wijze opvolgende faciës terug en wel:

1. bryozoën-tuf, ten deele in harde kalken overgaande en soms zandig, in ondiep maar rustig water, in de nabijheid van het land, afgezet,
2. krijtmergels en kalken, reeds door fijn land-slib verontreinigd,
3. groenzanden en glaukonietmergels vaak met grindbanken, als afzettingen uit sterk bewogen water in de nabijheid eener veel detritus leverende kust.

De vierde faciës is die van het schrijfkrijt, als afzetting eener niet

¹⁾ Jaarverslag van de Rijksopsporing van Delfstoffen 1912.

zeer diepe, maar heldere zee, niet verontreinigd door van land afgespoeld materiaal. Deze faciës ontbreekt in Zuid-Limburg geheel. Hij komt echter wel in het Senoon van Noord-België voor en is b.v. bij Eecloo en Knocke aangeboord.

Men zal dus het volgende schema kunnen opstellen voor het Krijt van Zuid-Limburg.

BOVEN-SENOON	tufkrijt en kalksteenfacies mergelfacies
ONDER-SENOON	groenzand en glauconiet mergelfacies

Flora en fauna van het Krijt.

De verandering van flora en fauna is aan het einde van het Krijt van groot belang. Talrijke diergroepen sterven uit, die juist in het Mesozoicum een groote verbreiding hadden. De ammonieten nemen allerlei ontaarde vormen aan reeds gedurende het Krijt; als voorbeelden noem ik baculithes en scaphites, die beiden in Limburg gevonden zijn. Aan het einde dezer periode sterven ze geheel uit, evenals de belemnieten.

De rudisten sterven uit, in Limburg zijn ze slechts door weinige soorten vertegenwoordigd en zeer schaarsch. Ook de groote Sauriërs treden na het Krijt niet meer op; een bekende soort is de reusachtige Mososaurus.

Daarentegen ziet men een nieuwe flora optreden, de eerste loofboomen zijn uit het Krijt bekend en hiermee wordt de overgang tot de recente flora, die gedurende het tertiair aanhoudt, ingeleid. Uit Limburg kent men echter geen continentale facies.

Het Tertiair.

Noch het Paleoceen, noch het Eoceen zijn in Zuid-Limburg tot afzetting gekomen. Beide afdeelingen zijn wel uit West-België bekend, waar ze bijna volledig tot ontwikkeling gekomen zijn. De afzettingen worden echter naar de Maas toe onvollediger. In het Oosten ziet men dan ook, dat het Oligoceen transgredeert over het Krijt. Reeds bij Tongeren wordt het Onder-Oligoceen op het Senoon gevonden en dit blijft oostelijk hiervan zoolang het Senoon zelf aanwezig is.

Het *Onder-Oligoceen* (Tongrien) doet zich vaak voor, als grauw-groen gekleurde kleiige zanden. Bij den Ubaghsberg zijn de lagen niet kleiig, maar bestaan uit gele zanden.

Het ontkalken van het Tongrien door het circuleerende water aan de oppervlakte is zoo ver gevorderd, dat het tot bijna volledig gemis van fossielen aanleiding geeft, (behalve in de kleien). Men kan echter na lang zoeken gelimonitiseerde fossielresten vinden, die door hun vorm en dimensies aan *Ostrea* et *Pectunculus* doen denken, welke fossielen deze lagen in de mijnschachten karakteriseeren.

Het *Midden-Oligoceen* begint met kleien waarin een brakwaterfauna heerscht. Men treft hierin aan vele *Cerithiën* en *Cyrenen*, ook *Corbula*. Dit is het *Rupélien* fluvio-marin van de Belgen, dat hier door een 2—4 M. dikke plastische kleilaag vertegenwoordigd is, die voor water hoogst ondoorlatend is. Waar deze laag aan den dag treedt, zien we dezen zoom dan ook als een treffend bronniveau gekenmerkt.

Hierop volgen glauconietarme zanden (op verschillende plaatsen in andere facies ontwikkeld), waarboven zandige grauwe kleien liggen, waarin twee septariënlagen voorkomen.

Het *Boven-Oligoceen* bestaat uit glauconiethoudende zanden, die een dikte van ongeveer 20 M. bereiken en ongemerkt overgaan in de *Onder-Mioceenesanden*. Langzamerhand verliezen ze hun glauconietgehalte en gaan over in de helderwitte kwartzanden van het *Midden-Mioceen*.

Boven deze zanden ligt een bruinkoollaag, of anders toch een sterk humushoudend zand. De witte kleur van het zand, dat hierdoor als uitgangproduct voor de glasfabricatie gewonnen wordt, kunnen we ons verklaren door aan te nemen, dat de bovenliggende bruinkool door reduceerende werking op het circuleerende water, het ijzer uit de oplossing in zich zal neerslaan. Het water, dat de onderliggende zanden bereikt, zal dus ontijzerd zijn. Tevens dient opgemerkt te worden, dat de bruinkool ook als waterkeerende laag werkt.

Hierop volgen de bruinkolen, die thans op groote schaal in verscheidene groeven ontgonnen worden.

Boven den bruinkool treft men witte of gele zanden aan, die een zeer karakteristieke laag met blauwe vuursteen houden.

Deze vuursteen — ze zijn prachtig afgerond — zijn van buiten blauw van binnen grijs, en vertoonen geen spoor van fossielen. Zooals reeds opgemerkt, schijnen ze zeer typisch te zijn voor deze *Midden-Mioceene* zanden en zou men ze als herkenningmiddel kunnen gebruiken.

Het *Boven Mioceen* ontbreekt.

Het *Pliocceen* komt hier als fluviaatiele afzettingen voor. Het komt als laatste erosieresten van een uitgestrekte delta voor, die vroeger heel Zuid-Limburg bedekt moet hebben. Men treft het nu aan als plioceene eilanden op hooggelegen gebieden, met name op het Ubaghsberg massief.

Op de schollen ten noorden v/d Ubaghsberg is het Pliocceen geheel de erosie ten prooi gevallen, benoorden den Sandgewand treedt het echter aan den dag; door de verschuiving kwamen de lagen hier op een veel lager niveau en zijn hierdoor voor de erosie gespaard kunnen blijven.

De samenstelling is zeer opvallend door:

- 1°. Een groote rijkdom aan kwarts.
- 2°. Het voorkomen van kiezeloölithen.
- 3°. De aanwezigheid van veel vuursteen.
- 4°. Een roode klei, waarin deze gesteenten liggen.

Door deze eigenschappen verkrijgt een groeve in dit grind een heel eigenaardig aspect.

De groote kwartsrijkdom is te verklaren, als we een transport van zeer grooten afstand aannemen. Alleen de meest resistente gesteenten, zullen nu voor vergruizing gespaard blijven. Hiertoe behoort juist de kwarts, verder lydiet en ook de zoo karakteristieke kiezeloölithen. Men heeft er wel eens fossielen in aangetroffen en hierdoor hun ouderdom als jurassisch vast kunnen stellen; zij vormen een heel laag percentage van de geheele samenstelling. Den vuursteen moet men zich echter denken als ontstaan door de verweering van krijtgrond uit de nabijheid. Hierdoor zou men tevens de roode leem kunnen verklaren, die zoo veel overeenkomst met den later te bespreken kleefgrond vertoont, welke een verweeringsresidu van de tufkrijtlagen is (zie pag. 131).

Het Kwartair.

Het komt voor in de successie:

alluvium,
grind laagterras,
löss,
grind middenterras,
grind hoofdterras.

Hieruit ziet men, dat de vorming van den löss heeft plaatsgegrepen in een tijd tusschen de afzettingen van het midden- en van het laagterras. Over dezen löss wordt later nog uitvoeriger gesproken.

De Maasgrinden onderscheiden zich petrografisch reeds dadelijk door een veel geringer gehalte aan kwarts dan het plioceene grind, bovendien zijn ze over het algemeen veel grover, dan het tertiaire.

Een groot gehalte aan kwartsiet en zandsteen is aanwezig, verder stukjes arkose-zandsteen en lydietjes, welke laatste wellicht uit den kolenkalk der Ardennen stammen en waarin men mogelijk gesilificeerde kalksteen zou moeten zien.

Op het voorkomen van stollingsgesteenten (zeer ondergeschikt), kom ik hieronder terug. Men heeft ze langen tijd voor Bretonsche gesteenten gehouden. ERENS vermeldde er van, dat volgens CH. BARROIS verscheidene met zekerheid als van Bretagne stammend gedetermineerd waren. Hij moest om hun transport van uit Bretagne te verklaren, een zeer gewaagde hypothese opstellen, omtrent de vroegere rivierloop. Deze hypothese is later onhoudbaar gebleken, sinds de onderzoekingen van DAVIS een veel eenvoudiger verklaring leverden (zie pag. 111).

Het grind van het hoofdterras is het grofst, naarmate we met een jonger terras te doen hebben, wordt de grootte der rolsteen kleiner, zoodat het laagterras het minst grove grind bevat.

Aan deze korte beschouwing over het Maasgrind, wil ik hier dadelijk een bespreking over de vorming der Maasterrassen laten volgen. ¹⁾

¹⁾ Dr. W. C. KLEIN: Het Diluvium langs de Limburgsche Maas. Verh. v. h. Geol. Mijnbk. Gen. Geol. Serie Deel II.

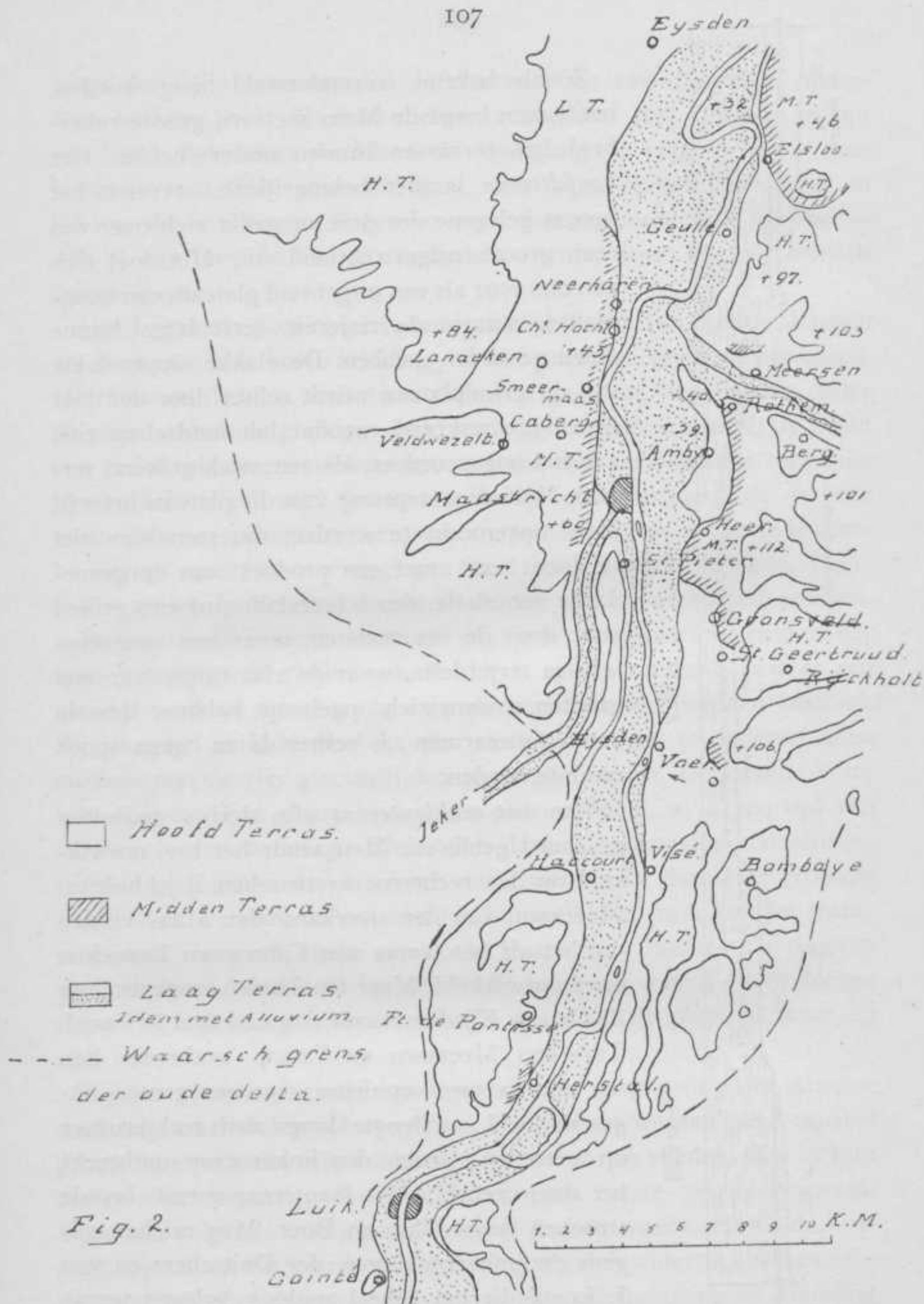


Fig. 2.



Fig. 3.

D. v. d. A.

Zooals bekend verondersteld mag worden, heeft men langs de Maas met vrij groote zekerheid drie terrassen kunnen onderscheiden. Het *hoofdterras* is het belangrijkste, tevens het hoogst gelegene der drie en strekt zich over een zeer groote uitgestrektheid uit. Het doet zich aan ons voor als een uitgebreid plateau, een hoogvlakte, waarin de rivieren eerst later hunne dalen gesneden hebben. De vlakke oppervlakte van dit grindplateau wordt echter door den löss geheel gemaskeerd, zoodat het landschap zich aan het oog voordoet, als een zwak golvend terrein. Wat de oorsprong van dit plateau betreft, dient opgemerkt te worden, dat men hier niet te doen heeft met een product van vergevorderde denudatie, een schiervlakte, of een gebied juist door de zee verlaten, maar met een reusachtige rivierdelta, waar de afzettingen van een grooten stroom zich opgehoopt hebben. Van de oude rivierarmen is echter bijna geen spoor meer te vinden.

Van het *middenterras* zijn slechts gedeelten gespaard gebleven. Men vindt het b.v. ontwikkeld op den rechteroever tusschen Rijckholt en Meerssen, aan den overkant der Maas vinden wij het als het terras van Caberg en Lanaeken mooi ontwikkeld. Meer ten Zuiden, ongeveer ten Z. O. van Eijsden is ook nog een deel bewaard. Tusschen Meerssen en Catsop ontbreekt het, om daarna weer opnieuw over een groote uitgestrektheid en lengte langs den rechteroever op te treden; langs den linkeroever ontbreekt het daar geheel. Het *laagterras* vormt breede strooken langs Maas en Roer. Men zal het volgens de onderzoekingen der Duitschers en van J. LORIE die het geheel analoog gelegen terras

langs den Rijn bestudeerden en daarvoor tot een diluvialen ouderdom besloten, ook diluviaal dienen te noemen. Het alluvium vormt een band vlak langs de Maas, de overgang in laag terras is zeer lastig te zien. Het alluvium gaat dan bijna opmerkbaar over in landen, die iets hooger liggen en onder het tegenwoordige régime — ook al zou men de kaden wegdenken — niet meer kunnen worden geïnundeerd.

Het bijgaande profiel geeft een duidelijk beeld der situatie. Komen we thans na deze korte inleiding tot het ontstaan van deze terrassen. Hieromtrent hebben zich twee theoriën gevormd, die beiden onder de vooraanstaande geologen hun verdedigers vinden. De eerste zoekt een verklaring te geven door het ontstaan der verschillende terrassen te paralleliseeren met de verschillende glaciaaltijden, de tweede meent den oorsprong der terrassen te moeten zoeken in locale bodembeweging, waarmee verjongingen der rivier gepaard gingen. Hieronder zullen in het kort beide theorieën nader beschouwd worden.

PENCK en BRÜCKNER kwamen bij hun nauwkeurige studie der terrassen langs de rivieren in de Alpen tot de conclusie, dat er een causaal verband tusschen hen en de verschillende ijstijden bestond. Zij slaagden er inderdaad in, een viertal terrassen te onderscheiden en deze met de vier glaciaaltijden te paralleliseeren. De kwestie komt hier op neer. Een glaciaaltijd is een pluviaaltijd d. w. z. een tijd van vermeerderden neerslag. Met elke daarop volgende afsmeltingsperiode ging gepaard een wassen der rivieren, die dan door grootere snelheid en watermassa ontzettende hoeveelheden puin konden transporteeren. Aan het einde van zoo'n wasperiode raakten de rivieren overbelast, ze konden al het puin niet meer vervoeren en er bleven reusachtige getransporteerde massa's liggen op de plaatsen waar zij zich bevonden.

Bij een nieuwe glaciaal-periode vond weer vergrooting der stroomsnelheid en het water volume plaats. De rivieren werden weer capabel groote hoeveelheden materiaal weg te voeren, ze sneden zich in hun vorige afzettingen in. Hiermee is dus het eerste terras gevormd. Voor een volgende interglaciaal-periode komen weer ontzettende hoeveelheden smeltwater vrij, vermindering van den watertoevloed is echter weer het eind dezer tweede wasperiode, overbelasting en afzetting

van grind zijn weer het gevolg. Bij hernieuwing van dezelfde cyclus, geschiedt weer hetzelfde en op deze wijze is het ontstaan van verschillende terrassen boven elkaar te verklaren. Door dit systeem op de rivieren in de Alpen toe te passen, kwamen PENCK en BRÜCKNER tot een alleszins bevredigend resultaat. In Duitschland heeft men onder huldinging dezer theorie bij den Rijn drie geprononceerde terrassen onderscheiden en deze in samenhang gebracht met drie glaciaaltijden. Lag het nu niet voor de hand bij de Maasterrassen ook naar een dergelijk verband met ijstijden te zoeken? Verschillende geologen hebben zich met deze kwestie bezig gehouden. KLEIN maakte in verband hiermee langs de Maas stroomopwaarts een reis tot in de Vogezen. Hij kon echter niet op bevredigende wijze de terrassen tot aan de bronnen vervolgen. De onthoofding der Maas door den Moezel bemoeilijkt het inzicht van het verband der terrassen beneden Pagny-sur-Meuse met die boven Toul zeer.

De drie terrassen der Maas zullen dan af te leiden moeten zijn uit drie glaciaaltijden in de Vogezen. De parallelisatie van de Vogezen glaciaties met die der Alpen is echter nog lang geen voldongen feit. Volgens LORIÉ, een vurig aanhanger dezer theorie, komt het hoofdterrasgrind, wat ouderdom betreft, overeen met de afsmeltingsperiode van den Mindelijstijd. Kennelijk is de delta, die hoofdterras genoemd wordt en die Maas en Rijn gemeen hebben de belangrijkste, zij zal dus overeen moeten komen met den hoofdijsstijd of liever nog met de daarop volgende afsmeltingsperiode. De beide volgende terrassen zou men zich dan van de Riss- en Würm-verijzing kunnen denken.

De tweede theorie berust op geheel andere grondslagen. Het hoofdterras wordt hier weer opgevat als een reusachtige delta, die Maas en Rijn gemeen hadden. Men moet zich de Ardennen met het voorliggende land als een penepaine voorstellen. De delta ging zeer geleidelijk tot in de zee over. HOLZAPFEL meende, dat de Maas-Rijndelta zich in een zeegolf had afgezet. De meeste geologen deelen echter een andere zienswijze. Het is inderdaad merkwaardig, dat nog nooit in de kleilagen en zandlagen, welke in het diluviale plateaugrind niet geheel ontbreken, eenig marien fossiel gevonden is, zij het dan ook slechts in den vorm van een steenkern. In Plistocenen tijd heeft de Maas zich in zijn tegenwoordig bed geconcentreerd en heeft zij zich inge-

sneden in dit vlakke terrein; haar affluents hebben zich toen ook gevormd en zich op hun beurt ingesneden. Hoe is deze insnijding nu ontstaan? Men neemt hiervoor een rijzen van het land aan (de Ardennen met hun voorland), waardoor de rivier verjongd werd en zich in zijn eigen afzettingen kon insnijden. Deze eerste insnijding is tot dieper dan de dikte van het hoofdterrasgrind gegaan. Men kan dit bij den St. Pietersberg goed waarnemen, waar op den linkeroever der Maas het Midenterras ontbreekt. Op den rechteroever is het echter aanwezig en van hier kunnen wij het op den overkant projecteeren; het blijkt dan duidelijk, dat de insnijding tot beneden het plateaugrind is doorgedrongen. Men moet er wel aan denken, dat niet de oppervlakte van een terras, maar de bodem het essentiele is. Naarmate de rivier nu ouder werd, begon zij overbelast te geraken. Zij zal weer tot afzetting van grof materiaal overgaan, de bestreken uitgestrektheid kan weer groot worden daar de rivier door meanderen het bed telkens zal verleggen. Zij zal haar bed gaan vullen. Hierop volgt weer een periode van insnijding als gevolg van locale landheffing. Doordat het grind weinig weerstand biedt zal de rivier zich betrekkelijk gauw in haar afzettingen ingesneden hebben en kan zij tot meanderen overgaan. Het midenterras is nu ontstaan. Nadat zich nog eens ditzelfde afgespeeld heeft, zal de tegenwoordige situatie verkregen zijn.

Men ziet hier dus de terrassen ontstaan als resultaat van afwisselende perioden van verjonging en overbelasting der rivier, als gevolg van bodemrijzingen.

Het mag verwondering wekken, dat een zoo kleine rivier als de Maas vroeger zulke uitgestrekte hoeveelheden land met grof grind heeft kunnen bedekken. Deze moeten met een veel grootere waterhoeveelheid overeenkomen. Het was de Amerikaansche geomorfoloog DAVIS, die de verklaring van dit verschijnsel leverde. Hij vestigde de aandacht op het feit, dat er bij Toul een droge poort bestond. Hierdoor moet de Maas vroeger gestroomd hebben.

Zij is echter door den Moezel onthoofd, zoodat een groot deel der Vogezen, dat vroeger tot het verzamelgebied der Maas behoorde thans op den Rijn afwatert. De Moezel heeft zich dit gebied tributair gemaakt.

Hierdoor wordt het ook mogelijk de stukjes graniet, die ERENS uit het plateaugrond verzamelde, te verklaren. Dit eruptief materiaal zal nu waarschijnlijk afkomstig zijn uit de Vogezen, en nu kan ook de zeer gezochte hypothese, als zouden deze gesteenten uit Bretagne stammen vervallen.

Tusschen de vorming van het Midenterras en de afzetting van het Laagterrasgrond, vond de afzetting van den löss plaats. Deze vinden we dus wel op het Hoofd- en Midenterras, op het Laagterras ontbreekt hij echter geheel, hij wordt er echter gedeeltelijk vervangen door een alluviale kleilaag.

Tusschen bovenstaande twee theorieën moet men thans voor zich zelve eene keuze doen.

Dr. W. C. KLEIN, die een kenner van Zuid-Limburg genoemd mag worden, was eerst een vurig aanhanger van de eerstgenoemde theorie. In zijn publicatie omtrent het Maasdiluvium in 1914, komt hij echter geheel op deze meening terug. In 1913, tijdens de excursie der Belgische geologen in Zuid-Limburg vond de theorie in hem nog een warme verdediger, maar vooral naar aanleiding van de levendige debatten, toen gevoerd, heeft hij zijne meening gewijzigd. Thans doet hij afstand van eene parallelisatie van de Maasterrassen met de Alpen-glaciaties, en meent met LOHEST en OESTREICH, dat locale bodembewegingen, zoo zij al niet uitsluitend voor de terrassen-vorming aansprakelijk gesteld moeten worden, toch er den grootsten invloed op hadden. ¹⁾ Een der belangrijkste argumenten tegen de aanname der theorie van PENCK en BRÜCKNER is wel deze: dat, indien men, — zooals wel steeds gedaan wordt — aanneemt, dat de Ardennen niet vergletscherd waren, men lastig een goede verklaring kan vinden voor het bestaan der terrassen aan de Ourthe en de Amblève, enz. Bij aanname van bodembewegingen in de Ardennen daarentegen, zouden zij niet mogen ontbreken. De opheffing van het land is bij den Rijn zeer goed aangetoond en zij bestaat ook hier, terwijl een verband met glaciaties niet met voldoende zekerheid aangetoond is geworden. Men zou dus geneigd zijn, deze laatste theorie te veroordeelen, maar

¹⁾ Dr. W. C. KLEIN. *Compte Rendu de la Sess. Extr. de la Soc. Géol. de Belg. etc. An. de la Soc. géol. de Belg.*

moet hierbij toch bedenken, dat de kwestie nog niet volkomen opgelost is.

In verband met deze kwestie worde hier nog even het ontstaan van den löss aangestipt.

De echte löss is een zeer fijnkorrelig, inpalpabel, tusschen de vingers verwrijfbaar, geel, kalkhoudend fijnzand, dat zich kenmerkt door gemis aan gelaagdheid, waardoor de neiging ontstaat tot het vormen van dalen met loodrechte wanden, wat in holle wegen mooi te zien is. Door verweering en uitloosing van het kalkgehalte ontstaat uit de löss de lössleem.

De zogenaamde lössmannetjes (lösskindl) zijn in de löss voorkomende onregelmatig en grillig gevormde kalkconcreties, die ontstaan zijn door het zich plaatselijk in knollige vormen concentreren van de kalk, welke de löss oorspronkelijk vrij regelmatig verdeeld, tot een hoog gehalte bevatte.

De löss is een uiterst vruchtbare grondsoort, mede daar zij het water goed vasthoudt en voor een goede toevoering aan de planten zorgt.

De löss wordt tegenwoordig in navolging van VON RICHTHOFEN als een aeolische vorming beschouwd. Hij heeft deze ontstaanswijze het eerst voor de Chineesche löss geopperd en haar ook later op de Europeesche en andere voorkomens overgedragen. Een droog klimaat is voor het ontstaan dan een vereischte. In en om de woestijnen van Centraal-Azië is dit aanwezig en men ziet den löss dan ook aan de woestijngrenzen ontstaan in het steppengebied. Voor de Europeesche diluviale lössvoorkomens moet natuurlijk een kleine wijziging aangebracht worden. Hier stamt het materiaal van de löss niet uit woestijngebieden, maar is het slib van de gletscherstroomen, enz. Men zou alle löss kunnen beschouwen als een vorming uit den laatsten ijstijd (Würm glaciatie), ook zou het kunnen zijn, dat de löss uit verschillende ijstijden stamde en men er dus ouderdomverschillen in moet aantreffen. Na den diluvialen ijstijd heerschte over heel West-Europa een droog koud klimaat. Men kan zich nu denken, dat door het afsmelten van het landijs groote deelen grondmorene vrij gelegd werden. Hier overheen streken stormachtige winden, die vanaf de ijsbe-

dekking, als gebied van hoogen druk, waaiden naar de omliggende landstreken. Door deze winden werden de vochtige puinlagen gauw opgedroogd en al het gemakkelijk transporteerbaar materiaal werd meegevoerd. De grovere deeltjes werden al spoedig weer afgezet, maar het allerfijnste stof kon heel ver getransporteerd worden. Zoo ontstonden om het ijs op grooten afstand uitgestrekte lössdepôts. Door de sterk selectieve werking van den wind, werd er daar uitsluitend 't allerfijnste materiaal van gelijke korrelgrootte afgezet. Dit verklaart het gemis aan gelaagdheid in de löss. Dat we hier inderdaad met een landvorming te doen hebben is af te leiden uit twee feiten:

- 1°. Het voorkomen van echte landfossielen, zooals b.v. de Gastropoden *Helix hispida* en *Succinia oblonga*. Ook resten van gewervelde dieren kunnen voorkomen.
- 2°. Het voorkomen van wortelkanaaltjes. Immers men kan zich voorstellen, dat gedurende korten tijd een pauze in de lössafzetting intrad; gedurende dien tijd kan er zich een spaarzame vegetatie van grassen ontwikkeld hebben. Bij afsterven en nieuwe afzetting veroorzaken de wortelkanaaltjes dan een soort capillaire structuur, die anders lastig te verklaren zou zijn.

Zooals reeds hiervoor opgemerkt is, bedekt de löss Hoofd- en Mid-denterras, terwijl hij op het Laagterras ontbreekt. Nog niet verklaard is de oorzaak van het eigenaardig verloop van de lössgrens van Hasselt over Lanaeken, dan noordwaarts langs den oostoever der Maas tot even benoorden Sittard en daarna weer oostwaarts. Benoorden den Sandgewand wordt geen löss meer aangetroffen.

DE TECTONIEK VAN ZUID-LIMBURG.

Om een eenigszins duidelijk beeld hiervan te krijgen moeten we ons eerst rekenschap geven, wat we in Zuid-Limburg aan kunnen treffen. We zien dan, dat we hebben:

- 1e. *Het geplooide Primair, het Carboon, waarvan de ligging thans uit de resultaten van talrijke diepboringen en mede uit de mijnontginningen goed bekend is geworden.*
- 2e. *De vrijwel horizontaal liggende deklagen, die in Limburg voor zoover ze uit Secundair bestaan Senoon zijn; er boven ligt dan het Tertiair als Oligoceen, Mioceen en Pliocene, waarboven de diluviale grindbedekking en de löss volgen.*

Om den oorzaak op te sporen, hoe het komt, dat het Carboon geplooid is, moge hieronder een korte bespreking van de groote plooiingstijdperken volgen, die op Nederland hun stempel drukten. Dit zijn de Caledonische en de Hercynische plooiing geweest.

De Caledonische plooiing heeft zich waarschijnlijk over geheel Nederland voortgezet, deze plooiing vond plaats in het Eind-Siluur. Het ketengebergte, er door ontstaan, heeft daarna gedurende geruimen tijd aan de werking der denudeerende krachten bloot gestaan. Vervolgens heeft de zee getransgreedeerd en zijn nieuwe sedimenten afgezet.

De volgende groote plooiingsperiode vond plaats in het Carboon, ze bereikte in het Laat-Carboon haar hoogtepunt; dit is de *Hercynische plooiing* geweest.

De plooibundels kan men scheiden in een westelijke, de Armori-kaansche en een oostelijke, de Variscische boog, die elkaar in het Zuiden van het Fransche Centraalplateau ontmoeten. De eerste loopt

vandaar over Bretagne-Normandië, Zuid-Engeland en Wales naar Ierland, de laatste buigt over Vogezen en het Zwarte Woud naar het Thüringer Woud, de Harz, het Fichtelgebirge en Bohemen.

Deze plooiing is echter in Nederland alleen in Zuid-Limburg waar te nemen. Daardoor zal men dan ook in Nederland mogen verwachten, dat alle lagen, sinds het eind van het Siluur afgezet, horizontaal liggen. Dit is dan ook bij herhaalde boringen in de Peel aangetoond. Nu vindt men in Zuid-Limburg echter geplooid Carboon. Gaan wij fig. 1 na, dan zien wij hiervan de verklaring. Men vindt hier den noordrand van de overschuivingszone van de Hercynische plooiing schematisch aangegeven en ziet, dat Zuid-Limburg het voorland van deze plooiing is. Zij heeft zich hier niet kenbaar gemaakt door die intensieve dislocaties, als in de Ardennen, waar zij aanleiding gaf tot belangrijke overschuivingen en zich ook in scherpe zigzagplooiing uitte, die men niet alleen in het Belgische, maar ook in het Wurm-kolenbekken aantreft.

In Zuid-Limburg is het verschijnsel echter lang niet zoo indrukwekkend. Wij bevinden ons hier aan den noordrand van het Hercynische plooiingsgebirge, dat zich in het Oosten vrij naar het Noorden heeft kunnen ontwikkelen en uitstuwen van Silezië tot Aken, maar in het Westen stuitte tegen een wal van oude Caledonische massieven, die zich van uit Aken tot in oostelijk Ierland uitstrekt en die door Mr. W. A. J. M. v. WATERSCHOOT v. D. GRACHT het Anglo-Belgisch Massief genoemd wordt. Voor ons heeft echter alleen het oostelijk gedeelte, het Massief van Brabant, belang.

Het Massief van Brabant vormde hier een weerstand voor de plooiing; het deed als een passief „butoir” dienst. Als golven in de branding zijn de plooien hiertegen gestuit en gaven in België aanleiding tot die geweldige overschuivingen, zooals FOURMARIER die in zijn „Tectonique de l'Ardenne” beschreven heeft, waarin hij zijn dekbladentheorie ontwikkelt. Heele laagcomplexen werden hier over jongere groepen heengeschoven. In deze groote overschuivingsbladen kunnen typische vensters (zooals bij Theux) en vooruitgeschoven, door de erosie gespaarde klippen voorkomen.¹⁾

¹⁾ Jaarverslag der Rijksopsp. v. Delfst, 1913.

Alleen bij Epen bevinden wij ons in ons land nog midden in het geplooid gebied. Hier treffen wij steil opgerichte lagen uit het steriele Boven-Carboon aan; verder noordelijk gaat dit al gauw over in een flauw geplooid verloop der lagen, zooals dat in de thans ontgonnen mijnen fraai te zien is. Behalve deze zwakke plooiing brengen nog eenige andere dislocaties, zooals flexuren en kleine overschuivingen, begeleid door spiegels en wrijfkrassen, ons de geweldige storingsverschijnselen uit België en Duitschland in herinnering.

Groote breuken vormen het hoofdbestanddeel van de tectoniek van Zuid-Limburg. Zij uiteten zich morfologisch niet alleen door het nazinken van de schollen in diluvialen tijd en de daaruit voortspruitende niveauverschuivingen, maar tevens in den aard der erosie, welke na de afzetting van het maasgrind plaats vond en die de lagen met verschillende weerstand in verschillende mate aangetast heeft.²⁾

Geheel Nederlandsch Limburg en het aangrenzende gebied in Duitschland wordt doorkruist door transversale verschuivingen.³⁾

In hoofdzaak kunnen we hierbij twee hoofdsystemen van breuken onderscheiden waartoe ze allen te brengen zijn (fig. 1).

Deze twee hoofdgroepen zijn:

A. De N. W.—Z. O. loopende verschuivingen.

B. De W.—O. gerichte verschuivingen.

Slechts enkelen wijken belangrijk van bovengenoemde richtingen af. Door deze breuken wordt het gebied in een stelsel horsten en

1) De juistheid van FOURMARIER's dekbladentheorie is door talrijke boringen volkomen bewezen, die door Onder- en Midden-Devoon heen, het overschoven kolenbekken van Mons tot Luik aanboorden. De groote overschuivingsbreuken bleken slechts hellingen te hebben van 11° — 15° naar het Zuiden, die aan den dagzoom lokaal tot 20° toenemen. Bovendien zijn de overschuivingen later nog zwak verder geplooid, zoodat het breukvlak een golvend verloop heeft: op de anticlinalen van zulke golven konden dan, zooals bij Theux, erosie-vensters ontstaan.

2) W. C. KLEIN. Failles montrant trois mouvements opposées successifs, etc. An. de la Soc. géol. de Belg. t. XXXVII, Mémoires.

W. C. KLEIN. Tektonische und stratigraphische Beobachtungen am S. W. Rande des Limb. Kolenreviers.

3) Zie de kaart op plaat 1 van het jaarverslag over 1909 der Rijksopsp. v. Delfst. of fig. 1 uit Dr. KLEIN's werk: Tekton. und Stratigr. Beobachtungen, enz.

slenken verdeeld, terwijl het bedrag der verschuiving in vele gevallen zeer aanzienlijk is.

Het eerste systeem verschuivingen is het belangrijkste, zij zijn gekenmerkt door groote lengte en groot bedrag en veroorzaken de hoofdhorsten en slenken; een groot aantal te zamen bewerkstelligt vaak den overgang van horst in slenk. Zoo vinden we in het Zuiden het plateau van Zuid-Limburg en de Belgische Kempen; door Sandgewand—Feldbiss, samen met nog talrijke andere verschuivingen, waarvan die van Heerlerheide en Benzenrade de voornaamste zijn, wordt hier den overgang tot den Noordelijk ervan liggende grooten Roerslenk verkregen. Deze wordt in het Noorden begrensd door den Peelhorst en den horst van Brüggem—Erkelens. Hier geschiedt de niveauverandering tamelijk plotseling.

De W.—O. verschuivingen komen het best uit op het Duitsche gebied in de nabijheid van Erkelens en Viersen. Door een blik op de kaart kan men zich ervan overtuigen, dat zij de N. W.—Z. O. gerichte verschuivingen verschoven hebben, waaruit hun geringere ouderdom zeer duidelijk blijkt.

Ik zal hieronder beide groepen in het kort bespreken.

A. De verschuivingen met N. W.—Z. O. strekking.

De belangrijkste vertegenwoordigers van deze groep zijn in Zuid-Limburg de volgende:

- Verschuiving van Benzenrade—Kunrade,
- Verschuiving van Heerlerheide,
- Verschuiving van Schrijversheide,
- Sandgewand—Feldbiss,

De verschuiving van Benzenrade—Kunrade.

Deze breuk begrenst in het Oosten het aan den dag tredende Krijt. Alleen het Noordelijk deel werd door de erosie ontsloten; Zuidelijk van Benzenrade echter door de hoofdterrasgrindbedekking niet meer.

In de boorresultaten treedt hier echter een groote anomalie te voorschijn. In fig. 4 ziet men, dat terwijl de bovenkant van het Krijt bij boorgat No. 1. 78 M. hooger ligt, dan bij boorgat No. 13, de onderkant ervan juist \pm 80 M. dieper aangetroffen wordt, we zien

hieruit, dat de dikte van het Krijt aan weerszijden der storing zeer verschillend is. Deze anomalie is in een overigens vlak land alleen door een storing te verklaren.

Meer Noordelijk maakt de verschuiving van Benzenrade zich als een steilrand kenbaar in het terrein. Bij den Putberg zien we, dat zij door een kleine O.—W. verloopende verschuiving verschoven is. Hierna kunnen we den Krijtrand weer een eind in N.—N. W. richting vervolgen, totdat hij naar het Westen ombuigt; van hier afaan is de verschuiving van Benzenrade niet meer in het terrein te vervolgen, haar rol wordt nu echter voor een groot deel overgenomen

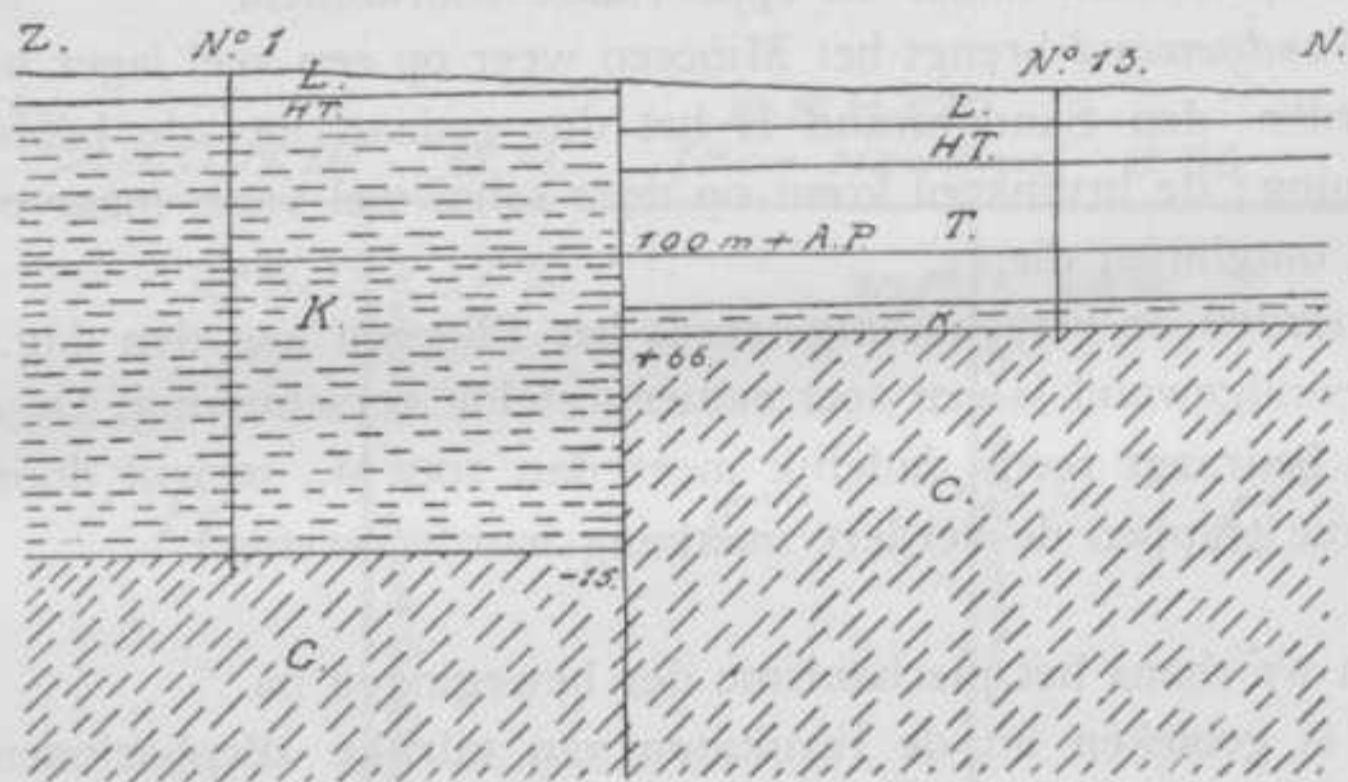


Fig. 4.

L = löss; H T = hoogterrasgrind; T = tertiair;
K = krijt; C = carboon.

door de verschuiving van Kunrade, welke tot het O.—W. loopende systeem behoort. Door de groote Benzenrader—Kunrader verschuiving worden aan den dag het Krijt en het Tertiair in contact gebracht.

Van het eerste ziet men het Boven-Senoon, ontwikkeld in de Kunrader facies, terwijl het Tertiair uit oligoceene zanden bestaat. Het enorme verschil in weerstandsvermogen tegen de erosie, heeft hier een typisch verschijnsel veroorzaakt. Hier stijgt n.l. de harde krijt-wand steil uit de zanden op en hierdoor komt het dat we de verschuiving in het terrein aan haar eigenaardig klif kunnen vervolgen.

De verschuiving van Heerlerheide bestaat eigenlijk ook uit meer-

dere verschuivingen, die van Schrijversheide dient vermeld te worden. Zij brengt de oppervlakkige lagen ten Noorden op een lager niveau en het Mioceen in lateraal contact met het Oligoceen. Beide bestaan echter uit zanden, die in gelijke mate tegen de erosie bestand zijn, hierdoor is deze verschuiving voor het oog niet aan de oppervlakte zichtbaar.

Zij heeft echter een groot economisch belang, daar de Mioceenezanden op de noordelijke schol voor de erosiewerking gespaard bleven, en zij zijn het juist, die de bruinkoollagen houden, welke thans op groote schaal ontgonnen worden, daar zij hier op exploitabele diepte, dicht onder de oppervlakte voorkomen.

De Sandgewand brengt het Mioceen weer op een veel lager niveau. Benoorden den Sandgewand is het dus gedaan met de bruinkoolontginning; de bruinkool komt op deze schol wel voor, maar op een niet te ontginnen diepte.

Benoorden de verschuiving treedt het Plioceen aan den dag.

De Sandgewand is een zeer samengestelde verschuiving. De eerste sprong bedraagt reeds dadelijk meer dan 100 M., terwijl door verscheidene trappen de verdere overgang wordt vervolgd.

Gaan we thans het mechanisme der bewegingen na.

Het is gebleken uit de resultaten van talrijke diepboringen, dat langs deze breuken een drietal oscilleerende bewegingen plaats gevonden moet hebben; de laatste maakt zich nog thans kenbaar. De hypothese hieromtrent werd opgezet door Dr. W. C. KLEIN. Zij berust op de gegevens verkregen uit de diepboringen in Zuid-Limburg door de Rijksopsporing van Delfstoffen volvoerd.

De theorie is ongeveer de volgende:

Beginnend met het Carboon, springt terstond het groote verschil in gasgehalte der koollagen aan weerszijden van het verschuivingsvlak in het oog. Steeds vormen in de Zuidelijker schollen lagen met geringer gasgehalte het begin van het Carboon.

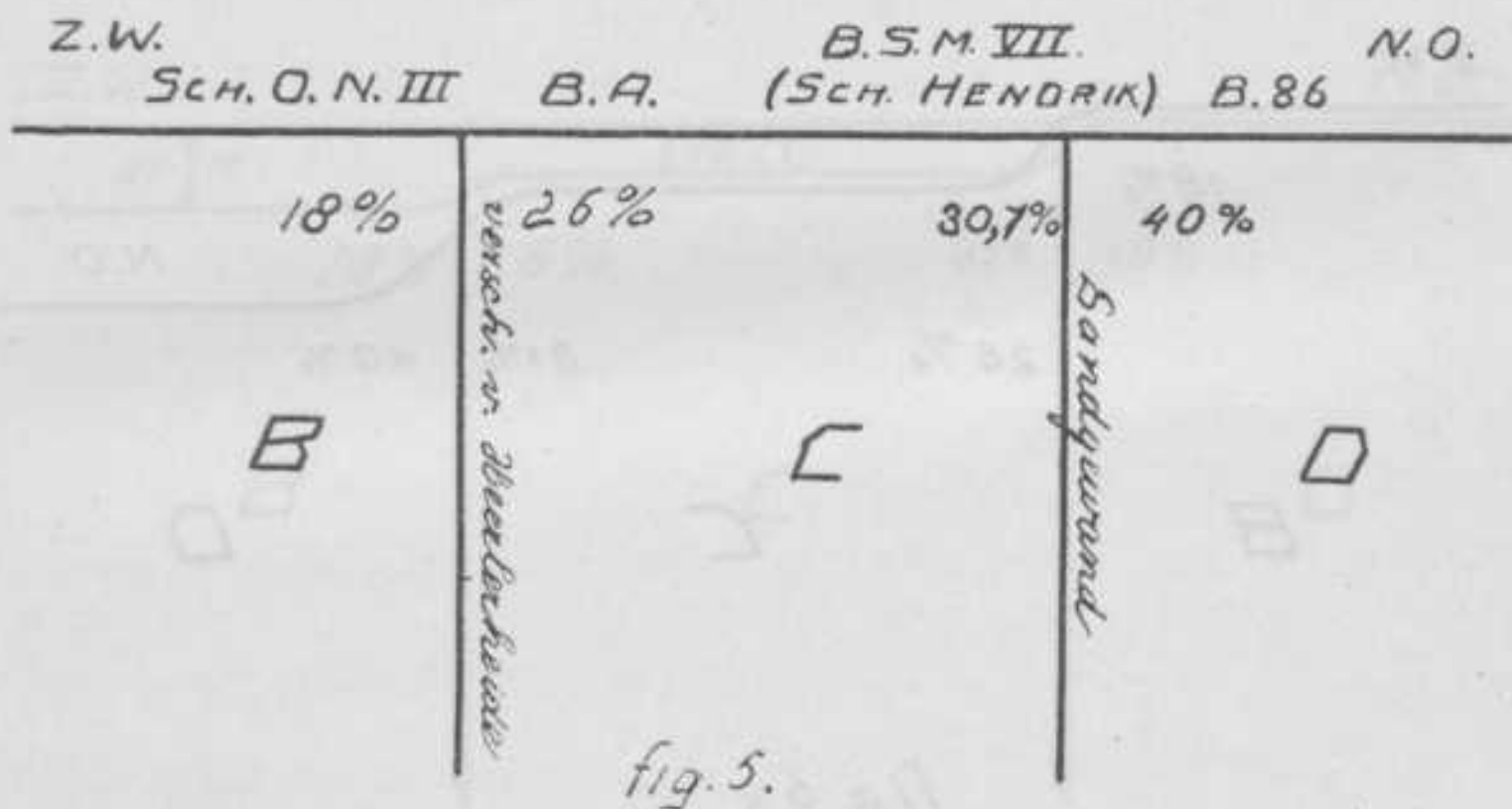
Nevenstaande figuur geeft een schematisch profiel in de richting Z. W.—N. O., waarin tevens de cijfers der gasgehalten aangegeven zijn. Dit zijn cijfers geldend voor de meest gasrijke lagen uit de be-

trokken boringen; in de meeste gevallen zijn dit ook meteen de bovenste koollagen van het complex.

Mogelijk bestond de verschuiving van Schrijversheide nog niet in Carbonen tijd en is zij pas in Senonen tijd ontstaan, zij is in dit en de twee volgende schetsjes dan ook weggelaten.

Men ziet uit fig. 5, dat de bovenlagen van het Carboon op schol B. overeenkomen met veel dieper liggende lagen van schol C. ¹⁾

De hoogst aangeboorde lagen van B. zijn dus van hooger ouderdom dan die van schol C. Aangenomen wordt, dat een lager gasgehalte met een hooger ouderdom overeenkomt, wat in het algemeen uitkomt.



Dit is te verklaren, als men aanneemt dat de Noordelijke schollen steeds ten opzichte van de Zuidelijke gedaald zijn.

Daarna hebben de denudeerende krachten gedurende langen tijd op de oppervlakte kunnen inwerken en zijn vooral van de Zuidelijke schollen groote laagcomplexen door de erosie verdwenen.

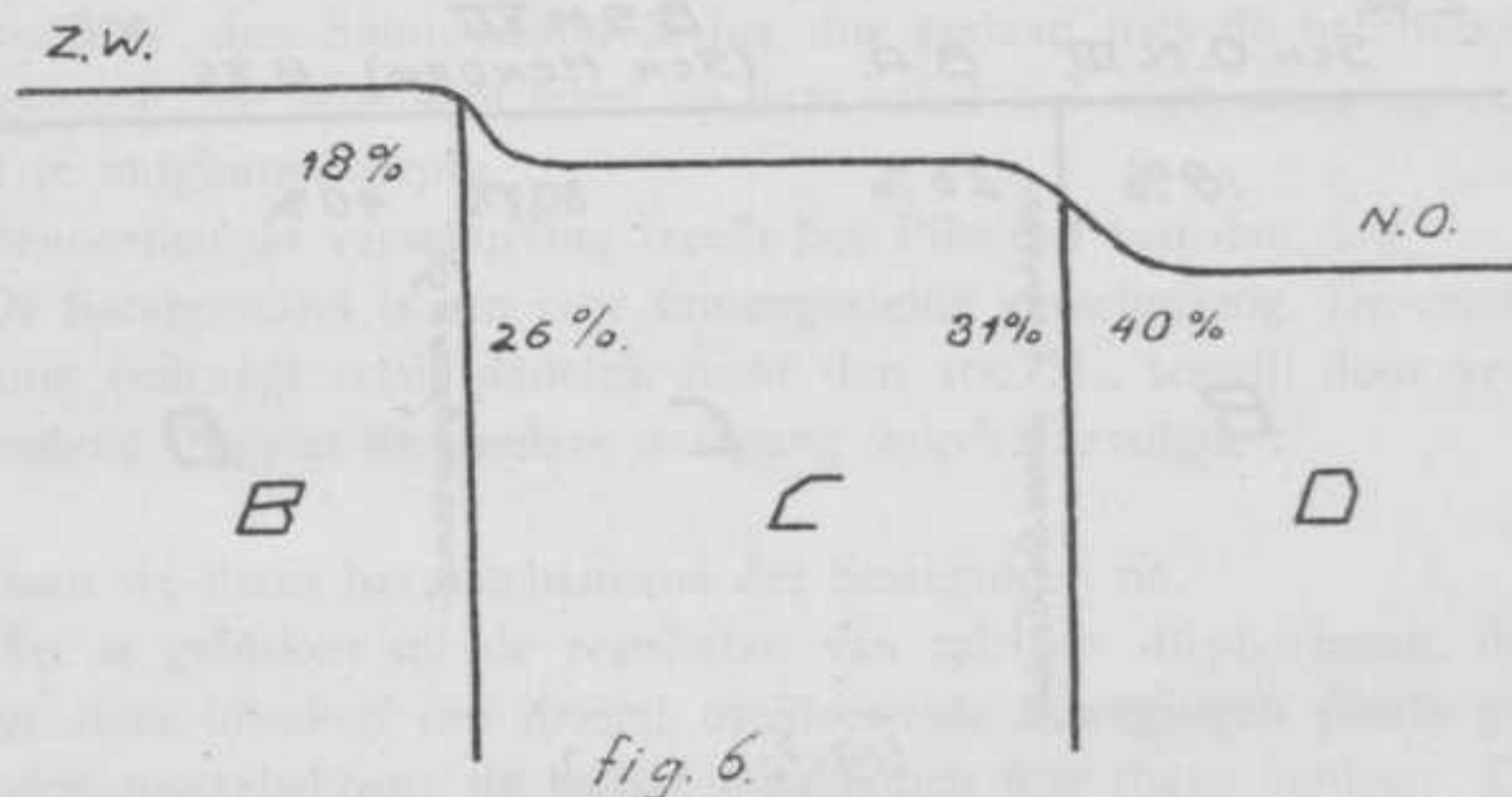
Misschien is het gebied wel geheel vereffend; zijn echter de trappen nog wel bewaard gebleven, dan is hun onderling hoogteverschil althans zeer verkleind. (fig. 6).

¹⁾ Aangenomen wordt, dat een lager gasgehalte met een hooger ouderdom overeenkomt, wat in het algemeen uitkomt.

De boring A. levert pas kool van 18 % op een niveau, 450 M. lager gelegen, dan de Carboonoppervlakte in dezelfde boring. Bij volledige vereffening van het Carboonoppervlak zou hieruit een verschuivingsbedrag van 450 M. kunnen afgeleid worden; het erosiesurplus van de schol B. zou dan 450 M. bedragen.

De geringe helling van de lagen in aanmerking nemend en de zeker niet te onderschatten toename van het gasgehalte in eenzelfde laag naar het Noorden, zou men dit bedrag niet onaanzienlijk moeten verlagen. ¹⁾

Uit 't voorgaande bleek het aanwezig zijn van een beweging, die de Zuidelijke schollen deed rijzen ten opzichte van de Noordelijke,



de hierop volgende erosie-periode heeft het terrein genivelleerd of de trappen in onderling hoogteverschil verminderd. Men zou dus een Krijtbedekking van constante dikte, of eene met een toenemende dikte naar het Noorden verwachten.

Wat echter gevonden wordt, is juist absoluut anders. Op schol B. treft men de dikste Krijtbedekking, hier zijn zoowel het Onder-

¹⁾ Wetenschappelijk lijkt het mij beter, indien de vergelijking der niveau's aan weerszijden der storingen niet op gasanalysecijfers berustte, maar op palaeontologische grondslag doorgevoerd werd. Een principieele wijziging van KLEIN's hypothese zou dit niet beteekenen, want ook hierdoor zou blijken, dat de Zuidelijker schollen met oudere Carbone lagen beginnen.

als het Boven-Senoon ontwikkeld. Op schol C. vindt men echter een Krijtmantel, die aanzienlijk dunner is; het Onder-Senoon is hier afwezig, slechts het Boven-Senoon is tot afzetting gekomen. Gaat men verder noordelijk, dan blijkt, dat zelfs ook dit laatste op schol D. afwezig is. (fig. 7).

Men ziet hieruit, dat het Krijt dunner wordt in plaats van dikker, naarmate men zich Zuidelijker naar Noorderlijker schollen begeeft. Dit doet denken aan een mariene transgressie in Onder-Senonen tijd. De zee heeft echter plotseling halt moeten maken vóór de verschuiving van Heerlerheide, hetgeen blijkt uit het feit, dat hier geen Onder-Senoon tot afzetting is gekomen. Er moet dus hier een bar-

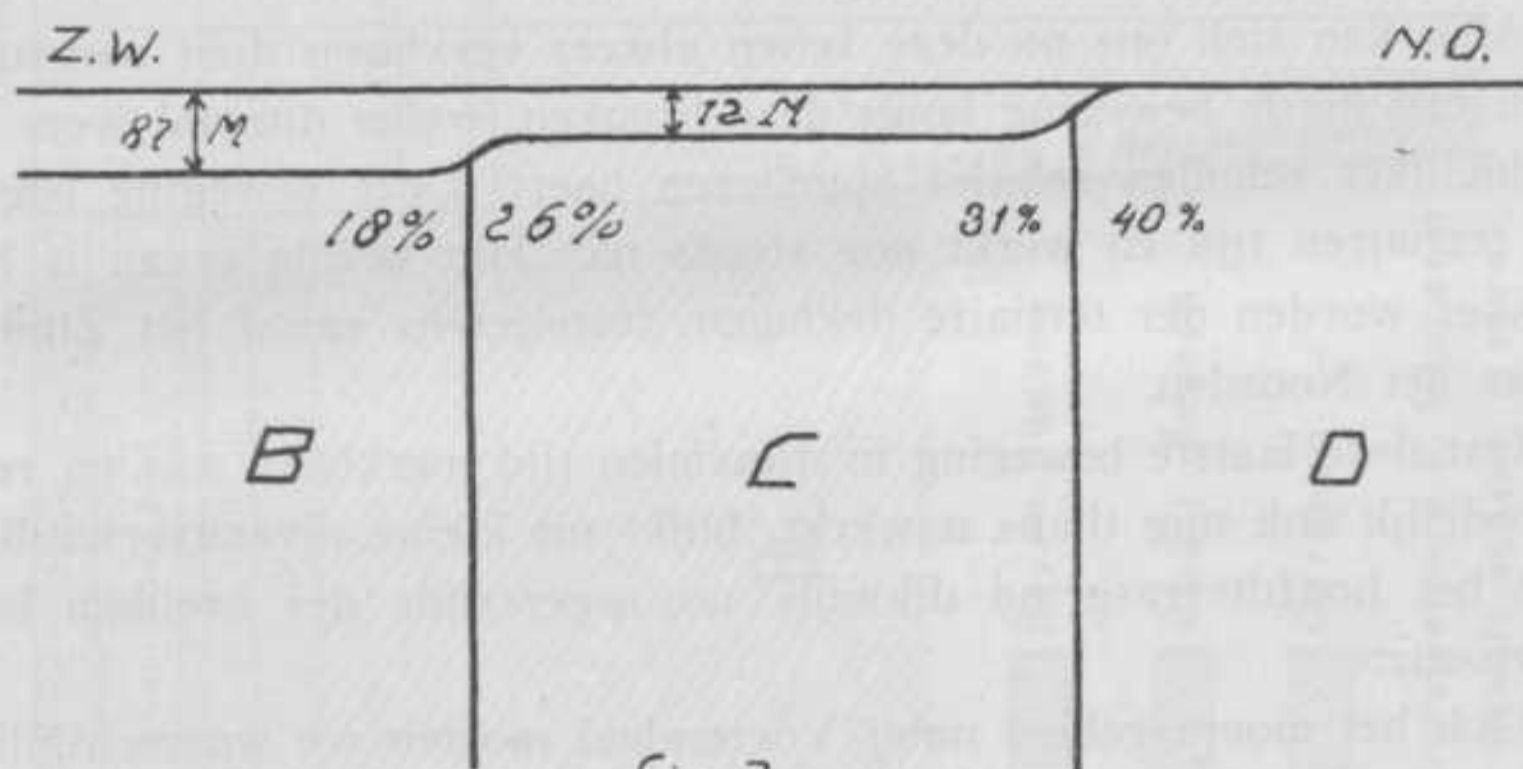


fig. 7.

rière bestaan hebben en deze kan wel een horst geweest zijn, die zich bevond ten Noorden van de verschuiving van Heerlerheide.

Als deze horst nog niet bestaan had gedurende de afzetting van het Onder-Senoon, moet onmiddellijk na afzetting hiervan door een relatieve heffing der Noordelijke schollen een periode van landzijn gevolgd zijn, hierin zouden de juist afgezette sedimenten weg geërodeerd moeten zijn. Het onwaarschijnlijke hiervan blijkt echter reeds dadelijk uit het absolute gemis aan grindafzettingen om deze schol, waardoor het juister schijnt, aan te nemen, dat op de noordelijke schollen nooit Onder-Senone sedimenten tot afzetting zijn gekomen.

In Boven-Senonen tijd vond een hernieuwd transgredeeren der zee

plaats; de Sandgewand vormde nu de N. W. grens, waartoe sedimenten afgezet werden, hetgeen volgt uit het ontbreken van het Boven-Senoon, benoorden deze verschuiving.

Uit het bovenstaande blijkt, dat men alles verklaren kan, door een beweging der schollen langs dezelfde verschuivingen gedurende Senonen tijd aan te nemen; deze heeft ditmaal een daling van de zuidelijker schollen ten opzichte van de noordelijke bewerkstelligd.

Gaan we thans het groote N. O.—Z. W. profiel (fig. 8) na, dat de resultaten der boringen vereenigt. De geweldige uitbreiding van het Tertiair naarmate men noordelijker komt treft dadelijk; ook ziet men, dat de Carboontrappen weer in denzelfden zin verlopen, als na de Prae-Senone verschuiving.

Men kan zich ons nu deze feiten alweer verklaren door aanname van een derde beweging langs deze breuken, welke ditmaal weer de zuidelijker schollen relatief opgeheven heeft. Deze beweging begon in tertiairen tijd en werkt nog steeds na. Het gevolg ervan is het dikker worden der tertiaire deklagen, trapsgewijs vanaf het Zuiden naar het Noorden.

