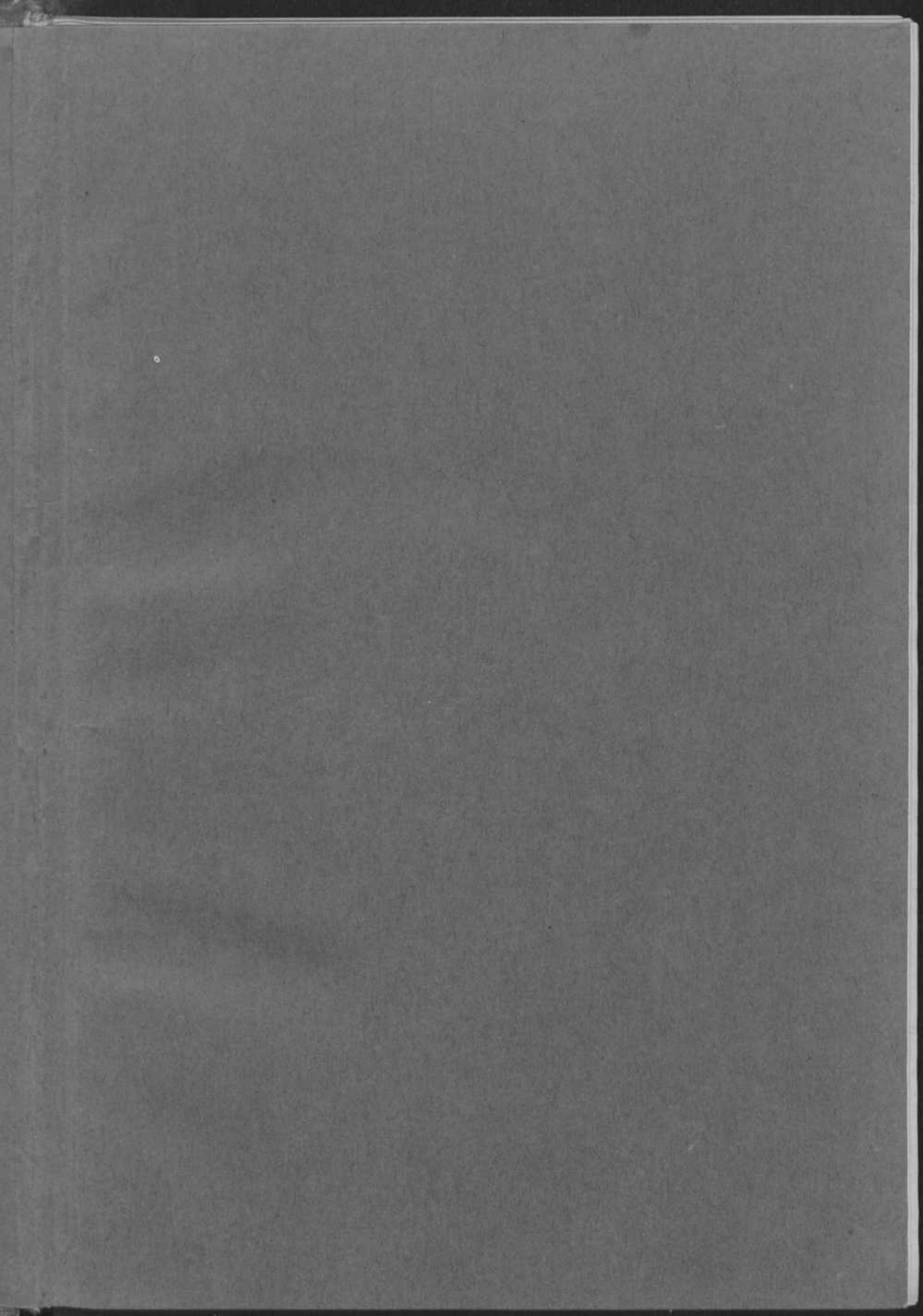

JAARBOEK 1915-1916
VAN DE MIJNBOUWKUNDIGE
VEREENIGING TE DELFT.

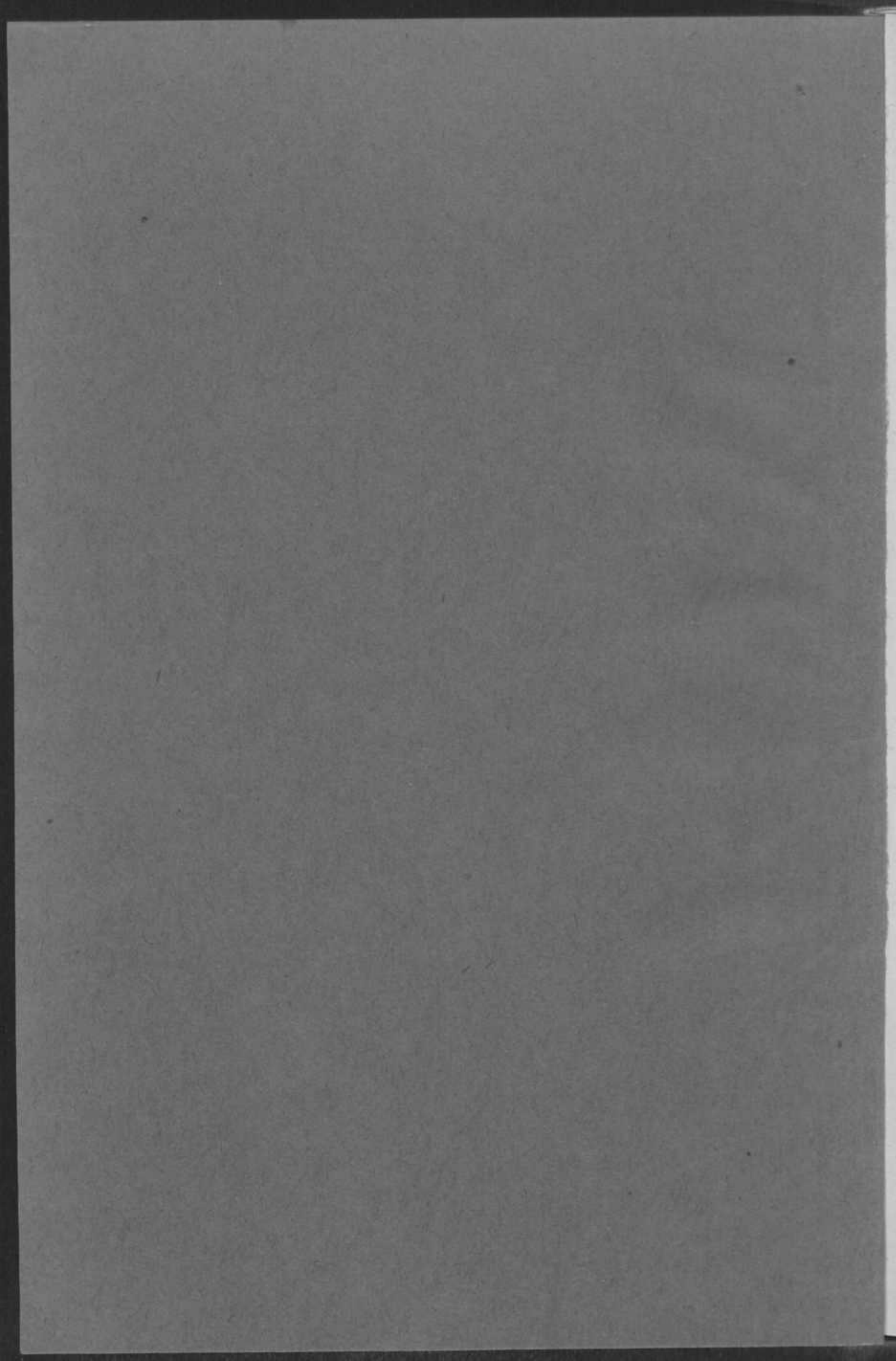


V.V.

K. 459

Pl. F





J A A R B O E K

1915—1916

VAN DE

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING

TE

DELFT.

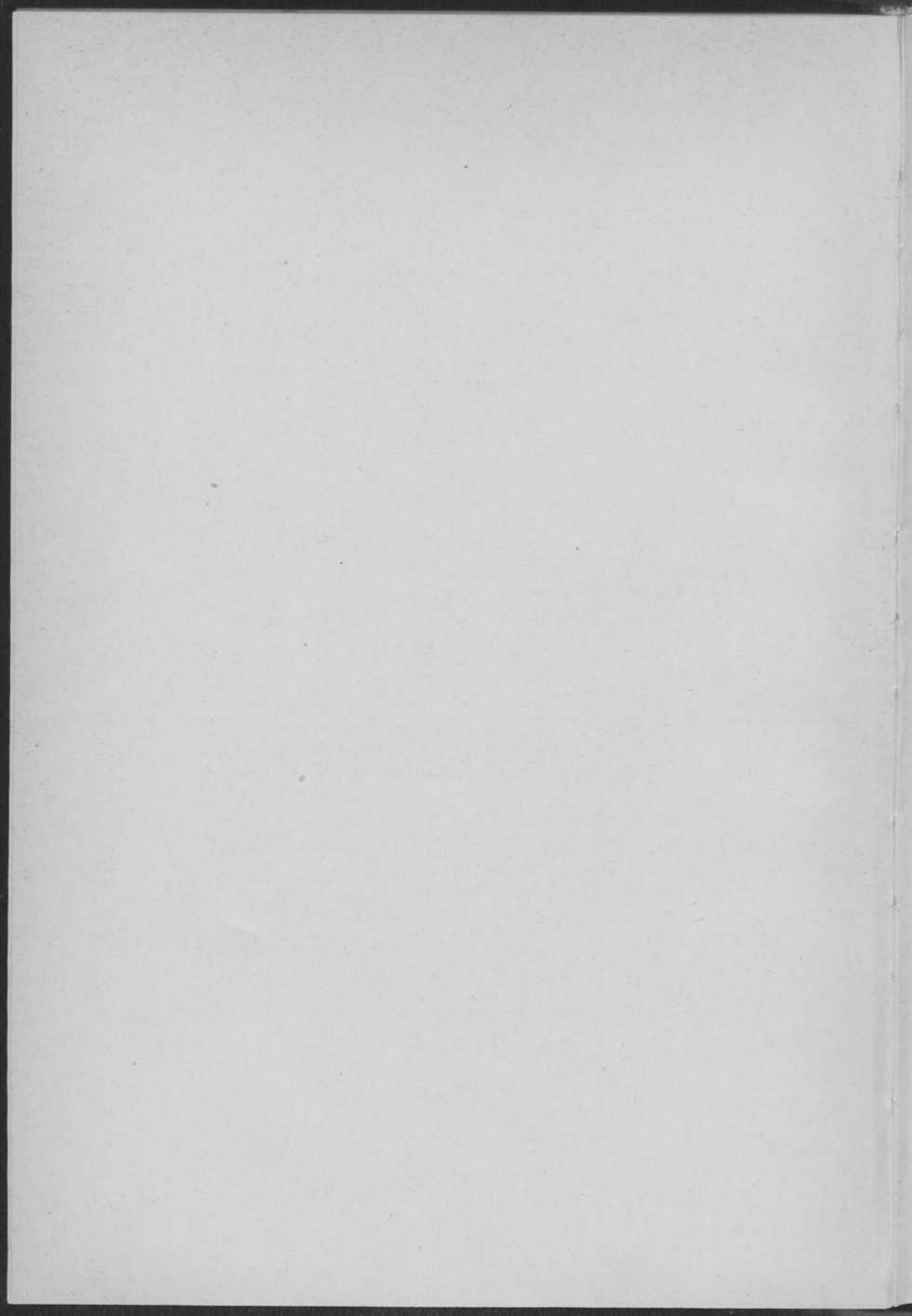


L'esprit gouverne, la matière est gouvernée.
(THIERS).

TYP. A. W. SIJTHOFF'S UITG.-MIJ. — LEIDEN.

INHOUD.

	Pag.
Besturen 1916 en 1916—1917	5
Eereleden	6
Eereleden van het Bestuur	7
Statuten der Mijnbouwkundige Vereeniging	9
Jaarverslag van den Secretaris-Archivaris 1915—1916.	11
„ „ „ Penningmeester 1915—1916	15
Verslag van de Verificatiecommissie	20
Jaarverslag van den Bibliothecaris 1915—1916.	21
Koninklijk Besluit Mijningenieurs Indischen dienst	24
Redactiebericht	32
Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF door K. MARTIN	35
Inaugureele rede van Prof. R. W. VAN DER VEEN m. i.	41
Verslag van de excursie naar Swalmen	62
„ „ „ „ „ de Staatsmijn „Maurits”	86
„ „ „ lezing van Dr. G. L. L. KEMMERLING	96
„ „ „ „ „ den heer L. L. F. DE GREVE	117
Artikel van den heer H. FRYLING m. i. uit „de Ingenieur”	129
Het probleem der koraaleilanden en de Isostasie, door Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF (mededeeling in de Kon. Acad. van Wetenschappen).	134
Over het ontstaan van metamorphe gesteenten door J. A. A. MEKEL m. i.	156
Bibliotheek der M. V.	212
Gewone leden	218
Naamlijst van afgestudeerde mijningenieurs	222
Advertenties	235



MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

DELFT.

(Opgericht October 1892).

BESTUUR 1916.

J. A. A. MEKEL, *Voorzitter.*
P. DE HAART, *Secretaris- Archivaris.*
I. R. J. DE GREVE, *Penningmeester.*
J. B. GRANDJEAN, *Afgevaardigde C. C.*
G. E. GERST, *Bibliothecaris.*

BESTUUR 1916—1917.

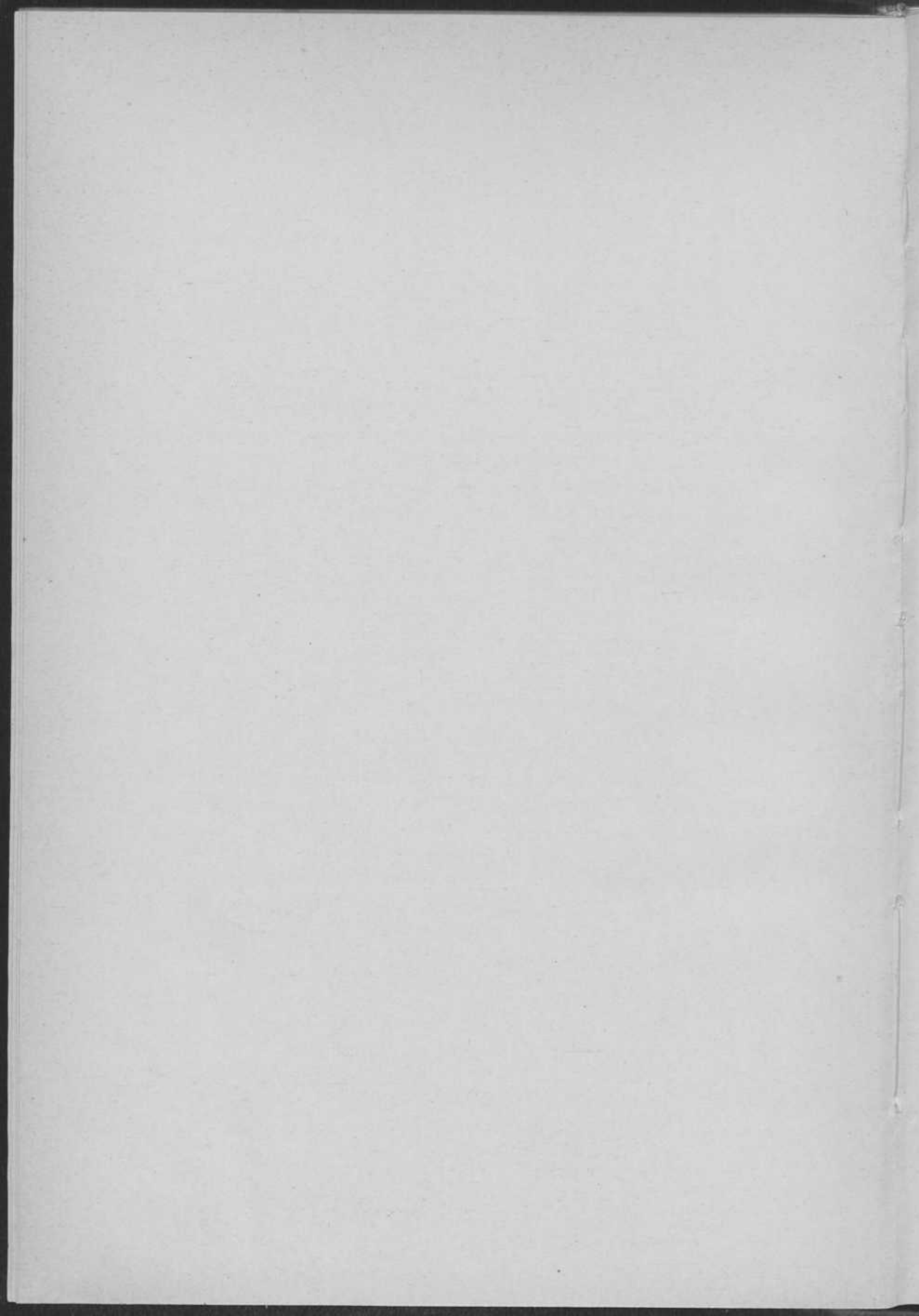
I. R. J. DE GREVE, *Voorzitter.*
P. DE HAART, *Secretaris- Archivaris.*
G. E. GERST, *Penningmeester.*
G. J. GEURSEN, *Afgevaardigde C. C.*
M. J. F. W. G. BOLDERDIJK, *Bibliothecaris.*

EERE-LEDEN.

C. BLANKEVOORT, Heerlen.	November 1892.
Prof. Dr. S. HOOGEWERFF, Wassenaar, Villa Klein-Huize.	Januari 1898.
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, Voorstraat 60.	October 1906.
Prof. M. CLÉMENT.	October 1907.
Prof. Dr. J. H. BONNEMA, Groningen, Rijksuniversiteit.	November 1909.
Prof. Mr. D. VAN BLOM, Leiden, Hooigracht 25.	October 1913.
Prof. W. A. KNOL, M. I., Den Haag, Stadhoudersplein 9.	October 1913.
Prof. J. DE KONING KNIJFF, M. I., Den Haag, Statenlaan 16.	Februari 1916.
Prof. R. W. VAN DER VEEN, M. I., Rijswijk, Oranjelaan 51.	October 1916.

EERELEDEN VAN HET BESTUUR.

P. F. DE GROOT, m. i.	1914.
C. S. VAN HAEFTEN, m. i.	1914.
J. A. HOEKSTRA, m. i.	1915.
M. C. KORT.	1915.
A. A. G. SCHIEFERDECKER.	1915.
C. SCHOUTEN.	1915.
J. B. GRANDJEAN, m. i.	1916.
J. A. A. MEKEL, m. i.	1916.



STATUTEN DER MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

In de buitengewone vergadering van 29 Februari '16 der M. V. werd besloten voor de Vereeniging rechtspersoonlijkheid aan te vragen.

Op de daartoe door dezelfde vergadering vastgestelde statuten werd de Koninklijke Goedkeuring verkregen bij

Koninklijk Besluit dd. 20 Mei 1916 no. 25. Zij verschenen in het Bijvoegsel tot de Nederlandsche Staatscourant van Donderdag 3 Augustus 1916 no. 181.

Zij luiden :

Art. 1. De vereeniging draagt den naam van : Mijnbouwkundige Vereeniging, is gevestigd te Delft en aangegaan voor den tijd van 29 jaren, te rekenen van den dag der oprichting, zijnde 1 October 1892.

Art. 2. De vereeniging stelt zich ten doel :

- a. de beoefening der mijningenieurswetenschappen ;
- b. de bevordering der belangen van de studeerenden in de mijnbouwkunde, in samenwerking met de Centrale Commissie voor de studiebelangen te Delft.

Art. 3. Zij tracht dit doel te bereiken door het houden van vergaderingen en lezingen, het organiseeren van excursies, het laten circuleeren van technische tijdschriften, de uitgave van een jaarboekje en wat haar verder ter bereiking van haar doel nuttig voorkomt.

Art. 4. De vereeniging bestaat uit gewone, buitengewone en eereleden. Het gewoon en buitengewoon lidmaatschap wordt verkregen door schriftelijke opgave bij den secretaris. Het eere-lidmaatschap wordt door de vereeniging aangeboden.

Alleen de gewone leden hebben stemrecht, behalve zij, die nog geen 3 maanden lid van de vereeniging zijn geweest.

Art. 5. Het lidmaatschap wordt verloren door opzegging, overlijden en vervallenverklaring, door het bestuur in het geval van wanbetaling, door de buitengewone vergadering in alle andere gevallen.

Art. 6. Het bestuur bestaat uit minstens 3 leden. Zij worden uit en door de gewone leden gekozen voor den tijd van 1 jaar, doch zijn direct herkiesbaar.

Art. 7. Het bestuur vertegenwoordigt de vereeniging in en buiten rechten.

Art. 8. De inkomsten der vereeniging bestaan uit contributiën, boeten en toevallige baten.

Art. 9. Wijziging dezer statuten, behoudens Koninklijke goedkeuring, kan plaats hebben in eene buitengewone vergadering met $\frac{2}{3}$ van het aantal uitgebrachte geldige stemmen.

Art. 10. Tot ontbinding der vereeniging wordt alleen overgegaan, indien het voorstel daartoe in 2 achtereenvolgende buitengewone vergaderingen met minstens $\frac{2}{3}$ van het aantal uitgebrachte geldige stemmen wordt aangenomen. Wordt tot ontbinding besloten, dan bepaalt de tweede vergadering de wijze, waarop de liquidatie zal plaats hebben, met inachtneming van het bepaalde bij art. 1702 Burgerlijk Wetboek.

Art. 11. Verdere bepalingen, de vereeniging betreffende, worden geregeld bij huishoudelijk reglement, genaamd: „Wet”, waarvan de bepalingen niet in strijd mogen zijn met deze statuten.

Art. 12. Deze statuten treden in werking zoodra de Koninklijke goedkeuring daarop is verkregen.

Aldus vastgesteld door de buitengewone Vergadering van 29 Februari 1916 te Delft.

HET BESTUUR:

J. A. A. MEKEL, *Voorz.*
 P. DE HAART, *Secr. Arch.*
 I. R. J. DE GREVE, *Penningmeester.*
 J. B. GRANDJEAN, *Afgev. C. C.*
 G. E. GERST, *Biblioth.*

JAARVERSLAG
VAN DEN SECRETARIS-ARCHIVARIS
OVER HET JAAR 1915—1916.

Het 24ste levensjaar der M. V. is er een geweest van felle critiek in de 1ste helft en van rust in de 2e helft van dat jaar. Al dadelijk in het begin der nieuwe cursus verhieven zich stemmen, die een nieuwe toestand in de Vereeniging wilden scheppen. Men kreeg den indruk van een krachtig jong leven in de vereeniging, van eene saamhorigheid der leden onderling. De allereerste vergaderingen bewezen echter dat dit laatste ver te zoeken was.

Vergaderingen.

Nadat op de vergadering van 28 Oct. 1915 het nieuwe bestuur, onder voorzitterschap van den heer J. F. VAN DIERMEN, geïnstalleerd was, keerde de rust gedeeltelijk terug. Op de vergaderingen van 14 Nov. en 1 Dec. ontbrandde de strijd echter opnieuw.

Tijdens de vergadering van 17 Nov. werden een 3-tal nieuwe wetsbepalingen ingevoerd nl. de contributie der buitengewone leden werd tot f 5.— verhoogd en een nieuwe regeling voor het innen daarvan vastgesteld. De 3e nieuwe wetsbepaling ging over de oprichting van een publicatiefonds. Verder werden de heeren J. A. HOEKSTRA, A. A. G. SCHIEFERDECKER, M. C. KORT en C. SCHOUTEN tot eerelid van het Bestuur verkozen.

De vergadering van 1 Dec. 1915 was niet minder opgewon-

den dan de vorige, wat ten duidelijkste blijkt uit het bedanken van den Heer H. W. DE VRIENDT JR. voor het verdere eere-lidmaatschap v. Bestuur, de motie van afkeuring tegen het beleid van het afgetreden bestuur, en tegen de handelwijze van een lid van de verificatie-commissie, en het bedanken van den Heer J. F. VAN DIERMEN. De eerste motie van afkeuring werd na het aanbieden van excuses door den voorzitter ingetrokken, terwijl de 2e motie van afkeuring na stemming verworpen werd. Als waarnemend voorzitter trad tot de vergadering van 29 Februari de heer I. R. J. DE GREVE op.

Op de vergadering van 29 Februari werden 2 nieuwe bestuursleden geïnstalleerd. Allereerst de heer G. E. GERST, die door het bedanken van den heer W. F. C. ENGELBERT VAN BEVERVOORDE als bibliothecaris zitting neemt. Op deze plaats wil ik den Heer ENGELBERT VAN BEVERVOORDE dank zeggen voor den tijd, en de moeite, die hij zich in het belang der vereeniging getroost heeft. Daarna werd de heer J. A. A. MEKEL als voorzitter geïnstalleerd.

Verder werd de hoogleeraar J. DE KONING KNIJFF tot eere-lid verkozen.

Een zeer belangrijk besluit, dat door deze vergadering werd genomen, was het bestuur te machtigen rechtspersoonlijkheid voor de Vereeniging aan te vragen, welke de 20ste Mei 1916 verkregen werd. Dit besluit ging gepaard met het opstellen van een twaalftal artikelen, die de statuten der Vereeniging vormen.

De eindvergadering op 21 Juni 1916 mocht zich niet in de belangstelling der leden verheugen, zoodat het vereenigingsjaar 1915—1916 in volkomen rust eindigde.

Rijk aan gebeurtenissen is dit jaar dus niet geweest in tegenstelling met het vorige. Naar buiten heeft de vereeniging haast niet kunnen optreden, alhoewel het bestuur verschillende pogingen daartoe heeft aangewend. Zoo mocht het het bestuur gelukken, na een 8-tal sprekers gevraagd te hebben, twee er van bereid te vinden eene voordracht voor de vereeniging te houden.

Lezingen.

17 April 1916. Dr. G. L. L. KEMMERLING: „Dwars door Californië.”

27 September 1916, de Heer L. L. F. DE GREVE: „Het Sabangkolenstation”.

Beide lezingen werden goed bezocht. Het past mij hier aan beide lezers onze hartelijke dank te betuigen voor de door hen genomen moeite. Enkele hoogleeraren gaven door hunne tegenwoordigheid blijk van belangstelling.

Ledenaantal.

De vereeniging telde op 1 October 1916 80 leden. Door het toetreden van 30 eerste jaars is het ledenaantal tot 110 gestegen. Door de nieuwe wetsbepalingen ten opzichte van de buitengewone leden, bedankten er 13 van hen. Echter traden 13 nieuwe leden toe.

Excursies.

Gedurende den afgelopen cursus werden 2 mijnbouwkundige excursies gehouden. De eerste, op 22 Februari '16, onder leiding van de hoogleeraren W. A. KNOL, m. i. en S. J. VERMAES, m. i. gold het bezichtigen van de diepboring bij Swalmen, uitgevoerd door de Nederlandsche Maatschappij tot het verrichten van Mijnbouwkundige Werken, voor rekening van den dienst der Rijksopsporing van Delfstoffen. De ontvangst, ons daar bereid, was buiten alle verwachting, waarvoor wij op deze plaats de Maatschappij nogmaals onzen hartelijken dank brengen.

De tweede excursie, gehouden de 28ste en 29ste Maart 1916, onder leiding van de hoogleeraren J. DE KONING KNIJFF m. i. en W. A. KNOL, m. i., betrof het bezichtigen van het maken der voorschacht van de Staatsmijn Maurits.

Evenals het vorige jaar konden met het oog op den oorlogstoestand geen buitenlandsche excursies georganiseerd worden.

In den loop van de maand Mei werden de heeren K. F. DE LEEUW en C. TER HAAR bij enkele candidaatstelling tot leden der verificatiecommissie benoemd.

Op 13 Juni 1916 herdacht Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF den dag, waarop hij voor 25 jaar tot hoogleeraar werd benoemd. In eenen kring van vrienden en oud-leerlingen werd deze dag door Z. H. G. gevierd. Door eene receptie werd ook den studenten gelegenheid gegeven Z. H. G. met dezen dag geluk te wenschen, waarvan dankbaar gebruik werd gemaakt. 's Avonds had er een diner plaats in het Hotel de Witte Brug, waar de M. V. door een 3-tal bestuursleden vertegenwoordigd was. Bij monde van den Heer I. R. J. DE GREVE werd Z. H. G. namens de studenten in korte maar hartelijke woorden met dezen dag gelukgewenscht.

Delft, 1 October 1915.

De Secretaris-Archivaris.
P. DE HAART.

JAARVERSLAG
VAN DEN PENNINGMEESTER.
1915—1916.

In den aanvang van het afgelopen vereeningsjaar was de financieele toestand der Mijnb. Vereeniging verre van rooskleurig. Achterstallige rekeningen van Portefeuille en Bibliotheek vanaf 1912, een groot tekort op de Feestkas betreffende den 3 Juli-dag, een duur jaarboek in het vooruitzicht en geen kasgeld, geboden de grootst mogelijke zuinigheid. Vandaar dat het vereenigingsleven veel minder krachtig was dan vorige jaren en dit jaar de zorg voor de financiën de meeste aandacht vroeg.

Gelukkig, dat een vrij groot aantal eerste jaars (21) ons ledental kwam versterken, 't welk tevens door het wederom lid worden van enkele gemobiliseerde studenten — wat zeer op prijs is te stellen — dit jaar 93 beliep. Een betreuenswaardig verschijnsel is het, dat er onder de nieuw-ingeschrevenen voor m. i. in September 1915 waren, die geen lid onzer vereeniging wenschten te worden. Dit feit werd voor dien ondenkbaar geacht en geeft te denken over de ontwikkeling der opvatting onzer studie.

Om te voorzien in het te kort der feestkas besloot de vergadering tot de heffing van een hoofdelijken omslag van f 1.70 van alle leden, behalve de eerste-jaars. Wat betref het innen van contributie van de buitengewone leden wachtte ons geen gemakkelijke taak. Vele dezer leden waren jaren ten achter in betaling, over 1915 was geen contributie geind en voor 1916 had de vergadering besloten de contributie op f 5.— te bren-

gen, zoodat een totaal bedrag van bijna f 800 was te vorderen. Dat, niettegenstaande het ontwrichte wereldpostverkeer, deze contributiën betrekkelijk zoo goed zijn binnengekomen, is zonder twijfel voor een groot deel te danken aan het lijvig jaarboek 1914/15 en aan onzen maatregel om jaarboek en verzoek om betaling gelijktijdig te verzenden.

Jammer is het, dat vele onzer buitengewone leden meenden om de verhoogde contributie te moeten bedanken, enkelen zelfs weigerden deze te voldoen. Overigens moet het erkend worden, dat het instellen eener gelijke contributie van gewone en buitengewone leden niet goed gezien is geweest en zal dan ook een verandering daarin gebracht ongetwijfeld een verbetering zijn.

Het jaarboek 1914—1915 vroeg zeer groote financieële offers, waaraan wij helaas niet geheel konden voldoen, ofschoon de hooge subsidiën en de opbrengst van advertentiën ons van de grootste zorg onthieven.

Van de rekening Portefeuille en Bibliotheek kan gezegd worden, dat ze zoo goed als geheel is aangezuiverd.

Het tweetal lezingen door onze vereeniging gehouden vorderde juist het bedrag op de begroting voor dit doel uitgetrokken. In verband hiermede betuigen wij hier nogmaals onzen dank aan de Sabang Maatschappij, die ons f 25.— deed toekomen als blijk van belangstelling in onze vereeniging.

Resumeerende kan gezegd worden, dat het finantieel evenwicht der vereeniging vrijwel is hersteld, wel is waar behoort de post te vorderen van buitengewone leden min of meer onder het hoofd „dubieus”, maar wij hebben goed vertrouwen, dat in het aanstaande jaar de buitengewone leden ons hunne steun niet zullen onthouden en wij dan ons finantieel kunnen bedruipen uit eigen baten, waarna de bijdragen der buitengewone leden uitsluitend kunnen dienen ter verfraaiing van ons jaarboekje, dat toch den band vormt tusschen die leden en ons studeerenden.

I. R. J. DE GREVE.

Delft, 1 Oct. 1916.

Overzicht van inkomsten en uitgaven.
Boekjaar 1915—1916.

Rekeningen.	Inkomsten.	Uitgaven.
Contributie van gewone leden	f 455.—	f —.—
„ „ buitengewone leden	„ 430.50	„ 10.—
Publicatiefonds	„ 390.65	„ 359.82 ⁵
Boeten	„ 6.—	„ —.—
Feestkas	„ 149.60	„ 160.65
Lezingen	„ 15.—	„ 88.42 ⁵
Portefeuille en Bibliotheek	„ —.—	„ 558.20
Drukwerk	„ 6.25	„ 91.95
Geol. Mijnb. Gen. v. Ned. en Kol.	„ 72.—	„ 80.30
Onkosten	„ 7.60	„ 42.39
Kassaldo	„ —.—	„ 140.86
	f 1532.60	f 1532.60

Balans op den 1sten October 1916.

Activa.

Passiva.