Dat deze laatste beweging in diluvialen tijd merkbaar was en vermoedelijk ook nog thans nawerkt, blijkt uit kleine niveauverschillen die het hoofdterrasgrind dikwijls aan weerszijde der breuken kan vertoonen.

Ook het moerasgebied nabij Voerendaal moeten we waarschijnlijk op deze nawerking terugvoeren; zij heeft zich hier dus kenbaar gemaakt in de stagnatie van het oppervlaktewater. Men zal dit gebied dus genetisch in verband met de Kunraderverschuiving dienen te brengen.

Resumeerend, komen we dus tot de conclusie, dat voor deze N. W.—Z. O. breuken een drieledige beweging is vastgesteld, n.l.

1^o. een prae-senone,

2^o. een midden-senone en,

3^o. een post-senone,

van welke de eerste en de laatste de noordelijke terreinen hebben doen zakken.

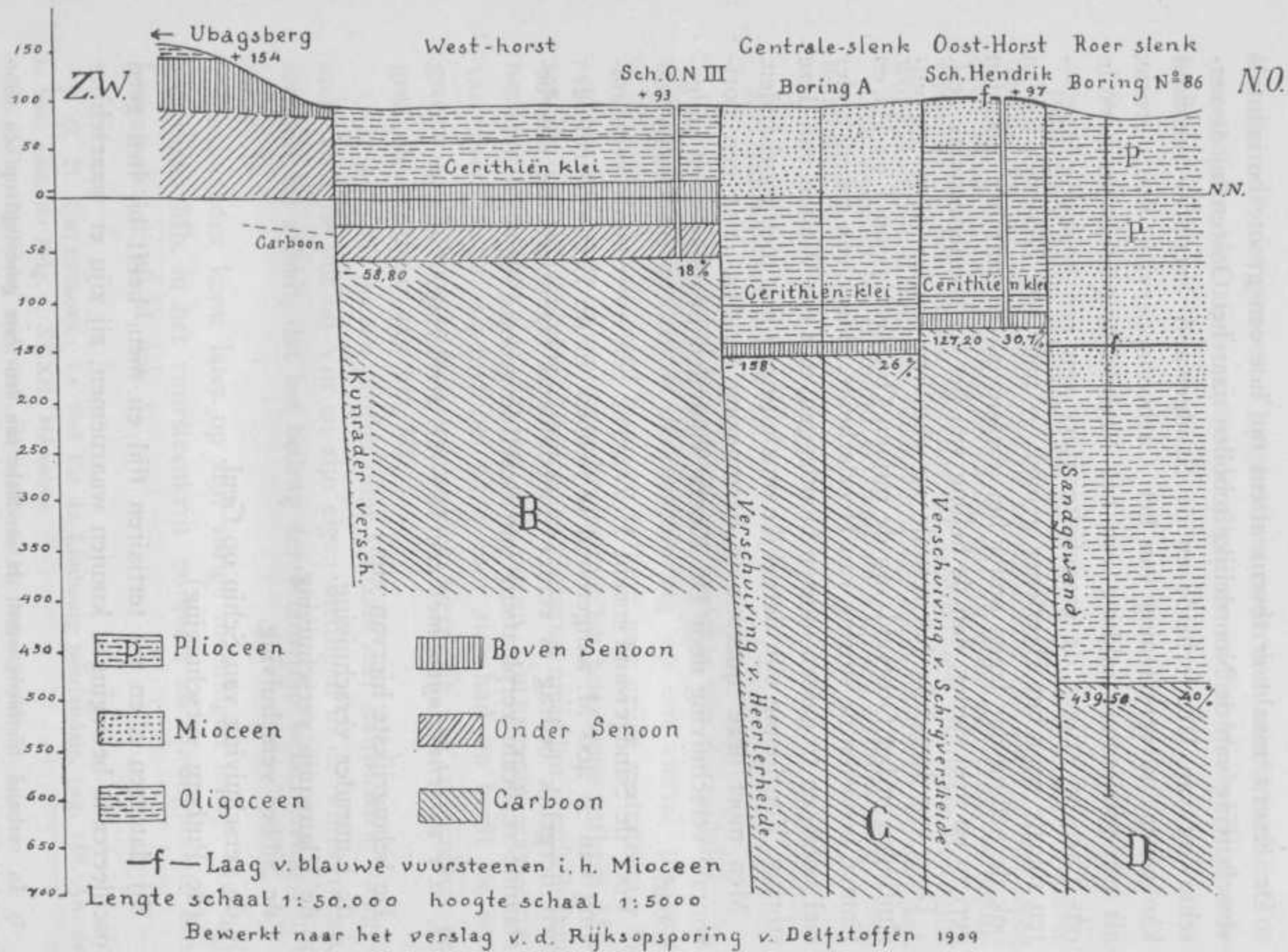


Fig. 8.

Dr. KLEIN, maakt er tevens attent op, hoe een groote horizontale verschuiving van de Noordelijke schollen naar het Oosten bij de verschuiving van Heerlerheide en de Sandgewand hetzelfde resultaat kan geven, na vereffening van het Carboonoppervlak door erosie, als een praesenone zakking van het Noordelijk gebied. Immers in ons Carboon stijgen de gasgehaltecijfers van een bepaalde laag — ten minste voor het Heerlener gebied — naar het Noorden toe en ook de helling der lagen onder het abrasievlak is naar het Noorden gericht en veel steiler, dan de helling van het Carboonbovenvlak zelf.

Door een dergelijke horizontale verschuiving zouden echter de ontsluitingen in het Oostveld van de mijnen Oranje-Nassau I en III en Emma, beoosten de storing van Heerlerheide, aldaar een geheel ander stel zadel- en trogassen moeten blootleggen, dan ten Westen van deze storing. Voorloopig zijn dergelijke ontsluitingen nog niet voorhanden.

Men moet deze quaestie in herinnering houden, daar een horizontale verschuiving door Dr. KLEIN, voor den Feldebiss werd aange-toond.

Voor de Sandgewand meent HOLZAPFEL een horizontale verschuiving van ± 400 M. aangetoond te hebben in de Eschweilermulde; een dergelijk bedrag is echter onbeduidend tegenover de daarbestaande verticale verplaatsing van dezelfde grootte. ¹⁾

B. De verschuivingen met een W.—O. strekking.

De belangrijkste hiervan zijn:
 de Kunrader verschuiving,
 de Klauwpijp verschuiving,
 de Sibber verschuiving,
 de verschuiving van Schin op Geul,
 (de Putberg verschuiving).

Zij dateeren allen uit tertiairen tijd en men heeft bij hen geen oscilleerende bewegingen kunnen waarnemen, zij zijn er waarschijn-

¹⁾ In verband hiermede wordt de aandacht van den lezer gevestigd op een voordracht door Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF op 1 Febr. 1919 voor het Geol. Mijnb. Genootschap gehouden, waarvan het verslag in de Verhandelingen zal worden opgenomen.

lijk dan ook niet geweest. Omtrent hun ouderdom neemt men van de meesten aan, dat zij is post-onderoligoceen en hoofdzakelijk praediluviaal.

De Kunrader verschuiving.

Deze werd reeds besproken bij de N. W.—Z. O. gestrekte breuken, doordat zij verband houdt met de verschuiving van Benzenrade. Nog even wordt in herinnering gebracht, dat zij door een fraai verschuivingsklif in het terrein gekenmerkt wordt; een diluviale beweging wordt aangeduid door het reeds vermelde veengebied van Voerendaal.

Ook werd in bovenstaand verband de *Putberg verschuiving* reeds behandeld.

De Klauwpijpverschuiving. ¹⁾

De noordelijke schol is gedaald ten opzichte van de zuidelijke. In de Valkenburger Grot is de verschuiving op een viertal plaatsen doorbroken. Steeds werd hier een tufkrijt met grijze vuursteen in regelmatige lagen in contact gebracht met het homogene tufkrijt Ma, ten N. der verschuiving. UBAGHS en STARING meenden reeds hierin het krijt te moeten zien, dat men Mb. noemt. UHLENBROEK was echter van meening, dat hij hier het Cr 4 voor zich had, en komt tot een groote spronghoogte. KLEIN kon zich hiermede niet vereenigen en geeft de voorkeur aan het Mb.

Ook wijst hij op een profiel door UBAGHS zeer nauwkeurig vastgesteld voor de put bij Vilt en zijn eigen metingen in de Viltergroeve, waaruit hij afleidt, dat het bedrag der Klauwpijp verschuiving rond 20 M. is.

UHLENBROEK komt later op zijn vorige meeningen terug; ook hij ziet thans Mb. in het vuursteenkrijt en geeft als spronghoogte een bedrag van ± 26 M. aan. ²⁾

¹⁾ G. D. UHLENBROEK: Le Sud Est du Limbourg néerlandais, pag. 186. An. de la Soc. géol. de Belg. t. XXXII, Mémoires.

W. C. KLEIN: Tekt. und strat. Beobacht. u s w. pag. 63—65.

²⁾ In G. D. UHLENBROEK: Het Krijt van Limburg, wordt nog een spronghoogte van ± 12 m. aangegeven.

De verschuiving van Schin op Geul. ¹⁾

Ook hiervan kon men den ouderdom vaststellen als te zijn post-
 onder-oligoceen. Het bedrag der verschuiving is op den Schaesberg
 ± 45 M. maar vermindert gaandeweg naar het Oosten, even voordat
 de verschuiving verdwijnt bedraagt het echter nog 20 M. Dit bedrag
 wordt evenwel door een parallelverschuiving nog wat vergroot.

Als eigenaardigheid dezer verschuiving valt nog op te merken, dat
 men bij het aanleggen der spoorweg Heerlen—Valkenburg in de
 daarbij gemaakte ontsluiting vond, dat het tertiair in een 50—75 M.
 breede zône, waar het aan den krijtwand grensde, geplooid was. De
 helling der plooien kon tot over de 30° bedragen. Bovendien werd
 het zand door talrijke kleine scheuren met spronghoogte van enkele
 c.M. doorsneden. Op het geplooid tertiair rustte overeenkomstig
 geplooid hoofdterrasgrind, dat hier nog juist op een klein plekje
 gespaard is gebleven.

Deze plooiing moet dus van zeer geringen ouderdom zijn, zij heeft
 het krijt niet beïnvloed, en is vermoedelijk jonger dan de afzetting
 van het hoofdterrasgrind. Zij kan mogelijk in verband gebracht wor-
 den met een diluviale nawerking langs deze zelfde verschuiving.

¹⁾ Behalve het reeds aangehaalde groote werk van Dr. KLEIN nog: W. C. KLEIN:
 Note sur la Faille de Schin op Geul. An. de la Soc. géol. de Belg. t. XL, Bulletin.

DE EXCURSIE.

Op Donderdag 9 Mei verzamelden zich alle deelnemers der excursie in Maastricht, waar in Hôtel de l'Empereur overnacht werd. Den volgenden morgen stond men om 8 uur gereed, om den tocht te beginnen. Deze dag zou besteed worden voor de bezichtiging van den Sint-Pietersberg. De leiding der excursie berustte voor den ochtend bij Prof. MOLENGRAAFF, terwijl Prof. BROUWER des namiddags dezen taak overnam.

Deze regeling bleef gedurende de geheele excursie bestaan.

We wandelden van Maastricht door het dal van de Jaar of Jeker; reeds spoedig was de Noordzijde van den St. Pietersberg bereikt en langs de ingestorte Grande Entrée begaven wij ons naar een plek waar wij heel goed het volgende profiel konden zien.

1. Eenige bryozoën-banken, van elkaar door los tufkrijt gescheiden onderste Md. en bovenste Mc.
2. De bouwsteen van den St. Pietersberg, homogeen tufkrijt met weinig verspreide vuursteen, Mc.

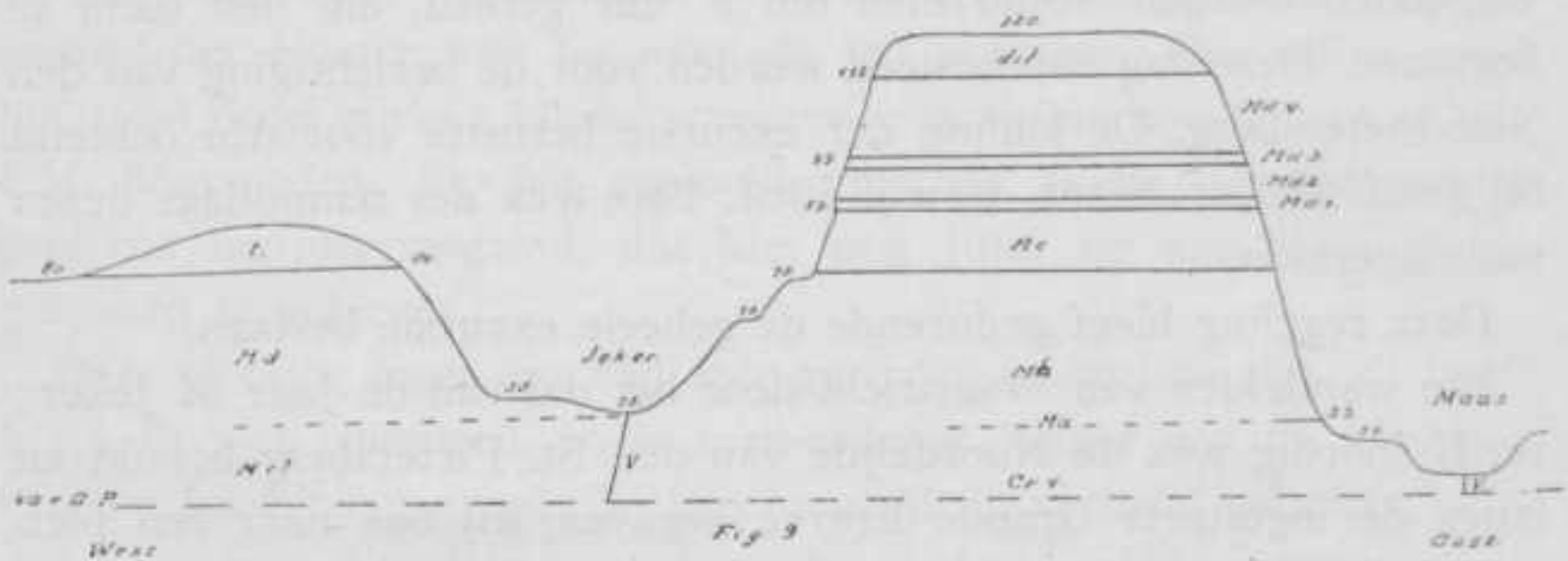
Het tufkrijt ziet er ongelaagd uit. Ongeveer ter halve hoogte ligt in het ontginbare complex een dunne laag, die zeer veel skeletdeelen van echiniden bevat en veelal door een cement van koolzure kalk zeer hard is geworden.

De Bryozoënbanken zijn een bijlandsche vorming. Er is echter weinig anorganogeen materiaal in, zij zijn haast uitsluitend organogeen. We vinden talrijke fossieldeelen van echiniden, koralen, bryozoën, dentaliën en foraminifeeren.

Het Md. vertoont ook in sommige deelen der boormossellagen fraaie diagonaalgelaagdheid. Daar een landvorming (duinen), hier natuurlijk uitgesloten is, kan deze alleen het gevolg zijn van de bewe-

ging van stroomend water. Het wijst hier op een brandingsvorming. Ook rivierafzettingen kunnen een dergelijke gelaagdheid mooi vertoonen.

We begaven ons hierna bovenop den top van den St. Pietersberg en hadden hiervandaan gelegenheid het panorama voor ons te bewonderen. De St. Pietersberg met zijn platten top (123) is een door de Maas afgesnoerd deel van het Zuid-Limburgsche tafelland. De Maas was een verjongde rivier, toen zij zich in het hoofdterrasgrind en daaronder in het oligoceen en het krijt gemiddeld 60 M. diep insneed, doch die jeugd is thans weer voorbij.



Doorsnede van den St. Pietersberg.

Schaal: lengten 1:5000, hoogten 1:1000.

Uit: G. D. UHLENBROEK: Het Krijt van Zuid-Limburg, 1912.

Dit afgesneden deel van het tafelland links van de Maas, werd door de Jeker weer in tweeën gesneden.

Aan den overkant van haar dal zagen we het plateau weer optreden, de lagen vinden we daar weer net zoo terug, maar op wat lager niveau. Dit komt niet alleen daardoor, dat de lagen, die oogenschijnlijk horizontaal verlopen, inderdaad zeer zwak N. N. W. hellen, maar ook door het aanwezig zijn van een kleine breuk in het Jekerdal, welke het westelijke deel doet zakken ten opzichte van het oostelijke.

Op het Krijt rusten oligoceene zanden, dan volgt het hoofdterrasgrind, waarop dan nog löss kan liggen, deze kan er plaatselijk ook afgespoeld zijn.

Boven de Grande-Entrée kwam door de instorting het oligoceen goed te zien. Het is zoo goed als fossielvrij, wat we moeten verklaren

door de kalkuitloogende werking van het er door neerdalende oppervlaktewater. Aan enkele er in gevonden fossielresten heeft men het zand toch nog als marien kunnen determineeren. Het zand is heel fijn gelijkkorrelig.

De bovenrand van het Krijt verloopt niet vlak, maar vertoont een zeer grillig gevormd corrosieoppervlak. Dit is weer een gevolg van de oplossende werking van het circuleerende water. We zien plaatsen waar diepe trechters in het Krijt uitgeloogd zijn. Deze zijn opgevuld met het er in gezakte oligoceene zand. Indien deze aardpijpen grooter worden, spreken we van geologische orgels. Tevens vormt zich een bruin-roode verweeringsklei, die zich langs den binnenkant der aardpijpen afzet.

Daar waar oogenschijnlijk de watercirculatie het grootst was, wat te zien is door het dieper uitgesneden Krijt oppervlak, heeft zich ook een dikker laag van deze verweeringsklei gevormd.

We moeten in deze „kleefgrond” (dit is de naam ervoor) het onoplosbare deel zien van verdwenen Krijtlagen. De koolzure kalk werd geheel door het water meegevoerd, stukjes klei enz. bleven echter als oplossingsresidu achter; de rood-bruine kleur is een gevolg van het zich er in concentreren van ijzer.

We kunnen deze kleefgrond vergelijken met de terra rossa, die in de Karstgebieden zoo algemeen gevonden wordt. Ook deze laatste kan men als een oplossingsresidu van kalkgesteenten beschouwen.

Dr. D. J. HISSINK komt op grond van chemische analyses van den kleefgrond en van de Krijtlagen tot de conclusie, dat, indien de kleefgrond inderdaad uit het onoplosbaar residu van het krijt gevormd is, de verweering ervan ook na de oplossing van de koolzure kalk en magnesia nog doorgaat. ¹⁾

Hij ziet dus in den kleefgrond niet het residu van den Kalksteen zonder meer, maar beschouwt het veeleer als het verweeringsproduct van dit residu.

Voor de terra rossa komt hij tot een soortgelijke conclusie. Naast de groote overeenkomst tusschen kleefgrond en terra rossa, bestaat

¹⁾ Dr. D. J. HISSINK: Limburgsche Kleefgrond en terra rossa. Verh. Geol. Mijnbk. Gen. Geolog. Serie. Deel II.

een groot verschil tusschen beide formaties in scheikundige samenstelling van het door zoutzuur ontleedbare verweeringscomplex.

Op den St. Pietersberg maakten wij voor het eerst kennis met het hoofdterrasgrind. Het grove karakter ervan, alsook het groot aantal kwartsieten, zandsteenen, glimmerzandsteenen ten opzichte van de verhoudingsgewijs slecht vertegenwoordigde kwarts, valt dadelijk op. Wel is er veel vuursteen, welke er op wijst, dat stroomopwaarts ook Krijt geweest moet zijn.

We liepen in zuid-westelijke richting en passeerden een groeve, waar het Md. ontgonnen werd, om als mergel voor landbouwdoel-einden (bemesting) verkocht te worden.

Boven op het plateau waren we in de gelegenheid eenige fraaie dolinen te zien. Dit zijn groote kuilen in het terrein; zij ontstaan door inzakking, nadat ondergronds door het water groote ruimten in den kalkgrond gemaakt zijn. Door de langs hun randen ontstane kleefgrond leveren zij een zeer vruchtbaren bodem. Zij zijn dan ook dicht begroeid met boomen. Zij komen in terreinen, waar kalkgesteenten aan den dag treden, steeds voor en bij voorkeur bij horizontaalliggende lagen. Dit komt door de gelijkmatige omstandigheden, die deze over groote uitgestrektheid voor het water bieden.

Geen wonder, dat deze vreemde kuilen in Transvaal, waar zij als begroeide gedeelten in een onvruchtbaar terrein afgeteekend zijn, van de boeren den naam van wondergaten ontvingen.

Na het tweede ontbijt op Slavante genuttigd te hebben, begaven wij ons naar de groeve van de Nationale Kalkmergel Maatschappij, waar het tufkrijt Mc. als bouwsteen gewonnen wordt. De vloer van den bouwsteen is de dentaliumlaag. Om instortingen zooveel mogelijk te voorkomen, heeft het Staatstoezicht hier voorgeschreven, dat van elke 10 M. slechts 3.50 M. mag worden gewonnen, terwijl 6.50 M. als ondersteuningspijler dient te blijven staan. Niettegenstaande deze bepaling blijven de geologische orgels een groot gevaar voor de veiligheid opleveren.

In het tufkrijt komt een laag van 40—80 c.M. voor, die vuursteenhoudend is en door de arbeiders „vlees” genoemd wordt. Harde lagen tengevolge van wat steviger kalkcement worden „heert” (= hard) of „tauw” genoemd.

Na bezichtiging der groeve daalden we af naar het dal der Maas en passeerden hierbij achtereenvolgens de onder het tufkrijt liggende lagen met veel grijze vuursteen van het Mb.; hieronder zagen we het Ma., dat hier alleen bestaat uit een slechts enkele c.M. dikke coprolithenlaag, die zeer glauconiet-rijk is. Hieronder ligt het bovenste Gulpensch Krijt, Cr 4, met grauwe en zwarte vuursteen, die hier in duidelijke lagen zijn gerangschikt. Door het Maasdal zuidwaarts gaande, komen we, door de zwakke N. N. W. helling der lagen langzamerhand in oudere lagen van het Gulpensch Krijt. We zien verschillende diaklazen, die steeds het N. deel een weinig naar beneden brengen.

Het Krijt vormt hier zeer steile wanden. Bovendien missen we oppervlakkige erosievormingen. Dit komt doordat het water geen oppervlakkige erosie uitoefent, maar door het Krijt wegzinkt en zich ondergronds als grondwaterstroom naar de Maas begeeft. (Het zand van Herve is een waterkeerende laag).

Hierna begaven wij ons terug naar Maastricht.

Z a t e r d a g, 11 M e i.

We vertrokken per spoor om 8.12 uit Maastricht naar Rothem. De reis ging over het laagterras, waarop geen löss ligt.

Rothem ligt op de grens van laag- en middenterras. De vloer ervan ligt 51 en het oppervlak \pm 65 M. hoog. Het is minder vlak dan het laagterras, doordat een deel van de löss, die er op ligt door het oppervlakte water er afgespoeld is.

We bezochten een groeve in het middenterrasgrind. Het grind is in laagjes afgezet met ongelijkmatig zand er tusschen. In groote trekken ligt het horizontaal, en détail echter onregelmatig. Hierna bestegen we het hoofdterras; dit is eveneens met löss bedekt en in meerder mate gegolfd. Aan de randen troffen we een deel waar de löss afgespoeld was. De grond is hier onvruchtbaar en met hei en wat schraal bosch bedekt.

Bij gunstig weer kan men hiervandaan aan den overkant alle terrassen gelijkelijk ontwikkeld zien als hier. Het middenterras is er vertegenwoordigd door het terras van Caberg, het hoofdterras loopt hier door over de grens naar de Belgische Kempen.

Over het ontstaan der Maasterrassen is hiervoor reeds uitvoerig gesproken. Ik wil nog slechts vermelden, dat in het terras van Caberg mammothbeenderen gevonden zijn. Ook heeft men gemeend er een diluvialen mensch in gevonden te hebben. De schedel geeft echter weinig reden, om er aan te twijfelen, of we hier niet met een alluvialen mensch te doen hebben, die in de löss nagezonken is. Het zelfde geldt voor er gevonden paardentanden.

Vóór het dorp Berg sloegen we noordwaarts af en verlieten het hoofdterras om ons langs het Geuldal naar Valkenburg te begeven. Reeds dadelijk kunnen we hier in het Krijt de bryozoënlagen van Md. ontwikkeld zien (Md. 1 en Md. 3). Er tusschen bevindt zich hier homogeen tufkrijt Md. 2, dat hier bij Geulem als bouwsteen gewonnen wordt. We bevinden ons dus hier in een stratigrafisch hooger gelegen horizont, dan in den St. Pietersberg.

In de groeve langs den Geul zagen we een strandvorming op een eiland in den Cretaceischen archipel van bryozoënriffen, aangeduid door een laag van autigene rolsteenen. We kunnen hieruit weer zien, dat het tufkrijt geen diepzeevorming is.

De krijtlagen, hoewel ze voor het oog volkomen horizontaal schijnen, hellen iets sterker westwaarts dan het verval van de Geul draagt, waardoor we bij onze wandeling naar Valkenburg steeds in ouder lagen komen. Daar ter plaatse is het onderste gedeelte der dalwanden uit Mc. samengesteld, waarvan de bouwsteen in groote onderaardsche groeven wordt ontgonnen.

Des namiddags begaven we ons op weg naar den Schaesberg. Beoosten Valkenburg treffen we Ma. aan als harde, ietwat bultige banken, afgewisseld door zachte mergels, in duidelijke horizontale lagen. We hebben hiervóór bij het bespreken der stratigrafie deze wijze van voorkomen reeds als de Kunrader facies leeren kennen en wezen ook daar reeds op de eigenaardige stylolithen. Naarmate we oostelijker komen worden deze lagen rijker aan glauconietkorrels.

Den Schaesberg bestijgend, kwamen wij uit het Ma, in het Mb, het tufkrijt met grijze vuursteenen; aan den top vinden we homogeen tufkrijt, door sommigen reeds voor Mc. gehouden, anderen meenen er nog de bovenste lagen van Mb. in te moeten zien, den bouwsteen van Sibbe.

Van hier konden we den molen van den Ubagsberg zien liggen, waarheen onze weg drie dagen later zou leiden. Aan den overkant van de Geul, een sterk meanderende rivier, die talrijke afgesneden rivierarmen toont, zagen wij meer oostwaarts het landschap ontwikkeld in meer zacht glooiende vormen van de lager gelegen Senoonlagen. In de verte zien we nog flauw het couliesengebergte van de Hohe Venn, dat reeds tot het Duitsche gebied behoort.

Hiermee was het programma van dezen dag afgehandeld en konden wij naar Valkenburg terugkeeren, waar wij onze tenten voor een drietal dagen in het hôtél Schaepkens van St. Fijt opsloegen.

Z o n d a g, 12 M e i.

Om 8 uur begaven we ons op het pad naar de Valkenburger-grot. De ontginning staat in het Mc. en levert de bouwsteen van Valkenburg. De dentaliumlaag ligt hier dus in den vloer. In één gedeelte der grot wordt de dentaliumlaag echter doorbroken en wint men ook bouwsteen in een niveau eronder, deze komt dan overeen met den Sibber bouwsteen, uit het bovenste Mb.

Bij de ontginning van den bouwsteen trekt men profijt van de deelbaarheid volgens de gelaagdheid. Deze gelaagdheid, die horizontaal is, is voor het oog verborgen. De deelbaarheid volgens de gelaagdheid is als een soort druksplijting op te vatten, ontstaan onder den invloed der zwaartekracht. Men kan het ook het eerste stadium noemen van belastings-metamorphose (Daly's load-metamorphism).

De blokken, die aan twee verticale zijden vrij staan (de voorkant en de zijde, waar het laatste blok weggebroken is) worden étagegewijs gewonnen. Men begint de twee overblijvende verticale zijden vrij te maken door middel van de zaag. Is het bovenvlak vrij, dan kan men nu het blok losbreken door de horizontale deelbaarheid te benutten. Was het boven nog niet vrij, dan moest men eerst ook hier met de zaag het blok vrijgelegd hebben. Men trekt ook profijt van een gemakkelijk breken der blokken in een richting O.—W. Hierop zal ik hieronder nog even terugkomen.

Wij zagen in de groeven de plaats, waar de ontginning op de Klauwpijp verschuiving gestooten was. Met een galerij door deze

storing was men in krijt met vuursteenen beland, waaraan deze galerij den naam van Klauwpijp dankt, (klauwen noemt men de vuursteenen, pijp is galerijtje).

De galerij loopt naar boven hellend op en had het doel het homogene tufkrijt weer op te sporen. Men mocht er echter niet in slagen.

Zooals reeds bij de tectoniek vermeld werd, behoort de Klauwscheur tot de O.—W. verschuivingen; de helling is vrij steil Noord en de streping op het gespiegelde verschuivingsvlak, wijkt naar het Oosten af.

Reeds even vermeldde ik het gemakkelijk losbreken der blokken bouwsteen in een richting O.—W., welke richting overeen komt met die der verschuiving. Dit wijst er op, dat de verschuiving inderdaad een ontlasting voorstelt van een opstuwing, die N.—Z. verliep, en dat we in die preferente breekinrichting een aanduiding op een aanwezig begin van druksplijting kunnen zien.

De spronghoogte der Klauwpijp-verschuiving is volgens de laatste onderzoekingen van UHLENBROEK op ± 26 M. vastgesteld, het N. deel is ten opzichte van het Z. afgeschoven.

Op onze wandeling door de grot ontmoetten wij de verschuiving twee maal, wij volgden een route, die ongeveer N.—Z. verliep. Het eerst kwamen wij aan de Herberg Klauwpijp, daarna gingen wij langs de put van Curvers naar de z.g. v/d. Elst Klauwpijp, waar vlak bij, voorbij de verschuiving, ook een put gedolven is. In deze „put van v. d. Elst” konden wij ons overtuigen van de aanwezigheid van het Mb., dat er zich in verried door zijn grijze vuursteenen.

Genoemde twee putten zijn aan weerskanten der verschuiving gedolven en konden benut worden bij het bepalen der stratigrafische niveau's.

In het laagste gedeelte van de grot is een soort meertje, dat een sterk wisselende waterspiegel heeft. Men bevindt zich ons hier klaarblijkelijk beneden het grondwaterniveau en wisselingen in hoogte van den waterspiegel hangen ongetwijfeld samen met hooge of lage waterstanden van de Geul, waarop dit gebied afwatert. Omtrent een periode in het opvolgen der verschillende hoog- en laagwaterstanden, waarvan de gidsen spreken, bestaat geenerlei zekerheid, zoodat men

zonder meerdere gegevens beter doet, hieraan weinig waarde te hechten.

Na bezichtiging der grot, begaven we ons naar den Holmansberg, waar de bouwsteen van Sibbe wordt ontgonnen. Op dezen weg passeerden we verschillende open groeven, waar in Md. mergel voor landbemesting gewonnen werd. Op het grensvlak van Krijt en tertiair waren fraaie geologische orgels, gevuld met oligoceen zand; op de grens was de kleefgrond weer te zien.

In een ontsluiting trad de Klauwpijp aan den dag en toonde een mooie spiegel met wrijfkrassen.

In de Dahlheimer groeve wordt van den Sibber bouwsteen (± 4 M.), het beste deel, ongeveer 2 M. dik ontgonnen.

Af en toe worden hierin nog verdwaalde vuursteen en aangetroffen. Het dentaliumlaagje ligt hier in het dak der groeve.

Na het tweede ontbijt vermeldde het programma een tocht over Oud-Valkenburg naar Schin op Geul, waar wij in een groote groeve bij het station het Ma. in Kunrader facies ontwikkeld zagen. Reeds vóór Oud-Valkenburg passeerden we eenige groeven in hetzelfde Ma., harde knollige banken, afgewisseld door zachtere lagen; vaak is het glauconiet houdend. Er boven lag het Mb., herkenbaar aan de grijze vuursteen.

In het dal der spoorbaan even ten Oosten van het station Schin op Geul is de groote O.—W. strekkende verschuiving van gelijken naam doorsneden.

Aan de vegetatie is op zeer markante wijze te zien, hoe hier twee verschillende grondsoorten aan elkaar grenzen, de begroeiing van het Krijt is dor, terwijl het oligoceen veel beter begroeid is. We staken den spoorbaan over en bestegen den noordelijk gelegen heuvel. Hier rust op het Krijt na wat onderoligoceenzand de cerithiën-klei (onderste midden-oligoceen), die zeer fossielrijk is en een brakwaterfauna bevat. Vooral *Cerithium* maar ook *Cyrena* en *Corbula* werden hier door ons veel gevonden. De Cerithiënklei is als een isohypse in het terrein te vervolgen, omdat deze laag een typisch bronniveau vormt.

Op de cerithiën-klei liggen weer zandige kleien van het boven-oligoceen, daarop volgt grind van het hoofdterras, zooals wij in een

groeve voorbij Walem konden zien. Aan de Steenstraat passeerden we weer het bronniveau met de cerithiën-klei.

M a a n d a g, 13 M e i.

Vertrek te 7.25 per spoor naar het station Wijlre. Direct ten N. van de spoorbaan komt het Cr. 4 aan den dag. Het is een helderwit krijtgesteente met talrijke verspreide, onregelmatige zwarte stukjes vuursteen van zeer verschillende afmetingen en wordt voor landbouwdoeleinden in groeven ontgonnen. Wat meer in N. richting doorlopend vinden we stijgend in het Ma., het stylolithen-krijt. Aan enkele ovens was te zien, dat dit kalkgesteente gebrand en het product verhandeld wordt.

Hierna begon de wandeling naar Epen, waar wij het Carboon aan den dag zouden zien komen. Bij deze wandeling volgden we voortdurende de Geul. Het verschil tusschen wat het landschapsbeeld van het Gulpensch krijt levert en het Maastrichtsche-krijt, springt duidelijk in het oog. Loodrechte wanden, daar zoo algemeen, komen hier niet voor.

Even voorbij Epen bezochten we drie plaatsen, waar de Geul het Carboon blootgelegd heeft. Dit bestaat hier uit harde kleischalies en kwartsiet in lagen, die vrij sterk opgericht zijn en een oost-westelijke strekking bezitten. Zij behooren, zooals reeds hiervoor vermeld werd, tot het steriele gedeelte van het productieve Carboon.

Hierna bestegen we de W. helling van het Geuldal. Op het Carboon ligt het Akensche zand, slechts op enkele plaatsen waarneembaar; daarop volgt het zand van Herve. Beide vormingen representeren het Onder-Senoon. Het zand van Herve (Hervien) bestaat uit klei en kleihoudende zanden, rijk aan glauconiet. Het is in het terrein gekenmerkt als een bronniveau. Talrijke bronnen ontspringen dan ook op de plaats, waar het Hervien aan den dag treedt; wij passeeren er bij onze wandeling een, die een flinke hoeveelheid water leverde.

Op het zand van Herve ligt weer Gulpensch krijt, waarin we een ontsluiting in het Cr. 3b. den bakovensteen, vonden.

We hadden hiervandaan een mooi vergezicht. In het oosten waren

de couliesen van de Hohe Venn., waartegen de plateaurand van het Krijt rust, goed te zien. Aan den overkant van de Geul ligt het plateau op vrijwel hetzelfde niveau als waar wij ons bevonden. Verder wandelend kwamen wij aan een plaats, waar het krijt veel vuursteen bevat, waarschijnlijk was dit het Cr. 3c.

Na ons in Epen weer versterkt te hebben, werd de terugtocht aanvaard. Tot Mechelen werd denzelfden weg door het Geuldal gevolgd; bij deze plaats waken we echter in N. O. richting af, om ons over Wahlwijlre naar Eys te begeven, van welke halte wij per trein naar Valkenburg zouden gaan.

Bij Wahlwijlre werd een oude groeve bezocht, waar wij van boven naar onder de volgende successie konden waarnemen:

Cr. 4., wit „tijgerkrijt”, verspreide onregelmatige zwarte stukken vuursteen.

Cr. 3a. „grindkrijt” van Staring, glauconietrijk met coprolithen en rijk aan fossielen, vermoedelijk een strandvorming op Cr. 3b.

Cr. 3b. „bakovensteen” wit krijt zonder vuursteen.

Op het hoogste punt van het plateau troffen we nog een uitlooper aan van het Ma. in Kunrader ontwikkeling. Te 5 uur spoorden we uit Eys naar Valkenburg, waar we overnachtten.

D i n s d a g, 14 M e i.

We zouden dezen dag wijden aan de studie van het Ubaghsberg Massief en zijn omgeving. Deze schol draagt een zeer typisch eilandkarakter, het ontstaan hiervan moeten we niet aan een bloot toeval toeschrijven, veeleer is het van tectonischen aard. Immers het Ubaghsberg Massief is aan eenige zijden door verschuivingen begrensd, waarlangs de omliggende schollen steeds ten opzichte ervan gezakt zijn.

In het oosten vindt men de Benzenrader verschuiving, in het noorden de verschuiving van Kunrade. Bij Croubeek loopt een kleine verschuiving door het Keldergraafdroogdal zuidwaarts; nabij haar eindpunt treft men de O.—W. verloopende verschuiving van Schin-op-Geul aan.

De tertiaire zanden bedekken als erosierest als een dunne laag het

Ubagsberg massief en reiken nog naar het Z. tot onder Huls en Eyserheide. Het is zeer waarschijnlijk, dat we hier het onder-oligoceen (Tongrien) voor ons hebben. De grootste dikte ervan treffen we aan onder den top van den Ubagsberg (+ 213), bij den molen, waar het oligoceen nauwelijks 20 M. dik is. Dit is onvoldoende voor het aanwezig zijn van de cerithienklei, welke steeds 35—40 M. boven de oligoceenbasis ligt.

Op het oligoceen wordt nog op enkele plaatsen het plioceen aangetroffen, dat zich als een viertal plioceene eilandjes in de diluviale Maasdelta vertoont.

We vertrekken om 7.25 per spoor naar Simpelveld. Nabij deze plaats troffen we in een hollen weg het glauconiet-zand van Herve (Cr. 2) aan. Er boven lag het hoofdterrasgrind, waarin we enkele zeer groote blokken vonden. Deze zijn gemakkelijk te verklaren, door aan te nemen, dat zij door ijsschollen meegevoerd werden; bij afsmelting vielen de steenen dan op den bodem.

Daarna begaven wij ons op weg naar Huls. We passeerden een ontsluiting in het Ma., als stylolithen krijt ontwikkeld. Het was rijk aan stylolithen, fossielen en glauconiet, sporadisch troffen we er reeds kleine stukjes kool aan.

Bij Huls bezochten wij de groeven in het plioceene grind met zijn karakteristieke kiezeloolithen, die wij er uit konden verzamelen. Op het eigenaardig aspect van dit grind, geheel afwijkend van dat der diluviale grinden, werd reeds hiervoor bij de bespreking der stratigrafie gewezen. Ik zal de eigenschappen nog even memoreeren.

- 1^o. De aanwezigheid van heel veel materiaal van ver aangevoerd, kwarts, kiezellei, (lydiet) en kiezeloolithen.

Het zijn de meest resistente stukjes gesteente; alleen zij konden dit transport over grooten afstand doormaken.

Voor al de kwartsrijkdom van dit grind in tegenstelling met het diluviale, valt op.

- 2^o. De aanwezigheid van heel veel vuursteen, die vermoedelijk geen ver transport ondergaan heeft, maar uit verdwenen krijtlagen stamt.

- 3^o. De aanwezigheid der roode verweeringsaarde, die vaak kleiig is, en ook af te leiden is uit deze verdwenen krijtlagen, een soort verplaatste kleefgrond.

Bij den molen van den Ubaghsberg werd door ons ook grind met kiezeloölithen aangetroffen, evenals op een tweetal plaatsen er dicht bij gelegen.

De vegetatie op deze plioceene eilanden is schraal en bestaat uit heide en dennen.

Volgens KLEIN werden deze hoogten door de Maas tijdens de afzetting van het hoofdterrasgrind niet overstroomd, en daardoor bleef het plioceene kwartsgrind juist hier op de hoogste plaatsen gespaard. Om deze plaatsen met hun schralen plantengroei liggen vruchtbare akkers op de löss; het hoofdterras komt hier en daar te voorschijn.

Onder het plioceen zagen wij bij den molen in een kleine groeve het onderoligoceene zand liggen.

Van af den Ubaghsberg hadden we een prachtig vergezicht. Op de noord-oostelijke schollen zagen we al de Nederlandsche mijnen liggen. De vraag is nog niet volledig beantwoord, hoe het staat met het Carboon op den Ubaghsberg schol, maar wij zullen onze verwachtingen omtrent den rijkdom ervan niet te hoog moeten spannen. Het Carboon is er inderdaad aangetroffen op een hooger niveau dan op de omliggende schollen, maar er bestaan aanwijzingen in een richting, dat het geen exploitabele kool bevatten zal.

Na het tweede ontbijt genuttigd te hebben begaven wij ons van het dorp Ubaghsberg, in noord-oostelijke richting langs een reeks van groeven in het Kunrader Krijt. De harde banken domineeren hier zeer sterk; grijze plekken wijzen op plaatsen, die een hoog SiO_2 gehalte bezitten. Er is hier dus veel terrigeen materiaal toegevoerd. Het krijt wordt in oostelijke richting steeds dunner en krijgt een zandige ontwikkeling. Dit wijst erop, dat we de grens van het krijt-zeebekken naderen.

Wij missen hier de bryozoën lagen, die nabij Kunrade wel aanwezig zijn; hier zijn ze de erosie ten offer gevallen.

Wij zagen hier mooie geologische orgels, vaak in verband met diaklazen.

Eindelijk passeerden we de Benzenrader verschuiving en daalden van uit het krijt naar de tertiaire vlakte. Van hieruit kunnen we deze verschuiving evenals de westelijk ervan liggende Kunrader verschuiving in het terrein fraai aan haar klif vervolgen. Beide verschuivingen werden reeds bij de tectoniek besproken. Ik kan dus volstaan met te verwijzen naar pag. 119.

We bestegen hierna den Putberg, waar we op een ongeveer gelijk niveau in twee ontsluitingen aan weerszijden der Putbergverschuiving het stylolithenkrijt en het oligoceen zand zagen liggen. Langs een ontsluiting in de löss, die het oligoceen van de gezonken schol bedekt, begaven wij ons hierna naar den Welterberg, waar wij in een groeve de bryozoën lagen weer aantreffen.

Zij zijn soms los tufachtig, soms verhard en wisselen dan met zachte tufkrijtachtige banken af. Deze beide te zamen liggen weer afwisselend met hardere, dichte, iets ijzerhoudende, eenigszins roodachtige kalksteenbanken. Verspreid komen stukken kool voor. De bryozoënlagen worden hier in het geheele profiel, zoowel boven als beneden, aangetroffen.

In de Kunrader groeve, die wij hierna bezochten en welke 3 K.M. meer noord-westelijk gelegen is, ligt zacht tufkrijt in het hoogste gedeelte van het profiel, daaronder uitsluitend in het bovenste deel dezelfde afwisseling van lagen als in de Welterberg-groeve, daaronder is het Krijt in typische Kunrader facies voorhanden. Dit stylolithenkrijt toont vaak laagwisseling van 1—2 dm. dunne harde banken, die bij Kunrade als bouwsteen nog wel gebruikt werden, met dunnere zachte lagen. Hier en daar zijn stukjes kool in den kalksteen te vinden, welke wijzen op een continentale Carboonmassa, die tijdens de afzetting van deze lagen in het westen bestaan moet hebben. Vuursteen ontbreken niet geheel, maar zijn schaarsch. Het gidsfossiel *Belemnitella mucronata* is overal te vinden, er naast treffen we de geslachten *Nautilus* en *Baculites* veelvuldig aan.

De Kunrader steengroeve levert ons een 22 M. hoog profiel. De oppervlakte van het in het N. aangrenzende tertiair ligt nog dieper dan de vloer der groeve, ten gevolge van de ongelijkmatige erosie

aan weerszijden der verschuiving. In den hierdoor ontstanen steilwand werd de groeve aangezet. ¹⁾

We zagen in het Krijt vele open diaklazen.

Van hier begaven wij ons over het oligoceen met lössbedekking naar Heerlen, waar in hôtel Cloot overnacht werd.

W o e n s d a g, 15 M e i.

Vertrek om 8 uur te voet naar de Heerlerheide. Ongemerkt passeerden we de verschuiving van Heerlerheide, die aan de oppervlakte de oligoceene zanden en het mioceen in contact brengt; door de lössbedekking en de vegetatie is echter niets voor het oog te zien.

Het profiel fig. 8 zal bij onderstaande besprekingen goede diensten kunnen bewijzen.

Benoorden de verschuiving van Heerlerheide worden de mioceene zanden aan de oppervlakte gebracht, zooals reeds vermeld werd. Wij kregen ze te zien in de Louise-groeve, waar het helderwitte kristal-zand voor een glasfabriek in Maastricht ontgonnen wordt.

Het profiel is hier van boven naar beneden:

0.40 M. Teelaarde met wit grind,

6.10 M. Grijs tot geel zand,

± 0.50 M. Donkergeel en bruin zand, juist boven den bruinkool,

0.10—0.25 M. Bruinkool.

Meer dan 8 M. Helderwit fijn kwartzand, kristal-zand.

De bruinkool heeft blijkbaar als reduceerend filter voor het ijzer gewerkt.

De dikte van de bruinkoollaag is zeer wisselend. In de bruinkool-groeve Heerlerheide, die wij hierna bezochten, kan zij tot over de 6 M. bedragen, evenals in de verschillende andere groeven.

Bij het verleenen der concessie voor deze groeve werden den concessionaris eenige verplichtingen opgelegd. De bovengrond bestond hier n.l. uit löss, dat een goed bouwland leverde. De directie ziet zich nu gebonden aan de bepaling, al het terrein na de ontginning, weer

¹⁾ W. C. KLEIN: Tekton. und strat. Beobacht. u.s.w.

zoo af te leveren, dat het voor bouwland geschikt is. De teelaarde moet er in een minstens 30 c.M. dikke laag boven op liggen. Men is hierdoor gedwongen de löss apart af te graven en afzonderlijke lössdepôts te maken.

Het afgegraven zand kan dadelijk uit de treintjes in het reeds ontgonnen gedeelte gestort worden. Hierop wordt dan later de löss weer uitgespreid.

De onregelmatige oppervlakte van de bruinkool springt duidelijk in het oog. We treffen vele rechtopstaande, maar ook vele liggende boomstammen in den bruinkool aan. De eersten zouden een belangrijke aanwijzing voor autochtonie kunnen leveren, indien wij ze ook in de vloer geworteld zouden aantreffen.

Langs den Hexenberg, van waar we een uitzicht over de troosteloze heide, in welke de mijn Hendrik gelegen is, hadden. 't Doet ons denken aan de verwantschap, die maar al te vaak schijnt te bestaan tusschen de mijnindustrie en de dorre woestenij.

Van hier leidde de weg naar bovengenoemde mijn, waar wij in het Casino ons twaalfuurtje gebruikten.

's Middags overschreden we de Sandgewand. Ten N. O. van deze verschuiving wordt het plioceen aan den dag gebracht. De bruinkool ligt op niet exploitabele diepte. In het deel dezer Brunsumsche heide benoorden de groote verschuiving kunnen we dan ook weer de kiezeloölithen in het grind aantreffen.

We kregen in een groeve der Staatsmijnen een mooi profiel in dit plioceen, dat uit afwisselende lagen van zand en fijn wit kwartsgrind met kiezeloölithen bestaat. Het maakt deel uit van de plioceene grinddelta, die eertijds Zuid-Limburg bedekt heeft en waarvan bezuiden de Sandgewand nog slechts enkele erosieresten op de hoogte punten bewaard bleven, n.l. nabij den Ubaghsberg en Huls.

Het fluviatiele karakter der afzetting is mooi te zien. In groote trekken vertoont het beeld ons weer een horizontale gelaagdheid; een fijner beeld toont ons echter fraai kris-kras gelaagdheid.

Meer oostelijk bezochten we een andere groeve der Staatsmijnen in het plioceen. Hier is de klei het verlangde product; zij komt er voor in banken en lenzen, afgewisseld door zandlaagjes of lenzen van bruinkool.

Vervolgens waren wij in de gelegenheid het bruinkoolvoorkomen in de groeve Energie te bestudeeren. Tevens kregen we een aardig beeld van de ontginning, die hier zeer intensief ter hand is genomen. Daar de bovengrond niet horizontaal verloopt moet een deel der mioceene zanden eerst met den schop weggenomen worden, om zoodoende een horizontale baan voor de opstelling der excavateurs te verkrijgen. Deze verwijderen dan de rest der deklagen. De bruinkool zelf werd hier weer met de hand gewonnen.

Bij ons bezoek werd slechts de bovenste bruinkoollaag ontgonnen en liet men een laag met ± 2 M. dikte van zeer zandrijke kool liggen, tengevolge van een leveringsverbod van dergelijke kool. Deze laag vormde nu de vloer der groeve.

Een krachtige bron, welke door de bruinkoolbedding opwelt en verschillende afgeronde stukken bruinkool naar boven brengt, verdient nog vermeld te worden.

Ik zal echter hierbij niet langer stilstaan. Hen, die meer hiervan willen weten, verwijs ik naar een eveneens in dit jaarboek voorkomend artikel over de Limburgsche bruinkolen.

Op den terugweg naar Heerlen bezochten wij nog de zandgroeve aan den Palenberg (mioceen). Een der banken is verkit tot een zandsteen, bijzonder arm aan cement, en die door de groote broosheid ons heel wat moeite veroorzaakte, voordat wij er een behoorlijk handstuk van verzameld hadden.

Donderdag, 16 Mei.

In den voormiddag brachten wij een bezoek aan den mijn „Wilhelmina”, waar wij naar de 253 M. afdaalden. Van hieruit begaven wij ons naar een plaats, waar wij in laag VIII in het oostveld verschillende storingen bezichtigden.

Wij zagen eenige flexuren en opschuivingen van Zuid naar Noord, waarbij de koollaag door zijn geringen weerstand veel sterker is gestoord dan vloer en dak.

Vloer en dak hebben zich ook niet op dezelfde wijze gedragen en waar de vloer gebogen (flexuur) of gebroken (opschuiving) is, is somtijds het dak ongestoord en alleen of met een deel van de kool-

laag over de rest gegleden, waarbij de beweging in de kool ten slotte tal van laagverschuivingen heeft te voorschijn geroepen en de kool in zijn afzettingsvlakken van talrijke spiegels voorzien is.

We zien, dat het dak slechts uitgebogen is, een flexuur veroorzaakt. De vloer daarentegen is tegen de sterke spanningen niet bestand geweest en gebroken. Een 13 M. lange wig van kool is er in doorgedrongen, die dus aan weerszijden door vloergesteente omgeven is.

Doordat de kool weggehaald was, konden wij alles prachtig zien. Vermelding verdient nog de kleine wig, die onder de hierboven vermelde lange tong gevormd is.

Des namiddags, na een zeer geanimeerden maaltijd, werd de excursie in Heerlen ontbonden en vertrokken de meesten met den avond-trein naar Holland.

Ik geloof, dat bij ons allen steeds een prettige herinnering zal bestaan aan deze zoo welgeslaagde excursie. Een woord van dank aan de hoogleeraren Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF en Prof. Dr. H. A. BROUWER is hier dan ook niet misplaatst. Ook de uitstekende regeling van het administratieve gedeelte, dat bij den heer E. J. A. RIKMENSPOEL berustte, verdient hier gememoreerd te worden.

Ik wil besluiten, met de hoop uit te spreken, dat, nu de oorlog zoo goed als geëindigd mag heeten, de toestand spoedig in dien zin gewijzigd mag zijn, dat buitenlandsche excursies weer, als van ouds, ondernomen zullen worden.

F. v. B.

LIJST

der deelnemers aan de eerste Limburgsche excursie.

Donderdag 9 Mei—Donderdag 16 Mei 1918.

1. Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF.
2. Prof. Dr. Ir. H. A. BROUWER, m. i.
3. Ir. I. R. J. DE GREVE, m. i.
4. Ir. A. CHE. D. BOTHE, m. i.
5. E. J. A. RIKMENSPOEL, Administrateur.
6. Dr. BULT.
7. A. VAN BEELEN, Cand. m. i.
8. W. BENSCHOP KOOLHOVEN, Cand. m. i.
9. H. D. M. BURCK, Cand. m. i.
10. W. F. C. ENGELBERT VAN BEVERVOORDE, Cand. m. i.
11. C. TER HAAR, Cand. m. i.
12. P. M. MATTHIJSEN, Cand. m. i.
13. W. H. OOSTEN, Cand. m. i.
14. G. POTT, Cand. m. i.
15. J. H. STEGGEWENTZ, Cand. m. i.
16. M. P. E. H. THYWIJZEN, Cand. m. i.
17. M. J. A. BERGSTEIN.
18. C. A. BEUKERS.
19. H. BLOEMGARTEN.
20. J. H. CURVERS.
21. N. H. VAN DOORNINCK.
22. J. H. DRUIF.
23. K. F. DE LEEUW.
24. H. OOLBEKKINK.
25. A. G. H. STRAATMAN.
26. I. VAN TIJN.
27. A. VERSTEGE.

LIJST

der deelnemers aan de tweede Limburgsche excursie.

Zondag 6 Oct.—Zondag 13 Oct. 1918.

1. Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF.
 2. Dr. Ir. CH. TH. GROOTHOFF, m. i.
 3. E. J. A. RIKMENSPOEL, Administrateur.
 4. J. A. G. M. BIERMANN.
 5. E. M. BUNGE.
 6. W. VAN DAM.
 7. J. F. VAN DORP.
 8. A. H. DOUW
 9. H. GRAVENDEEL.
 10. P. J. L. VAN HEMERT.
 11. P. CH. J. KORTE.
 12. E. S. LEVISON.
 13. A. VAN OVERSTRATEN KRUYSSÉ.
 14. O. M. PLANTEN.
 15. K. G. P. POST.
 16. J. SALM.
 17. J. J. M. SENGERS.
 18. G. SNOECK HENKEMANS.
 19. G. J. WALLY.
 20. J. G. DE WILDE.
 21. P. F. DE ZEE.
 22. C. P. A. ZEYLMANS VAN EMMICHOVEN.
-

VERSLAG

van de excursie naar de Staatsmijn „Maurits”.

Onder leiding van Prof. J. DE KONING KNIJFF m. i., werden ook dit jaar in begin Augustus weder verschillende excursies georganiseerd. Den eersten dag werd een bezoek gebracht aan de bovengrond-sche werken der Staatsmijn Emma en aan de bruinkoolgroeve Carisborg I. De tweede excursie gold een bezoek aan de Staatsmijn Hendrik, in het bijzonder aan den juist gereedkomenden schachtbok van schacht I, waar de ophaalmachine direct boven de schacht is opgesteld. Daarna werden bezichtigd een tweetal proefboringen die voor de Staatsmijnen tusschen de Hendrik en de Emma worden uitgevoerd. Den volgenden morgen werd de Domaniale mijn te Kerkrade bezocht en op den terugweg nog even de wasscherij en briketterie der Wilhelmina bekeken. 's Middags werd in oogenschouw genomen de fabriek der Nederlandsche Maatschappij tot het verrichten van Mijnbouwkundige Werken te Heerlen. De laatste excursie was naar de in aanleg zijnde Staatsmijn Maurits bij Lutterade.

Het verslag dezer excursie dat hieronder volgt, moet beschouwd worden als een vervolg van het verslag dat over hetzelfde onderwerp is verschenen in het jaarboek der M. V. 1915—16.

Reeds vroeg verzamelden zich een 18 tal deelnemers aan het station Geleen en werd gezamenlijk gewandeld naar Lutterade.

In het tijdelijk directiegebouwtje deelde de hoofdingenieur de heer C. A. VAN GOUDOEVER DE JONGH ons aan de hand van een plattegrond mede, de toekomstplannen van de bovengrond-sche werken en emplacementen der nieuwe mijn voor zoover deze vast staan.

De Maurits ligt ten N. W. der spoorlijn Maastricht—Sittard bij het station Lutterade. Dit station zal het latere groote verkeerscentrum

worden. Het wordt een eilandstation met een perron van 500 M. lengte met de noodige dienstlokalen, goederenloodsen, losplaatsen, administratiegebouwen etc. Tegenover dit station evenwijdig aan de spoorlijn komt een groote verkeersweg waarlangs een kolonie gebouwd wordt. Langs dezen weg komt ook te loopen de elektrische tram van Roermond via de Maurits naar Urmond.

De bedoeling van het geprojecteerde spoorwegemplacement is als volgt. Evenals op de Wilhelmina komen de sporen naast de schachten te liggen. Totaal komen er circa 14 sporen, over welke elk afzonderlijk dezelfde producten der zeeverij en wasscherij worden afgeleverd. Daar echter de S. S. slechts treinen optrekt, bestemd voor een bepaalde richting is er een groot wisselsysteem aangebracht, zoodat nu op één lijn gebracht worden de verschillende producten bestemd voor die richting. Hieraan sluit nu nog een groot emplacement parallel aan den spoorweg Maastricht—Sittard. Dit dient om bij ev. voorkomende verkeersstoring geen stagnatie in het bedrijf te krijgen. Dit emplacement is berekend voor 450 volle wagens en 450 leege, hetgeen overeenkomt met de geraamde dagproductie d. i. 4500 ton (gemiddelde wageninhoud 10 ton), daar als basis een productie van $\frac{1}{2}$ miljoen ton per jaar is aangenomen.

De Maurits zal exploiteeren de kolenlagen, die zich bevinden op de Noord-Westvleugel van het zadel Puth—Schinnen.

De gasvlamkolen bevinden zich in het Noordelijk deel der concessie.

Gerekend wordt op een ondergrondsche bezetting van circa 5000 man en \pm 1000 man bovengrondsche personeel.

De bovengrondsche werken zijn te splitsen in 2 spec. verschillende gedeelten, n.l. die van mijnbouwkundigen aard en de nevenbedrijven. Tot de nevenbedrijven behoort de cokesfabriek voor de 35 % gas bevattende gaskolen die de Maurits zal leveren. Het hoofdgebouw zal in groote trekken overeen komen met dat op de Emma, dus een middenstuk met het groote arbeiderslokaal en aan de vleugels directie- en administratiegebouw en lampisterie. Hierachter komen de beide gebouwen voor de ophaalmachine met daartusschen de 2 ventilatoren. Daarnaast de centrale, het ketelhuis en een schakelstation in het centrum. Hierdoor zijn slechts korte kabels noodig wat een economisch en practisch voordeel is. In het bijzonder legde Dhr. GOUDOEVER DE

JONGH er den nadruk op dat bij het ontwerpen der gebouwen steeds gerekend moet worden op een mogelijke expansie. Rechts van het ketelhuis is nog een ruimte gereserveerd voor ev. uitbreiding. Verder zijn nog geprojecteerd links van de ophaalmachine de materiaal-opslagplaatsen, een plein voor den detailverkoop, slikbassins en paardenstal. Van de schacht gaat een brug van 10 M. hoogte naar het ketelhuis en over den weg heen naar de steenstort die den vorm krijgt eener kegel zooals op de Wilhelmina.

Na deze korte uiteenzetting van den hoofdingenieur werd een bezoek gebracht aan de werkplaats, het eenige gebouw der bovengrondsche werken dat definitief gereed is. De nieuwste machines voor metaal- en houtbewerking zijn er aanwezig. Ook is er een afdeeling voor reparaties op electrisch gebied. Alle machines die later in de mijn gebruikt worden, zullen eerst in de werkplaats beproefd worden. De aandacht werd gevestigd op een bijzondere dakconstructie. Over de werkplaats heen wordt n.l. later een loopbrug gebouwd.

Daarna werd een kijkje genomen bij de voorbereidingen die men bezig is te treffen voor het maken der beviesschachten. Gemaakt worden 2 geheel gelijke schachten op een onderlinge afstand van 70 M., met een nuttigen diameter van 5.80 M. Boven de schacht is den boorbok van ijzeren vakwerk geplaatst op 8 betonfundamenten. Daaromheen is, bevestigd aan mastpalen van 18 M. lengte, de houten bekleeding aangebracht. Op den boorbok bevindt zich een loopkraan voor de 2 schachtpompen. De voorschachten zijn van beide schachten geheel gereed en hebben een nuttigen diameter van 13,50 M., en een diepte van 20 M. (grondwaterspiegel 22 M.). De bekleeding is van gewapend beton met een dikte van 350 m.M. De eerste ring echter heeft een dikte van 600 m.M., welke bij 1 M. diepte geleidelijk afneemt tot 350 m.M. Voor verdere beschrijving hiervan wordt verwezen naar het reeds genoemde excursieverslag.