Contributie van gewone leden .	f 455.00	Lezingen	f 73.42 ⁵
„ „ buitengew. „	„ 420.50	Portefeuille en Bibliotheek	„ 558.20
Publicatiefonds	„ 30.82 ⁵	Drukwerk	„ 85.70
Boeten	„ 6.00	Geol. Mijnb. Gen. v. Ned. en Kol.	„ 8.30
Nog te vorderen :		Feestkas	„ 11.05
Contr. gew. leden	f 31.70	Onkosten	„ 34.79
Feestkas	„ 10.10	Nog te betalen:	
Genootschap	„ 2.00	Hoekstra J. A.	f 332.17
Boeten	„ 1.00	Waltman Jr. J.	„ 102.88
Onkosten	„ 0.30		„ 435.05
Contr. buiteng. l.	„ 329.50	Batig Saldo	„ 80.41
	„ 374.60		
	f 1286.92 ⁵		f 1286.92 ⁵

De Penningmeester,

I. R. J. DE GREVE.

Begrooting voor 1916—1917.

INKOMSTEN.		UITGAVEN.	
Kassaldo	f 140.86	Feestkas.....	f 11.05
Contributie gewone leden (110)	„ 550.00	Lezingen.....	„ 160.00
Contributie buitengew. leden (80).....	„ 600.00	Jaarboek	„ 700.00
		Portefeuille en Bibliotheek	„ 250.00
		Drukwerk	„ 80.00
		Geol. Mijnb. Gen. v. Ned. en Kol.....	„ 8.30
		Onkosten	„ 40.00
		Onvoorzien.....	„ 41.51
	<u>f 1290.86</u>		<u>f 1290.86</u>

Goedgekeurd,
 Het Bestuur :
 J. MEKEL, Voorzitter.

De Penningmeester,
 I. R. J. DE GREVE.

VERSLAG DER VERIFICATIE-COMMISSIE.

Ondergeteekenden, leden van de Verificatie-commissie der M. V. voor het jaar 1915/16, verklaren hierbij, dat zij Kas en Boeken der M. V. nagezien en geheel in orde bevonden hebben.

Namens de M. V. betuigen zij dan ook den penningmeester dank voor zijn zeer zorgvuldig beheer, waardoor de financiële toestand van de vereeniging veel verbeterd is.

Delft, 2 October 1916.

De Verificatie-Commissie :

(w. g.) C. TER HAAR.

K. F. DE LEEUW.

JAARVERSLAG
VAN DEN BIBLIOTHECARIS.
1915—1916.

In den loop van het jaar had de circulatie der portefeuilles op de gewone wijze plaats. De tijdschriften, die circuleerden zijn dezelfde als in het vorige jaarboek genoemd. Een voorstel om de „Christelijke Mijnwerker” en de „Mijnwerker” uit de portefeuille te laten werd afgestemd. Voortaan zullen ook de Verhandelingen ons door de schrijvers toegezonden in de portefeuilles circuleeren, alvorens in de bibliotheek te komen.

Uit de bibliotheek, mij door mijne voorgangers nagelaten, ontbreken verscheidene werken.

Een groote aanwinst valt dit jaar voor de bibliotheek te boeken nl.:

- E. C. ABENDANON, m. i. De geomorfologische beteekenis der basische stollingsgesteenten in het middendeel van den Ned. Ind. archipel.
- C. BLANKEVOORT. Limburg-Westfalen. (Een en ander naar aanleiding van de opmerkingen van Dr. JONGMANS over de publicatie „Onze Limburgsche steenkolen”).
- . Ontwikkeling en Geschiedenis van den Nederlandschen Mijnbouw.
- J. F. STEENHUIS. Bijdragen tot de kennis van den diluvialen ondergrond van Drente en Friesland (dissertatie).
- JAARVERSLAG van de Staatsmijnen in Limburg. 1915.
- VERHANDELINGEN van het Geolog. Mijnb.-Genootschap voor Nederland en Koloniën, dln. I, II en III.

Den schrijvers van bovengenoemde verhandelingen is onze dank betuigd.

Verder is de bibliotheek verrijkt met ingebonden jaargangen van verschillende tijdschriften. De inbinding leverde moeilijkheden.

Prof. S. J. VERMAES M. I. zij hierbij voor zijne hulp onzen hartelijken dank betuigd.

De ingebonden werken zijn :

<i>La Nature.</i>	1910.	2 dln.
„	1911.	2 dln.
„	1912.	2 dln.
<i>Glückauf.</i>	1904.	1 dl.
„	1910.	2 dln.
„	1911.	2 dln.
„	1912.	2 dln.
„	1913.	1 dl.
<i>Engeneering and Mining Journal.</i>	1901.	2 dln.
„	1910.	„
„	1911.	„
„	1912.	„
„	1913.	1 dl.
<i>Naturwissenschaftliche Rundschau.</i>	1899.	
„	1902.	
„	1903.	
„	1904.	
„	1905.	
„	1906.	
„	1907.	
<i>Zeitschrift für Praktische Geologie.</i>	1910.	
„	1911.	
„	1912.	
<i>Scientific American.</i>	1909.	2 dln.
„	1910.	2 „
„	1911.	2 „
„	1912.	2 „
„	1913.	1 dl.

- Supplement Scientific American.* 1910. 2 dln.
 " 1911. 2 „
 " 1912. 2 „
 " 1913. 1 dl.
Mines and Minerals. 1910—1911. vol. XXXI.
 „ 1911—1912. vol. XXXII.

Comptes Rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minérale. 1912.

Bulletin de la société de l'ind. minérale. 1912. tome I.
 1912. „ II.

Uit eenige der bovengenoemde werken ontbreken titel en inhoud of een enkel nummer, die ondanks alle moeite door den oorlogstoestand niet te verkrijgen zijn. Later is het misschien mogelijk ze nogmaals na te bestellen.

Hierbij wilde ik de aandacht der leden vestigen op onze bibliotheek, die voor het grootste deel op zaal 116 staat. Een lijst der werken zal in het jaarboek gepubliceerd worden.

Na aanvraag bij den bibliothecaris kunnen de werken voor beperkten tijd te leen worden gegeven.

Hiermee eindigt mijn taak als bibliothecaris en wensch ik de M. V. bibliotheek het beste in de toekomst.

Delft, 1 Oct. 1916.

G. E. GERST.

Ministerie van Koloniën.

KONINKLIJK BESLUIT

van 5 Februari 1910 No. 43 (*Indisch Staatsblad* No. 232), houdende bijzondere voorwaarden voor benoembaarheid tot ingenieur bij het mijnwezen in Nederlandsch-Indië en regelen betreffende de uitzending van zoodanig personeel uit Nederland, zooals het luidt ingevolge de Koninklijke besluiten van 17 Februari 1914 No. 25 (*Indisch Staatsblad* No. 434). 4 Augustus 1914 No. 19, 13 November 1914 No. 33 (*Indisch Staatsblad* 1916 No. 265), 26 Juli 1915 No. 18 en 4 October 1916 No. 40.

Artikel 1.

Tot ingenieur bij het mijnwezen in Nederlandsch-Indië zijn benoembaar :

a. zij die voor die betrekking zijn opgeleid volgens de bepalingen van dit besluit ;

b. zij die in het bezit zijn van het diploma van mijn-ingenieur bedoeld in art. 118, 7o., van de Hooger-onderwijswet (*Nederlandsch Staatsblad* 1905, No. 181), dan wel van een daarmede naar het oordeel van den Gouverneur-Generaal, of, in geval van uitzending uit Europa, van Onzen Minister van Koloniën, gelijkwaardig buitenlandsch diploma, en ten genoegen van den Landvoogd of van Onzen voornoemden Minister aantonen, voldoende praktische ervaring te bezitten.

Artikel 2.

Door Onzen Minister van Koloniën kunnen in opleiding worden genomen voor de betrekking van ingenieur bij het mijnwezen in Nederlandsch-Indië jongelieden die :

1°. met gunstig gevolg hebben afgelegd het eerste gedeelte van het candidaats-examen, genoemd in artikel 14 van het Koninklijk besluit van 4 Juli 1905 (*Nederlandsch Staatsblad* No. 227) ;

2°. door eene verklaring van den burgemeester hunner woonplaats bewijzen, dat zij zijn van goed maatschappelijk gedrag ;

3°. hebben voldaan aan de Militiewet, voor zoover daaruit verplichtingen voor hen zijn voortgevloeid ;

4°. zich ten genoegen van Onzen voornoemden Minister verbinden om :

a. wanneer hunne bestemming voor den Indischen dienst op grond van slecht gedrag, weinig ijver of geringe vorderingen (ter beoordeeling van meergenoemden Minister) wordt ingetrokken ;

b. wanneer zij om welke reden ook, alleen uitgezonderd het geval van welbewezen ziels- of lichaamsgebreken buiten eigen toedoen ontstaan (ter beoordeeling van meergenoemden Minister) hunne bestemming voor den dienst in Nederlandsch-Indië niet mochten kunnen of willen volgen ;

c. wanneer zij na het verstrijken van den uitersten tijd, gedurende welken zij overeenkomstig de in art. 10 gestelde regels in het genot van eene studietoelage gesteld zijn, of op een door Onzen Minister van Koloniën in bijzondere gevallen nader te bepalen tijdstip er niet in mochten zijn geslaagd, het diploma van mijningenieur te verwerven,

terug te betalen wat ter zake van hunne opleiding uit de Indische geldmiddelen te hunnen behoeve zal zijn voldaan, vermeerderd met tien ten honderd ;

5°. blijkens een geneeskundig onderzoek lichamelijk geschikt zijn voor den dienst bij het mijnwezen in Nederlandsch-Indië.

In bijzondere gevallen, ter beoordeeling van Onzen meergenoemden Minister, kunnen ook anderen dan in de vorige

alinea bedoelde jongelieden, die aan de Technische Hoogeschool te Delft studeeren of aldaar de studie aanvangen, in opleiding worden genomen, mits zij voldoen aan de hierboven sub 2°. tot en met 5°. gestelde voorwaarden.

Zij, die in opleiding genomen zijn, dragen den naam van candidaat-mijnningenieur voor den Indischen dienst en volbrengen hunne studiën volgens de bepalingen van dit besluit en overigens volgens de aanwijzingen, hun te geven door den hoogleeraar van de betrokken afdeeling der Technische Hoogeschool te Delft, meer bijzonder belast met de afdoening der aangelegenheden betreffende de opleiding en aanwijzing der candidaat-mijnningenieurs voor den Indischen dienst.

Artikel 3.

De candidaat-mijnningenieurs voor den Indischen dienst volgen na hunne aanwijzing verder den geregelden cursus aan de Technische Hoogeschool en zijn verplicht deel te nemen aan reizen tot bestudeering van mijnen en aan geologische tochten, volgens aanwijzingen van den in artikel 2 bedoelden hoogleeraar.

Artikel 4 (*vervallen*).

Artikel 5.

Te allen tijde kan Onze Minister van Koloniën een candidaat-mijnningenieur als ongeschikt voor verdere opleiding ontslaan, wanneer zijn gedrag of zijne vorderingen daartoe aanleiding geven.

Artikel 6.

De candidaat-mijnningenieurs, die het diploma van mijnningenieur hebben verworven, doen eene wetenschappelijke en technische reis en brengen daarover rapport uit, een en ander volgens aanwijzingen van den in artikel 2 bedoelden hoogleeraar.

Wanneer de bedoelde reis ook omvat een geologisch onderzoek van een bepaalde streek, kan hun tevens worden opgedragen de wetenschappelijke bewerking der verzamelde gesteenten en gegevens.

Voor een en ander wordt een termijn gesteld van ten hoogste twaalf maanden.

Daarna is hunne opleiding geëindigd.

Artikel 7.

Zij die, zonder volgens de bepalingen van dit besluit te zijn opgeleid voor de betrekking van ingenieur bij het mijnwezen in Nederlandsch-Indië, zich hebben verworven het diploma van mijningenieur, maar de praktische ervaring missen die volgens art. 1 voor hen noodig is om benoembaar te zijn tot ingenieur bij het mijnwezen in Nederlandsch-Indië, kunnen door Onzen Minister van Koloniën in de gelegenheid worden gesteld zich die praktische ervaring eigen te maken door het doen van eene reis als bedoeld in art. 6, mits zij voldoen aan het bepaalde sub 2°, 3° en 5° van het eerste lid van art. 2, en zich verbinden tot terugbetaling van het door hen volgens art. 9 te genieten daggeld, wanneer zij, om welke reden ook, alleen uitgezonderd het geval van welbewezen fysieke ongeschiktheid, buiten eigen toedoen ontstaan, hunne bestemming voor den dienst in Nederlandsch-Indië niet mochten kunnen of willen volgen.

Artikel 8.

De candidaat-mijningenieurs genieten gedurende hunne geologische en mijnbouwkundige reizen, welke zij volgens artikel 3 op last van den in artikel 2 bedoelden hoogleeraar en volgens artikel 6 doen, eene toelage van f 8 per dag, of zooveel meer als in bijzondere gevallen door Onzen Minister van Koloniën zal worden goedgevonden, en een daggeld van f 4 (vier gulden) gedurende den tijd, dien zij aan de Technische Hoogeschool te Delft doorbrengen, in verband met het tweede lid van artikel 6, een en ander ten laste van de geldmiddelen van Nederlandsch-Indië.

De hoogleeraar of hoogleeraren die hen vergezellen op de reizen of excursies bedoeld in artikel 3, ontvangen vergoeding voor reis- en verblijfkosten op den voet van het Koninklijk besluit van 29 October 1915 (*Nederlandsch Staatsblad* No. 451).

Artikel 9.

Zij die eene reis doen ingevolge artikel 7 genieten dezelfde toelagen als de candidaat-mijnningenieurs voor de reis bedoeld in artikel 6.

Artikel 10.

Aan hen, die krachtens de bepalingen van dit besluit in opleiding genomen worden, kan ten laste van de Indische geldmiddelen, voor den tijd gedurende welken zij niet in het genot zijn van de in artikel 8 genoemde toelagen of daggelden en voor zooveel zij zich naar het oordeel van onzen Minister van Koloniën blijven onderscheiden door goed gedrag, ijver en bekwaamheid, ter tegemoetkoming in de studiekosten, eene toelage toegekend worden naar reden van f 1000 (een duizend gulden) 's jaars. Deze toelage kan aan hen, die van den aanvang hunner studie aan de Technische Hoogeschool te Delft af als candidaat-mijnningenieur voor den Indischen dienst worden aangenomen, worden toegekend voor ten hoogste zes jaren.

Aan hen, die op een later tijdstip worden aangenomen, kan de toelage worden toegekend ten hoogste voor den tijd, die naar het oordeel van Onzen voornoemden Minister nog vereischt wordt om het diploma van mijnningenieur te kunnen verwerven.

De tijdstippen van ingang en ophouden der toelage worden door Onzen voornoemden Minister bepaald.

Aan hen, die zich dadelijk na het met gunstig gevolg afleggen van het eerste gedeelte van het candidaats-examen, of — zoo dit examen ongesplitst is afgelegd — dadelijk na het met gunstig gevolg afleggen van het volledige candidaats-examen, bedoeld bij artikel 2 onder 1°, voor de opleiding aanmelden, en die als candidaat-mijnningenieur worden aangenomen, kan — indien zij bij het verwerven van het ingenieursdiploma aan toelage en daggelden minder hebben ontvangen dan f 4000 (vier duizend gulden) door Onzen voornoemden Minister een belooning worden toegekend ten hoogste tot zoodanig bedrag, dat het totaal der op dat oogenblik op grond van de aangegane verbintenis door

den betrokkene genoten gelden, vermeerderd met deze belooning een bedrag van f 4000 niet overschrijdt ¹⁾).

Bij gebleken behoefte aan mijningenieurs boven het aantal der in opleiding genomenen, kan de toelage ook in den vorm eener tegemoetkoming in eens, doch tot geen hooger bedrag dan f 4000 (vier duizend gulden) worden toegekend aan in het examen voor mijningenieur geslaagden, die zich dadelijk — althans binnen één jaar na het afleggen van dat examen voor den Indischen dienst verbinden ²⁾).

Artikel 11.

De candidaat-mijningenieurs wier opleiding geëindigd is en de mijningenieurs aan wie op den voet van art. 7 gelegenheid is gegeven om zich practische ervaring eigen te maken, worden, wanneer zij daartoe fysiek geschikt zijn, door Onzen Minister van Koloniën ter beschikking gesteld van den Gouverneur-Generaal van Nederlandsch-Indië, ten einde te worden benoemd tot ingenieur bij het mijnwezen.

¹⁾ Het bepaalde bij het vierde lid van artikel 10, wordt voor het eerst toegepast ten aanzien van hen, die in het jaar 1917 in opleiding zullen worden genomen. Ten aanzien van de in opleiding zijnde candidaat-mijningenieurs blijft van toepassing de bepaling van het vierde lid van artikel 10 (*oud*), luidende:

„Aan hen, die het einddiploma van mijningenieur verwerven vóór het verstrijken van den uitersten termijn, gedurende welken zij in het genot van eene studietoelage zijn gesteld, kan door Onzen voornoemden Minister eene belooning worden toegekend tot het bedrag, dat zij zouden hebben kunnen genieten wanneer zij het ingenieursexamen later hadden afgelegd.”

²⁾ Ten aanzien van hen, die thans in opleiding zijn, blijft van toepassing de bepaling van het laatste lid van artikel 10 (*oud*), luidende:

„De toelage kan ook in den vorm eener tegemoetkoming, doch tot geen hooger bedrag dan f 4000 (vier duizend gulden) worden toegekend aan de bij artikel 2 bedoelde jongelieden, die zich eerst later, doch vóór het afleggen van het examen voor mijningenieur, voor den Indischen dienst verbinden.”

Zulks kan ook geschieden met andere tot die betrekking benoembaren, wanneer zij fysiek geschikt zijn en voldoen aan het bepaalde sub 2°. en 3°. van het eerste lid van art. 2.

Artikel 12.

Aan de zending uit Nederland ter benoeming op de aanvangsbezoldiging zijn, behalve overtocht voor gouvernementsrekening op den voet der daaromtrent geldende bepalingen, verbonden de volgende voordeelen :

a. eene voorloopige bezoldiging van f 150 (eenhonderd vijftig gulden) 's maands, ingaande met den dag van inschepping naar Nederlandsch-Indië ;

b. eene tegemoetkoming in de kosten van uitrusting ten bedrage van f 1500 (een duizend vijfhonderd gulden).

De voordeelen verbonden aan de uitzending ter benoeming op eene hoogere bezoldiging dan de aanvangsbezoldiging worden telkenmale door Onzen Minister van Koloniën vastgesteld.

Artikel 13.

Zij, die door Onzen Minister van Koloniën ter beschikking van den Gouverneur-Generaal worden gesteld om te worden benoemd tot ingenieur bij het mijnwezen in Nederlandsch-Indië, zijn ingevolge het Koninklijk besluit van 22 Juni 1916 No. 12 (*Staatsblad* No. 289), verplicht om in verband met hunne opleiding en uitzending voor den Indischen dienst aan hen of te hunnen behoeve, dan wel ten behoeve van hun gezin van landswege voldane gelden wegens tegemoetkoming in de kosten van opleiding en uitrusting, premie voor levensverzekering, tegemoetkoming in de aan het Weduwen- en Weezenfonds voor burgerlijke ambtenaren in Nederlandsch-Indië te betalen huwelijksbijdrage, overtocht naar Nederlandsch-Indië, zoomede alle andere aan hen ter zake voormeld middellijk of onmiddellijk van landswege toegelegde gelden (met uitzondering van genoten bezoldiging en hetgeen daarmee is gelijk te stellen) onverwijld

in 's Lands kas terug te storten, ingeval zij niet binnen den hun aan te wijzen termijn naar Nederlandsch-Indië vertrekken, de reis derwaarts moedwillig afbreken, of om andere redenen dan welbewezen ziels- of lichaamsgebreken, buiten eigen toedoen ontstaan (ter beoordeeling van de Regeering), de werkzaamheden, waarvoor zij worden uitgezonden, niet aanvaarden, dan wel binnen vijf jaren na hunne aankomst in Nederlandsch-Indië uit 's lands dienst worden ontslagen.

Redactiebericht.

Met een kort woord willen wij het Jaarboek 1915—'16 der Mijnbouwkundige Vereeniging bij zijn lezers inleiden.

Bij de samenstelling ervan stond ons aanvankelijk slechts weinig stof ter beschikking. Behalve de gewone jaarverslagen zijn wij door de welwillendheid van de sprekers, die voor onze vereeniging een lezing hielden, in staat een resumé van de door hen gehouden voordrachten te geven, waarvoor wij hun onzen dank hierbij betuigen.

Van buitenlandsche excursies kon ook in het afgelopen jaar geen sprake zijn en moest men zich beperken tot een tweetal binnenlandsche mijnbouwkundige excursies, die ofschoon zeer belangwekkend en leerzaam uit den aard der zaak van korten duur waren.

Van beide excursies vindt men verslagen in dit jaarboek, die naar wij hopen voldoende het vele vastleggen, dat wij in korten tijd hebben gezien.

Gaarne brengen wij een woord van dank aan den Heer M. C. KORT, die bereid werd gevonden de samenstelling van het verslag over de diepboring bij Swalmen op zich te nemen en dit artikel aan waarde deed winnen door hier en daar over een bezichtigd onderdeel der boorwerktuigen wat verder uit te wijden.

Het voetspoor van onze voorgangers volgend, meenden wij goed te doen eenige onderwerpen in dit jaarboek een plaats te geven, die niet in direct verband staan met onze vereeniging, maar die niet te min van belang kunnen zijn voor de studie van den a.s. mijnningenieur.

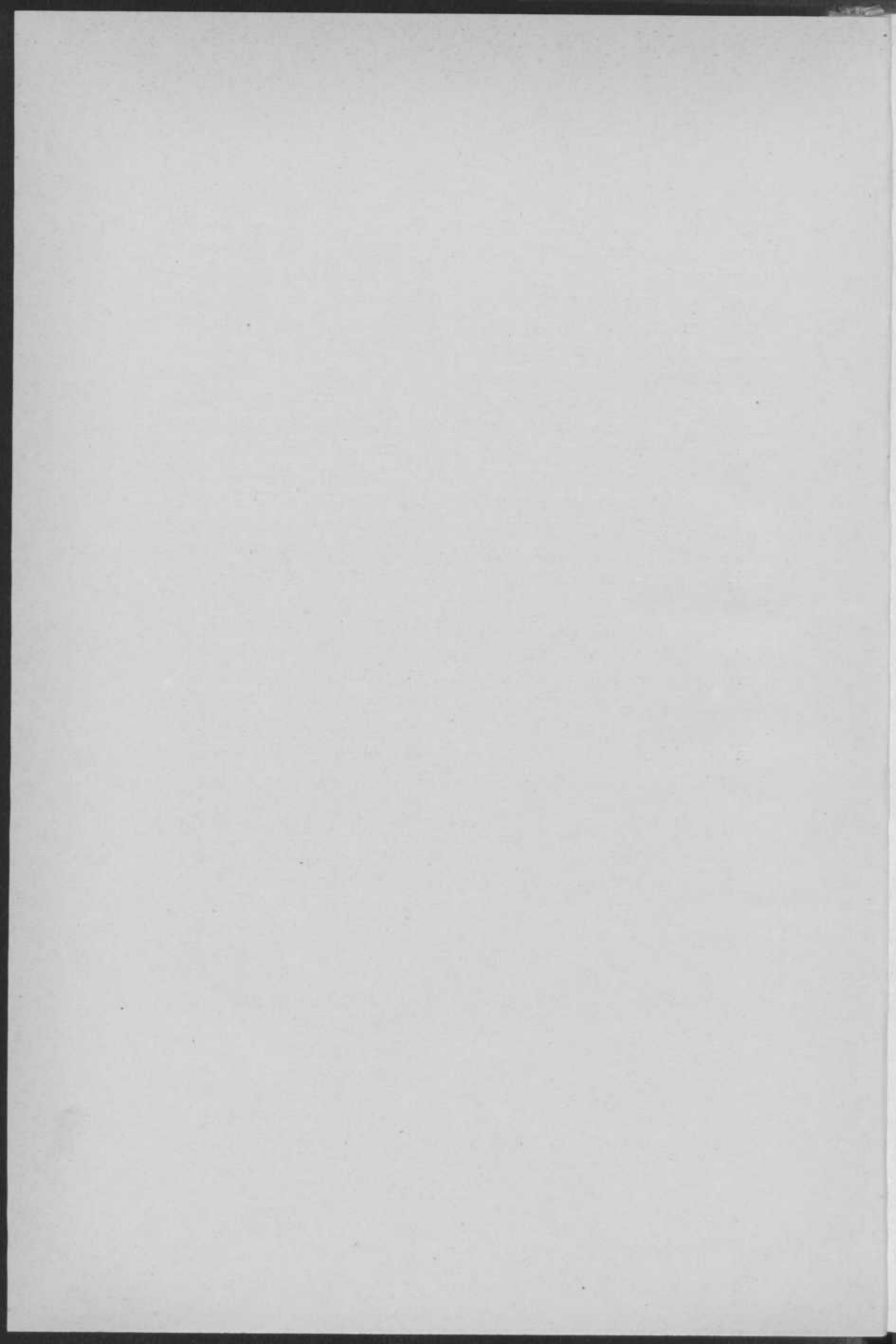
Wij brengen onzen hartelijken dank eerstens Prof. K. MARTIN voor de toestemming, ons verleend, zijn artikel „Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF” in dit jaarboek af te drukken, verder Prof. R. W. VAN DER VEEN m. i., die ons toestond zijn openingsrede op te nemen, en ook Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF, die ons in staat stelde een mededeeling van Z. H. G. in de Koninklijke Academie van Wetenschappen gedaan, betreffende het ontstaan van koraaleilanden en de isostasie, op te nemen. Niet alleen dat de lezers nu gemakkelijk kunnen kennis nemen van een voor de geologie belangrijke hypothese, maar ook krijgen zij bij het doorlezen een nieuw inzicht in de leer der isostasie.

Het artikel van den Heer H. FRIJLING m. i. namen wij op eerstens omdat het ongetwijfeld voor diegenen onzer lezers, die in de praktijk zijn van directe waarde is en tevens omdat Prof. S. J. VERMAES m. i. in zijn college bijzonder de aandacht op dit onderwerp vestigde.

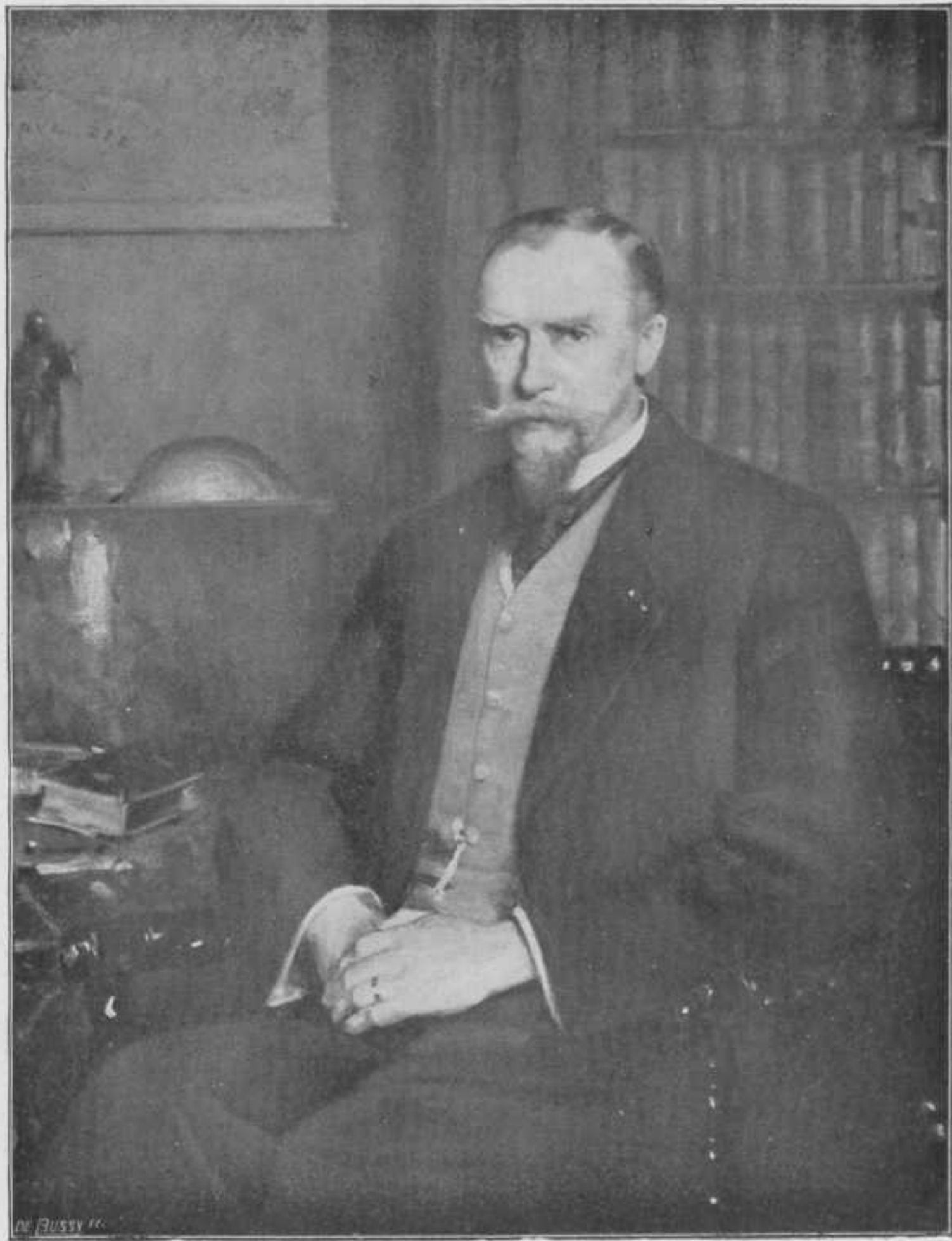
Eindelijk brengen wij onzen hartelijken dank aan den Heer J. A. A. MEKEL m. i., die speciaal voor dit jaarboek een artikel samenstelde over het ontstaan der metamorphe gesteenten, en ons daardoor een hoogst interessante studie schonk over eenige vorderingen, in den jongsten tijd in petrografische richting gemaakt. Dat het jaarboek in deze vorm eenigermate aan de verwachtingen van zijne lezers moge beantwoorden, is de wensch van

De Redactiecommissie :

I. R. J. DE GREVE.
P. DE HAART.







Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff.

DOOR

K. MARTIN ¹⁾.

GUSTAAF ADOLF FREDERIK MOLENGRAAFF, zoon van G. J. MOLENGRAAFF, Emer. Predikant, en W. J. TH. ABELEVEN, is 27 Febr. 1860 te Nijmegen geboren. Na aldaar op het gymnasium zijne voorbereiding voor universitaire studiën te hebben genoten (1872—1876) en nog gedurende eenigen tijd lessen op de H. B. S. te hebben gevolgd, studeerde MOLENGRAAFF in *Leiden* natuurwetenschappen (1877—1882), waarbij hij zich vooral tot de botanie aangetrokken gevoelde.

Zoo kon hij later (1883—'84) als assistent van PROF. N. W. P. RAUWENHOFF bij het botanisch onderwijs te *Utrecht* werkzaam wezen en 1884—'85 als botanicus aan eene wetenschappelijke expeditie naar de *Nederlandsch West-Indische* eilanden deelnemen, die door de hoogleeraren W. F. R. SURINGAR en K. MARTIN was ontworpen en tot leden waarvan ook behoorden J. VAN BREDa DE HAAN en J. R. H. NEERVOORT VAN DE POLL. Eerst op *Curaçao*, *Aruba* en *Bonaire* hulp aan den vroegeren Leidschen hoogleeraar in de botanie verleenende, begon MOLENGRAAFF zich echter langzamerhand meer op de geologie toe te leggen en voerde daarna zelfstandige onderzoekingen op de eilanden *St. Martin*, *St. Eustatius* en *Saba* uit. Als vrucht dezer studiën verscheen o. a. „*De geologie van het eiland St. Eustatius*” op grond waarvan MOLENGRAAFF 11 Nov. 1886 te *Utrecht* tot doctor in de aard- en delfstofkunde werd gepromoveerd,

¹⁾ Overdruk uit „Eigen Haard” van 14 October 1916.

terwijl hij een uur later aldaar het doctoraat in de plant- en dierkunde verwierf.

Op 3 Maart 1887 huwde MOLENGRAAFF met CORNELIA GERLINGS te *Haarlem*.

Nog niet tevreden met zijne reeds veelzijdige wetenschappelijke voorbereiding, begaf hij zich naar *München*, waar hij onder leiding van P. GROTH en K. VON ZITTEL werkte en buitendien aan geologische excursies in het *Zillertal* deelnam (1887—'88). Zoo toegerust kon hij met groote verwachtingen 1 Sept. 1888 als privaatdocent in *Amsterdam* optreden. Maar reeds aan het eind van 1890 zien wij den jeugdigen geleerde weer in Afrika, om aldaar het hooggelegen zuidelijk gedeelte der *Zuid-Afrikaansche Republiek* (het „Hoogveld”) te onderzoeken. Teruggekeerd aanvaardde hij 13 Juni 1891 het buitengewoon hoogleeraarschap in de mineralogie, geologie en palaeontologie te *Amsterdam* met het uitspreken eener redevoering: „*Eenige nieuwe gezichtspunten omtrent de leer van de bewegingen der aard-schors.*” Het gold hierbij vraagstukken, die MOLENGRAAFF, naar het mij voorkomt, tot op den huidigen dag meer dan alle andere interesseeren.