Voor het maken der verschillende boorgaten zijn 4 boormachines vast opgesteld. Deze zijn geplaatst op betonfundamenten diametraal tegenover elkaar op 90° boogafstand. De trekkracht per kraan is 8000 K.G. Aan de balans zijn echter groote veeren-buffers aangebracht die een trekkracht hebben van 6000 K.G. De kabel heeft een dikte van 25 à 35 m.M. en een breekvastheid van 45000 K.G. Bij elke

kraan is een duplexpomp voor dikspoeling met een capaciteit van $\frac{1}{2}$ M³. per min. Het aantal bevriesgaten bedraagt 36 op een onderlinge afstand van 1 M. en worden geboord tot 330 M. Het vaste gesteente wordt weliswaar reeds op 305 M. reeds aangetroffen, doch om een goede waterdichte aansluiting van de bekleeding met het vaste gesteente te krijgen, wordt de bevriezing tot 330 M. voortzet. Ze liggen op een cirkel van ± 12 Meter middellijn. Tot 35 M. geschiedt de boring met de puls, vervolgens wordt stootend geboord met dikspoeling. De bekleedingsbuizen zijn tot 35 M. 14", van 0—70 M. 12", van 0—150 M. 9 $\frac{1}{4}$ ", van 0—240 M. 7". De bekleeding van het laatste deel vormt de bevriesbuis zelf met een diameter van 5" = 127 m.M. Deze is van onder gesloten. De uitwendige diameter der valbuis = 70 m.M. Tot 35 M. (de voorschacht niet meegerekend eigenlijk slechts maar 15 M.), worden de bekleedingsbuizen tegelijk met het boren neergelaten. Daarna wordt eerst geboord tot 70 M. en dan eerst neergelaten, vervolgens tot 150 M., tot 300 M. enz. De 14" buis wordt verticaal gezet met 4 schietlooden. Bovendien zijn op verschillende plaatsen aan de boorstang gietijzeren geleidstukken aangebracht, om nog grooter zekerheid te krijgen dat het boorgat verticaal wordt geplaatst. Eerst worden alleen de even genummerde gaten geboord, waarna ze met een clynograaf gecontroleerd worden op hun verticaalheid. Blijkt dat het gat uit de verticale richting is geboord, dan kan men door een geschikte keuze der oneven genummerde boorgaten de fout herstellen, zoodat toch een gesloten ijscilinder ontstaat.

Om de vertikaalheid der bevriesbuizen na te gaan was men vroeger uitsluitend aangewezen op het schietlood. Zelfs op de Hendrik is dat nog gebruikt. De resultaten met dit instrument echter zijn op al te groote diepten niet voldoende betrouwbaar, vandaar dat door de Staatsmijnen reeds lang pogingen in het werk zijn gesteld om een beter toestel te verkrijgen.

De eerste pogingen werden gedaan met een toestel van Prof. HAUSMANN uit Aken op de Wilhelmina. Een z.g. torpedo werd aan een kabel in de buis neergelaten. Door middel van een doosniveau en een magneetnaald, die met een fotografisch apparaat in de torpedo waren ondergebracht, werden op bepaalde punten de helling en richting der helling bepaald. Doordat echter de magneetnaald teveel

door het omringende ijzer werd beïnvloed werden onnauwkeurige waarden verkregen.

Betere resultaten verkreeg men met het toestel van onzen landgenoot den heer H. M. SMITT instrumentmaker te Bilthoven, den z.g. clynograaf SMITT. Het groote verschil met het toestel v. HAUSMANN bestaat hierin, dat de lijn ten opzichte waarvan de richting der afwijking werd bepaald niet door een magneetnaald maar door een gyroscoop, bewogen door een kleinen electromotor, wordt aangegeven.

Deze gyroscoop (draaiende schijf) is met zijn horizontale as opgehangen in een Cardanusring. Wordt dus het instrument gedraaid, dan zal toch de schijf in zijn eigen vlak blijven draaien. De verticale hoofdas, die dus ten opzichte der gyroscoop niet draait is nu verbonden met een horizontale schijf, waarop een randverdeeling in 360° is aangebracht. In het vlak van den verdeelden cirkelrand, doch vast aan het instrument bevestigd, bevindt zich het doosniveau, waarvan het glas bolvormig is geslepen en van concentrische ringen is voorzien, die geijkt zijn naar een bepaalde helling.

De opmetingen geschieden nu door den stand der bel fotografisch op een film vast te leggen. De afstand van het middelpunt der bel tot het middelpunt der concentrische cirkels geeft aan de helling; de hoek die de lijn der middelpunten maakt met de nullijn, geeft aan de grootte der afwijkrichting. Voor de belichting van doosniveau en cirkelrand zijn 12 gloeilampjes aangebracht in 3 series van 4 geschakeld.

De benoodigde electricische stroom wordt door 2 draden aangevoerd; de een voor de gyroscoop en de andere voor de belichting en beweging der film. De terugstroom gaat door het omhulsel van het toestel en de staaldraad van de kabel. Zijn de bochten in de buis zeer flauw, dan is het voldoende de waarnemingen over afstanden van 10 M. te doen.

Een vollediger beschrijving vindt men in de Verhandelingen van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap Mijnb. serie, Deel I C. L. VAN NES. Eenige mededeelingen over schachtdelven (pag. 205—209).

Daar water bij afkoeling van $+ 4^{\circ}$ tot 0° C. uitzet, worden ook nog 4 ontlastingsgaten geboord tot diepten waar waterhoudende lagen

zijn aangetroffen, n.l. 70 M., 120 M., 280 M. en 160—260 M. De laatste slechts met een bekleeding tot 160 M.; daar beneden is het opgevuld met grind in verband met een sterk waterhoudende mergellaag van 160—240 M.

Verder worden ook nog ter controleering der temperatuur in den ijsmuur temperatuurgaten geboord, n.l. 3 stuks aan elken hoek der buitenkant en 2 binnen den bevriescirkel. Totaal dus 14 stuks. De diepte der gaten is 30 M. De temperatuur wordt 4 maal per dag opgenomen.

Van schacht I zijn al de gaten nu geboord met een totale lengte van 12,000 M. Van schacht II zijn 1500 M. geboord.

Onder in de voorschacht bevindt zich den verdeelring die door gebogen buizen verbinding heeft met de bevriesgaten en dus de koude loog daarover verdeelt. Poetsch, de eerste toepasser der bevriesmethode (1883) had ook een verzamelring aangebracht waarin zich de loog na in de bevriesgaten gecirculeerd te hebben weer verzamelde. Dezen ring heeft het nadeel dat b.v. bij een verstopping der buizen de fout niet gauw te vinden is en het bedrijf stagnatie ondervindt. Daarom is deze dan ook niet aanwezig doch heeft ieder gat een afzonderlijke afvoerpijp loopend tot 8 M. boven den boorvloer in de loogbakken welke op een hooger niveau staan dan de verdamper in het bevrieshuis.

Van het hoogste belang is natuurlijk de vraag of op groote diepte nog een goed betrouwbare ijsmuur aanwezig is. HEISE en HERBST b.v. geven aan dat dit theoretisch beneden de 260 M., niet meer het geval is. De practijk heeft echter geleerd, dat het wel mogelijk is over deze grens te gaan b.v. bij de Duitsche mijnen Friedrich Heinrich en Auguste Victoria en ook bij eenige Belgische mijnen. Door een snelle circulatie der loog en door het gebruik van met pek geïsoleerde valpijpen hoopt men hier toch de gewenschte diepte te bereiken. Die geïsoleerde valpijpen worden voor het eerst op de Maurits in toepassing gebracht. De afvoer- en andere pijpen waardoor de loog van -20° à -25° C. circuleert, hebben een isoleering van kurkkorrels met een soort pek samengebonden of ook wel boomschors.

In het kort moge hier volgen een beschrijving hoe de loog op de gewenschte lage temp. wordt gebracht; voor een uitvoeriger behan-

deling wordt verwezen b.v. naar Heise-Herbst. Een compressor van 225 P.K. perst ammoniak samen tot 10—12 atmosfeer. Dit warme, samengeperste gas wordt naar den condensator geleid. Het doorloopt hier een groot aantal nauwe spiralen die afgekoeld worden door koud stroomend water. De ammoniak wordt vloeibaar en vloeit naar het expansieventiel. Hier achter bevindt zich het vacuum dat de compressor zuigt, de ammoniak verdampt, heeft daarvoor warmte nodig en onttrekt deze aan de vloercalcium die in den verdamper in spiralen circuleert en deze afkoelt tot -25° C. Vervolgens komt de ammoniak weer in den compressor om opnieuw het kringproces te ondergaan. Een groote loogpomp zorgt voor een goede circulatie der loog. In het bevrieshuis bevinden zich 3 dergelijke systemen met een gezamenlijke capaciteit van 18.000.000 cal. per etmaal. De aandrijving der compressoren en pompen geschiedt door electromotoren. De stroom, daarvoor benodigd, wordt geleverd door de Emma op een spanning van 10.000 volt, welke echter wordt getransformeerd tot 2.000 volt.

Tenslotte werd nog een bezoek gebracht aan het pomplier gebouw, dat tusschen beide schachten is geplaatst. De lier, die dient om de 2 electrisch gedreven hooge-druk centrifugaal pompen op te hijschen, bestaat uit 2 trommels die in dezelfde richting draaien. De beweging geschiedt door een wormwiel waardoor een groote krachtsoverbrenging verkregen wordt. De lier is schuin op een raam opgesteld om van dezelfde plaats uit de beide schachten te kunnen bedienen. De capaciteit dezer pompen, z.g. hangpompen, bedraagt 3 M³. per minuut bij een opvoerhoogte van 375 M.

Hiermede ben ik aan het eind van mijn verslag. Mij rest nog een woord van bijzonderen dank aan den heer VAN GOUDOEVER DE JONGH, voor de wijze waarop hij ons ontving en onze vragen op bijzonder duidelijke manier beantwoordde.

Verder dank ik ook Prof. J. DE KONING KNIJFF voor het organiseren dezer excursies. Zijn streven om voor afwisseling de tijdelijke mijnwerkers eens een bovengrondsche „schicht” te laten maken, wordt door allen ten zeerste gewaardeerd.

v. O. K.

EEN NIEUWE NEDERLANDSCHE UITVINDING OP METALLURGISCH GEBIED.

Voordracht, gehouden in de vergadering van de Afdeeling voor Mijnbouw, Afdeelingstak Nederland van het Kon. Instituut van Ingenieurs, te Delft op 16 Maart 1918,

DOOR HET LID
ir. W. DE HAAN.

(Overgenomen met toestemming van de Redactie uit „De Ingenieur” van 11 Mei 1918).

Het was mij een bijzonder welkome taak voor deze vergadering gegevens te mogen verzamelen over een nieuwe vordering, die de metallurgie van het zilver in den laatsten tijd heeft gemaakt. Bijzonder welkom daarom, omdat deze vordering weer is ontkiemd op eigen bodem. Tot voor enkele jaren waren de Amerikaansche en Engelsche vaktijdschriften bijna de eenige waardevolle bron, die onze theoretische kennis van de edelmetaalmetallurgie kon verrijken. Thans zijn we genoodzaakt — willen we onze kennis niet onvolledig doen zijn — ook binnen eigen landspalen in de leer te gaan. Deze noodzakelijkheid zal ons allen verblijden, en, dat de oprichting der Afdeeling voor Mijnbouw van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs juist valt in dezen tijd van ontluikend metallurgisch leven hier te lande, geeft ons het recht ook op het gebied der metallurgie vruchtbaar werk van haar te mogen verwachten. De gelegenheid, die zij ons biedt nieuwe gebeurtenissen op mijnbouwkundig gebied in wijderen kring bekend te maken, werkt aan den anderen kant, en wel door de daardoor ontstane gedachtenwisseling, als een opwekking tot het doen van verdere onderzoekingen. Deze wisselwerking moet het zijn, die èn ons vereenigingsleven èn ons vakleven doet bloeien.

Ik ben er mij niet van bewust iemand te kort te doen, wanneer ik als de eerste belangrijke stap in de nieuwe, oorspronkelijke richting,

met een enkel woord de uitvinding in herinnering breng, die voor enkele jaren door dr. ir. J. RUEB c. m. i. werd gedaan. Ik wijk hier even van het pad der zilvermetallurgie af, maar voor een juist begrip van wat ik zoeven zeide is dit noodig. De economische verwerking van tinertsen, die gekenmerkt zijn door een zóó uiterst fijne verdeling der cassiteriet, dat mechanische concentratie buitensporige tinverliezen ten gevolge heeft, is voor onze koloniën een vraagstuk van buitengewoon belang. RUEB denkt zich de oplossing van dit vraagstuk zóó, dat de tinertsen — evenals dit met koperertsen gebeurt — tot een zoogen. „steen” worden versmolten. Het is hier niet de plaats om over de verwerkingswijze van dezen „steen” verder uit te weiden.

De tweede stap werd gedaan door ir. M. H. CARON m. i., en deze stap brengt ons terstond midden op het terrein der zilvermetallurgie. Als ingenieur bij den Dienst van het Mijnwezen in Ned.-Indië, zocht CARON een verwerkingsmethode voor de aan mangaandioxyde rijke zilverertsen, die in Benkoelen voorkomen. De resultaten van zijn onderzoek leidden hem tot een octrooi-aanvraag betreffende „Verbetring der werkwijze voor het onttrekken van goud en zilver aan mangaandioxyde-houdende zilver-goudertsen”. De conclusie waarmede de beschrijving, die bij de octrooi-aanvraag behoort, eindigt, komt eigenlijk hierop neer, dat de ertsen, alvorens ze te amalgameeren of te cyanideeren, in een reduceerende atmosfeer worden verhit. Ik kan thans over deze werkwijze geen verdere mededeelingen gaan doen.

En zoo kom ik vanzelf aan de derde schrede op den nieuwen weg, die het gevolg was van een onderzoek, dat door prof. ir. S. J. VERMAES m. i. werd ingesteld naar de verwerkingsmogelijkheid der zwarte ertsen van de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator”. Dit onderzoek leidde tot het vinden van een nieuw metallurgisch procédé, en ik heb mij voorgenomen u van dit procédé heden een beknopte uiteenzetting te geven.

Eerst echter nog een opmerking. Het is mij niet bekend of ik een nog nieuweren vondst mag vermelden, die ditmaal niet op het gebied der metallurgie, maar op dat der mechanische ertsverwerking werd gedaan. Ik ga dan ook verder stilzwijgend aan deze gebeurtenis voorbij; haar bloote vermelding doet u echter zien, dat de beoefening

der mijnbouwkundige wetenschappen, na het bereiken der bovengenoemde resultaten, geen halt heeft gemaakt, maar dat ze met kracht werd voortgezet, en dat ook ditmaal een belooning, in den vorm van een resultaat, niet is uitgebleven.

Toen ik in 1911 exploreerde in de residentie Tapanoeli, maakte ik nader kennis met een belangwekkend ertstype. Ik had dit ertstype al vroeger vluchtig leeren kennen tijdens een bezoek, dat ik in September 1910 bracht aan de concessie „Equator” in de Padangsche Bovenlanden. Het was een edelmetaalerts, dat hoofdzakelijk bestond uit een poreuze kwarts, en dat gekenmerkt was door een hoog gehalte aan mangaandioxyde. Het was dus een verweeringsproduct, en het vormde den „ijzeren hoed” van gangen, die in een tertiair eruptiefgesteente voorkwamen. Het edelmetaalgehalte van deze gangen in Tapanoeli was gering, ze kwamen daarom niet voor exploitatie in aanmerking. Ik had echter gelegenheid op te merken, dat ze in metallurgischen zin van weerspanningen aard waren, want ze gaven bij amalgamatie slechts een klein percentage van hun zilver af. Een monster, dat 5.9 gr. goud en 85 gr. zilver per ton bevatte, gaf bij amalgamatie het volgende rendement:

Goud	74.4 pCt.
Zilver	8.9 „

Het zilverrendement is voor een oxydisch erts opvallend slecht. Zooals gezegd, van exploitatie kon niets komen, en verdere pogingen om dit zilverrendement te verhoogen werden dus niet gedaan.

Toen ik in 1913 in dienst kwam bij de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator”, leerde ik ten volle de twijfelachtige waarde beseffen van het bezit van een groote reserve van zulk erts. Wat toch was het geval? Niet alleen amalgamatie, maar ook cyanidatie was niet in staat een eenigszins behoorlijk percentage van het in het erts aanwezige zilver te winnen, en men had vergeefs naar een economische verwerkingsmethode gezocht. De ertsen van de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator” hadden, in tegenstelling met die in Tapanoeli, een hooge essaywaarde, niet alleen aan goud, maar ook aan zilver, en hier stond men dus voor het feit, dat de theoretische waarde van de ertsreserve veel meer dan dit gewoonlijk het geval pleegt te zijn, de praktische waarde ervan overschreed. M. a. w., naar de analyses te oordee-

len scheen het, dat men heel wat had, maar men was niet in staat een bevredigend percentage van het zilver economisch te extraheeren.

Alvorens u nu te vertellen van de pogingen, die door de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator” zijn gedaan om haar oxydische ertsen wat meer „gedwee” te maken, dienen we eerst even na te gaan of in andere landen hetzelfde vraagstuk soms reeds aan de orde was geweest, en zoo ja, welke oplossing men er daar aan had gegeven. Of was men er soms ook dáár niet in geslaagd een bevredigenden uitweg te vinden?

Wenden we onze blikken dus eens naar Mexico, het zilverland bij uitnemendheid! Als een goede, betrouwbare bron voor de bestudering der geschiedenis van den Mexicaanschen mijnbouw, komt mij voor het boek van T. A. RICKARD te zijn, dat getiteld is: „Journeys of Observation”, en dat in 1907 te San Francisco werd uitgegeven. De schrijver geeft hierin, onder het hoofd „Among the Mines of Mexico”, op pakkende wijze zijn reisindrukken van October 1905 weer. Hij vermeldt het voorkomen van mangaanhoudende zilverertsen, „quemazones” genaamd, in de Corteza-mijn. Het was een zwart, kiezelzuur-rijk materiaal van 8 pCt. mangaandioxyde. De verwerking, die in hoofdzaak moet hebben bestaan in een chloreerende roosting van een 70-zeef product met 1.8 pCt. keukenzout, gevolgd door amalgamatie, heeft blijkbaar geen bevredigende resultaten opgeleverd, want zooals RICKARD vertelt, werd de installatie later gebruikt om te zien in hoeverre het cyanide-procédé van toepassing was op dit ertstype, en lag zij tijdens zijn bezoek stil. Hij veronderstelt, dat in de roostovens groote verliezen ontstonden door trek en door vervluchtiging. Hij zal het hier wel bij het juiste eind hebben gehad.

De moeilijkheden, die men in andere werelddelen heeft gehad en eigenlijk gezegd nog heeft met het verwerken van mangaandioxydehoudende zilverertsen, treden nog duidelijker aan het licht, wanneer men kennis neemt van een artikel van WILL H. COGHILL in de *Mining & Scientific Press* van 1 Juni 1912, getiteld: „Refractory maganese-silver ores”. Uit dit artikel blijkt, dat er in Mexico verscheidene mijnen stil liggen, omdat er geen procédé bekend is, dat het mogelijk maakt om het zilver uit deze ertsen economisch te winnen. COGHILL geeft in zijn artikel een uitvoerige beschrijving van alle proeven, die

hij deed om dit metallurgisch probleem op te lossen. Hij mocht er niet in slagen een bruikbare verwerkingsmethode te vinden, en zijn opstel eindigt met een résumé, waaruit ik hier de volgende aanhalingen doe:

The outlook for investors in mines of this type is not good. Cyaniding without preliminary treatment is absolutely impossible. In the way of preliminary treatments, the one by sulphurous acid must be considered.

Chloridizing roasting, I understand, has been practiced on ores of this type, but cost of fuel and silver losses militate against succes.

I submit this problem to both geologist and metallurgist: to the geologist for him to identify this evasive silver mineral and account for the mode of occurrence; and to the metallurgist for him to map the bodies of refractory manganese silver ores so that investors may receive fair warning, and after giving such warning proceed with the investigation of methods of extraction.

Het doet in dit verband eenigszins vreemd aan, in het in 1915 verschenen „Rapport over de Opsporing van Delfstoffen in Nederlandsch-Indië”, over diezelfde mangaandioxyde-houdende zilverertsen te moeten lezen:

Stellig meer dan 50 pCt. van het erts amalgameert. De rest is zeer eenvoudig cyanide-erts, zoodat een extractie van 90 pCt. niet het minste bezwaar zal opleveren. (Bijlage 2, blz. 15).

Het artikel van COGHILL werd gedrukt in 1912. De belangstelling voor het onderwerp verflauwde hierna niet, maar werd o. a. levendig gehouden door WALTER NEAL, die proeven deed met ertsen van de El Favor Mining Co. in Mexico, en die volgens een verslag, dat in Juni 1913 door deze maatschappij werd uitgegeven, de oplossing hoofdzakelijk moet hebben gezocht in de richting der magnetische scheiding. Van de hand van dezen onderzoeker verscheen in 1916 een opstel in *The Journal, of the Chemical, Metallurgical & Mining Society of South Africa*, getiteld: „The Manganese Silver Problem” (Vol. 17, Aug. 1916, No. 2), waaruit blijkt, dat hij later met zijn

onderzoekingen een andere richting is ingeslagen, en de oplossing nu verwacht van een reduceerende voorbehandeling van het erts. Een praktische uitkomst vermocht hij echter ook niet te geven.

Ik kan nu al vast zeggen, dat evenals GOGHILL, die van oordeel was, dat een reduceerende behandeling van het erts met zwaveligzuur overweging verdiende, en evenals WALTER NEAL, die een reduceerende voorbehandeling als richting aangeeft, waarin men zal hebben te zoeken, ook de Hollandsche onderzoekers de reductie van het MnO_2 als middel hebben aangegrepen om tot hun doel te geraken. ¹⁾

Het zal, na wat ik tot hiertoe mededeelde, duidelijk zijn, dat toen de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator” zich tegenover de vraag zag geplaatst, over de verwerkingsmethode van haar zwarte ertsen te beslissen, zij haar licht niet buitenshuis kon ontsteken; — zij moest bij haar zelve te rade gaan.

Volgens het jaarverslag over 1915 bezat de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator” van de mangaandioxyde-houdende ertsen een reserve van ruim 110.000 tonnen. Deze reserve wordt gevormd door den „ijzeren hoed” van de ertsafzetting, die op het oogenblik voor de maatschappij van het meeste belang is, en die reeds kort na haar ontdekking Mangani-gang werd gedoopt. Ik behoef dezen naam hier niet te verklaren; als ik me wel herinner werd hij door den buitenlandschen ingenieur E. GEIST bedacht. De nederzetting, die door de exploratie ontstond — het was alles oerwoud, en inlandsche goudgraverijen bestonden niet — werd Mangani genoemd.

Ik geloof, dat ik het beste doe met vóór ik verder ga, u eerst een paar stukken te laten zien van het erts, waarom het hier gaat. Ik moet hier dadelijk aan toevoegen, dat deze stukken u geen volkomen beeld geven van het erts zooals het uit de mijn komt. Dit komt, doordat de zachte, losse mangaandioxyde niet in een handstuk bewaard blijft, maar afvalt. Het versch gehakte erts bevat veel meer MnO_2 en is dus veel zwarter, en ik overdrijf niet, wanneer ik zeg, dat de gang onder den grond op vele plaatsen den indruk maakt van een steile steenkoollaag.

Hoewel voor mijn onderwerp van minder direct belang, laat ik

¹⁾ Hiermede heb ik niet gezegd, dat het procédé-VERMAES een reductie-procédé is.

volledigheidshalve ook een paar stukken onverweerd erts rondgaan, die afkomstig zijn van een der lagere niveaus van onze mijn, waar de atmosfeer dus nog niet heeft ingewerkt. De rose kleur dezer stukken, die veroorzaakt wordt door de mangano-mineralen rhodochrosiet en rhodochrosiet, valt terstond in het oog. In deze rose ertsen komt het zilver hoofdzakelijk voor als argentiet (Ag_2S). Het zijn tot nu toe uitsluitend deze rose ganggedeelten geweest, die onder den „ijzeren hoed” liggen, die door ons konden worden ontgonnen.

De pogingen, die door de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator” en haar voorganger, het West-Sumatra Mijnen-Syndicaat, in het werk werden gesteld om haar zwarte ertsen, figuurlijk gesproken, klein te krijgen, zijn vele en velerlei. Het is mijn plan alléén bij die poging, die praktische gevolgen had, wat langer te blijven stilstaan. Ik ben echter verplicht, wanneer ik mijn onderwerp van af een wat hooger standpunt bezie, ook met een enkel woord vroegere onderzoekingen te vermelden.

Zoo werden door KRUPP reeds in 1909 verwerkingsproeven gedaan langs chemischen weg. Deze proeven deden zien, dat amalgamatie alléén 41.7 pCt. van het goud en slechts 2.3 pCt. van het zilver uitlevert. Amalgamatie gevolgd door cyanidatie gaf een totaal goudrendement van 98 pCt. en een totaal zilverrendement van 11.1 pCt. KRUPP ging nog verder, en onderwierp de cyanidatie-tailings aan een chloreerende roosting gevolgd door een extractie met thiosulfaat. Het totale zilverrendement werd hierdoor 88.2 pCt. Dit lijkt heel mooi; bedenkt men echter, dat voor de uitvoering van dit procédé een complete amalgamatie-installatie, een complete cyanide-installatie — gescheiden in een voor „sands” en een voor „slimes” — en een complete thiosulfaat-loogerij noodig was, dan wordt het duidelijk, dat het resultaat mooier leek dan het in werkelijkheid was. Ook diene men bij een beoordeeling van dezen ingewikkelden bewerkingsgang vooral rekening te houden met het feit, dat een chloreerende roosting edelmetaalverliezen veroorzaakt door vervluchtiging.

Ook langs mechanischen weg probeerde KRUPP praktische resultaten te verkrijgen; zijn concentratie-proeven gaven echter geen uitzicht op succes. De door hem verkregen concentraten bevatten slechts

weinig meer dan 3 K.G. zilver per ton, terwijl de helft van het zilver in de tailings achterbleef.

Op Mangani zelf werden ook proeven genomen, en wel door den vroegeren loogrij-chef der Maatschappij A. FREUSBERG, scheikundig ingenieur. FREUSBERG deed het erts o. a. een reduceerende vóórbehandeling met zwaveligzuur ondergaan — het is de methode, die door COGHILL in overweging werd gegeven ¹⁾ — en hij bereikte op deze manier een zilverrendement van 91.4 pCt. Het goudrendement kwam echter niet hooger dan 87.7 pCt. Doordat deze methode geen vervluchtigingsverliezen veroorzaakt, verdient zij, wat het zilver betreft, uit een metallurgisch oogpunt de voorkeur boven de chloreerende roosting van KRUPP ²⁾. Economische overwegingen leidden er echter toe, dat de voorbehandeling met SO_2 niet in practijk kon worden gebracht.

Bij deze proeven bleef het niet. Op 21 Januari 1913 schreef mij de Directeur der Mijnbouw-Maatschappij „Aequator”, P. GRAMMEL, over een mogelijke verwerkingswijze van ertsen, waarmede ik in dien tijd te doen had. Hij koppelde aan zijn beschouwingen eenige opmerkingen vast over de zwarte Mangani-ertsen, en ik doe uit zijn schrijven de volgende aanhalingen:

Ich bin in Korrespondenz mit einer massgebenden Firma auf electrostatischem Gebiete in Amerika. Unser schwarzes Erz aus dem eisernen Hute ist nämlich ein verteufteltes gemeines Material. Das Silber ist mit Cyankali nicht ohne weiteres heraus zu kriegen; es sitzen Unmengen von Mangan-Dioxyd darin, im Durchschnitt 11 Prozent, welches an und für sich ein wertvolles Product wäre, wenn es auf irgend eine Weise concentrirt werden könnte, aber alle Versuche sind bis jetzt gescheitert. In Amerika habe ich einen Versuch mit wenigen Kilogramm Erz ausführen

¹⁾ Zie ook: E. M. HAMILTON; *Mining and Scientific Press*, 4 December 1909.

²⁾ FREUSBERG verkreeg een vrijwel volledige goudextractie, door aan de vóórbehandeling met SO_2 een looging van het erts met KCN te doen voorafgaan. De zilverextractie bij deze proef bedroeg slechts 82,7 pCt.; waarschijnlijk tengevolge van de behandeling van een vrij grof zeef-product ($1/2$ à 1 m.M³).

lassen, und man berichtet mir, dass der electrostatische Prozess günstig verläuft.

Latere berichten zijn waarschijnlijk van minder gunstigen aard geweest, want anders had men er stellig meer over vernomen dan nu het geval is geweest.

Ik kan nu overgaan tot het beschrijven der uitkomsten, die werden verkregen bij het onderzoek, dat hier te lande werd verricht.

In Juli 1915 verzocht de Directie mijner maatschappij aan prof. ir. S. J. VERMAES m.i. een onderzoek te willen instellen naar een goede verwerkingsmethode voor onze zwarte ertsen. Het initiatief van deze opdracht is uitgegaan van dr. ir. J. RUEB, die in het begin van 1915 met ons erts eenige concentratie- en extractieproeven had uitgevoerd. De resultaten dezer proefnemingen hadden bij hem de meening, zoo niet gevestigd, dan toch doen opkomen, dat een chloreerende roosting, voorafgegaan en gevolgd door cyanidatie, diende te worden overwogen; dat althans een chloreerende roosting in combinatie met cyanidatie de voorkeur zou kunnen verdienen boven de door KRUPP toegepaste Patera-werkwijze.

Prof. VERMAES ging op het aan hem gedane verzoek in, en na een buitengewoon omvangrijk, maar succesvol laboratoriumonderzoek, bracht hij in April 1916 verslag uit over een door hem gevonden procédé. In Juli van hetzelfde jaar deed hij hierop nog een vervolg verschijnen. Door dit tweede rapport werd vooral de praktische waarde van de door hem aangegeven werkwijze verhoogd. Het heeft veel geduld en volharding van den onderzoeker vereischt om, na de vele ontmoedigende uitkomsten, die hij in den beginne verkreeg, zijn werk tóch te hebben kunnen doorzetten. In het geheel werden door hem meer dan 250 proeven genomen.

Ik zal de voornaamste fasen van dit laboratoriumonderzoek vermelden, ik zal daaraan een beknopte theoretische beschouwing vastknoopen, en daarna, voorzoover dit in overeenstemming is met de belangen mijner maatschappij, met een enkel woord over de praktische toepassing uitweiden.

Het ertsmonster, dat als materiaal voor het onderzoek werd gebruikt, bestond uit een poreuze kwarts met $8\frac{1}{2}$ pCt. mangaandioxyde,

sporen koper en sporen ijzer. Het zilveragehalte bedroeg 400 Gr. en het goudgehalte 13.5 Gr. p. T. Het goud kwam gedeeltelijk voor in den vorm van vrij-goud. De wijze, waarop het zilver in deze ertsen optreedt, is vermoedelijk die van een zilvermanganiet. Ik zeg „vermoedelijk”, want het is een punt, dat niet is uitgemaakt. (Door de Afdeeling der Mijnbouwkunde van de Technische Hoogeschool werd in Juni 1916 een prijsvraag uitgeschreven over dit onderwerp. De Afdeeling verlangde een wetenschappelijke verklaring van de „ijzeren hoed”-vorming bij mangaanhoudende zilverertsgangen. (Ik las voor eenige weken in de dagbladen, dat op deze prijsvraag geen antwoord is ingekomen.) COGHILL verbeeldt zich het weerspannige zilvermineraal microscopisch te hebben gezien, nadere mineralogische bijzonderheden kan hij er echter niet over mededeelen. Vast staat, dat het zilver in de zwarte ertsen hoofdzakelijk gebonden is aan de MnO_2 , en niet aan de kwarts. Deze bewering is o. a. gebaseerd op het resultaat van concentratieproeven, waarbij de producten met veel mangaan meer zilver bevatten dan de producten met veel kwarts. „True middlings” bevatten echter evenveel, en soms zelfs meer zilver dan een zuiver mangaandioxyde-concentraat, en dit feit dwingt tot de aanname, dat het zilver voornamelijk zit op het grensvlak van de MnO_2 en de kwarts. Het zilver zit dus wel in de MnO_2 , maar dáár, waar die MnO_2 aan de kwarts vastzit. Hiermede is ook de betrekkelijke rijkdom van een kwarts-tailing verklaard, en de onmogelijkheid om met dit ertstype iets aan te vangen door middel van mechanische concentratie.

Het standpunt, waarvan het laboratoriumonderzoek uitging, was dit, dat door middel van één enkele voorbewerking het zilver in een gemakkelijk in cyaankalium oplosbaren vorm moest worden gebracht. De gewone chloreerende roosting kon dáárom niet dienen, omdat deze niet alleen grooter goudverliezen, maar ook belangrijke zilververliezen veroorzaakt. Toch is, eigenlijk van af het begin van het onderzoek, een omzetting van de zilvermangaanverbinding in een chloorzilververbinding als middel aangegrepen om tot het doel te geraken. Het is ten slotte gebleken, dat het mogelijk is om een chloreering van het in 't erts aanwezige zilver zonder edelmetaalvervluchting te doen plaats vinden.

Een der eerste proeven (8) bestond hierin, dat het erts zonder voorbehandeling, direct werd gecyanideerd. Uit deze proef bleek, dat het erts zonder voorbehandeling 8.5 pCt. van zijn zilver aan een 0.1 pCt. KCN-oplossing afstond. De looging geschiedde, zooals bij alle verdere proeven, in rondwentelende gesloten fleschjes. De kalktoeslag bedroeg 1 pCt. van de ertshoeveelheid, en de loogduur was 16 uren.

Verschillende eenvoudige voorbehandelingen, die in den beginne nog werden geprobeerd zonder chloreeringsmiddel, hadden geen succes; het zou mij te ver voeren hier op al deze proeven nader in te gaan.

De eerste bewerking (7), die het zilverrendement aanmerkelijk deed stijgen, was een verhitting van het erts met 10 pCt. H_2O en met $\frac{1}{2}$ pCt. $NaCl$ op $250^\circ C.$, gedurende 3 uren. Het zilverrendement werd hierdoor op 35.7 pCt. gebracht. Een vermeerdering der zouthoeveelheid op $1\frac{1}{2}$ pCt. en een verhitting gedurende 12 uren op $310^\circ C.$ (29) bracht na 20 uren loogduur het zilverrendement op 46.7 pCt.

De beteekenis van het water bij deze verhittingsproeven zal ik even duidelijk maken. Het zout werd daardoor opgelost, wat een veel inniger vermenging met het erts mogelijk maakte dan een droge menging van erts en zout kon doen. Dit toevoegen van het zout in opgelosten vorm was een middel om met zoo weinig mogelijk chloreeringsmiddel te kunnen volstaan. Met het oog op de practijk is deze kunstgreep een economisch belang.

Chloreeringsproeven bij hoogere temperatuur dan $310^\circ C.$ werden ook gedaan. Het bleek echter, dat boven $350^\circ C.$ reeds waarneembare vervluchtigingsverliezen optraden, en dat het zilverrendement er niet beter op werd.

Allerlei variaties in kwaliteit en kwantiteit van chloreeringsmiddel en verhittingstemperatuur werden nu geprobeerd, maar ook zij gaven geen betere resultaten dan de zoeven genoemde. Een mengsel van het erts met 25 pCt. H_2O , 2 pCt. $NaCl$ en 1 pCt. Fe_2Cl_6 (59) gaf bij wijze van uitzondering een zilverextractie van 50.6 pCt. Andere chloorverbindingen, zooals chloorcalcium, ijzerchloruur, aluminiumchloride, enz. werden te baat genomen, maar ze waren niet in staat het zilverrendement te verhoogen.

Er ontstond stagnatie in de vorderingen, en een nieuw middel moest

uitkomst verschaffen. Dit middel bestond hierin, dat gelijktijdig met het chloreeringsmiddel een reductiemiddel aan het erts werd toegevoegd tijdens de verhitting. Anorganische reductiemiddelen waren al vroeger geprobeerd; daar deze echter practisch gesproken geen uitwerking hadden gehad, zoo viel thans het oog op organische verbindingen, en wel het eerst op melasse. Voor het laboratorium-onderzoek werd echter suiker gebruikt. Het voordeel van een in water oplosbare stof heb ik zooveel reeds uiteengezet.

De eerste poging in deze richting — het was reeds de 124e proef — was een mislukking. Het erts werd met 25 pCt. H_2O , 1 pCt. suiker en $\frac{1}{4}$ pCt. chloorammonium op $285^\circ C$. verhit. Het zilverrendement was slechts 35 pCt. Het had weinig gescheeld of het heele onderzoek ware nu in den doofpot gedaan. Gelukkig is dit niet geschied, want na eenige veranderingen in de wijze waarop het erts met de organische stof werd gemengd, en in de hoeveelheid reagentia, steeg het zilverrendement tot 73.1 pCt. (161). Dit resultaat werd bereikt door een menging van het erts met 25 pCt. H_2O , 1.75 pCt. suiker, 0.5 pCt. $NaCl$ en 0.25 pCt. KCl , en door verhitting op $301^\circ C$.

Veel hooger dan 73.1 pCt. kwam prof. VERMAES niet met suiker, maar nu kreeg hij een origineele ingeving. In plaats van met suiker ging hij nu werken met een ander Indisch product, n.l. met beras ketan. Deze werd met het erts droog gemalen, en bijna dadelijk steeg het zilverrendement tot $87\frac{1}{2}$ pCt. Dit geschiedde na menging van het erts met 3 pCt. ketan en 1 pCt. $NaCl$, en na verhitting op $338^\circ C$. (172). Het was een mooi resultaat! De opgewektheid keerde in het Delftsche laboratorium terug, en met haar deden verdere successen hun intree.

Het vraagstuk werd er nu minder een van chemischen dan wel een van economischen aard. Het goedkoopste reductiemiddel moest nu worden gezocht. Mais, klapperdoppen, kapokpitten, allerhande tropische landbouwvoortbrengselen werden geprobeerd, en ik kan hier volstaan met de mededeeling, dat, toen prof. VERMAES zijn verslag ging opmaken, zijn keus was gevallen op mais. Mais was niet alleen betrekkelijk goedkoop, maar gaf bovendien een hoog rendement. Een menging van het erts met 100 pCt. H_2O , $3\frac{1}{2}$ pCt. mais en zooveel $NaCl$, dat na affiltreeren van de nat gemalen massa ongeveer 1 pCt.

van het erts aan $NaCl$ in de koek achterbleef, gaf na $2\frac{1}{2}$ uur verhitten op $326^{\circ} C.$ een zilverrendement van 91.1 pCt. en een goudrendement van 99.6 pCt. (197).

Hiermee was het „Procédé-VERMAES” ontstaan, althans in het laboratorium. Prof. VERMAES schreef in zijn verslag:

Het was dus gebleken, dat gelijktijdige verhitting van het erts met een reductiemiddel en een chloreeringsmiddel, de weerbarstige mangaanzilververbinding ontleedde en zijn zilver als zilverchloride vrijgaf.

Thans moest worden nagegaan of er geen technische en economische bezwaren waren verbonden aan een toepassing van de gevonden werkwijze in het groot. Ik zal zoo straks enkele woorden wijden aan de samenstelling eener installatie, zooals die wordt wenschelijk geacht voor de toepassing van het procédé-VERMAES. Ik zal dan gelegenheid hebben aan te toonen hoe de technische moeilijkheden worden opgelost. Ik zal nu eerst wat nader ingaan op het belangrijke tweede deel van zijn laboratoriumonderzoek, waarover prof. VERMAES in Juli 1916 verslag uitbracht. Dit voortgezette laboratoriumonderzoek is daarom van zooveel belang geweest, omdat eruit bleek, dat de mais door een goedkooper reductiemiddel kon worden vervangen. Het heeft de economische waarde van het procédé verhoogd.

Mais was wel betrekkelijk laag in prijs, maar dit was geen beletsel om naar een goedkooper reductiemiddel om te zien. Het oog viel hierbij op houtzaagsel.

De eerste proef werd gedaan met 4 pCt. vurenhout, en gaf bij een vrijwel volledige goudextractie een zilverrendement van 84.2 pCt. (201). De werking van hout was dus schijnbaar niet zoo volledig als die van mais. Het resultaat spoorde echter tot verder onderzoek aan. Verschillende houtsoorten, verschillende houthoeveelheden, verschillende fijnheden van maling werden geprobeerd; en het slot van alles was, dat met hout als reductiemiddel een zilverrendement van 91.7 pCt. werd bereikt (249). Hiervoor bleek noodig: een maling van het erts met gelijke hoeveelheid zoutoplossing van 3.8 pCt. Rasak-hout tot op een 200-zeef product, en een verhitting van dit product

na affiltreeren ¹⁾ op 336° C., gedurende 1 uur. Het monster, waarmede deze proef is uitgevoerd, bevatte 13.1 gr. goud en 462.8 gr. zilver per ton, en 9.8 pCt. MnO_2 .

Hiermee was bewezen, dat hout uitstekend voldeed als reductiemiddel, evengoed als mais; en daar het zich niet liet aanzien, dat een nog goedkoper reductiemiddel zou kunnen worden gevonden, zoo werd het laboratoriumonderzoek als geëindigd beschouwd. Over een later aangebrachte verandering in de werkwijze, welke verandering tegemoet kwam aan een practisch bezwaar, zal ik het nog hebben. Principieel onderging het procédé-VERMAES geen wijziging meer.

Het zal misschien uwe belangstelling wekken, welke andere goedkope reductiemiddelen aan een nader onderzoek zijn onderworpen geworden. Het zou mij hier veel te ver voeren nader op het tweede deel van het laboratoriumonderzoek in te gaan; ik kan echter wel even zeggen, dat o. m. werden geprobeerd: rijststroo, tapioca, rottan, olienootjes, ja, zelfs ochtendvoer voor kippen.

Ik moet nu eerst een paar vraagstukken op den voorgrond brengen, die zich voordeden bij het overwegen eener toepassing van het procédé in ons bedrijf, vraagstukken, die reeds tijdens het laboratoriumonderzoek nader werden onderzocht.

Daar was bijv. de vraag of Pachuca-looging kon worden toegepast. Proeven toonden aan, dat tegen luchtagitatie geen bezwaar bestond, en een later onderzoek bewees zelfs, dat de lucht een weldadigen invloed uitoefent op de samenstelling der loog. Door haar oxydeerende werking gaat ze de opeenhooping van organische stof in de oplossingen tegen.

Daar het uit een oogpunt van cyaankaliumbesparing gewenscht is, dat de loog in de cyanide-installatie een kringloop beschrijft, zal er bij toepassing van het procédé-VERMAES dus ook naar moeten worden gestreefd, dat dit kan gebeuren. De vraag deed zich nu voor, of de vermeerdering van het zoutgehalte der loog, die daardoor ontstaat, de extractie niet ongunstig zou beïnvloeden. Waarschijnlijk was dit niet, want een geconcentreerde keukenzoutoplossing is een oplossings-

¹⁾ Na affiltreeren bevatte het ertsmengsel 1 pCt. $NaCl$ van het erts.

middel voor chloorzilver. Nochtans werd dit punt proefondervindelijk onderzocht, en het bleek, dat bij het gebruik van een KCN-loog, die 25 pCt. zout bevatte, een vermindering van het extractievermogen niet kon worden vastgesteld.

Ook werd nog onderzocht of er van het zoutgehalte der loog soms een ongunstigen invloed moest worden verwacht op de edelmetaalprecipitatie in de zinkbakken. Proeven, die in deze richting werden gedaan, gaven hiervan echter geen blijk.

De juiste aard van een nieuwe metallurgische werkwijze is bij zijn ontstaan nooit dadelijk ten volle bekend. Langzamerhand leert men zijn karakter kennen, en zóó zijn we ook, wat het procédé-VERMAES betreft, in den laatsten tijd weer wat wijzer geworden omtrent de verhittingscondities in den oven. Alvorens op dit punt nader in te gaan, komt me een beknopte theoretische uiteenzetting van het procédé gewenscht voor.

De mijningenieur ir. L. L. J. BARON VAN LYNDEN heeft een uitvoerige theoretische verklaring gegeven van den chemischen aard van het procédé-VERMAES. Deze verklaring komt op het volgende neer.

We hebben dus een mengsel van erts, d. w. z. van kwarts en zilverhoudend MnO_2 , met hout en keukenzout. Dit mengsel wordt in een omgeving gebracht, waarin een standvastige temperatuur van 320° C. heerscht. Wat zal er nu gebeuren?

Allereerst zal het water uit het mengsel gaan verdampen, en zoolang als deze verdamping duurt zal de temperatuur van het mengsel op ongeveer 100° C. blijven staan. Is al het water verdampt, dan zal de temperatuur van het mengsel regelmatig gaan stijgen, en een punt bereiken, waarbij het hout brandbare gassen afgeeft, d. w. z. waarbij droge destillatie van het hout optreedt. De temperatuur, waarbij dit gebeurt is bekend, zij ligt tusschen de 200° en 250° C. De gassen, die uit het hout ontwijken, zullen nu de lucht, die zich in het ertsmengsel bevindt, verdringen. De ruimten tusschen de korrels van het ertsmengsel bevatten dus nu geen ongebonden zuurstof meer, maar houtgas, en dit is van invloed op het gedrag van de bruinsteen. Bruinsteen, die in dampkringslucht eerst bij ongeveer 400° C. dissocieert, doet dit in een zuurstofvrije atmosfeer reeds veel eerder.

Volgens MOISSAN zou deze dissociatiegrens in een waterstofatmosfeer bij 230° C. liggen. De mangaandioxyde zal dus in de zuurstofvrije houtgasatmosfeer gaan uiteenvallen, en naast Mn_3O_4 vrije zuurstof leveren. Er bevinden zich nu in het ertsmengsel, practisch gesproken, twee gassen naast elkaar; brandbaar houtgas en vrije zuurstof. Deze gassen verbinden zich onder gewone omstandigheden niet beneden 500° C. met elkaar. In het ertsmengsel doen ze dit echter wel. We nemen namelijk aan, of beter gezegd, de feiten dwingen ons tot de aanname, dat de mangaanoxyden als katalysator werken, en de houtgassen doen verbranden.

Men diene nu te bedenken, dat deze verbranding om de mangaanoxyden heen plaats heeft; de mangaanoxyden vormen centra van verbranding, want ze zijn door haar katalytische werking de oorzaak van de verbranding. De mangaanoxyden, d. w. z. de zilvermineralen, zullen dus, door dien vlak om hen heen plaatsgrijpenden brand, een enorme temperatuursstijging ondergaan, een temperatuursstijging, die groot genoeg is om de volgende reactie volledig te doen verlopen:



d. w. z. om de chloreering van het zilver volledig te doen plaats hebben.

Een thermometer, die tijdens de reactie in het ertsmengsel staat, zal de verbranding der houtgassen registreeren. Het kwik zal tengevolge van de warmte-ontwikkeling sneller gaan stijgen, en bij aanwezigheid van veel MnO_2 een hogere temperatuur gaan aanwijzen dan die van den oven. Veel hoger dan de temperatuur van den oven zal deze „gemiddelde” temperatuur van het ertsmengsel echter niet komen; de groote hoeveelheid „koude” kwarts, waarbinnen geen verbranding plaats heeft, verhindert dit.

Uit deze theoretische beschouwingen blijkt, dat volgens de opvattingen, die daarin tot uiting komen, de mangaandioxyde door toepassing van het procédé-VERMAES geen reductie ondergaat, maar een dissociatie, en dat de chloreering van het zilver niet bij lage, maar bij hooge temperatuur plaats heeft.

Nu is het de vraag, of de uit elkaar gevallen mangaan-zilververbinding soms nog reductie ondergaat, vóórdat het zilver wordt ge-

chloreerd, m. a. w. of het zilver soms door reductie oplosbaar wordt gemaakt. Wanneer men aanneemt, dat het zilver tengevolge van de branding als $AgCl$ aanwezig is, en dit moet wel, want de ontstane zilverterbinding is in natriumthiosulfaat gemakkelijk oplosbaar, dan is dit niet waarschijnlijk. Hoe toch zou men de vorming van $AgCl$ moeten verklaren uit het gereduceerde Ag_2O , d. w. z. uit metallisch zilver, wanneer geen zuurstof aanwezig is om de reactie



te doen verlopen?

Wel maken de waarnemingen het waarschijnlijk, dat door de voorbehandeling een klein gedeelte van het zilver als metaal vrijkomt, maar dit zal geen gevolg zijn van een reductie, maar wel van een dissociatie. Ten eerste werd door mangaananalyses aangetoond, dat bij een goed verloop der werkwijze de MnO_2 in Mn_3O_4 , en niet in een lager oxyde wordt omgezet, een bewijs dus, dat er geen reductie plaats heeft, en verder deden verhittingsproeven, waarbij reduceerende en chloreerende agentia waren buitengesloten, zien, dat een gedeelte van het zilver ook door dissociatie alléén in oplosbaren vorm wordt gebracht. Dat deze oplosbare vorm, die van het zilvermetaal is, volgt uit de onbestendigheid van Ag_2O bij de gebezigde temperaturen.

In het licht van deze beschouwingen is dus de afwezigheid van reductie karakteristiek voor het procédé-VERMAES, en berust de nieuwe werkwijze uitsluitend op dissociatie en op chloreering.

Het is een chloreeringsprocédé, maar het onderscheidt zich hierin van de gebruikelijke chloreeringsmethode, dat de „gemiddelde” temperatuur van het ertsmengsel zóó laag blijft, dat er geen vervluchtigingsverliezen van edelmetaal plaats vinden.

Nu eerst een practische gevolgtrekking uit de „theorie-VAN LYNDEN”; een gevolgtrekking, die betrekking heeft op de verhittingscondities in den oven.

Het hout-„gas” doet het hem dus, de houtgas-atmosfeer leidt de reacties in. Welnu, dan zal men goed doen het ertsmengsel tijdens de verhitting niet rondom aan een zuurstofbevattende atmosfeer bloot te stellen, maar het af te dekken. Wanneer de buitenzijden van het

ertsmengsel niet met zuurstof in aanraking zijn, en wanneer de houtgassen slechts langzaam uit het mengsel kunnen ontsnappen, zal dit het zilverrendement gunstig beïnvloeden, en bovendien een geringere hoeveelheid hout noodig maken.

Deze gevolgtrekking uit de theorie gaat in de praktijk op. Vóórdat de theorie was opgesteld werden reeds proeven gedaan met ertsbriketten. Deze briketten werden onbeschermd in den oven geplaatst en volgens de gewone methode verhit. Het zilverrendement was veel slechter dan bij een verhitte van hetzelfde ertsmengsel in open porseleinen kroezen. De briketten waren tijdens de verhitte aan alle kanten blootgesteld geweest aan de zuurstofhoudende ovenatmosfeer, en men mag dus aannemen, dat alléén in het binnenste van de briketten een zuurstofvrije houtgasatmosfeer heeft geheerscht. Aan de buitenzijde der briketten moet tengevolge van de aanwezigheid van zuurstof de dissociatie van het MnO_2 onvolkomen zijn geweest.

Men zal dus in de praktijk moeten omzien naar een middel om het ertsmengsel tijdens de verhitte af te dekken. In het laboratorium werd dit middel gevonden door het ertsmengsel niet in open porseleinen kroezen, maar in ijzeren potten met doorboorde deksel te verhitten. Ik vermijd hier met opzet de uitdrukking „gesloten” ijzeren potten, omdat de waterdamp en de aanwezige dampkringslucht moeten kunnen worden verdrongen.

Men is geneigd te vragen, bestaan er naast bepaalde verhittecondities ook bepaalde afkoelingscondities?

Wanneer in de gebrande massa metallisch zilver is ontstaan, en wanneer de bruinsteen is overgegaan in MnO , d. i. mangano-oxyde, dan wel! Men dient er dan voor te zorgen, dat tijdens de afkoelinge geen zuurstof tot het mengsel kan doordringen, want dit zou heroxydatie veroorzaken en het zilver in den onoplosbaren manganiet-vorm terugbrengen. Het slechte zilverrendement, dat men verkrijgt bij het gebruik van teveel hout, schrijf ik aan deze oorzaak toe. De hoeveelheid hout in het ertsmengsel moet voldoende zijn om de vrijkomende zuurstof te binden bij de omzetting van MnO_2 in Mn_3O_4 ; iedere meerdere hoeveelheid hout of houtgas dan die, welke hiervoor

noodig is, zal last veroorzaken. Ze zal reductie van het Mn_3O_4 tot MnO ten gevolge hebben, en die moeten we vermijden.

Wanneer het procédé-VERMAES juist wordt uitgevoerd, dan ontstaat er Mn_3O_4 , een verbinding, die in de lucht niet zoo gemakkelijk oxydeert. Mocht er dus tengevolge van de voorbehandeling een weinig metallisch zilver zijn ontstaan, dan zal dit naast het standvastige Mn_3O_4 , bij afkoeling aan de lucht, geen verandering meer ondergaan, en, evenals dit met het chloorzilver het geval is, oplosbaar blijven.

Ik heb hiermede op een groot practisch voordeel van het procédé-VERMAES gewezen; de afkoeling zal niet onder angstvallige afsluiting van de dampkringslucht behoeven te geschieden. Alleen zal men, met het oog op een eventueel voorhanden zijn van een geringe hoeveelheid MnO en metallisch zilver, goed doen, met het erts niet om te woelen vóórdat de temperatuur wat is gedaald.

Ik ben nu genaderd aan de toepassing van het procédé in de practijk.

Nu zou ik dadelijk kunnen beginnen met u mede te deelen, op welke wijze, naar onze meening, een verwerkingsinstallatie moet zijn ingericht voor de toepassing van de werkwijze-VERMAES. Voor een goed begrip van de zaak komt me dit echter minder gewenscht voor. Ik doe u liever zien, op welke manier we aan het schema, dat ons het beste toeschijnt, zijn gekomen.

Nemen we als uitgangspunt het Mangani-bedrijf. Het erts doorloopt hier steenbreker, stampers en cylindermolens. Het product der cylindermolens gaat in normale gevallen direct naar de cyanide-installatie. Bij toepassing van het procédé-VERMAES moet het echter eerst met hout en zout worden gemengd, en moet het daarna den oven doorloopen, alvorens het aan de loogerij kan worden afgegeven. Hierbij doet zich een practisch bezwaar gelden. Het ertsslib, dat uit de malerij komt, bevat, na indikken, meer dan 50 pCt. water. Gingen we deze slibmassa, na menging met de reagentia, verhitten, dan zouden we een ongewenschte hoeveelheid warmte nodig hebben voor de verdamping van al het water. We zouden een heel oneconomisch ovenbedrijf krijgen, en dit moet worden vermeden. Men kan aan dit bezwaar echter eenigszins tegemoet komen door het

inschakelen van een filter tusschen de mengmachine en den oven. (Het behoeft geen betoog, dat men niet met zout behoeft te mengen, maar dat men kan stampen in zoutoplossing.) De gang van zaken zou dus worden: Malen in zoutoplossing — Indikken — Mengten met hout — Affiltreeren — Verhitten. Of het mogelijk is om het filter „op den duur” met een ertsmengsel te belasten, dat houtzaagsel bevat, dient practisch te worden uitgemaakt; mocht dit niet mogelijk blijken, dan moet de menging met hout na de filtratie gebeuren, en dan wordt de verwerkingsgang aldus: Malen in zoutoplossing — Indikken — Affiltreeren — Mengten met hout — Verhitten.

Wanneer wij in ons bedrijf voor de toepassing der nieuwe werkwijze een gedeelte van de bestaande installatie willen benutten, dan zullen we moeten beginnen met dit schema te volgen.

Gaan we nu eens even na, welke nadeelen er aan dezen verwerkingsgang zijn verbonden. Allereerst valt het op, dat er een hout-slijperij bij noodig is, die het hout „kant en klaar” aflevert, en dat de menging van het erts met dit hout in een afzonderlijke machine gebeurt. Het is de vraag of deze mengmethode even effectvol is als die, welke in het laboratorium werd toegepast, en die hierin bestond, dat het erts — een 80-zeef product — met het houtvijsel te zamen in een pebble-mill werd fijngemalen. Prof. VERMAES stelde daarom voor er ook in de practijk naar te streven deze laboratorium-methode te volgen, en het hout dus in de cylindermolens aan het erts toe te voegen; hij voegde er echter in zijn verslag aan toe: „Het zal door proeven moeten worden uitgemaakt of dit mogelijk is”. Op een filterprobleem in dit geval wees ik reeds, maar ook de mogelijkheid eener classificeering van dit houtbevattende ertsslib dient te worden overwogen en getoetst.

Een tweede veel grooter nadeel van het voorgestelde schema ligt in het verhitten van een filterproduct. Dit is geen technisch, maar een economisch bezwaar. Zooals ik al deed uitkomen, besloten wij tot de inschakeling van een filter, omdat wij zooveel mogelijk batterijwater moesten zien kwijt te raken. Bedenkt men echter, dat b.v. een Butters-filter altijd nog een koek met 30 pCt. water levert, dan is het duidelijk, dat het inlasschen van een filterinstallatie de moeilij-

heid wel vermindert, maar niet ontgaat. Het was dus zaak na te gaan of er niet een meer afdoend middel op kon worden gevonden.

Prof. VERMAES kwam nu op het idee het erts niet nat, en ook niet droog, maar vochtig te malen. Droogmalen gaat dáárom niet, omdat men moet trachten zoo min mogelijk zout te verbruiken; en dit wordt, zooals ik reeds zeide, bereikt door het zout in waterige oplossing aan het erts toe te voegen. Droogmalen brengt trouwens een onaangenaam stuiven teweeg. Wanneer het echter mogelijk was het erts vochtig te malen, dan zou dit een groote uitkomst zijn.

Er volgde dus een reeks proefnemingen, die moest uitmaken of, en zoo ja, op welke wijze, aan deze nieuwe gedachte een praktische vorm kon worden gegeven. Ik leg hier den nadruk op den praktischen vorm, omdat het vanzelf spreekt, dat een vochtig 200-zeef mengsel dezelfde resultaten geeft als een nat. Daar het echter praktisch niet mogelijk is om langs directen weg een vochtig 200-zeef product te maken, zoo moest worden nagegaan of een vochtig „grof” product soms evengoed in den oven kon worden behandeld; een vochtig grof product toch laat zich gemakkelijker langs directen weg tot stand brengen. Dit nu is gebleken het geval te zijn. De chloreering van het zilver kan met een 20-zeef product evengoed worden bereikt als met een, dat de 200-zeef is gepasseerd.

Voordat ik nu ga wijzen op de veranderingen, die het verwerkings-schema door dezen vondst onderging, eerst een enkel woord over de proefnemingen zelve.

De proeven werden gedaan in een laboratorium-Chileenschen molen. Daar dit toestel werd gevuld met een grootere hoeveelheid ertsmengsel, dan die, waarvoor hij bestemd was, had er meer een menging dan een maling in plaats. Voor ons doel was dit echter geen nadeel, want daardoor bleef het ertsmengsel tijdens de menging op ongeveer dezelfde korrelgrootte, en wist men dus, dat de zeefgrootte, waarmee het den molen verliet, ongeveer dezelfde was als die waarmee het er in was gedaan. Het erts, dat de 20-zeef gepasseerd was, werd met hout en zoutoplossing gedurende een half uur in dit toestelletje gemengd, en daarna op de gewone wijze verhit. De hoeveelheid zoutoplossing, die aan het mengsel werd toegevoegd, werd zóó geregeld, dat het vochtige mengsel ongeveer 15 pCt. water bevatte.

Op deze wijze kon men onderzoeken, of het vochtgehalte, waarmee in de practijk onvermijdelijk zal moeten worden gerekend, voldoende is voor een goede verspreiding van de geringe zouthoeveelheid door het ertsmengsel. Wat de toepassing in de practijk betreft, werd er dus aangestuurd op een directe vermaling van het natte mijnerts. Dit zal wel geen 15 pCt. water bevatten, maar zooals wij nog nader zullen zien, komt er in de installatie nog vocht bij. Na de verhitting werd het erts in cyaankaliumloog gemalen, en in een laboratorium-Pachuca-tank verder geloogd.

Zooals ik reeds zeide, beantwoordden de resultaten aan den gekoesterden wensch; het zilver-, zoowel als het goudrendement bleek na een verhitting van vochtig, grof materiaal even hoog te zijn als na een verhitting van ertsslib met 30 pCt. water.

Hiermede was nu een middel gevonden, waarmee het zoeven geschetste nadeel — het verhitten van een waterrijk filterproduct — uit den weg kon worden geruimd. Men heeft het erts, zooals het uit de mijn komt, niet verder dan tot op een 20-zeef product te verkleinen, en men kan dit product, vermengd met hout, direct in den oven brengen. Als het meest geschikt voor de vermaling van vochtig mijnerts komt de Chileensche molen in aanmerking. Het verwerkings-schema wordt dus als volgt: Steenbreker — Vochtig malen met zout in Chileenschen molen — Mengden met hout — Verhitten. De installatie wordt nu ook veel eenvoudiger, want de filterinstallatie vóór den oven valt weg.

Er zijn pogingen aangewend, om ook de mengmachine te doen vervallen. Het is denkbaar, dat het erts te zamen met het voor de reactie noodige hout in den Chileenschen molen kan worden vermalen; altijd, wanneer het aan deze machine toegevoegde hout reeds vooraf tot op een bepaalde grootte is verkleind. Men zou op deze wijze geen fijn houtslijpsel verkrijgen, maar toch een houtvezel, die innig met het erts is vermengd. Men kan de boomstammen, zooals ze uit het bosch komen, aan schijven zagen, deze schijven tot cubi verbrijzelen, en deze blokjes, te zamen met het zaagsel, aan het erts in den Chileenschen molen toevoegen. Het verwerkings-schema, in zijn eenvoudigen vorm, zou dan worden: Steenbreker — Chileensche molen — Oven.

Beschouwen we nu de cyanide-installatie eens wat nader, en gaan we daarbij in de eerste plaats eens even na, waar al het keukenzout blijft, dat met elke nieuwe ertscharge in de cyaankaliumloog wordt gestort.

Elke ton gebrand erts brengt $12\frac{1}{2}$ K.G. keukenzout mede. Daar de „water”-hoeveelheid van de cyaankalium-cyclus uit den aard der zaak constant blijft, zal de hoeveelheid keukenzout in deze cyclus, met elke nieuwe ertscharge, die erin komt, grooter worden; — wanneer er althans nergens zoutverliezen optreden. De vraag doet zich nu voor: Wordt deze cyclus met zout verzadigd?

De eenige plaats, waar zoutverliezen mogelijk zijn, is de filterinstallatie. In het filter ontstaan zoutverliezen door diffusie, gebrekkige uitwassching tengevolge van scheurtjesvorming tijdens het droogstaan van het filtervat, enz. De zoeven gestelde vraag zal dus als volgt moeten worden geformuleerd: Zijn de filterverliezen aan *NaCl* zóó groot, dat ze een verzadiging van de *KCN*-loog met keukenzout kunnen verhinderen?

Het is duidelijk, of beter gezegd het is een feit, dat voldoende voor zich zelf spreekt, om het hier zonder bewijs te kunnen aannemen, dat de filterverliezen grooter worden naarmate de loog een grooter gehalte aan *NaCl* bevat. Zal dus, en dit is weer dezelfde vraag, dit filterverlies bij stijgende *NaCl*-concentratie der *KCN*-loog ten slotte zóó groot worden, dat het de hoeveelheid zout, die het systeem binnenkomt, evenaart? Zoo ja, bij welke *NaCl*-concentratie van de loog zal dit evenwicht dan bereikt zijn?

Wanneer men de filterverliezen in mathematischen vorm brengt, en wanneer men uitgaat van bepaalde beginselen, volgens welke het bedrijf zal worden geleid, dan is dit vraagstuk wiskundig op te lossen. Doet men dit, dan zal men vinden, dat bij een „practische” uitwasschings-coëfficiënt van 90 pCt. b.v., bij een watergehalte der filterkoek van $33\frac{1}{3}$ pCt. en bij een verhitting van het erts met $1\frac{1}{4}$ pCt. keukenzout, het evenwicht zal intreden wanneer het zoutgehalte der *KCN*-loog 20 pCt. is geworden. Nu zal men waarschijnlijk ter wille van een zoo volledig mogelijke uitwassching der edele metalen, en ter wille van zoo gering mogelijke *NaCl*- en *KCN*-verliezen, naast den oplossingscyclus, een aparten waschcyclus in stand houden. Daar

deze waschcyclus ook zouthoudend wordt, zal de uitwasschingscoëfficiënt hooger worden dan 90 pCt. Stel eens, dat deze 95 pCt. wordt, dan treedt, zooals men weer kan berekenen, het bedoelde evenwicht in bij een zoutgehalte van $33\frac{1}{3}$ pCt.

Men ziet dus, men loopt gevaar, dat de cyaankaliumloog verzaadigd wordt met keukenzout — in ieder geval zal er een zoutconcentratie ontstaan, die veel te hoog wordt om er in de practijk mee te kunnen werken. Op stilstaande en langzaam stroomende plaatsen zou het zout gaan uitkristalliseeren, en last gaan veroorzaken. Dit moet worden vermeden, en de wijze waarop dit kan worden bereikt is die, dat men dagelijks een gedeelte van den oplossingscyclus aftapt.

Wanneer men, om alle lasten te vermijden, b.v. aanneemt, dat een zoutgehalte van meer dan 15 pCt. niet geoorloofd is, dan is het ook weer mogelijk om te berekenen, hoeveel loog dagelijks moet worden afgetapt. De hoeveelheid zout, in deze af te tappen loog, moet gelijk zijn aan het verschil tusschen de hoeveelheid, die dagelijks met de tailings verloren gaat. Berekent men dus deze laatste, dan is het vraagstuk opgelost; want het zoutgehalte van de loog is bekend, en het aantal kub. meters, dat moet worden afgetapt is dus gemakkelijk te vinden.

Het ligt buiten mijn bestek om hier een dergelijke berekening te gaan uitvoeren; ik kan u echter een resultaat mededeelen. Wanneer men aanneemt, dat het zoutgehalte van den oplossingscyclus niet hooger mag komen dan 15 pCt., dat het watergehalte van den filterkoek, op het gebrande erts berekend, $33\frac{1}{3}$ pCt. is, dat de uitwasschingscoëfficiënt 95 pCt. bedraagt, dat per ton erts in de malerij en in de loogery slechts 2 ton water wordt gebruikt, en tenslotte, dat het erts voor de branding $12\frac{1}{2}$ K.G. keukenzout per ton noodig heeft, — wanneer men dit alles aanneemt — dan zal per ton gebrand erts 1 K.G. *NaCl* met de tailings verloren gaan. Men zal dus per ton erts $11\frac{1}{2}$ K.G. *NaCl* kunnen terugwinnen. Het loogkwantum, dat voor dit doel moet worden afgetapt, bedraagt per 100 ton erts ruim 12 ton, d. i. bijna 11 M³.

Bij deze berekening zijn eenige benaderingen ingevoerd; deze benaderingen hebben de uitkomst echter in ongunstigen zin beïnvloed.

Men kan de loogomstandigheden zoo wijzigen, dat de hoeveelheid

af te tappen loog minder wordt dan 11 M³. per 100 ton erts. Dit gebeurt, wanneer men per ton erts meer water gebruikt, of wanneer men voor de oplossingsloog een hooger maximum *NaCl*-gehalte dan 15 pCt. toestaat, b.v. 20 pCt. Met het oog op de kosten van het indampen is dit zelfs gewenscht. De hoeveelheid keukenzout, die met de tailings verloren gaat, wordt in dit geval echter grooter. Men zal op dit punt dus tot een compromis moeten geraken. In de volgende tabel vindt men vier uitgewerkte gevallen naast elkander staan, ter vergelijking:

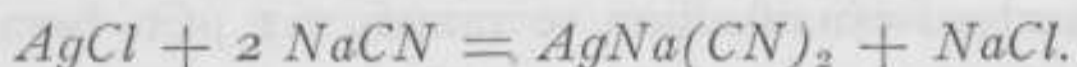
Bedrijfsomstandigheden.	Notatie.	I.	II.	III.	IV.
Hoeveelheid water per ton <i>erts</i> in den filterkoek	<i>w</i> ton	0.5	0.5	0.5	0.5
Maximum zoutgehalte van de oplossingsloog	<i>q</i> pCt.	15	15	20	15
Minimum " " " "	<i>p</i> pCt.	9.5	14.7	19.7	14.7
Uitwasschingscoëfficiënt (1)	<i>u</i> pCt.	95	95	95	90
Hoeveelheid zout per ton erts, noodig voor de verhitting	<i>z</i> ton	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125
Hoeveelheid water per ton erts noodig in de malerij, enz.	<i>a</i> ton	2	3	3	3
Zoutgehalte van de waschloog	<i>r</i> pCt.	3	4.5	8.3	7.9
<i>NaCl</i> -verlies per ton erts in de tailings.	<i>x</i> ton	0.0010	0.0014	0.0026	0.0052
Terug te winnen <i>NaCl</i> per ton erts door middel van loogaftapping	<i>l</i> K ^o .	11.5	11.1	9.9	7.3
Af te tappen hoeveelheid loog per 100 ton erts	<i>m</i> ton	12.1	7.6	5	5
Af te tappen hoeveelheid water per 100 ton erts	<i>n</i> ton	11	6.5	4	4.3

$$(1) u = \frac{\text{zout uit den koek gewonnen door verdringing}}{\text{zout aanwezig in den koek voor de verdringing}}, \text{ in pCt. uitgedrukt.}$$

Ik heb wat uitvoerig stilgestaan bij dit zoutvraagstuk, omdat het van voldoende belang is, en omdat ik op die wijze alléén kon duidelijk maken, dat het voor de verhitting noodige zout niet als verloren is te beschouwen. Men is in staat verreweg het grootste gedeelte ervan terug te winnen. Het komt mij voor, dat we aan den veiligen kant blijven, wanneer we voor ons toekomstig bedrijf het zoutverlies op 2 K.G. per ton, en de hoeveelheid in te dampen loog op 6 M³.

per 100 ton erts stellen. Ik kan hier, met het oog op de practijk nog aan toevoegen, dat het tailingverlies aan zout evenredig is met de hoeveelheid water per ton erts in de filterkoek.

Het voor de chloreering van het zilver verbruikte zout is niet verloren, maar komt tengevolge van de cyaannatriumlooging als $NaCl$ in de loog terecht; aldus:



De afgetapte loog kan, zooals voor de hand ligt, zoover mogelijk worden ingedampt met behulp van de verloren ovenwarmte; het residu kan daarna worden toegevoegd aan het erts in den Chileenschen molen. Wanneer men aanneemt, dat het mijnerts een watergehalte heeft van ruim 10 pCt., dan zal op deze wijze het watergehalte van het te branden ertsmengsel de 15 pCt. niet te boven gaan.

Nu een woord over de eigenlijke cyaankaliumlooging. Het chloorzilver lost heel vlug in cyaankalium op, vlugger dan het goud, en daarom wordt de loogduur bepaald door het gele metaal. Cyaanvretende elementen, die een slechten invloed hebben op het oplossend vermogen der KCN -loog, zooals koper, ijzer en zwavel, komen in het erts nagenoeg niet voor en men mag dus verwachten, dat de edelmetalextractie in de practijk die in het laboratorium zal evenaren; ook zonder dat het noodig zal zijn voor een buitensporige hoeveelheid vrij- KCN in de oplossingen zorg te dragen. In het laboratorium werd gewerkt met een 0.1 pCt. KCN -oplossing, het is echter heel goed mogelijk, dat 0.075 pCt. evengoed zou voldoen. De verhouding van erts tot loog was als 1 : 2. Waarschijnlijk zal dus in het bedrijf de sterkte der oplossingen, in het bijzonder die der waschloog, méér worden beheerscht door bij-omstandigheden, als het precipiteerbedrijf, dan wel door de hoeveelheid edelmetaal, die moet worden opgelost.

Ik onthoud er mij van, op grond van laboratoriumresultaten, bepaalde schattingen te geven van het in de practijk te verwachten KCN - en kalkverbruik. De ervaring heeft mij geleerd, dat zulke schattingen weinig waarde hebben. Ik verwacht, dat het cyaankaliumverbruik niet hoog zal wezen, omdat er geen zwavelmineralen in het

erts voorkomen, en omdat de sterkte der bedrijfsoplossingen gering zal zijn. Men dient er aan den anderen kant echter mee rekening te houden, dat gereduceerde bruinsteen, zooals ik door proeven kon aantoonen, cyaankaliumverliezen veroorzaakt.

De dagelijksche loogaftapping brengt ook verliezen met zich mede. Wanneer men aanneemt, dat het af te tappen loogwater, aan vrij- en aan regenererebaar-cyaankalium te zamen, 0.1 pCt. bevat, wat toch niet te weinig is, dan gaan er op deze wijze per 100 ton erts tweemaal 6 K.G. KCN, d. i. 12 K.G. cyaankalium verloren, of 0.12 K.G. per ton.

Blijft dus het KCN-verbruik naar alle waarschijnlijkheid binnen grenzen, die men voor een zilvererts normaal mag noemen, van het kalkverbruik durf ik dit niet te zeggen. Men krijgt in het laboratorium den indruk, dat de organische stoffen, die zich in oplossing bevinden, kalkverliezen veroorzaken. Dit punt is echter in geenen deele onderzocht, zoodat ik me er niet verder over durf uit te laten. Op kalkverliezen, die kunnen ontstaan door de vorming van zoogen. „Weldon-slib”, wees ik reeds elders. (*De Ingenieur* van 5 Januari 1918, No. 1. Noot op bladz. 6).

En zoo rest me dan nu, als laatste gedeelte van mijn onderwerp: het ovenbedrijf.

Het is niet zoo eenvoudig geweest, om tot een oven te geraken, die voldeed aan alle eischen, hem door het procédé-VERMAES gesteld.

Het moest een oven zijn, waarin het te behandelen materiaal geen hogere gemiddelde temperatuur dan 300 à 340° C. kreeg, en waarin het ertsmengsel zooveel mogelijk beschut was tegen zuurstof bevattende ovengassen. Verder moest het erts in den vorm van koeken worden verhit en liefst in den vorm van aangedrukte koeken. Het aandrukken der koeken heeft tengevolge, dat de totale ruimte tusschen de ertskorrels kleiner wordt. Dit brengt het voordeel van een grootere dichtheid van het houtgas met zich mede. Roteerende cilindervens, die voor een deel met het ertsmengsel zijn gevuld, komen dus niet in aanmerking, want hierin zou het houtgas zich over een veel te groote ruimte moeten verspreiden, tenzij men zijn toevlucht nam tot een ongewenschte vermeerdering der houthoeveelheid.

De koeken mochten ook niet te dik zijn, want dan zou het veel te

lang duren vóórdat ze op temperatuur waren, en dit zou de economie van het ovenbedrijf schaden.

Toen men al deze verhittingscondities ging toetsen aan bestaande oven-systemen, bleek het, dat er geen enkele oven te vinden was, die aan de gestelde voorwaarden genoegzaam voldeed. Het bleek, dat wilde men tegemoet komen aan alle eigenaardige eischen der nieuwe werkwijze, men een specialen oven voor dit doel moest ontwerpen. En dit is gebeurd.

Na veel heen en weer zoeken is prof. VERMAES er ten slotte in geslaagd een continu-werkend oventype te bedenken, dat aan de gestelde voorwaarden voldoet. Hij heeft zijn denkbeelden in een schets-ontwerp vastgelegd, en aan de hand van deze schets en met behulp van verdere noodzakelijke gegevens, heeft een bekende firma op het gebied van ovenbouw een definitief project gemaakt.

Ik zou heel graag in nadere bijzonderheden treden over de wijze, waarop deze firma de constructieve moeilijkheden heeft opgelost, maar ik mag dit niet doen; ik moet me voorloopig van verdere mededeelingen hierover onthouden. Het zij voldoende, wanneer ik u zeg, dat een in alle opzichten bevredigende oplossing is gevonden.

Men gaat liever niet over tot de invoering van een nieuwe werkwijze als bedrijf, vóórdat men er dubbel en dwars van overtuigd is, dat dit bedrijf ook werkelijk zal voldoen aan de door de laboratorium-resultaten gewekte verwachtingen. Om hieromtrent meer zekerheid te verkrijgen, kan men aan de definitieve invoering van het procédé als bedrijf, het onderzoek er van in een kleine proefinstallatie laten voorafgaan. Ik bedoel hier geen proefinstallatie, die volkomen juiste gegevens moet verschaffen omtrent de voor- en nadeelen van de toepassing van een nieuw procédé als grootbedrijf, en die meer dient om na te gaan of men werkelijk gerechtigd is om ter wille van de nieuwe met een oude metallurgische werkwijze te breken. Als voorbeeld van zulk een proefinstallatie noem ik de 1000-tons „flotation”-plant te Inspiration.

Ik bedoel een laboratorium-proefinstallatie, waarin de bedrijfs-omstandigheden zoo getrouw mogelijk worden nagebootst.

Zulk een laboratoriumonderzoek op grootere schaal hebben we met het procédé-VERMAES uitgevoerd. We hebben een oven gebouwd,

waarin precies dezelfde verhittingscondities heerschen als in die, welke we van plan zijn in de practijk te gaan gebruiken.

Tot besluit wil ik u een resultaat mededeelen, dat ik verkreeg met een voorbehandeling van het erts in dezen oven.

Het erts, een 150-zeef product, was gemengd met $3\frac{1}{2}$ pCt. mais en $1\frac{1}{2}$ pCt. zout. Van dit mengsel werden 25 K.G. met water aange-maakt tot een vochtige massa. Deze massa, die 18.8 pCt. vocht be-vatte, werd in den oven tot een 7 c.M. dikken koek samengedrukt, en daarna zóólang verhit, tot dat de thermometer, die in dezen koek stond, na het bereiken van een maximum, weer begon te dalen. De oventemperatuur werd gedurende de proefneming constant gehou-den. De maximum-gemiddelde temperatuur van het ertsmengsel be-droeg 290° C., wel een bewijs, dat voor het doen verlopen der reactie een oventemperatuur van meer dan 300° C. niet noodig is. Ik krijg uit de proeven den indruk, dat de voor de reactie noodige oventem-peratuur beneden 270° C. ligt. Na deze voorbehandeling werd het ertsmengsel gedurende 2 uren in een kleine laboratorium-pebble-mill met een 0.125 pCt. KCN-oplossing gemalen (1:2), en daarna gedu-rende 23 uur in een laboratorium-Pachuca-tank geagiteerd (1:3). Het zilverrendement bedroeg 91.2 pCt.!

Dit resultaat doet zien, dat, wanneer men in het laboratorium de voorbehandeling zooveel als mogelijk in overeenstemming brengt met die in het toekomstig bedrijf, het zilverrendement niet achteruitgaat, maar er even hoog om blijft.

Ik ben hier aan het einde van mijn voordracht gekomen.

Ik heb getracht u in beknopten vorm een zoo volledig mogelijk beeld te geven van een der laatste vorderingen op het gebied der zilvermetallurgie.

Deze voordracht was tevens een reclame. Niet voor een persoon en ook niet voor een zaak, maar voor een gebeurtenis. Zij was een reclame voor het feit, dat Nederland heeft bewezen, ook op metallurgisch gebied oorspronkelijk werk te kunnen leveren.

IJZERERTSEN OP CUBA.

Gedeelte uit een rapport over een studiereis gemaakt in opdracht van het Ministerie van Koloniën door den Candidaat-

Mijnningenieur voor den Indischen Dienst

IR. A. J. R. CORNELISSEN m. i.

OVER HET ONTSTAAN EN HET VOORKOMEN DER IJZERERTSEN VAN MAYARI.

De ijzerertsen van Mayari vormen een van de drie op Cuba bekende vindplaatsen van gelijksoortige ertsen, n.l. het meest oostelijk gelegen Moadistrict met een geraamde ertshoeveelheid van 770.000.000 ton (en nog 215.000.000 ton in het Rodrigodistrict), het Mayaridistrict met 605.000.000 ton, en het Cubitas- of San Filipedistrict met ongeveer 150.000.000 ton. Van de drie vindplaatsen is tot nu toe alleen het Mayariveld in ontginning. Er worden verschillende qualiteiten erts gewonnen, waarvan onderstaande tabel, die ontleend is aan aantekeningen van den assistent-generaal-manager der Bethlehemsteel-Co te Felton, S. B. PATTERSON, een overzicht geeft.

Soort	% jaar productie	Vocht hydr. hygr.	Gloeiverlies	Fe	SiO ₂	S	P	Mn	Ni & Co	Cr	Al ₂ O ₃	MgO
Gewoon	90,50	25,1	10,52	35,95	2,26	0,14	0,008	0,57	0,63	1,52	8,80	—
Nikkel I	4,65	33,2	9,31	32,49	2,05	0,13	0,008	0,45	0,71	1,44	6,52	—
Nikkel	2,35	32,8	9,36	33,13	1,87	0,13	0,008	0,42	0,87	1,49	5,50	—
Hoog speciaal nikkel	2,50	37,5	7,88	30,13	3,88	0,16	0,007	0,24	1,04	1,46	4,13	0,43

De ertsen zijn soms verhard tot Plancha of Guyaba, zooals de Spaansche naam is voor de hardertsstrooken; Guyaba is het gekorrelde harde erts.

Hoeveelh.
in tonnen

Plancha	700000	5,04	12,34	46,91	2,47	0,17	0,029	0,14	0,16	1,71	13,48	sp
Guyaba	220000	4,82	12,73	45,30	4,95	0,07	0,019	0,25	0,32	2,27	11,33	sp

Onvolledige analyses van jaargemiddelden geven onderstaande cijfers:

	water	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Ni & Co
1911	25,9	49,3	2,98	11,35	1,01
1912	26,4	48,3	2,91	11,61	0,96
1913	24,9	48,1	3,35	11,58	0,90

Niet opgegeven waren chroom en gebonden water. De algemeene geologie van het omliggende terrein is niet zeer goed bepaald. Langs de kust en op de lagere heuvels, die eruit oprijzen, bestaat de opper-



Fig. 1. Schetskaart van het oostelijk deel van Cuba met aanduiding van de ijzerdistricten.

(Overgenomen uit Characteristics and Origin of the Brown Iron-Ores of Camaguey and Moa, Cuba. By WILLARD L. CUMINGS and BENJAMIN L. MILLER, South Bethlehem, Pa. in *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*).

vlakke uit een mergelige klei met brokken kalksteen er in gemengd. Dezelfde formatie schijnt zich nog mijlen landinwaarts uit te strekken als dunne, vlakke laagjes kalksteen in dikkere lagen klei of mergel. The Mayari Iron-Ore Deposits, Cuba J. F. KEMP. Tr. Am. I. M. E. 1915. Op twaalf mijlen afstands van de kust is de kalksteen dikker; ze ligt in vlakke banken en wordt gewonnen. Door KEMP

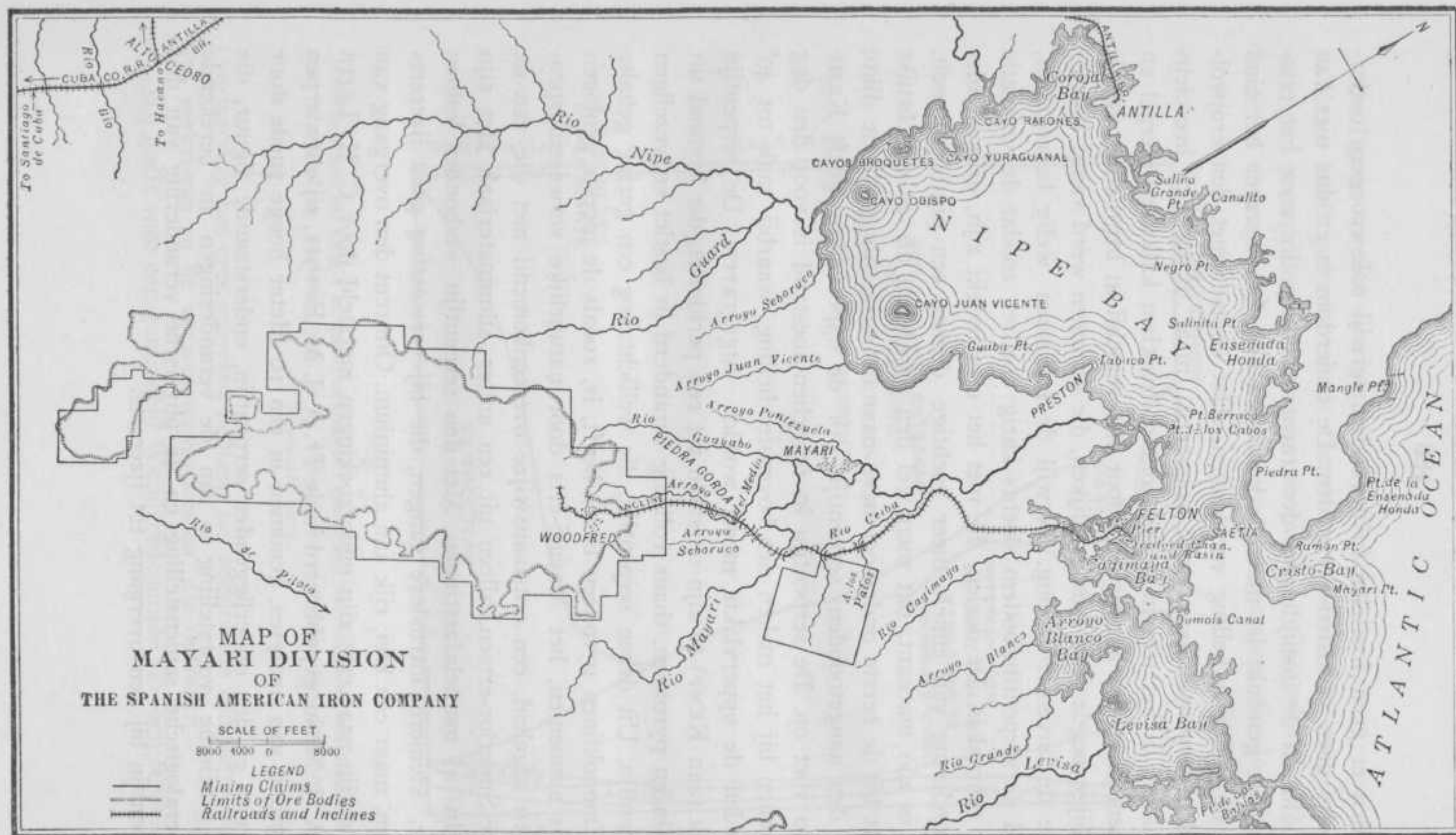


Fig. 2. Mayari-Afdeeling van de Spanish-American Iron Co. Ertlichamen en concessies.

(Overgenomen uit The Mayari Iron-Mines, Oriente Province, Island of Cuba, as Developed by the Spanish-American Iron Co. By JAMES E. LITTLE, Steelton, Pa. in de Transactions of the American Institute of Mining Engineers 1911).

werden er geen fossielen in gevonden, terwijl ook vroegere onderzoekers geen vondsten vermelden. De ouderdom is er dus niet van bepaald. In de insnijdingen, der transporthelling, die voor het erts-transport gemaakt is, moet de kalksteen nog tot ongeveer het eind van de onderste helling voorkomen. Het contact met den eropvolgenden serpentijn was sterk verweerd, maar droeg een breccieus karakter. In het terrein is het contact tusschen kalksteen-mergel en serpentijn scherp aangegeven door het verschil in begroeiing, zooals uit bijgevoegde foto 1 moge blijken, die genomen werd vanaf halverwege de bovenste helling. Terwijl de kalksteen welig begroeid is, bood de serpentijn-bodem slechts karig voedsel, zoodat de vegetatie hier schraal is. De deelen, die met het erts bedekt zijn, dragen, met uitzondering van enkele meer vochtige deelen, een pijnboombosch. Dit is zóó markant, dat men wel den pijnboom als gids gebruikt heeft bij de eerste onderzoekingen naar het erts. Als verticale dikte van den aangetoonden serpentijn aan de oppervlakte geeft KEMP 1.200 voet op. De serpentijn in frisschen toestand is voor den dag gekomen bij het maken der bovenste helling waarbij vaak tot 40' beneden de oppervlakte moest worden uitgegraven. De serpentijn bleek (aan KEMP) te zijn ontstaan uit een peridotiet, die bestond uit olivijn en pyroxeen, thans volledig veranderd in bastiet en vezeligen serpentijn. Uit dezen serpentijn, die wellicht nog een gering gehalte aan monoklinen pyroxeen bevat heeft, is, zooals de meeste geologen thans aannemen, het Mayari-erts door natuurlijke verweeringsprocessen afgeleid, een ontstaanswijze overeenkomend met die van de Lake-Superior-ertsen, alleen uit een ander stammateriaal. Het zijn residu- of mantelafzettingen. Met den serpentijn verbonden komen voor, kleinere intrusieve gangen, die bij verweering geen ijzererts geven, maar een klei, rijk aan aluminium. Omtrent den overgang van serpentijn naar erts zijn onderzoekingen ingesteld door C. K. LEITH en W. J. MEAD, gepubliceerd in de Tr. A. I. M. E. 1911, zij ontwierpen op grond van analyses, genomen in een 10 Meter hooge snede door het erts en den onderliggenden serpentijn, onderstaande figuur, die een grafische voorstelling is van de veranderingen in berekende mineralogische samenstelling en de physische verandering van den serpentijn bij den overgang tot ijzererts.

De figuur spreekt overigens voor zich zelf.

KEMP heeft getracht uit de chemische samenstelling van den serpentijn, gecontroleerd door microscopische onderzoeking, zich een beeld te vormen van de constitueerende mineralen, die door hunne

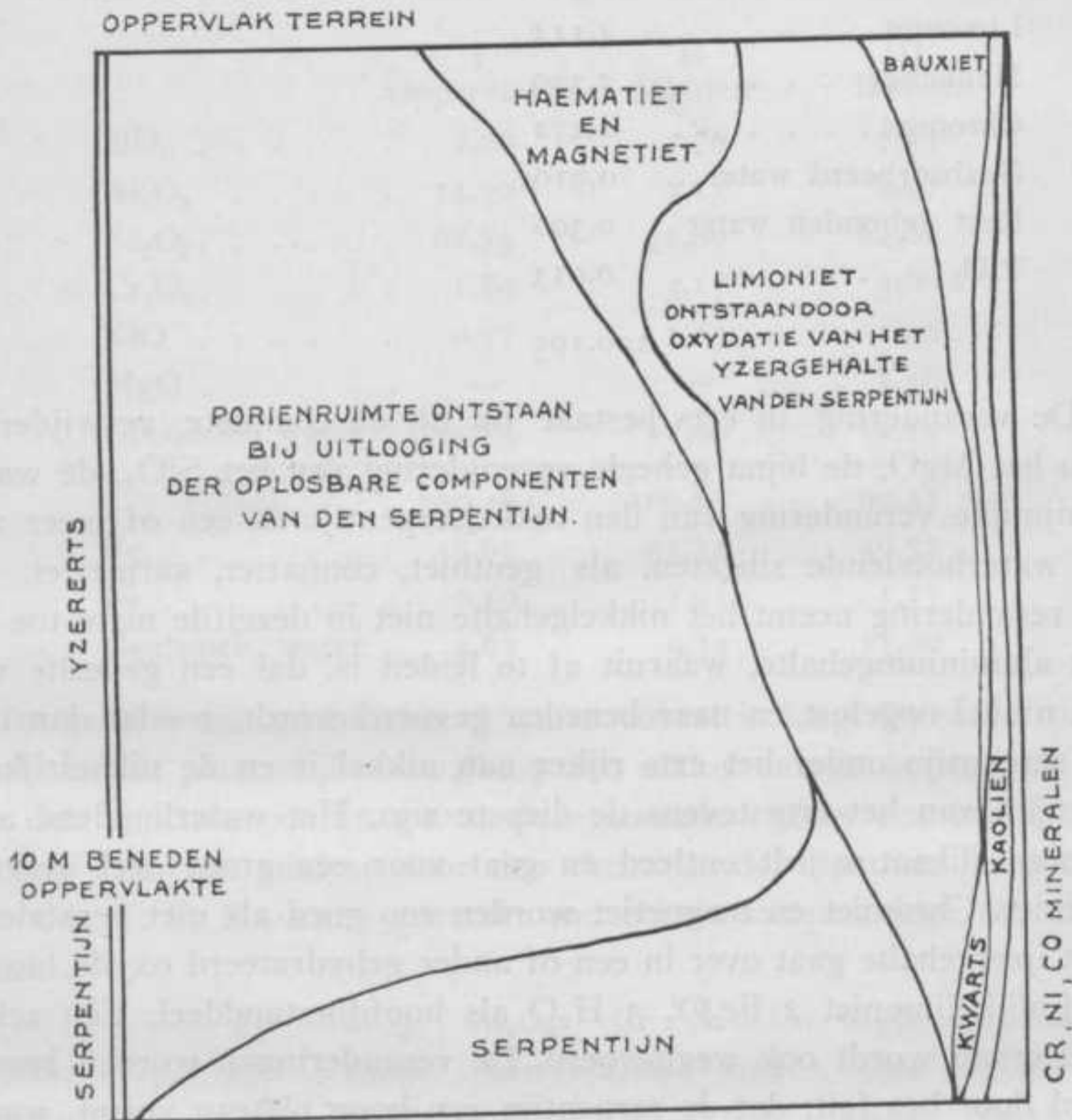


Fig. 3.

(Overgenomen uit Origin of the Iron-Ores of Central and Northeastern Cuba. By C. K. LEITH and W. J. MEAD, Madison, Wis, in de *Transactions of the American Institute of Mining Engineers* 1911).

verweering het erts geleverd hebben, om zodoende een beter inzicht te verkrijgen in de verweeringsprocessen, die optreden.

Hij geeft voor een gemiddeld Woodfred-sample van den serpentijn:

Magnesiumserpentin	79,33	} Totaal serpentin	85,986
Ijzserpentin	6,174		
Nikkelserpentin	0,482		
Kaoliniet ¹⁾	1,548		
Bauxiet	2,346		
Limoniet	4,114		
Magnetiet	2,320		
Chromiet	2,472		
Geabsorbeerd water	0,910		
Rest gebonden water	0,396		
P ₂ O ₅	0,013		
	100,105		

De verandering in erts bestaat nu uit de complete verwijdering van het MgO, de bijna geheele verwijdering van het SiO₂, de waarschijnlijke verandering van den nikkelserpentin in een of meer van de waterhoudende silicaten, als genthiet, connarriet, garnieriet. Bij de verandering neemt het nikkelgehalte niet in dezelfde mate toe als het aluminiumgehalte, waaruit af te leiden is, dat een gedeelte van het nikkel opgelost en naar beneden gevoerd wordt, zoodat dan ook de serpentin onder het erts rijker aan nikkel is en de nikkelrijkere partijen van het erts tevens de diepste zijn. Het waterhoudend aluminiumsilicaat wordt ontleed en gaat voor een groot deel over in bauxiet. Chromiet en magnetiet worden zoo goed als niet veranderd. Het ijzergehalte gaat over in een of ander gehydrateerd oxyde, waarschijnlijk limoniet $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ als hoofdbestanddeel. Een zeker deel ervan wordt ook weggevoerd. De veranderingen worden bevorderd door het feit, dat de serpentin een hoog plateau vormt, waardoor de circulatie van het percolatiewater gemakkelijk en een gestadige afvoer daarvan mogelijk is, doordat de serpentin veel scheurtjes heeft en verbrokken is.

De ertslaag bestaat uit drie goed te onderscheiden deelen, die zich in kleur en in chemische analyse van elkaar onderscheiden. De bovenste laag is donker roodbruin, de middelste geelbruin en de onder-

¹⁾ Bedoeld is waterhoudend aluminiumsilicaat met de samenstelling van kaoliniet.

ste lichtgeelbruin. De middelste is meestal de dikste. Zoo vermeldt KEMP als dikte resp. 5—6', 6—12' en 4—6'. De analyses zijn ontleend aan KEMPS publicatie. Ze zijn blijkbaar gemaakt over een betrekkelijk nikkelrijk gedeelte, zooals uit een vergelijking met de geproduceerde ertskwaliteiten moge blijken:

	I Oppervlakte	II Midden	III Bodem
SiO ₂	2,26	2,70	7,54
Al ₂ O ₃	14,90	7,13	4,97
Fe ₂ O ₃	68,75	71,89	64,81
Cr ₂ O ₃	1,89	3,17	3,66
NiO	0,77	1,29	1,49
MgO	—	—	1,50
Gebonden water .	11,15	12,90	12,75
Totaal	100,46	100,68	99,47
Fe	48,65	51,32	46,52
Ni	0,59	1,01	1,17
Geabsorb. water .	4,62	9,72	27,00

Het gehalte aan geabsorbeerd water vooral is laag. Over de soms voorkomende plaatselijke verrijking aan nikkel van de bodemlaag en van den bodemserpentijn geven onderstaande cijfers een beeld, afkomstig van eene analyse door den chemicus der Spanish American Iron Co., T. C. KRAEMER gemaakt van enkele samples door mij verzameld.

	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr	Ni & Co	MgO	Geb. water
Erts.	39,8	13,06	3,60	2,11	2,54	5,94	13,50
Serpentijn .	10,4	35,88	0,82	0,46	1,89	29,81	14,35

Deze analyses werden gemaakt van samples gedroogd op 110° C. De bodemlaag is weer wat hooger in SiO₂ gehalte, wat veroorzaakt wordt doordat er hier nog brokstukken serpentijn in het erts gemengd zijn. Het hoogere ijzergehalte der middelste laag, kan worden verklaard, doordat er ijzer uit de bovenste deelen opgelost wordt en zich hier weer afzet. Vermoedelijk gaat ook een deel van het ijzer bij de verweering verloren, doordat het in oplossing weggevoerd

wordt. Het toenemende chroomgehalte naar beneden toe is vreemd, aangezien chromiet een zeer resistent mineraal is. Het moet dus òf meer oplosbaar zijn, dan eerst aangenomen werd, òf misschien door hooger soortelijk gewicht langzamerhand in het desintegreerende materiaal naar beneden zakken, zooals door KEMP geopperd wordt.

Door Dr. CHARLES P. BERKEY werd voor de Spanish American Iron Co. een microscopisch onderzoek gedaan naar de in de ertsen voorkomende mineralen. Hij bevond het erts te bestaan in hoofdzaak uit een zeer innig mengsel van ijzerhydraten, vermoedelijk limoniet, en eenig aluminiumhydraat, aangenomen als bauxiet; met weinig herkenbaren chromiet en kleine stukjes, bestaande uit kwarts, hoornblende, epidoot en mogelijk veldspaat.

KEMP geeft de volgende omwerking der chemische analyses tot mineralogische samenstelling, waarbij de becijfering van de top laag werden uitgevoerd op 3 verschillende wijzen, namelijk eerst: aannemende, dat er haematiet aanwezig is; vervolgens, dat er alleen limoniet en turgiet aanwezig zijn, wat wellicht waarschijnlijker is, aangezien anders wel haematiet bij het microscopisch onderzoek zou zijn gevonden; terwijl de derde berekening gemaakt werd, aannemende, dat alleen goethiet en turgiet aanwezig waren.

	Bovenlaag			midden	bodem
	Ia	Ib	Ic		
limoniet . . .	39,66	21,32	—	59,09	69,96
haematiet . . .	31,68	—	—	—	—
turgiet . . .	—	50,02	30,76	—	—
goethiet . . .	—	—	40,58	18,87	—
magnetiet . . .	2,55	2,55	2,55	4,18	4,87
chromiet . . .	2,79	2,79	2,79	4,85	5,58
bauxiet ¹⁾ . . .	17,98	17,98	17,98	7,45	1,34
kaoliniet . . .	4,05	4,05	4,05	3,78	9,80
Ni-serpentijn . . .	1,30	1,30	1,30	2,69	4,70
Mg-serpentijn	—	—	—	—	3,45
Rest water . . .	—	—	—	—	0,04
	100,01	100,01	100,01	100,91	99,74

¹⁾ Berekend als $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Het hoofdverschil tusschen deze cijfers en de gegeven grafische voorstelling van LEITH en MEAD is, dat het gehalte aan magnetiet en haematiet bij KEMP lager is.

Zooals reeds gemeld, zijn gedeelten van het erts verhard. Dit harde erts treedt voornamelijk in de bovenste laag op in den vorm van kleinere korrels of soms groote brokken.

De gegevens over de ertsen op Poeloe Seboekoe, gepubliceerd in het „Report 1917 of the Royal Ontario Nickel Commission,” pag. 265—267 afkomstig van H. N. G. COBBE en den Franschen geoloog GASCUEL, komen met de gegeven beschrijving van de Cubaansche ertsen vrijwel overeen, met dit verschil, dat COBBE een nikkelgehalte opgeeft van 0.45 % als gemiddelde van de nikkelrijkste laag, aan den bodem, terwijl GASCUEL als gemiddeld gehalte opgeeft der bovenste laag, bepaald aan 15 monsters 1 %, terwijl COBBE aangeeft een ertsmonster gesmolten te hebben tot een ruwijzer met 1.2—1.26 % nikkel.

OVER DE WINNING DER ERTSEN EN HUN TRANSPORT.

Gelijk uit bijgevoegde schetskaart blijkt, zijn de ijzerertsen van Mayari gelegen ten Zuiden van de Nipe-baai, een goede natuurlijke haven. De ertsverscheepplaats is Felton, ongeveer 16 mijl verwijderd van Piedra Gorda, dat aan den voet gelegen is van het hogere plateau, waarop de ijzerertsen als mantelafzetting op den serpentijn liggen. Het min of meer onregelmatige, ertsvoerende plateau is ongeveer 15 mijl lang bij een maximale breedte van 5 mijl. De hoogte is 1700' boven den zeespiegel in het noordelijke deel en gemiddeld 2000' in het zuiden. Het erts wordt door middel van dragline-excavators geladen in de normaalsporige ertswagens, die het naar de nodulerinrichting brengen zonder overladen. De ertswagens hebben een ertsinhoud van 100.000 pond en zijn nader vermeld bij de verwerking van het erts te Felton. Door locomotieven worden de ertswagens gebracht naar den top van de hellingen waarlangs ze moeten worden neergelaten, om Piedra Gorda te bereiken, vanwaar een adhesiebaan met standaard locomotieftransport ze naar de ertsopslagplaats brengt te Felton. De hellingen bestaan uit een bovenste van 6500' lengte en met een helling varieerend van 6—25 % en een onderste van 1950' lengte met een helling van 25 %; beide zijn met elkaar verbonden door een vlak stuk ter lengte van een mijl met een helling van 2 % naar beneden ter benutting van de zwaartekracht waarover het vervoer weer met locomotief moet geschieden. De onderste helling eindigt in een rangeeremplacement, dat automatisch met benutting der zwaartekracht ingericht is, op 130' boven den zeespiegel. De top van de bovenste helling ligt op 1621' hoogte. De totale railsafstand hier-tusschen is 2.44 mijl.

Beide hellingen zijn dubbelsporig, met 14' afstand van as tot as. De leege karren worden door de volle opgetrokken. De hoofdkabels,

die 3" diameter hebben, zijn gewonden om de zware trommels van de machines, opgesteld aan den top van de hellingen. De beide uiteinden zijn zorgvuldig bevestigd aan de zoogenaamde Barney kar (zie foto 2), tegen welke sterk veerende bufferwagens komen te rusten. Aan den voet der hellingen eindigen de normaalsporige rails der wagens in een vlakkere houten brug, terwijl de Barney-wagen, die op smaller spoor loopt, onder de brug doorrijdt en zoo de wagens vrij geeft. De leege wagens worden door de locomotief op het horizontale stuk geschoven, waar de Barney onder verdwijnt, tot voorbij de plaats, waar het smalle spoor en het normaalspoor weer in één vlak liggen, zoodat de buffer van den bufferwagen tegen de wagens komt te rusten, wanneer de machine aan den top der helling de kabel optrekt. Om de kabel gespannen te houden is een tegenkabel aan de ondereinden der bufferwagens bevestigd, die om een tegenschijf loopt met een diameter van 15', gemonteerd op een wagen met een gewicht van 25 ton die bewegelijk is op een helling van 25 %. Verder trekt aan den tegenschijfwagen nog een kleinere wagen, die tegen de helling van het terzijde liggende dal oploopt, onder een helling weer van 25 % en die een gewicht heeft van 10 ton. De wissels bij het in- en uitrijden der hellingen, zijn door de combinatie van een wissel met veermechanisme, dat hem altijd in éénzelfden stand terugvoert en een automatische openrijwissel zóódanig ingericht, dat het oprijden der leege wagens en het afrijden der volle wagens geschiedt, zonder dat de wissel verzet behoeft te worden. Bijv. aan den voet der onderste helling bij Piedra Gorde. De openrijwissel is het dichtst bij de helling. De afkomende volle wagens rijden den wissel open, in den juisten stand voor het oprijden der leege wagens. De automatische wissel is zóó geplaatst, dat hij de afkomende wagens in het volle spoor geleidt, terwijl de door de locomotief ingeduwde wagens den wissel openrijden, die zich daarna weer automatisch sluit. Op deze wijze is met eenvoudige middelen een practisch en tijdbesparend op-en-af-rijdschema verkregen. De kabel op de helling wordt geleid over draagrollen van mangaanstaal in open tusschenblokken en op een afstand van elkaar van ongeveer 12—15'. Oorspronkelijk gebruikte men hiervoor rollen van hard hout, wat evenwel te veel reparatiekosten gaf, aangezien deze houten rollen zeer snel

uitsleten onder den zwaren last van den kabel. De kabel is gemaakt uit 6 strengen van 19 draden elk van ploegstaal, met een onafhankelijke kern, die ook bestaat uit 6 strengen van 19 draden, gewonden om een hennepkern. De breuksterkte is 377 ton. Hij is vervaardigd door JOHN A. ROEBLING'S SONS Co. Op den barney wagen of op de erts-wagens zijn geen bijzondere veiligheidsmechanismen aangebracht. Men heeft er de voorkeur aan gegeven den kabel sterk genoeg te nemen en een zorgvuldige kabelinspectie voor te schrijven. Zóó wordt de uitrekking van den kabel maandelijks bepaald en grafisch voorgesteld. Bij een nieuwen kabel blijkt de uitrekkingcurve eerst vrij steil op te loopen, waarna zij vlakker wordt, tot een bedrag, dat constant blijft over een lange periode. Wanneer de curve nog vlakker wordt, moet de kabel afgelegd worden. De vraag of deze handeling de noodige veiligheid geeft is tot nu toe door de praktijk bevestigend beantwoord.

De remhijschmachine bestaat, zooals gezegd, uit een stel trommels, bekleed met hard hout, van 20' diameter, waarover de kabel met drie halve windingen elk gewonden is. Om de ontwikkeling van den kabel tegen te gaan zijn de trommels onder een kleinen hoek met elkaar geplaatst $5/16''$ per 1'. Zij zijn beide door middel van een zware gearing verbonden met een gemeenschappelijke drijf-as van 58.5" diameter. De drijf-as is tevens de kruk-as voor de 30" bij 30" verticale stoommachines, die gebruikt worden om de versnelling te geven aan de bewegende lichamen en tevens om de wagens te helpen over enkele deelen der helling, waar de volle wagens met een te gering verval loopen, om de leege wagens tegen een steilere helling op te trekken. Bij de machine op de onderste helling, die korter is, wordt geremd door een stalen remband op de trommel, wat zeer veel last gegeven heeft o.a. met de koeling. Bij de bovenste langere en zwaarder belaste machine is dit verbeterd en werkt een houten remschoen om een gekoelde, stalen rembaan. De rem is in normalen stand gesloten. Ze moet gelicht worden door stoom toe te laten onder een cylinder. De trommels rusten met bolvormige einden der assen in bolvormige kussenblokken, met het oog op het mogelijk ongelijk uitslijten. Hetzelfde beginsel is bij de constructie van de drijf-as toegepast. Wanneer nu namelijk de beide ondersteuningspunten door

ongelijke slijtage op verschillende hoogte zijn gekomen, zal het eenige gevolg zijn, dat de as helt; maar aan dezen anderen stand van de as kan het bollager zich evengoed aanpassen, zoodat geen onregelmatigheid optreedt. Een paar dingen waren niet goed gevonden, n.l. de met gegroefd hout bekleede oppervlakte der trommel en het drijven door stoom. Wanneer namelijk de houten draagvlakken der trommels verschillend uitslijten, zullen er door de verschillende diameters der trommels, die even snel draaien en verbonden zijn door de kabelwikkelingen om de verschillende diameter gewonden ongewenschte spanningen tusschen de trommels ontstaan, die geen oplossing vinden. Bij een nieuwe machine, die ontworpen worden zal voor een nieuw geprojecteerde helling zonder horizontale onderbreking, zal dit stijve systeem verlaten worden en zullen de trommels voorzien worden van ten opzichte van elkaar stroef beweeglijke ijzeren draagringsen. De machine van deze nieuwe installatie zal gedreven worden door samengeperste lucht. Gedurende den tijd, dat er overmaat van kracht is, wanneer de volle wagens een steiler deel passeeren, wordt de machine als compressor gebruikt, de samengeperste lucht leverend, om het systeem door de perioden heen te helpen, gedurende welke toevoer van energie noodig is. Om te beginnen zal een kleine gasoline- of ruwe-oliecompressor aanwezig moeten zijn.

De eigenlijke winning van het erts geschiedt door middel van dragline-excavators. Oorspronkelijk heeft men getracht het erts te graven met stoomschoppen. De condities waren daarvoor evenwel niet zeer gunstig, aangezien de helling van den bodem zeer onregelmatig en de dikte van het erts zeer verschillend is; op verschillende plaatsen steekt de serpentijn tot hoog in het erts omhoog, terwijl het contact van erts en serpentijn ook over het algemeen een onregelmatig karakter vertoont, wat het aan den eenen kant onmogelijk maakt het erts met de stoomschop volledig te winnen, aan den anderen kant het weer onmogelijk maakt het erts zuiver te verkrijgen. Daarom en mede om de kleiige en natte geaardheid van den bodem is men overgegaan tot het invoeren van de draglinies, die beneden hun opstelingspunt kunnen ageeren en zich beter aanpassen aan den bultigen bodem van de ertslaag. Drie dragline excavators zijn in gebruik geweest. De oorspronkelijke constructie was die van Lidgerwood, uitge-

rust met 1.25 yards Page graafbak en met een werksfeerstraal van 60'. De machines bleken in de zware klei veel te zwak en de reparatiekosten en het tijdverlies hierdoor veroorzaakt, waren zeer groot. De machines werden versterkt en veranderd naar de ervaringen. Tijdens mijn bezoek waren er twee van de veranderde oude draglines in werking. Een nieuwe, grootere Bucyrusmachine werd gemonteerd, waarvan de werkingssfeer een diameter zal hebben van 150' en die van 3 yards graafbak voorzien zal worden. Het winnen van het erts is nu hoofdzakelijk bepaald door de topografie van het terrein, die bepaalt, op welke wijze de tracés voor de laadsporen het voordeeligtst gekozen kunnen worden. Het laadspoor ligt tegenwoordig op ongeveer 60' afstand van het centrum van den excavator. Het wordt altijd met een geringe helling ontworpen, opdat de machines, die de wagens trekken, bij een optrekken der leege wagens ongeveer evenveel arbeid te verrichten hebben als bij het afvoeren der volle, zoo veel als dit met de terreingesteldheid zonder al te groote kosten voor traceering mogelijk is. De excavator volgt een weg evenwijdig aan dit volle spoor, maar op een hoogere tranche gelegen. De dragline graaft het erts uit over een breedte van 50' ter weerszijden. Zij is gemonteerd op rails, die zij zelf verplaatst, wanneer het erts tot op den bodem geledigd is, ongeveer in een cirkel met een middellijn van 100' om zich heen. Wanneer het terrein, waarover de verplaatsing plaats moet hebben te onregelmatig is, kan zij haar eigen weg verbeteren voor de verplaatsing. Het voetstuk van erts, waarop zij stond, wordt van de volgende opstelling uit gewonnen. De verplaatsing geschiedt, wanneer de rails gelegd zijn, doordat men de graafemmer in het erts laat vallen en de machine zich dan hieraan optrekt. Het effenen van het tracé voor de locomotieven geschiedde hier door middel van handscrapers, dat zijn meestal door muilieren voortgetrokken sleeptroggen. De grond wordt eerst door ploegen losgemaakt, waarna door de muilezels de trog door voorttrekken door het losgewoelde materiaal gevuld wordt, welke beweging door den bestuurder uit de hand geregeld wordt, doordat hij den trog aan twee handvaten een weinig oplicht en hem zoo in den grond doet dringen. Is de trog gevuld dan laat hij de handles los; de trog glijdt over den grond en wordt gesleept naar de plaats, waar opvulling noo-

dig is en daar gekanteld. Met 2 paarden voor den ploeg werd hier losgemaakt en verwerkt 30 kubieke yard per uur, bij een maximaal voorkomende verplaatsing voor het materiaal van 50—100'.

Wanneer de dragline aan het eind is gekomen van het vak, dat het voordeeligst door haar kan worden gewonnen, wordt zij verplaatst hellingopwaarts over een afstand van 120' en wordt dan evenwijdig aan het volgende laadspoor trancheafwaarts verplaatst, wederom het erts winnend over een strookbreedte van 100', waardoor men het erts, dat de rails draagt, achterlaat, dat later afzonderlijk gewonnen moet worden. De tractie geschiedt door middel van drie groote rangeerlocomotieven, die de wagens voeren naar den top der hellingen. Deze is zoodanig ingericht, dat het volle spoor naar de helling toe helt en het leege spoor van de helling af, zoodat met de beschreven inrichting der wissels en het losse rusten tegen de buffers van den barney-wagen, het inrijden der volle en het afrijden der leege wagens, automatisch geregeld is. De eenige wissel, die verzet moet worden, is een wissel in het volle spoor, die in normalen stand voert naar een veiligheidshelling. Deze moet door den remmer geopend worden om de volle wagens naar de helling te leiden, om te voorkomen, dat volle wagens naar de helling toe zouden rijden, wanneer die in transport was en dus geen van beide barney-wagens boven zou zijn.

Vermelding verdient nog de wijze van exploratie. Dit geschiedt met een groote timmermansboor; een schroefboor van 2" wordt gesmeed aan het eene uiteinde van een 4' lang rondijzer, dat aan het bovineinde voorzien wordt van een schroefdraad om er een tweede staaf van 4' op te kunnen schroeven, die aan den top ook weer van schroefdraad voorzien is, om dezelfde reden. De boor wordt bediend door twee man, die terwijl zij haar eerst met kracht laten neerdalen, door de bovenste harde laag van plancha heenbrengen. Het ontstane gat wordt dan met water gevuld, de boor er iets uitgetrokken en dan telkens met rukken er verder ingedreven door een combinatie van slaand boren en schroefboren. Wanneer de boor opgehaald wordt, is de groef van de schroefboor gevuld met erts. Dit wordt er afgestreken en in een monsterzakje gedaan, waarop vermeld staat de plaats van het boorgat en de diepte. Men neemt één monster van

de eerste 12', daarna van de volgende 6'. Bij de eerste 12' wordt de boor elke 4' afgestreden, het verkregen materiaal op een doek verzameld en vervolgens gemengd en van het mengsel een vierde deel genomen; dit vierde deel dient als monster van de geheele 12'.

Het boren, vooral in diepe gaten, is een lastig en moeizaam werk; wanneer men stoot op een stuk onverweerden serpentijn, moet het boorgat verlegd worden. Het afboren geschiedt regelmatig, de boorgaten worden geplaatst op de snijpunten van een rechthoekige tralie. De onderlinge afstand der boorgaten was oorspronkelijk 100, waarbij bleek, dat de regelmatigheid zoo groot was, dat de boorgaten verder uiteengenomen konden worden en men ze bij de oorspronkelijke exploratie tot 1000' van elkaar legde. Tegenwoordig worden deze eerste gegevens voor het regelmatige bedrijf aangevuld door boorgaten op 50' tusschenruimte. Het boren geschiedt door twee boorlieden, waaraan is toegevoegd een waterdrager en een monsternemer.

De boorlieden werken in taakloon, de anderen in dagloon. De monsternemer vertegenwoordigt de belangen der maatschappij en ziet toe, dat de boorgaten op volle diepte gebracht worden, dus tot op de vaste rots. De boorlieden worden betaald naar het gemaakte aantal voeten boorgat en ontvangen een hooger prijs voor de boorgatgedeelten dieper dan 10'.

Volgens opgave van D. E. Woodbridge (Am. I. M. E. 1911, pag. 147), die een exploratie van het Moea-district op dezelfde wijze uitvoerde, kan een ploeg per dag gewoonlijk 10—13 gaten van gemiddeld 20' diepte boren in gewonen grond.

OVER DE VERBETERING DER MAYARI-ERTSEN TE FELTON, CUBA.

Het Mayari-erts wordt te Felton genoduleerd in roteerende trommels. Het wordt in wagens van een speciale constructie, die een ertsinhoud hebben van ongeveer 50 ton, van de winningsplaats getransporteerd naar de ertsopslagplaats, die onmiddellijk ten Westen van de noduleerinstallatie gelegen is. Bijgevoegde figuren stellen de plattegrond voor van de inrichtingen te Felton en een doorsnede over de ertsopslagplaats en het voedingseinde der trommels. Zij zijn ontleend aan een artikel van James E. Little in de *Trans. Am. Inst. Min. Eng.* 1911, pag. 152—169. De bijzondere constructie der erts-wagens is noodzakelijk gemaakt door de sterk plastische geaardheid van het erts, wanneer het nat is, in den regentijd vooral. Deze veroorzaakte moeilijkheden bij het ontladen, zoodat men een constructie heeft moeten maken, waarbij de wagenbodem zoo noodig verticaal gesteld kon worden, om een volkomen lediging mogelijk te maken. Uit bijgevoegde figuur, waarin de gestippelde lijnen den stand van den wagen bij het kippen weergeven en uit de fotografieën (3 en 4) blijkt de wijze, waarop de operatie van de brugkraan af volbracht kan worden. De brugkraan is tevens voorzien van een 6-tons grijpbagger om het erts zoo noodig over de opslagoppervlakte te verdeelen en om het te ontladen op de roteerende voedingstafel der trommels. Gewoonlijk behoeft de wagenbodem niet hooger te worden opgetrokken dan 45° .