1893—'95 had de Nederlandsche expeditie naar Centraal-Borneo plaats, waaraan MOLENGRAAFF met J. BÜTTIKOFER, H. HALLIER en A. W. NIEUWENHUIS deelnam, terwijl den enkelen leden der expeditie in de keuze van het arbeidsveld volle vrijheid was gelaten. MOLENGRAAFF onderzocht toen eerst het stroomgebied van den *Kapoewas* tot aan de bronnen toe en ging alsdan van uit *Boenoet* naar het *Madih-Hoogplateau*, waarbij de levensgevaarlijke stroomversnellingen van den *Tebaoeng* moesten worden overwonnen. Ook op de *Madih-Hoogvlakte* wachtten den reiziger geweldige terreinmoeilijkheden. Hij vervolgde zijnen weg zuidwaarts naar de *Melawi* en van daar naar den *Boekit Raja*, den hoogsten berg van Nederlandsch Borneo. Toen MOLENGRAAFF den koning der bergen den voet op den nek had gezet, lag de helft van dit uitgestrekte gebied aan zijne voeten. De berg, wiens top ook door de inboorlingen nog niet was beklommen, omdat daar de zielen der afgestorvenen wonen, ligt op de waterscheiding tusschen *Melawi* en *Katingan*. Na het

overschrijden dezer scheiding kon de reiziger langs de laatstgenoemde rivier naar de *Java-Zee* afzakken. Hij heeft het versmaad om van uit Centraal-Borneo zijnen weg in oostelijke richting voort te zetten en zodoende als de eerste geheel Borneo in de richting W—O te doorkruisen, want de reis naar het Zuiden beloofde betere geologische resultaten, een profiel in N—Z richting vanaf *Serawak* tot de *Java-Zee*. De voornaamste resultaten van zijnen tocht zijn neergelegd in het werk: „*Geologische verkenningsstochten in Centraal Borneo*” (1900).

Het stout opgezette plan, een der schitterendste bladzijden in de ontdekkingsgeschiedenis van den Oost-Indischen Archipel, was volkomen gelukt; groote verzamelingen werden, niettegenstaande alle moeilijkheden, aangelegd, het *Schwanergebergte* en het *Müllergebergte* door MOLENGRAAFF gedoopt en de wetenschappelijke oogst was zoo rijk, dat het Natuur- en Geneeskundig Congres aan den geologischen pionier van Borneo op voorstel van J. H. VAN 'T HOFF een medaille uitreikte, terwijl de Regeering hem tot ridder in den Ned. Leeuw benoemde.

Het professoraat aan een der Nederlandsche Universiteiten, waar de schoone wetenschap der geologie, zooals bekend, op de meest stiefmoederlijke wijze wordt behandeld, kon MOLENGRAAFF niet bevredigen. Hij nam zijne nasporingen in Afrika opnieuw ter hand na op 26 Maart 1897 tot staatsgeoloog der Zuid-Afrikaansche Republiek te Pretoria te zijn benoemd. De geheele geologische dienst is hier door MOLENGRAAFF voor het eerst behoorlijk op touw gezet, en benevens tal van wetenschappelijke onderzoeken (hij gaf o. a. een overzicht over de geologie der Zuid-Afrikaansche Republiek van Transvaal) heeft Zuid-Afrika aan dezen geleerde ook op maatschappelijk gebied veel te danken.

Bij het uitbreken van den Zuid-Afrikaanschen oorlog (1899—1902) liet de organisatie in het Boerenleger, zooals bekend is, veel te wenschen over en na de nederlaag bij *Elandslaagte* ontbraken betrouwbare inlichtingen over gesneuvelde en gewonde Burgers. MOLENGRAAFF bedacht toen heel alléén plannen, om verandering in dezen treurigen toestand te brengen, en op voorstel werd het „*Identiteits-Departement van het Roode Kruis*”

opgericht, waarvan de leiding ook aan den vader der gedachte werd opgedragen (7 Nov. 1899). Dit departement werkte, dank zijne vernuftige inrichting zoo doeltreffend, dat soms na gevechten nog denzelfden dag eene eerste opgave van gesneuvelden en gewonden kon gepubliceerd worden. Het strekte zijne zorgen uit over alle strijders voor de zaak der Republieken, Transvalers, Vrijstaters en anderen; zijn menschlievend werk heeft er toe bijgedragen, om vooral ook veel geestelijk leed te helpen verzachten.

Het mag zeker verwonderlijk worden genoemd, dat een geleerde onder de buitengewone moeilijkheden, die uit de plaatselijke toestanden en den afkeer der Burgers van alle mogelijke reglementen voortkwamen, een dergelijk werk heeft kunnen tot stand brengen.

Dat MOLENGRAAFF in 1901 de omstreken van *Sumalatta* op *Noord-Celebes* onderzocht en, naar Transvaal teruggekeerd, te *Johannesburg* als „consulting-geologist” werkzaam was (1902—1905), moge hier slechts worden aangestipt.

Op 30 April 1906 aanvaardde MOLENGRAAFF het thans nog door hem bekleede ambt van hoogleeraar in de geologie aan de Technische Hoogeschool te Delft; want hetgeen de universiteit hem niet kon bieden, de mogelijkheid om geologen te vormen, dat was door de ruime voorziening van Delft met leerkrachten en middelen aldaar wél mogelijk. „Er moeten in Nederland geologen komen”, hoorde ik hem reeds als jonge geleerde zeggen, en getrouw aan deze opvatting, heeft hij er alles aan gegeven, om den weg voor de ontwikkeling van Nederlandsche geologen te openen. Maar de geologie der Nederlandsche Koloniën lag hem niet minder aan het hart, en toen in Delft alles behoorlijk was ingericht, ondernam hij geheel op eigen initiatief de door hem geleide Nederlandsche Timor-Expeditie, bij de uitvoering waarvan F. A. H. WECKHERLIN DE MAREZ OYENS en H. A. BROUWER hem ter zijde stonden.

MOLENGRAAFF ging hierbij van het standpunt uit, dat de groote rijkdom van fossielen, die *Timor* volgens de onderzoekingen van anderen bleek te bevatten, in de eerste plaats van Nederlandsche zijde moest worden ontgonnen. De palaeontologische

oogst was ook bij de hoogst gespannen verwachtingen voor dezen tocht overweldigend. Versteeningen, die anders slechts als enkelingen in onze musea voorkomen, werden bij duizenden verzameld en brachten voor sommige groepen een geheele omwenteling onzer kennis teweeg. Verscheidene specialiteiten zijn bezig de paleontologische uitkomsten van de Nederlandsche expeditie gelijktijdig met het materiaal der onderzoekingstochten van JOH. WANNER en F. WEBER te bewerken, en een groot gedeelte ervan heeft reeds in de door JOH. WANNER uitgegeven, „*Palaeontologie von Timor*” het licht gezien.

Na zich eerst met meer algemeene vraagstukken te hebben bezig gehouden, waartoe de reis naar *Timor* aanleiding gaf — o. a. de diepzee-sedimenten van *Timor* en *Rotti*; de bewegingen der aardschors in dit gedeelte van den Indischen Archipel — begon MOLENGRAAFF zelf met de publicatie van het werk: „*Nederlandsche Timor-Expeditie 1910—1912*”, waarvan in 1915 het eerste deel verscheen, bevattende: „*De geologie van het eiland Letti, naar de onderzoekingen te velde, verricht door H. A. BROUWER en G. A. F. MOLENGRAAFF*”, even beknopt als rijk aan nieuwe gezichtspunten. Aan de verdere bewerking der resultaten der *Timor*-expeditie, die de belangstelling van den ruimsten kring van geologen in binnen- en buitenland trekken, zal MOLENGRAAFF nog langen tijd zijne krachten moeten wijden.

Het is hier niet de plaats om op de vele en schitterende uitkomsten te wijzen, waartoe het intense wetenschappelijk leven van MOLENGRAAFF (o. a. ook voor de kennis van den bodem van Nederland) heeft geleid; wel echter mag even worden aangestipt, waarom zijn arbeid zoo rijkelijken oogst heeft doen rijpen.

MOLENGRAAFF had niet alleen gelegenheid de hem beschoren gaven door breede wetenschappelijke studiën te ontwikkelen, maar maakte van de verkregen kennis ook met groote energie gebruik. Daarbij wist hij de fantasie, die de geleerde evenzeer als de kunstenaar voor vruchtbaren arbeid noodig heeft, door strenge kritiek te breidelen. Hij zond geen schitterende zeepbellen de wereld in, die ineenvallen, wanneer de adem van een anderen onderzoeker die slechts aanraakt; maar zijne voorstelling bleef altijd sober en gegrondvest op tal van behoorlijk onder-

zochte feiten. Want geen bericht van MOLENGRAAFF werd zonder grondige voorbereiding openbaar gemaakt, moge het nu een korte mededeeling voor een of ander genootschap of een grooter wetenschappelijk werk wezen. En daarbij bleef de schrijver toch volstrekt niet bij de bijzonderheden staan, wist integendeel overal vraagstukken van meer algemeenen aard op te diepen, teneinde die alsdan met scherp inzicht en aantrekkelijk tevens te ontwikkelen.

Bij het tenuitvoerleggen zijner plannen, hetzij voor eene wetenschappelijke reis, de oprichting van een geologisch Bureau (zooals in Z.-Afrika) of eene inrichting voor het onderwijs verrast ons de geleerde door praktischen zin en groot organisatorisch talent.

De geologie van Nederland en zijne Koloniën in Oost en West, benevens de bodemgesteldheid van het stamverwante Zuid-Afrika vormden de voornaamste onderwerpen van MOLENGRAAFF'S studiën. Dat door hem ook vele en belangrijke zaken op sociaal gebied zijn verricht, kan hier wegens plaatsgebrek niet meer worden uiteengezet. Hij deed veel voor zijn Vaderland; moge het hem daarvoor dankbaar wezen!

REDE

UITGESPROKEN DOOR

Prof. R. W. VAN DER VEEN, m. i.

op Dinsdag 16 Mei 1916

bij de aanvaarding van het ambt van hoogleeraar aan de
TECHNISCHE HOOGESCHOOL.

Mijne Heeren Curatoren, Professoren, Lectoren, Dames en Heeren Assistenten en Studenten aan de Technische Hoogeschool, en Gij allen, die deze bijeenkomst met Uwe tegenwoordigheid vereert,

Nu ik geroepen ben tot het geven van onderwijs in de ertskunde, wil ik van deze gelegenheid, mij geboden, tot U het woord te richten, gebruik maken, enkele oogenblikken Uwe aandacht te vragen voor eenige opmerkingen over de leer der ertsvorming en hare plaats in de studie en de praktijk van den mijnningenieur.

Wanneer we een oog slaan in de statistieken van de wereldproduktie der verschillende delfstoffen en metalen, dan is het of we lezen in een historisch overzicht van de ontwikkeling onzer moderne samenleving.

Wat ons het meeste treft is wel de plotselinge produktievermeerdering van het meerendeel der metalen en brandbare delfstoffen in de tweede helft der negentiende eeuw. Eerst in dit tijdperk zien we de produktie van bijna alle minerale voortbrengselen en metalen noemenswaard worden en zich gestadig vergrooten, totdat omstreeks de zeventiger jaren een versnelde stijging valt waar te nemen, die steeds voortduurt.

Gaan we in het kort de produktiecijfers van enkele der meest bekende produkten na en rangschikken we deze volgens de relatieve toename hunner voortbrenging in de laatste 30 jaren, dan zien we bij de brandbare delfstoffen *petroleum* bovenaan staan.

Hoewel reeds bitumen gebruikt moet zijn als pek voor de ark van Noach en bij de constructie van den toren van Babel, het voorkomen van aardolie en brandbare gassen ook reeds sedert langen tijd bekend was, zoo kunnen we toch van een begin van industriele toepassing eerst spreken in den loop der vorige eeuw.

Was in 1860 de jaarlijksche produktie nog slechts 71.000 ton, deze klom in 1870 tot 720.000 ton, in 1880 tot 4 miljoen, terwijl in 1910 45 miljoen ton werden voortgebracht. In 30 jaren tijds is de petroleumproduktie verelfvoudigd.

De jaarlijks voortgebrachte hoeveelheid *steenkol* daarentegen bedroeg in 1864, het jaar waarvoor we de eerste nauwkeurige produktiecijfers bezitten, reeds 173.770.000 ton, in 1880 339.370.000 ton, in 1900 767.000.000, om in 1907 reeds het milliard te overschrijden, een cijfer, hetwelk ten duidelijkste aantoonst, hoe onontbeerlijk ons deze grondstof als kracht-, licht- en warmtebrenger nog is.

Hen, wie bij het hooren dezer reusachtige en nog steeds groeiende produktiecijfers de schrik om het hart mocht slaan, dat een snelle uitputting van den wereldvoorraad het onvermijdelijk gevolg moet zijn, zij er op gewezen, dat deze voorraad voor de nu bekende gebieden geschat wordt op 4000 milliard ton, zoodat de menschheid tijd genoeg gegund is andere middelen ter vervanging van deze krachtbron uit te vinden.

Van de metalen heeft het *koper* de grootste relatieve stijging zijner wereldproduktie te boeken. Reeds in de verste oudheid werd dit metaal bewerkt voor het vervaardigen van wapenen en werktuigen, eerst alleen, daarna veelal in alliage met tin. De jaarlijksche produktie bedroeg in het begin der 19de eeuw 20.000 ton, klom in 1850 tot 49.000 ton, had in 1880 het cijfer van 156.500 ton bereikt, terwijl voor 1910 877.494 ton zijn aangegeven, en in 1913 het millioen wordt overschreden.

In 30 jaren tijds is de jaarlijks voortgebrachte hoeveelheid koper vervijfvoudigd.

De groote ontwikkeling van den machinebouw, de vlucht, die de toepassing der electriciteit heeft genomen, zijn de hoofdoorzaken van deze stijging. Een deel tevens komt op rekening der steeds toenemende bewapening, welke voor korten tijd het beste middel tot instandhouding van den vrede werd geacht.

Het *goud* volgt het koper in produktietoename der laatste tientallen jaren op den voet.

Eveneens bekend sedert de oudste tijden, heeft het een rol gespeeld geheel verschillend van die der andere metalen. Het is eigenlijk nooit als *gewoon* metaal beschouwd. Werd het in de allereerste tijden slechts als sieraad gebruikt, al heel vroeg krijgt het een idëeel karakter, wordt het als waardedrager tot symbool van rijkdom. Bleven het zilver en brons eveneens tot ruilmiddel verheven, dit slechts binnen de grenzen van het land en de perken der wet, die hen tot munt stempelde, het goud is de internationale drager van allen rijkdom geworden, gestempeld of in staven, in stofgoud, en in welken vorm ook. Is het louter door zijn physische eigenschappen, of moeten we hier ook rekening houden met de bekoring, die van zijn kleur uitgaat en met andere psychische factoren? Voorwaar is het een subliem, doch tevens een primitief symbool; subliem om zijne onverwoestbaarheid, die het door de eeuwen heen doet gaan in steeds andere vormen, primitief, wijl het ons denken doet aan de kleurige glaskoralen der wilde volkstammen.

Duidelijker in het oog vallend dan andere metalen toont het goud in zijne ontginning, dat beschaving komt, waar mijnbouw ontstaat. Ontoegankelijke streken worden bereikbaar gemaakt en bewoonbaar. Hier spinnen zich, als onmetelijk lange herfstdraden in de zon, transportkabels van verre sneeuwtoppen naar welvarende mijnwerkersdorpen aan hun voet, ginds worden door tropische wouden wegen gebaad, moerassen drooggelegd, ontstaat landbouw rondom, noodig tot voeding der mijnwerkers. Raken de mijnen uitgeput, dan kan een plaatselijke crisis intreden, de landbouw echter blijft, slechts het karakter van het bedrijf in de streek verandert. Californië is nu rijker door zijn

landbouw dan door zijne goudmijnen en zooals nu de namen van Midas en Croesus nog slechts den legendarischen goudrijkdom van Klein-Azië, Armenië en Egypte aanduiden, zoo zullen de verhalen der goudkoorts eens den Californiërs als sagen in de ooren klinken.

De fabelachtige goudvondsten der Spanjaarden na de ontdekking van Amerika bedroegen in 1500, 5800 KG., in 1560 8510 KG. De cijfers komen in het juiste licht als we weten, dat in 1848 de goudproduktie 55000 KG. bedroeg, welke in 1860 na de ontdekking der goudvelden in Californië en Australië tot 202.000 KG. steeg, om in 1883 na de uitputting dezer velden te vallen tot 145.000 KG.

Eerst in 1888 na het in ontginning komen der Transvaalmijnen stijgt de produktie zeer sterk, is in 1890 weer 200.000 KG., in 1910 701.000 KG., ter waarde van 1200 miljoen gulden.

Vervolgens komt het *lood*, door de Egyptenaren reeds gebruikt o.a. in hunne juweelen en spiegels, door de Chineezers in hun brons. In 1880 werd geproduceerd 303.000 ton, in 1890 was de produktie reeds meer dan verdubbeld tot 650.000, terwijl in 1910, 1.111.000 ton werden voortgebracht.

Het *ijzer*, niet zoo vroeg bekend in de oudheid als de vorige metalen, had ondanks zijne uitgebreide toepassing voor wapenen en werktuigen, vóór de tweede helft der 19e eeuw slechts een beperkte produktie. Eerst na 1850 neemt het verbruik in die mate toe, dat het zijn stempel drukt op de huidige beschaving. Hoewel de relatieve toename gedurende de laatste 30 jaren bij die der vorige metalen achterblijft, zoo is de absolute vermeerdering, met het oog op de groote getallen belangwekkend.

In het begin der XIXe eeuw een totale produktie van 800.000 ton ruw ijzer aanwijzende, stijgt deze in 1850 tot 4.800.000 ton, in 1870 tot 12.105.000, in 1890 tot 27.621.000, om in 1910 het cijfer van 65.000.000 ton te bereiken.

Hier is de produktie sedert de laatste 40 jaren vervijfvoudigd en valt het begin der sterke stijging, evenals bij de steenkool, iets vroeger dan bij de andere metalen.

Na het ijzer volgen het zink, zilver en tin, met eene vermeerdering der produktie gedurende de laatste dertig jaren, als we de hoeveelheden in 1880 geproduceerd als eenheid nemen, van:

voor het zink	1 : 3.13
voor het zilver	1 : 2.88
voor het tin	1 : 2.80

Het *kwik* is één der weinige metalen, die sedert de laatste dertig jaren geen noemenswaardige stijging toonen, en zelfs wijst het in den laatsten tijd vermindering aan. Uitzonderings-toestanden, zoowel in het beperkt aantal mijnen en daarom beperkte produktie, als ook door monopolie, zijn hiervan ten deele de oorzaak, deels ook is het verbruik verminderd door de afnemende toepassing der amalgamatie van goud en zilverertsen. In 1897 bereikte de produktie 4328 ton, in 1910 was deze 3894 ton.

Ik heb U in het voorgaande zeer kort aangeduid hoe in het algemeen de produktie van de delfstoffen en metalen omstreeks de zeventiger jaren der vorige eeuw zeer sterk begint te stijgen. Deze stijging valt samen met de groote vlucht, welke de nijverheid en het verkeerswezen begonnen te nemen.

Daar waar mijnen ontgonnen werden, deed zich de behoefte aan mechanische extractie- en transportmiddelen het eerst gevoelen. De eerste spoorlijnen werden aangelegd in mijnstreken, de stoommachine vond haar oorsprong en eerste toepassing in het mijnbedrijf. Eenmaal ontstaan, worden deze mechanische hulpmiddelen ook voor andere doeleinden gebezigd, stoom- en verkeerswezen ontwikkelen zich meer en meer, scheppen steeds aangroeiende vraag naar grondstoffen en stuwen op hunne beurt het mijnbedrijf tot grootere krachtsinspanning. Zij maken grootere produktie noodig en mogelijk door nieuwe afzetgebieden te openen. En niet alleen, dat het mijnbedrijf geprikkeld wordt tot uitbreiding, omdat nijverheid en verkeer steeds meer materiaal vragen, ook kunnen steeds meer vroeger niet bewerkbare delfstoffen, toen onontginbaar of te arm aan nuttig metaal,

nu met voordeel ontgonnen en verwerkt worden, soms omdat hogere prijzen dit mogelijk maken, meestal wijl diezelfde nijverheid in haar groei steeds meer physische en chemische wetten ontdekt en toepast, nieuwe procédés scheidt, die de ontginning en verwerking van een groeiend aantal delfstoffen tegen lagere prijzen mogelijk doet zijn.

Wat eenige tientallen jaren geleden niet met winst kon worden ontgonnen, werpt nu voordeel af, m.a.w. wat vroeger slechts waardelooze steen was, is nu *erts* geworden.

In het algemeen verstaat men onder *erts* die geologische vorming, waaruit nuttige metalen of hunne meer samengesteld chemische verbindingen met winst verkregen kunnen worden.

In het werk van BEYSCHLAG, KRUSCH en VOGT, over de „Erzlagertstätten”, uitgegeven in 1914, vinden we als definitie van het begrip erts het volgende:

„Der lagerstättenkundliche Begriff Erz deckt sich nicht mit „dem Begriff der *Bauwürdigkeit*. Von einem Erz im Sinne der „Lagerstättenlehre wird nur verlangt, dass ohne Rücksicht auf „die Verkehrsverhältnisse und die Menge, in welcher es sich „an seinem Ursprungsort befindet, nach dem jeweiligen Stande „der Aufbereitungs- und der Hüttenkunde seine Verwendung „zur Erzeugung von Metallen im Groszen und mit Vorteil „überhaupt möglich ist.”

Het is U hieruit duidelijk, dat het begrip erts wisselende grenzen heeft. Wat gisteren steriel was, zal morgen erts zijn, daalt de metaalprijs, dan is wat vandaag erts is, morgen een waardelooze keisteen.

Zoo zijn de 40 %-ijzerhoudende, in het devon van Noord-Spanje voorkomende zandsteenlagen, goede ijzerertsen. In dezelfde lagen komen evenwel uitgestrekte zones voor van 20 % tot 25 % ijzer, die niet verwerkt kunnen worden door het hooge kiezelzuurgehalte, en dus steriele zandsteen zijn. Door de ontwikkeling der metallurgie zullen deze zandsteenen eens in erts veranderen.

Is de bovengenoemde zandsteen ondanks zijn 25 % ijzer geen erts, een kwartsgang met 0,001 % goud is een vrij goede ertsgang, daar ze door den hoogen goudprijs nog met voordeel te bewerken is.

Heeft de groote vooruitgang der industrie dus medegewerkt tot een groote uitbreiding van het begrip erts, a priori zouden we hieruit reeds kunnen afleiden, dat dan ook de kennis van het voorkomen der ertsen een groote schrede vooruit moet hebben gedaan. In werkelijkheid is dit ook een feit.

Vroeger, bij de zeer geringe produktie en gebrekkige hulpmiddelen, werden slechts die afzettingen ontgonnen, welke reeds door natuurlijke erosie of verweering zoodanig geconcentreerd of blootgelegd waren, dat weinig kosten en techniek vereischt werden voor hunne exploitatie. Enkele rijke, primaire afzettingen uitgezonderd, waren dit de dicht aan de oppervlakte zich bevindende aangerijkte deelen van ertsgangen en de door verweering en natuurlijke aanrijking gedurende duizenden eeuwen ontstane ophooping van alluviaal goud en tinsteen.

Langzamerhand echter zijn deze afzettingen, waar de natuur zelve als waschmeester en metallurg optrad, schaarscher geworden. Toen de eenmaal wakker geroepen, voortschrijdende nijverheid steeds meer grondstoffen vroeg en tegelijkertijd de voortbrenging der grondstoffen gemakkelijker maakte, moesten en konden ook steeds meer armere, moeilijker te bewerken afzettingen ontgonnen worden. En nu begon de zich ontwikkelende mijnontginning het feitenmateriaal te verschaffen, dat de grondslag werd, niet alleen voor theorieën der ertsafzettingen, maar tevens voor de ontwikkeling der geologie en petrografie, welke weer door de terzelfder tijd groeiende kennis der fysieke en chemische wetten in staat werden gesteld het juiste verband tusschen de tot nu toe onsamenhangende feiten te leggen.

We zien in de laatste helft der 19e eeuw een snel groeiend complex van industrie en wetenschappen, onderling elkaar stuwende en gestuwd wordende.

Van onsamenhangende kennis van feiten worden de natuurkunde, chemie, geologie, petrografie, metallurgie en ertskunde tot wetenschappen.

Waar vroeger de enkele verspreide kleine mijnbedrijven en smelterijen slechts plaatselijke praktische ervaring vroegen om te kunnen worden bestuurd, groeit met de steeds meer techni-

sche en chemische kennis eischende mijnontginning en ertsbe-reiding ook de ingewikkeldheid en omvang van het bedrijf. Steeds grootere kapitalen zijn noodig om tot goede uitkomsten te geraken. Het kleinbedrijf in den mijnbouw was reeds veel vroeger dan in de industrie ten doode opgeschreven, omdat voor mijninstallaties groote kapitalen noodig zijn en groote ondernemingen tevens meer bestand zijn tegen het groote risico.

Spreekt het op dit oogenblik vanzelf, dat zonder uitgebreide natuurwetenschappelijke, technische en economische kennis, én ruime geldmiddelen, het opsporen en ontginnen van ertsen onmogelijk is, maar al te vaak treft men nog den ouden vorm in vele gedaanten aan, ook in ons land. Mijnmaatschappijen worden nóg wel met klein werkkapitaal opgericht, hetzij om grootere dividenden uit te kunnen keeren, hetzij uit misrekening en weinige toeschietelijkheid van het kapitaal. Nederlandsche maatschappijen nemen nóg wel goedkoopere, zoogenaamd praktische maar minder algemeen onderlegde, veelal buitenland-sche, krachten als leiders voor hun bedrijf, hetwelk in vele gevallen reeds tot fiasco leidde en den slechten naam, die de mijnindustrie reeds in ons land heeft, niet verbeterde.

Toch is hieraan de mijnindustrie niet schuldig, wel de over-levering uit de tijden, toen men nog meende, dat gouddelven tot een ieders capaciteiten behoorde en een DUMAS het goed-geloovige publiek kon wijsmaken, dat een prospector de ber-gen over wandelde en ertsgangen eenvoudig met den hak van zijn laars op den klank af naar hun rijkdom onderzocht.

Evenals de medicus ontmoet de mijningenieur in zijn praktijk dezelfde onaangenaamheid: ieder doktert gaarne. En roept men ten einde raad medisch advies in, dan krijgt bovendien nog de arts en niet de patient van het overlijden de schuld.

Met den groei van het door de mijnontginning verschaftte feitenmateriaal en de dieper gaande kennis der natuurweten-schap, zien we ook de leer der ertsafzettingen zich ontwikke-len. Verscheidene systemen ontstaan, die eerst alleen de afzet-tingen morfologisch, dat is, naar den vorm of naar den inhoud groepeeren. Eerst omstreeks het midden der vorige eeuw geven

BURAT, WEISZENBACH en WHITNEY theorieën, welke deels op den genesis berusten. Het eerste volledig op het ontstaan der ertsen berustende systeem geeft VON GRODDECK in 1879.

Ik wil U niet vermoeien met de opsomming dezer verschillende theorieën. Waar echter de kennis van het ontstaan der ertsen nog lang niet volgroeid is en dus de hierop gebaseerde systemen schijnbaar minder voldoen dan de oudere morfologische, moeten wij, om te kunnen beoordeelen welk het beste, het meest wetenschappelijke is, ons eerst een klaar denkbeeld vormen van wat wij onder een wetenschappelijk systeem verstaan.

Datgene wat alle wetenschap kenmerkt is, dat ze systematiseert, groepeert. Zij zet bijeen alle verschijnselen welke een bepaalden factor, een kenmerkende eigenschap gemeen hebben. Daardoor verklaart zij ons, brengt klaarheid in den chaos der verschijnselen. Zij verklaart, wanneer ze ons zegt, dat warmte, licht, electriciteit als evenwichtsverstoringen der ether identieke verschijnselen zijn. Wetenschap zoekt dus den grootsten gemeenen deeler der verschijnselen, rangschikt ze daarnaar. Vroeger werd gegroepeerd naar vorm of inhoud of andere uiterlijke eigenschappen, toen men de dingen nog aannam als vaststaande, zich steeds gelijkblijvende vormen van materie. Maar niet zoodra drong men door in de kennis der minder tastbare verschijnselen, of men zag het tijdelijke van de verschijning. In plaats van metafysisch indeelende in vaste, nooit van vorm en inhoud en hoedanigheid veranderende, streng gescheiden groepen, neemt de wetenschap nu de dialektische gedachte over, erkent elk ding slechts als een tijdelijke verschijning, waaraan een andere vorm voorafgaat, waarop een andere volgt. In den rusteloozen stroom der verschijnselen blijven noch vorm noch inhoud gespaard. Zij zijn slechts functiën, evenals het verschijnsel zelve van wat voorafgaat, van zijn *oorzaak*. Oorzaak noemen we, datgene wat *steeds* voorafgaat. Wel moeten wij daarbij steeds in het oog houden, dat wij zelve het zijn, die in den onafgebroken vloed van zich vervormenden verschijnselen, om ons het begrijpen te vereenvoudigen, de verdeelstrepen plaatsen en aannemen, dat oorzaak is, datgene wat juist voorafgaat, gevolg is, wat onmiddellijk nakomt.

De verschijnselen te rangschikken naar hunne oorzaken, naar steeds diepere, d.i. meer algemeene oorzaken te zoeken, den grootsten gemeenen deeler uit steeds grooteren kring van verschijnselen te zoeken, is de taak en het kenmerk der tegenwoordige wetenschap.

DARWIN'S leer over het „ontstaan der soorten” geeft in de zoölogie en botanie het keerpunt aan, van de enkele beschrijving der dingen naar hun vorm en inhoud tot het onderzoek naar het causaal verband met hun ontstaan en bestaansvoorwaarden.

Eveneens wordt in de zeventiger jaren de petrografie (gesteentekennis) van morfologische beschrijving tot een systeem, hetwelk vorscht naar de oorzaken van het ontstaan der gesteenten, terwijl de ertsleer ongeveer terzelfder tijd dit voorbeeld voor de ertsen volgt.

Het is wel niet toevallig, dat juist nadat de industrie zich begint te ontwikkelen, ook de wetenschappen eene hooge vlucht gaan nemen. Het causaal verband is ook hier aanwezig, en de sociologische wetenschappen, welke naar den oorzakelijken samenhang op dit gebied zoeken, ontstaan eveneens in dit tijdperk. Een nadere beschouwing zou ons evenwel te voeren.

Volgen we den causalen gedachtengang bij de beoordeeling van de verschillende systemen der ertsleer, dan komen we tot de conclusie, dat het systeem, hetwelk de ertsafzettingen indeelt naar hun ontstaan, en vorscht naar hun oorzaak, dus de meest wetenschappelijke en inzichtbrengende leer moet zijn. Vele leemten zijn hier nog aan te vullen, vele oorzaken der ertsvorming zijn geheel onbekend en bij het gebruik dezer theorie, evenals bij dat van iedere andere moeten we ons steeds bewust blijven, dat zij slechts eene door onszelve ontworpen methode van onderzoek is, een ontleedmes, dat gescherpt moet worden of door een ander moet worden vervangen, zoodra het te stomp of ongeschikt blijkt voor nieuwe analyses.

We moeten wel begrijpen, dat wij het ten slotte zelve weer zijn, die, om het ons begrijpelijk te maken de verschillende groepen hebben tot stand gebracht, dat in de natuur die indeeling niet

bestaat. Daar zijn slechts de onafgebroken reeksen van verschijnselen. Evenals er slechts één doorlopende reeks van granieten tot gabbro's bestaat, van de meest zure tot de meest basische gesteenten toe, welke wij voor ons gemak in groepen hebben gedeeld, zoo vinden we ook slechts één reeks van metaal-associaties, welke wij ter beter begrip in tin-, koper-, lood- en kwikgroepen hebben samengebracht. In de natuur bestaan de grenzen daartusschen niet, gaat de eene groep in de andere over. Zoo is het met de ertsafzettingen eveneens. De grenzen zijn niet zuiver te trekken, van de fijnste verdeeling der metalen in dieptegesteenten, tot magmatische differentiatievormen, kontakttypen, gangen, lagen, ja zelfs sedimentaire afzettingen toe, zijn overgangsvormen bekend.

Iedere ertsafzetting is bepaald door het geheele complex van omstandigheden en oorzaken tijdens haar vorming. Voor ieder gebied zijn deze verschillend, voor ieder onderdeel eener ertsafzetting zelfs nooit geheel gelijk geweest. De groepeerings-oorzaken brengt ons tot het aannemen van ertsprovinciën, samenhangend met de overeenkomst der geologische werkingen in die gebieden. Men komt zodoende tot de natuurlijke groepeerings- van tot één ertsdistrict behorende afzettingen, welke bijvoorbeeld hun ontstaan te danken hebben aan eenzelfde magmatisch centrum, maar door de verschillende geologische omstandigheden, welke ze beïnvloedden, ver uiteenloopende vormen en samenstelling aannemen.