De eigenlijke noduleerende apparaten worden gevormd door 11 roteerende trommelovens (kilns), zooals zij in de cementindustrie gebruikelijk zijn, en één kleinere, resp. $10' \times 130'$ en $8' \times 130'$. Toen besloten werd het Mayari-erts door middel van agglomerereen

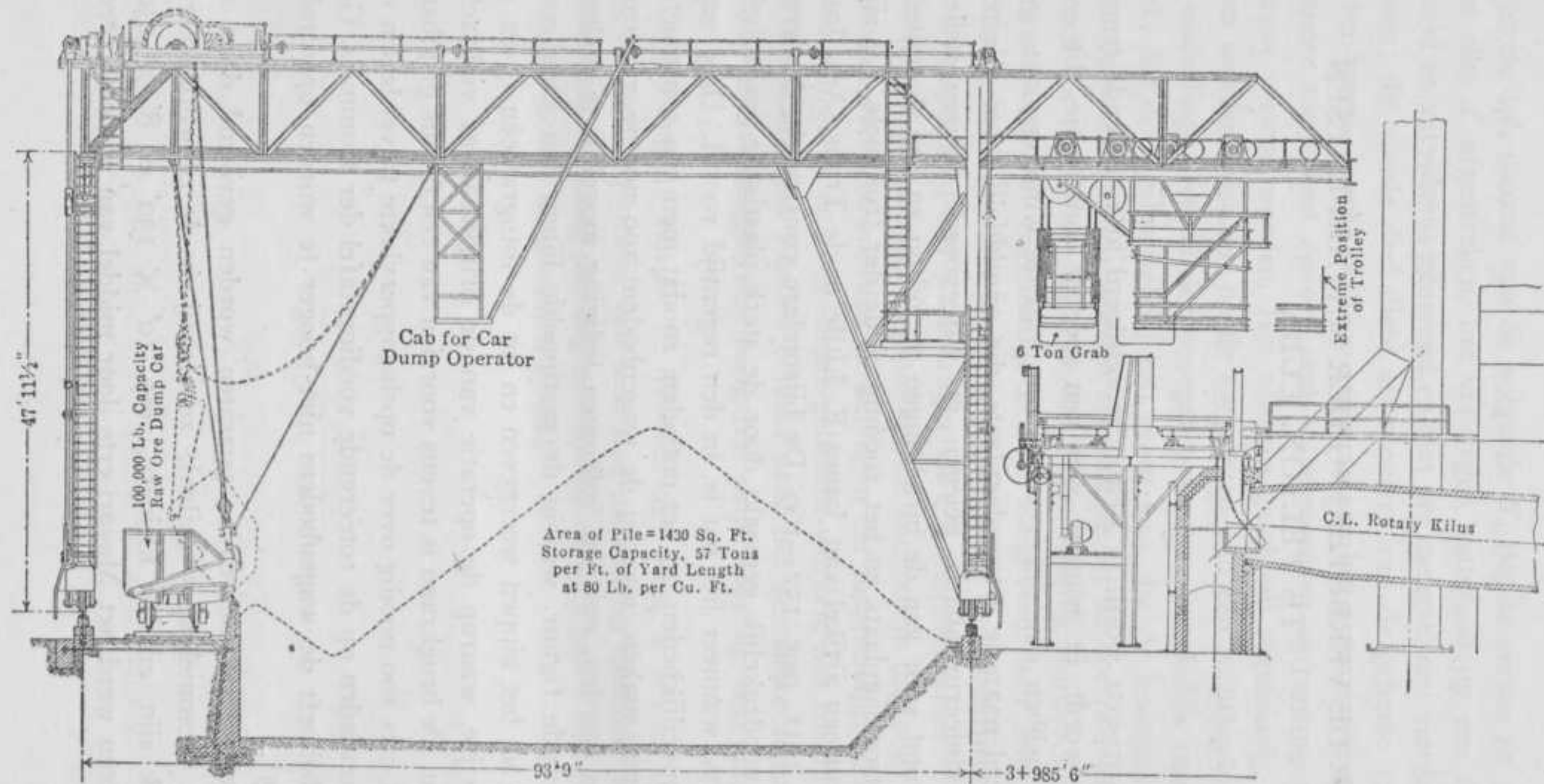


Fig. 4. Oost-West doorsnede door de ruw-erts opslagplaats en voedingseinde van de roteerende oven.
(Overgenomen uit The Mayari Iron-Mines, Oriente Province, Island of Cuba, as Developed by the Spanish-American Iron Co. By JAMES E. LITTLE,
Steelton, Pa in de *Transactions of the American Institute of Mining Engineers* 1911).

in trommelovens te behandelen, bestond er nog geen noemenswaardige ervaring in dit opzicht met betrekking tot de ijzerertsen. De eerste ovens, die men installeerde, waren standaard-modellen, ont-

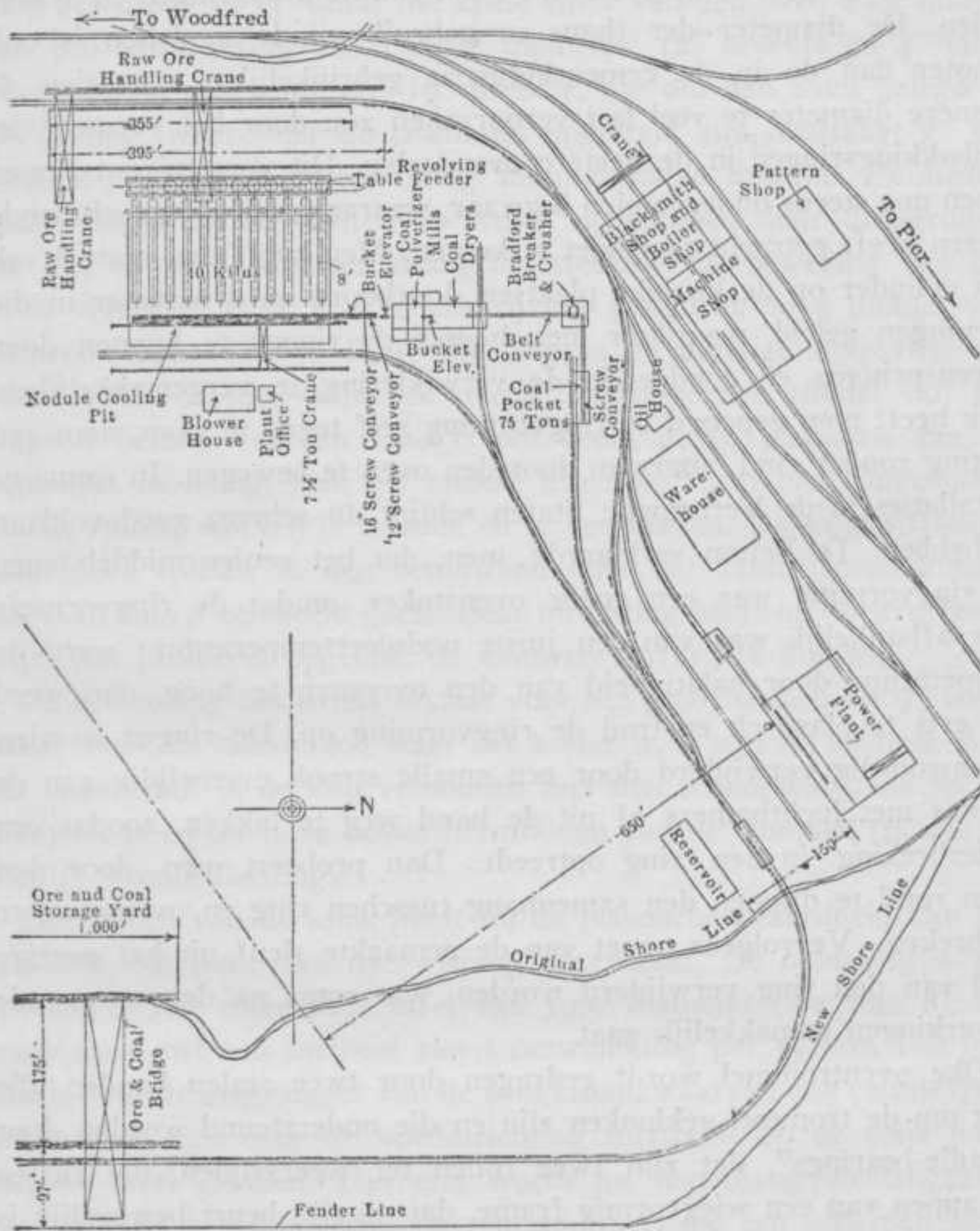


Fig. 5. Situatie van het terrein in Felton.

(Overgenomen uit *The Mayari Iron-Mines, Oriente Province, Island of Cuba, as Developed by the Spanish-American Iron Co.* By JAMES E. LITTLE, Steelton, Pa in de *Transactions of the American Institute of Mining Engineers* 1911).

leend aan de cementindustrie. Aangezien het ijzererts zeer veel zwaarder was dan het door de cementindustrie verwerkte materiaal, bleken weldra deze eerste modellen veel te licht van constructie, zoodat de slijtage geweldig groot was, o.a. van de draagringen en draagrollen. De diameter der thans in gebruik zijnde modellen is ook grooter dan de in de cementindustrie gebruikelijke, aangezien de kleinere diameter te veel last veroorzaken zou door het vormen van aanbakkingsringen in de heetere ovendeelen. Dit vormen van ringen is een nog steeds ondervonden bezwaar, waaraan men op verschillende wijzen heeft getracht tegemoet te komen. Men heeft den mantel van den cylinder op de kritieke plaatsen doorboord en drukwater in die openingen geleid, waardoor men hoopte de ringen te kunnen doen uiteenspringen en zodoende de verwijdering te vergemakkelijken. Ook heeft men gepoogd de ringvorming zelf tegen te gaan, door een ketting zonder eind langzaam door den oven te bewegen. In sommige installaties in de Vereenigde Staten schijnt dit schema goed voldaan te hebben. Te Felton verklaarde men, dat het eenige middel tegen de ringvorming was een goede ovenstoker, omdat de ringvorming zeer afhankelijk was van een juiste noduleertemperatuur; werd de temperatuur door nalatigheid van den ovenman te hoog, dan werd het erts te plastisch en trad de ringvorming op. De ringen worden tegenwoordig verwijderd door een smalle strook evenwijdig aan de ovenas met luchthamers of uit de hand weg te bikken, zoodat een onderbreking in den ring optreedt. Dan probeert men door den oven rond te draaien den samenhang tusschen ring en ovenwand te verbreken. Vervolgens moet van de gemaakte sleuf uit het overige deel van den ring verwijderd worden, wat soms na de voorgaande bewerkingen gemakkelijk gaat.

Elke oventrommel wordt gedragen door twee stalen banden, die vast om de trommel geklonken zijn en die ondersteund worden door „cradle-bearings”, dat zijn twee rollen ter weerszijden, die rusten in tappen van een wiegvormig frame, dat op zijn beurt bewegelijk is om een centrale as (zie bijgevoegde foto 5).

De trommel is geklonken van $\frac{3}{4}$ " platen, versterkt bij de draagringen en bij het aandrijfkamrad. De diameter der van mangaanstaal vervaardigde draagringen is 12' 2" bij een breedte van 15"; ze worden gedra-

gen door vier rollen, die 8" asdiameter hebben, bij 16" breedte. De draagringen zijn aangebracht op ongeveer 25' van de beide uiteinden der trommel; de afstand tusschen de draagringen is 75'. De aandrijving geschiedt op 33' vanaf het koele einde van den oven door middel van een aandrijfring van 152,78" diameter, 12" breedte en 4" tand, bevestigd op een band van 19" breedte, die om den oven gelegd is. De helling, waaronder de trommels opgesteld zijn, bedraagt $\frac{5}{8}$ " per voet. Zij maken 1 omwenteling in anderhalve minuut. De nederwaartsche druk van den oven wordt opgenomen door draagrollen, die den tweeden, koelsten draagring steunen. De beweging van een oven vereischt 35 P.K. De aandrijving geschiedt door middel van electromotoren van 50 P.K., die wegens de stoffige omgeving opgesteld zijn in een, onder de ovens doorloopenden tunnel van gewapend beton, waarvan foto 6 een beeld geeft, genomen aan de zuidelijke monding. Aan het andere uiteinde wordt lucht ingeblazen om de ruimte stofvrij te houden en te ventileeren. De aandrijfriemen gaan door spleten in den betonwand naar het aandrijfmechanisme, waarvan foto 7 een beeld geeft. Deze inrichting heeft op doeltreffende wijze het probleem opgelost, de motoren stofvrij te houden.

De bekleeding der ovens bestaat voor het grootste deel uit 9" vuurvaste steen, de laatste 40', waar het koeler is, is met 6" bekleed. Aan het bovineinde is de kiln verbonden met den schoorsteen, die 78" in diameter is en 90' hoog boven het midden van de trommel (plaatijzer met 4" steenbekleeding).

Het vullen van de kilns heeft bij de plastische geaardheid van het erts ook een punt van overweging uitgemaakt. De oplossing is gevonden in een roteerende tafel van 19,5' diameter (zie foto 8), die ronddraait met een snelheid van 1 omwenteling per $1\frac{1}{2}$ uur. Het erts wordt door de grijpbagger van de brugkraan, waarvan een cantileveruitbreiding zich over de voedinrichting uitstrekt, op de eene helft van de tafel geladen. Het erts wordt nu regelmatig en langzaam van de tafel afgeschoven door een schraper, die een scherpen hoek maakt met de bewegingsrichting van het erts op de tafel, waarna het valt in een wijden trechter, die eindigt in een steile valbuis, die het erts in de kiln voert op een meter afstand ongeveer van het kilneinde (verg. ook de bijgevoegde doorsnede). Het genoduleerde pro-

duct valt in een open plaatijzeren goot, die onder ongeveer 30' geplaatst is. Een waterstraal koelt het reeds af en spoelt het in een bak, die 12' breed is bij een diepte van 9' beneden het uiteinde der hellende goot. Oorspronkelijk strekte zich de trog uit over de geheele lengte van het ovengebouw, zijnde 240'; tegenwoordig heeft men scheidingswanden tusschen de troggen der verschillende trommels, met het doel de productie der afzonderlijke ovens te kunnen controleeren en om proeven te kunnen nemen. De troggen worden tot op ongeveer 8—9' diepte met water gevuld gehouden, wat dient om het product te koelen. Deze waterkoeling vermorst veel warmte, terwijl de nodules, die door de voorafgaande bewerking rood- tot geelgloeiend geworden zijn, door de plotselinge afkoeling vaak uiteenspringen en dus een grootere hoeveelheid fijn materiaal leveren dan ze zouden doen bij een meer langzame afkoeling. Men is er nog niet in geslaagd deze verspilling te ontgaan bijv. door een voorverwarming der verbrandingslucht door de heete nodules. Inrichtingen in dezen zin waren wel reeds voorgesteld, maar te kostbaar geoordeeld.

Het afgekoelde product wordt door een 7,5 tons loopkraan, die met een 3 kub. yard grijpbagger uitgerust is, uit de bakken geladen in 50 tons wagens, gedreven door elektrische motoren.

De ovens worden gestookt met koolmeel. De kool moet aangevoerd worden van de Vereenigde Staten. Ze wordt van de opslagplaats aan de haven naar de breekinstallatie gevoerd in de reeds genoemde elektrische motorwagens, die ook het gereede product naar de ertsdokken transporteeren. De kool wordt eerst gebroken in een Bradfordbreker en walsen tot ongeveer $\frac{1}{4}$ "— $\frac{1}{2}$ ", waarna door een draaiende zeeftrommel het looze materiaal er uit verwijderd wordt. Door een 18" transportband wordt het voorgemalen product naar een voorraadsbak van 150 ton inhoud gevoerd, uit den bodem waarvan de kool gevoerd wordt in twee roteerende droogtrommels 48" in diameter en 30' lang. Daarin wordt het gedroogd tot 0.5 % vochtgehalte of minder. Daarna wordt de gedroogde kool door een Jakobs ladder naar een kleinen bak gebracht, die 4 Fuller-Lehigh pulverizers voedt, welke opgesteld zijn, twee aan twee, aan weerszijden van de schroeftransporten waarin het koolmeel valt. De motoren, die voor het drijven van deze inrichting dienen, zijn in stofvrije, steenen gebouw-

tjes aan weerszijden van het hoofdgebouw opgesteld. Van de gemelde schroeftransporteur onder de Fullerkogelmolens wordt het koolmeel door een Jakobsladder, die in een zoo luchtdicht mogelijk omhulsel gemonteerd is, geheven naar een 16" schroeftransporteur, die ten doel heeft, de kool te verdeelen over 12 kleinere voorraadsbakken van 12—13 ton capaciteit elk, van waaruit de branders der ovens gevoed worden. De bodem van elken bak eindigt in een wigtrechter, waarin een korte schroeftransporteur werkt, aangedreven door een motor van 3.5 P.K., waarvan de snelheid door den ovenvoorman geregeld kan worden, en die de kool regelmatig voert in den lagedrukbrander. De capaciteit der voedingsbakken is zoodanig, dat een oven er 6 uur mee in bedrijf zou kunnen zijn. De lucht wordt ingeblazen onder een overdruk van 9 oz./vierk. in. (44 gr/c.M.²); ze wordt geleverd door 6 Buffalo-centrifugaal-waaiers, die 10,000 Kub. voet per min. leveren. Ze worden aangedreven door Crocker-Wheeler motoren van 35 P.K. Alle lucht wordt geblazen in een verzamelpijp van 42" diameter, die alle ovens bedient. De luchttoevoer voor de afzonderlijke ovens kan door den ovenvoorman door middel van een schuif geregeld worden. (Foto 1A.)

Volgens mededeeling van den chef van de mechanische uitrusting F. J. KRAEMER, die speciaal met het bedrijf der ovens belast was, zijn voor het kilnbedrijf benodigd:

1 ovenvoorman (chief-burner),	in dag- en nachtploeg.
4 ovenstokers,	in dag- en nachtploeg.
1 invetter,	in dag- en nachtploeg.
1 stofreiniger (duster),	alleen in de dagploeg.
2 losse werklieden,	in dag- en nachtploeg.
1 man voor de koolvoedingstanks,	in dag- en nachtploeg.

Er wordt gewerkt in twee ploegen van 12 uur, wat voor het heete werk bij de ovens in een tropisch klimaat rijkelijk lang is. Wanneer de arbeiders in de ontlading van het erts en het vervoer der nodules meegerekend worden, krijgt men een beter beeld van de benodigde werkkrachten. Onderstaande lijst is ontleend aan een organisatie-schema gedateerd September 1913. Sindsdien is het aantal ovenstokers verhoogd.

Dagploeg:

- 1 ovenvoorman,
- 2 stokers met 1 helper,
- 9 machinist-bankwerkers met 1 voorman,
- 14 helpers,
- 1 bestuurder der Nodule kraan,
- 1 pompenmachinist,
- 1 magazijnmeester,
- 1 monsternemer,
- 1 schrijver,
- 3 oliemannen,
- 14 losse werklieden,
- 4 timmerlieden,
- 1 electricien,
- 2 bestuurders voor de ertsvulgrijpbagger,
- 2 bestuurders voor de brugkraan,
- 2 oliemannen hiervoor.

De nachtploeg bestaat uit slechts 26 man tegen 61 in de dagploeg. Oorspronkelijk werd gedacht, dat het niet noodig zou zijn de nodules grover te maken dan 90 % boven 40 mesh, maar langzamerhand is de standaard door de hoogovens vereischt hooger geworden en is op het oogenblik 90 % boven 10 mesh. Dit kon slechts bereikt worden door een opvoering van de temperatuur, een langer maken van den doorzettingstijd, of door het bijmengen van toeslag, die het smeltpunt der nodules moest verlagen. Wanneer men hiertoe een materiaal kan gebruiken, dat toch later in de hoogoven als verslakingsmiddel moet worden toegevoegd, heeft de vermindering van het ijzergehalte, die erdoor veroorzaakt wordt, geen nadeelige gevolgen. Met proefnemingen in deze richting is men echter nog niet verder dan het experimenteele stadium, zoodat de temperatuur in de kiln tegenwoordig vrij hoog opgevoerd wordt. De regeling geschiedt door den ovenvoorman, al naar gelang het verkregen product is. Bij deze hoogere temperatuur is de kans op ringvorming zeer groot. Bovendien zijn er veel reparaties aan de kilns noodig, zoodat van de 12 ovens er meestal 5 niet in bedrijf zijn. Het brandstofverbruik is hoog, wat

bij het hooge watergehalte van het erts en den oneconomischen gang van het proces, niet te verwonderen is. Het koolverbruik bedraagt 3600 pounds per kiln en per uur, terwijl de productie per kiln uur bij de nieuwe eischen aan de nodules gesteld ongeveer 7.00 ton bedragen, wat dus overeenkomt met 1630 K.G. kool per 7110 K.G. nodules = 23 % berekend per verkregen product. Omgerekend per ton ruwerts, dat 35 % water als vocht en gebonden inhoudt wordt dit 15 %. Deze gegevens werden mij verstrekt door den heer KRAEMER; ze komen wel ongeveer overeen met de cijfers uit de jaarrapporten, die men mij echter verzocht niet te publiceeren. De kosten voor het noduleeren bedroegen ongeveer \$ 1.60; tegenwoordig door hogere arbeidsloonen en duurere kool meer. Hier is dan bij inbegrepen de vermaling der kool en de kosten voor het ontladen der ertswagens. Het eigenlijke noduleeren kostte vóór Febr. 1917, \$ 1.50; na dezen tijd zijn de ongewone prijsverhoogingen opgetreden, die abnormaal ongunstige cijfers zouden opleveren. In 1913 werd door FINLAY in Trans. Am. Inst. Min. Eng. vol 45, P. 282 de kosten voor het noduleeren nog gesteld op \$ 1.00. Momenteel moeten zij echter hoger gesteld worden. De arbeidsloonen, die eerst \$ 1.00 bedroegen of tot \$ 1.50 in contractwerk, zijn soms verdubbeld.

De jaarproductie aan nodules was in 1916 327.062 ton, gemiddeld dus ongeveer 1000 ton per dag, wat bij een uurproductie van 7 ton per kiln hierop neer komt, dat slechts 6 kilns gemiddeld in gebruik zijn van de 12, waaruit de installatie bestaat. Dit is niet gunstig bij een geregeld bedrijf.

Men tracht de hooge reparatiekosten en hiermede gepaard gaande vermindering der productie te voorkomen door de kilns zwaarder te construeeren. De tegenwoordig in gebruik zijnde installatie werd geleverd door de Vulcan Iron Works te Wilkes Barre Pa, op ontwerpen van de Cement Engineering & Construction Co. Ze werden in eigen bedrijf langzamerhand vervangen door een zwaardere constructie, terwijl een mogelijke uitbreiding is ontworpen door middel van grootere en zwaardere ovens van Allis-Chalmers, die 175' lang zullen worden inplaats van 130', waardoor men de temperatuur der schoorsteengassen op 500° F. zal brengen inplaats van 1000° F. zooals thans het geval is, waardoor natuurlijk een grootere brandstofeconomie

bereikt wordt. De omwentelingsnelheid wordt 1 omw. per min., waardoor de productie per kiln grooter wordt. Ook de helling wordt verhoogd van $5/8''$ per 1' op $3/4''$ per 1', waarmee een zelfde doel bereikt wordt als met het vorige. De draagbanden worden speciaal verbreed van 15'' op 30'', waardoor men rekest op reparatiekosten te verbeteren. De genoemde maten voor de nieuwe constructie zijn in verband met bij het bedrijf opgedane ervaringen als de beste geoordeeld.

OVER HET VERSMELTEN VAN DE MAYARI-ERTSEN TOT RUWIJZER.

Tegenwoordig worden de Mayari-ertsen nog slechts versmolten in het ijzerwerk te Sparrowpoint, Maryland, van de vroegere Marylandsteel Cy., thans toebehoorend aan de Bethlehem-Steel Cy.

De Mayari-ertsen vormen bij de tegenwoordige smeltpraktijk nog slechts een gedeelte van de charge, hetzij in ruwen staat, hetzij gesinterd met fluedust in Greenawalt-pannen, hetzij tot nootjes gesinterd te Felton op Cuba. Van belang is na te gaan hoe men tot de tegenwoordige verwerkingswijze is gekomen. Verg. MC KAY in *Iron Trade Review* 1914. Een van de eerste problemen, die men wenschte op te lossen was: het gedrag vast te stellen van het hooge gehalte aan aluminium, dat uit de ertsen verslakt moest worden. Omtrent het gedrag van aluminium in groote quantiteiten in de slak had men toen ter tijd geen enkele vergelijkbare ervaring. In September en October 1904 begon men daarom op kleine schaal eenige experimenteele data te verzamelen aan een kleine hoogoven te Steelton, toebehoorend aan de Pennsylvania-Steel-Cy. Door toevoeging van bauxiet, chromiet en baksteenfragmenten aan Lake-erts maakte men een charge, die in chemische samenstelling overeenkwam met het Mayari-erts. De proefcampagne duurde 11 dagen, gedurende welken tijd gemiddeld per dag 102 ton ruwijzer verkregen werd met een cokesverhouding één op één. Nadat deze proef genoegzaam geslaagd geoordeeld was, werd een hoeveelheid van 1200 ton Mayari-erts uit Cuba verscheept naar Steelton en versmolten in hoogoven No. 1 gedurende de maand Februari 1905. Het resultaat van deze proefneming was niet zeer schitterend: gedurende de 6 dagen dat zij duurde, werd gemiddeld 59.5 ton ruwijzer per dag verkregen met een brandstofverbruik 2.13.

Bovendien ontstond er een overmatig groote hoeveelheid vlugstof, waardoor de verhouding van ruwijzer tot totale charge slechts 29 % bedroeg. Evenwel kon geconstateerd worden, dat het aluminium, dat men eerst gevreesd had, geenerlei bijzondere moeilijkheden in den weg legde. De ongunstige resultaten konden verklaard worden uit de ongunstige physische gesteldheid van het ruwe erts en uit het hooge gehalte aan gebonden en ongebonden water. Toch heeft het betrekkelijk lang geduurd, vóórdat men de pogingen tot het direct versmelten van het ruwe erts gestaakt heeft. Dit was waarschijnlijk het gevolg van het succes, waarmede de eveneens fijne Mesabi-ertsen in de Amerikaanse hoogovenpractijk verwerkt konden worden. Behalve in het hogere aluminiumgehalte is het verschil van Mayari- en Mesabi-ertsen voornamelijk gelegen in de hoeveelheid hygroskopisch water 25%, en de hoeveelheid gebonden water 11 tot 13% bij de Mayari-ertsen. Het verlies aan nikkel en ijzer, door de geweldige hoeveelheid vlugstof, was zeer groot, terwijl de hoogovens, die in hooge percentages ruwerts verwerkten, zeer onregelmatig in het bedrijf waren en veel te lijden hadden van explosies en slippen van fijn erts. Deze explosies kunnen verklaard worden uit het gehalte aan gebonden water. Wanneer namelijk na eene periode van hangen der charge het erts plotseling losraakt en naar beneden stort, zal het erts in een zone kunnen geraken, waar de temperatuur veel hooger is, zoodat het gebonden water plotseling uitgedreven wordt, wat explosief gebeuren zal en tevens slippen van fijn erts veroorzaken zal. Deze feiten hebben er, met de vrachtbesparing door het uitdrijven van het water veroorzaakt, toe geleid, de ertsen in Cuba voor een latere versmelting te prepareeren, door ze te sinteren in roteerende trommels. Deze methode was ten tijde, dat de keuze gedaan moest worden, de aangewezen, zoodat tegenwoordig bijna uitsluitend Mayari-nodules verwerkt worden. Ook deze producten gaven veel last in den beginne, toen men trachtte ze als eenig ertsbestanddeel der charge te versmelten. De voornaamste bezwaren, bij de versmelting van het genoduleerde materiaal, waren: de groote hoeveelheid vlugstof en het slippen van de charge.

Het feit, dat de Mayari-nodules zooveel meer vlugstof gaven dan de relatief nog fijnere Mesabi-ertsen, kan, volgens Mc-KAY, ver-

klaard worden, doordat de nootjes lossen en meer korrelig zijn dan de deeltjes van het Lake-erts en dat zij dezen toestand tot op een grotere diepte in den hoogoven bewaren, doordat het Mayari-product de eigenschap schijnt te missen in de hoogere ovendeelen koolstof uit de hoogovengassen op zich af te zetten, vermoedelijk door de mindere poreusiteit van de gesinterde ertsen. Uit laboratoriumproeven bleek n.l. door hoogovengas over Mayari-nodules te leiden en over Admiral Lake-erts onder identieke omstandigheden, dat een maximale hoeveelheid koolstof werd afgezet bij 450°, op het Lake-erts: 157 %, tegen 0.7 % bij dezelfde temperatuur op de Mayari nodules.

Het slippen van de charge en het ophoopen van stof in den hoogoven, dat dan soms plotseling naar beneden gleed in den haard, zoodat herhaaldelijk de regelmatige gang van den oven moest worden afgebroken om al te groote stofexplosies te vermijden, werd minder toen een betere cokes gebruikt werd. De verbeterde condities na bezigen van Connelsville-cokes, inplaats van de oude ruwe cokes, die veel stof hield, mogen blijken uit de volgende cijfers:

	Gemiddelde dagel. prod. in tonnen	Gemiddelde dagel. verh. van brandst.: ruwijzer
Oude cokes		
September 1913	316	1,18
October 1913	329	1,14
November 1913	302	1,13
Connelsville cokes		
Maart 1914	337	1,22
April 1914.	427	1,01
Mei 1914 (14 dagen)	436	0,98

In April en Mei waren de versmolten nootjes grover en veel van de betere resultaten zal wel hiervan het gevolg zijn, aangezien natuurlijk, zoowel de fijnheid der nodules als de fijnheid van het stof der minderwaardige cokes resulteerden in een te fijne conditie van de kolom in de ovenschacht en dus beide bijdroegen tot de hierdoor veroorzaakte hoge benodigde blaasdruk, verlies van ijzer in het vlugstof en verhoogd brandstofverbruik.

Als toeslag werd gebruikt een dolomitische kalksteen, die gemiddeld ongeveer de volgende samenstelling had:

SiO ₂	3,5—6 %
CaCO ₃	69,5 %
MgCO ₃	25 %

Het is gebleken, dat bij het versmelten van Mayari-erts, de beste slak verkregen wordt wanneer zij 9—10 % MgO houdt. Zoodat het gebruik van dolomiet als toeslag één van de vereischten is voor een regelmatig bedrijf. Wanneer zuiver calcië gebezigd werd, werd een slecht vloeiende slak verkregen. Door de eerste orienteerende proeven was dus gebleken, dat men zuivere harde cokes moest gebruiken, dat de nodules zoo grof mogelijk moesten zijn en dat de slak 9 % MgO moest houden. Als standaard voor de afmetigen der nodules werd gesteld 75 % grooter dan 10 mesh.

Met deze nodules en een goede cokes werd in Maart 1914 een serie proeven ondernomen op hoogoven No. 1 te Steelton. De afmetingen van dezen oven waren: 9' 6" haarddiameter, 15' bosh, en 11' schachtdiameter, bij een hoogte van 65'. Achtereenvolgens werden de volgende percenten erts versmolten:

2 dagen Maart 21—23	75 %	fijne Mayari-nodules,	ongew. cokes
5 dagen Maart 23—28	81,25 %	idem	, idem
17 dagen Maart 28—April 14	81,25 %	grove idem	, gew. cokes
6 dagen April 14—20		Mayari-nodules met 3 % kalk,	idem
10 dagen April 20—30		Nodules zeer rijk aan kalk,	idem
14 dagen April 30—Mei 14		Uitgezeefde nodules,	idem

De resultaten van deze proefnemingen, ontleend, evenals het voorgaande overzicht der eerste proefnemingen aan een artikel van R. V. Mc. KAY Mayari Ores in Blast Furnaces, *The Iron Trade Review*, December 1914, zijn gegeven in onderstaande tabel en in bijgevoegde grafische voorstellingen. Wat betreft de versmelting der Mayari-producten te Sparrowspoint, hierover werden door mijzelf bij een kort bezoek eenige gegevens verzameld, die eveneens hieronder volgen:

	LAKE- ERTS.	MAYARI-ERTS.					
	Dec. 1908.	75 % fijne nod. ongew. cokes.	81,25% fijne nod. ongew. cokes.	grove nod. gew. cokes.	3 % kalk nod. gew. cokes.	7,9 % kalk nod. gew. cokes.	gez. nod. gew. cokes.
Productie tonnen.	170,43	91,76	98,98	157,10	150,08	156,39	158,58
Productie tonnen % van ertscharge	0,52	0,51	0,49	0,59	0,57	0,58	0,61
Theoretisch berekend	—	0,59	0,59	0,605	0,596	0,581	0,62
Rel. cokesverbruik	1,15	1,43	1,49	1,15	1,18	1,15	1,13
Steen in % van het erts	—	0,46	0,46	0,35	0,33	0,30	0,38
Vlugstof % van het erts	—	—	9	6	5,2	1,4	3,6
Temp. v/d blaaslucht in ° F.	735	1027	985	873	832	820	816
Druk der lucht in pounds.	10	8,5	10	8	8	7,66	8
Kub. voeten lucht p. min.	21504	16212	18122	20482	20580	20580	20580
Chromium in ruwijzer	—	2,09	2,28	2,08	2,07	2,14	2,29
SiO ₂ in ruwijzer	—	1,48	1,40	1,06	1,01	1,07	1,24
Nikkel in ruwijzer	—	9,95	1,04	1,24	1,19	1,07	1,19
Zwavel in ruwijzer	—	0,043	0,072	0,041	0,027	0,039	0,025
Zwavel in cokes	—	1,07	1,30	0,77	0,81	0,80	0,87
Asch in cokes	—	13,92	11,38	8,54	8,79	8,91	8,84
Zwavel in slak	—	2,60	2,31	1,82	1,77	1,97	2,04
SiO ₂ en Al ₂ O ₃ in slak	—	46,60	50,08	51,82	52,22	52,95	54,07
SiO ₂ in slak	—	25,70	24,11	22,58	24,19	23,81	24,30
Al ₂ O ₃ in slak	—	20,90	25,97	29,25	28,03	29,14	29,76
CaO en MgO in slak	—	49,76	—	45,36	46,00	44,61	43,95
CaO in slak	—	40,10	—	37,44	37,51	36,68	35,94
MgO in slak	—	9,66	—	7,92	8,49	7,93	8,00
Erts grooter dan 10 mesh.	—	—	35,29	57,32	63,65	80,58	74,90
Erts door 40 mesh	—	—	15,50	7,10	3,30	2,24	6,47
Vlugstof door 10 mesh over 40 mesh	—	—	8,18	18,13	23,45	16,73	6,22
Vlugstof door 40 mesh	—	—	60,75	28,83	19,77	22,09	36,61
Top druk, inches water	—	—	—	1,2	1,25	1,14	1,17
Top temp. graden Fahrenheit.	—	—	—	249	275	272	286
Vochtigh. in grains/cub. voet	—	—	—	—	—	—	4,7

Samenstelling Ertscharge.		Toeslag.		Ruwijzer.			Slak.			
Mayari %	Daiquiri %	$\frac{1}{2}$ Dol.	$\frac{1}{2}$ Kalk	Mn	Cr	Ni, Co	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
25	75	35 %		0,30	0,94	0,38	31,40	17,40	39,80	11,40
50	50	40 %		0,62	1,91	0,79	24,20	24,30	40,50	10,90
75	25	40 %		1,02	2,93	1,20	21,30	28,00	40,40	10,40
100	—	50 %		1,28	4,01	1,64	14,43	33,90	41,10	10,20

Ter beoordeeling van de bedrijfsomstandigheden volgen op de volgende pagina in tabelvorm vereenigd, de resultaten van verschillende smeltingen te Sparrows Point:

HOOG- OVEN.	TIJD.	ERTS.				TOESLAG.		COKES.	Dag. prod. ruw- ijzer.	% v/h erts.	Cokes rel. verbr.	Ver- eichte lucht- druk.
		Mayari Nod.	Mayari erts.	Sinter.	Ander erts.	Dolo- miet.	Kalk- steen.					
C	Juli 21—31 1911	21875	1250	—	1875 vlug- stof.	2560	?	15000	?	55	0,98— 1,22 gem. 1,09	a) 16—22 gem. 20,5
C	Dec. 1—14 1911	—	15000	—	4000 Daiq. 4000 Fl. C. 3000 Lake.	6000	3000	?	295	35	1,51	b) ?
C	gem. dag totaal over Dec. 1911	Erts 1,690,000				378000		895600	295	35	1,51	c) ?
C	Mei 18—23 1912	2000	—	—	—	7950	2650	15000	189— 327 gem. 231	50—59 gem. 1,33	1,17— 1,49 gem. 1,33	d) 12—22 gem. 18
7	Juni 25—30 1912	11500	—	—	Daiq. 10500	4200	4000	12400	400 t.	51	1,15	e) 19
	gem. dag totaal over Juni 1912	Erts 1,738,000				33,600		1,035400	400	51	1,15	19
I	Mei 1914	13450	—	—	Daiq. 8100	4400	4400	12500	468— 456 gem. 461	56	0,98— 1,01 gem. 0,99	f) 14,5— 16 gem. 15
I	Mei 1915	4900	—	12250	7350	3500	3500	13200	497— 408 gem. 445	52—62 gem. 57	0,87— 1,00 gem. 0,95	g) 15,4— 20,7 gem. 17,5

De gegeven cijfers voor quantiteiten erts, cokes, enz., zijn, voor zoover niet anders is aangegeven, uitgedrukt in Amerikaansche ponden; zij stellen de samenstelling voor van de afzonderlijke charges. Zoodanige periodes werden uitgekozen, waarover de samenstelling der verschillende charges niet veranderde. De duur der periodes is aangegeven onder de kolom: tijd. Behalve het cokesgehalte van elke charge is nog aangegeven, het relatieve cokesverbruik, d.i. het gemiddelde cokesverbruik in tonnen per ton ruwijzer. De hoogovens 1 en 7 zijn de gewone in gebruik zijnde. Hoogoven C is een kleiner model, dat voor proefnemingen gebruikt wordt. Waar gegevens ontbraken, is een vraagteken ingevuld.

- a. De gegevens voor *a.* hebben betrekking op een periode, waarin hoofdzakelijk Mayari-nodules versmolten werden, met een geringe toevoeging van Mayari-erts en vlugstof. Het relatieve cokescijfer is niet ongunstig, terwijl ook het ijzerrendement niet onbevredigend is.
- b. Een ander beeld levert *b.* op, waar meer dan 50 % aan het ongeprepareerde Mayari-erts in de charge aanwezig is. Het cokescijfer stijgt tot 1.51, bij een goede dagelijksche ijzerproductie. Het ijzerrendement is evenwel gering, n.l. slechts 35 %, terwijl de berekende mogelijke waarde hiervoor 49 % bedroeg. De verliezen werden hier vermoedelijk veroorzaakt door de groote hoeveelheden vlugstof, die bij gebruik van het fijne ruwerts ontstonden; de luchtdruk is niet aangegeven, maar zal ongetwijfeld hoog geweest zijn, aangezien het fijnere erts grooten weerstand biedt aan den doortocht der lucht.
- c. geeft aan de gemiddelde dagtotalen, van de periode *b.*
- d. Gedurende den tijd van 18 tot en met 23 Mei, werden in oven *c.* uitsluitend Mayari-nodules versmolten. Het cokesverbruik was hoog, ook de benoodigde luchtdruk. Het ijzerrendement daarentegen was gunstig.
- e. In Juni 1912 bestond de gemiddelde charge ongeveer voor 50 % van het ertsmengsel uit Mayari-nodules, waarbij bleek, dat het cokesverbruik, bij een goede dagelijksche productie, nog vrij hoog was. Vermoedelijk waren dit de fijnere nodules, gemaakt op

de oude standaard: 90 % boven 40 mesh, aangezien ook de vereischte luchtdruk hoog is. Het ijzerrendement is dan ook 51.63, terwijl de berekende waarde 58.90 bedroeg. De smeltingen voor *f.* en *g.* die met grovere nodules geschieden (90 % over 10 mesh) geven in dit opzicht betere resultaten. De temperatuur der ingeblazen lucht was hier 1080°—1130° F., de temperatuur der uitgaande gassen 1020°—1060° F.

- f.* Bij *f.* wordt een nog grooter percentage aan Mayari-nodules, 62 %, verwerkt van de grovere soort (90 % over 10 mesh). Hierbij is het ijzerrendement 56.67, bij een berekende waarde van 59.49, wat gunstiger is dan in het vorige geval en het relatieve cokesgetal is kleiner met een gemiddelde van 0.99.
- g.* Bij dit laatste voorbeeld werd sinter met Mayari-nodules en Daiquiri-erts versmolten. De sinter was gemaakt in Greenawalt-pannen uit vlugstof, vermengd soms met Mayari-ruwerts. De bedrijfscondities blijken hier het gunstigst te zijn, met een ijzerrendement 57.18 bij een berekende waarde van 57.63, met een cokesgetal 0.95, terwijl de luchtdruk weliswaar iets hoger is dan in het vorige geval, maar toch lager dan in eenig voorafgaand.

Dit zou dus tot hetzelfde resultaat voeren, als waartoe Mc KAY in zijn meergenoemd artikel geraakt, wanneer hij verklaart, dat „The sintering process promises to be the most efficient means of preparing Mayari ore for the furnace”.

De Greenawalt-sinterings-installatie bestond uit 7 pannen van de volgende afmetingen: Binnenwerks gemeten: breedte 8' 6", lengte 11' 4", hoogte der zuigkamer 8", maximale beddikte 16⁵/₈". Het vacuum, waarmede gezogen wordt, is 18". De productie kan bedragen 600 ton per dag, welk maximum evenwel door gebrek aan materiaal nog niet bereikt is. De 7 pannen zijn voorzien van 8 fans, die gedreven worden door 4 electromotoren van 200 P.K. elk. Bij volledig bedrijf behooren 6 pannen in gebruik te zijn en 1 in reserve, zoodat ook een motor met toebehoorende centrifugaalpompen in reserve gehouden kan worden. De inhoud van elke pan bedraagt ongeveer 5 ton. De roosttijd voor elke pancharge is 1 uur 30 min. De kosten van het sinteren volgens de Greenawalt methode bedroegen hier

\$ 0.80 per ton, (vergelijk de kosten van het Dwight-Lloyd-proces).

Het resultaat, waar de bovenstaande gegevens toe leiden is dus, dat het versmelten van charges, geheel bestaande uit Mayari-materiaal zonder overwegende offers en bezwaren tot een nikkel- en chroomhoudend ruwijzer, gemaakt kunnen worden, mits het erts vooraf in beter aan de hoogovencondities aangepasten vorm is gebracht. Het versmelten van ruw erts gaat gepaard met groote verliezen aan vlugstof, veroorzaakt een hogere benodigde blaasdruk, terwijl het bedrijf door herhaaldelijk voorkomende explosies en stofstortingen onregelmatig wordt. Met betrekking tot de hoogoven-economie blijkt de sinter het best te voldoen, waarbij de grovere nodules evenwel weinig achterstaan.

OVER DE BEREIDING VAN STAAL UIT HET MAYARI-RUWIJZER.

Het staalwerk te Sparrows Point verwerkt het ruwijzer, dat uit het Mayari-erts met meer of minder bijmenging van andere ertsen gemaakt is. Behalve verschillende door locale oorzaken veroorzaakte problemen, o. a. het feit, dat al het staal in hoofdzaak voor het rails-walswerk geschikt gemaakt moest worden, was het hoofdprobleem, dat hier op te lossen was: de verwijdering uit het ruwijzer van het chromium, geheel of gedeeltelijk, en zoo mogelijk het chroomgehalte van het resulterende staal naar believen te regelen. Een bevredigende oplossing is hiervoor gevonden in het zogenaamde Duplex-staal-proces, (verg. F. F. LINES artikel in: Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1915).

Dit bestaat uit de combinatie van:

1. Zuren convertor en basische vlamoven, of wel
2. Zuren convertor en elektrischen oven, of
3. Basischen convertor en basischen vlamoven, of
4. Basischen convertor en elektrischen oven, of
5. Basischen vlamoven en elektrischen oven.

Het meest algemeen verbreid is de combinatie van convertor met zure bekleeding en basischen vlamoven, die ook hier gekozen was, en wel alreeds afgescheiden van de speciale Mayari-problemen.

De werkwijze kan tweeërlei zijn:

A. De convertor-charge wordt gedesilificeerd en gedeeltelijk gedecarboniseerd, waarna in den open haard het koolstofgehalte op den verlangden graad gebracht wordt en het phosphorus verwijderd wordt.

B. Het convertormetaal wordt geheel gedesilificeerd en het koolstofgehalte verblazen tot ongeveer 0.10, waardoor het koolstofgehalte der vlamovencharge meer uniform gehouden kan worden. Bovendien is het op deze wijze beter mogelijk het chroom uit het Mayari-ijzer te verslakken. Bij het laden van den vlamoven zorgt men er nu voor de slak van het Bessemermateriaal gescheiden te houden. Dit heeft men hier bereikt door den geheelen inhoud van den convertor te verzamelen in een groote gietpan, met opening in den zijwand bij den bodem, waaruit het staal kan vloeien.

De redenen en redenen waarom men over is gegaan tot het Duplex-proces, waren de volgende:

De installatie was oorspronkelijk gebouwd voor het maken van Bessemerrails. Men wenschte nu tevens in staat te zijn openhaardstaal te leveren en deed dit door middel van 5 kippbare vlamovens van 50 ton elk, op die wijze het Duplex-proces toepassend als bij *B* aangewezen is. Men bereikte zoo het beoogde doel met: Geringe kosten en geen veranderingen in de bestaande organisatie en uitrusting van het bestaande staalwalswerk.

Het is verder mogelijk, zonder noemenswaardige verandering in de productie, Bessemerstaal of vlamovenstaal te maken.

Er behoeven geen eischen wat betreft het Si-gehalte aan het ruw-ijzer uit den hoogoven gesteld te worden.

Wanneer men vlamovenstaal maakt is de Bessemerafdeeling toch in volle productie.

De convertorafdeeling bestaat uit een 1000 tons menger, die electrisch bewogen wordt. Het ruw-ijzer van de hoogovens wordt in 45 tons ladles gevoerd naar den menger, die bediend wordt door een kraan van 75 ton capaciteit, voorzien van een 10 tons lier voor het kantelen der gietjan. De metaalmenger heeft een bekleeding van 9" magnesiet en 13" vuurvaste steen. Ze wordt verwarmd door één brander, die 100.000 cubieke voet gas per 24 uur verbruikt. Nadat het gesmolten metaal uit den menger gewogen is, wordt het naar de gietzijde van de convertors gevoerd. De convertors worden bediend door twee loopkranen, één voorzien van een 50 tons gietpanlier en een hulplier van 5 ton voor het gieten van het ruw-ijzer in de convertors, en een andere van 75 ton hefvermogen, dienend om het verbla-

zen metaal uit de convertors te hanteeren. Er zijn drie convertors: elk van een capaciteit van 18 ton, terwijl vaak ook charges van 20—22 ton verblazen zijn. Ze worden bewogen door hydraulische cylinders, de afstand van center tot center is 33'. De lucht wordt ingeblazen door 24 bodem-pijpen, elk voorzien van $8\frac{9}{16}$ " openingen, zoodat de totale oppervlakte, waarmede geblazen wordt, 47 vierkante inch per bodem is.

De diepte van het bad is, bij een charge van 21 ton, 24". Het verblazen Bessemer-metaal wordt gegoten in een 60 tons pan, die op een motorwagen geplaatst wordt en naar de vlamovenafdeeling gereden, alwaar de pan door een 75 ton laadkraan naar den te vullen vlamoven gebracht wordt. Het metaal wordt bij de vulling niet over den top der pan gegoten, zooals gewoonlijk het geval is, maar wordt getapt uit een 3" tapopening in den zijwand bij den bodem. Dit is zooals reeds vermeld, om de slak van het metaal gescheiden te houden.

Het vlamovengebouw is 459' lang en 138' breed, met een vrije werkruimte ter weerszijden van de ovens van 65'. Behalve de reeds genoemde ovenlaadkraan, bestaat de mechanische uitrusting uit twee 75 tons-electrische loopkranen om het metaal enz. nadat het den vlamoven verlaten heeft te hanteeren, en een 10-tonsvulpan om spiegelmetaal te kunnen toevoegen. Een 120 ton metaal-menger is in één lijn opgesteld met de ovens, en zoodanig ingericht, dat er ter weerszijden metaal uit getapt kan worden, zoodat men het naar omstandigheden kan gebruiken als toeslag tot te zacht duplexmateriaal, of wel tot het recarbureeren van het metaal in de gietpan. De gietpannen hebben een inhoud van 75 ton elk en worden bediend door de reeds genoemde twee 17 tons-loopkranen. De vlamovens werden oorspronkelijk met generatorgas gestookt. Dit werd gemaakt in een negental Huges-generatoren. Tusschen het gasgeneratorgebouw en het ovengebouw is de opslagplaats voor scrap en ander materiaal, dat in de vlamovens versmolten wordt. De lading hiervan geschiedt met een 10 tons magnetische kraan.

De afmetingen van de vlamovens zijn de volgende:

Lengte tusschen de eindplaten: 31' 2".

Lengte van het metaaloppervlak: 24' 0".

Breedte van het metaaloppervlak: 11' 6".

De gesmolten metaaloppervlakte is 175 vierkante voet, wanneer de oven 50 ton charge inhoudt. Wanneer 60 ton charges gegeven worden is deze oppervlakte 220 vierkante voet. De gas- en luchtregeneratoren hebben de volgende maten:

Gas	8' 3" bij 22' bij 10' 4" =	1,815 kub. voet
Licht	13' 3" bij 22' bij 10' 4" =	2,915 kub. voet

De afmetingen van deze ovens zijn klein en elke charge wordt telkens in haar geheel getapt, zoodat de werking discontinu is. De moderne richting is om groote vlamovens te bouwen van 200—300 tons vermogen, waarbij telkens een gedeelte der charge getapt wordt en die continu in bedrijf zijn. Volgens de onderzoekingen van Dr. M. SCHUSTER zijn bij grootere afmetingen de installatiekosten per ton lager omdat het brandstofverbruik lager is, is de duur van de vuurvaste bekleeding langer en zijn de arbeidsloonen naar verhouding lager, terwijl de kwaliteit van het geproduceerde staal en het ijzerrendement onafhankelijk blijken te zijn van de grootte van den oven. (British Iron and Steel Institute Proc. Mei 1914).

Zooals werd opgemerkt, waren de vlamovens oorspronkelijk ingericht om met generatorgas gestookt te worden. Nadat in 1913 door een toevallige omstandigheid olie in plaats van gas was gebruikt, bleek die zóó goed te voldoen, dat de branders gewijzigd werden tot het stoken van olie.

Over het eigenlijke bedrijf.

Een typische charge voor den convertor bestaat uit 75 % metaal uit den menger en 25 % metaal uit de cupola. In de cupola's wordt gesmolten een 70 % ruwijzer en 30 % staaafval (steelcrap) mengsel.

De samenstelling van het ruwijzer is:

Si	0,40—1,50 %
Cr	1,75—2,50
Ni	1,40
Mn	0,70—1,20
P	0,055—0,065
S	0,01—0,10
C	variabel 4,50

Het vullen van de drie convertors geschiedt met de 45-tons pan die eerst twee der convertors laadt, die onmiddellijk met blazen kunnen beginnen, waarna de derde convertor geladen wordt op de tweede reis van de pan. De temperatuur wordt bij het verblazen binnen betrekkelijk nauwe grenzen gecontroleerd, aangezien dit tot het succesvolle verwijderen van het chroom noodzakelijk is. Dit afkoelen wordt gedaan door toevoeging van 4—8 % railafval of de afgekapte einden

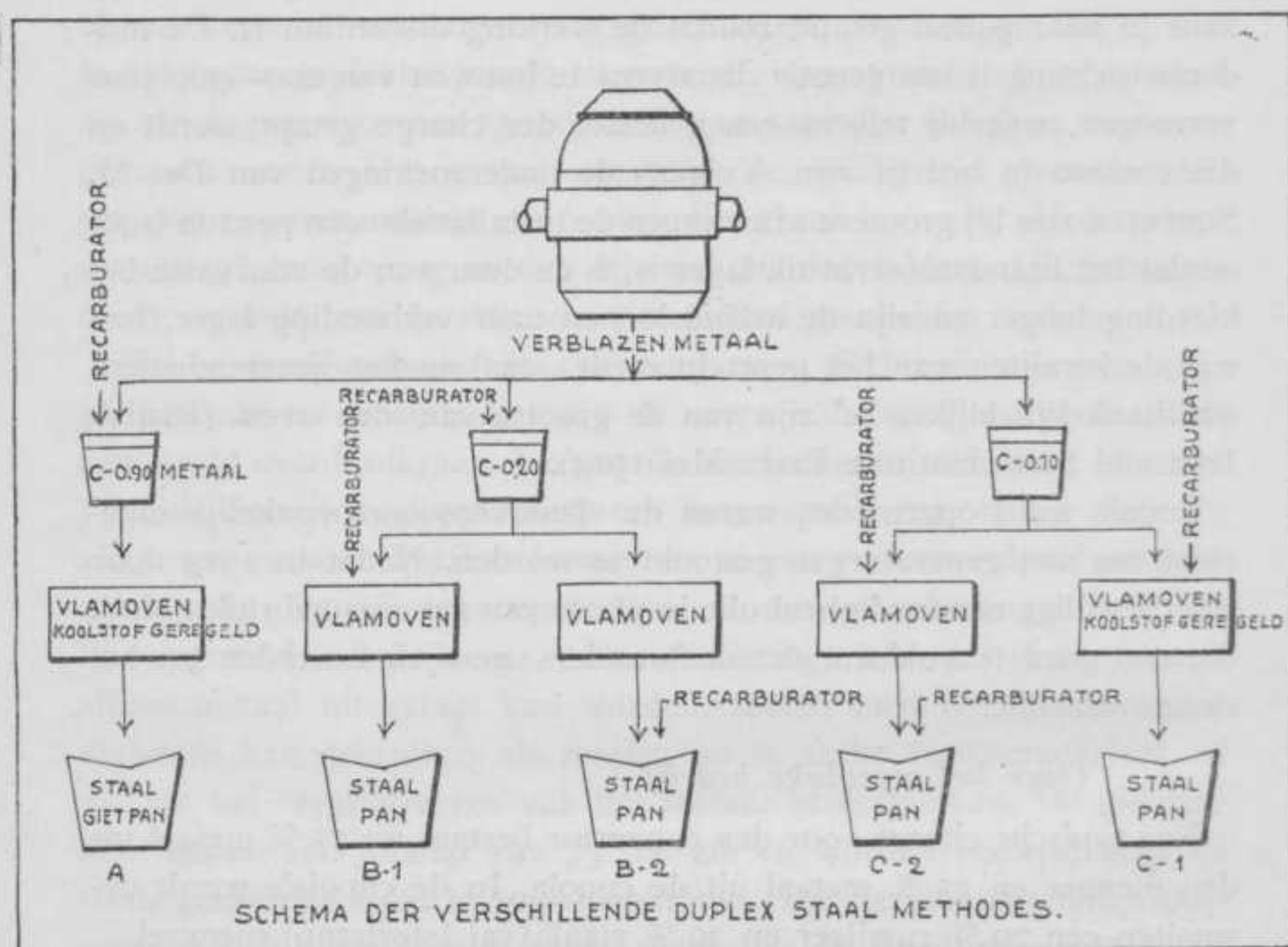


Fig. 6.

van gewalste balken in den convertor toe te voegen. Dit brengt het gehalte aan toegevoegd afvalijzer met hetgeen reeds in het cupola-materiaal was toegevoegd op ongeveer 14%. Dit hoge percentage wordt noodig gemaakt door het hoge chroomgehalte, dat verslakt moet worden, en dat door de hoge verbrandingswarmte een neiging vertoont de temperatuur van den convertor hoog te maken. Uit

practische ervaring werd deze verbrandingswarmte door den Converter-Superintendent F. F. LINES te Sparrows Point geschat op ongeveer de helft van die van Si.

Wanneer de convertorcharges verblazen zijn, worden ze verzameld in de 60-tons transportpan en de vlamoven wordt gevuld door de pan te plaatsen voor de vlamovendeur en de zijopening der pan te openen; het metaal stroomt nu, geleid door een 18" lange „spout” in den oven. Zoodra de slak uit de opening begint te stroomen, wordt de pan achterwaarts gekanteld, geledigd en daarna leeg gewogen. Het verschil tusschen het gewicht der pan vol en geledigd geeft het gewicht van slak en metaal. Nadat ook de slak gewogen is, is dus het gewicht der eigenlijke ovencharge bekend. De tijd, benoodigd voor het laden van het Bessemer metaal in den vlamoven is 25 min. De verschillende methoden, waarop nu verder de staalbereiding plaats heeft, worden weergegeven door het bijgevoegde schema, mede ontleend aan genoemd artikel van F. F. LINES.

A. Ongeveer 20 % van den geheelen inhoud van de 60-tons pan wordt aan ruwijzer toegevoegd ter recarbureering van het gesmolten Bessemer metaal. Dit vereischt, dat het koolstofgehalte niet tot beneden 0.08 geblazen wordt en ook de temp. niet te hoog wordt, aangezien anders een heftig werken optreedt bij toevoeging van ijzer, waardoor mechanische verliezen door overkoken volgen, en soms een bevriezen van den paninhoud door verlaging der temperatuur. De slak verandert door de toevoeging van het ruwijzer een weinig. Eenig FeO en Cr₂O₃ en MnO wordt gereduceerd, zooals blijke uit de onderstaande cijfers. Evenwel is deze hoeveelheid niet zoo groot om voordeel wegens het terugwinnen van ijzer uit de slak, op te leveren.

	Slak, direct van converter.	Slak uit de pan na toevoeging van ruwijzer.
SiO ₂	22,80	24,60
FeO	24,16	22,60
MnO	7,70	7,00
Cr ₂ O ₃	27,65	26,10

Als gemiddelde samenstelling van het verblazen metaal, werd mij opgegeven:

	Bessemer metaal.	Na toevoeging van ruwijzer.
Si.	nihil	—
Cr	0,20	0,30—0,35
Mn	0,07	0,10
P	0,068	0,065
S	0,05	0,040
Ni	1,50	1,50
C	0,08	0,70—0,90

Na de recarbureering worden de cijfers van de tweede kolom als bestanddeelen verkregen. Uit den vlamoven wordt nu elke 20 minuten een proef genomen, die in het laboratorium onderzocht wordt.

Wanneer het metaal goed blijkt te zijn, wordt getapt. Mangaan en het 50 %-ferrosilicium wordt in de gietpan toegevoegd. Wanneer 11 %-ferrosilicium wordt gebruikt, wordt het in den vlamoven toegevoegd 5 minuten vóórdat getapt wordt. Het nadeel van deze methode van werken is, dat in den tijd, die noodig is om het koolstofgehalte van een proef te bepalen, het metaal in den oven van samenstelling verandert, zoodat het voor kan komen dat staal getapt wordt, dat niet voldoet aan de eischen aan railstaal gesteld, waarvoor de installatie te Sparrows Point bestemd is.

B¹ en B². Hierbij werd gerecarbureerd in twee trappen, eerst tot 0.20 in de transportpan, en daarna òf in den open haard òf in de gietpan. Deze methodes hebben niet voldaan.

C¹. Het eenige voordeel van de methode om te recarbureeren in den vlamoven is, dat de transportpan tot op volle capaciteit met verblazen metaal gevuld kan worden, waardoor de productie dus mogelijk iets vergroot zou kunnen worden.

C². Volgens deze methode is het mogelijk geweest het meest uniforme product te krijgen. Het ijzer wordt verblazen, als bij de eerste methode beschreven is, maar het is niet noodig de tempe-

ratuur binnen zoo enge grenzen te houden. De samenstelling van het verblazen metaal, wordt opgegeven, als gemiddeld:

C 0.10—15 %; Mn 0.10 %; P 0.06 %; S 0.04 %; Cr 0.20 %.

De vlamoven is geladen met 2—3 % gebrande kalk, en de vóór-warming duurt 30 min. Zoodra het gesmolten metaal is ingelaten, wordt gesmolten ruwijzer toegevoegd. Als dit in het bad gemengd is, wordt een proef genomen, waarvan de analyse ongeveer moet zijn:

C 0.15—0.30 %; Mn 0.08 %; P 0.008 %; S 0.05 %; Cr 0.20—0.30 %.

Wanneer temperatuur en analyse goed zijn, wordt gesmolten spiegelijzer met 20 % Mn toegevoegd met nog genoeg gesmolten ruwijzer om de juiste koolstofverhouding te geven in de gietpan nadat de charge getapt is. De tijd benodigd voor elke charge is ongeveer $1\frac{1}{2}$ uur. De temperatuur in den vlamoven moet bij deze methode noodzakelijk hooger zijn dan bij de eerstbeschreven werkwijze, aangezien de afkoeling tengevolge van de recarbureering en spiegelijzer-toevoeging in de gietpan door het gesmolten ovenproduct verdragen moet kunnen worden. Een typische slakanalyse is: SiO_2 14 %, FeO 4 %, Cr_2O_3 7 %, CaO 45 %, P_2O_5 0.75 %. De capaciteit van de installatie heeft maximaal per dag bedragen 694 ton. Er kan 0.11 ton staal per uur geleverd worden per vierkanten voet haardoppervlakte.

Het brandstofverbruik, gedurende 1913 en 1914 was:

1913, kool per ton ruwstaal 235 pond voor Duplexproces tegen 1030 voor het versmelten van gewone koude charge in den vlamoven. Deze omvatten mede het vóórwarmen van het staal voor het walsen. 1913, het olieverbbruik was in gallons per ton ruwstaal (ingots) voor duplex, 16, tegen 40 bij het gewone vlamovenproces.

1914, slechts olie werd gebruikt. Onder ongunstige condities, van slechts 5 bedrijfsdagen in de week, werd bij het duplex-proces 12.8 gallon olie per ton ruwstaal verbruikt tegen 50 bij het gewone proces. Ongeveer 33 % van de charges in de vlamovens bestond uit ruwijzerafval, zoodat deze mede inbegrepen zijn, wanneer voor den levensduur van het onderdak wordt opgegeven 330 charges, en voor het ovenfront 97. Wanneer uitsluitend volgens het duplex-proces

gewerkt wordt, kan worden aangenomen, dat de duur langer is. F. F. LINES geeft op 500—600 voor het dak en 200 voor het front, De kwaliteit van het duplexstaal is dezelfde als van Siemens-Martin-staal.

Zooals blijkt uit het voorgaande, dat in hoofdzaak een herhaling en resumé is van het genoemde artikel van F. F. LINES, is de moeilijkheid van het maken van staal uit Mayari-ruwijzer gering. In den beginne werd last ondervonden van het chroom, dat lastig te verwijderen was. Bij het duplex-proces is deze moeilijkheid op doeltreffende wijze geëlimineerd door de slak, waarin na de oxydatie in den convertor het chroom opgehoopt was, van het metaal te scheiden, vóórdat het koolstofgehalte van het bad verhoogd werd, zoodat geen chroom door reductie in het staal kon worden teruggevoerd. De grootste moeilijkheid bij het duplex-proces door het chroom veroorzaakt, is geweest het regelen van de temperatuur bij de verblazing, aangezien bij de verbranding van het chroom een belangrijke hoeveelheid warmte vrijkwam, die dus een koeling van den convertor door ruwijzertoevoeging gedurende het verblazen noodzakelijk maakte, om een te snel doorbranden der convertorbekleding te voorkomen, wat bovendien een grooter gedeelte van het ijzer zou doen verslakken. Ten einde een goede Bessemerslak te maken, moet gerekend worden, dat ongeveer 1.75 % van het metallisch ijzer uit de charge verslakt. Het nikkel gaat in zijn geheel in het staal. Als voorbeeld van een staalbereiding, waarbij het chroomgehalte laag gehouden werd, geef ik hier enkele cijfers, ontleend aan de dagrapporten van Mei 1915, toen meer normale condities heerschten dan in 1914, waarop de vorige cijfers betrekking hadden.

Ruwijzer.		Afval- ijzer.	Verblazen metaal.	Spiegel- ijzer.	Staal- werk.	Staal- ber.
Hoeveelh.	34000	5000		3480		
C	4,75		0,066	4,48	0,436	0,486
Mn	1,02		nihil	12,61	0,99	1,15
Si	0,59		nihil		nihil	nihil
Cr	2,19		0,06		0,17	
Ni	1,40		1,50		1,50	1,50

Het gewicht der verkregen ingots bedroeg 36620 pounds, zoodat het metaalverlies bedragen heeft 5860. Het ijzerverlies bij de verwerking ruwijzer tot staal heeft bedragen 13.8 %. Het mangaanverlies bedroeg 17.5 %, het koolstofverlies 10.1 %.

Opgemerkt dient ten slotte nog te worden, dat ook direct Bessemer staal uit het Mayari-erts gemaakt is, dat dan echter altijd lager in chromium is, aangezien dan de reguleerende tusschenphase in de verzamel- en transportpan afwezig is. Hetzelfde bezwaar heeft men bij het bereiden van Siemens-Martin staal. Tegenwoordig wordt hoofdzakelijk volgens het duplex-proces gewerkt, waarbij men tevens het chroomgehalte beter kan regelen.

OVER DE TOEPASSINGEN VAN MAYARI-STAAL.

Van belang is na te gaan, waarvoor het Mayari-staal gebruikt wordt. Hierover werden gegevens gevonden in het Rapport 1917 van de Royal Ontario Nickel Commission, en (in hoofdzaak) in een uittreksel van het artikel van J. A. L. WADELL in Paper No. 108 van de Transactions Engineering Congress, San Francisco 1915.

Het gebruik van nikkel-chroom-staal is in de laatste jaren sterk toegenomen, het is tegenwoordig voor de Amerikaansche praktijk het belangrijkste alliagestaal, dat in constructiewerk gebruikt wordt. Het wordt door ongeveer 12 maatschappijen gemaakt in de Vereenigde Staten; de productie was in 1913 100.000 ton ingots, gemaakt in vlamovens, met uitzondering van 2000—3000 ton, die in kroezen en elektrische ovens gemaakt waren. Gedurende 1914 was de productie aan nikkelstalen, volgens opgaaf van het U. S.-Bureau of Census:

Nikkelstaal	69.955 ton.
Nikkel-chroomstaal	102.562 ton.
Nikkel-chroom-vanadiumstaal	14.123 ton.
Nikkel-chroom-titaniumstaal	1.106 ton.

Stelt men hiertegenover de cijfers door de Commissie van het American Iron and Steel Institute over 1910, dan blijkt de verhouding van quantiteiten nikkel en nikkel-chroomstaal omgekeerd te zijn geweest, namelijk 106.707 ton nikkelstaal, tegenover 52.021 ton nikkelstaal, tegenover 52.021 ton nikkel-chroomstaal.

Uit het Mayari-erts wordt een staal gemaakt, dat van 1 tot 1.5 % nikkel houdt en van 0.20—0.75 % chroom. Door de ertsen speciaal te sorteeren en reeds bij de winning een materiaal bijzonder rijk aan nikkel uit te houden en afzonderlijk te verschepen, kan echter het gehalte aan nikkel hooger gemaakt worden, wat evenwel met den

regelmatigen gang van het bedrijf in conflict komt en daardoor extra kosten veroorzaakt. In het algemeen worden nikkel-chroomstalen onderscheiden in verschillende typen:

Zoo onderscheidt L. G. L. NORRIS:

	nikkel	chromium	koolstof
1.	3.5 %	1.5 %	0.25—0.45 %
2.	2.0 %	1.00 %	0.10—0.45 %
3.	1.5 %	1.50 %	0.10—0.45 %

Het eerste type wordt voornamelijk gebruikt voor pantserplaten en projectielen, de andere twee typen worden door de automobielenindustrie verlangd. De tweede soort wordt speciaal gebruikt voor automobielenonderdeelen. Het is zeer sterk na een thermische behandeling, het heeft groote hardheid, en biedt grooten weerstand tegen schokken en wisselende belasting. Het derde type, dat het meest overeenkomt met het direct uit Mayari-erts verkrijgbare staal wordt door hem beschreven als een „all-round-engineering-steel”. Het kan uitnemend in kool gehard worden, omdat het gemakkelijk gecarbuureerd wordt. Het heeft een geringere trekvastheid dan de overige twee, maar wordt gemakkelijker bewerkt. Over de mogelijkheid eener invoering van het Mayari-staal in constructiewerk, geeft WADELL gegevens die hij verkreeg uit een brief van J. V. W. REYNDERS, vice-president van de Pennsylvanian Steel Co., die een groote spanbrug bij Memphis, Ohio leverde over de Mississippi. De slotsom, waartoe WADELL geraakt is, dat Mayari-staal voor bruggen het gewone koolstofstaal onder alle omstandigheden verslaat, maar dat het, wanneer het produceeren ervan per pond 1.5 doll. Ct. meer kost dan koolstofstaal, vermoedelijk niet zoo economisch zal zijn als welk ook van de soorten nikkelstaal, die tegenwoordig commercieel gemaakt worden. Dat evenwel het Mayari-staal een zeer goede kans heeft om de concurrentie te weerstaan, wanneer het mogelijk is het Mayari-staal te maken voor een zelfkostenden prijs, die 1 ct. meer is dan die van gewoon koolstofstaal. Een nadeel is de onregelmatigheid van het tegenwoordig gemaakt product. De elasticiteitsgrens varieert namelijk volgens opgave van REYNDERS van 55.270 tot 64.660 pond per vierkante inch, de uiterste breukbelasting van 91.400—98.420 pond per

vierkante inch, het nikkelgehalte van 1.27—1.51 %, het chroomgehalte van 0.36 tot 0.46 %. Deze cijfers golden voor het vormstaal. Voor de platen bedroegen de overeenkomstige getallen: elasticiteitsgrens 55.270—64.660 pond per vierkante inch, breukbelasting 90.040—99.600 pond per vierkante inch, nikkelgehalte 1.36—1.57 %, chroomgehalte 0.31—0.49. Het zal dus altijd noodig zijn het Mayari-staal aan nauwkeurige beproeving te onderwerpen uit vrees, dat er een inferieure kwaliteit onder voorkomt. Hoe ongunstig de sterke variatie van het materiaal werkt blijkt wel hieruit, dat het gemiddelde van de gemeten elasticiteitsgrenzen 59.655 lbs. bedroeg, terwijl voor het contract van de brug slechts 50.000 vereischt was. Wanneer het mogelijk mocht blijken het Mayari-staal van een meer constante samenstelling te maken, zou het als brugstaal andere alliagegestalen vervangen. Alliagegestalen worden gebruikt voor bruggen met lange overspanning. Het gebruik in de automobiellindustrie is reeds vermeld. In den laatsten tijd is door de Bethlehem-Steel-Co. Mayari-staal ingevoerd voor het maken van gereedschappen, o. a. is door hen een schop van Mayari-staal in den handel gebracht, die voor zwaar werk bestemd is. Over het algemeen verhoogt het chroomgehalte de sterkte en den weerstand tegen schok, terwijl vooral de mineralogische hardheid toeneemt.

OVER DE VERBETERING VAN FIJNE IJZERERTSEN EN HOOGOVENSTOF.

De verbetering van fijne ijzerhoudende materialen, dat is het brengen ervan in een vorm, die in de hoogoven op economische wijze versmeltbaar is, werd vooral van belang in de Vereenigde Staten na de invoering van de Mesabi-ertsen omdat deze ertsen bij de versmelting groote hoeveelheden stof opleverden, een fijn materiaal, dat men niet verloren wenschte te laten gaan. Ook het fijne ertsslib, dat bij de verschillende ertsbereidingen verkregen werd, en ten slotte de ontdekking der chroom- en nikkelhoudende Mayari-ertsen waren oorzaak, dat men zich op de verbetering van deze fijne producten ging toelleggen. Om na te gaan, welke bewerking voornamelijk voor de Cubaansche ertsen de meest voordeelige schijnt te zijn, zal ik achtereenvolgens de verschillende in gebruik zijnde procédés toelichten, hierbij zoowel lettend op de bruikbaarheid van het verkregen product, als op de economie van het proces zelve. Van belang is dit voor ons, aangezien o. a. op het eiland Poeloe Seboekoe, ten Zuiden van Borneo, analoge ertsen gevonden zijn, waarvan de economische winning en verscheping wellicht mogelijk zijn.

Vooraf mogen gaan eenige opmerkingen over de hoogovenprocessen in het algemeen, omdat hierna gemakkelijker de bruikbaarheid der verschillende producten beoordeeld kan worden.

De voornaamste werkingen, die in de hoogoven volbracht worden, zijn:

1. De voorwarming van de charge,

2. De reductie der ijzeroxyden tot metallisch ijzer.

3. Het smelten van het ruwijzer en de slak.

1. De langzaam zich nederwaarts bewegende charge wordt door de opstijgende gassen volgens het tegenstroomprincipe voorgewarmd,

zoodat de gassen den oven met hunne laagste temperatuur verlaten, terwijl de werking geleidelijk geschiedt met een maximum transmissie-effect. De hierdoor bereikte economie is eigen aan de constructie van den hoogoven en niet, of slechts in zeer geringe mate, afhankelijk van den aard van het versmolten product.

2. De reductie van de charge kan op tweeërlei wijze geschieden, n.l. direct door de vaste cokes en indirect, d.w.z. door de hoogoven-gassen. Het is voornamelijk door deze laatste reductie, dat een betere brandstofeconomie bereikt kan worden. En de mogelijkheid van deze indirecte reductie hangt in sterke mate af van de gesteldheid van het te versmelten materiaal. Zoo zal zij het meest optreden bij poreuse materialen, omdat deze voor de gassen groote contactoppervlakte bieden. Dat de indirecte reductie van groot belang is, volgt hieruit, dat de reductie van Fe_2O_3 door CO exotherm is, die van FeO weliswaar endotherm, maar van een gering bedrag, terwijl de directe reductie in veel sterkere mate warmte absorbeert. Aangezien de indirecte reductie slechts kan plaats hebben tusschen 200° en 1100° Celsius, is het duidelijk, dat noodig is, dat alle ertsdeeltjes lang genoeg in deze temperatuurzone kunnen blijven om een zoo velledig mogelijke gasreductie te verkrijgen, en dat onregelmatigheden in de daling van het erts zich zullen uiten in een verhoogd brandstofverbruik. De reductie door de gassen werkt eveneens vanzelf volgens het tegenstroom-principe.

De koolstof verbrandt vóór de blaaspippen tot CO, een reactie, die met de ontwikkeling van 2430 Cal. per K.G. koolstof gepaard gaat. Het is duidelijk, dat de indirecte reductie, waarbij de CO omgezet wordt in CO_2 , en die dus de bij deze reactie vrijkomende warmtehoeveelheid van 5670 Cal. per koolstofeenheid benut, zich zal manifesteren in een verbeterd cokesverbruik. Het zal dus aanbeveling verdienen de fijne ertsen in een zoodanigen vorm te brengen, dat een goede reductie door gassen mogelijk is.

3. De derde bovengenoemde werking is voor de verschillende producten gelijk.

De verschillende processen dan, die voor de verbetering van fijne ertsen gebruikt worden, kunnen onder twee rubrieken gerangschikt worden:

I. Briketteeren.

II. Agglomerereeren en sinteren, waaronder tevens het Gröndahl-briketteer-proces begrepen wordt, aangezien hierbij de temperatuur zoo hoog opgevoerd wordt, dat een sintering plaats grijpt.

I. De briketteerprocessen zijn in Amerika niet erg begunstigd. De enkele proefinstallaties, die men gebouwd heeft, schijnen niet tot meer algemeene invoering te hebben geleid. Dr. A. WEISKOPF, geeft in *Stahl und Eisen*, 1913, pag 273, het onderstaande overzicht over de briketteerprocessen.

A. Met een bindmiddel,

a. Anorganisch.

1. Kwartsmeelkalkproces (kalkzandsteenproces).

Dit proces was niet meer in bedrijf.

2. Chloormagnesium-proces van Dr. W. SCHUHMACHER.

3. Scoriaproces.

4. Proces der Deutsche Brikettiergesellschaft.

5. Dahl-proces.

6. Proces der Hasper Eisen- und Stahlwerke.

b. Organisch.

1. Celpek-proces.

2. Crusius-proces.

B. Processen zonder bindmiddel.

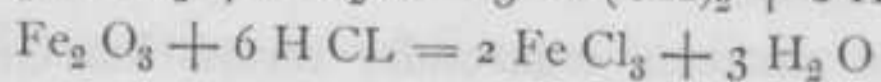
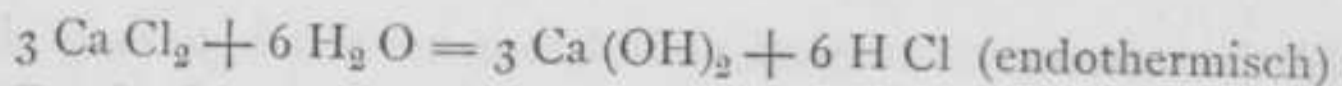
1. Crusiusproces van de Ilseder Hütte.

2. Proces der Kertcher Eisenwerke (buiten bedrijf).

3. Ronay-proces (buiten bedrijf).

A. a. 1. Het kalkzandsteenproces bestond hierin, dat het erts, (purple ore) gemengd werd met 5 % kalk en 3 % kwarts en hiermede gebriketteerd. De briketten werden door de toevoeging van 8 % leeg materiaal lager in ijzergehalte.

Het Chloormagnesiumproces van SCHUHMACHER is in de Vereenigde Staten toegepast in de Cambria-steelworks en in de Lackawanasteelworks. Het eigenlijke bindmiddel is het hoogovenstof zelve, terwijl het chloormagnesium, waarvoor ook chloorcalcium gesubstitueerd kan worden, gerekend wordt katalytisch te werken, volgens onderstaand kringproces:



(Prof. J. W. RICHARDS in Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1912 P. 387). De Cambria Steel Co. te Johnstown, DA. heeft twee persen geïnstalleerd met een capaciteit van 250 ton briketten per dag. Gebriketteerd wordt een erts van de Mahoningmijn, dat 10—12 % vocht houdt, waarbij droog hoogovenstof gemengd wordt in de verhouding 1 deel stof op 3 deelen erts. Toegevoegd wordt een 30 % oplossing van CaCl_2 . De briketten worden gemaakt in twee persen:

1. Een Brück-Kretschle-pers met een druk van 5500 lb. per vierkante inch, voorzien van een 35 P.K. motor, die 7 ton per uur kan produceeren.

2. Een Ronay-pers met een druk van 12.500 lb. per vierkante inch, 25 P.K. vereischend bij een productiecapaciteit van 4 ton/uur.

Aangezien het hoogovenstof 18—20 % cokesstof hield, was er nog ongeveer 6 % cokes in de briket aanwezig, wat de reductie in den hoogoven ten goede kwam. Een briket, geheel van stof gemaakt, bleek 27 % holten te bevatten. De druksterkte bedroeg 31.8 K.G. per c.M.^2 De kosten van het proces moeten niet meer bedragen dan \$ 0.30 per ton, incl. afschrijving en interest op de installatiekosten. Ten slotte heeft ook dit proces bij de Cambriasteel Co. niet voldaan, aangezien men meestal te veel erts had voor het beschikbare stof, de stof onregelmatig van samenstelling was, het erts in watergehalte sterk wisselde, en de gemaakte briketten niet hard genoeg waren, wanneer zij niet uit een hoog percentage stof gemaakt waren. Aangezien het hoogovenstof als eigenlijk bindmiddel schijnt te dienen komt het proces blijkbaar voor een directe verwerking van erts niet in aanmerking. In Lackawana N. Y. waar er alleen stof mee verwerkt wordt, voldoet het systeem vrij goed. De kosten werden daar opgegeven als 40 cts per ton.

3. Het Scoriaproces gebruikt als bindmiddel een gegranuleerde zeer basische slak. Het is een door locale omstandigheden ontstaan proces, dat geen algemeene verbreiding heeft.

4. Het procédé der Deutsche Brikettengesellschaft gebruikt als

bindmiddel cement en phonoliettuif. Het proces vereischt een langdurig afbinden aan de lucht en veroorzaakt ook weer een verdunning van het ijzergehalte der ertsen.

5. Het Dahl-proces mengt het erts met 8—10 % gebluschte kalk en 1 % gemalen hoogovenslak. Men laat afbinden aan de lucht na de briketten onder 200—400 atm. geperst te hebben.

6. Hierbij wordt 6 % gips als bindmiddel gebruikt. Van de processen met een organisch bindmiddel werken is het Celpek-proces ook onder locale omstandigheden gegroeid, aangezien hier als bindmiddel de afvalloog van cellulosefabrieken gebruikt wordt.

Het nieuwe Crusius-proces der Ilseder Hütte, bezigt als bindmiddel teer, die vooraf ontwaterd is en bevrijd van lichte en zware oliën. De briketten worden geperst met ongeveer 4 % der geprepareerde teer.

De processen zonder bindmiddelen zijn over het algemeen weinig toegepast.

Als algemeene vereischten voor goede briketten kunnen worden gesteld:

1. Ze moeten aan mechanische invloeden in den hoogoven weerstand kunnen bieden. Daartoe is volgens Dr. WEISKOPF noodig, dat ze een drukvastheid hebben van minstens 60 K.G. per cm^2 , en dat ze niet in stof of kleine stukken breken, wanneer ze van een hoogte van 3—4 meter op een plaatijzeren vloer geworpen worden.
2. De briketten moeten niet verweeren, wanneer ze langeren tijd aan atmosferische invloeden worden blootgesteld.
3. Zij moeten bestand zijn tegen hitte en bij 900°C . mogen zij wel sinteren, maar niet verbrokkelen.
4. Zij moeten in den hoogoven voldoen, waarom zij
 - a. poreus moeten zijn om een reductie door gassen te vergemakkelijken,
 - b. dicht bij den oventop den invloed van waterdamp van 150°C . moeten kunnen verdragen, zonder te verbrokkelen,
 - c. tot op ongeveer 1000°C ., dus gedurende de geheele gasreductieperiode, kunnen blootstaan zonder te breken,
 - d. druk en wrijving, gedurende het dalen in de ovenschacht kunnen weerstaan.

Een nadeel van het briketteeren met bindmiddelen is altijd, dat het ijzergehalte daalt en dus het brandstofverbruik per ton product stijgt, aangezien ook de bijmengselen mede gesmolten moeten worden. Wanneer ertsen van nature een zoodanige geaardheid hebben, dat zij zonder bijmengselen gebriketteerd kunnen worden door toepassing van druk alleen of van druk met een hooge temperatuur, is dit wel een zeer goede verbeteringsmethode. Zoo is o.a., in de Concordia Hütte bij Eschweiler een kleihoudend erts tot briketten geperst en na droging direct versmolten. Voor de Mayari-ertsen heeft men ook getracht het dure nodulizing proces te ontgaan door een directe briketteering. Hiertoe is in Sparrowspoint een briketpers van MASHEK in proef geweest, bestaande uit twee gekamde walsen, waarvan de kammen evenwijdig loopen aan de as van de walsen. De walsen worden bijeen gehouden door sterke veeren, die tevens druk op het erts uitoefenen, dat tusschen de walsen doorgevoerd wordt. Het product bestond uit staafvormige briketten van geperst erts 12" lang en 1.5" in diameter. Gegevens omtrent het smelten van deze briketten konden in Sparrowspoint niet verkregen worden. Dat ze niet het verlangde resultaat bereikten, blijkt wel hieruit, dat de proefnemingen gestaakt zijn, na een instorting van het briketteergebouw en dat de Mashekers onder een ruïne verborgen was nog bij mijn bezoek. Dit neemt evenwel niet weg, dat een directe briketteering van het ruwe Mayari-erts aantrekkelijk blijft en dat wellicht een ander apparaat een beter product zou hebben opgeleverd. De eerste proefnemingen zijn echter niet geslaagd. Bij een erts als dat van Mayari met een laag ijzergehalte valt een briketteering met bindmiddelen wel buiten beschouwing. In het algemeen zijn de briketten producten, die zeer goed door gassen gereduceerd kunnen worden, die dus het cokesverbruik gunstig beïnvloeden, zoodat het zoeken naar een oplossing in deze richting ook na een eersten tegenslag gerechtvaardigd blijft. (Zie later de fig. van L. MATHECIEN).

II. Agglomerereeren en sinteren.

Het zijn voornamelijk de methodes, waarbij het fijne materiaal gesinterd wordt, die in de Vereenigde Staten in gebruik zijn gekomen. Men onderscheidt:

1. Gröndahl-proces.
2. De sinterprocessen van
 - a. Greenawalt, Huntington-Heberlein en Savelsberg.
 - b. Dwight-Lloyd.
3. Het agglomereren of noduleeren in roterende trommels.

1. Het Gröndahl-proces is in Zweden zeer algemeen verbreid voor de verbetering van de rijke magnetiet-concentraten. In Duitschland is het te duur gebleken. In Amerika is het proces niet veel ingevoerd. Het bestaat uit het briketteeren onder matigen druk, tot briketten, die op platte wagens gestapeld kunnen worden, waarop ze in een kanaaloven worden gereden, die gestookt wordt met generatorgas. Verschillende van zulke installaties werden door mij in Zweden bezocht. Ze eigenen zich bijzonder tot het maken van een waardevol eindproduct uit rijk ertslib, aangezien het zwavelgehalte door de bewerking tot 0.01 gebracht kan worden uit een concentraat, dat 0.17 S bevatte. Een nadeel zijn de kosten, die in Duitschland 4 tot 5 mark per ton bedragen, (verg. bijgevoegde tabel). De poreusiteit der briketten is meer dan 20 %, de drukvastheid ongeveer 5000 pond per vierk. inch. Onderzoekingen omtrent het gebruik van Gröndahlbriketten zijn gepubliceerd in *Jern Kontorerts Annaler*, door ARVID JOHANSSON in 1908 pp. 100—434 en door J. A. LEFFLER in 1912 pp. 68—79. Zij publiceerden gegevens over ertsvullingen, varieerend tusschen 100 % erts en 100 % briketten en kwamen tot het resultaat, dat het houtskoolverbruik daalde per ton ruwijzer bij vermeerdering van het percentage briketten van 68.70 H.L. bij 100 % erts tot 48.80 H.L. bij 100 % briket. Terwijl de prijzen per ton van stukerts en briketten zich verhielden als 1:1.4, verhielden de productiekosten van het ruwijzer zich in een ijzerwerk, dat de briketten invoerde, als 1:0.95. Het kolenverbruik daalde tot 0.8 van het gewone, terwijl de wekelijksche productie steeg tot 1.2 maal de normale. Toen in de Ilseder Hütte 72 % in plaats van 17 % briketten versmolten werd, daalde het cokesverbruik per ton ruwijzer van 992 K.G. tot 926 K.G. Voor een oven in België, die Bilbao-erts verwerkte, werd opgegeven een cokesverbruik van 2398 pond per ton, wat daalde tot 1760 pond, toen de ertscharge uit 70 % briket en 30 % Bilbao-erts

PROCES.	Mate- riaal.	Product dag.	Installatie- kosten.	Toevoe- ging.	A	Depre
		en per jaar.				B
		Tonnen.	Guldens.			per ton pro- duct.
Ronay	hoogoven stof	100 30,000	71250	geen	15 % mach. 10 % geb.	43,75
Kwartsmeel- kalkproces	stof en fijnerts	200 60,000	125000	10 % kalk 5 % kwartsmeel	10 % mach. 2 % geb.	18,75
Magnesium- chloride	voorn. stof	100—200 30000—36000	40000	magn. chlor.	10 %	11,25
Scoria	erts en stof	200 60,000	62500	4 % slak 4 % kalk	10 %	10,—
Deutsche Bri- kett Gesells.	erts en stof	160 48,000	27500	cem. 10 % kalk	10 %	6,25
Dahl	erts en stof	500 150000	?	8 % kalk 1 % slak	10 %	31,25
Gröndahl	magne- tiet	1 oven 43 12,000	43750	—	10 %	33,75
Agglom. Fellner Ziegler	fijnerts	150 45000—	95000	—	10 %	20
Dellwick Flei- scher water- gas	fijnerts	100 30,000	90000	—	10 %	18,75
Convertor sin- tering	purple erts	1 convertor 10—30 3000—9000	12000	—	10 %	16,25
Celpek	stof en erts	400 120000	90000	4 % bindm.	10 %	6,25
Crusius	stoferts	600 18000—	?	4 % gebr. pek	10 %	12,5

ciatie.		Koolverbr.			Loonen.		Kracht en repa- ratie.	Totaal produc. kosten.		
C	D per ton pro- duct.	A per cent.	B centen.	C cen- ten.	A	B		A	B	
					per ton product.					
10 %	23,75	—	—	—	25	28,75	45	102,5	95	
10 %	22,5	—	—	—	37,5	45	45	167,5	180	
10 %	11,25	—	—	—	40	40	21,25	102,5	—	
10 %	10,—	—	—	—	25	27,5	22,5	80	85	
10 %	6,25	—	—	—	10	32,5	16,25	92,5	137,5	
10 %	31,25	—	—	—	41,25		28,75	157,5	—	
10 %	33,75	8	107,5	62,5	75	100	62,5	f 2,75	f 2,50	
10 %	20	9	67,5	67,5	16,25	17,5	45	f 1,50	131,25	
10 %	18,75	10	72,5	72,5	41,25			130,5	131,25	
—	—	—	18,75	—	37,5—57,5 en 38,75		41,25	—	75—125	—
10 %	7,50	—	—	—	6,25	6,25	16,25	137,5	—	
10 %	12,5	—	—	—	41,25		57,5	95	—	

bestond. Het brandstofverbruik bij het branden der briketten is ongeveer 7—8 %, wanneer generatorgas gebruikt wordt en 15 gallons per ton erts, bij gebruik van olie. Deze feiten werden slechts volledigheidshalve toegevoegd, aangezien een duur proces, als dat van Gröndahl, wel nooit in aanmerking zal kunnen komen voor de verbetering van een erts, met een niet zeer hoog ijzergehalte.

2. Van de eigenlijke sinteringsprocessen zijn voornamelijk de processen van Dwight-Lloyd en Greenawalt in Amerika in gebruik, waarvan het eerste de grootste verbreiding heeft. De processen van *Savelsberg* en *Huntington-Heberlein* zijn in Europa voornamelijk gebezigd tot het roosten van sulfidische ertsen, voor zoover mij bekend, zijn ze voor fijne ijzerertsen en verbetering van hoogovenstof niet veel gebruikt; veel gegevens stonden mij echter niet ten dienste. Een toepassing van het Greenawalt-proces werd door mij gezien te Sparrowspoint.

a. Het proces bestaat uit een sintering van het fijne erts in een dik bed, waarbij de brandstof in het hoogovenbedrijf verbrandt of het erts voorzien wordt van gemalen kool om de sintering te bewerken. Het erts wordt in regelmatige lagen gespreid op den van ronde openingen voorzien dubbel bodem van een rechthoekige sinterpan. De ruimte tusschen dezen valschen bodem en den bodem der pan wordt gebruikt als zuigkamer voor de lucht, die door het bed heen gezogen wordt. Wanneer de sintering is afgelopen wordt de pan gekanteld, waarna de bewerking met een nieuwe vulling opnieuw kan geschieden. De valsche bodem bestaat uit, onafhankelijk van elkaar, verwisselbare roosterstukken. Soms wordt eerst een kalklaag uitgespreid om doorbranden van den bodem te voorkomen. Het proces levert een zeer bruikbaar materiaal, zooals uit de cijfers moge blijken, die door mij bij de beschrijving van de versmelting der Mayari-producten te Sparrowspoint zijn gegeven (verg. pag. 211 van dit verslag). De werking is echter discontinu, terwijl, door de dikte van het bed en de zuigopeningen in den bodem, die rond zijn en uitteraard van een geringe diameter ($\pm 1''$), de doorgezogen lucht neiging vertoont kanalen te vormen, zoodat de sinterende werking dan om deze kanalen heen gecentraliseerd wordt en het product een wisselend percentage aan ongesinterd fijn erts zal bevatten, dat eigenlijk het proces nog

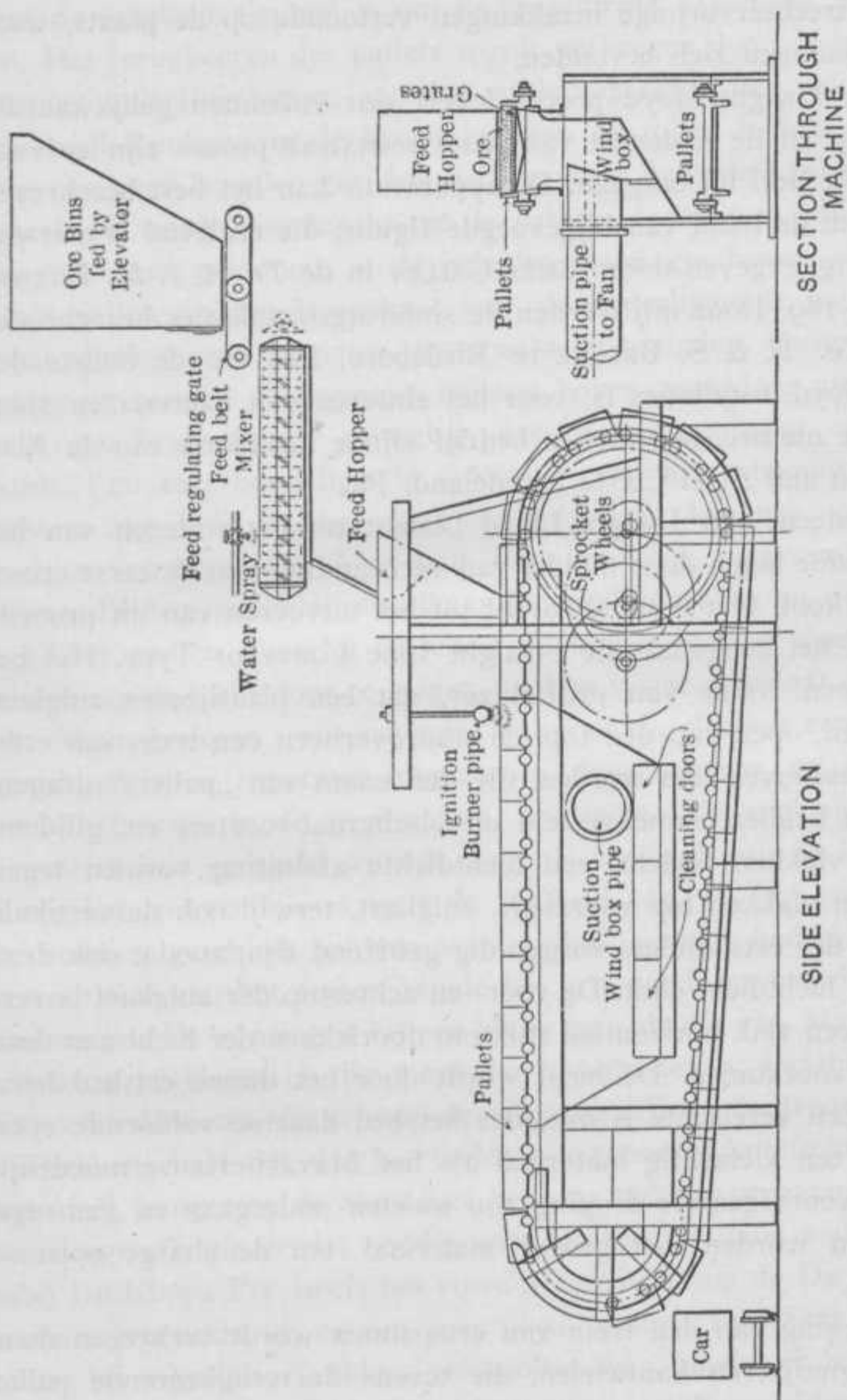


Fig. 7. Dwight and Lloyd Sintering-machine; Conveyor type.

(Overgenomen uit The Sintering of Fine Iron-Bearing Materials. By JAMES GAYLEY, New York, R. Y. in de Transactions of the American Institute of Mining Engineers 1911).

eens zou moeten passeeren. Dat deze kanaalvorming vrij sterk optrad bleek o. a. doordat de oppervlakte van het ertsbed in de sinterpan zeer

duidelijk trechtvormige inzakkingen vertoonde op de plaats, waar de zuigopeningen zich bevonden.

b. Het Dwight-Lloyd proces levert een volkomen gelijkwaardig product op en de nadeelen van het Greenawalt-proces zijn er voor het grootste deel bij ontgaan. De apparatuur kan het best beschreven worden aan de hand van bijgevoegde figuur, die ontleend is aan een beschrijving, gegeven door JAMES GAILEY in de *Tr. A. I. M. E.* 1911 pag. 180—189. Door mij werden de sinteringsinstallaties bezocht van de Iron Co. E. & S. BROOKE te Birdsboro, Pa., die de oudste der Dwight-Lloyd-installaties is, voor het sinteren van ijzererts en vlogstof, en de nieuwe, nog niet in bedrijf zijnde installatie van de Alan Wood Iron and Steel Co. te Swedeland, Pa.

Het systeem van Dwight-Lloyd bestaat uit het sinteren van het erts, in dunne lagen door middel van verbranding van de eerst ermee gemengde kool. Het beste apparaat tot het uitvoeren van dit procédé is geweest het zogenaamde Straight Line Conveyor Type. Het bestaat uit een frame van profielijzer, dat een plaatijzeren zuigkast ondersteund, open aan den top, en waaroverheen een trein van ertshouders geschoven kan worden, die den naam van „pallets” dragen, een bodem hebben, samengesteld uit vischgraat-roosters en, glijdend over hun vlakken bodem, een luchtdichte afsluiting vormen tegen de, van een vlakken top voorziene, zuigkast, terwijl ook de verticale zijvlakken der ertshouders zorgvuldig geëffend zijn, zoodat ook deze verbinding luchtdicht sluit. De voor- en achtertop der zuigkast is verlengd met een vlak horizontaal stuk om doorlekken der lucht aan deze punten te voorkomen. De lucht wordt door het dunne ertsbed heen gezogen. Een vereischte is dus, dat het bed daartoe voldoende open is, zoodat een kleiachtig materiaal als het Mayari-erts vermoedelijk eerst een voorafgaande droging zou moeten ondergaan en gemengd zou moeten worden met grover materiaal om de charge open te houden.

De beweging van den trein van ertspannen wordt verkregen door een paar gietijzeren kamwielen, die tevens de terugkeerende pallet van de onderliggende terugvoerbaan op moeten voeren naar het roostniveau. De pallets hangen bij hunnen teruggang aan de rollen, die er aan bevestigd zijn en die niet ondersteund zijn, als de beweging

over de zuigkast slepend is om de luchtdichte afsluiting te verkrijgen. Het terugkeeren der pallets wordt verkregen door de halfcirkelvormige geleidingsbanen, aan het ontladingseinde der machine, die geleidelijk eindigen in de banen, waarop de rollen loopen en die ze door een naar beneden gerichte helling voert naar de kamwielen. De sinterkoek wordt losgemaakt uit de pallets, doordat ze aan het eind van hun baan gekomen, in de geleidingsbaan geschoven worden en hierin vallen op den bovenkant van de onderliggende pallet. Door dezen schok wordt de sinter losgemaakt en ontladen. Gedurende den teruggang hangen de karretjes onderst boven, waardoor automatisch reeds een bevredigende reiniging der roosteropeningen verkregen wordt. Een zeer bevredigende oplossing van het schoonhouden der roosters zag ik in Kellog, waar een sulfidisch looderts op dezelfde machine werd geroost. Men had daar namelijk ingevoerd roosterstaven, die ten opzichte van elkaar bewegelijk waren en met tanden in elkaar pasten, waarbij tusschen de tanden genoeg opening was gelaten om de lucht door te zuigen. — Het systeem bestaat dus eigenlijk uit een gesloten transporttrein, waarvan elk element zonder ééning oponthoud voor reparatie uitgenomen kan worden en verwisseld zonder stoornis in de regelmatige productie. De snelheid van de wagentjes kan geregeld worden door de snelheid van de kamwielen te regelen, gewoonlijk varieert de snelheid van 7"—30" per minuut. De voeding geschiedt uit een voedingsbak, zonder bodem, waarvan de voorkant van het onderuiteinde het erts op de gewenschte hoogte glad strijkt. De voeding is bij een kleiig erts als dat van Mayari zeker een lastig probleem, en dit is een der hoofdredenen, waarom men bij het verwerken van dit erts op deze machine het erts droog zal moeten hebben, meer nog dan het onder 1 opgenoemd vereischte van een open bed, aangezien de aansteker het erts ook genoegzaam zou kunnen drogen, wanneer dat noodig was. De Eastern Iron and Steel Co, nabij Birdsboro PA, heeft het ruwe Mayari-erts op de Dwight-Lloyd machine verwerkt en er een zeer goed product mee verkregen, dat echter bij mijn bezoek aldaar versmolten was, zoodat ik het niet heb gezien. Volgens de verklaringen van den metallurg aldaar was het product uitstekend, maar heeft men de verdere verwerking niet

voortgezet, omdat het ruwe erts door zijn kleiige geaardheid te onhandelbaar was.

De ventilator moet een vacuum van 6 oz. kunnen onderhouden in de zuigkast bij een verwerking van 4000 kub. voet voor de 100 tons machine. Deze is 40' 8" lang, 7' 6" breed (afmetingen der heele constructie). Afm. der eig. machine: 42" breed, 264" lang en weegt compleet 26 ton. De geraamde capaciteit is 100 ton. Het is evenwel duidelijk, dat de capaciteit geheel afhangt van den tijd, die het behandelde materiaal voor de verlangde werking vereischt, aangezien hierdoor de snelheid van de wagentjes geregeld wordt. GAILEY vermeldt het maken van sinter uit Mayari-erts met 7.5 % cokes en met 7.5 % kool, wat een even goed product gaf als bij behandeling van 10 % kool of cokes. Als resultaat van zeefproeven, uitgevoerd met het gesinterde Mayari-materiaal bleek:

Boven 2 mesh	53.88 %
Boven 4 mesh	16.33 %
Boven 8 mesh	23.35 %
Boven 20 mesh	4.33 %
Boven 40 mesh	1.12 %
Boven 60 mesh	0.51 %
Boven 80 mesh	0.02 %
Boven 100 mesh	0.14 %
Door 100 mesh	0.32 %

Een resultaat, dat zeer goed is wanneer men bedenkt, dat er slechts 7.5 % brandstof gebruikt is, terwijl het verkregen product bovendien een sterk poreuse, cellige structuur heeft, die zeer geschikt is voor de reductie door gassen. Hij vermeldt niet of de ertsen vooraf gedroogd waren geworden, waarop echter wijzen zou het feit, dat hij de analyse der Cubaansche ertsen opgeeft als gedroogd bij 212° F. Het proces heeft verschillende voordeelen, die door GAILEY opgenoemd zijn in genoemd artikel, en die in hoofdzaak hierop neerkomen: De voordeelen der nederwaarts gerichte, door de massa heengezogen trek, waardoor verstuiven wordt tegengegaan, en waardoor de verbranding vanzelf in den beginne versterkt wordt, terwijl de massa die afgewerkt

is, zich hierbij afkoelt. Het heele proces kan zeer gemakkelijk naar de behoeften gewijzigd worden. Door het doorzuigen der verbrandingsgassen wordt te nat materiaal gedroogd. Het gesinterde materiaal bakt niet tot klompen samen, maar door de doorgezogen lucht blijft een open, cellige structuur gehandhaafd. De kosten worden opgegeven als 39—41 dollarcent per ton, verdeeld over: mengen 24 cts — kracht 9 — brandstof 5 — reparaties 3 ct —, waarbij dan nog komen de royalty uitkeeringen aan de Dwight-Lloyds. De kosten bij de verschillende door mij bezochte installaties waren hoger, variërend tusschen 50 en 70 cts., maar de bewerking was in elk geval goedkoper dan het noduleerproces in kilns, terwijl er een beter product bij verkregen wordt. Dit proces is dus wel zeer geschikt voor de behandeling van fijne ertsen in het algemeen en zou zich ook voor de verwerking van het Mayari-erts aanbevelen, wanneer aan de genoemde bezwaren bij de vulling en voorafgaande hanteering kon worden tegemoet gekomen.

Volledigheidshalve vermeld ik nog enkele gegevens van de inrichting te Birdsboro van de E. & S. Brooke-Iron Co. Hier wordt behandeld een erts van FRENCH CREEK, zijn samenstelling en die van het gesinterde erts, wanneer ovenstof als brandstof gebruikt wordt, blijkt uit onderstaande tabel:

	Erts.	Na sintering.
Fe	54,40	54,73
Vocht	4,09	—
S	3,10	0,19
P	0,025	0,078
Mn	0,11	0,18
SiO ₂	8,38	11,73
Al ₂ O ₃	1,30	2,16
CaO	3,28	3,71
MgO	1,88	1,67
Cu	0,212	0,186

De dikte van het ertsbed is 7", de lengte der zuigkast 22', bij een breedte van 42"; het vacuum, waarmee gezogen wordt is 22" water, en wordt onderhouden door een centrifugaalventilator, die een motor van 125 P.K. vereischt. Voor het drijven der machine zelf met de voedingsbanden is een 10 P.K. motor aanwezig, terwijl minger en elevator samen 35 P.K. vereischen. De snelheid is afhankelijk van het zwavelgehalte der charge, gewoonlijk 20" per minuut.

Het zou mij te ver voeren hier uit te wijden over de verschillende methoden en verbeteringen aangebracht om de hanteering van het te behandelen materiaal te vergemakkelijken. Door B. G. M. KLUGH zijn deze beschreven in de *Iron Trade Review* 1915 pag. 835 en volgende. Genoeg zij het te vermelden, dat geen speciale inrichtingen voor de behandeling van plastische ertsen aangegeven zijn, behalve een zeef voor de behandeling van vochtig ovenstof van de stof-opslagplaats afkomstig.

3. Het agglomerereeren in roteerende trommels. Voor de beschrijving van de apparatuur en de wijze, waarop het proces uitgevoerd wordt, verwijs ik naar de beschrijving van het noduleeren der Mayariertsen te Felton; ook over de bruikbaarheid der nodules in den hoogoven werd reeds het een en ander vermeld te bestemder plaatse. Mij rest nog eenige beoordeelingen te geven uit de Amerikaansche vakliteratuur, en eenige punten toe te lichten, die bij het ontwerpen der trommel van belang zijn. In de *Tr. A. I. M. E.* 1913 geeft R. H. LEE een overzicht over zijn ervaringen te Lebanon, Pa. Hij komt tot de conclusie, dat de Gröndahlbriketten soms een weinig besparing van brandstof geven, maar dat zij toch moeten beschouwd worden te bestaan uit 98 % mill-cinder, een glazig materiaal, en 2 % poreus erts, evenals de nodules, wat weinig in overeenstemming is met de vermelde resultaten in Zweden en elders met de Gröndahlbriketten opgedaan. Met nodules werden volgens hem de beste resultaten bereikt, wanneer niet meer dan 2 % de 20 mesch passeerden, hoe grooter het percentage is van 0.25" materiaal hoe beter. Wanneer de nodules kleiner zijn heeft men een te grooten luchtdruk noodig en een hiermee gepaard gaand hooger percentage aan stof, terwijl verstoppingen en bedrijfsstoringen optreden. Wanneer de nodules grooter zijn, stijgt het brandstofverbruik. De vereischte afmetingen der nodules

hangen overigens af van de samenstelling en geaardheid van het erts. De Lebanon-plant van de Pennsylvanian Steel Co. behandelde toen uitsluitend nodules in een oven, die 80' hoog was, 11' 6" haard, 18' trechter en 13' schachtdiameter, voorzien van 10.6" blaaspijpen. Het luchtverbruik is 30.000 kub. voet per minuut, wat ongeveer gelijk is aan het kwantum, vereischt door een even grooten oven op poreuse ertsen. Meer lucht kan niet ingeblazen worden omdat anders te veel van de kleine nodules zouden meegevoerd worden. De regelmatige ongestoorde werking van den oven bleek geheel af te hangen van de hardheid der gebruikte cokes. De hoeveelheid brandstof, verbruikt bij de versmelting der nodules, is 2.300—2.400 lbs. per ton ruwijzer. LEE neemt aan, dat door gassen niets gereduceerd wordt, aangezien de glashuid der nodules ze daartegen beschermt. Een belangrijk punt is het smeltpunt der nodules. Wanneer het te laag is, wordt de massa te spoedig taai vloeibaar en oefent een grooten weerstand uit op de lucht, terwijl de doorzettingstijd erdoor vergroot wordt. Wanneer het smeltpunt daarentegen te hoog is wordt de luchtdruk lager, maar de gassen worden zeer rijk aan stoffen, het zwavelgehalte kan bezwaarlijk laag gehouden worden. De ongelijke grootte der nodules vereischt een nauwlettend toezicht op de regelmatige verdeling van de lucht. Om na te gaan, of de lucht uniform verdeeld is over de doorsnede, wordt in een blaaspijp snel een staaf geduwd, die er ongeveer 2 min. in gelaten wordt waarna zij er snel uitgetrokken wordt. Aan het verschil in kleur van de gloeiende staaf kan men zien of er een onregelmatige luchtverdeling plaats heeft en dan, door regeling der blaasluchtverdeling over de verschillende blaaspijpen, maatregelen ertegen nemen. De gassen zijn, zooals ook verwacht zou worden bij de geringe gasreductie, rijk aan CO, zoodat de verhouding van CO_2 : CO = 1:4 of 1:6, in plaats van 1:1.8 of 1:2.5, zooals de verhouding bij poreuse ertsen geweest zou zijn. De nodules hebben te Lebanon geen aanleiding gegeven tot explosies. Het voordeligst werkte een betrekkelijk klein model oven, waarvan de afmetingen reeds gegeven werden en de slotconclusie, waartoe LEE geraakt, is deze, dat met harde cokes en nodules, waarvan 95 % blijven op de 20 mesh zeef er geen bijzondere moeilijkheden verbonden zijn aan het werken met 100 % nodules. Dat ditzelfde ook geldt,

wanneer Mayari-nodules gebruikt worden, schijnt uit de cijfers door mij te Sparrowspoint verzameld, wel bevestigd te worden, alleen is het brandstofverbruik daar grooter, (verg. de tabel der bedrijfscijfers op pag. 218 onder *d.*)

Een voorbeeld van de voorkoming der ringvorming door middel van een sleepketting is beschreven door H. COLE ESTEP in *Iron Trade Review* Dec. 1915 p. 1021, n.l. de sinterkilns te Gary. De kilns zijn kleiner van afmetingen, 90' lang bij 90' diameter, geconstrueerd van 11/16" plaatijzer, de bekleeding is 12", waardoor de inwendige diameter 7' wordt. De trommel wordt ondersteund door draagringsen, die op 15' en 21' afstand aangebracht zijn resp. van onder- en boven-eind. De aandrijving geschiedt door een aandrijfring op 28.5' van het boven-einde af. Voor aandrijving is de kiln toegerust met een 60 P.K. motor, de omwentelingssnelheid bedraagt 1 omw. per minuut. De sleepketting wordt door een 20 P.K. motor met een snelheid van 70" per minuut getrokken en wordt zoodanig gespannen, dat zij den kilnwand aanraakt op het voor de ringvorming kritieke punt. Aangezien dit punt varieert met de temperatuur, is noodzakelijk, dat de ketting door den ovenvoorman gesteld kan worden. De kilns werden gebouwd door REEVES BROS., Alliance, D.

Voor de constructie der kilns zijn van belang de verlangde capaciteit en de kwaliteit van het erts. De verlangde capaciteit is afhankelijk van: 1. de dwars-doorsnede van het erts, dat zich door den oven beweegt, 2. de helling van den oven, die in de praktijk echter meestal de standaardwaarde heeft van 3/4" per voet, 3. van de rotatiesnelheid, die tusschen bepaalde grenzen naar believen regelbaar is door regeling van den aandrijfmotor. De capaciteit, voor zoover het betreft het ontwerp van den trommeloven, hangt dus slechts af van de breedte en diepte van het ertsbed. De dikte van het bed kan grooter zijn bij een langeren oven, aangezien dan door den langeren weg, de verlangde werking toch bereikt zal kunnen worden.

De aangewezen wijze tot het verkrijgen van een grootere capaciteit is, den oven te construeeren met een grooteren diameter. Hoe langer de cylinders zijn, hoe voordeelijker de beoogde werking verkregen wordt. De bekleeding der ovens geschiedt meestal met 9" vuurvaste steen voor de grootere ovens. Deze bekleeding moet langer dan een

jaar in de heetste ovendeelen standhouden, volgens opgave van S. E. DOAK in *Iron Age* Dec. 1915 P, 1178. Als brandstof vermeldt hij, dat koolmeel verbruikt wordt, maar dat ook olie met zeer veel succes gebruikt zou kunnen worden, aangezien de contrôle der temperatuur bij oliebranders zeer nauwkeurig mogelijk is. De reden, waarom men in Cuba geen olie brandt, is dat de olie in Cuba, wegens de invoerrechten, te duur zou zijn in het gebruik.

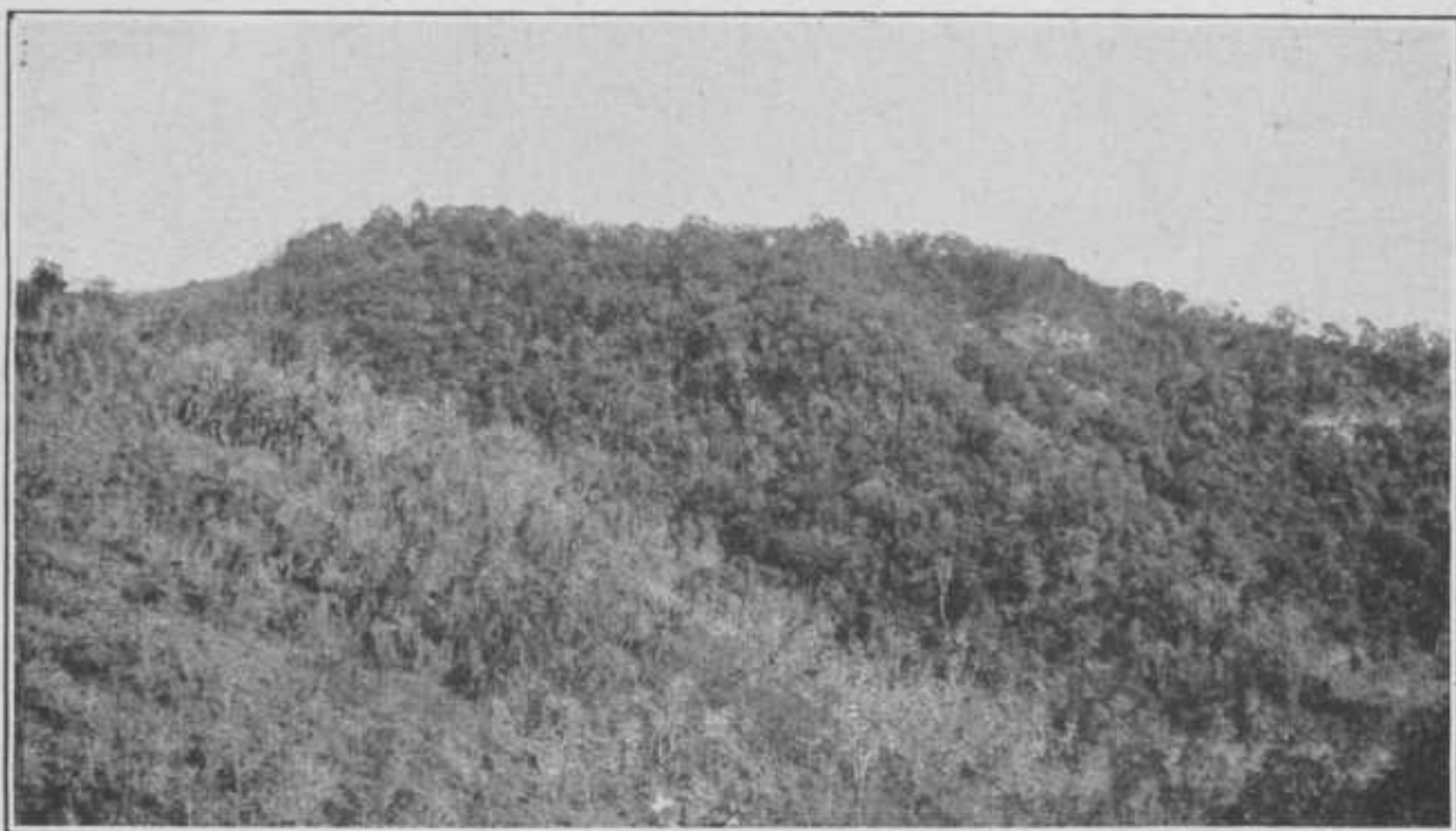
Als hoofdfactor der kosten van het proces, geeft DOAK aan: de arbeidsloonen, die hij voor een kleinen oven van 60' bij 5" opgeeft als 40 cts. per ton, waarbij dan nog komt 8 cts. voor reparatie en benoedigheden. Het hiermee gemaakte product werd in Virginia versmolten, waar men in de hoogovens lagen luchtdruk gebruikt en dus fijner materiaal als bijmenging met het erts gebruiken kan. De kosten op Cuba waren veel hooger, door de speciale geaardheid der ertsen, die zeer verschilt van de in Virginia verwerkte purples.

Ten slotte wil ik nog de resultaten in grafischen vorm weergeven, van de uitnemende proeven door L. MATHESIUS gedaan aan de Technische Hoogeschool te Berlijn, over de reduceerbaarheid door gassen van de verschillende in Europeesche hoogovens versmolten materialen, waarbij wel materialen onderzocht waren, die met de in Amerika verkregen producten overeenkomen. Het dichtst bij de nodules komt een bruinijzererts, dat in een roteerende trommel geagglomereerd werd; het dichtst bij het Dwight Lloyd- of het Greenawalt product staat de convertorsinter, die evenwel, naar de resultaten in Amerika te oordeelen, vermoedelijk wel iets meer glas bevat. Bepalingen werden gedaan omtrent de reductie door lichtgas bij 600°—750° en 900° C. Als resultaat werd aangetoond, dat althans tot 900°, ertsen slechts weinig door het gas worden gereduceerd. Van het geagglomereerde materiaal worden de Gröndahlbriketten zeer goed door gas gereduceerd, terwijl daarna de convertorsinter komt. Van de drie proeven met genoduleerd materiaal bleek de gerooste pyriet het hoogste gehalte aan metallisch ijzer te bezitten na reductie. Het gunstigst verhouden zich ongetwijfeld de briketten, die voordeeliger werken dan stukerts door de grootere poreusiteit, die een grooter aanrakings- en aantastingsvlak aan de gassen biedt. Uit deze proeven blijkt, dat ijzer zich reeds bij een lagere temperatuur in den hoogoven

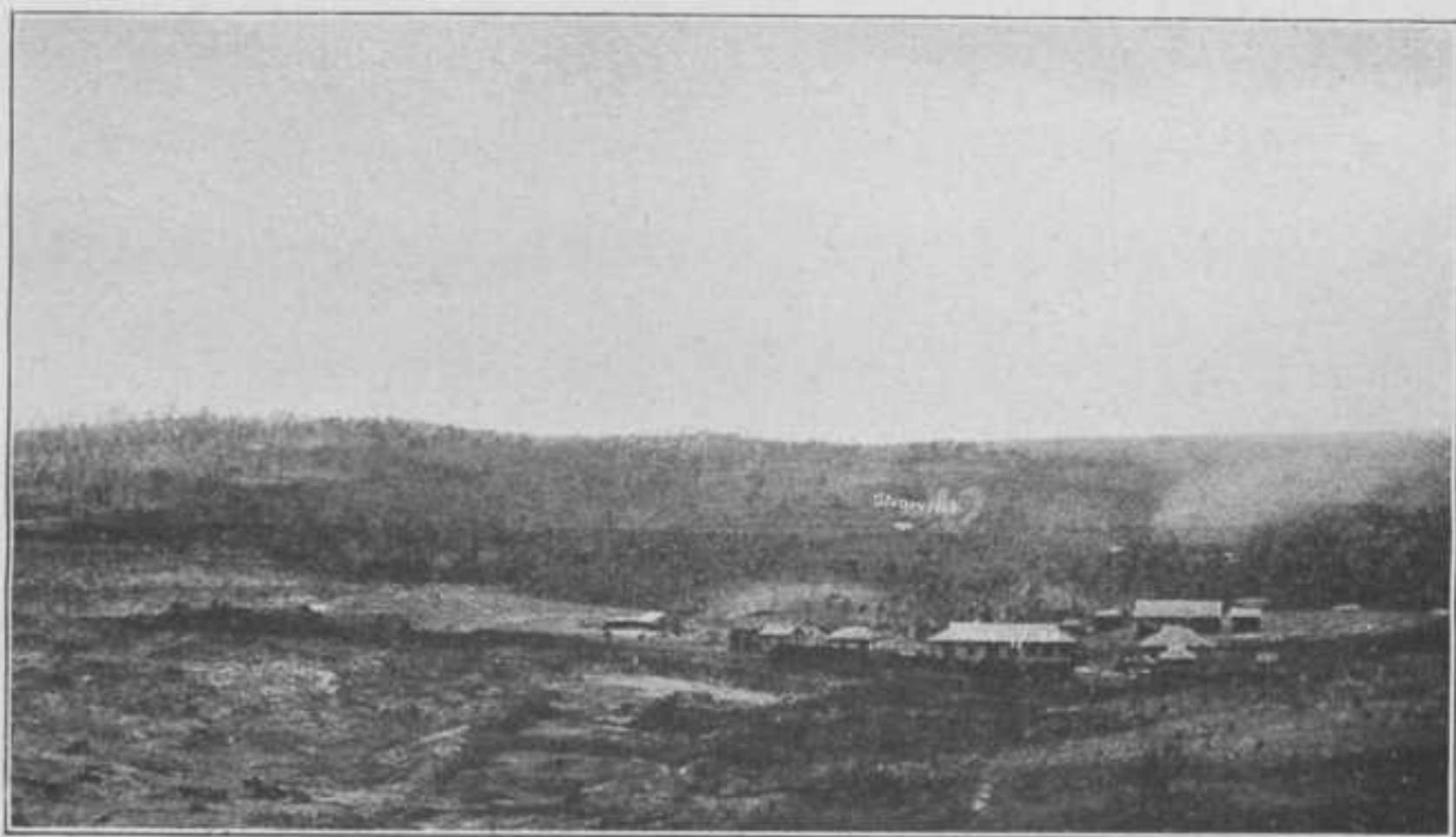
vormt, dan men vroeger dacht. De bijgevoegde figuren spreken overigens voor zichzelf.

Een nieuw licht op de brandstofeconomie in den hoogoven liet J. E. JOHNSON Jr. vallen, die het hooge cokesverbruik van fijne ertsen, vergeleken bij de sinterproducten mede toeschreef aan het feit, dat de fijne ertsen meer direct in contact kunnen komen met de cokes. Hierdoor verbrandt er een groot gedeelte van de cokes al in de hoogere deelen van den oven, waardoor dus de verhouding tusschen directe en indirecte reductie in ongunstigen zin beïnvloed wordt. Betere resultaten leveren de sinterproducten op, die een directe aanraking van cokes en erts slechts over een kleine oppervlakte mogelijk maken, vergeleken met de contactoppervlakte, die aan de gassen geboden wordt. Voorloopig is dit slechts een hypothese, maar eene waarop de aandacht gevestigd moet blijven.