Toch behooren zij op grond van hare geologische positie, op grond van het complex van omstandigheden, waaronder ze gevormd werden, bijeen.

Hebben wij gezien hoe klaarheid gebracht wordt door de analogie van verschillende verschijnselen aan te toonen, zoo begrijpen we beter de geheele kosmische geschiedenis der gesteenten en ertsvorming en zien hare oorzakelijke eenheid, als we weten dat de reeds miljoenen jaren oude historie onzer planeet zich steeds herhaalt in andere wereldlichamen. De hypothese, dat in de vroeger vloeibare aarde de chemische elementen zich onafhankelijk van hunne chemische affiniteiten gerangschikt hebben op een afstand van het middelpunt omgekeerd evenre-

dig met hun atoomgewicht volgens de wetten der centrifugale en aantrekkingskrachten, geeft ons nog geen oplossing voor het feit, dat enkele zware metalen, zooals het goud, platina en kwik, koper, tin, e.a. in de lichtere aardkorst op enkele plaatsen sterk geconcentreerd kunnen voorkomen, terwijl weer in andere uitgestrekte gebieden slechts zeer geringe hoeveelheden aanwezig zijn. Bezien we evenwel andere hemellichamen, welke nog in vloeibaren toestand verkeerden, zooals de zon, met hare uitbarstingen, waardoor de donkere zonnekern eenigen tijd bloot komt en gloeiende gasmassa's zich naar de oppervlakte een uitweg banen, de reeds geheel verstarde maan, die met haar ringvormige kraters doet denken aan een vastgeworden gesmolten massa, met uitbarstingen van gasbellen, dan wordt ons duidelijk hoe ook in onze aarde de plaatselijke opeenhoopingen der zwaardere in het diepste van het smeltbed aanwezige metalen, in de zooveel lichtere aardkorst kunnen zijn ontstaan. Zelfs na afkoeling als zich de lichte, bovendrijvende silikaatslak tot een korst om den vloeibaren kern gesloten heeft, banen zich nog steeds plaatselijke erupties uit de diepere zwaardere magma's een weg, de zwaardere metalen uit het smeltbed meesleurende, waarna deze zich in de verstijvende magma's afscheiden en door differentiatie zich kunnen concentreren, of door gassen en zich vormend water in oplossing genomen zich steeds verder van hun basis verwijderen om onder veranderende omstandigheden van druk, temperatuur en aanraking zich af te zetten. Een gesteente of mineraal is slechts stabiel onder bepaalde omstandigheden. Ieder mineraal leeft voort, zijn evolutie is een zoeken naar stabiel evenwicht en hoogstwaarschijnlijk vinden wij geen enkel erts zóó als het was, toen het ontstond. Van het oogenblik zijner geboorte beginnen er andere invloeden te werken. Druk, nieuwe erupties, doordringen van nieuwe oplossingen, grondwater, verweering en erosie, vervormen de structuur en de chemische samenstelling, of lossen het op, dragen het weg om het elders weer te verzamelen.

Hoewel uit den aard der zaak het beeld der ertsvorming en vervorming, hetwelk ik U hier geef, zeer onvolledig is, zoo is

het toch voldoende om U te doen zien, hoe, voor een goed begrip en toepassing dezer wetenschap niet alleen kennis noodig is der geologie, maar tevens een goed inzicht in de mineralogie, petrografie en chemie een vereischte is.

Waar bijvoorbeeld de verandering van het nevingesteente eener afzetting een veelvuldig voorkomend verschijnsel is, zoo blijkt ter oriëntering grondige kennis der petrografie en die der mineralen met hunne kristallografische, optische en chemische eigenschappen zeer noodig.

Hoe deze kennis tot opsporing van ertsen kan leiden, is nog kort geleden gebleken. In het Zuiden van Spanje, ten zuiden van Ronda, bevindt zich een uitgestrekte bergketen, Serrania de Ronda genaamd, welke 75 Kilometer lengte en 20 KM. breedte heeft en waarvan enkele toppen 2000 Meter hoogte bereiken. Deze bestaat uit een basische eruptiefmassa, welke vroeger gedacht werd te zijn opgebouwd uit gabbro's, met hunne verwanten en geserpentiniseerde verweeringsgesteenten. Eenigen tijd geleden echter kwam men tot de ontdekking, dat de vermeende gabbro's, peridotitische gesteenten waren, welke groote overeenkomst met de platinahoudende peridotieten van den Oeral toonden. Een nauwgezette studie en mikroskopische vergelijking van dunne geslepen plaatjes der gesteenten, door den Spaanschen mijnningenieur ORUETA uitgevoerd, stelde deze identiteit nauwkeurig vast, terwijl de spectraalanalyse in verschillende monsters platina aantoonde. Deze platinahoudende gesteenten bleken speciaal duniëten te zijn, zoodat hij met die kennis gewapend de zones kon afbakenen, waar platina in meer geconcentreerden vorm zou kunnen voorkomen. Het platina in zeer kleine hoeveelheden in de duniëten aanwezig, concentreert zich door verweering dezer gesteenten in de valleien. Een onderzoek van het alluvium in de met de duniëten corresponderende dalen was dus aangewezen, en eenige boringen toonden in de onderste laag van dit alluvium, onmiddellijk op het vaste gesteente, platina in voldoende hoeveelheid aan. Een meer uitgebreid onderzoek zal nu moeten uitmaken of de hoeveelheid groot genoeg is voor loonende exploitatie. De Spaansche regeering, onmiddellijk de waarde dezer vondst inziende, heeft

mijns inziens een juist inzicht getoond door beslag te leggen op het geheele terrein, hetwelk nu van staatswege verder onderzocht en eventueel ontgonnen zal worden.

Welke is nu in het algemeen de plaats, die de leer der ertsafzettingen in de praktijk van den mijnningenieur inneemt? Welke diensten kan zij hem bij zijn werk bewijzen?

Bij de *mijnontginning* verschaft zij hem een leiddraad, daar waar hij den aard der afzetting kent, hij tevens weet hoe hij bij de voorbereiding en de noodige verdere exploratie, te werk moet gaan. Tevens zal zijn kennis van storingen en verwerpingen, die het erts plotseling doen verdwijnen, hem behulpzaam zijn bij het terugvinden daarvan. Het meeste nut echter heeft hij van deze kennis bij het *vooronderzoek* en het *mijnbouwkundig onderzoek* van een erts. Kan hij bijv. vaststellen, dat het te verkennen voorkomen metasomatische ijzerafzettingen in kalksteenen zijn, waar ijzeroplossingen de kalksteen hebben verdrongen, dan weet hij zijn erts aan deze kalklagen gebonden en heeft hij dus slechts de kalklagen te volgen en te onderzoeken op de uitgestrektheid van hunne verertsing. Dit voorbeeld zou met vele vermeerderd kunnen worden, waarbij hem door de ertsleer een leiddraad voor het onderzoek wordt gegeven.

Welk nu is het probleem hetwelk den mijnningenieur in het algemeen bij dit onderzoek gesteld wordt? Volgen wij ter beantwoording dezer vraag den gang van zaken, zooals deze zich voor den mijnningenieur, aan wie eene exploratie wordt opgedragen, voordoet. Het geval, dat hij moet zoeken naar ertsen, zonder dat éénige aanduiding op hun bestaan in een streek wijst, is in de praktijk vrijwel uitgesloten. Bij een wetenschappelijke expeditie van nog geheel onbekende gebieden, stelt de kennis der geologie en der ertsafzettingen, mits gepaard aan een scherpe opmerkingsgave voor de kleinste verschijnselen in de natuur wel in staat te veronderstellen, dat de geconstateerde geologische structuur het voorkomen van een bepaald erts niet uitsluit. Zonder evenwel op bepaalde ertsaanwijzingen, zooals rolsteenen, dagzoomen of ertshoudende alluviale afzettingen en andere verschijnselen opmerkzaam geworden te zijn, wat in den

regel bij toeval gebeurt, gaat men niet tot een nader onderzoek over.

Mijnbouwmaatschappijen vormen zich met een meer gepreciseerd doel en het is in dienst van deze lichamen, dat de Nederlandsche mijnningenieur grootendeels zijn werkkring zoeken moet. Het is hier, in vrije concurrentie met zijne buitenlandse collega's, dat hij moet kunnen beschikken over zoo volledig mogelijke wetenschappelijke, technische en commercieele kennis.

Hij wordt dus gezonden naar een bepaald terrein, waarin aanduidingen van één of meer ertsafzettingen bekend zijn, hetzij o. a. door oudere reeds bekende mijnen, hetzij door oppervlakte-aanwijzingen in de buurt van bestaande bedrijven, hetzij door gegevens verstrekt door inboorlingen.

Allereerst is nu noodig een *voor*onderzoek ter plaatse, dat bestaat uit verkenning van de situatie, van den topografischen en geologischen vorm van het terrein, en van de bestudeering der eventueele kenmerken, die de ertsafzetting aan de oppervlakte toont. Is hierdoor de aard van het voorkomen vastgesteld, waarbij de ertsleer zijn voorlichtster is, dan moet naar de aan de oppervlakte verzamelde gegevens de *waarschijnlijke* hoeveelheid en kwaliteit van het erts worden bepaald. Het onderzoek van de geologische gesteldheid van het terrein en de kennis der ertsafzettingen kan slechts leeren, dat er een *waarschijnlijke* hoeveelheid erts aanwezig *kan* zijn. De technische, metallurgische en economische kennis moet nu uitmaken of en bij welke hoeveelheid ontginning zal rendeeren. Daartoe moet uit de gesteldheid van het terrein en den vorm van het ertsvoorkomen geconcludeerd worden of eene rationeele ontginning technisch mogelijk is, en zoo ja, welke de kosten dezer ontginning mede in verband met den plaatselijken loonstandaard en werkkrachten, materiaal en transportkosten zijn. Dan moet bepaald worden of mechanische en chemische concentratie, of één van beiden noodig en zoo ja, mogelijk zijn, hoe en waar deze geschieden moet, welke hare kosten bedragen. De studie van het transport dient eveneens zeer ter harte te worden genomen. Vele mijnondernemingen leden hierop schipbreuk.

Immers wat in Duitschland goed kopererts is, kan in de Cordilleras van Argentinië door de groote transportkosten waardeeloos blijken.

De kennis van verkoopsvoorwaarden, afzetgebied en kapitaalberekening, mag tevens niet verwaarloosd worden, wil men herhaling van te noemen gevallen voorkomen, waarin men exploitatie begonnen was, vóórdat men bemerkte zijne ertsen niet te kunnen verkoopen, of tegen zulke lage prijzen van de hand te moeten doen, dat de kosten niet gedekt werden.

Heeft men nu de totale kosten opgemaakt en maakt de zeer voorzichtig geschatte hoeveelheid erts een voordeelig rendement mogelijk, dan eerst, mag de mijningenieur overgaan tot het aanbevelen der *mijnbouwkundige exploratie*. Het spreekt vanzelve, dat indien één of meer der bovengenoemde factoren niet kunnen worden bepaald zonder dat een nader mijnbouwkundig onderzoek noodig is, de kans van slagen van dit laatste onderzoek overwogen moet worden op grond van de meer beperkte gegevens, welke dan zeer gunstig moeten zijn, wil men tot nader onderzoek adviseeren. In dit advies moet dan wel op het zooveel grootere risico den nadruk worden gelegd.

Bij het vóóronderzoek dus dient de mijningenieur zijn geheele technische, natuurwetenschappelijke en economische kennis, zooals hij die tegenwoordig te Delft ontvangt, te gebruiken ter beoordeeling van den toestand. Zodoende draagt hij er toe bij het risico van de mijnbouwkundige exploratie te beperken. Dit te verrichten mijnbouwkundig onderzoek moet dienen ter vaststelling van de juiste hoeveelheid en kwaliteit van het erts, alle andere factoren moeten reeds van te voren gewogen en niet te licht bevonden zijn.

Nu moet door het verrichten van mijnbouwkundig werk, het maken van sleuven of drijven van onderzoekstunnels en schachten, soms ook door boren, de hoeveelheid en hoedanigheid van het erts nauwkeurig worden bepaald. Wáár deze boringen het beste worden geplaatst, de tunnels moeten worden gedreven, wordt aangewezen door de kennis van den vorm der ertsafzetting, waarbij tevens in het oog gehouden moet worden, dat de blijvende werken later voor exploitatie in aanmerking

kunnen komen. Eerst als voldoende erts door dit onderzoek is aangetoond, mag tot exploitatie worden besloten.

De geschiedenis van het ontstaan der ertsleer toont ons haar oorsprong in het mijnbedrijf, haar groei en vorming tevens ten nauwste samenhangende met het tijdperk, waarin ze ontstond en met de haar omringende wetenschappen en economische toestanden.

De ertsleer zelve wijst ons op hare beurt het analoge verband voor ieder erts met zijn magmatisch verleden en den onverbreekelijken samenhang met het geologische tijdperk en de geologische omgeving, waarin het ten slotte werd afgezet. Maar tevens wijst zij op den zeer duidelijken economischen stempel van het begrip erts, op den samenhang van ieder erts met zijne maatschappelijke omgeving, bepaald door zijn ontginbaarheid en winstafwerpend vermogen.

Het woord *erts* zegt ons, dat wij de opsporing en ontginning van ertsen noodzakelijk moeten beschouwen van economisch standpunt. Wij kunnen die opsporing en ontginning wel vergemakkelijken door kennis der ertsafzettingen, maar we zijn ten slotte afhankelijk van de technische, metallurgische en economische voorwaarden tezamen, welke wij geheel moeten kunnen overzien om voor onze taak van het onderzoek berekend te zijn.

Niet altijd zullen we slagen in het oplossen al dezer problemen, mislukking van mijnbouwkundige exploratie en zelfs van mijnbouwondernemingen zal niet altijd vermeden kunnen worden, omdat we telkens voor nieuwe vormen komen te staan, geen ertsafzetting gelijk is aan eene andere, inwendige storingen en onvoorziene omstandigheden kunnen optreden, waarvan het bestaan aan de oppervlakte niet te vermoeden was. Dat echter de leider eener ertsopsporing van het begin af, iemand moet zijn, die de technische en commercieele zijde van het vraagstuk geheel moet kunnen overzien, meen ik te hebben aangetoond. Door van het begin af het onderzoek toe te vertrouwen aan bekwame en wetenschappelijk geschoolde leiding, kan dan het risico van mijnondernemingen tot een minimum worden beperkt. De mijnindustrie zal daarmee veel van haren onver-

diend slechten naam verliezen, en daartoe bijdragen zal de beste aanbeveling zijn voor de Delftsche mijningenieurs in den concurrentiestrijd met hunne buitenlandsche collega's.

Hoe bescheiden de rol dus is, die de leer der ertsvorming naast de technische, metallurgische en economische kennis in de praktijk van den mijningenieur inneemt, ze zal, naar gelang meer feiten door de mijnontginning geboekstaafd en verklaard worden, een steeds betrouwbaarder gids blijken in de opsporing van delfstoffen. Maar bovendien is zij noodig om hem het diepere inzicht in zijn studiemateriaal te geven, hem de verklaring van den samenhang en eenheid in het geheel der verschillende afzonderlijke wetenschappen te brengen, welke hij heeft te beoefenen. Zij leert hem de natuur, welke hij heeft te onderzoeken, begrijpen en liefhebben.

EDELACHTBARE HEEREN CURATOREN.

Het is mij een aangename plicht U dank te zeggen voor het vertrouwen, hetwelk Gij in mij stelt en het zal mijn voortdurend streven zijn, dit vertrouwen niet te beschamen.

HOOGGELEERDE HEEREN PROFESSOREN.

Toen mij Uw verzoek, de opvolger van professor VAN LOON te willen zijn, bereikte, was mijne eerste gedachte, die van schroom, de plaats te vervullen van hem, wien de mijningenieurs in Delft zoo veel te danken hebben, die door zijn groot inzicht en onvermoeid werken hunne opleiding gemaakt heeft tot wat ze nu is en zich in zóó groot vertrouwen, hooge waardering en vriendschap van U mocht verheugen. Maar ik voel mij gelukkig de nagedachtenis van mijn onvergetelijken leermeester te kunnen eeren, door verder te mogen bouwen met alle krachten aan het werk, hetwelk hem niet meer gegeven was te voltooien.

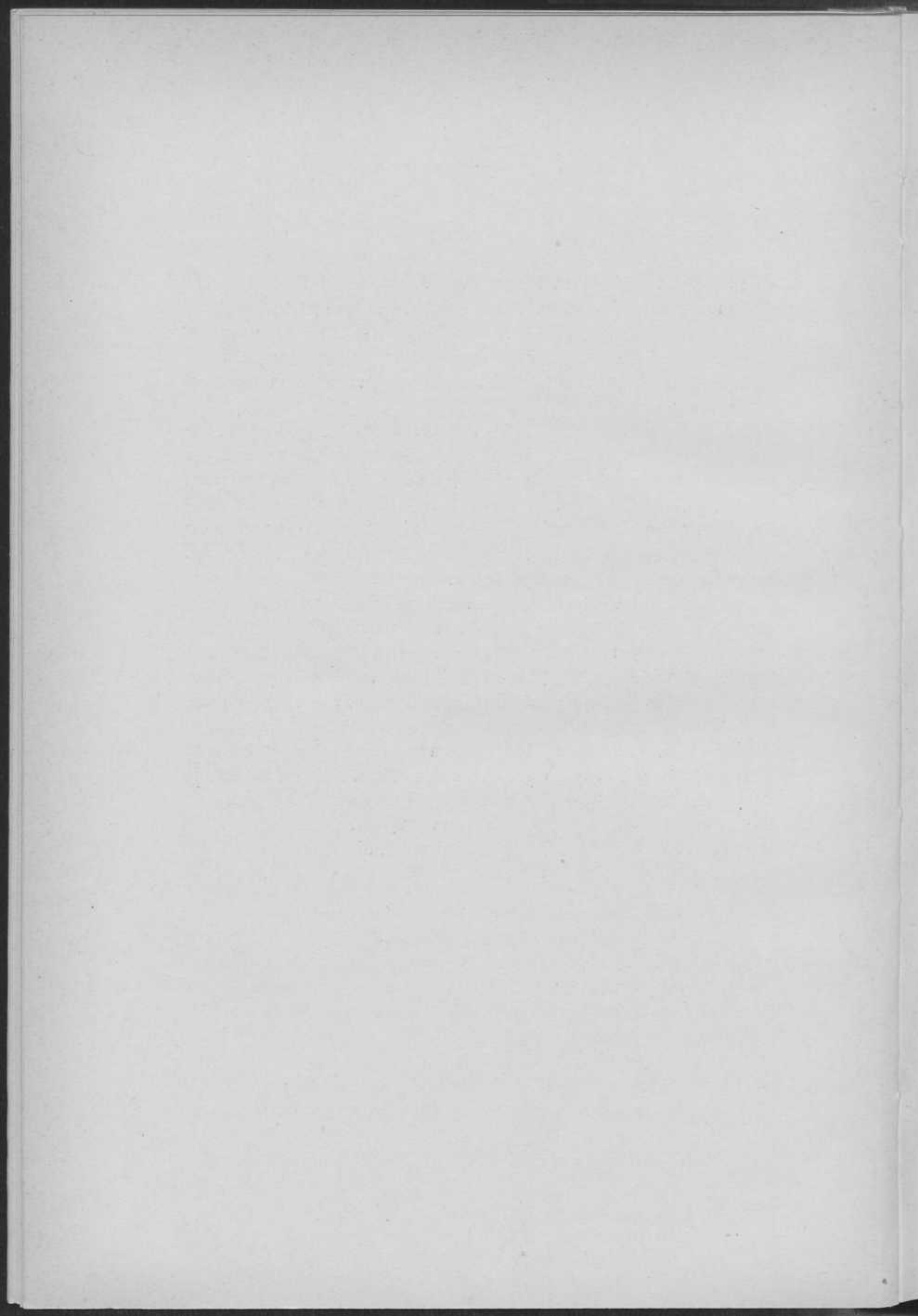
Wilt mij daarbij Uwe voorlichting, steun en vriendschap niet onthouden,

MIJNE HEEREN STUDENTEN.

Verschillend zijn de motieven geweest, welke U tot de studie van mijningenieur hebben doen besluiten. Aangelokt wellicht door den wonderen glans van een bergkristal in de mineralen collectie eener Hoogere Burgerschool, zult ge spoedig bemerkt hebben, dat het niet altijd kristal is, waarmede de mijngangen zijn bekleed.

In de zware taak, die U in het leven wacht, gedurende de ontberingen, die Ge zult hebben te doorstaan, de tegenslagen en mislukkingen, die ondanks de eerlijkste inspanning Uw deel zullen zijn, hebt Gij om U staande te houden wél kracht noodig. Sommigen Uwer zullen die putten uit hun streven naar succes, anderen zal de liefde tot de wetenschap een steun zijn. Er zullen onder U zijn, wie het scheppend werken, dat ontoegankelijke terreinen bereikbaar maakt en cultiveert, steeds een nieuwe vreugde is, en die zich na uren versuffend hoofdbreken over zeer problematische winsten, door den frisschen bergwind, die hen om de slapen waait en bij onmetelijke vergezichten weer voelen als een jonge titan. Gelukkig degenen onder U, die de liefde bezitten tot de natuur en de schoonheid. En zoo zij al niet in U was, zal zij tot U komen, als Ge haar trachtend te begrijpen de raadselen uit de oogen leest. De liefde tot de natuur en tot Uw vak in U aan te kweeken, stel ik mij als taak, en wanneer Gij dan later aan mij zult terugdenken als aan een ouderen vriend, zal ik weten mijn doel te hebben bereikt.

I k h e b g e z e g d.



LIJST VAN DEELNEMERS.

Prof. W. A. KNOL, m. i.
Prof. S. J. VERMAES, m. i.
J. A. A. MEKEL, m. i.
E. J. BEENS.
G. BOUWMEESTER.
A. J. R. CORNELISSEN.
J. B. GRANDJEAN. } cand. m. i.
C. S. VAN HAEFTEN.
M. C. KORT.
J. H. W. SCHÄFER.
A. VAN BEELEN.
G. J. GEURSEN.
P. DE HAART.
Ch. J. J. VAN HAL.
O. Z. VAN SANDICK.
C. SCHOUTEN.
A. J. COSIJN.
P. M. MATTHIJSEN.
E. J. A. RIKMENSPOEL.
J. TAN.
C. P. A. ZEYLMANS VAN EMMICHOVEN.
W. VAN DAM.
E. S. LEVISON.
K. G. P. POST.
C. E. P. M. RAEDTS.
Th. RUYS.
A. VAN WEELDEN.
G. A. VAN KLINKENBERG.

Verslag van de Excursie naar Swalmen.

Zooals bekend kan worden verondersteld liet de „Rijksopsporing van Delfstoffen”, gedurende een tiental jaren, eenige boringen verrichten, die ten doel hadden (zooals van een instituut van dien naam verwacht mag worden) nuttige mineralen te vinden in Neerland's bodem, maar tevens bijdragen te leveren voor nauwkeurige vaststelling van het verloop der aardlagen.

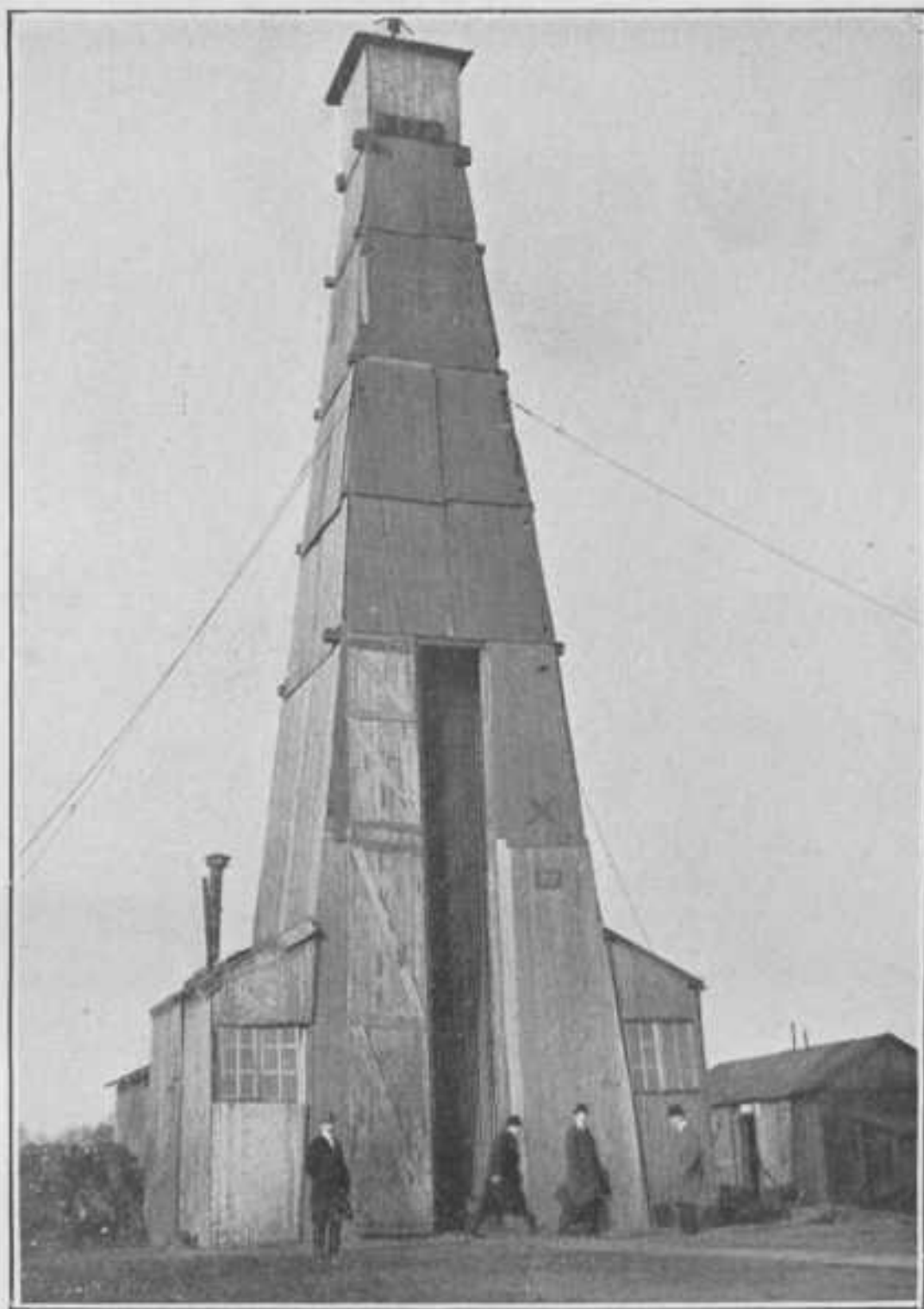
Minder bekend echter was het, dat het werk van genoemde opsporingsdienst op het punt was een einde te nemen, toen we plotseling vernamen, dat te Swalmen de laatste boring werd uitgevoerd. De groote deelneming aan de excursie getuigt wel, dat het plan van Prof. S. J. VERMAES m. i. en Prof. W. A. KNOL m. i., om deze laatste boring met een groep Delftsche mijnbouwkundigen te bezoeken, zeer in den smaak viel.

Eenige dagen voordat de excursie plaats had gaf Prof. KNOL een uiteenzetting van hetgeen bezichtigd zou worden.

Als losse deelen van één geheel zwierven in den vroegen morgen van 22 Febr. eenige der gewoonlijk weinig matineuze deelnemers over het perron van ons Delftsche station. Eenige paren slaperige oogen, waarvan de respectieve eigenaren steun zochten tegen een pilaar, snuffelden de nieuwste oorlogstijdingen uit N. R. C. of Telegraaf.

De wandeling door den Haag van H. S. naar S. S. had de meeste gezichten zoodanig opgefrischt, dat er weinig onderscheid meer te bespeuren viel met die van de, dien morgen van langer rust genoten hebbende menschen, die zich hier bij de eersten aansloten.

Het eerste traject werd afgelegd zonder conversatie, zonder kaarten, men vloekte zonder stemverheffing; er werd stiekum



(Foto P. de Haart).

Boortoren.



(Foto P. de Haart).

1875

1876

1877

1878

1879

1880

1881

1882

1883

1884

1885

1886

1887

1888

1889

1890

1891

1892

1893

1894

1895

1896

1897

1898

1899

1900

gegaapt, stiekum gerekt. De historie vermeldt niet of door de te Utrecht in geforceerd tempo aangedragen, kopjes koffie en thee, warme saucijzen en reepen kwatta, de laatste verlangens naar het te kort in nachtrust werden verdreven. Zeker is het dat de trein, der traditie getrouw, met „veel vertraging!” het station Utrecht verliet en dat ook van wege de traditie harten, schoppen, klaver en ruiten lustig door elkaar hutselden en op „jassen op knieën” en op „uit de hengsels getilde retiradedeuren op knieën” hun waarde toonden, begeleid van oraties a. d. z. „Stom gespeeld!” „Groot schlemm!” e. a.

Wat de kroeg voor den dronkaard is, is den Bosch voor den reiziger naar Limburg en het spreekt van zelf dat ook hier de buffetjongens handen vol werk, beter handen vol kwatta, U-all-no en ander bocht hadden en die tegen kleine zilverlingen aan velen uitwisselden. Hoewel in Eindhoven nogmaals „opgestoken” werd, was de eetlust in Roermond, zooals later bleek, geenszins verminderd.

Aan het station Roermond liet de directeur der „Nederlandsche fabriek tot het verrichten van Mijnbouwkundige Werken,” de heer KOSTER, die de uitvoerder der te bezoeken boring was, zich voor zijn afwezigheid verontschuldigen door zijn bedrijfschef, den heer ESSELINK, die vergezeld was van twee employees, welke mede als leiders zouden optreden.

Na een gedrang van „voorstellingen” in de hal van het station ging men in optocht naar Hotel Munster, alwaar ons een lunch werd aangeboden door den directeur der M. W.¹⁾

Het bleek hier zeer duidelijk, dat de op de verschillende stations genoten „ververschingen” geen schade hadden gedaan aan den eetlust der excursianten.

Het schitterende voorjaarsweer en misschien de herinnering aan de lange treinreis waren oorzaak dat eenstemmig besloten werd om de tocht naar Swalmen te voet af te leggen in plaats van, zooals het programma aanduidde, een paar uur te wachten op het lokaaltje.

In gestrekten pas ging het langs den breeden, aan beide

¹⁾ In 't vervolg zal „Nederlandsche fabriek tot het verrichten van Mijnbouwkundige Werken” aangehaald worden als M. W.

zijden beboomden rijksweg naar Swalmen en na een uur „tip-pelens” bereikten we het dorpje, dat in dezen tijd *bijna* bekend begint te worden door het binnenkomen van de vele „uit Duitse krijgsgevangenschap ontvluchte” Russen. Bij een bocht van den weg vertoonde zich spoedig de door „Schlägel und Eisen” gekroonde hoge boortoren.

Het gezelschap splitste zich in drie deelen, maar al dadelijk liep men door elkaar, schoolde op een kluit, verdeelde zich weer, vroeg nu eens dit, dan weer dat, herhaalde dit Xⁿ maal, zoodat het voor een verslaggever ondoenlijk is weer te geven, wat achtereenvolgens bezichtigd is.

Wij zullen daarom ons eigen inzicht volgen en trachten zoo nauwkeurig mogelijk te vermelden en omschrijven wat er te zien was.

Op het terrein aangekomen viel natuurlijk allereerst ieders oog op den ca. 25 Meter hoogen, grauw houten toren en het daaraan verbonden gebouwtje.

Zoodra men den toren binnentrad werd het duidelijk dat de reden, waarom die hoogte dusdanig genomen wordt, gelegen is in het feit, dat de toren o. m. in staat moet zijn plaats te bieden aan de 20 M. lange boorstangen.

Met één oogopslag valt te zien dat het geheel plaats biedt aan een *boormachine*, een *locomobiel* en een *pomp*.

Boormachine. Behoudens een kleine wijziging behoort deze tot het *type RAKY* en is dus een van de oudste snelslagboor-wertuigen.

Zooals reeds in het begin vermeld werd, is een van de doeleinden dezer boringen, nauwkeurige gegevens te winnen omtrent de aardlagen die doorboord worden; daarom tracht men zooveel mogelijk *kernen* te winnen. Maar omdat het daarmee gepaard gaande draaiende boren zooveel langzamer geschiedt dan stootend boren, worden beide methoden gecombineerd. Men boort nu draaiend met kleine diameter (wat tamelijk snel gaat) terwijl men stootend het gat verwijdt tot de gewenschte middellijn. Dit geldt echter slechts tot 800 M. daarna werkt men het bedrijfszekerste met de draaiende boorwijze.

Voor een goed overzicht zal achtereenvolgens besproken worden hoe met deze machine gewerkt wordt en welke hulptoestellen daarbij gebruikt worden. Allereerst dient dus deze machine om ermee, zooals de naam aanduidt, stootend te boren. Het stootend- of beitelboren is niet nieuw. Reeds 2000 jaren geleden kenden de Chineezzen deze boorwijze en tot 1827 werd uitsluitend met de Chineesche kabelboring gewerkt. Sindsdien zijn talrijke veranderingen (verbeteringen) aangebracht, hoewel nog steeds 't nuttig effect van het beitelboren kleiner is dan van de roteerende boring. Weliswaar heeft men niet met die hinderissen te kampen, die draaiend boren in zijn toepassing beperken, toch komen we met laatstgenoemde methode dieper.