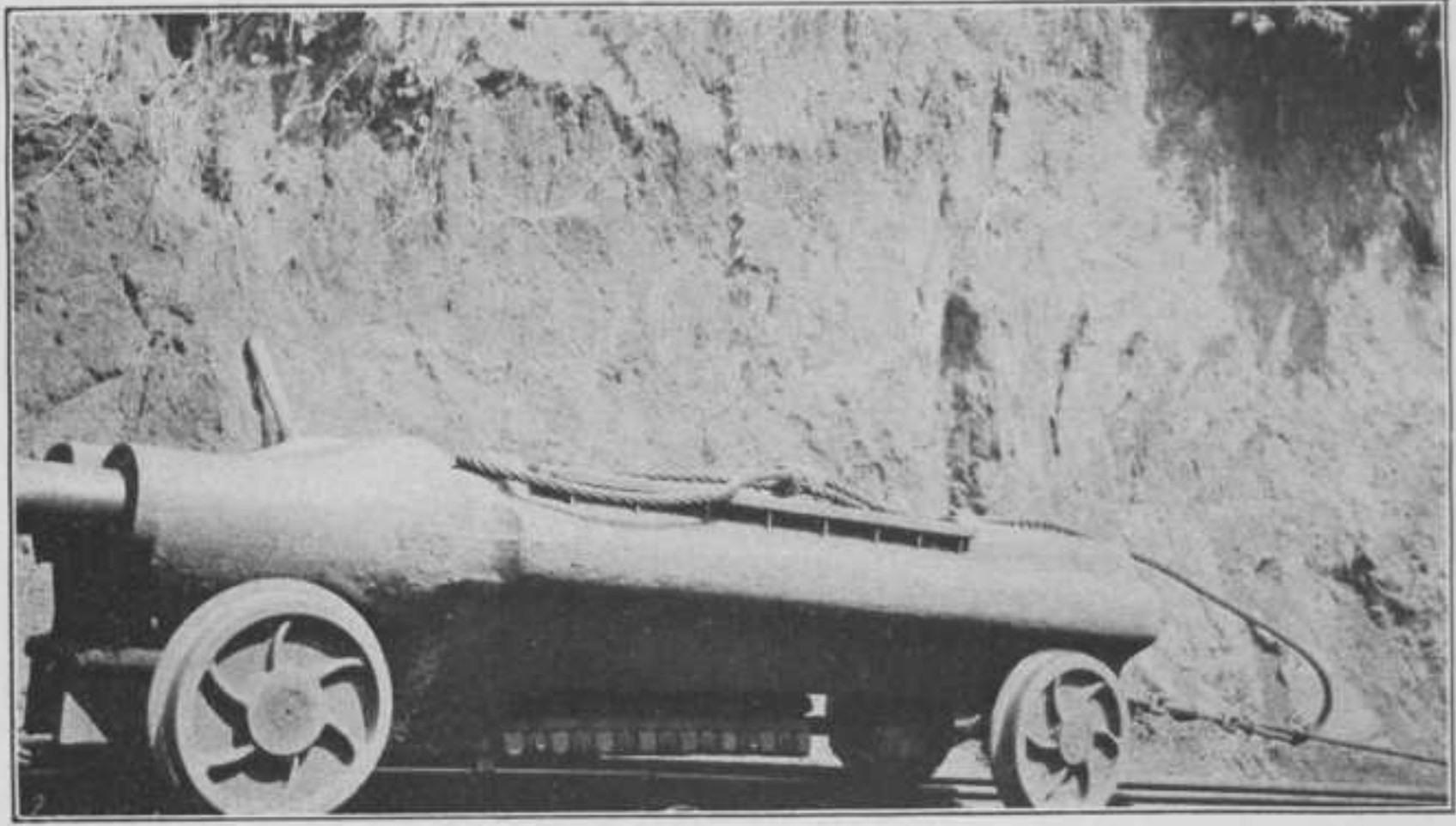
Het resultaat, waartoe wij geraken is: Door briketteeren wordt een product verkregen dat het best geschikt is voor de versmelting in den hoogoven; echter zijn briketten met Mayari-erts totnutoe niet geslaagd. Volgens het Greenawalt- en het Dwight-Lloyd-proces is reeds goed materiaal voor den hoogoven gemaakt, maar de meeste ervaringsgegevens hebben betrekking op het noduleeren van het Mayari-erts in roteerende kilns; deze gegevens zijn niet alle gunstig.



Verschil in begroeiing van kalksteen (rechts) en serpentijn (links).



Algemeen overzicht der ijzererts-groeven te: Woodfred (Mayari).



Bufferwagen (Barneycar) Woodfred.



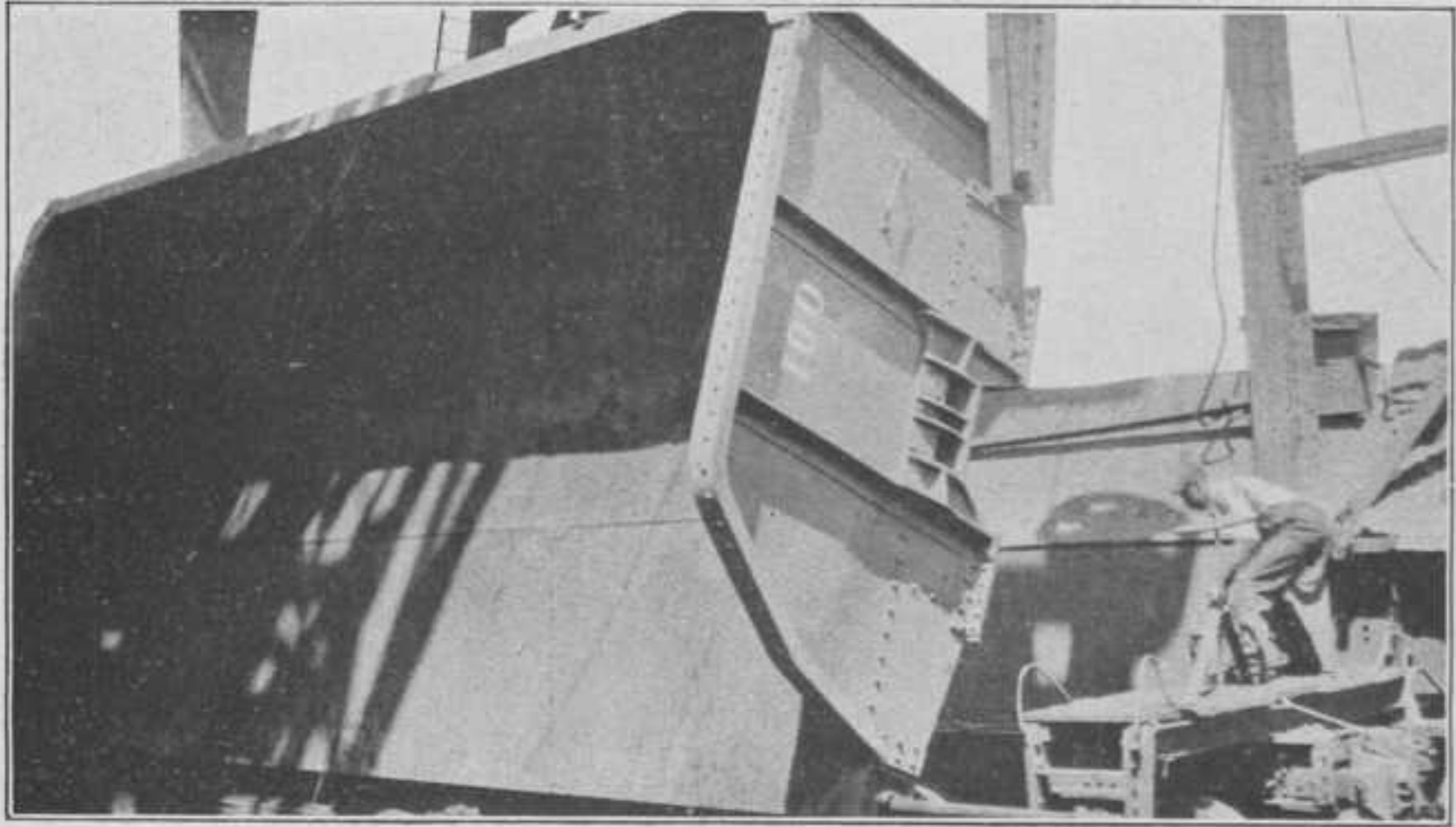
Exploratieboring (Mayari).



Graven met de „Dragline” (page bucket).



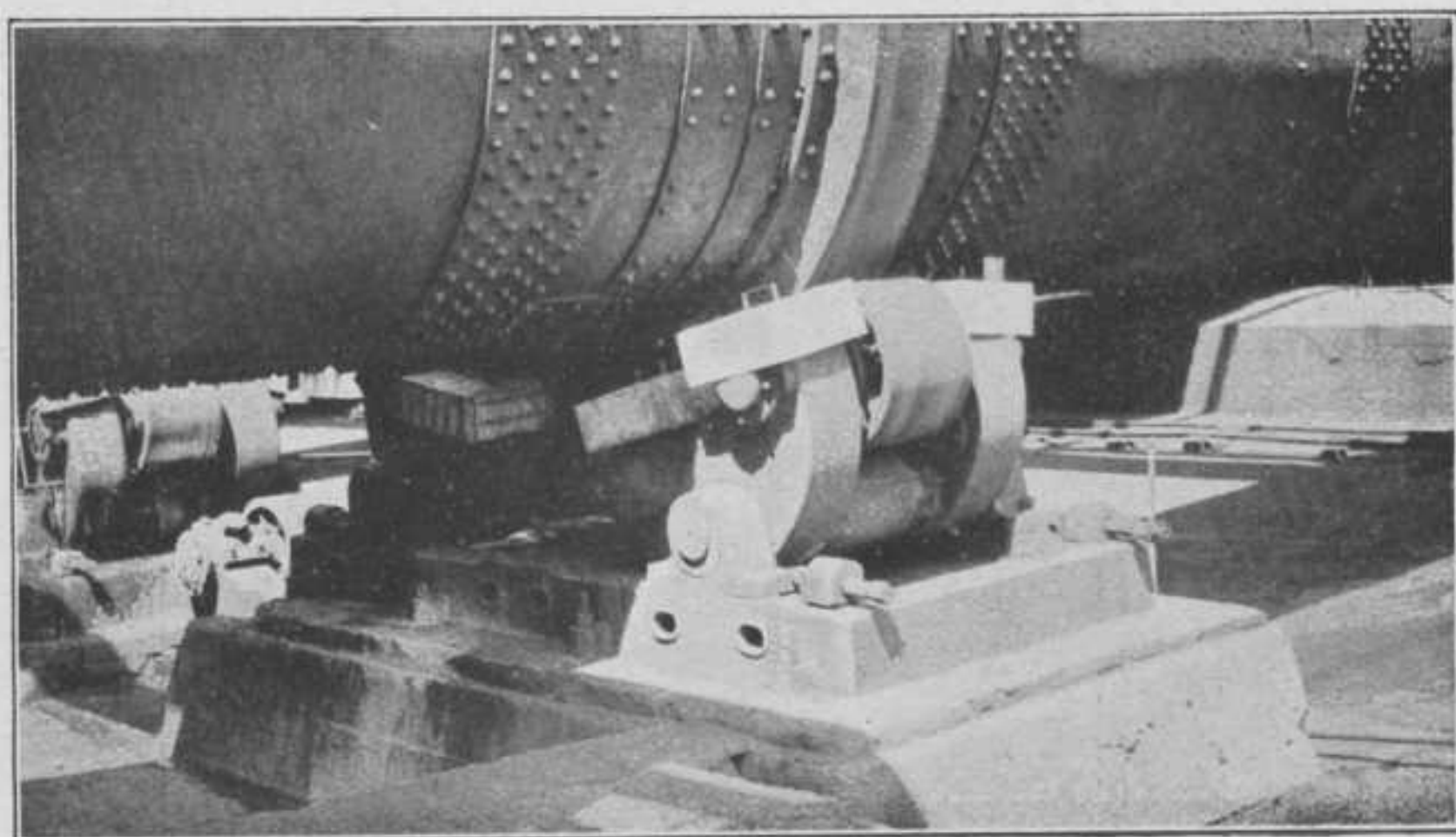
Ontladen eener ertswagen te Felton
(noduleerinrichting).



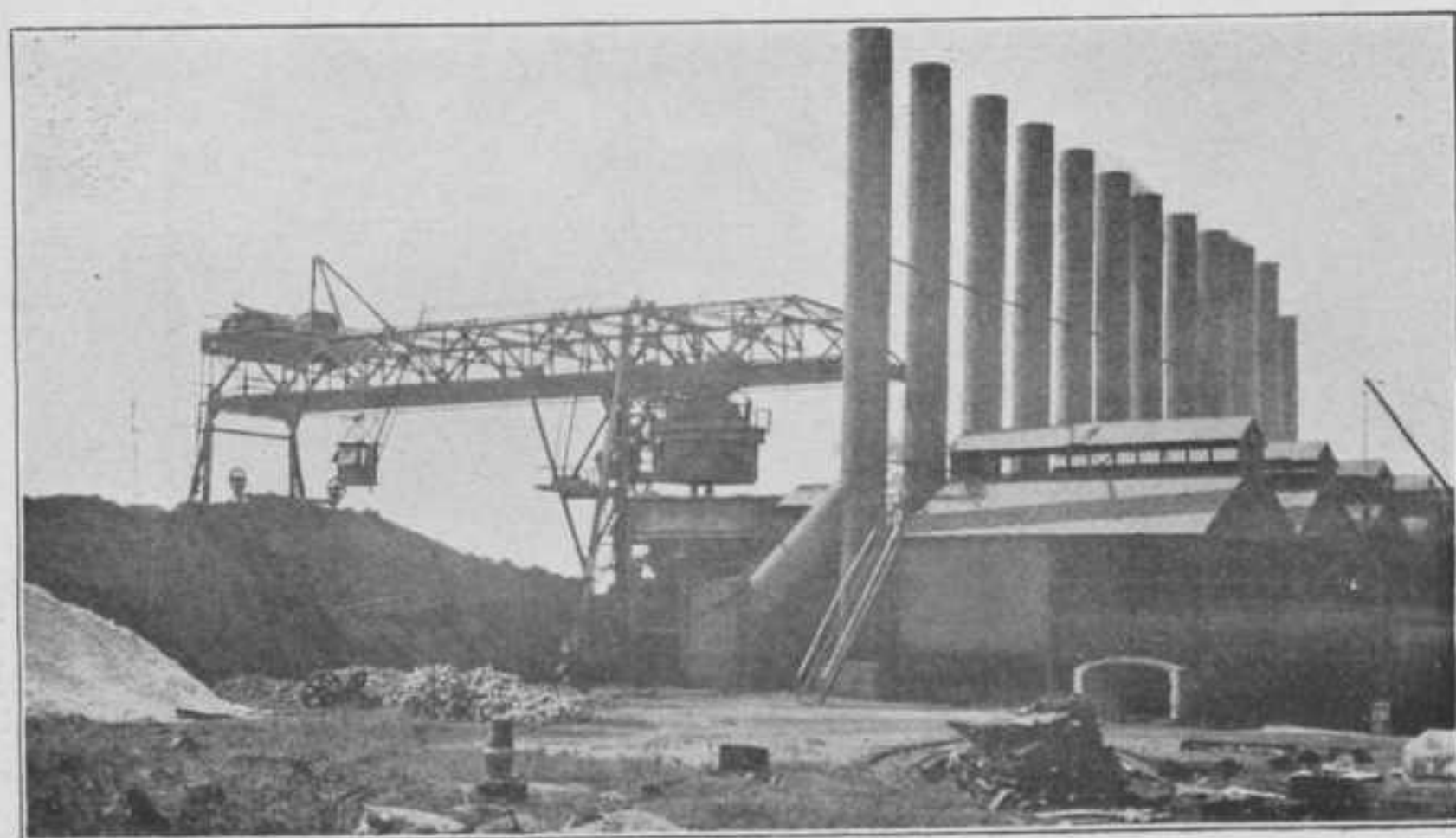
Geledigde wagen van nabij.



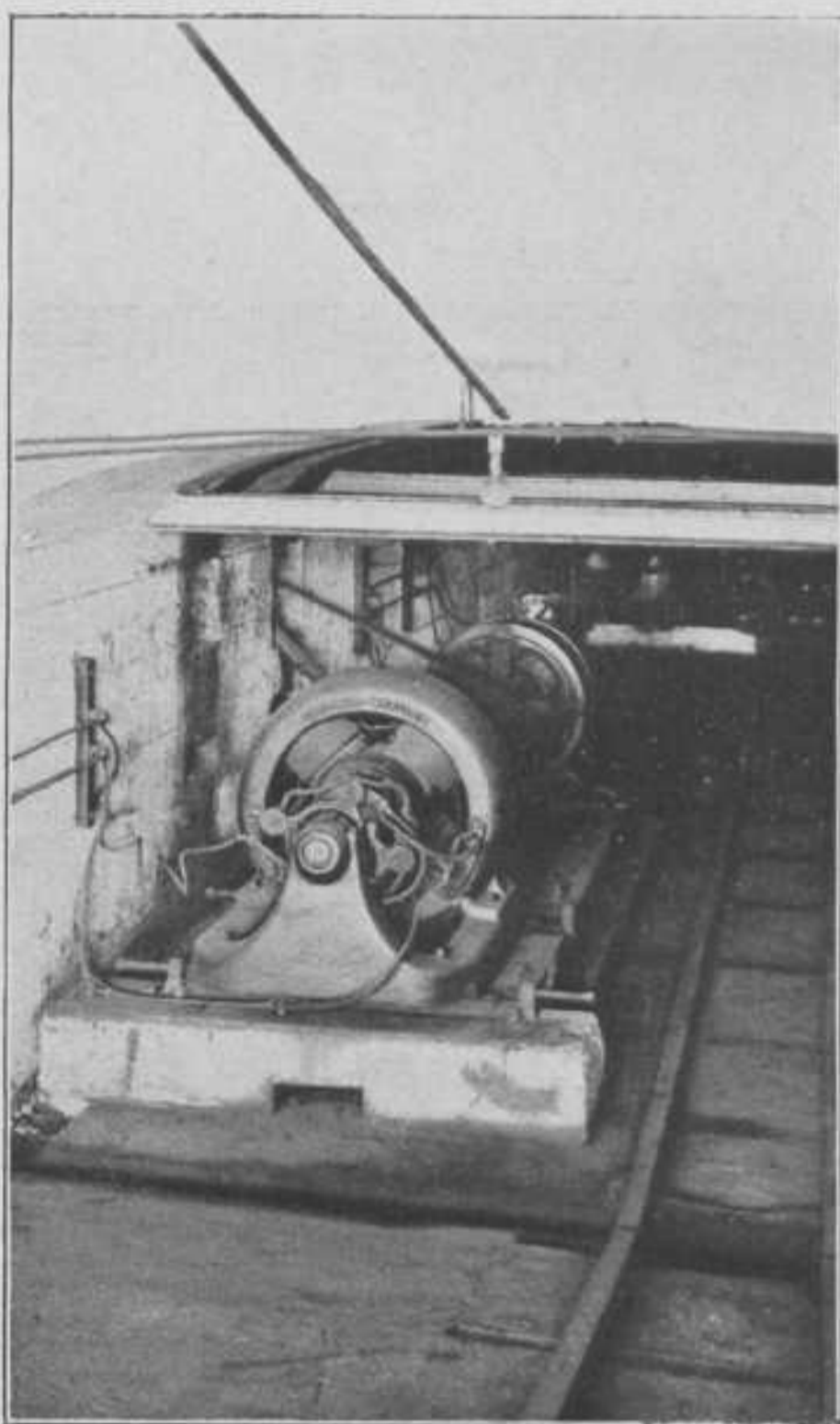
Het ledigen der graafbak in de ertswagens.



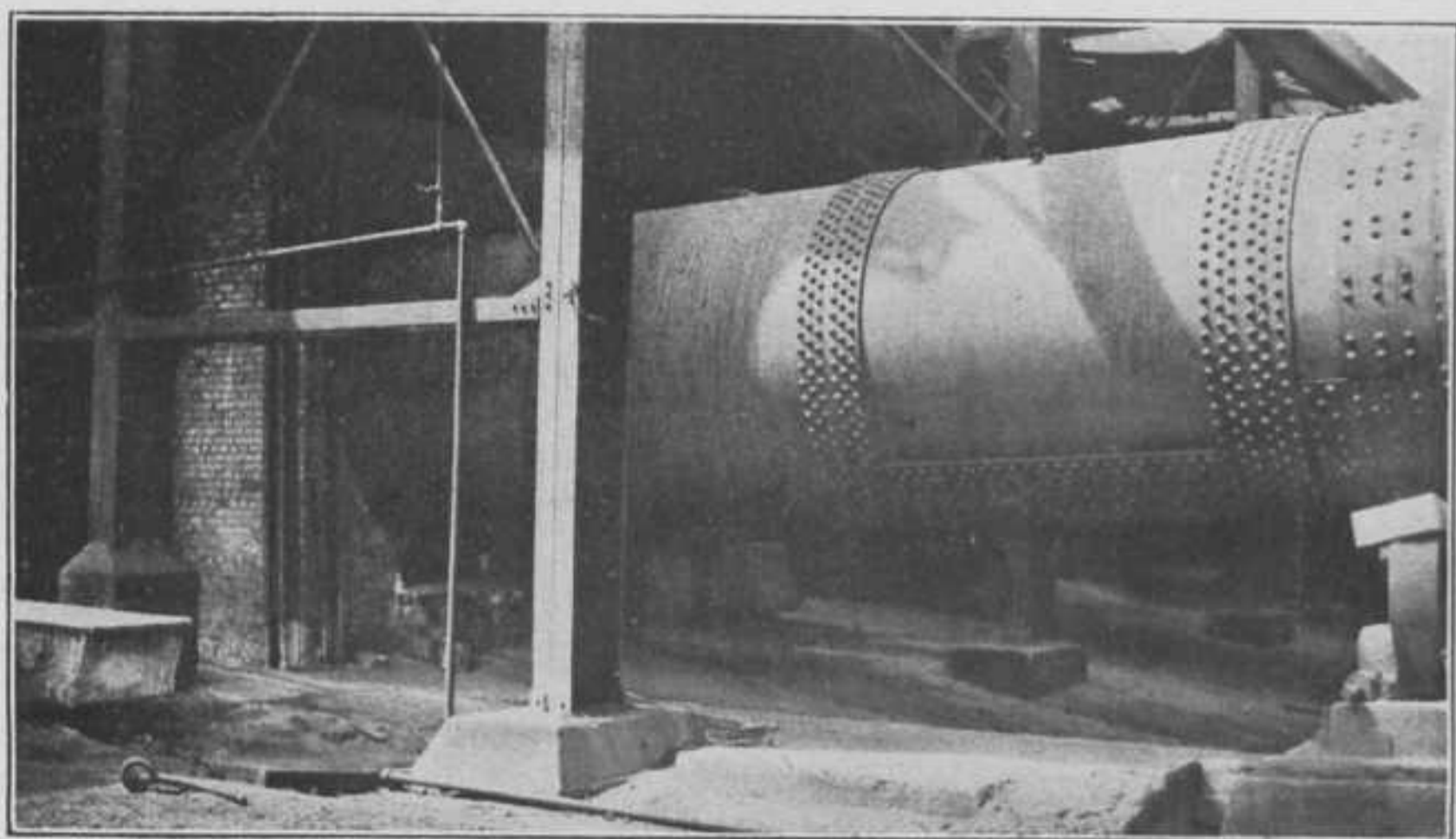
Ondersteuningsrollen in „Gradlebearings”.



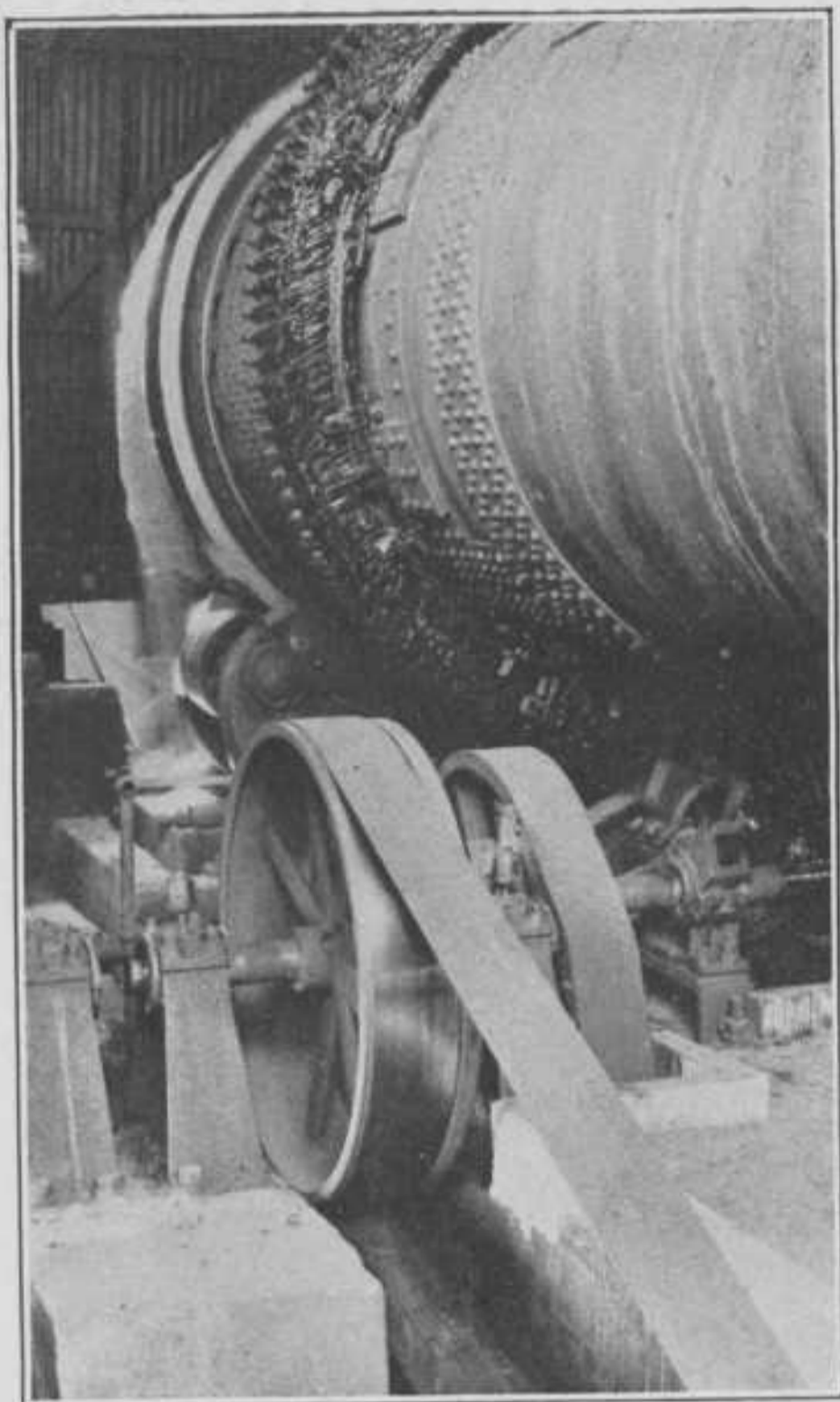
Algemeen overzicht van het ovengebouw met een der ertsraad-brugkranen.



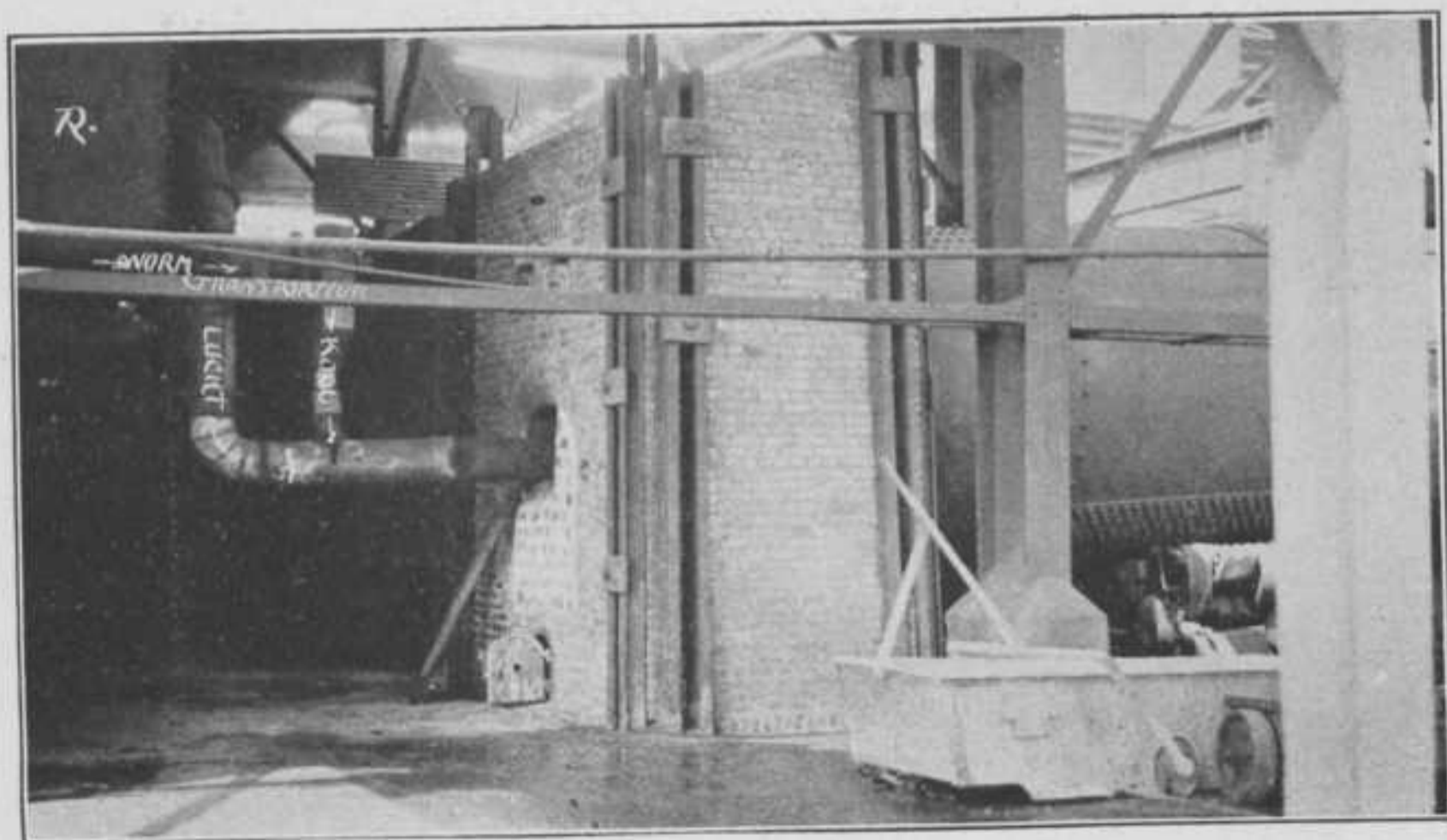
Zuideinde der stofvrije tunnel, waarin de
aandrijfmotoren.



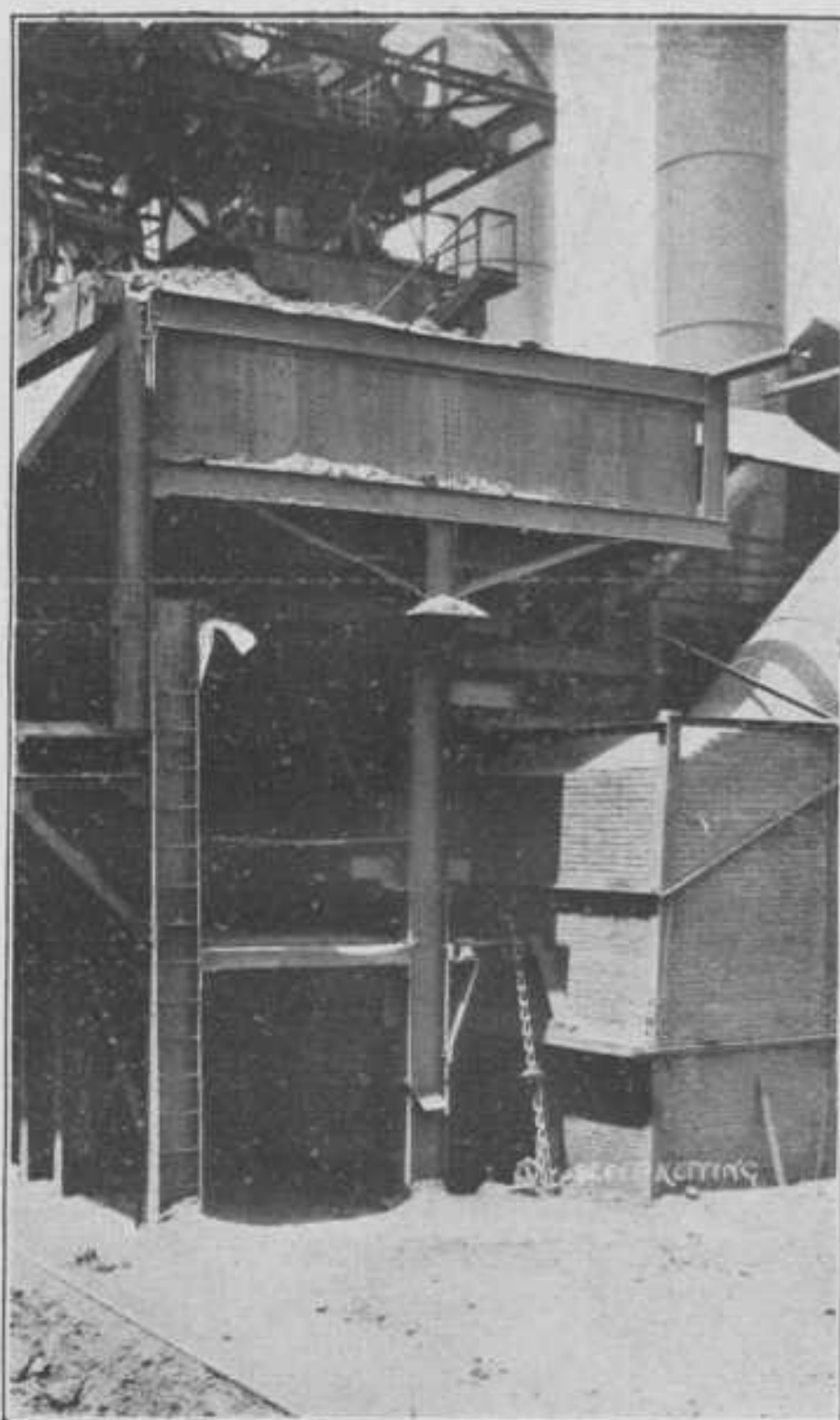
Ondereinde der trommeloven: achterzijde van het metselwerk bij de brander.



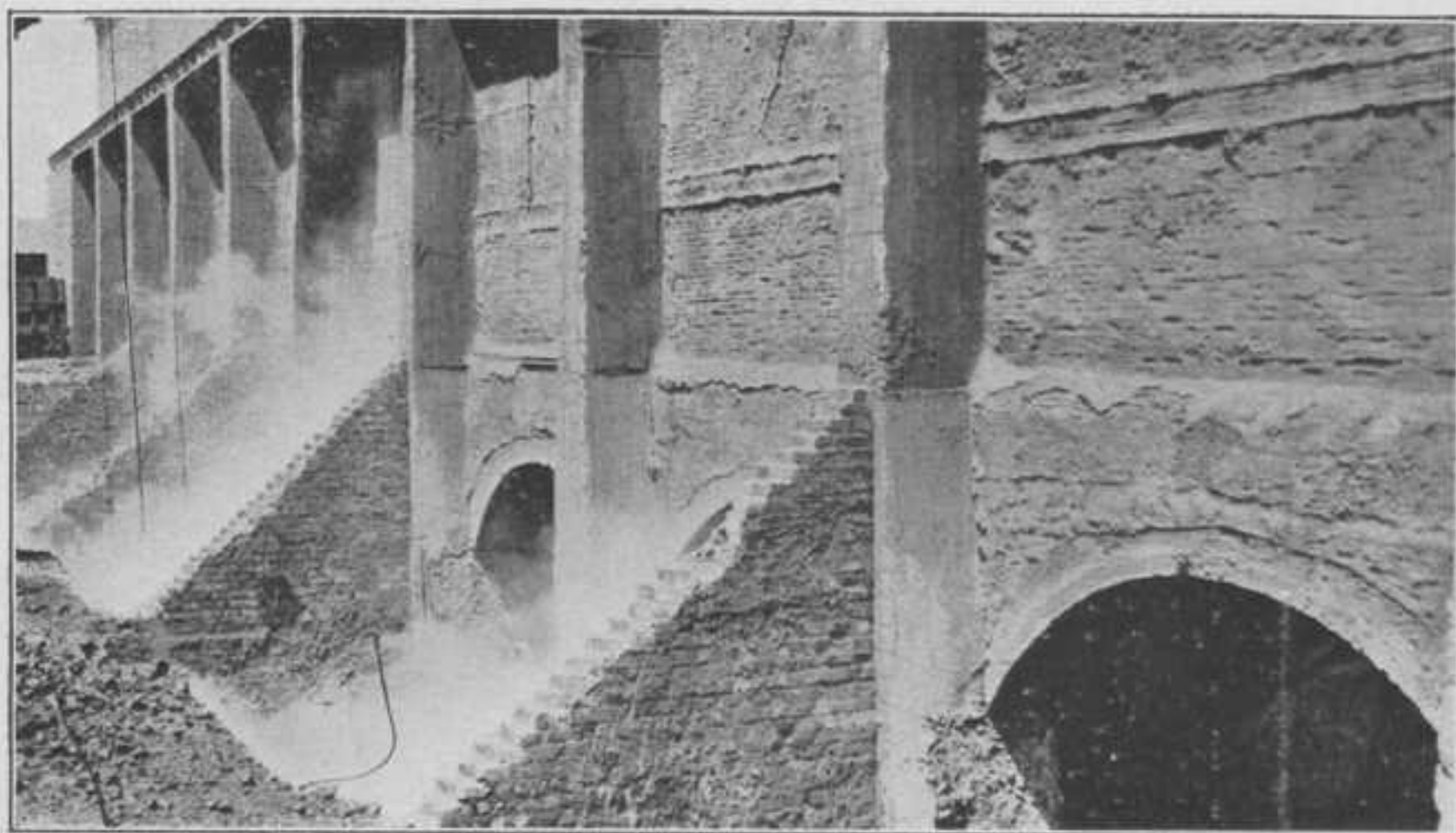
Gearing en aandrijfwerk der trommeloven.



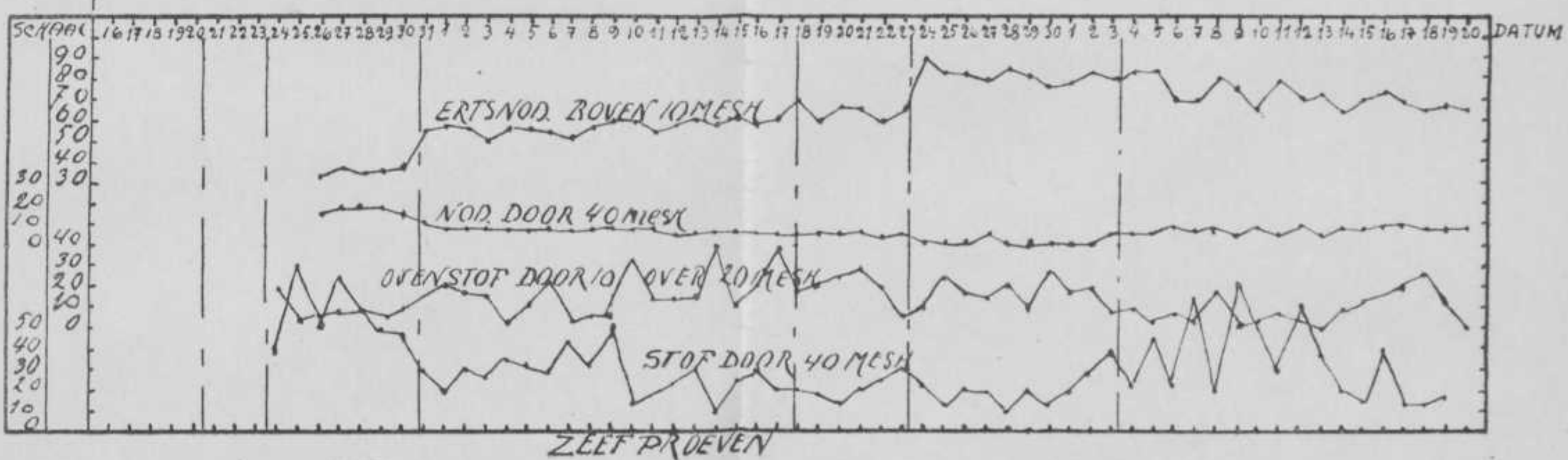
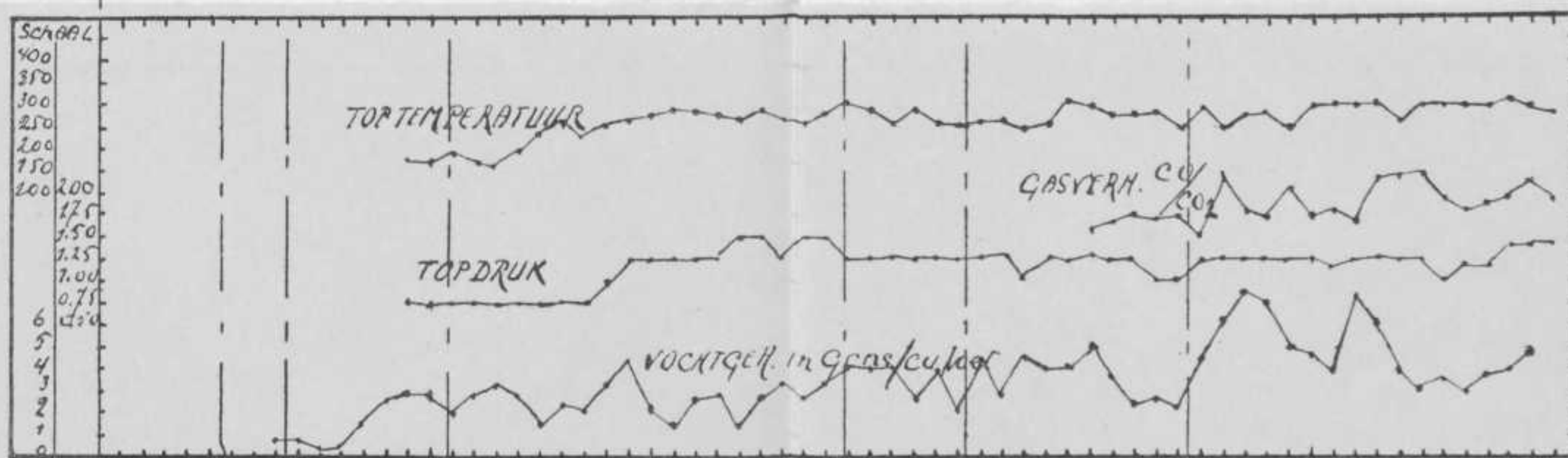
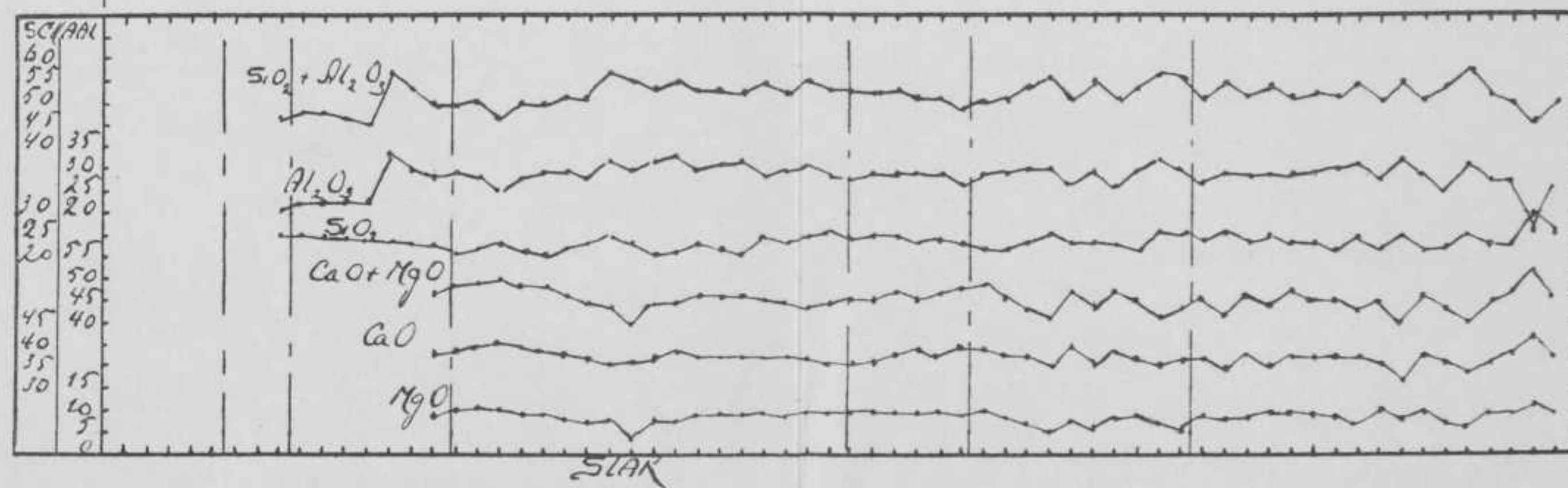
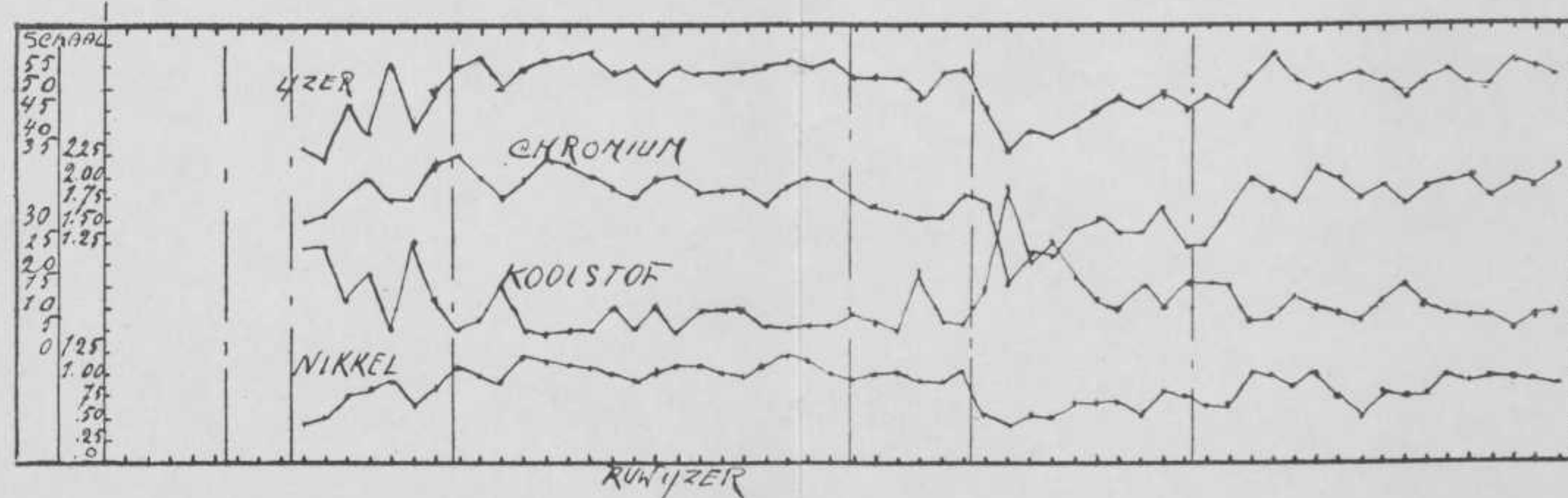
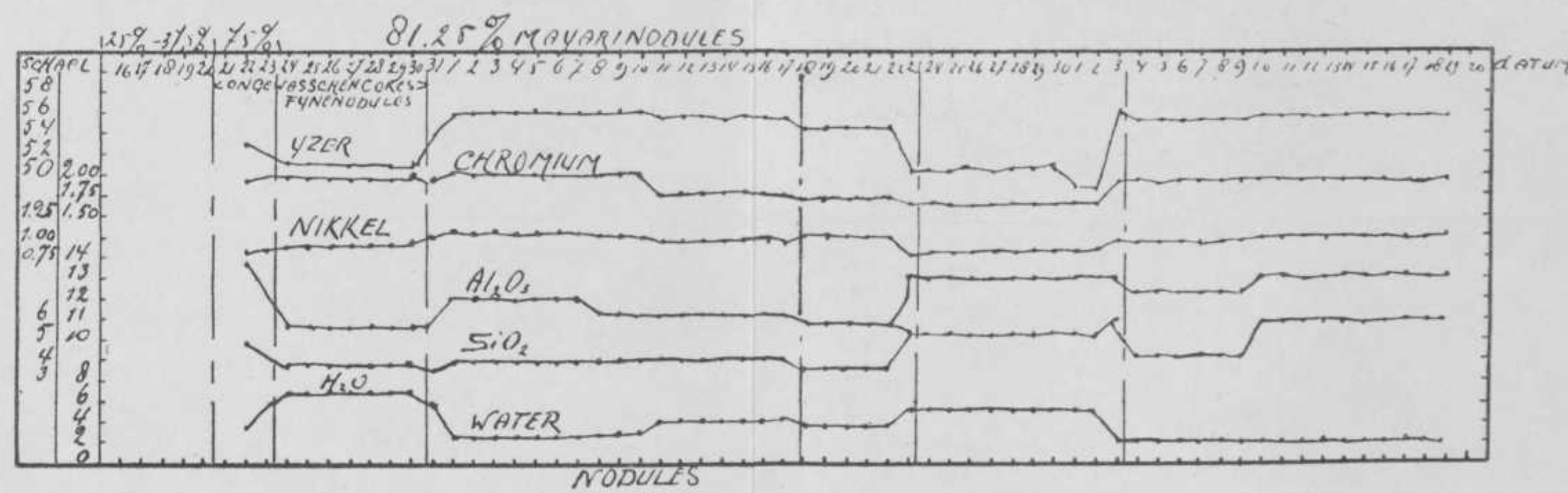
Brander eener kiln met voorraadsbak R. voor gepulveriseerde kool.



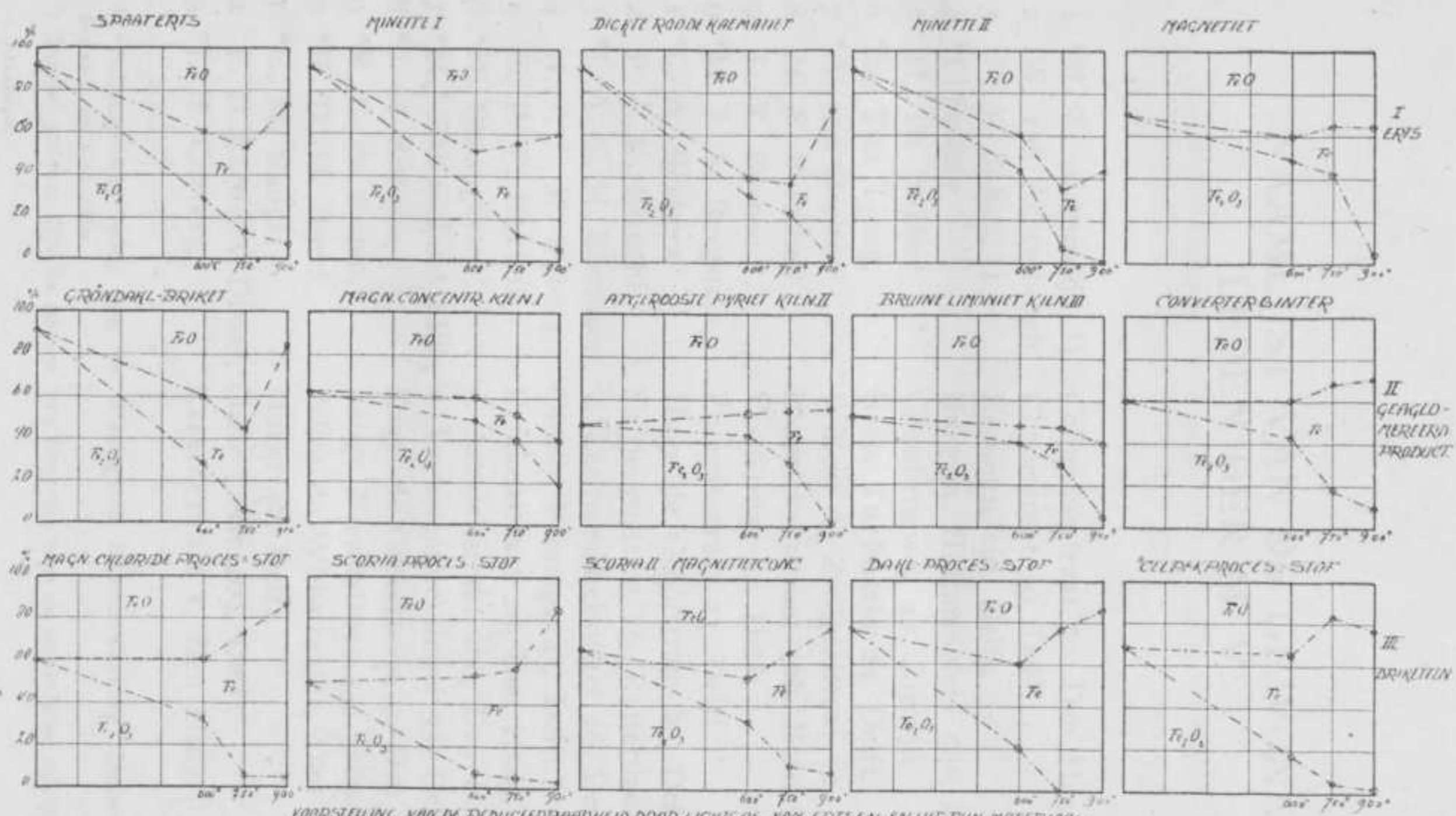
Roteerende laadtafel bij het schoorsteeneinde der ovens met sleepketting voor gemorst-erts.



Met water gevulde verzamelbakken voor de gereede nodules, ontladeinde der ovens.







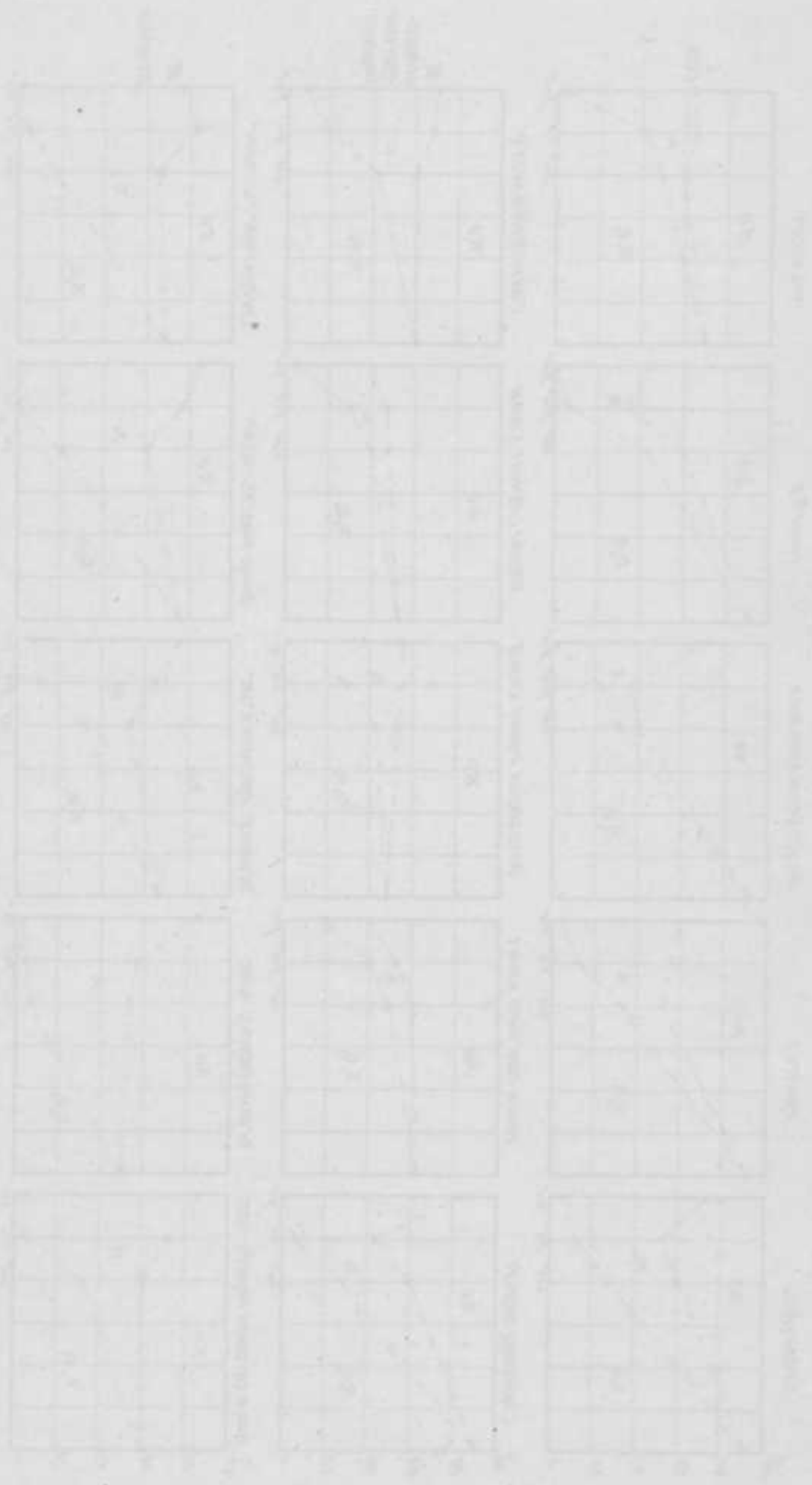
I
ERIS

II
GEGLD-
MERLEED
PRODUCT

III
BRUKTIN

255

VOORSTELLING VAN DE REDUCERBAARHEID DOOR LICHTGAS VAN ERZSEN EN UIT-TIJD-REACTIEN
 VERBODEN PRODUCTEN
 NARR. L. F. B. N. 1914-1915



PROBLEMS

1. A line is drawn through the points (1, 2), (2, 4), (3, 6), (4, 8), (5, 10). Find the equation of the line.

2. A line is drawn through the points (1, 3), (2, 5), (3, 7), (4, 9), (5, 11). Find the equation of the line.

3. A line is drawn through the points (1, 4), (2, 6), (3, 8), (4, 10), (5, 12). Find the equation of the line.

4. A line is drawn through the points (1, 5), (2, 7), (3, 9), (4, 11), (5, 13). Find the equation of the line.

5. A line is drawn through the points (1, 6), (2, 8), (3, 10), (4, 12), (5, 14). Find the equation of the line.

6. A line is drawn through the points (1, 7), (2, 9), (3, 11), (4, 13), (5, 15). Find the equation of the line.

7. A line is drawn through the points (1, 8), (2, 10), (3, 12), (4, 14), (5, 16). Find the equation of the line.

8. A line is drawn through the points (1, 9), (2, 11), (3, 13), (4, 15), (5, 17). Find the equation of the line.

9. A line is drawn through the points (1, 10), (2, 12), (3, 14), (4, 16), (5, 18). Find the equation of the line.

10. A line is drawn through the points (1, 11), (2, 13), (3, 15), (4, 17), (5, 19). Find the equation of the line.

11. A line is drawn through the points (1, 12), (2, 14), (3, 16), (4, 18), (5, 20). Find the equation of the line.

12. A line is drawn through the points (1, 13), (2, 15), (3, 17), (4, 19), (5, 21). Find the equation of the line.

13. A line is drawn through the points (1, 14), (2, 16), (3, 18), (4, 20), (5, 22). Find the equation of the line.

14. A line is drawn through the points (1, 15), (2, 17), (3, 19), (4, 21), (5, 23). Find the equation of the line.

15. A line is drawn through the points (1, 16), (2, 18), (3, 20), (4, 22), (5, 24). Find the equation of the line.

16. A line is drawn through the points (1, 17), (2, 19), (3, 21), (4, 23), (5, 25). Find the equation of the line.

17. A line is drawn through the points (1, 18), (2, 20), (3, 22), (4, 24), (5, 26). Find the equation of the line.

18. A line is drawn through the points (1, 19), (2, 21), (3, 23), (4, 25), (5, 27). Find the equation of the line.

19. A line is drawn through the points (1, 20), (2, 22), (3, 24), (4, 26), (5, 28). Find the equation of the line.

20. A line is drawn through the points (1, 21), (2, 23), (3, 25), (4, 27), (5, 29). Find the equation of the line.

21. A line is drawn through the points (1, 22), (2, 24), (3, 26), (4, 28), (5, 30). Find the equation of the line.

22. A line is drawn through the points (1, 23), (2, 25), (3, 27), (4, 29), (5, 31). Find the equation of the line.

23. A line is drawn through the points (1, 24), (2, 26), (3, 28), (4, 30), (5, 32). Find the equation of the line.

24. A line is drawn through the points (1, 25), (2, 27), (3, 29), (4, 31), (5, 33). Find the equation of the line.

25. A line is drawn through the points (1, 26), (2, 28), (3, 30), (4, 32), (5, 34). Find the equation of the line.

26. A line is drawn through the points (1, 27), (2, 29), (3, 31), (4, 33), (5, 35). Find the equation of the line.

27. A line is drawn through the points (1, 28), (2, 30), (3, 32), (4, 34), (5, 36). Find the equation of the line.

28. A line is drawn through the points (1, 29), (2, 31), (3, 33), (4, 35), (5, 37). Find the equation of the line.

29. A line is drawn through the points (1, 30), (2, 32), (3, 34), (4, 36), (5, 38). Find the equation of the line.

30. A line is drawn through the points (1, 31), (2, 33), (3, 35), (4, 37), (5, 39). Find the equation of the line.

NAAMLIJST VAN DE GEWONE LEDEN DER M. V.