De grootste diepte, die met de beitelboring bereikt is, bedraagt 1500 M. Met een beitel is in hard gesteente met 60—80 mM. boorgatdiameter niet met succes te werken, omdat het slag-gewicht zeer groot moet zijn en dit in kleine gaten slechts dan te bereiken is door de lengte van de *zwaarstangen* te vergrooten. En dan nog is niet het gevraagde doel bereikt, want 't groote gewicht moet dicht bij den beitel zijn aangebracht. De levende kracht van zoo'n lange belastingstang wordt in dien stang gestuikt en werkt nu minder op den beitel. Uit de vergelijking voor de levende kracht

$$L = \frac{1}{2} m V^2$$

mag duidelijk blijken, dat de vergroting van de massa van groot belang is. De eindsnelheid V . immers is zelden grooter dan 2.5 M. per sec. De grootste snelheid zou zijn die van den vrijen val, maar indien men bedenkt, dat 't boorgat gevuld is met water en boorslib, is direct in te zien dat deze theoretische waarde van V . nooit bereikt wordt. Om L . nu toch een groote waarde te doen krijgen moet dus de massa m vergroot worden. Men bereikt dit gedeeltelijk door onder de boorstangen zgn. *zwaarstangen* aan te brengen. Dit zijn stalen buizen met zeer dikke wand (Fig. 1), die al naar de diameter ($2\frac{1}{2}$ "—7") een gewicht hebben van 115—900 KG. per 5 M. lengte. Hieronder wordt met schroefdraad de boorbeitel (Fig. 2) bevestigd. Sche-

matisch geeft Fig. 3 aan hoe de spoeling, door een kanaal in de boorbeitel aangebracht, den boorgatbodem bereikt.

Wanneer de beitel den bodem van het gat reeds bereikt heeft, hebben de stangen nog een zekere hoeveelheid arbeidsvermogen van beweging en daardoor neiging tot voortgaan. Deze verticale beweging, die gestuikt wordt, gaat over in buiging van de boorstangen, welke daardoor de wanden van het gat aanraken en dus gesteente naval veroorzaken en ten slotte kunnen breken. Om dit te voorkomen maakt men de onderste boorstangen dikker dan de bovenste, bovendien bevestigt men hier en daar op de stangen een *geleidingskorf*, *leidstuk* of *lantaarn* (Fig. 4), waardoor deze in de boorgatas geleid worden.

De *boorstangen* zijn hol opdat òf de spoeling daardoor naar beneden gepompt kan worden òf het slib er in kan opstijgen



Fig. 1.



Fig. 2.

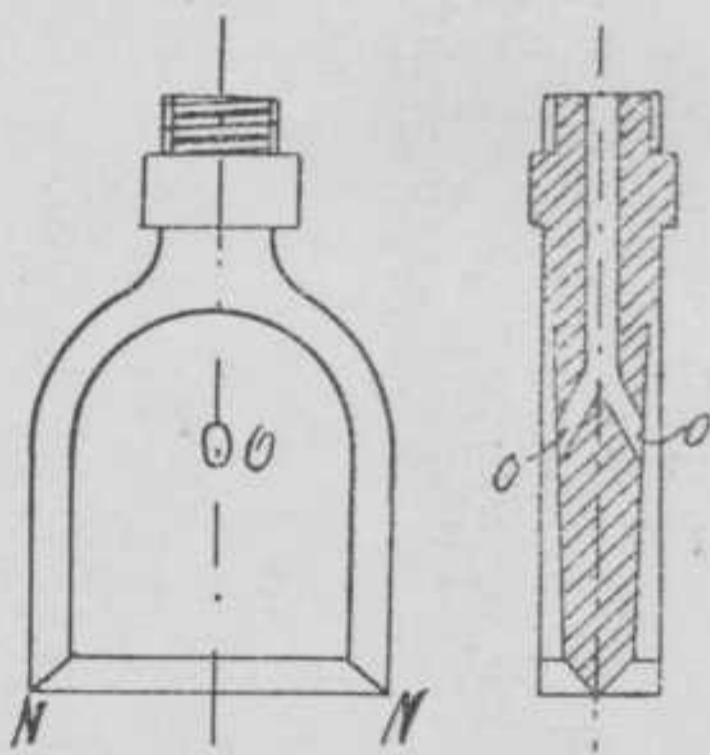


Fig. 3.

al naar men verkiest te werken. Om breken op de verbindingen te voorkomen, komt het er zeer op aan deze zoo goed mogelijk te maken. Fig. 5 geeft schematisch aan hoe die verbinding tot stand kan komen terwijl Fig. 6 de stangen voorstelt, zooals we ze op het terrein in Swalmen te zien kregen. Deze stangen

zijn naadloos en worden vervaardigd van getrokken staal. De uitwendige diameter wisselt van 38—76 mM.

De spoelende boormethode is een uitvinding van den Franschman DE FAUVELLE, die in 1845 met tamelijk succes proeven ermee nam in het krijtgebergte van Perpignan. Hoewel in 1846 ARAGO in de Academie van Wetenschappen te Parijs dit systeem besprak en er de voordeelen van bepleitte, nam dit toch niet weg dat het nog wel een tiental jaren duurde eer het zijn weg door Denemarken Duitschland en Amerika vond. VAN EICKEN was de eerste, die het in 1856 weer toepaste in Sterkrade en een diepte bereikte van 147.5 M.

Op de boorstangen schroeft men een *Spoelkop* (Fig. 7). Deze spoelkop wordt geheel uit staal en brons vervaardigd.

Na de opsomming van deze werktuigen moge nu een korte uiteenzetting volgen van de wijze waarop 't tot nu toe besproken geheel op en neder bewogen wordt.

Men werkt hier zooals reeds werd opgemerkt

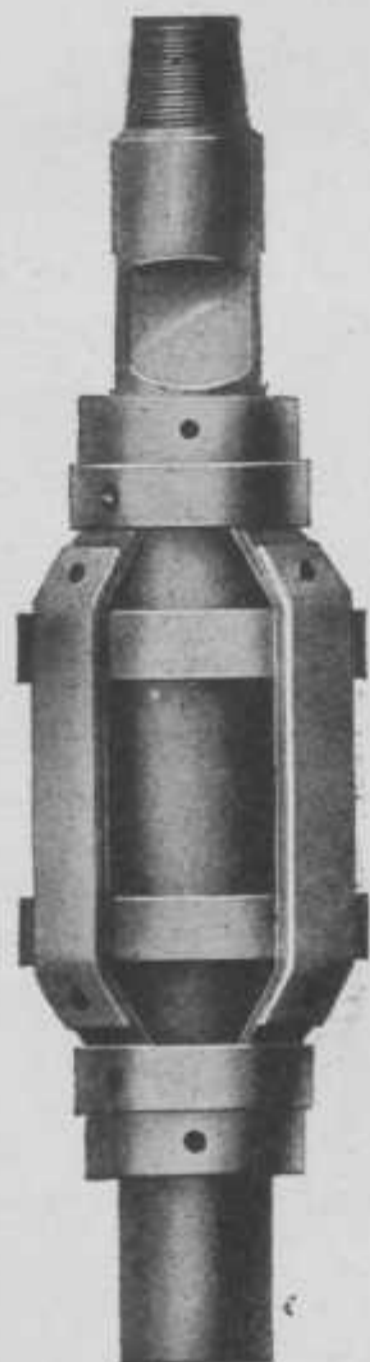


Fig. 4.

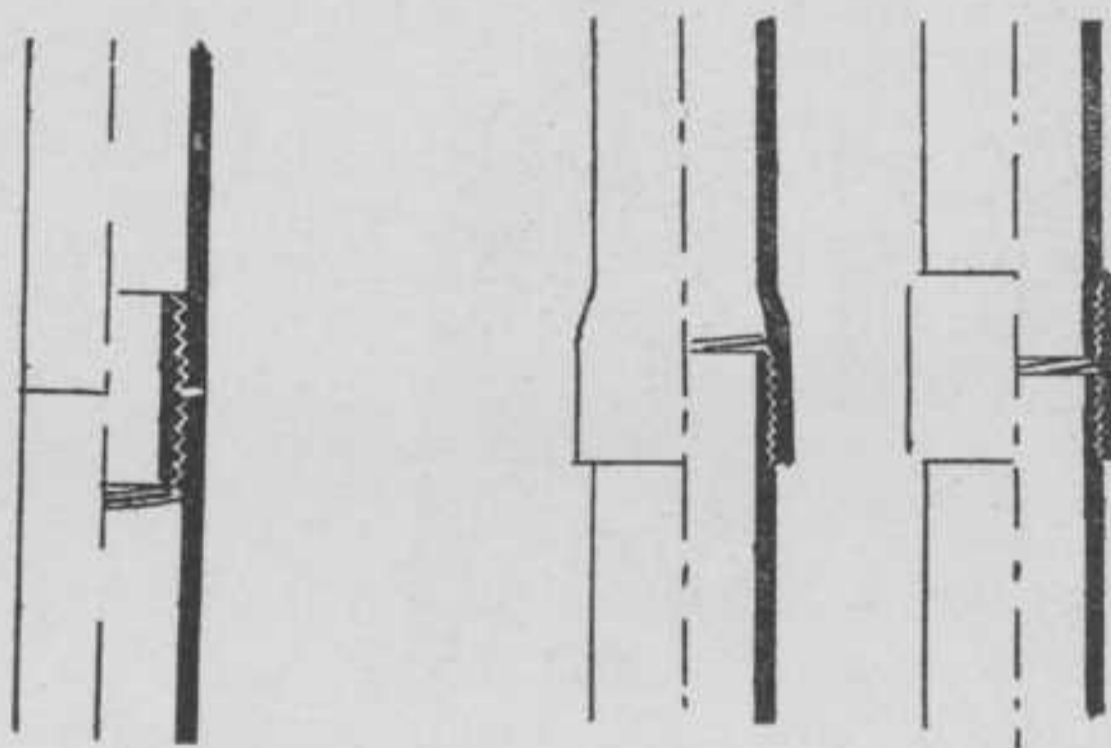


Fig. 5.

met de *snelslagboring*. Deze boorwijze, die in 1890 in Duitschland uitgevonden werd, is bij uitstek geschikt voor het doen van opsporingsboringen.

De methode dankt haar naam daaraan, dat met een groot

aantal slagen, met kleine hefhoogte, gewerkt wordt. Karakteristiek hierbij is dat met stijve stangen tot op diepten van meer dan 1000 M. geboord wordt. FAUCK boorde op deze wijze bij Wels in Boven Oostenrijk tot 1050 M.; de M. W. droeg de risico van een boorgat tot 800 M., wel een bewijs dat deze methode, tot zulk een aanzienlijke diepte, absoluut betrouwbaar is.

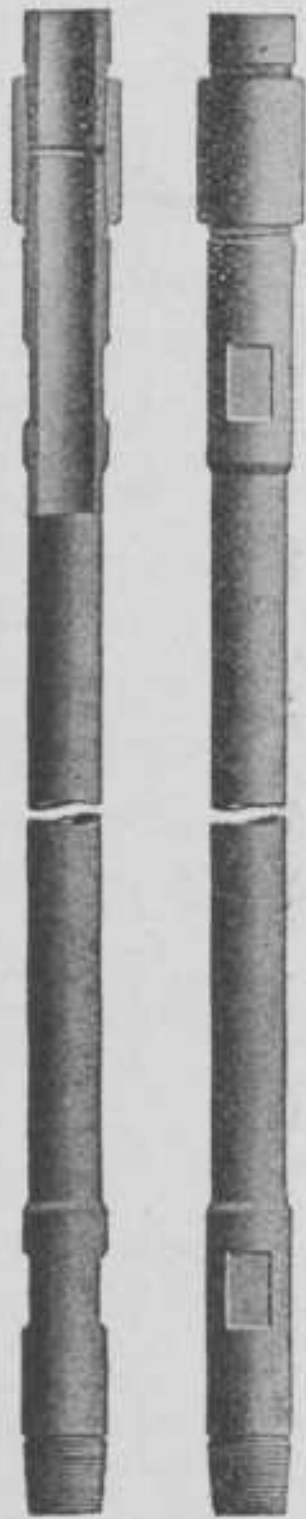


Fig. 6.

Stangenstuikingen of breuken treden niet op omdat de boor maar even den bodem van het gat aanraakt en de stangen alleen op trek belast zijn.

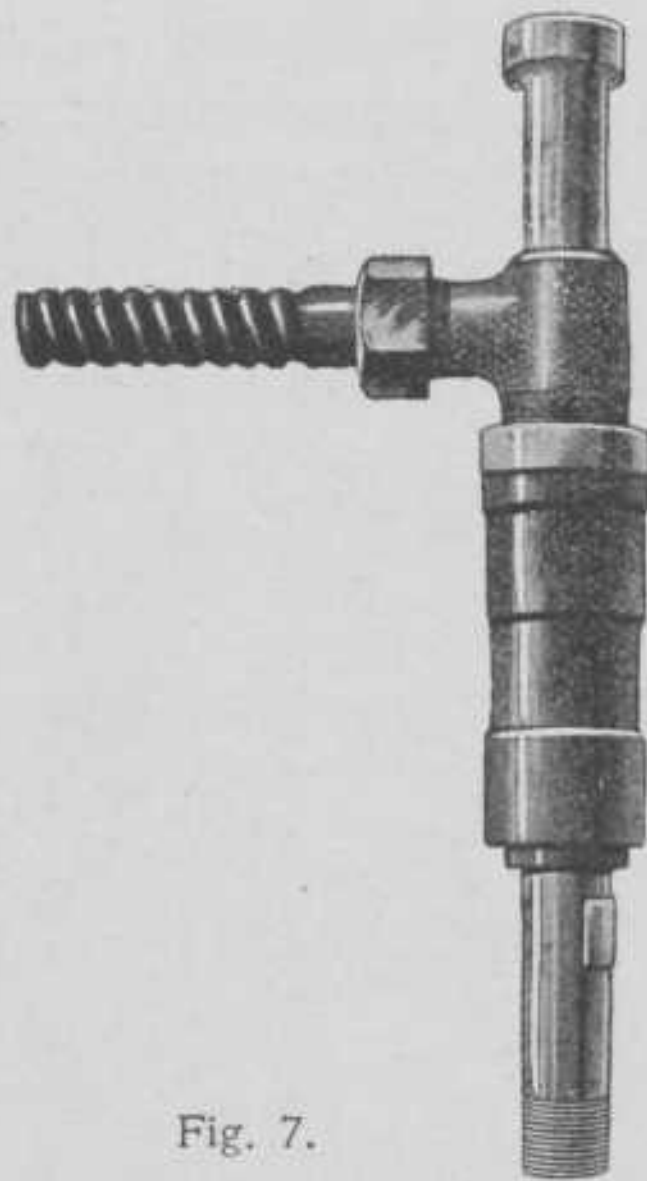


Fig. 7.

Als de stilstaande balanskop in den laagsten stand is, raakt de beitel nog niet den bodem van het gat. Zoodra echter de balans op en neer gaat treedt de zgn. *veerwerking* op. Deze beweging bewerkt dat de geringe slag van de aandrijfkruk (5—15 cM.) de uitzetting en indrukking van de veeren vergroot. Tengevolge daarvan kan

de beitel toch nog den bodem van het gat raken, zoodra het normale aantal slagen bereikt is. De beitel „tikt” even het gesteente „aan”. Dit „aantippen” is dus een gevolg van het groot aantal slagen (tot 200 per min.) en de *veerwerking*, want op het oogenblik van slaan treden de veeren in werking en heffen de stangen weer op.

De praestaties hiermede bereikt, zijn alleszins bevredigend. Men heeft dagpraestaties van meer dan 100 M. bereikt, natuurlijk waren alle bijkomende omstandigheden dan zeer gunstig. De

dagpraestatie tot 400 M. is gemiddeld 20 M. tot 700 M. gemiddeld 15 M.

Het oudste van deze snelslag boorwerktuigen dat nog zeer veel gebruikt wordt en dat we ook te zien kregen te Swalmen is het systeem RAKY.

Op de hiernevengaande Fig. 8 is behoudens een kleine wijziging de boormachine afgebeeld, die in den boortoren te Swalmen gemonteerd was. Aan de hand van de schematische Fig. 9 zullen we dit toestel in het kort bespreken. De balans H. wordt door de riem R., de kruk K. en de krukstang Ks

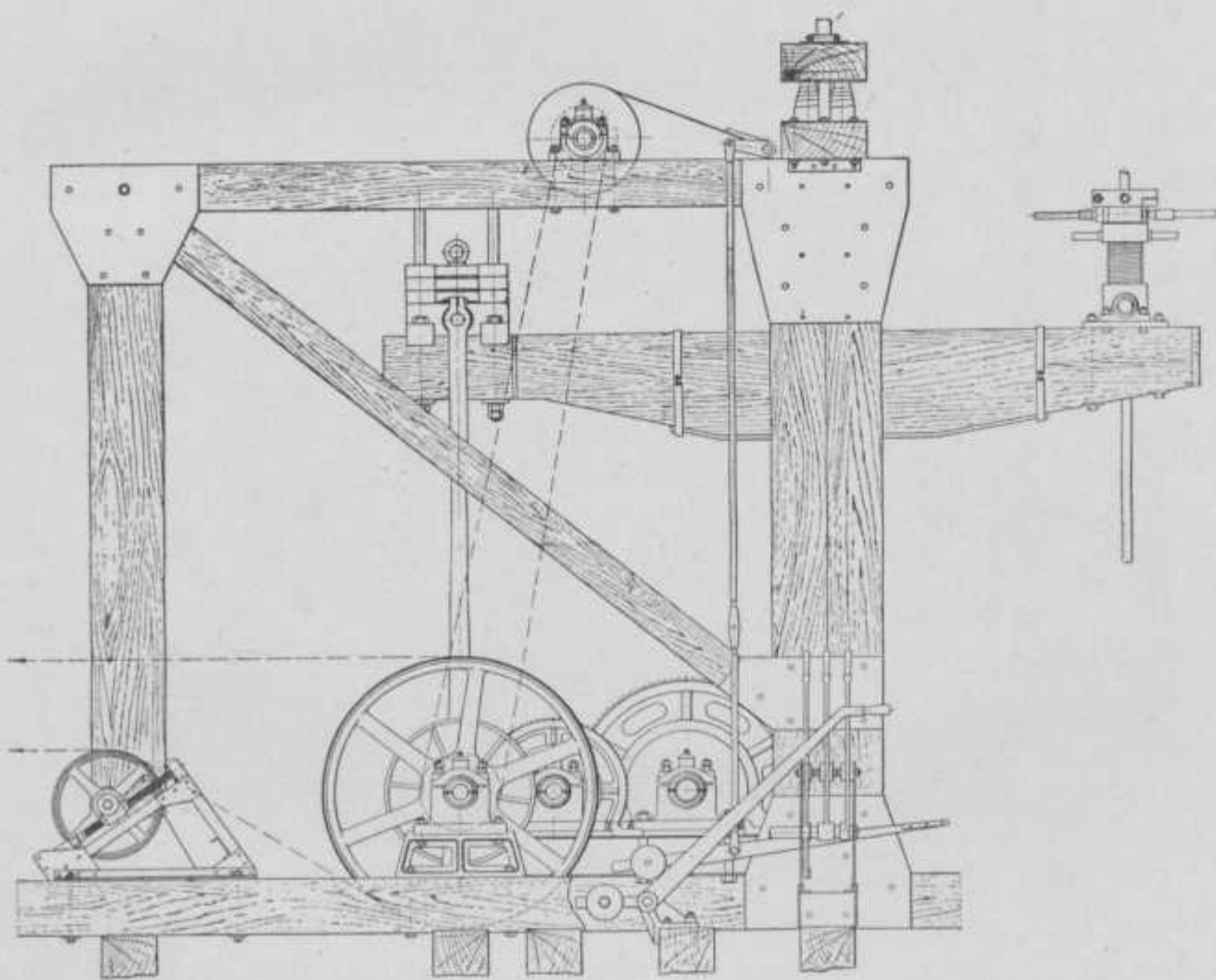


Fig. 8.

op en neer bewogen. In tegenstelling met vele andere typen van boormachines rust hier de balans niet op een bok maar is daaraan opgehangen. De trekstang T is van boven van schroefdraad voorzien. Hierop is geschroefd de wormwielvormige moer

(Men moet zich voorstellen op deze teekening de eene helft van de ophanging te zien). Ook op de andere trekstang is een dergelijke wormwielvormige moer aanwezig, beide zoodanig gesteld dat een worm beide wielen een draaiende beweging

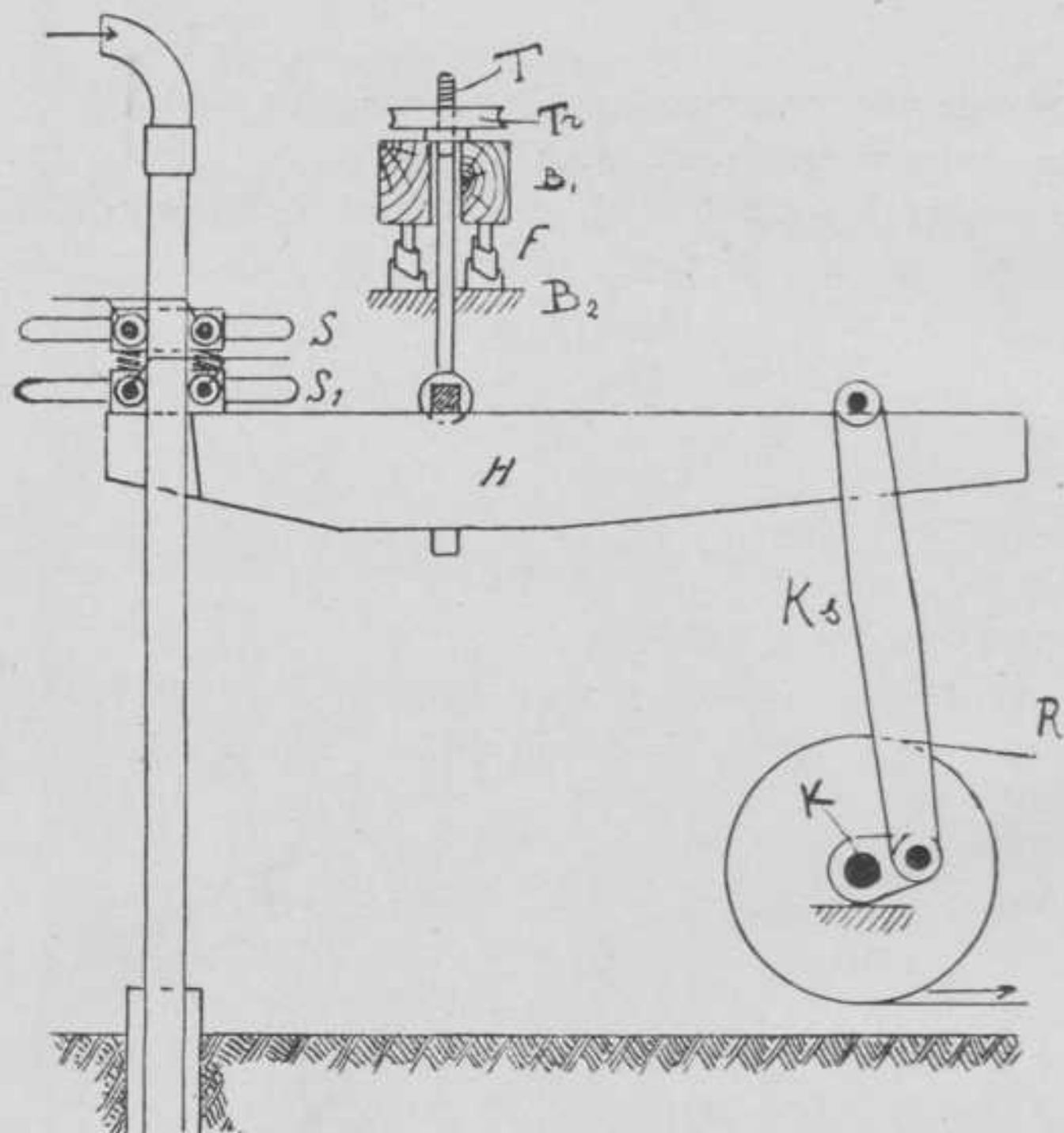


Fig. 9.

geeft, zoodat gelijkmatige daling van beide trekstangen plaats grijpt en dus ook de balans regelmatig stijgt en daalt en zoodoende de slagwerking van den beitel beïnvloedt. Tusschen de balken B_1 en B_2 is een dubbele rij veeren F opgesteld. Het aantal veeren hangt af van de te boren diepte, dus van het stangengewicht.

Aan het einde van de balans is een nalaatinrichting verbonden bestaande uit twee klem- of sprongsleutels S en S_1 . Beide sleutels zijn geklemd op de boorstangen. Moeten de stangen

nagelaten worden, dan wordt de bovenste sleutel (Fig. 10) los gemaakt. In dien sleutel bevinden zich vertikale veertjes, die de sleutel opdrukken. De bovenste sleutel wordt nu weer vast

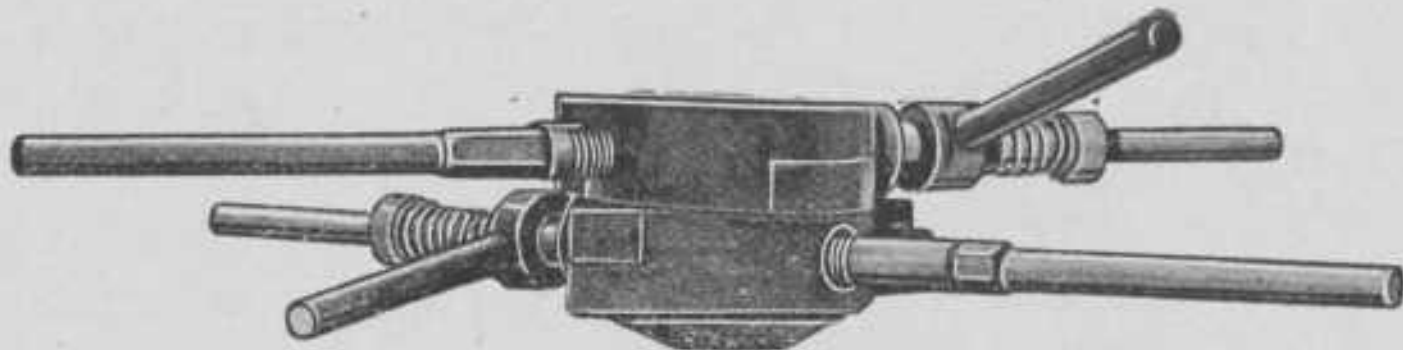


Fig. 10.

geklemd en de onderste sleutel los gemaakt. 't Stangengewicht trekt zoodanig, dat de veertjes weer ingedrukt worden en de twee sleutels op elkaar rusten, dan wordt ook de onderste sleutel weer vastgeklemd.

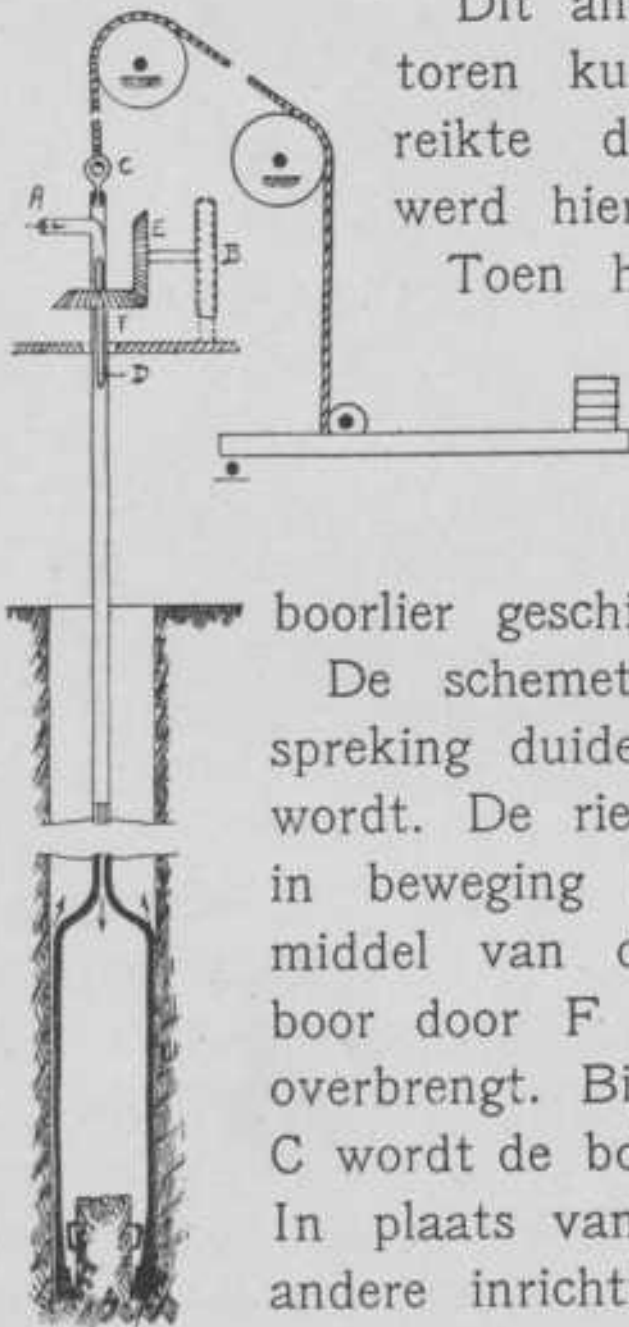


Fig. 11.

Dit alles hebben de deelnemers in en om de toren kunnen bezichtigen maar omdat de bereikte diepte reeds grooter was dan 800 M. werd hiermede niet meer gewerkt.

Toen het RAKY toestel bezichtigd was en de verschillende leiders het gebruik ervan hadden duidelijk gemaakt werd begonnen met draaiend boren. Door uitschakeling van de balans wordt de

boorlier geschikt gemaakt voor draaiend boren.

De schemetische Fig. 11 moge na een kleine bespreking duidelijk maken, hoe hier draaiend geboord wordt. De riemschijf B brengt 't konische tandrad E in beweging en dit weer het tandrad F dat door middel van de spie D, die bij het dalen van de boor door F glijdt, de beweging op de boorstangen overbrengt. Bij A wordt de spoeling ingepompt. Aan C wordt de boor met stangen opgetrokken en *nagelaten*. In plaats van de spie D zagen wij te Swalmen een andere inrichting (Fig. 12). Het geheel dat op een wagen gemonteerd is, kan door een kleine manipu-

latie verwijderd worden wanneer men van draaiend op stootend boren overgaat.

In 't horizontale tandrad is in het midden een gat uitgespaard om de boorstangen door te laten en op gelijke afstanden van dit centrum zijn twee verticale ijzeren staven aangebracht. Om de boorstang komt een klem met twee gaten terweerszijden van den stang. De staven passen in die gaten en bij het dalen van de boor glijdt 't geheel langs de staven totdat de klem op 't tandrad rust en dus verplaatst moet

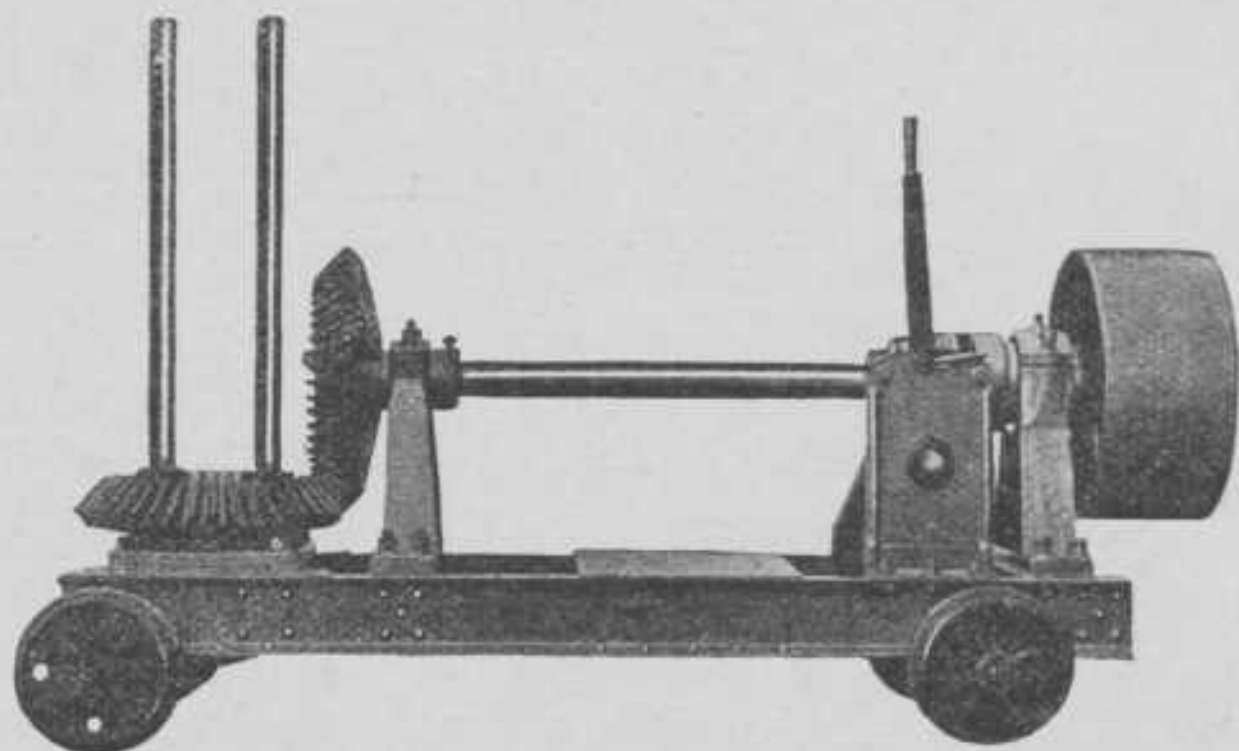


Fig. 12.

worden. De staven brengen dus de beweging van het tandrad over op de boorstangen door middel van deze klem.

Men heeft verschillende systemen uitgedacht om de boor *natelaten*. Deze nalaat inrichtingen verschillen in hoofdzaak in de wijze van uitbalanceering van het stangengewicht. Het is namelijk van groot belang dat de kroon de juiste belasting heeft. Is de druk te groot dan verbrijzelen de diamanten; is de druk te klein dan gaat de boor te langzaam vooruit. Men laat nu de druk niet groter worden dan 300—500 KG. Rekent men voor 1 M. stang 5 KG. dan is het duidelijk dat men bij 80 M. reeds de grensbelasting bereikt heeft. Daarom wordt het stangengewicht uitgebalanceerd. Zoals in Fig. 11 schematisch is aangegeven geschiedde deze uitbalanceering te Swalmen door middel van een gewicht aan 't eind van een

hefboom opgehangen. Gaat 't gewicht omlaag, dan moet nagelaten worden, gaat 't omhoog dan is 't stangengewicht op de boor grooter dan gewenscht is. Boven in de toren bevindt zich een katrol, waarover de kabel loopt, waaraan de boorstangen hangen. Deze kabel loopt over een trommel van de boorlier. Aan die trommel is geklonken een wormwiel waarover een worm loopt. De boormeester, gewaarschuwd door de bewegingen van den hefboom, kan nu door deze worm te draaien de kabel vieren.

Zooals terloops zooeven gezegd werd, wordt hier geboord met een diamanten kroon. Reeds in 1864 vond RUDOLF LESCHOT, ingenieur te Genève, de diamantboormachine uit en het gelukte hem het aantal omwentelingen daarvan op te drijven tot 250 in de minuut. Het lag voor de hand, dat deze machine gebruikt zou worden bij de toenmaals in aanbouw zijnde Mont Cenis tunnel. Minder natuurlijk was het, dat de Zwitsersche uitvinding in Amerika moest gepatenteerd worden. De Mij. Bullock kwam op de Parijsche tentoonstelling van het jaar 1876 met de machine van LESCHOT en oogstte daarmee veel succes.

De diamantboor wordt gebruikt in zeer hard, homogeen gesteente op diepten van 600—2000 M. en meer meters. 't Spreekt vanzelf dat men op machinaal bedrijf aangewezen is. Slechts nu en dan probeert men handbedrijf, doch tot heden zonder succes.

De diamanten, die in de kroon gebruikt worden, komen uit Brazilië en Afrika. De Braziliaansche steenen hebben grooter waarde dan de Afrikaansche.

De beste steenen zijn de *Carbonado's*, donkere afgeronde knolletjes. Hiermede vrijwel gelijkstaand zijn de *Balla's*, minder in gebruik omdat ze zeldzamer zijn. Veel goedkooper is de *Boort* diamant. Deze is helder en kristallijn en daardoor van onregelmatige hardheid; ze is dus licht geneigd te vergruizen. De prijs van de *Carbonado's* is \pm 100—150 Gld. per karaat, terwijl die van de *Boort* slechts 60 Gld. is.

Een diamant van 4 mM. middellijn weegt 3—4 karaat en kost \pm 500 Gld., zoodat een kroon met 12 steenen een waarde vertegenwoordigt van \pm 6000 Gld.

De bevestiging van de diamanten in de kroon geschiedt op twee wijzen:

1°. De kroon, waarin openingen gemaakt zijn, kleiner dan de grootte van de daarin te plaatsen diamanten, wordt ver-

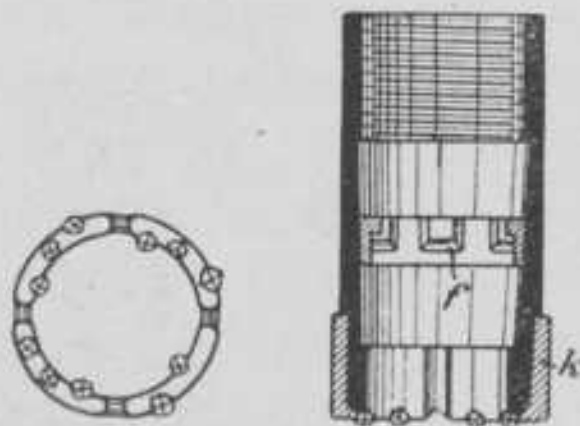


Fig. 13.

warmd, zoodat de gaatjes grooter worden en de steenen er juist in passen. Wanneer de diamanten er in geplaatst zijn wordt het geheel afgekoeld, dan krimpt 't metaal rond de steenen in en worden deze geheel ingesloten.

2°. Men maakt de gaten zoo groot dat de diamanten er juist in passen en giet dan de open ruimten vol met koper of delta metaal. Of daardoor de diamanten geheel bedekt worden is van weinig belang, want bij draaiing op den bodem

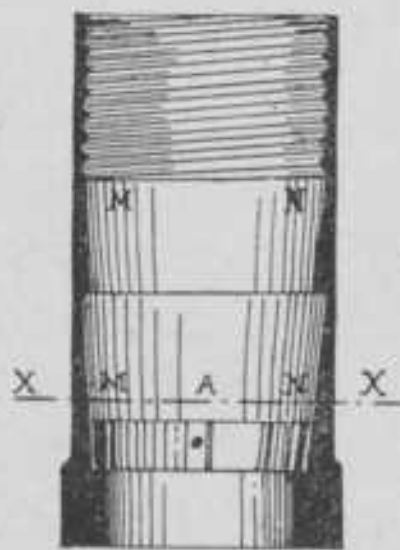


Fig. 14.

van het gat slijt 't koper en zelfs 't staal weg tot de diamanten bloot komen te liggen. Wel van belang is, dat de diamanten overal even ver buiten de kroon steken, daar anders de eene steen meer op druk is belast dan de andere. Men plaatst de diamanten zoo, dat om den ander een aan de buiten- en een aan de binnenzijde van de ring staat; voor groteren diameter plaatst men daartusschen nog een steen (Fig. 13). Wanneer nu deze kroon over het gesteente schuurt, wordt daarin een cilindervormige gleuf geslepen terwijl een gesteente cilinder het binnenste van de boor vult. De gesteente cilinder geeft een juist profiel van de lagen en daarom is het zaak deze, zoo mogelijk ongebroken, aan de oppervlakte te brengen. Op de boorkroon wordt nu de *kernbuis* geschroefd, die 4—15 M. bij uitzondering tot 200 M. lang is.

De gesteentecilinder of *kern* moet eerst worden afgesneden en dit geschiedt door den *kernbreker* (Fig. 14).

Deze bestaat uit een open, zwak konische ring, voorzien van stalen nokken A, B, C, en D. (ook wel diamanten). Wordt nu de boor opgetrokken dan zakt de ring in het konische gedeelte

van de kernbuis en vernauwt zich zoodanig dat de nokken (of diamanten) snijden in de kern met het gevolg dat deze afbreekt en op de nokken hangend naar boven gebracht kan worden. De diameter van de kernbuis is grooter dan van de boorstangen en de verbinding komt door het op Fig. 15 afgebeelde *verloopstuk* tot stand. De kernbuisen zijn zoo geconstrueerd dat ze willekeurig langer en korter kunnen gemaakt worden. Men doet dit door middel van *nippelverbindingen* (Fig. 16). Op het terrein van de boring te Swalmen werd zeer duidelijk gedemonstreerd de door de M. W. uitgedachte en geconstrueerde boor met kernbuis, waarmee het mogelijk is met succes kernen te winnen in



Fig. 15.

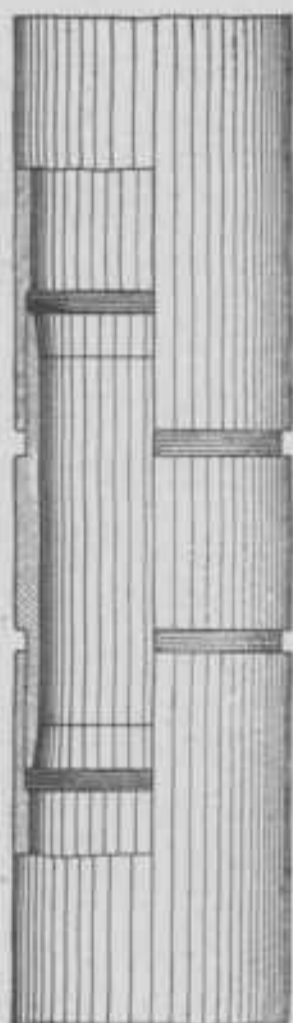


Fig. 16.

zeer weeke, kleiachtige en zandige gronden. (Fig. 17). Zooals reeds gezegd is, is het bij de stootende boormethode niet altijd mogelijk betrouwbare geologische profielen te verkrijgen, terwijl het gewone roteerende boren in zulke zachte lagen geen resultaat geeft, aangezien de neerdalende waterstroom de geboorde kernen onmiddellijk verspoelt. De spoeling wordt op de gewone wijze in de stangen gepompt, maar om de eigenlijke kernbuis is nog een buis bevestigd en door de ruimte tusschen deze twee buizen komt het water door openingen in den boorkroon op den bodem van het gat.

Men maakt hier gebruik van een bijzonder soort boorkroon (Fig. 18). Van de dubbele rij tanden kan de buitenste gemakkelijk vernieuwd worden. Deze tanden zijn door zwaluwstaarten in de kroon bevestigd. De binnenste tandenrij bevat de kernbreker. Evenals de gewone kernbuis bestaat ook deze uit verschillende stukken. De verbinding komt echter niet door nippels tot stand maar door een vlakke schroefdraad (Fig. 19).

zeer weeke, kleiachtige en zandige gronden. (Fig. 17). Zooals reeds gezegd is, is het bij de stootende boormethode niet altijd mogelijk betrouwbare geologische profielen te verkrijgen, terwijl het gewone roteerende boren in zulke zachte lagen geen resultaat geeft, aangezien de neerdalende waterstroom de geboorde kernen onmiddellijk verspoelt. De spoeling wordt op de gewone wijze in de stangen gepompt, maar om de eigenlijke kernbuis is nog een buis bevestigd en door de ruimte tusschen deze twee buizen komt het water door openingen in den boorkroon op den bodem van het gat.



Fig. 17.

Deze schroefdraad, die absoluut waterdicht is, bevordert snel manipuleeren en is aan geringe slijtage onderhevig. Dat dit werktuig in de praktijk uitstekend voldoet blijkt wel hieruit dat Mr. W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT

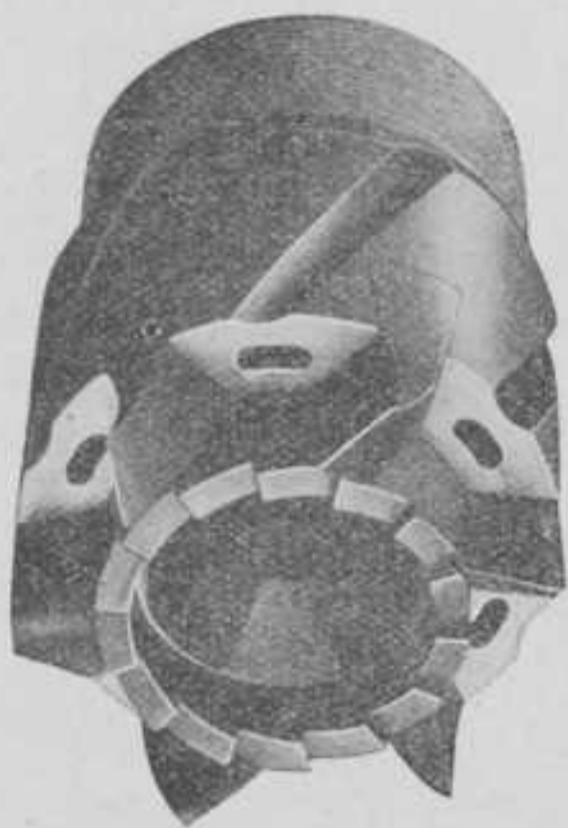


Fig. 18.

in „Memoirs of the Government Institute of the Geological Exploration of the Netherlands”, sprekende erover, getuigt: „This device works admirable well ... etc.”.

In de inleiding werd medegedeeld dat o.a. het doel van de diepboring is de *ligging*, d.i. de *helling* en de *strekking* van de doorboorde lagen te leeren kennen. Het spreekt vanzelf dat slechts kernboring hiertoe aanwijzing kan geven. Dit is echter zonder meer slechts gedeeltelijk waar. Immers in diepere boorgaten slingeren de boorstangen om hun lengteas en omdat dan de kern

uit zijn oorspronkelijken stand boven komt is het niet meer mogelijk genoemde grootheden vast te stellen. Het is het

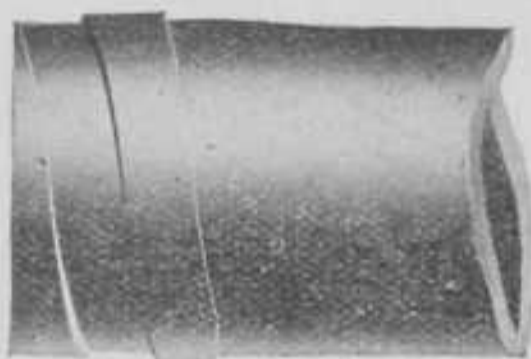
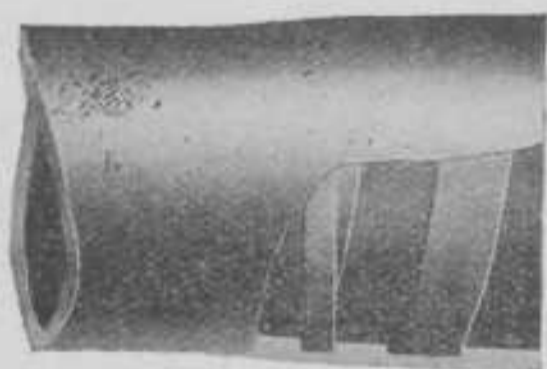


Fig. 19.

denkbeeld van een Amerikaan, VIVIAN geheeten, om op de nog aan den bodem verbonden kern een magneetnaald zich in te doen

stellen, deze dan te fixeeren, de kern af te snijden en 't geheel zoo op te halen (*stratameter*).

De M. W. construeerde een *stratameter* (Fig. 20), die niet alleen is ingericht tot vaststelling van de *ligging* van de lagen, bovendien kan hiermede berekend worden de bij draaiend boren onvermijdelijke *afwijking van de vertikaal van het boorgat*.

De stratameterbuis 8 is aan het stuk 27 bevestigd en draagt het glijdende bovenstuk 1. Deze beide stukken zijn voorzien van schroefdraad. Het bovenstuk wordt aan de boorstangen,

het onderstuk aan de kernbuis geschroefd. Het stuk 1 wordt door de ring 3 in de stratameterbuis vastgehouden. De spiraalveer 5 draagt het stuk 1 en blijft ontspannen gedurende het boren. Aan het onderstuk 27 is door middel van een waterdichte socket

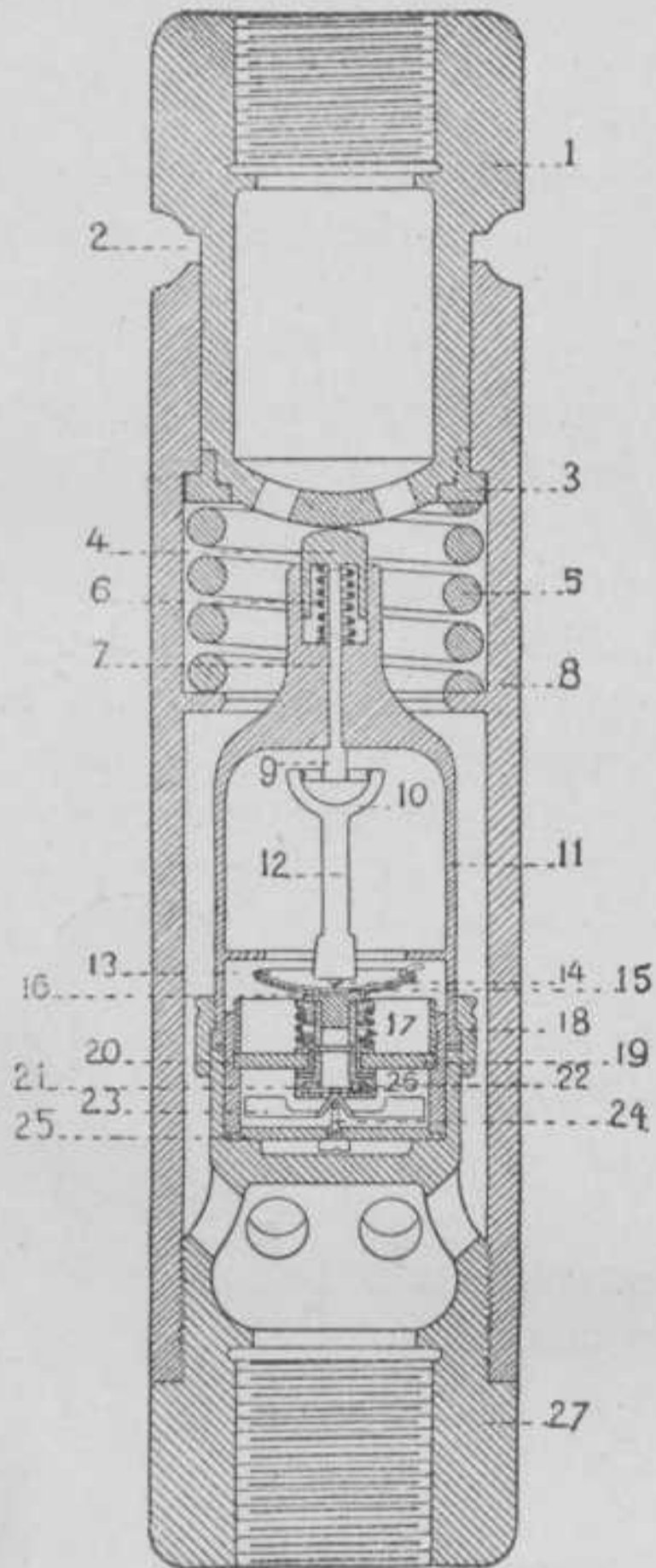


Fig. 20.

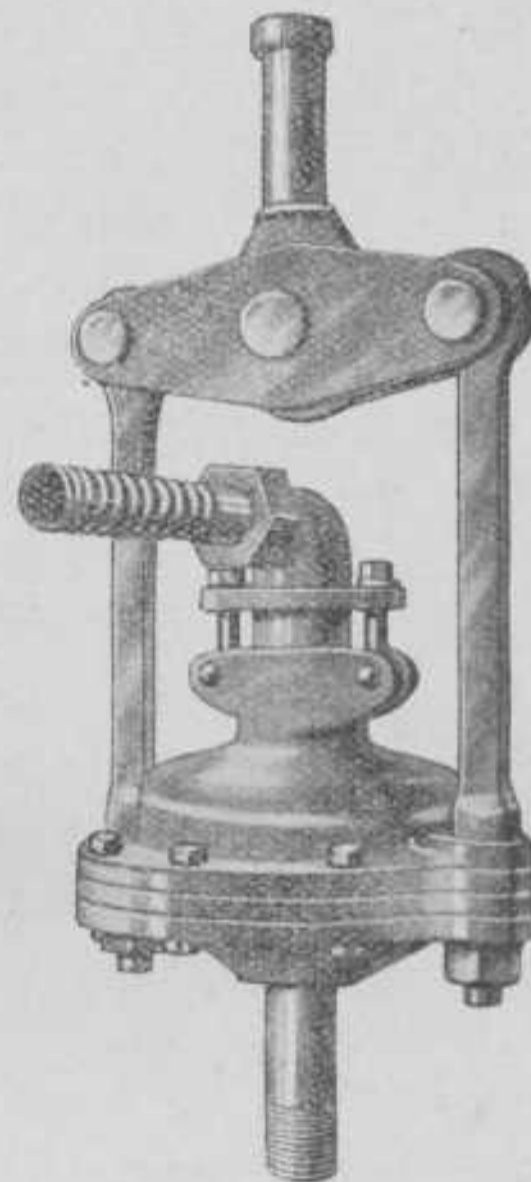


Fig. 21.

de klokvormige kamer 11 verbonden. Het bovenste gedeelte van deze kamer draagt de pen 7 die beweeglijk is, maar zoo geconstrueerd, dat er niettegenstaande den grooten druk geen water in de kamer 11 van de stratameter kan komen.

De pen wordt opgehouden door het veertje 6. Boven in het stuk 27 is een bak 20 ingelaten. De bodem 25 van deze bak draagt in het midden de pen 24 en hierop rust de magneetnaald 23. De glazen plaat 19 bedekt het kompas maar heeft een cirkelvormige opening in het midden, hierdoor gaat het stuk 21 dat door spiraalveer 17 gedragen wordt. Het onderste deel van 21 grijpt de hoed van den magneetnaald, licht deze zodoende van de pen en klemt hem tegen de ring 26. Boven op het stuk 21 is de kop 16 ingelaten, door een pen vastgehouden, om draaiing te voorkomen. Deze kop draagt een papieren schotel 15, vastgemaakt door de gummiring 13. Juist in het centrum van deze schotel hangt de punt 14 van den slinger 12. Deze slinger is door een cordanusophanging aan de pen 7 bevestigd.



Fig. 22.

Zoodra nu de boor stilstaat en dus uitbalanceering niet meer plaats heeft, drukt het volle stangengewicht de top 1 in en spant de spiraalveer 5. Het zuigertje 4 wordt omlaaggedrukt, evenzoo dus de pen 7. Door deze pen wordt de kleine beweging van het zuigertje 4 op den slinger 12 overgebracht. De punt 14 wordt dus gedrukt in de papieren schotel 15, tengevolge daarvan wordt 16 ingedrukt en spant zich de spiraalveer, waardoor weer 21 omlaag wordt gedrukt. Daardoor wordt de hoed van den magneetnaald los gelaten en kan de magneet zich instellen. Wanneer men na een paar minuten verwacht, dat de naald tot rust is gekomen, worden de stangen opgetrokken en daardoor heeft de tegengestelde werking plaats en wordt dus de magneetnaald in de ingestelde richting van de pen genomen. Bovengekomen kan op de kern nauwkeurig aangeteekend worden de richting van de naald en zoo leert men de helling en strekking van de doorboorde lagen vrij nauwkeurig kennen. Bovendien kan

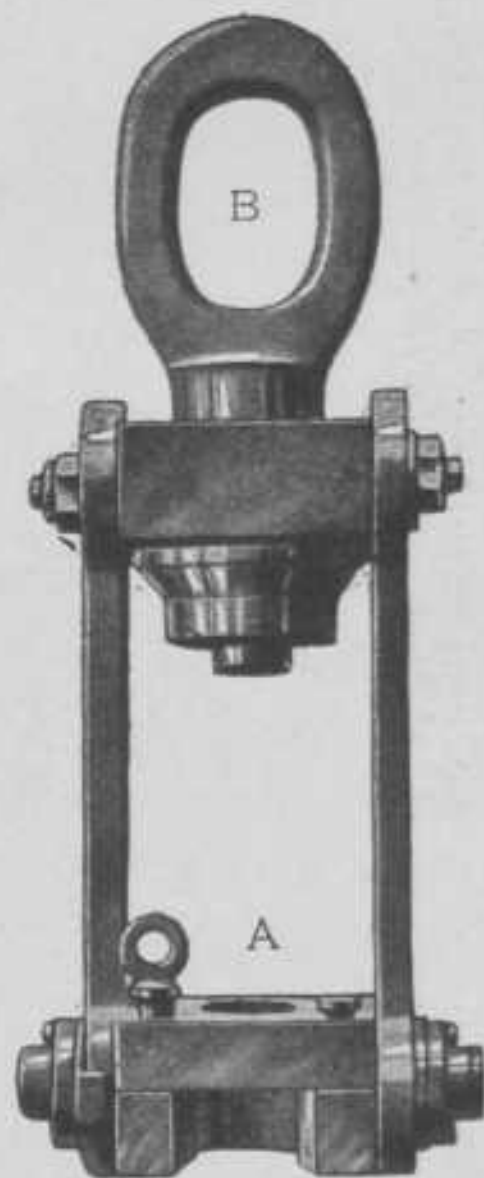


Fig. 23.

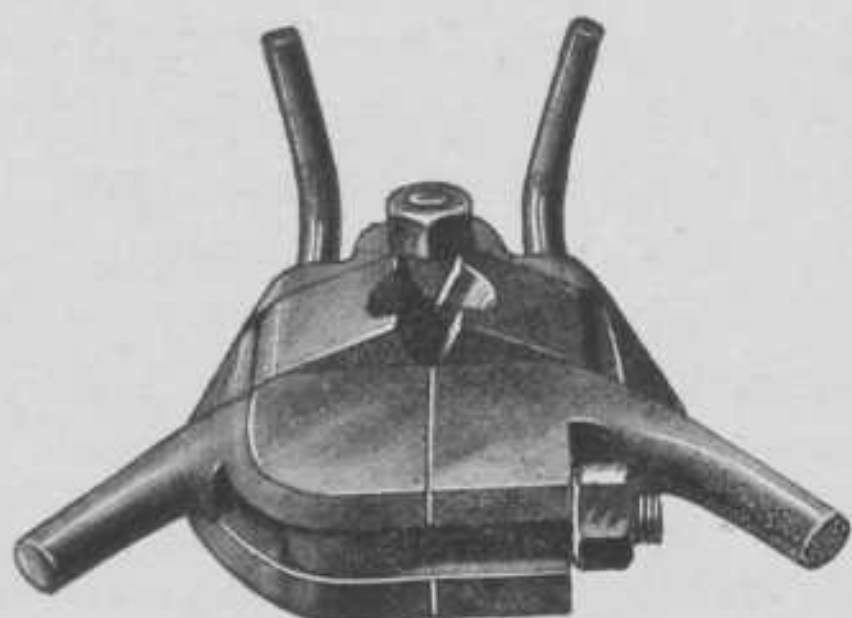


Fig. 24.

de afstand gemeten worden waarover de punt 14 uit het centrum van 15 is geslingerd en hieruit kan gemakkelijk de afwijking van de vertikaal van het boorgat berekend worden. Uit de richting N. Z. van de naald weet men

dan tevens, welke richting die afwijking heeft.

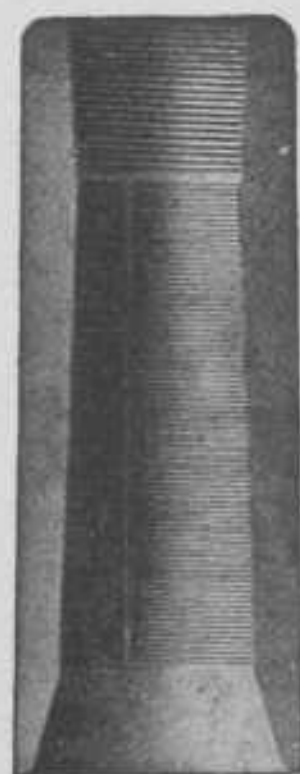


Fig. 25.

Meermalen was hier sprake over *spoelen*. De spoelinrichting is bij draaiend boren eenigszins anders dan bij stootend. De M. W. construeerde een zeer eenvoudige spoelkop een zgn. *rotatiekop* (Fig. 21). Het huis dat vervaardigd is van gietstaal is voorzien van exact geslepen en geharde kogelringen, welke gemakkelijk uitgewisseld kunnen



Fig. 26.

worden. Deze spoelkop wordt bevestigd op de bovenste boorstang. Het behoeft nauwelijks vermeld te worden dat de in het gebouwtje aanwezige pomp dient om de spoeling in de buizen te persen en dat de locomobiel de boorlier drijft.

Nadat de boor eenigen tijd gedraaid had begon men de buizen te trekken, zoodat ten slotte de hierboven beschreven kern te voorschijn kwam. Men had gedurende dit werk gelegenheid



Fig. 27.

de functies van verschillende hulpwerktuigen waar te nemen. Men merkte op dat op de bovenste stang een *hefstuk* (Fig. 22) geschroefd werd. Dit hefstuk past in A van de *hefstoel* (Fig. 23). De oogbout B van deze hefstoel, waarvan de staal-

kabel verbonden wordt, is voorzien van een kogellager. Op de bovenste buis van de verbuizing van het boorgat, de buis dus die een eind boven den grond uitsteekt en waaraan men de perskop bevestigt, heeft men de *afvangsleutels met scharnierende klemblokken* (Fig. 24) geplaatst. Deze afvangsleutels worden vervaardigd uit gietstaal en de klemblokken uit werktuigstaal, deze zijn daarvoor geschikt groote lasten te dragen. Bij het uithalen der boorstangen behoeft de sleutel niet van den perskop verwijderd te worden, doch de klemblokken openen zich van zelf voor het doorlaten van de boorstangmoffen. Het boorgat blijft dus steeds gesloten, terwijl bij een breuk der stangen

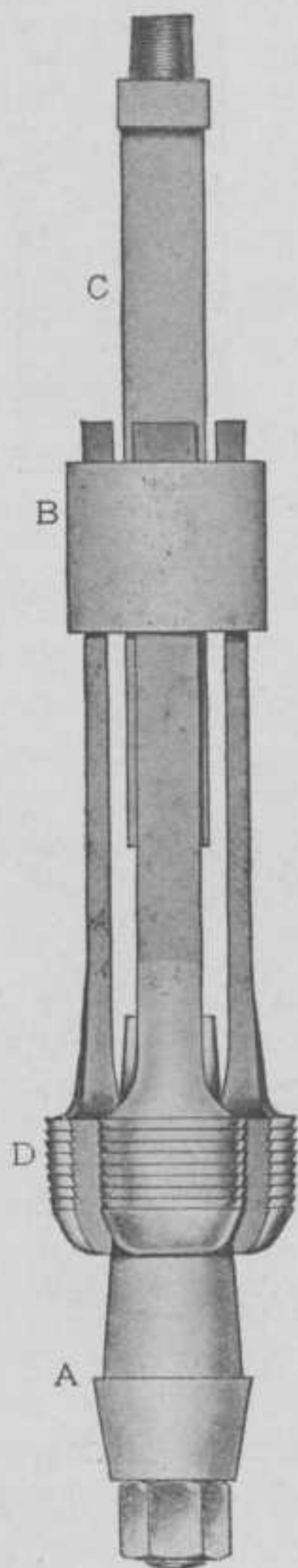


Fig. 28.

de blokken zich sluiten en de boorstangen opgevangen worden, waardoor deze niet tot op den bodem van het boorgat kunnen vallen. Breken de stangen onder den afvangsleutel dan maakt men gebruik van *vangklokken* (Fig. 25) of *vangdoorns* (Fig. 26). De vangklokken grijpen om, de vangdoorns in de boorstangen. Ze worden vervaardigd van speciaal taai staal, terwijl de snijkanten glas hard gemaakt worden. De vangdoorns passen tevens in de spoelgaten der zwaarstangen.