- | | | |
|----|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | *M. E. Akkersdijk, ¹⁾ | Columbusstraat 59, Den Haag. |
| 2 | W. van Achterbergh, | Choorstraat 49, Delft. |
| 3 | <i>P. S. Bakels</i> , ²⁾ | Koningsplein, Delft. |
| 4 | *J. Bakker, | Burgem. Hoffmanplein 52b, Rotterdam. |
| 5 | H. Th. Bakker, | Geestbrugweg 42, Rijswijk. |
| 6 | *Be Tiat Tjong, | Brab. Turfmarkt 24, Delft. |
| 7 | *A. van Beelen, | Willem de Zwijgerstraat 12, Delft. |
| 8 | <i>H. P. Besselink</i> , | Blokmakersstraat 10b, Rotterdam. |
| 9 | L. R. Beynen, | Voorstraat 42, Delft. |
| 10 | *M. J. A. Bergstein, | Phoenixstraat 13, Delft. |
| 11 | *C. A. Beukers, | Hugo de Grootstraat 20, Delft. |
| 12 | F. J. C. Bianchi, | Saftlevenstraat 16, Rotterdam. |
| 13 | *J. A. G. M. Biermann, | v. Leeuwenhoeksingel 28, Delft. |
| 14 | <i>A. J. J. M. Bijvoet</i> , | Oranje Plantage 43, Delft. |
| 15 | E. P. F. Bischoff, | Reinkenstraat 29, Den Haag. |
| 16 | *H. Bloemgarten, | v. Aerssenstraat 296, Den Haag. |
| 17 | *M. J. F. W. G. Bolderdijk, | v. Leeuwenhoeksingel 33, Delft. |
| 18 | *J. F. Browne, | Hugo de Grootstraat 9, Den Haag. |
| 19 | *E. E. de Bruyn, | Lange Nieuwstraat 15, Schiedam. |
| 20 | *H. D. M. Burck, | Witte de Withstraat 1, Den Haag. |
| 21 | *E. M. Bunge, | Markt 46, Delft. |
| 22 | E. D. Cartier v. Dissel, | Oude Delft 209, Delft. |
| 23 | *J. H. Curvers, | Kazernestraat 1, Den Haag. |

¹⁾ *Buitengewone leden van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën.

²⁾ Cursief gedrukt zijn de namen van hen, die voor de eerste maal zijn ingeschreven.

- 24 *W. van Dam, Oude Delft 156, Delft.
- 25 *H. L. Dinger, Binnenwatersloot 6, Delft.
- 26 *J. F. van Dorp, v. Speykstraat 2, Delft.
- 27 *N. H. van Doorninck, Rotterdamsche weg 74, Delft.
- 28 *A. H. Douw, Koornmarkt 53, Delft.
- 29 *W. F. C. Engelbert v. Hertog Govertkade 8, Delft.
Bevervoorde,
- 30 *J. O. Elema*, Brab. Turfmarkt 82, Delft.
- 31 *A. F. van Everdingen*, Julianastraat 22, Rijswijk.
- 32 P. G. A. H. Fermin, Pijnboomstraat 16, Den Haag.
- 33 *J. F. Fock, Nieuwe Plantage 77, Delft.
- 34 *F. J. Faber*, Marconistraat 71, Den Haag.
- 35 *C. P. M. Frijlinck, Hertog Govertkade 8, Delft.
- 36 B. A. Geerlings, v. Leeuwenhoeksingel 28, Delft.
- 37 *D. van Gemeren, Piet Heinstraat 46, Delft.
- 38 *G. E. Gerst, Hugo de Grootstraat 60, Delft.
- 39 *E. A. L. Gevaerts, Oude Delft 142, Delft
- 40 H. Gravendeel, Celebesstraat 2, Dordrecht.
- 41 J. C. Gijsberts, Rijswijksche weg 393, Rijswijk.
- 42 **J. A. W. Groenewegen*, Lambertusstraat 21b, Rotterdam.
- 43 *C. ter Haar, Oranjelaan 42, Rijswijk.
- 44 T. A. van Haeften, Oude Delft 15, Delft.
- 45 *H. Hamer, Spoorsingel 5, Delft.
- 46 *S. Hannik, 2e Middellandstraat 34b, Rotterdam.
- 47 *B. Ph. v. Harreveld, Oranje Plantage 21, Delft.
- 48 *F. van Heelsbergen, Oude Delft 206, Delft.
- 49 *P. J. L. van Hemert, Oranje Plantage 21, Delft.
- 50 *F. Hennequin*, Vivienstraat 55, Den Haag.
- 51 W. Th. M. Hendrichs, Oranjeplein 30, Haarlem.
- 52 *F. L. Hes, Joost van Geelstraat 23a, Rotterdam.
- 53 *W. H. Hetzel, Piet Heinstraat 58, Delft.
- 54 *J. Heyenbrock, Oranje Plantage 21, Delft.
- 55 **W. A. van der Hoff*, Huize Hodenpijl, Schipluiden.
- 56 B. C. M. van der Hoop, Voorstraat 70, Delft.
- 57 J. W. A. van der Horst, van Eeghenlaan 14, Amsterdam.
- 58 *H. K. Hylkema, Oude Delft 158, Delft.

- 59 *W. F. de Jong, Poortlandlaan 20, Delft.
- 60 *P. J. B. van Kessel, Oosteinde 89, Delft.
- 61 *W. C. Benschop Kool- Scheepmakerhaven 33c, Rotterdam.
hoven,
- 62 *H. P. Koopmans*, Engelenburgstraat 38, Den Haag.
- 63 *P. Ch. J. Korte, Nieuwstraat 24, Delft.
- 64 *S. H. van Kuyk, Leeuwendaallaan 3, Rijswijk.
- 65 *L. A. de Laive*, Nieuwe laan 58, Delft.
- 66 *K. F. de Leeuw, Frederik Hendriklaan 283, Den Haag.
- 67 *P. H. Lefebvre, Zuidwal 7a, Delft.
- 68 *E. S. Levison, Vrouw Juttenland 20, Delft.
- 69 *W. A. Loke, Morsestraat 4, Den Haag.
- 70 *J. van der Lijn, Vrouw Juttenland 2, Delft.
- 71 *P. M. Matthysen, Hooikade 17, Delft.
- 72 *O. F. Mariman*, Nieuwe laan 30, Delft.
- 73 *O. W. Memelink*, Binnenwatersloot 38, Delft.
- 74 *G. J. H. Molengraaff, Markt 7, Delft.
- 75 *A. J. Mulder*, Oranjestraat 8, Delft.
- 76 *J. A. W. Muller*, Hooikade 9, Delft.
- 77 Th. Nelissen, Charlotte de Bourbonstr. 1, Den Haag.
- 78 M. Neumann, de Perponcherstraat 131, Den Haag.
- 79 F. E. Nix, Bilderdijkstraat 52, Haarlem.
- 80 H. Oolbekkink, Schietbaanlaan 57b, Rotterdam.
- 81 *W. H. Oosten, Keizerstraat 296, Scheveningen.
- 82 *A. van Overstraten Oude Delft 24, Delft.
Kruysse,
- 83 *O. M. Planten, Statenlaan 30, Den Haag.
- 84 *W. A. H. Pel*, ze Emmastraat 161, Den Haag.
- 85 *K. G. P. Post, Mathenesserlaan 363b, Rotterdam.
- 86 *H. G. A. Potjes, Kipstraat 91, Rotterdam.
- 87 *L. Th. A. Potjes, Kipstraat 91, Rotterdam.
- 88 G. Pott, Piet Heinstraat 30, Delft.
- 89 J. H. de Puy, Rochussestraat 249, Rotterdam.
- 90 *H. Ph. ten Raa, Phoenixstraat 7, Delft.
- 91 *W. J. van Reenwijk, Bergsche laan 92, Rotterdam.
- 92 *W. A. H. Regout, Leeuwenhoeksingel 28, Delft.

- 93 *C. E. P. M. Raedts, Markt 41, Delft.
- 94 F. L. Reitsema, Nieuwstraat 7, Delft.
- 95 *E. J. A. Rikmenspoel, Lipkensstraat 38, Delft.
- 96 *G. Roos Jr., v. Ochterveldstraat 32b, Rotterdam.
- 97 *Th. Ruys, Piet Heinstraat 13, Delft.
- 98 *J. Salm, Oude Delft 24, Delft.
- 99 *I. van Sandick, Lipkensstraat 7, Delft.
- 100 *H. Schols, Piet Heinstraat 82, Delft.
- 101 *K. Scholtens, Saftlevenstraat 5, Rotterdam.
- 102 *E.C.R.M. Schölvinc, Koornmarkt 23, Delft.
- 103 A. G. G. Schot, Oostsingel 12d, Delft.
- 104 *B. van der Schilden, Oranjelaan 13, Den Haag.
- 105 J. H. Schuiling, Rotterdamsche weg 74, Delft.
- 106 *Th. R. Seldenrath, Bemuurde Weerd 37, Utrecht.
- 107 *J. J. M. Sengers, Oppert 4, Rotterdam.
- 108 G. Slikker, Galileïstraat, Den Haag.
- 109 *G. Snoeck Henkemans, v. Boetzelaerlaan 127, Den Haag.
- 110 J. H. Steggewentz, Willemsparkweg 126, Amsterdam.
- 111 A. G. H. Straatman, Emmastraat 20, Rijswijk.
- 112 *H. G. Stroeve, Lipkensstraat 30, Delft.
- 113 J. J. Tekelenburg, Schoterweg 71, Haarlem.
- 114 W. A. Terwoogt, Simonsstraat 10, Delft.
- 115 *P. van Thiel, Willem de Zwijgerlaan 54, Den Haag.
- 116 *M. P. E. H. Thywissen, Prins Hendriklaan 5, Rijswijk.
- 117 *I. van Tijn, Markt 38, Delft.
- 118 J. G. H. Ubaghs, Zwarteweg 63, Den Haag.
- 119 *V. P. Ulrich, Brab. Turfmarkt 77, Delft.
- 120 D. Th. Veltman, Café Phoenix, Oude Langendijk, Delft.
- 121 *N. Verhoef, Spoor singel 4, Delft.
- 122 *G. H. J. Verlinden, Kloosterstraat 15, Bergen op Zoom.
- 123 *S. J. Vermaes Hzn., Leeuwendaallaan 47, Rijswijk.
- 124 J. F. C. Versluys, Westeinde 64, Voorburg.
- 125 *A. Verstege, Laan van N. O. Indië 72, Den Haag.
- 126 M. D. Th. Vis, Agnesstraat 10, Den Haag.
- 127 *N. de Voogd, 2e Sweelinckstraat 117, Den Haag.
- 128 *J. A. W. van der Voort, Vlamingstraat 34, Delft.

- 129 *L. M. H. Vreugde*, Spruitenboschstraat 14, Haarlem.
- 130 **C. L. de Vries*, Weimarstraat 5, Den Haag.
- 131 **J. de Vroom*, Binnenwatersloot 15, Delft.
- 132 **G. J. Wally*, Gallileistraat 195, Den Haag.
- 133 **D. W. Weber*, Rotterdamsche weg 74, Delft.
- 134 **E. A. C. Wiess*, Dirk Hoogenraadstr. 164, Scheveningen.
- 135 **J. H. G. van Willigen*, Nieuwe Plantage 93, Delft.
- 136 **J. C. de Wilde*, Voorhout bij Leiden.
- 137 **L. A. v. d. Wilde*, Thomsonlaan 40, Den Haag.
- 138 *J. Willebeek le Mair*, Eendrachtsweg 74, Rotterdam.
- 139 *F. C. M. Wijffels*, Postkantoor, St. Oedenroode.
- 140 *Ch. J. Wilhelm*, Anna van Buerenstraat 273, Den Haag.
- 141 **Chr. J. de Wit*, Daguerrestraat 24, Den Haag.
- 142 **P. F. de Zee*, Kanaalweg 18, Delft.
- 143 **C. P. A. Zeijlmans van Witte de Withstraat* 1, Den Haag.
Emmichoven,
- 144 **P. H. Zijderveld*, Buitenwatersloot 28, Delft.

Naamlijst der aan de Delftsche Akademie,
Polytechnische School en Technische Hoogeschool
afgestudeerde Mijningenieurs.

*) Buitengewone Leden van de Mijnbouwkundige Vereeniging \pm 95.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
1	E. C. Abendanon.	1900	Wassenaar, Kie- vitspark, Iepen- laan 2.	Oud-Ing. M. N. I.
2	W. A. J. Aernout.	1910	Koba, Banka.	Ing. M. N. I.
3	J. E. Akkeringa.	1852	overleden.	
4	W. O. Arntzenius.	1860	overleden.	
*5	J. Bakker Gzn.	1912	Painan(via Padang) Sumatra's West- kust.	Ing. b/d mijn Salida.
*6	N. K. H. Bauermann.	1907	Tijdelijk: Buenos- Aires, adres in Nederl.: 's-Gra- venhage, Konin- gin Mariestr. 1.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*7	Dr. E. H. M. Beekman.	1905	Delft, Mijnbouw- straat 8.	Leeraar H. B. S.
*8	A. van Beelen.	1919	Noordwijk a. Zee, Hotel Pension „Noordzee”.	Cand. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*9	E. J. Beens.	1916	Batavia: Hoofd- bureau Mijn- wezen. Adres in Nederl.: Assen, Collardstraat 3.	Ing. M. N. I.
10	Dr. F. Beyerinck.	1890	's-Gravenhage, Ch. de Bourbonstr. 10.	Oud-Ing. Dir. Rijksopsporing van Delfstoffen.
11	Z. S. Beijl.	1903	Leeuwarden, Kanaalweg.	
*12	W. F. C. Engelbert van Bevervoorde.	1919	Delft, Hertog Govertkade 8.	Ing. Wm. H. Müller & Co's Algemeene Mijnbouw Mij.
*13	K. A. Biegman.	1909	Manggar, Billiton.	Ing. Billiton Mij.
14	S. L. G. Birnie.	1872	overleden.	
*15	P. F. Bliet.	1893	Oruro, Bolivia, Casillia 154. Adr. in Nederland: Soest, Wilhel- minastr. 30, p/a T. G. de Jong.	Dir.-Ing. der Compania Minera de Oruro.
16	A. Boachie.	1849	overleden.	
17	R. J. Boers.	1893	Muntok, Banka.	Hoofding. M. N. I., Chef Bankatinwinning.
18	P. M. van Bosse.	1900	's-Gravenhage, Nassau Zuilen- steinstraat 14.	Directeur der Oost-Borneo Mij.
*19	A. Ch. D. Bothé.	1918	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*20	G. Bouwmeester.	1916	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*21	A. L. ter Braake.	1916	Malili, Golf van Boni, Celebes.	Ing. M. N. I.
22	J. v. Braam Houckgeest.	1902	Rio de Janeiro.	Ing. firma Gebr. Goedhart.
*23	J. van den Broek.	1915	Manggar, Billiton.	Administrateur Billiton Mij.
24	Dr. H. A. Brouwer.	1908	Rijswijk (Z.-H.) Oranjelaan 72.	Hoogleraar T. H.
*25	J. E. Bruining.	1908	Boeding, Billiton.	Ing. Billiton Mij.
26	H. J. Buisman.	1895	Weltevreden, Gang Cornelis 7.	Oud-Ing. M. N. I., Leeraar Kon. Wilhelminaschool.
*27	J. G. Bijdendijk.	1903	Muntok, Banka.	Ing. M. N. I.
*28	M. H. Caron.	1910	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*29	H. A. A. baron Collot d'Escury.	1912	Tjepoe, Java.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
30	H. Cool.	1903	overleden.	
31	J. H. Cordes.	1863	overleden.	
*32	A. J. R. Cornelissen.	1916	Banka, Tikoes.	Ing. M. N. I.
*33	A. J. Cosijn.	1918	Delft, Zuidwal 10.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
34	J. E. Deelken.	1913	Den Haag, Fulton- straat 243.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*35	Dr. P. N. Degens.	1902	Batavia.	Leeraar a/h Gymnasium Wil- lem III te Batavia.
*36	J. F. van Diermen.	1916	Pladjoe (bij Palem- bang, Sumatra).	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
37	P. H. van Diest.	1855	overleden.	
38	S. van Dorsser.	1904	Shreveport (Loui- siana, U. S. A.)	
*39	E. A. Douglas.	1905	Paramaribo (tijdelijk).	Ing. M. N. I.
*40	C. M. Dozy.	1908	Bucarest, Strada Airam Jancu.	Directeur v/d Internationale Rumeensche Petroleum Mij.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*41	J. B. van der Drift.	1911	Muntok, Banka.	Ing. M. N. I.
42	J. B. C. van der Drift.	1912	overleden.	
43	P. L. Duboucq.	1903	Weltevreden, Parapattan.	Hoofdadministrateur bij de Bataafsche Petroleum Mij.
44	C. G. van Dusseldorp.	1902	Bussum, Beeren- steinerlaan 29.	Oud-Ing. Mijnb. Mij. Bolang Mongondau.
45	G. Duifjes.	1904	Staatsmijn Emma, Kouvenrade.	Ing. Staatsmijnen in Limburg.
*46	J. van Duynen.	1909	Chalcis, Grieken- land.	Ing. Intern. Magnesietwerken, Rotterdam.
47	P. H. van Dijk.	1855	overleden.	
*48	G. H. Edixhoven.	1918	Eijgelshoven, (Z. L.)	Ing. Mijn Laura en Vereeni- ging.
49	E. van der Elst.	1850	overleden.	
*50	O. J. van der Elst.	1906	's-Gravenhage, Bentinckstr. 154.	Ing. bij het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening.
51	F. Z. Ermerins.	1901	overleden.	
*52	L. J. C. van Es.	1912	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Tijd. Geoloog M. N. I.
*53	W. Estor.	1909	Terneuzen, Vloos- wijkstraat 60.	Leeraar H. B. S.
54	R. Everwijn.	1852	overleden.	
55	B. von Faber.	1902	Muntok, Banka.	Ing. M. N. I.
56	R. Fennema.	1872	overleden.	
*57	A. G. Ferf.	1906		Ingenieur Billiton Mij.
58	H. Frijling.	1906	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*59	Dr. J. K. van Gelder.	1905	Pangkal Pinang, Banka.	Ing. M. N. I.
*60	G. J. Geursen Jr.	1918	Den Haag, Coper- nicusstraat 83.	Cand.-Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*61	Dr. W. F. Gisolf.	1909	Rotterdam, Prove- niersstraat 72b.	Leeraar H. B. S.
62	W. Godefroy.	1877	's-Gravenhage, Frankenstr. 66.	Oud-Hoofdingenieur, oud-chef M. N. I.
63	C. Godefroy.	1913	Sawa, Loento, Sumatra.	Ing. M. N. I., Bedrijfsinge- nieur Loena Godang mijn.
64	E. R. D. Göllner.	1904	Sawah Loentoe, Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I.
65	C. A. van Goudoever de Jongh.	1902	Lutterade (Z. L.) Staatsmijn Mau- rits.	Hoofding. Staatsmijnen in Limburg.
66	A. J. Gouka Jr.	1902	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*67	J. B. Grandjean.	1916	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
68	G. E. Gravenhorst.	1903	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
69	W. H. de Greve.	1859	overleden.	
*70	I. R. J. de Greve.	1917	Mijn Salida, Pai- nan, Sumatra.	Ing. Kinandam-Sumatra-Mijn- bouw Mij.
71	H. F. Grondijs.	1905	Santiago (Chili), Huerfanos 1326.	Consulteerd Ingenieur der Compania Minera de Oruro.
72	H. Grondijs Jr.	1916	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
73	C. de Groot.	1848	overleden.	
74	C. F. A. de Groot.	1918	Terwinselen (Z.L.), Staatsmijn Wil- helmina.	Adj.-Ing. Staatsmijnen in Lim- burg.
*75	P. F. de Groot.	1916	Balik-Papan.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*76	Dr. Ch. Th. Groothoff.	1910	Heerlen (L.) Hotel Clout.	Ing. Staatsmijnen in Limburg.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
77	J. A. Grutterink.	1902	's-Gravenhage, v. Bleijswijkstr. 139.	Hoogleeraar T. H.
78	C. A. Guffroy.	1905	Soerabaja.	Leeraar H. B. S.
*79	W. de Haan.	1909	Mangani, Suma- tra's Westkust via Pajacombo.	Ing. Mijnb. Mij. „Aequator”.
80	C. ter Haar.	1919	Zutphen, Dieser- straat.	Cand. Ing. M. N. I.
*81	P. de Haart.	1917	Mijnbouwstraat 14, Delft.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*82	C. S. van Haeften.	1916	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*83	Ch. J. J. van Hal.	1918	Kouvenrade (Z. L.)	Bedrijfsleider v. d. Bruinkool- groeve, Carisborg I.
84	A. van der Ham.	1909	's-Gravenhage, Stephensonstr. 2.	Ing. M. N. I., met verlof.
*85	A. Harting.	1918	Utrecht.	Cand. Ing. M. N. I.
86	J. G. B. van Heek.	1903	Pankalpinang, Banka.	Ing. M. N. I.
87	J. C. van Heukelom.	1877	overleden.	
*88	A. van Hoek.	1918	Borneo, adres in Nederl.: Joris- straat, Nijmegen.	
*89	J. A. Hoekstra.	1916	Bucarest, Roemenië.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*90	Dr. E. C. N. van Hoepen.	1909	Pretoria, Presi- dentstraat 133.	Palaeontoloog Transvaalmus.
*91	A. Hofman.	1913	Lintido, Celebes.	Ing. Mijnbouw Mij. „Paleleh”.
*92	G. B. Hogenraad.	1905	Mijn Salida, Pai- nan, Sumatra.	Ing. Kinandam-Sumatra Mijn- bouw Mij.
*93	W. Holleman.	1912	Muntok, Banka.	Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*94	A. van den Honert.	1912	Weltevreden, Hoofdbur. Bat. Petr. Mij.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
95	J. A. Hooze.	1872	overleden.	
*96	L. Houwink.	1898	Weltevreden, En- trée Nieuw-Kon- dangia 14.	Hoofding. M. N. I.
*97	P. Hövig.	1901	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
98	J. A. Huegenin.	1862	overleden.	
99	O. F. N. Huegenin.	1862	overleden.	
100	P. H. Huffnagel.	1905	overleden.	
*101	L. Hupkes.	1904	's-Gravenhage, Bezuidenhout 3.	Ing. Wm. H. Müller & Co's. Algemeene Mijnbouw Mij.
*102	P. J. Jansen T.Pzn.	1899	Moeara Aman Benkoelen, Su- matra.	Hoofdadm. Mijnbouw Mij. Simau.
103	H. J. W. Jonker.	1860	overleden.	
*104	A. C. de Jongh.	1906	Weltevreden, Tje- maralaan 30.	Ing. M. N. I.
*105	C. A. de Jongh.	1906	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
106	D. de Jongh Hzn.	1873	Soekaboemi.	Oud-Hoofding., oud-chef M. N. I.
*107	W. H. D. de Jongh Dz.	1903	Heerlen.	Ing. Staatstoez. op de mijnen.
*108	W. A. Jonkers Both.	1903	Essen-Rütten- scheidt, Otmar- strasse 28.	Obering firma Fröhlich u. Klүpfel, Barmen.
*109	M. W. Julius.	1909	Pankalpinang, Banka.	Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
110	J. W. C. Op den Kamp.	1914	Rumpen, Staats- mijn Hendrik.	Adj.-Ing. Staatsmijnen in Limburg.
*111	C. D. Keen.	1909	Shreveport, Loui- siana, U. S. A. Commercial Bank Building, Rooms 202-203.	Oiloperator.
112	A. W. F. Kerssen.	1896	overleden.	
*113	Dr. W. C. Klein.	1907	's-Gravenhage, Carel v. Bylandt- laan 30, Bat. Petr. Mij.	Geoloog Bat. Petr. Mij.
114	J. van der Kloes.	1901	Sawah Loentoe, Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I., Dir. Ombilin- mijnen.
115	W. A. Knol.	1902	's-Gravenhage, Stadhouderspl. 9.	Hoogleraar T. H.
116	L. Knoppert.	1909	overleden.	
117	J. de Koning Knijff.	1889	's-Gravenhage, Willem de Zwij- gerlaan 2.	Buitengew. Hoogleraar T. H., oud-Hoofding., oud-chef M. N. I.
118	W. C. Benschop Kool- hoven.	1919	Rotterdam, Scheep- makershav. 33c.	Cand.-Ing. M. N. I.
119	J. Koomans.	1894	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Hoofdingenieur M. N. I.
120	M. Koperberg.	1883	Utrecht, Frans Halsstraat 1.	Oud-Hoofding. M. N. I.
*121	M. C. Kort.	1916	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
122	F. W. Kromhout.	1908	Muntok, Banka.	Ing. M. N. I.
123	J. Kruyt.	1892	overleden.	

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
124	A. F. N. Kunert.	1906	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
125	J. de Lange.	1904	overleden.	
*126	J. L. A. Ledeboer.	1905	Paleleh, Celebes.	Ing. Mijnb. Mij. „Paleleh”.
127	L. Leger.	1907	Soengei Liat, Banka.	Ing. M. N. I.
*128	C. W. A. Lely.	1904	Tandjong Pandan, Billiton.	Hoofding. Billiton Mij.
129	A. H. van Lessen.	1893	's-Gravenhage, Jan v. Nassaustr. 91.	Oud-Hoofding, oud-chef M. N. I.
*130	L. W. Leyds.	1913	's-Gravenhage, Frankenslag 337.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
131	F. E. A. Liebert.	1850	overleden.	
*132	F. C. van Lier.	1905	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
133	R. J. van Lier.	1901	Tandjong Pandan, Billiton.	Hoofdadm Billiton Mij.
*134	B. H. van der Linden.	1906	San Francisco, Californië, San- somesstraat 343. Adres in Nederl.: 's-Gravenhage, Schuytstr. 143.	Geoloog Bataafsche Petroleum Mij. (Shell Company of California.)
*135	K. L. Löb.	1907	Sawah Loentoe, Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I.
*136	J. A. Lohr.	1909	Borneo. Adres in Nederl.: 's-Gra- venhage, Adel- heidstr. 125.	
*137	H. J. van Lohuizen.	1911	Blinjoe, Banka.	Ing. M. N. I.
138	C. J. van Loon.	1885	overleden.	

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*139	L. L. J. baron v. Lijnden.	1912	's-Gravenhage, Nassau Dillen- burgstraat 16.	Ing. N. V. Ned. Smelterij van tin en andere metalen, Vlaardingen.
140	G. W. Mallée.	1906	Blinjoe, Banka. Adres in Nederl.: 's-Gravenhage, Hollanderstr. 38.	Ing. M. N. I.
141	E. B. van der Marck.	1918	overleden.	
142	H. A. Mansfelt.	1859	overleden.	
*143	J. A. A. Mekel.	1916	Tampico, Mexico.	Geoloog Bat. Petr. Mij.
*144	C. Menschaar.	1905	Goeroepahi, Res. Menado, Noord Celebes. Adres in Nederland: 's-Gravenhage, Trompstr. 310.	Hoofdadministrateur der Ex- ploratie en Exploitatie Mij. „Bolang Mongondou”.
145	J. H. Menten.	1860	's-Gravenhage, Mauritskade 1.	Oud-Hoofding. M. N. I.
*146	F. T. Mesdag.	1911	Zwolle, Prins Hendrikstr. 14.	
147	E. Middelberg.	1896	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Chef M. N. I.
148	C. Moerman.	1902	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
149	W. D. Munniks de Jongh.	1906	Balikpapan, Borneo.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*150	E. A. Neeb.	1896	Soengei Liat, Banka.	Hoofding. M. N. I.
151	C. L. van Nes.	1903	Kouvenrade (Z.L.), Bedrijfsing. Staatsm. Emma.	Ing. Staatsmijnen in Limburg.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
152	W. H. Oosten.	1919	Scheveningen, Keizerstr. 256.	Assistent T. H.
*153	W. F. F. Oppenoorth.	1906	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
154	F. P. C. S. v. d. Ploeg	1904	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*155	V. H. Ploem.	1910	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
156	H. F. E. Rant.	1853	overleden.	
157	G. P. A. Renaud.	1863	's-Gravenhage, Weimarstraat 8.	Oud-Hoofding., oud-chef M. N. I.
158	P. J. A. Renaud.	1868	Bandoeng.	Oud-Hoofding. M. N. I.
159	Dr. J. W. Retgers.	1880	overleden.	
160	J. Reyzer.	1910	Sassak (onder afd. Ranti Pao, afd. Loewoe), Celebes.	Tijd. Ing. M. N. I.
161	W. G. Ribbius.	1880	overleden.	
162	E. J. van Rijckevorssel.	1901	overleden.	
163	B. F. P. Römer.	1904	Valkenburg (L.)	
164	Dr. J. Rueb.	1906	's-Gravenhage, Groot Hertog- ginnelaan 92.	Dir. N. V. Nederl. Smelterij voor tin en andere metalen. Vlaardingen.
165	O. Z. van Sandick.	1918	's-Gravenhage, Willem de Zwij- gerlaan.	Cand. M. N. I.
166	J. C. Schagen van Soelen.	1907	Bilbao, Spanje Cendaja 7—1 ^o .	Ing. Sociedad Hispana-Hol- landesa.
*167	J. H. W. Schäfer.	1918	Kouvenrade, Staatsm. Emma.	Adj.-Ing. Staatsm. in Limburg.
168	C. J. van Schelle.	1870	overleden.	

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*169	A. A. G. Schieferdecker.	1918	Tulsa, U. S. A. Adres in Neder- land: Bloemen- daal.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
170	J. P. Schlosser.	1854	overleden.	
*171	Dr. J. I. J. M. Schmutzer.	1904	Djokjakarta, Gandjoeran.	Adm. Gondang Lipoer.
*172	C. Schouten.	1917	Bilbao, Spanje.	Ingenieur Sociedad Hispana- Hollandesa.
*173	D. Th. Schuiling.	1910	Goeroepahi, Res. Menado, N.-Ce- lebes. Adres in Nederland: Pot- hoofd 25, Deventer.	Metallurg bij de Exploratie- en Exploitatie-maatschappij „Bolang Mongondou”.
*174	J. A. Schuurman.	1877	's-Gravenhage, Emmastraat 39.	Oud-Hoofding. M. N. I.
*175	J. C. L. J. Seelig.	1918	Indoeroeng bij Padang.	Adj.-Adm. v. d. Nederl.-Ind. Portlandcementfabriek.
*176	E. L. Siccama.	1915	Tjepoe, Java.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*177	M. G. F. Söhlein.	1908	Machacamarca, Bolivia.	Ing. Compania minera de Oruro.
178	J. Sonneveld.	1902	Schela Gura Ocni- tei, (Gara Targo- visti, Rumenië).	Techn. Dir. Internationale Rumeenske Petroleum Mij.
179	P. J. Stigter.	1900	Batavia.	Oud-Hoofdadm. Billiton Mij.
180	A. Stoop Jr.	1878	Bloemendaal, Huize de Rijk.	Oud-Directeur der Dordtsche Petroleum Mij.
181	H. C. Stork.	1883	overleden	
182	J. A. R. Stuffken.	1903	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*183	Tan Tek Tjoen (J. Tan).	1918	Bandoeng.	
*184	N. J. M. Taverne.	1916	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
185	Dr. P. Tesch.	1902	Haarlem, Zomer- luststraat 16.	Directeur van 's Rijks Geol. Dienst.
186	A. J. H. Thie.	1905	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
187	P. van Thiel.	1898	Stagen, Poeloe Laoet. Z. en O. Afd. van Borneo.	Wd. Hoofding. M. N. I., Directeur der Gouverne- ments-steenkolenmijnen Poe- loe Laoet.
188	Ph. W. Timmermans.	1908	Soengei Liat, Banka.	Ing. M. N. I.
189	H. Tromp.	1901	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
190	W. J. Twiss.	1905	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
191	F. A. Unger.	1905	Johannesburg.	Ing. Robinson Goldmining Comp. Ltd.
*192	A. D. Valk.	1913	Batavia.	Leeraar K. W. S.
193	Dr. A. L. W. E. van der Veen.	1908	Utrecht, Konings- laan 4.	Leeraar H. B. S.
194	R. W. van der Veen.	1906	Wassenaar, Park Groot Haese- broek, Konijnen- laan 10.	Hoogleeraar T. H.
195	R. G. Veenenbos.	1910	Terwinselen (L.) Bedrijfsing. Staatsmijn „Wil- helmina”.	Ing. der Staatsmijnen in Limburg.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*196	J. van de Velde.	1915	Lintido, Celebes.	Ing. Mijnbouwmaatschappij „Paleleh”.
197	J. Veldkamp.	1909	Blinjoe, Banka.	Ing. M. N. I.
198	Dr. R. D. M. Verbeek.	1866	's-Gravenhage, Cornelis Speel- manstraat 19.	Oud-Hoofding., oud-chef M. N. I.
199	S. J. Vermaes.	1890	Delft, Oude Delft 174.	Hoogleraar T. H.
200	Dr. J. Versluijs.	1905	's-Gravenhage, Willem de Zwij- gerlaan 33.	Hydroloog bij het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening te 's-Gravenhage.
201	C. Visser.	1903	overleden.	
202	J. van Vooren.	1906	Johannesburg.	
*203	H. W. de Vriendt Jr.	1915	Manggar, Billiton.	Ing. Billiton Mij.
204	J. de Vries.	1902	's-Gravenhage, Prins Maurits- plein 8.	Conservator T. H.
*205	F. A. H. Weckherlin de Marez-Oyens.	1910	Weltevreden, Ko- ningspl. W. 20. Tijdelijk: 's-Gra- venhage.	Hoofdvertegenwoordiger der Nederlandsche Koloniale Petroleum Mij.
206	C. J. M. Wertheim.	1892	's-Gravenhage, Casuaristraat 3.	Oud-Ing. M. N. I.
*207	E. H. Th. Wicherlink.	1909	Pangkalan Bran- dan, Sumatra.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*208	G. E. J. Wiessing.	1908	Oruro Bolivia, Mina Itos.	Ingenieur bij de Compania Minera de Oruro.
209	N. Wing Easton.	1883	Rijswijk, Geest- brugweg 23.	Oud-Hoofding. M. N. I., oud- hoofdvert. Dordtsche Petrol. Mij., Dir. Algem. Explo- ratie Mij.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*210	G. Witteveen.	1905	Tampico, Mexico.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
211	J. J. Witteveen.	1911	Bucarest, Rumenië.	Ing. Petr. Mij. „Astra Romana”.
*212	G. D. van Wijk.	1910	Adres in Nederl.: Geldermalsen.	
*213	Th. C. van Wijngaarden.	1903	Sawah Loentoe, Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I.

Bovendien zijn nog Buitengewoon Lid:

N. J. A. Bosch, Regentesseplein, 's-Gravenhage.

Dr. J. Erb, Chef-Geoloog bij de Bataafsche Petroleum Mij., Carel van Bylandtlaan 30, 's-Gravenhage.

F. A. A. van Gogh m. i., Geoloog bij de Bataafsche Petroleum Mij., Carel van Bylandtlaan 30, 's-Gravenhage.

Dr. P. H. van der Meulen, de Wittenkade, Amsterdam.

Dr. J. M. A. Smits, Geoloog bij de Bataafsche Petroleum Mij., Weltevreden, Hoofdbureau B. P. M., Geologische Afdeeling.

N.V. DIEPBOOR M^U
„VULKAAN“
Arnhem-Leeuwarden.



Uitvoering van Diepboringen
naar **Ertzen, Kolen** enz.
Onderzoek van terreinen.

CORRESPONDENTIE TE RICHTEN AAN: VULKAAN ERNST CASIMIRLAAN 8 ARNHEM.

ROTTERDAMSCH LLOYD

Directie: Wm. RUYS & ZONEN

ROTTERDAM

MAIL- en VRACHTBOOTENDIENSTEN
van NEDERLAND en van NOORD
AMERIKA en AZIË naar NEDER-
LANDSCH-INDIË, met aansluiting naar
Singapore, Australië, China, Japan en
alle overige havens in den Indischen
Archipel

LUXUEUS INGERICHTE MAILBOOTEN
alle voorzien van draadlooze telegrafie
en onderwater-kloksignaal

Tarieven en Inlichtingen verstrekken de
Hoofdagenten: RUYS & Co.
ROTTERDAM EN AMSTERDAM
en hunne Agenten

**CANOY-
HERFKENS**



Schoorsteenbouw

VENLO

**CANOY-
HERFKENS**



VENLO

J. L. Th. GRONEMAN w.i.

Ingenieursbureau

HENGELO (O.) - HOLLAND

Telefoon: 130 Hengelo

Telegrammen: Groneman, Hengelo

Legt zich toe op levering van

ALLES

wat noodig is voor

Mijnbouwkundige
Metallurgische
Chemische en
Aanverwante } Bedrijven

als: Inrichtingen (Machines, Toestellen, Ovens enz.)

voor levering van Bewegkracht, Stoom, Electriciteit, Lucht en Gassen onder druk of vacuum, Water onder druk,

voor overbrenging en omzetting van deze in Bewegkracht, Warmte, Koude, Licht, Druk, Vacuum,

voor Boren, Hakken, Spoelen, Graven, Wassen, Drogen, Breken, Malen, Mengen, Verdeelen,

voor Hijschen, Transporteeren, Bunkeren, Stapelen,

voor Smelten, Opsluiten, Oxydeeren, Reduceeren, Sublimeeren, Calcineeren,

voor Oplossen, Koken, Roeren, Indampen, Distilleeren, Condenseeren, Rectificeeren, Fraktioneeren, Filtreeren, Kristalliseeren,

voor Bewaren, Doseeren, Comprimeeren, Aftappen, Verpakken, Etiketteeren,

en al wat dies meer zij.

PLAATWELLERIJ VELSEN



Vervaardigen en leveren:

Autogeen en met overlap in 't watergasvuur gewelde
smeedijzeren buisleidingen, als:

SCHACHTLEIDINGEN - SLIKLEIDINGEN
LEIDINGEN voor HYDRAULISCHE ONTGINNING
ERTSTRANSPORTBUIZEN

Verder:

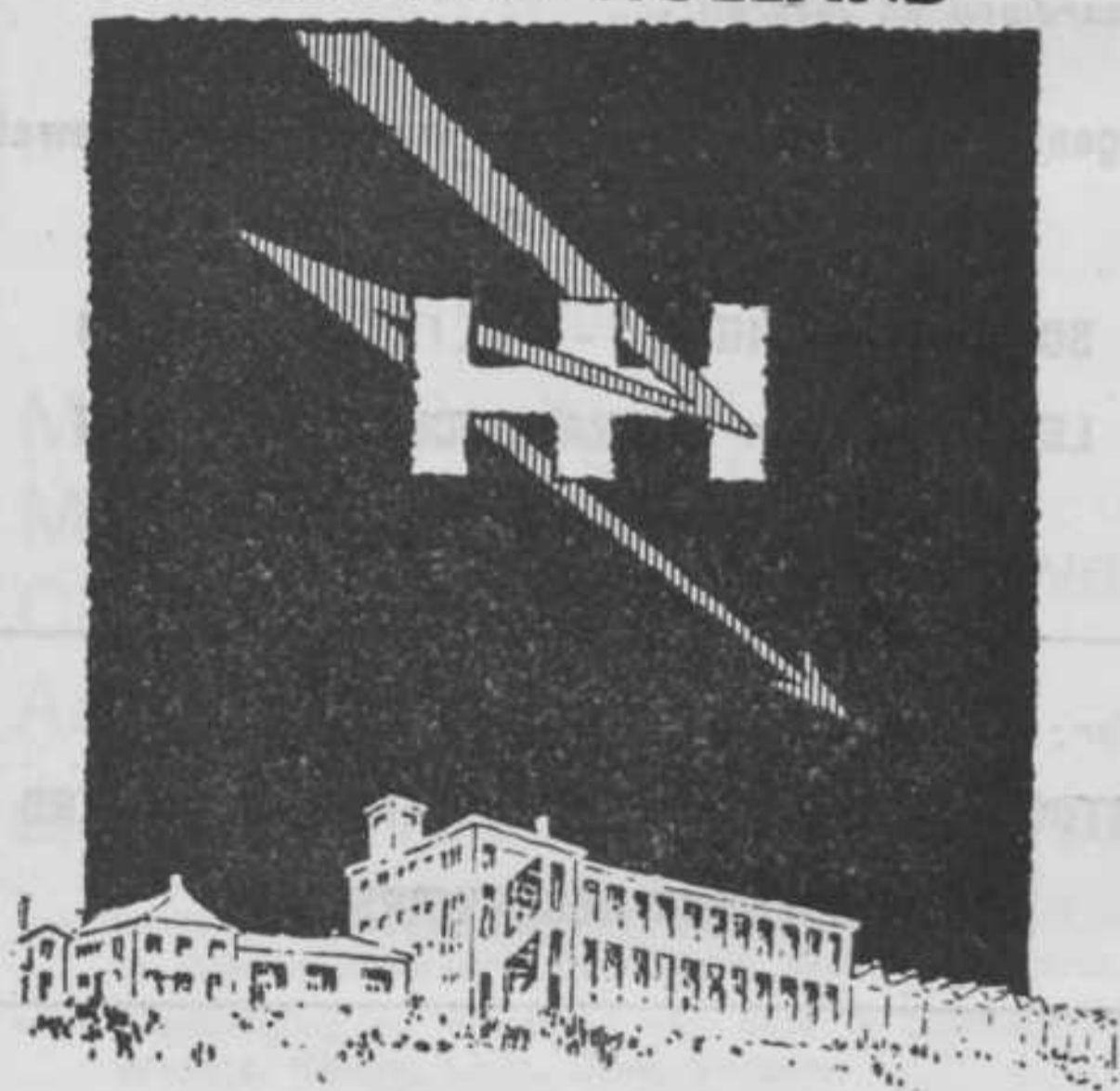
STOOMVERDEELSTUKKEN - VENTILATIEKOKERS
HOOGEDRUK-RESERVOIRS, enz.

Leveren en installeren COMPLETE
LEIDINGSCOMPLEXEN

Naaml. Venn. HOLLANDSCHE PLAATWELLERIJ en
PIJPENFABRIEK, v/h J. D. B. OLIE & GONNERMANN
VELSEN (Holland)

HAZEMEIJER

HENGELO • HOLLAND



FABRIEK VAN
ELECTR. APPARATEN

VEIJEN (Holland)

JULIUS PINTSCH A./G.

Croeselaan 24 = Utrecht.

Telefoon No. 1320 - Telegramadres Pintschgas

HOOFDBUREAU:

Andreasstrasse 71-73, BERLIJN.

FABRIEKEN TE:

**Berlijn, Breslau, Dresden, Frankfurt a/M.,
Fürstenwalde, Utrecht, Weenen.**

INGENIEURSBUREAUX TE:

**Berlijn, Danzig, Düsseldorf, Frankfurt a/M.,
Karlsruhe, München, Stettin.**

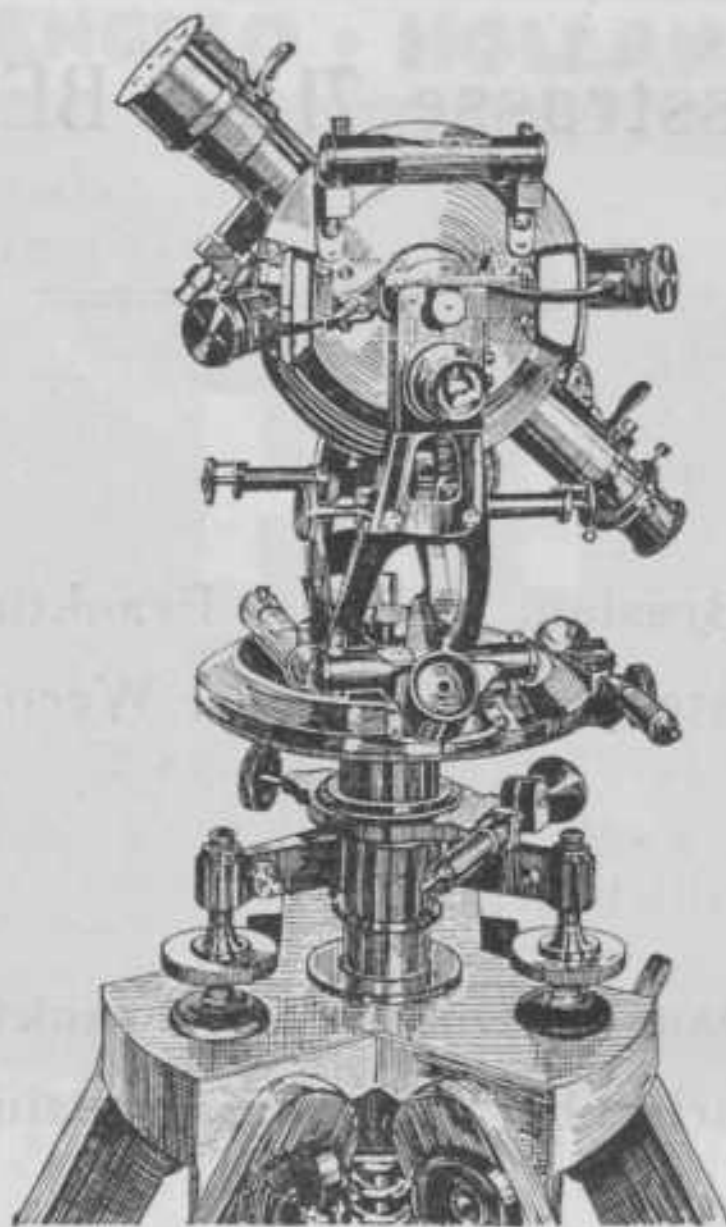
BOUWT EN LEVERT VOOR HET MIJNBEDRIJF:

**Transportbanen, Apparaten voor het verwerken
van de bijproducten van Cokesovens, Thomas-
meters, Gasmeters, Gashouders, Gelaschte Ketels,
Laboratoriumapparaten, Calorimeters enz.**

LANDMEETKUNDIGE INSTRUMENTEN

FABRIKAAT

G. DE KONINGH = ARNHEM



In voorraad:

Waterpas-
instrumenten

Theodolieten

Boussoles
Road-tracers
Baken enz.

Vraagt inlichtingen bij de Vertegenwoordigers
voor Ned. Oost-Indië

LINDETEVES-STOKVIS

Amsterdam, Semarang, Soerabaja, Batavia, Tegal, Djokja,
Bandoeng, Makassar, Medan, Sydney, Kobe, New York

Naamlooze Vennootschap
**MAASTRICHTSCHE
ZINKWIT-MAATSCHAPPIJ**

Kapitaal f 4.800.000

ZINKWIT,

op speciale wijze vervaardigd:
het eenige fabrikaat, dat loodwit
vervangt voor buitenwerken.

LITHOPONE,

witte verf, zinkhoudend, vrij van
natuurlijk zwaarspaat: de beste
verf voor binnenwerken.

ZINKWIT-FABRIEKEN:

Drie in Nederland: Maastricht
Eysden
Caestert-Eysden
Eene in Frankrijk: Bouchain (Nord)

LITHOPONE-FABRIEKEN:

Twee in Nederland: Maastricht
Eysden
Eene in Frankrijk: Bouchain (Nord)

VERFMALERIJEN:

In België: Haren bij Brussel
In Frankrijk: Bouchain (Nord)
Aubervilliers (Seine)
In Italië: Vado-Ligure

De grootste Fabrikanten in
GEHEEL EUROPA
van Zinkhoudende Verven

1^{ste} Rotterdamse

Maatschappij van Verzekering tegen ongevallen
Oudehavenkade Nr.1. Plan C. Rotterdam.

VERZEKERING

TEGEN

ONGEVALLEN

voor Heeren Ingenieurs en Studenten aan de
Techn. Hoogeschool te Delft.

-: Jaarcontracten en -:
Tijdelijke Verzekeringen

gedurende den tijd van het practisch

-: werken, excursies, enz. :-

VRAAGT PREMIEOPGAVEN

INSPECTEURS:

H. W. WIND - Bergweg 170a - ROTTERDAM

A. DE HOOG - Hollanderstraat 99 - 's-GRAVENHAGE

**N. V. Soerabayasche Machinenhandel
voorheen BECKER & Co.**

Soerabaya Semarang Bandoeng 's-Gravenhage

Magazijnen voor

Landbouw, Industrie, Waterstaat, Mijnbouw.

Technisch Bureau voor

levering van Europeesche en Amerikaansche
Machinerieën en Werktuigen.

Werkplaatsen voor

IJzerconstructie en Reparatie van Machinerieën

Aanleg van

Electrisch Licht- en Telefoon-Installaties,
Waterleidingen, enz.

Magazijnen: Soerabaya en Semarang.

Werkplaatsen: Soerabaya.

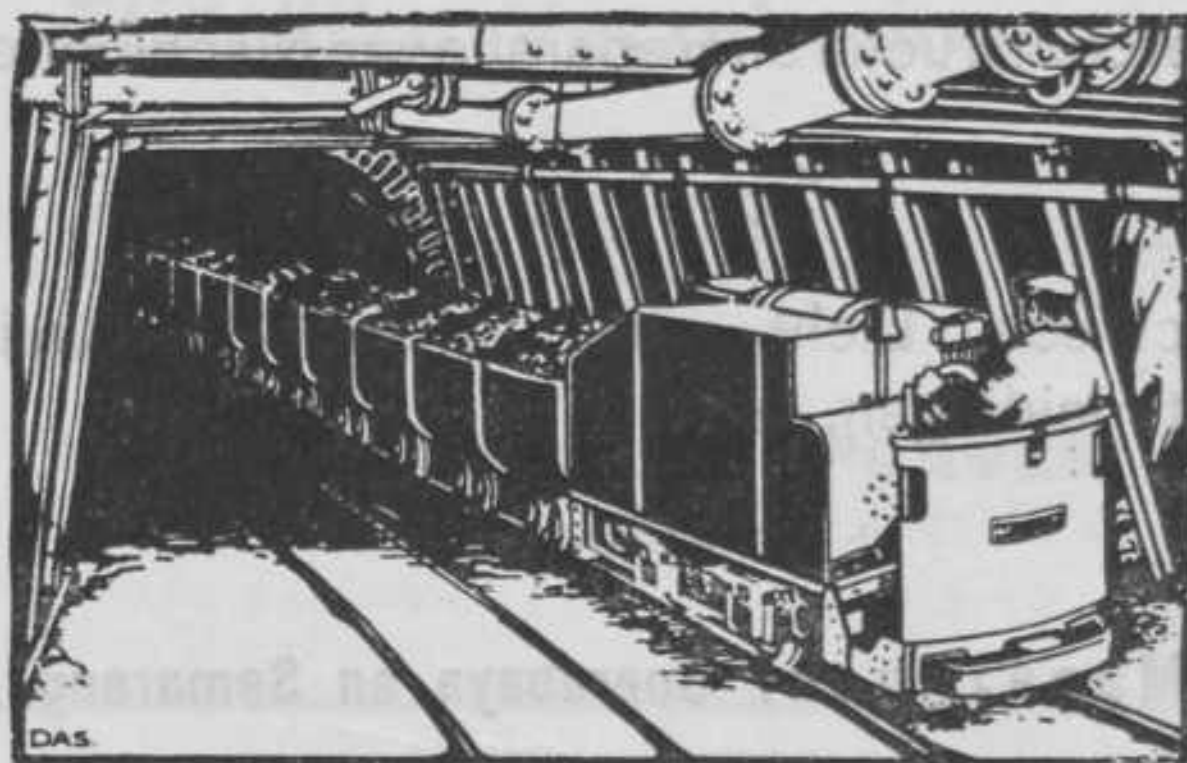
Technisch Bureau:

Soerabaya, Semarang, Bandoeng, 's-Gravenhage.

D **EUTZ**

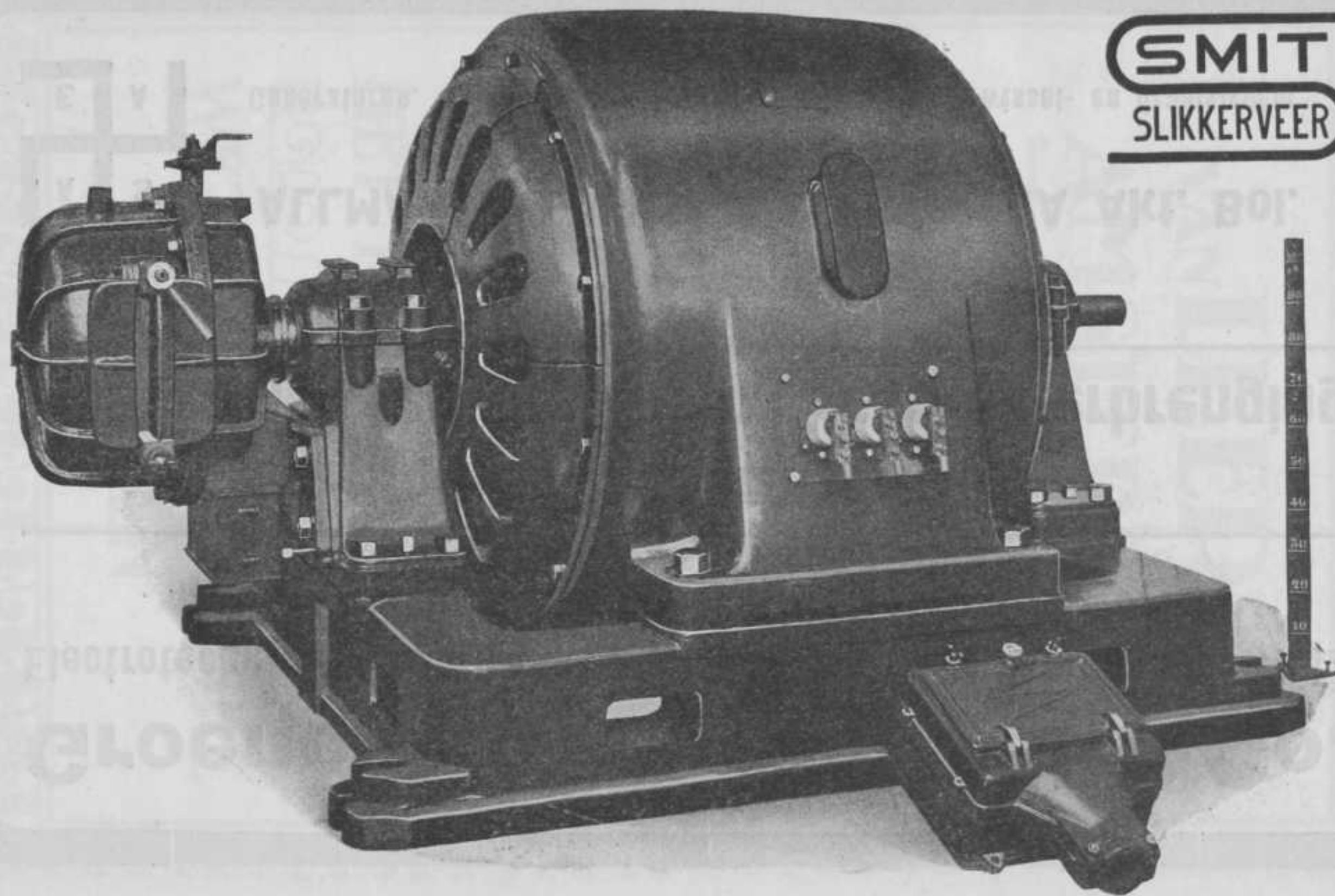
Motorlocomotieven

worden geleverd in capaciteiten van 5 tot 70 P.K.



Gasmotorenfabriek Deutz
HEERENGRACHT 134 - AMSTERDAM

„ELECTROTECHNISCHE INDUSTRIE” (Willem Smit & Co.) - Slikkerveer (Holland)



SMIT
SLIKKERVEER

Draaistroom-motor 800 P.K. 1470 omw. met gasdichte afsluiting der sleepringen. — Voorzien van Kortsluit-inrichting.

Groeneveld, van der Poll & Co.

Electrotechnische Fabriek - AMSTERDAM - de Ruyterkade 41-42

Telegramadres: „GROENPOL”

Telefoon N 2078, N 9078

**Complete installatiën voor
Electrische verlichting en Krachtoverbrenging**

ALLEENVERTEGENWOORDIGERS DER



ALLMÄNNA SVENSKA ELEKTRISKA Akt. Bol.

te VÄSTERÅS (Zweden)

Generatoren, Dynamo's en Motoren voor gelijk-, wissel- en draaistroom,
Transformatoren enz.

L. VAN LEER & CO
AMSTERDAM

VERVAARDIGEN

CLICHÉ'S

• EN •

FOTOTYPIE

VOOR

HET ILLUSTREREN

VAN

WETENSCHAPPELIJKE

WERKEN

SPRINGSTOFFEN

Mijnen, Ontginnings- en andere Doeleinden

o. a. Lont, Slaghoedjes, Romaniet,
Carboniet, Bruggloeingspatronen enz.

ELECTRISCHE- en ONTSTEKINGS-APPARATEN

:- ROOKLOOS ZWART KRUIT enz. -:

E. J. du Pont de Nemours & Co., Wilmington, Del. U. S. A.
Curtis's & Harvey Ltd., London.
Kynoch—Arklow Ltd., London.
Norsk Sprengstofindustri A./S., Kristiania, Norway.

Koninklijke Wapenfabriek Ed. de Beaumont
Roermond Maastricht Luik



JACHTGEWEREN:

Hammerless, Centraalgeweren,
Karabijnen, Buksen enz. enz.
(Tevens Winchester en Remington).

REVOLVERS en PISTOLEN:

Parabellum, Webley Scott,
Browning, Mauser, Jieffeco
enz.

CONCOURS-BUKSEN en -PISTOLEN.

Ammunitie, Jachtpatronen, Hagel en Kogels.

EXPORT NAAR INDIË.

VRAAGT PRIJSCOURANT.

Handels- en Technisch Bureau
J. A. MERENS ADzn. - AMSTERDAM

Telegram-Adres: HAFACY

Gebruikt



SCHRIJF-INKTEN

TEEKEN-INKTEN

TUBE - VERVEN

BETER dan BUITENLANDSCH fabrikaat

MAATSCHAPPIJ „OXYGENIUM”

SCHIEDAM

Opgericht 1899

SOERABAJA

**Eerste Nederlandsche Zuurstof-,
Waterstof- en Apparatenfabriek**

**Installaties voor vloeibare lucht en vloeibare zuur-
stof voor het vervaardigen van Explosiemiddelen**

**Zuurstof-reddingsapparaten speciaal voor gebruik
in Mijnen**

Complete Autogene Lasch- en Snij-Installaties

MARX & CO's BANK

ROTTERDAM

Zuid Blaak 56

DEN HAAG

Kneuterdijk 13

Gestort Kapitaal en Reserve

Ruim f 12,000,000.—

Uitvoering van alle Bankzaken



: STORK :

Machinefabriek:

Stoomturbines, Stoommachines, Compressoren.

Ketelmakerij:

Babcock- en Wilcox-Waterpijpketels.

Lancashire-, Cornwall- en Bouilleurketels.

Drijfwerk.

Gieterij.

Hijschwerktuigen.

780

MACHINEFABR:



HENGELO

Gebr. van der Willik

Technisch Handelsbureau

Emmastraat 15, Rijswijk (Z.-H.)

Telefoon Interc. 154

Telegr.-Adres: WILLIK

Leveranciers van: Motoren, Dynamo's, Drijfwerken,
Drijfriemen en Landbouw-werktuigen, benevens alle
Machinekamerbehoeften en Electriche Apparaten.

Installateurs van complete Fabrieksinstallaties op
Werktuigkundig en Electrotechnisch gebied.

:-: Plannen en Begrootingen gratis. :-:

J. H. DE BUSSY - AMSTERDAM

ROKIN 60-62 EN RUSTENBURGERSTRAAT 148

BOEK- EN STEENDRUKKERIJ

CLICHÉ-FABRIEK - EIGEN LETTERGIETERIJ - STEMPEL-
INRICHTING - TEEKENATELIER - BINDERIJ

Onze drukkerijen, die geheel aan de laatste eischen des tijds voldoen,
leveren niet alleen REGISTERS, STATEN, RAPPORTEN, GEILLUS-
TREERDE CATALOGI, PRIJSCOURANTEN en HANDELSWERK
van allerlei aard, maar ook BESTEKKEN, PLATTEGRONDEN enz.
en zijn bovendien bijzonder ingericht voor de vervaardiging van
WAARDEPAPIEREN, als: AANDEELEN, OBLIGATIËN, PAND-
BRIEVEN, CERTIFICATEN, CHEQUES

-: en andere geldswaardige stukken :-

Bekwame teekenaars en graveurs zijn aan de drukkerij verbonden

J. H. DE BUSSY

VLUGGE EN SMAAKVOLLE UITVOERING

CONCURREERENDE PRIJZEN