Op het terrein zagen we nog eenige wijde buizen, die in het boorgat aangebracht werden om gesteente naval te vermijden en de zgn. *verbuizing* vormen. We vernamen dat het boorgat te Swalmen 23 verbuizingen in elkaar had. Men tracht zooveel mogelijk na voltooiing van de boring deze

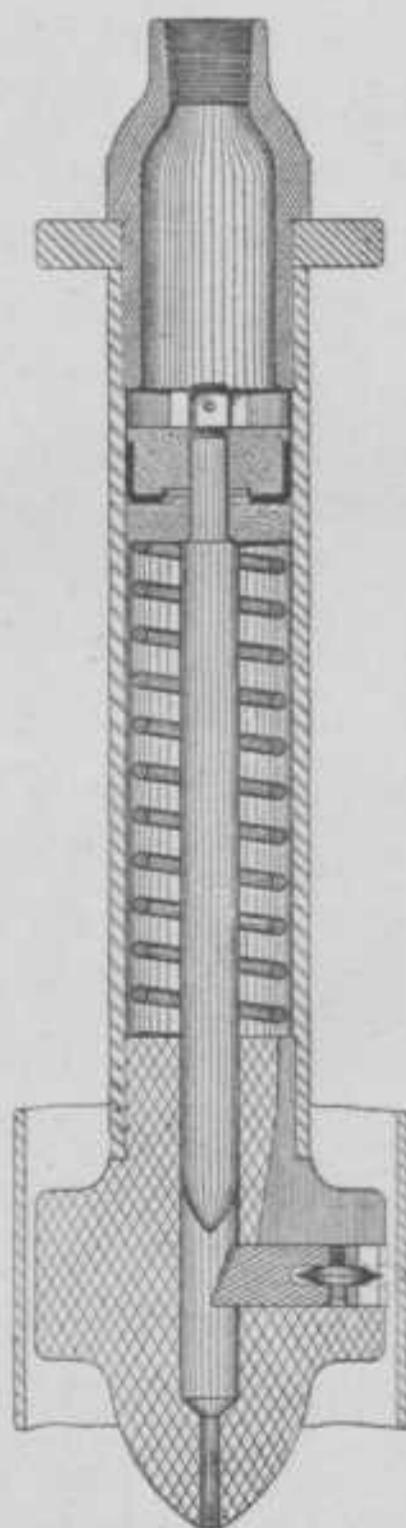


Fig. 29.

buizen terug te winnen. Voor dat werk schroeft men op de buizen een *hefklok* (Fig. 27). Binnen de bekleedingsbuis is draad aangebracht, waarop de draad *d* van de hefklok past. In *b* is

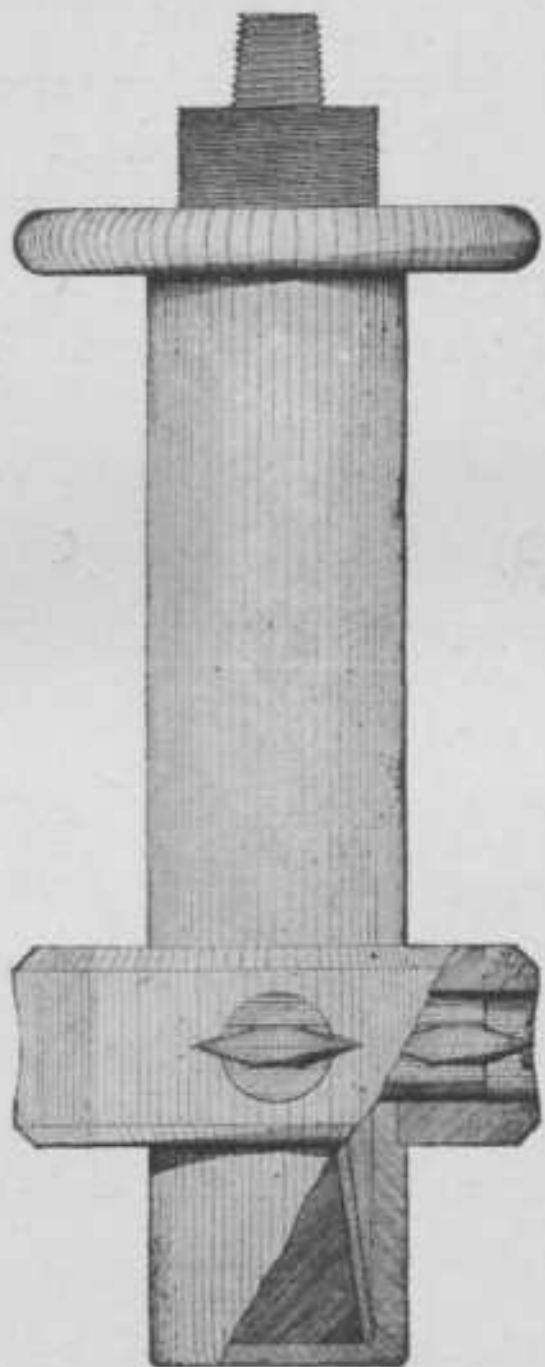


Fig. 30.

draad gesneden passende bij 't draadkaliber van de boorstangen. Indien een buis breekt tracht men het resterende eind nog te winnen door middel van een *buizenvanger met stalen klemstukken* (Fig. 28). De ring B met de veerende pooten D beweegt zich los op de stang C met konisch onderstuk A. C wordt aan de boorstangen bevestigd. Als C opgetrokken wordt, dan drukt het naar boven gaande konische deel A de veerende pooten met snijzers D naar buiten in de te winnen buis. Een kleine draaiing is voldoende om de noodige bevestiging te krijgen, terwijl een enkele flinke slag op de stangen voldoende is om de vangers weer los te maken.

Zitten de buizen door zijdelingsche druk van het gesteente zoo vast, dat het winnen van een buis in haar geheel onmogelijk is, dan tracht men te halen wat te halen valt en snijdt er een stuk af. Dat doet men met *hydraulische buizensnijders* (Fig. 29, 30, 31 en 32).

Wanneer de buizensnijder op de diepte, waarop men de buis wenscht af te snijden is gebracht, wordt water in de stangen gepompt, door de ontstane druk wordt de zuiger en daarmee de veer omlaag gedrukt, terwijl het schuine of konische stuk, waaraan de zuigerstang bevestigd is, het ronde mesje naar buiten drukt. Door nu de buizensnijder te draaien wordt

Zitten de buizen door zijdelingsche druk van het gesteente zoo vast, dat het winnen van een buis in haar geheel onmogelijk is, dan tracht men te halen wat te halen valt en snijdt er een stuk af. Dat doet men met *hydraulische buizensnijders* (Fig. 29, 30, 31 en 32).

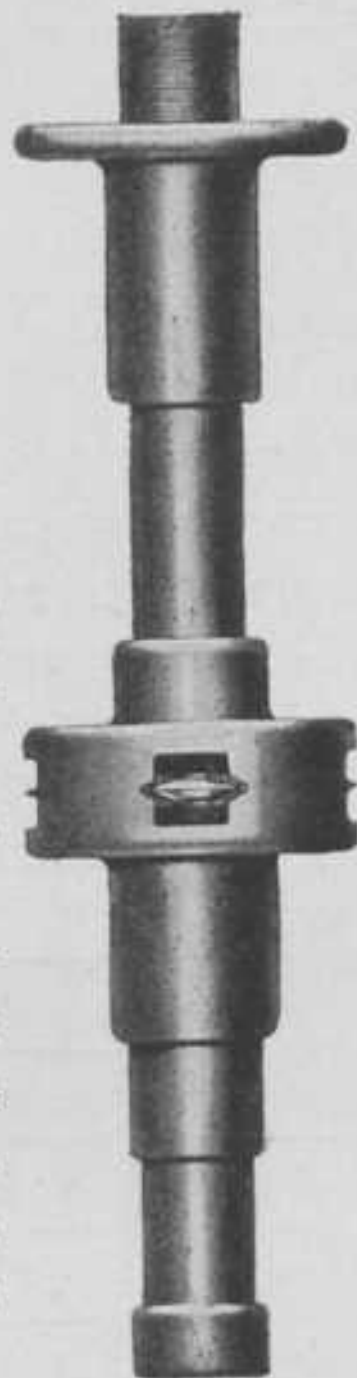


Fig. 31.

Rapport No. _____

Nederlandsche Maatschappij

tot het verrichten van _____

Begin der werkzaamheden _____

MIJNBOUWKUNDIGE WERKEN.

Boring No. _____ den 191 Begin der boring _____

Bij diamantboring steeds het nummer opgeven van de kroon waarmede gewerkt wordt.

<i>Boring.</i>	
<i>Begindiepte</i>	m
	<i>Beitelboring</i> m
<i>Vordering v/d dagploeg</i>	<i>Diamantboring</i> m
	<i>Beitelboring</i> m
<i>Vordering v/d nachtploeg</i>	<i>Diamantboring</i> m
<i>Totale vordering</i>	m
<i>Einddiepte</i>	m

<small>Dag ploeg</small>	<i>Verrichte werkzaamheden.</i>	<small>Nacht-ploeg</small>
	6-7	
	7-8	
	8-9	
	9-10	
	10-11	
	11-12	
	12-1	
	1 2	
	2-3	
	3-4	
	4-5	
	5-6	
	6-7	

<i>Verbuizing.</i>	
<i>Verbuizing:</i> 20" 18" 16" 14" 12" 10 1/2"	9 1/4" 8" 7" 6" 5" 4 1/4" 3 1/2" 3" 2 3/8"
<i>Verwijderd</i>	<i>Ingezet</i>
<i>Beitel</i> ⊕ m/m	<i>Kroon</i> ⊕ m/m No.

<i>van</i> m	<i>tot</i> m	<i>Doorboorde lagen</i>	<i>dikte</i> m

Kernlengte *Kernverlies*

Invalshoek

Bijzonderheden aangaande de boring en storingen daarbij voorgekomen.

De rapporten moeten in alle kolommen steeds nauwkeurig ingevuld worden.

Dagploeg.

N ^o .	Beroep.	Naam.	Voornaam	Aantal uren gewerkt.
1	Boormeester.			
2	Voorman.			
3	Monteur.			
4	Stoker.			
5	Smid.			
6	Timmerman.			
7	Arbeider.			
8	"			
9	"			
10	"			
11	"			
12	"			
13	"			
14	"			
			Totaal	

Nachtploeg.

1	Boormeester.			
2	Voorman.			
3	Stoker.			
4	Smid.			
5	Arbeider.			
6	"			
7	"			
8	"			
9	"			
10	"			
			Totaal	

Opmerkingen en nauwkeurige bestellingen van benodigd materieel.

Hoeveel steenkolen in voorraad

Aan den besteder is den rapport gezonden

Kernveeren voorradig: Stuks ^m/_m

Kronen voorradig: Stuks ^m/_m No.....

Ontvangen. **Materieel.** Verzonden.

Gezien d.d.

De Chef-Boormeester:

De Boormeester:

Alle kolommen nauwkeurig invullen.

de bekleedingsbuis afgesneden; daarna wordt de waterdruk weggenomen en drukt de veer de zuiger met stang omhoog en daardoor ook het schuine stuk, het mesje kan dus weer terug en het geheel wordt opgetrokken.

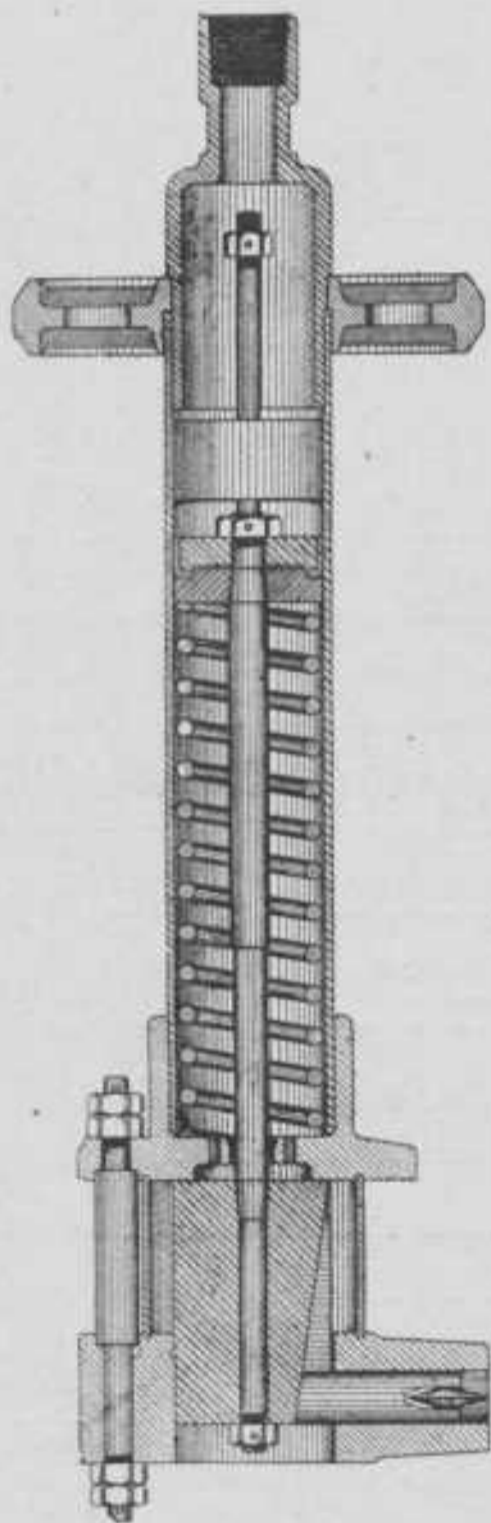


Fig. 32.

Hiermede meen ik het voornaamste dat bezichtigd werd besproken te hebben. Van de praestatie valt feitelijk alleen te zeggen, dat die zeer wisselend is. Tot 800 M. bedraagt die $\pm 10-15$ M. per dag, daarna wordt de praestatie veel geringer en wisselt van 3—8 M. De kosten bedragen ongeveer 80 Gld. per M.

De boormeester is verplicht een journaal bij te houden. Ten einde den lezer een duidelijk beeld te geven van hetgeen daarin opgeteekend wordt, drukken we hiervoor een pagina uit dat journaal af¹⁾.

Uit de onderteekening blijkt dat de controleerende chefboormeester zorg heeft te dragen voor geregelde aanvoer van materiaal, opdat het werk zonder stagnatie voort kan gaan.

Voor meer belangstellenden in dit onderwerp meen ik te moeten verwijzen naar *Handbuch der Tiefbohrkunde* door Th. Tecklenburg en het meer moderne werk van Hans Bansen: *Tiefbohrwesen*. De resultaten,

meer van geologisch belang, worden neergelegd in het binnen eenige maanden verschijnende *Eindrapport van de Rijksopsporing van Delfstoffen*.

Het officieele gedeelte der excursie was hiermede afgelopen en hoewel we eenige uren reeds onderweg waren, besloten de meesten

¹⁾ Men bedenke echter, dat dit formulier ter wille van de beschikbare plaats zeer ineen gedrongen is.

ertoe om het traject Swalmen-Roermond weer te voet af te leggen. Eenige biljartlustigen en zwaar vermoeiden namen het locaaltje.

In hotel Munster bleven we steeds nog de gasten van den directeur der M. W. Na het diner nam eerst Prof. VERMAES daarna Prof. KNOL het woord. De bedrijfschef, de heer ESSELINK, beantwoordde de speeches der genoemde Hoogleraren. Daarna sprak de voorzitter der Mijnbouwkundige Vereeniging ons aller gevoelen uit, toen hij onze professoren bedankte voor de moeite, die zij zich dezen dag in het belang der studenten getroost hadden.

Gememoreerd moge hier nog worden de gloedrijke, boeiende, van dankbaarheid getuigende speech, die de gevoelens van het eerste jaar vertolkte. Jammer dat de ouderen zich niet wisten te gedragen en zooveel rumoer maakten, zoodat het einde er van voor velen onverstaanbaar was!!

De dinerstemming werd steeds genoeglijker en toen het uur van vertrek sloeg, had menigeen lust, om den laatsten trein naar Holland te missen. Dit gelukte evenwel niet.

Geruchten gaan dat één troepje nog drie dagen later in Z. Limburg oude kennissen opzocht, maar in hoeverre deze geruchten waarheid bevatten, durf ik niet beoordeelen, evenmin durf ik te schatten het aantal pleisterplaatsen op den weg van de zoet huiswaarts keerende menigte. Menig zoet drankje maar . . . ook menige bittere pil werd geslikt.

Besluiten wil ik hier na nogmaals onze hoogleraren Prof. KNOL en Prof. VERMAES dank te zeggen voor hun leiding, moge ook voor hen de herinnering aan 22 Febr. een goede zijn; van het groote nut van excursies zijn beiden stellig overtuigd en ware de toestand in het buitenland minder wanordelijk, zeker zou dan dit jaarboek meerdere verslagen van dagen als deze bevatten.

Verder zij een woord van dank te dezer plaatse aan den heer KOSTER en diens kranigen bedrijfschef den heer ESSELINK niet misplaatst. Zij hebben ons niet alleen op een ons bijkans verlegen makende wijze onthaald, maar ook de moeite, die zij zich getroostten om ons een duidelijk beeld van hun boorbedrijf te geven, zal allen in dankbare herinnering blijven.

M. C. K.

Verslag van de excursie naar de Staatsmijn Maurits.

Naarmate de schachten der staatsmijn „Hendrik” meer en meer hunne voltooiing naderden, was het te verwachten, dat met de uitvoering der plannen tot het delven van een vierde tweetal schachten in het staatsmijnveld weldra een aanvang zou worden gemaakt.

In het voorjaar van 1915 werd het materiaal, dat op Staatsmijn „Hendrik” zijn dienst had gedaan successievelijk naar Lutterade overgebracht, waar in September van dat jaar met het werk werd begonnen.

Voor velen onzer was het een welkome tijding, dat wij in Maart 1916, reeds in de gelegenheid werden gesteld de eerste vorderingen van het werk in oogenschouw te nemen. Op den vastgestelden datum 28 Maart, vroeg in den morgen, verzamelden de deelnemers zich op het station te Delft ten einde de, voor de meesten, bekende reis naar het zuiden te aanvaarden. Eerst te Eindhoven konden we het geheele gezelschap overzien, hetwelk bestond uit de volgende personen :

Prof. J. de Koning Knyff m. i.	
Prof. W. A. Knol m. i.	
E. J. Beens.	} cand. m. i.
G. Bouwmeester.	
A. J. R. Cornelissen.	
J. B. Grandjean.	
I. R. J. de Greve.	
C. S. van Haeften.	
N. J. M. Taverne.	

C. P. M. Frijlinck.
D. van Gemeren.
P. de Haart.
B. Ph. van Harreveld.
A. van Hoek.
G. A. van Klinkenberg.
K. F. de Leeuw, assistent.
G. Pott.
I. van Tijn.
C. P. A. Zeijlmans van Emmichoven.

De tijd tusschen Eindhoven en Geleen werd op de bekende excursiale wijze met kaartspelen doorgebracht. In Geleen aangekomen werden we opgewacht door den bedrijfsingenieur, den heer C. A. VAN GOUDOEVER DE JONGH, onder wiens leiding wij ons, langs kronkelende en modderige paadjes, direct naar het te bezichtigen werk begaven.

De Staatsmijn „Maurits” zal zich, vergeleken met de andere staatsmijnen, in een zeer gunstige ligging kunnen verheugen. Even voorbij het station Lutterade voert een hulpspoor naar de plaats, waar éénmaal de zetel van het bedrijf zal zijn gevestigd. Gelegen dus aan de hoofdlijn Sittard—Maastricht wordt hiermede niet alleen een snel vervoer der steenkolen bereikt, maar zal ook de populariteit van ons mijnbedrijf ongetwijfeld belangrijk grooter worden. Ook de nabijheid van de Maas zal, wat het transport betreft, haar invloed ten goede doen gelden.

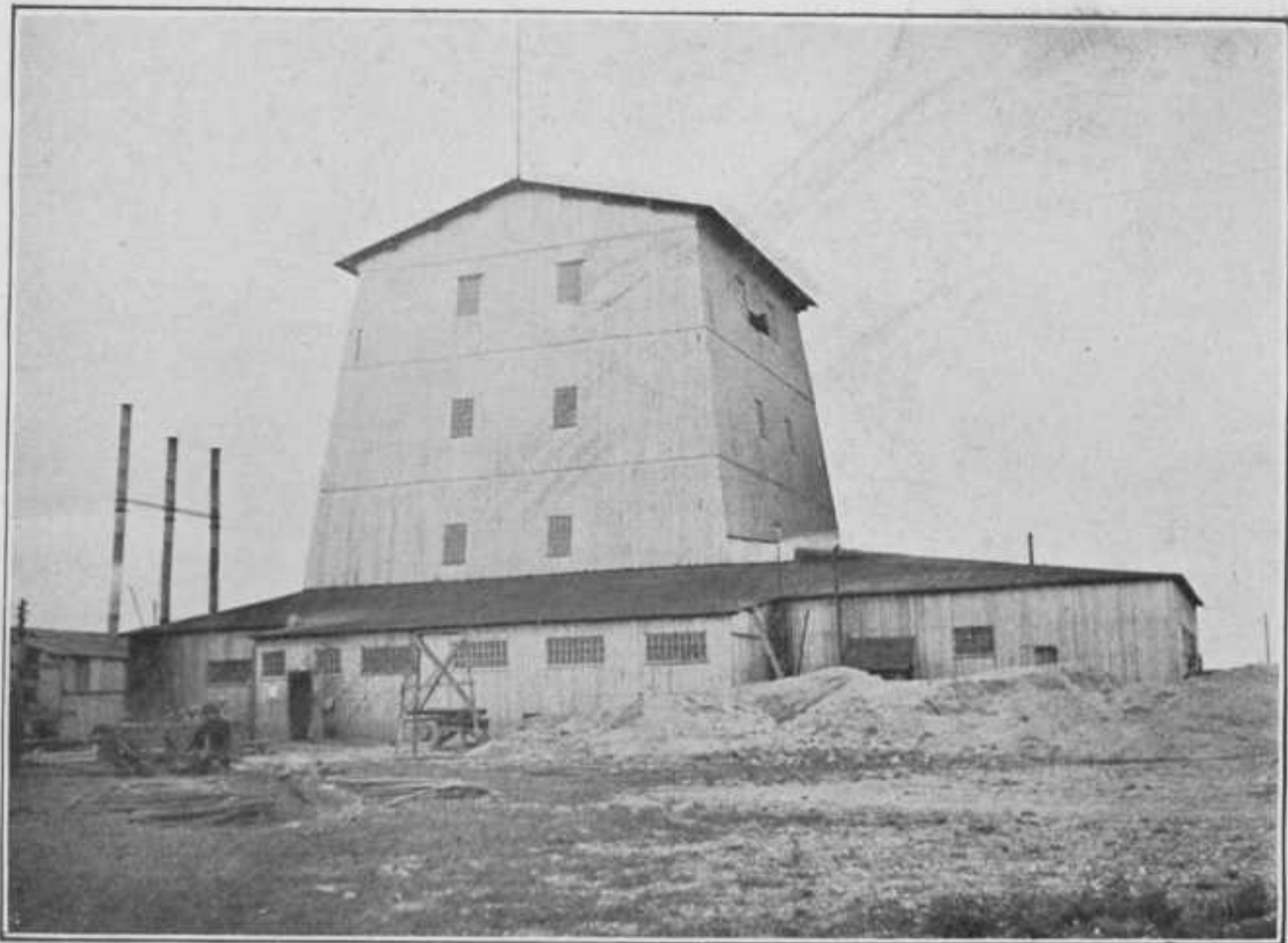
Op het terrein aangekomen zien we voor ons de boortoren, zooals die in de figuur is afgebeeld, waarbij ketelhuis, bevriesinstallatie, materiaalopslagplaats en hulpemplacement reeds hun plaats hebben ingenomen. De boortoren binnengaande, valt ons direct op de kolossale ruimte, waarover hierbinnen wordt beschikt. De boortoren, uit een ijzeren vakwerk opgetrokken, wordt door een houten bekleeding omgeven, welke bevestigd is aan vier, 18 M. lange mastpalen. Op voorstel van den ingenieur wordt in het aangrenzende kantoor binnengegaan, ten einde aan de hand van eenige teekeningen met toelichting een indruk van den stand van het werk te krijgen.

In het magazijn werden verder eenige onderdeelen van het boormateriaal bezichtigd o. a. de kabelschijven met leeren voering en de gietijzeren geleidstukken der boorstangen. Deze laatsten waren speciaal voor deze schachtdelving aangeschaft om meerdere zekerheid, dan tot nog toe was verkregen, te hebben, dat de boorgaten verticaal geplaatst worden. De ondervinding had geleerd, dat de wijze, waarop het verticaal brengen der boorgaten vroeger geschiedde, meermalen gelegenheid had gelaten tot ernstige afwijking uit den loodrechten stand. Alle mogelijke voorzorgen werden dus genomen het gewenschte resultaat te bereiken. De boorbok, heeft een hoogte van 15 M. en is geplaatst op 8 fundamenten van beton, die zich 1 M. boven het maaiveld verheffen. Hierdoor bestaat de mogelijkheid de boorstangen en kabels op 3 verschillende plaatsen te geleiden.

Het grondwater was door een tweetal waterputten op 22 M. diepte aangetroffen, zoodat de voorschacht op 20 M. diepte was geprojecteerd. Ook hier was het dus mogelijk een drietal verdiepingen aan te brengen, zoodat bij het aanzetten der eerste gedeelten der boringen een geleiding op minstens 6 plaatsen mogelijk was. Een ernstig bezwaar in het bereiken van het gestelde doel deed zich voor, doordat in de bovenste deklaag groote vuursteenkeien waren aangetroffen, waarop de boorbuizen reeds in den beginne een afwijking zouden kunnen krijgen. De gelukkige omstandigheid, waarin men verkeerde, te beschikken over een voorschachtdiepte van 20 M., maakte het mogelijk het meerendeel dezer keien te verwijderen.

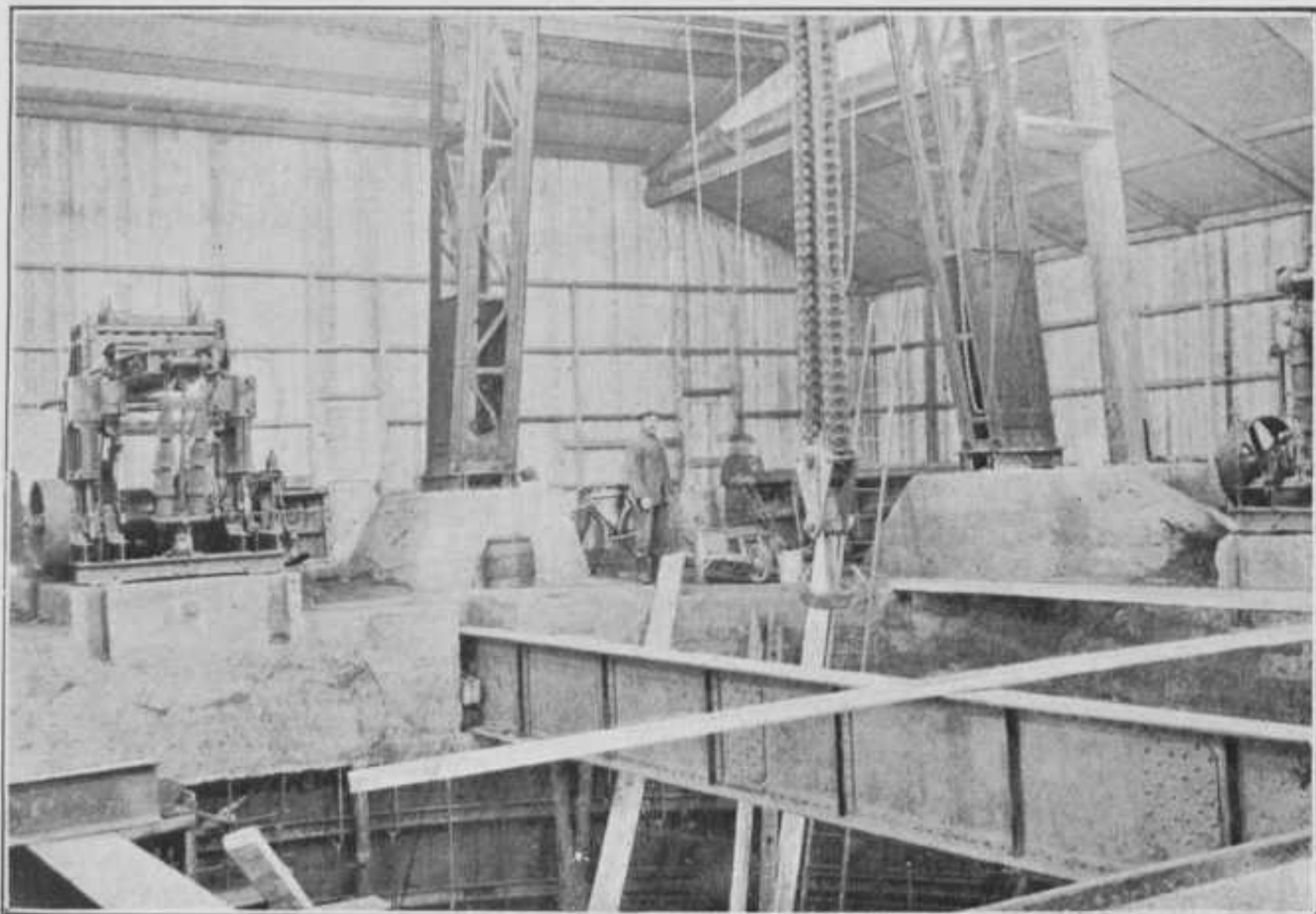
Het tweelingschachtsysteem, dat op de staatsmijnen algemeen is toegepast, vinden we ook hier. De afstand der beide schachten is op 70 M. gesteld. De nuttige diameter van elke schacht is op 5.80 M. bepaald, terwijl die van de voorschacht, in verband hiermede, 13.50 M. bedraagt.

Een tweede factor, die op deze laatste maat van invloed is, is de aanvankelijke diepte der bevriesschacht. De diepboring ter plaatse uitgevoerd heeft aangewezen, dat het vaste gesteente eerst op 305 M. wordt aangetroffen. Van het grootste belang bij het delven eener bevriesschacht is het verkrijgen van een waterdichte aansluiting van de gietijzeren túbvingbekleding met het vaste



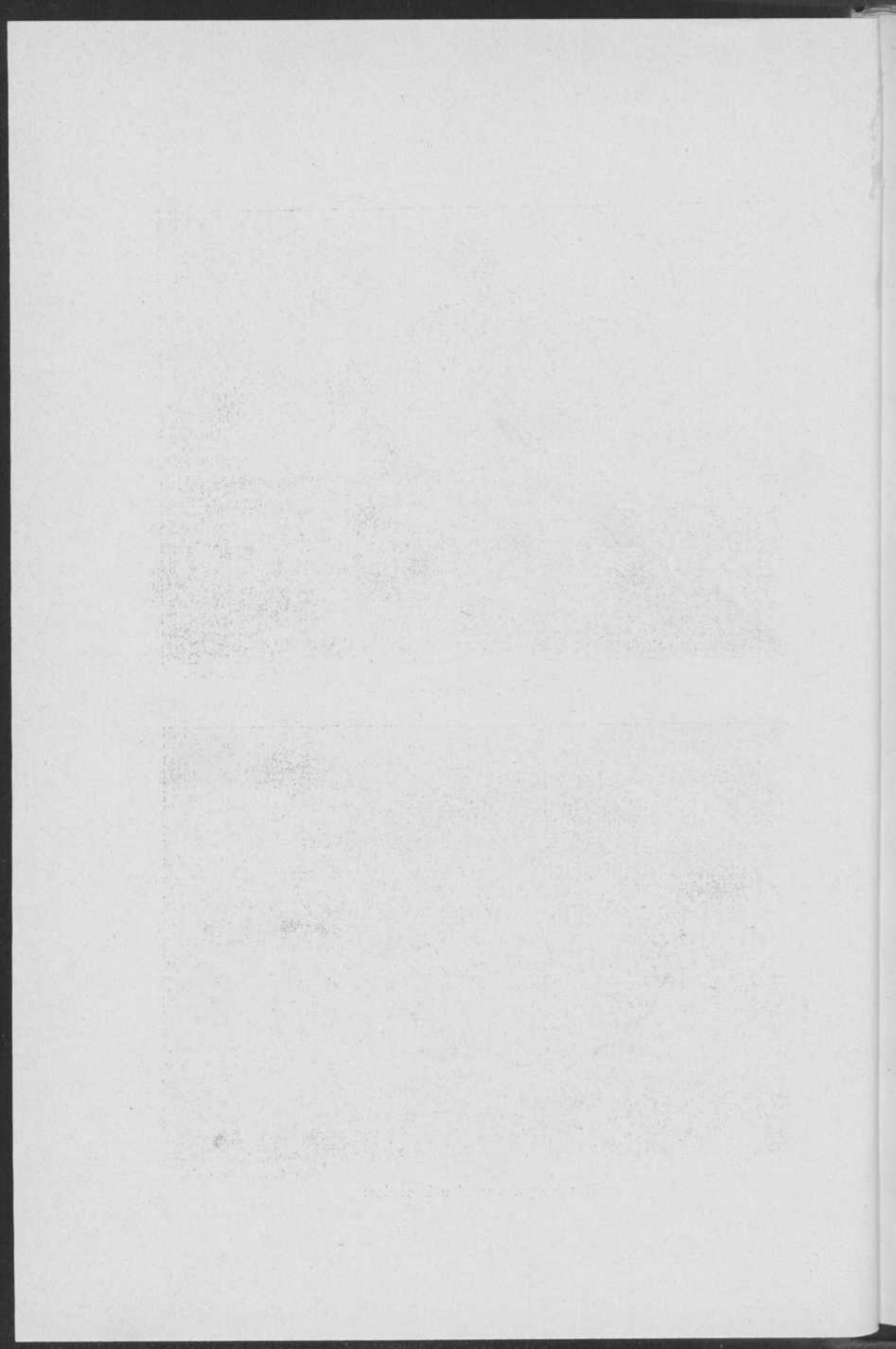
(Foto P. de Haart).

Schachtboortoren.



(Foto O. Z. v. Sandiek).

Het leggen van den boorvloer.



gesteente. Daarom wordt in den laatsten tijd de bevrozing een 25-tal meters in het vaste gesteente voortgezet, zoodat dus de totaallengte der boorgaten in dit geval 330 M. bedraagt.

Om zeker te zijn, dat ten slotte een gesloten ijscylinder ontstaat, worden de boorgaten op afstanden van ± 1 M. van elkander geplaatst. Het totaal aantal hier vereischte boorgaten, bedraagt 36, waarmee ook in direct verband staat bovengenoemde voorschacht-middellijn, aangezien een ruimte van ± 40 cM. tusschen boorgat-verbuizing en voorschachtwand voldoende is.

Alvorens over te gaan tot de beschrijving van het eigenlijke delven der voorschacht, is het goed in het kort na te gaan welke de gedachte is geweest bij het opstellen der boorwerktuigen. De ruimte binnen de voorschachtomtrek moet geheel vrij blijven, zoodat men dus genoodzaakt is al het boormateriaal daar rondomheen te plaatsen. Van het grootste belang is de vaste opstelling der boormachines, die 4 in getal, diametraal, tegen over elkaar op 90° boogafstand worden geplaatst op betonfundamenten, welke één geheel vormen met den eersten betonring der voorschacht.

De hoekpunten van den boorbok, welks fundamenten, eveneens van beton, onder 45° twee aan twee afwisselen met de boormachines, zijn op zoodanigen afstand van den ring verwijderd, dat voldoende plaats overblijft voor arbeidsruimte en dat de hoogste verdieping van den bok een boorslede kan dragen, die zuiver verticaal boven de boorgaten kan worden geplaatst. De eigenlijke dikte der voorschacht-bekleding bedraagt 350 mM., de eerste ring daarentegen is 600 mM. dik, waardoor een vaste aansluiting met den bovengrond wordt verkregen en de voorschacht als het ware aan dezen ring kan worden opgehangen. De hoogte van den eersten ring is 1.50 M., de dikte neemt bij 1 M. geleidelijk af tot 350 mM. Reeds bij het maken van dezen eersten ring moet acht gegeven worden op een juiste bevestiging van de bewapening der voorschachtmuur. Daartoe wordt een ronde ijzeren staaf van 20 mM. doorsnede en 2.25 M. lengte op een afstand van 500 mM. van het einde rechthoekig omgebogen in het beton geplaatst, zoodat men dus later in staat is aan deze staven, die op 500 mM. hart op hart, langs den omtrek worden aangebracht, de andere bewapeningsstaven haaksgewijze te bevestigen.

Ten slotte wordt in dezen ring de plaats uitgespaard, waarin de constructiebalken, die tot steun van later aan te brengen vloer, hijschlier en schachtuitrusting moeten dienen, komen te rusten.

Is dit werk tot gereedheid gekomen, zoo kan er tot de opstelling van den ijzeren bok, den boortoren en alles wat verder noodig is voor het maken der boorgaten, worden overgegaan.

Is eindelijk de inrichting van den boortoren voltooid, dan eerst kan met een geregelde delving van de voorschacht een aanvang genomen worden. De grond, binnen den eersten ring, wordt tot een diepte van ongeveer 1.50 M. uitgegraven, ten einde de 960 mM. hooge constructiebalken op een uiterst gemakkelijke wijze op hunne plaats aan te brengen. De flensbreedte bedraagt 350 mM., terwijl de vrije ruimte tusschen deze 14 M. lange hoofdbalken 5 M. is.

De voorschacht wordt nu ringsgewijze geconstrueerd. De hoogte van elken ring bedraagt 3 M. zoodat met 6 à 7 maal herhalen der zelfde werkzaamheden de voorschacht op de gewenschte diepte is gebracht. De wijze, waarop een dergelijke ring wordt geplaatst zal hieronder uitvoerig beschreven worden.

Vooraf een enkel woord over de afdekking der uit te graven ruimte, den zgn. boorvloer. Deze vloer vindt zijn hoofdstaun in de 2 groote constructiebalken. Deze worden onderling verbonden door een 7-tal Γ -ijzers, waarbij zoowel in profiel als in plaatsing rekening wordt gehouden met het gewicht van een lier, welke in dit geval merkwaardig genoeg op dezen vloer geplaatst wordt, als ook met het aanbrengen van een tweetal luiken, waardoor later de afdieptonnen zullen gaan. Deze balken worden aan de einden tot op de helft van het lijf uitgezaagd en vinden hun oplegging op de constructiebalken, waarop ze door middel van 2 \sqcap -ijzers met stang en moer worden bevestigd. (Fig. 1).

De verbinding tusschen constructiebalk en schachtmuur wordt gevormd door Γ -ijzers, die allen dezelfde hoogte hebben, gelijk aan de na het uitzagen overgebleven hoogte van de eerstgenoemde Γ -ijzers boven de constructiebalken. Hierdoor wordt dus een niveau verkregen, dat in dit geval 260 mM. gelegen is boven de hoofdbalken. Over dit systeem van profielijzers komt een balklaag van 15×15 cM. 12 à 14 stuks in getal, te liggen. Het verschil in hoogte tusschen balklaag en betonoppervlakte nl. 80 mM. wordt aangevuld

met een houten ring, bestaande uit 1.20 M. lange en 21 cM. breede balken. Ten slotte komt hierover heen een aaneengesloten baddinglaag van 7×17 cM., die den eigenlijken boorvloer vormt.

Thans moge er een beschrijving volgen van de wijze, waarop een nieuwe ring van de voorschacht wordt gemaakt. Het schietlood in den top van den schachtoren opgehangen, zuiver in het centrum

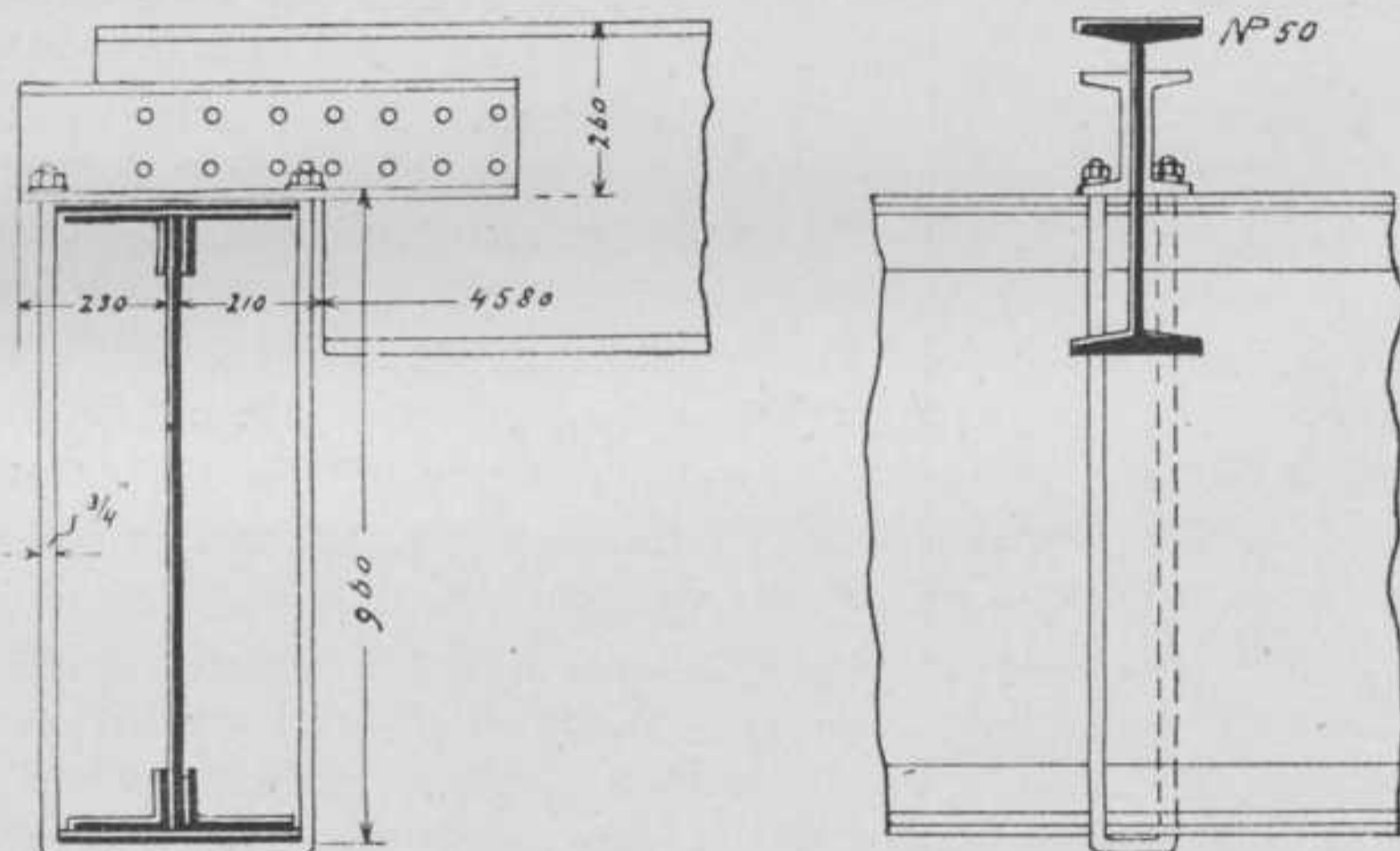


Fig. 1.

van de te delven schacht is hierbij een belangrijk hulpmiddel. Voortdurend moet gecontroleerd worden of het punt, dat het schietlood aanwijst, bij het afdiepen inderdaad het centrum blijft. Onderstellen wij, dat reeds een gedeelte der voorschacht is voltooid, dan treffen wij het werk aan in een stadium, zooals het was op den dag van ons excursiebezoek. De betonmuur reikt tot een eindweegs boven den ondergrond en wordt over den geheelen omtrek gedragen door stempels, welke op afstanden van 1.50 M. van elkaar staan. Deze stempels hebben een lengte van 3 M. en een diameter van ± 20 cM. Voor het plaatsen daarvan is de grond aanvankelijk tot een diepte van 1 M. naar het midden verplaatst. Voorloopig doen dan dienst stempels van 1 M. De grond achter de stempels wordt nu verticaal afgestoken en tegen instorten gevrijwaard door middel van dam-

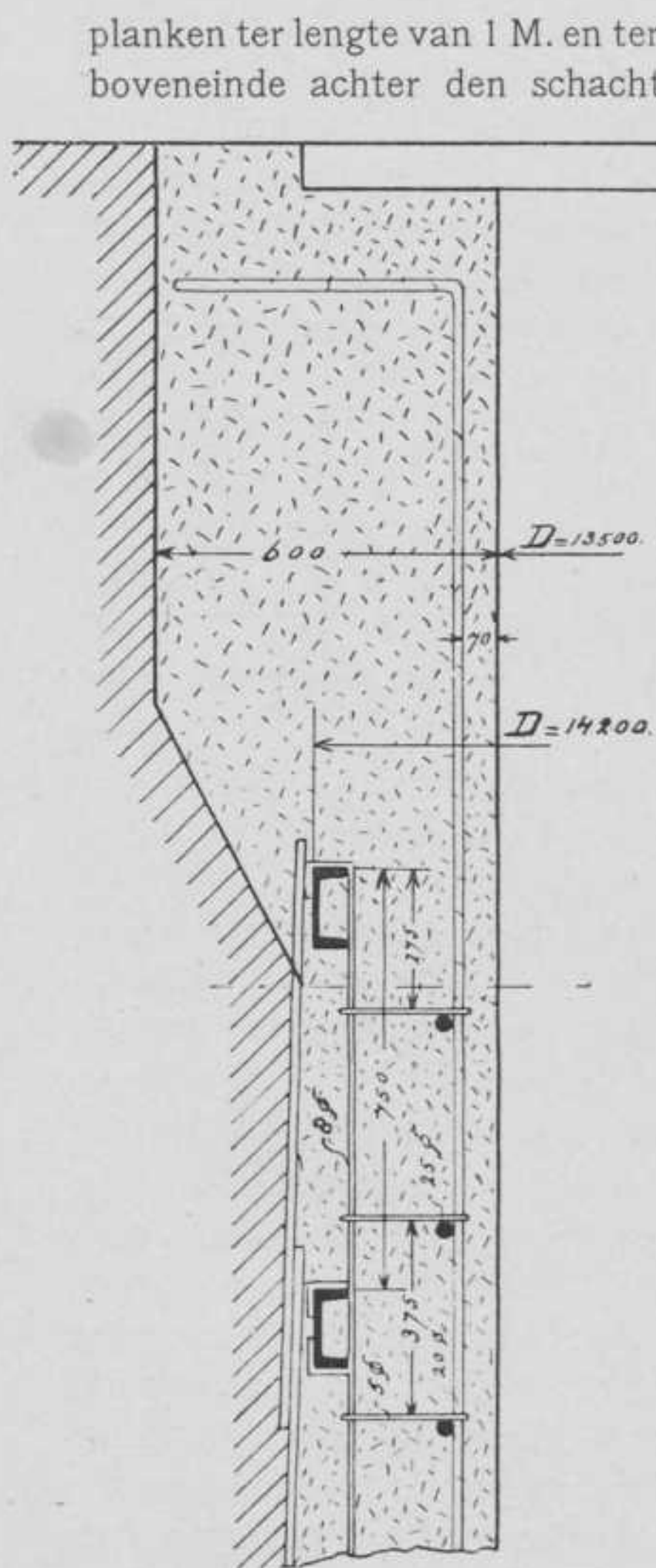


Fig. 2.

planken ter lengte van 1 M. en ter dikte van 2 cM. Deze worden aan het bovineinde achter den schachtmuur gestoken en vinden aan hun

ondereinde steun op den grond. Zoodra deze houten wand is voltooid,

wordt de grond naar boven gebracht, zoodat de schachtbodem 1 M. dieper is komen te liggen. Vervolgens wordt overgegaan tot het leggen van den draagring, bestaande uit \square -ijzers van 150 mM. hoogte, zwak gebogen volgens den omtrek van de schacht. Zij zijn onderling verbonden door lasch \square -ijzers, welke gemaakt worden uit platen van $300 \times 200 \times 8$ mM. Deze ring komt aan de voorafgaande te hangen, die 75 cM. daarboven in den betonwand zit, door middel van vierkant staafijzer 8×8 mM., dat tweemaal recht-hoekig omgebogen, de draagring juist kan bevatten. Bij het leggen van den vorigen ring is men er op bedacht geweest, deze staven aan te brengen; zij grijpen op dezelfde wijze als zoo juist beschreven om dezen ring heen, en komen dus uit den betonmuur te voorschijn. Behalve deze bewapening, die slechts van bijkomstigen aard is, verdienen vermelding de hoofd bewapeningsstaven, reeds hierboven

beschreven, welke telkens ter lengte van 3 M. haakvormig aan hun voorgaanden worden opgehangen. Ook deze staven steken, over een lengte van 50 cM., onder den betonwand uit (Fig. 2).

De stempels van 1 M. vervangt men nu door stempels van 2 M.,

die dus voor de helft in den grond worden gelaten. Daarna wordt wederom 1 M. grond verwijderd en herhalen zich dezelfde werkzaamheden. Is op deze wijze de schachtbodem weder 1 M. dieper gebracht zoo vervangt men de 2 M. stempels door de, in den beginne aangehaalde stempels van 3 M. lengte, die dienst doen, totdat met de betonnering wordt aangevangen. Voor hiertoe wordt overgegaan wordt de bewapening bij gewerkt. Het verticale verband, is reeds ter sprake gebracht, zoodat dus nog rest de vermelding van de horizontale bewapening. De draagringsen zijn reeds genoemd. Deze geven voornamelijk steun aan den buitenwand. De binnenwand wordt bewapend met staven van 25 mM. doorsnede, horizontaal aan de verticale bewapening bevestigd, op afstanden van 375 mM. Ten slotte wordt het dwarsverband gevormd door rondijzer van 5 mM. doorsnede, dat de verticale staven met het vierkant staafijzer van 8×8 mM. verbindt. Deze laatst besproken werkzaamheden zagen we den eersten dag van de excursie.

We onderbreken hier onze technische beschouwing en volgen het gezelschap naar Heerlen, waarvan het grootste gedeelte in Hotel du Nord afstapte. Spoedig was men aan een gezelligen disch vereenigd, na afloop waarvan de avond op niet minder amusante wijze werd doorgebracht. 't Was laat in den nacht, voordat de diverse hoteldeuren voor goed gesloten werden. Niettegenstaande de doorstane vermoeienissen vertrok het gezelschap den volgenden morgen compleet per trein naar Geleen.

Ons tweede bezoek gold het bezichtigen van de betonneringswerken. Aangaande de gevolgde werkwijze moge hierop een korte beschouwing volgen. Het voornaamste hulpmiddel, waarvan hier gebruik gemaakt wordt, is het houten formeel. Om zoo snel mogelijk te werken wordt op 2 diametraal tegen over elkaar gelegen punten begonnen en in denzelfden zin voortgewerkt. Men plaatst na verwijdering der stempels, het onderste formeel, dat een lengte van 3 M. en een rond oppervlak met een straal gelijk aan dien van de voorschacht heeft. Alvorens het beton achter dit formeel wordt gestort en aangestampt, wordt een dunne laag van zuiver rivierzand ingebracht. Dit met het oog op het behouden van een versch betonoppervlak, noodig ter verkrijging van een hechte aansluiting met den eerstvolgenden ring. Het mengsel van cement,

zand en grint wordt boven op den boorvloer gemengd met water aangemaakt en door een koker naar beneden gestort.

Nadat het beton achter het eerste formeel is aangestampt, wordt het tweede formeel door middel van moerbouten op het eerste bevestigd en door stempels geschoord. De nu ontstane ruimte wordt eveneens volgestort en aangestampt. Eindelijk wordt het 3e formeel geplaatst, hetwelk 1 M. breed en 1 M. hoog is, en dus aansluit aan den betonwand daarboven. Het aanstampen moet nu, in onderscheid met de vorige gevallen, van op zij uit geschieden en vereischt dus bijzondere zorg. Successievelijk worden nu de formeelen aangebouwd, de stempels weggenomen, en het beton op de beschreven wijze gestort en aangestampt. Daarbij blijft het trapsgewijze eind der formeelen behouden en biedt het dus gelegenheid tot staanplaats bij het aanstampen. Bij het maken van den betonmuur moet rekening gehouden worden met het aanbrengen van een 3-tal omloopen, waarvoor balken als de zijden van den ingeschreven veelhoek in den muur worden aangebracht.

Na verloop van ongeveer 3 etmalen is een volledige ring geplaatst en wordt 1 etmaal voldoende geacht, dat de beton zich dusdanig verhardt, dat straffeloos kan worden overgegaan tot het aanzetten van een nieuwen ring.

Om een denkbeeld te krijgen van het benodigde materiaal voor deze voorschacht moge het volgende staatje dienen :

Aantal.	Soort.	Lengte.
240	□ N. P. 14	4460
240	lasch □-ijzers	300
48	25 φ	43000
85	20 φ	18500
2040	8 □	1100
	5 φ totaal	1500 Meter.
	282 M ³ . beton	
2000	⁵ / ₈ " schr.bouten	

Alvorens de mijn te verlaten werd nog een rondwandeling over het terrein gemaakt ter bezichtiging van de verdere bovengrondsche werken en opslagplaatsen.

Bij de directiekamer teruggekomen was het tijd van onzen leider afscheid te nemen.

Prof. J. DE KONING KNIJFF bedankte uit naam van allen den heer C. A. VAN GOUDOEVER DE JONGH voor zijne vriendelijke ontvangst en aan duidelijkheid niets te wenschen overlatende explicaties en sprak de hoop uit, dat zich spoedig de gelegenheid zou voordoen het bezoek aan staatsmijn „Maurits”, wanneer zij in een volgend stadium van aanleg is, te herhalen.

De terugreis kon reeds met den middagsneltrein worden aanvaard.

Wij eindigen ons verslag met onzen hartelijken dank te brengen aan de professoren J. DE KONING KNIJFF en W. A. KNOL voor de moeite, die zij zich hebben willen geven, door zich met de leiding dezer excursie te belasten.

d. H.

d. G.

Dwars door Californië vanaf de kust van
den Pacifischen Oceaan tot aan
den hoogtekam van den Sierra Nevada.

DOOR

Dr. G. L. L. KEMMERLING.

*Voordracht, gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging
te Delft, op 17 April 1916.*

MIJNE HEEREN,

Hetgeen ik U hedenavond over Californië mededeelen zal, heb ik grootendeels uit eigen aanschouwingen leeren kennen. Waar mijn kennis mij te kort schoot om U een zoo nauwkeurig mogelijk overzicht te geven heb ik getracht hetgeen ontbreekt aan te vullen door de bestaande literatuur over Californië ter hulp te nemen. Niet een ieder Uwer is misschien bekend met hetgeen de geologische dienst van de Vereenigde Staten van Noord-Amerika tot op heden geproduceerd heeft. Laat ik U dan zeggen, dat we thans reeds in het bezit zijn van meer dan 200 folio's van de Geologic Atlas of the United States, in kaart gebracht door de geologen van de United States Geological Survey. Volgens mijn meening zijn deze folio's gekenmerkt door beknoptheid, maar toch groote duidelijkheid wat betreft den verklarenden tekst. De toevoeging van vierderlei kaarten, waarvan een topografische kaart, een historisch geologische kaart, een economisch geologische kaart, en een structuurkaart met pro-

fielen, illustreert den tekst op een dusdanige wijze, dat we werkelijk alles uit zulk een folio putten kunnen, wat een mijnbouwkundige, geoloog of waterbouwkundige weten wil. Behalve deze folio's beschikken we nog over een groot aantal Annual Reports, Professional Papers, Bulletins en Watersupply papers, zoodat we de groote uitgestrektheid van Amerika in aanmerking genomen wel kunnen zeggen, dat de Amerikanen in hun United States Geological Survey werkelijk up to date zijn en dat we in Europa en wij vooral voor Ned.-Indië, van hen op dit gebied veel leeren kunnen. Ik wil nog vermelden, dat er te San Fransisco in het Ferry Building een State Mining Bureau gevestigd is, waar een ieder burger de noodige inlichtingen op mijnbouwkundig gebied verkrijgen kan. Een collectie van de belangrijkste erts en bouwsteen, die tot nu toe in Californië gevonden werden, zijn een vingerwijzing voor farmers en boschbezitters op eventueel in hun eigendom voorkomende, in den bodem verborgen minerale schatten. Een uitgebreide bibliotheek en de voornaamste vakkundige bladen kunnen door een ieder geraadpleegd worden. Alles practisch, economisch hoogst belangrijk, geen tijd verspillen; alles wordt in den kortst mogelijken tijd beantwoord. Ik heb gemeend deze inleiding te moeten laten voorafgaan, omdat het werkelijk voor ons met onze groote rijke koloniën van belang is te weten, op welke manier een land het grootste nut kan trekken op de meest eenvoudige en praktische wijze van zijne natuurlijke rijkdommen. Waar in de toekomst de Staten nog meer dan voorheen al hunne hulpbronnen zullen moeten aantasten om het evenwicht in het economische staatsleven te behouden, zal men zeker meer en meer de richting moeten inslaan, die de United States Geological Survey reeds jarenlang volgt.

Voor de lezing maakte ik vooral gebruik van de volgende literatuur:

- Folio 41 van de Geologic Atlas, Sonora Folio.
 „ 163 „ „ „ „ „ „ Santa Cruz Folio.
 Bulletin No. 213. The Petroleum Fields of California, by G. H. Eldridge. 1902.

Bulletin No. 309. The Santa Clara Valley, Puente Hills and Los Angeles oildistricts, Southern California, by George Homans Eldridge and Ralph Arnold. 1907.

Professional Paper 73. The Tertiary Gravels of the Sierra Nevada of California, by Waldemar Lindgren. 1911.

Sketch of Yosemite National Park and account of the Origin of the Yosemite and Hetch Hetchy valleys, by F. E. Matthes. 1912.

Bulletin 581. D. Geology and oil prospects in Waltham, Priest Bitterwater and Peachtree Valleys, by Robert Pack and Walter English. 1914.

Geologische Problemen in Yosemite National Park door G. L. L. Kemmerling, uit de Verhandelingen van het vijftiende Natuur en geneeskundig congres. 1915.

Na afloop van mijn kontrakt in Ned. Indië besloot ik om niet langs den gewonen weg via Suez naar Nederland terug te keeren, maar om over China, Japan en Amerika de terugreis te aanvaarden. Ik heb er drie maanden over gedaan, zoodat ik overal ruimschoots tijd had om enkele meer interessante punten iets nader te leeren kennen.

Na een verrukkelijke nooit te vergeten veertiendaagsche overtocht over den Pacifischen Oceaan met escale in Honolulu, stoomde de Tenyo Maru, aan boord waarvan ik mij bevond, in den vroegen morgen van den 29sten September the Golden Gate, den toegang tot de Baai van San Francisco binnen. Eerst nadat men een eindweegs door deze opening in de Coast Range, den toegang tot het goudland van Californië, doorgestoomd is, ontwaart men de schoone stad San Francisco gebouwd tegen en op de rotsachtige heuvels van het kustgebergte.

De stad, die steeds veel te lijden had van aardbevingen, aangezien zij in de nabijheid van groote tectonische breuklijnen gelegen is, bestaat grootendeels uit houten huizen of ijzerbeton gebouwen, constructies, die het meest bestand gebleken zijn tegen dergelijke natuurverschijnselen.

Te San Francisco aangekomen, maakte ik aldaar mijn plannen voor de bezichtiging van een deel van Californië. Zoo stonden op mijn program: bezichtiging van de Coast Range bij

San Francisco, Palo Alto en Los Angeles (alhier met de petroleumvelden), verder een reis dwars door de San Joaquin Vallei naar den hoogtekam van den Sierra Nevada, in het gebied van Yosemite National Park, (bezoek aan de Mother Lode).

Ik zal thans trachten, U een overzicht te geven van den geologischen en tectonischen opbouw van het door mij bereisde deel van Californië van af de pacifische kust tot aan den hoogtekam van den Sierra Nevada.

Gaan we van West naar Oost door dit deel van Californië, dan treffen we in het groot bijna overal hetzelfde profiel aan.

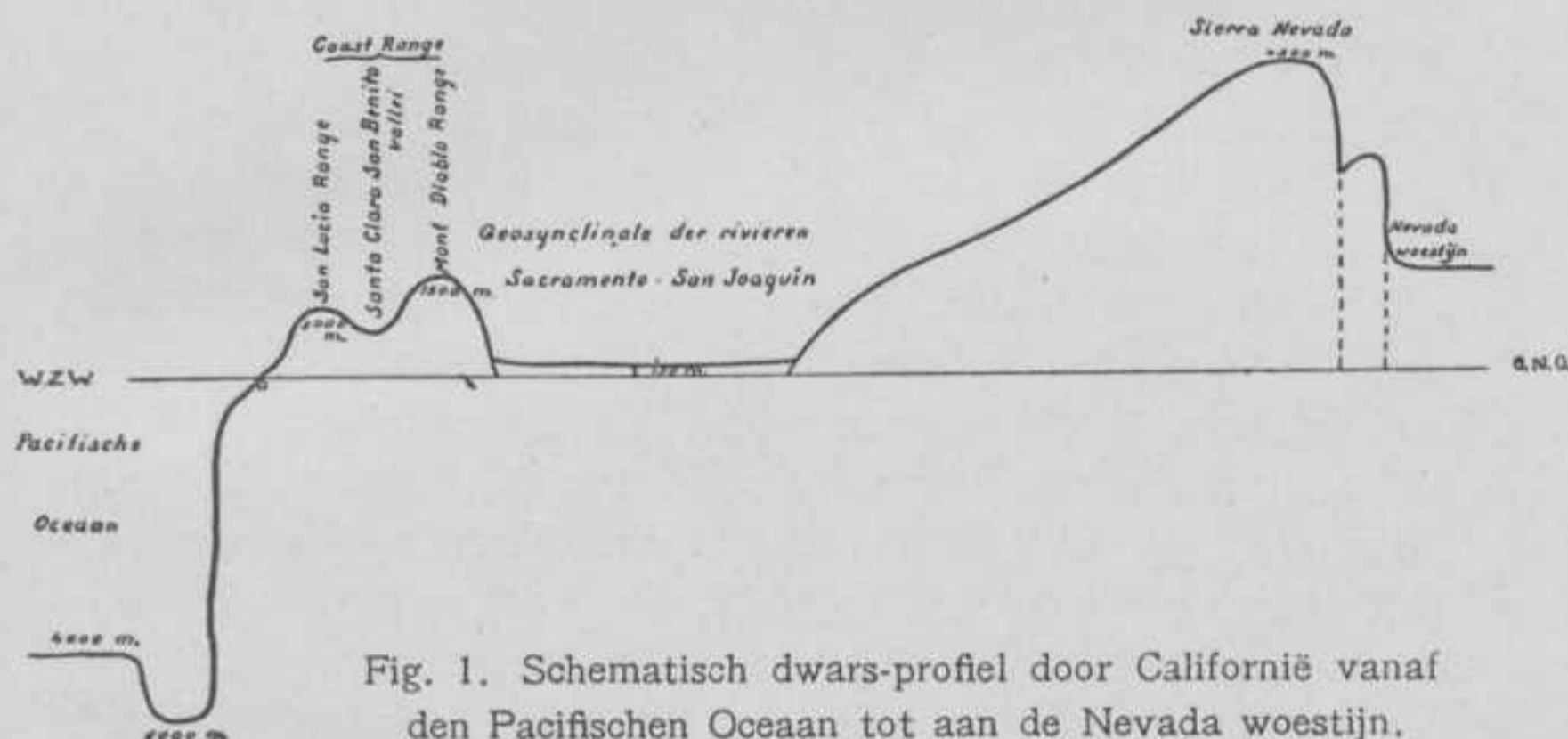


Fig. 1. Schematisch dwars-profiel door Californië vanaf den Pacifischen Oceaan tot aan de Nevada woestijn.

We kunnen steeds daarin de volgende orographische eenheden onderscheiden (zie Fig. 1 en 2).

- a. Het diepe zeebekken van den Pacifischen Oceaan.
- b. De Coast Range met San Francisco. Ten Zuiden van San Francisco ook wel Mont Diablo en San Lucia Range genoemd.
- c. De Sacramento en San Joaquin Valley.
- d. De Sierra Nevada.
- e. De Woestijn van Nevada County.

We zullen nu een voor een deze markante orographische verschijnselen, waarvan de strekkingsrichtingen alle parallel zijn, nml. Z. Z. O. — N. N. W., eenigszins nader beschouwen.

a. *Het diepe zeebekken van den Pacifischen Oceaan.*

Langs de kust van den Pacifischen Oceaan werd een diep zeebekken aangetroffen. Lodingen hebben bewezen, dat de zeebodem vrij plotseling daalt van 0-84-655-2200-4000-4800 meter. Op sommige plaatsen vinden we enge diepe sleufvormige gedeelten vlak langs de kust, zoodat van daaruit zoowel naar de kust toe als naar het midden van den Oceaan de bodem rijst. (Zie fig. 1).

b. *De Coast Range.*

Langs de kust van den Pacifischen Oceaan verheft zich een middelbaar hooge bergreeks, gemiddeld 1000 M., de Coast Range genaamd. Zuidelijk van San Francisco wordt voor dit gebergte ook wel de naam Mont Diablo en San Lucia Range, die door de Santa Clara-San Benito Vallei gescheiden zijn, gebruikt. De San Lucia Range grenst aan den Pacifischen Oceaan, de Mont Diablo aan de San Joaquin Vallei.

Een der hoogste bergtoppen is de San Carlos Peak (1517 M.) in het district Benito gelegen. We zullen zien, dat wat de hoogte betreft, deze bergreeks, den Sierra Nevada (hoogste top \pm 4830 M.) verre ten achter blijft.

Orographisch beschouwd, bestaat de Coast Range uit een aaneenschakeling van afgeronde bergruggen, zonder eenigszins grillige vormen.

Ofschoon we ook in dit deel van Californië uitgestrekte boschcomplexen met reuzenboomen aantreffen, is de plantengroei er toch niet zoo intensief als in den Sierra Nevada. Nemen wij nog in aanmerking, dat in deze gemakkelijk toegankbare streken reeds in de vroegste tijden de boomen voor het gebruik geveld werden, zoo kan men zich niet verwonderen, dat thans geheele streken een grauw, vaal rotslandschap vertoonen.

De oudste tot nu toe in de Coast Range aangetroffen gesteenten zijn sterk gevouwen schisten en kalksteen met intrusies van granieten en granodiorieten. De ouderdom dezer gesteenten is niet met zekerheid bekend, we weten slechts, dat

ze ouder zijn dan de onderste krijtlagen (Knoxville formatie), die hen discordant bedekken.

Het krijt bestaande uit de Knoxville formatie (onderste krijt) en de Chico formatie (bovenste krijt) werd in hoofdzaak opgebouwd uit conglomeraten, zandsteen en zandige kleisteen. (\pm 3400 M.). Gedurende het Tertiair (Eoceen en Pliocene) heerschte er een bijna ononderbroken sedimentatie van conglomeraten, zandsteen en kleischalie (met diatomeeën en foraminiferen). Het middelste Mioceen, de Monterey schalie, is de bakermat van de rijke Californische Petroleumlagen. De kwartaire zeeterrassen wijzen op heffing van de Coast Range in de jongste geologische tijden. In het midden-krijttijdperk begon de vouw- en schuifbeweging, waardoor de afgezette sedimenten boven den zeespiegel opgeheven werden. Tevens ontstonden de bergruggen, die thans de Coast Range vormen. Gedurende het tertiair nam deze beweging nog in intensiteit toe, ditmaal gepaard gaande met heftige vulkanische uitbarstingen van diabasen, andesieten, rhyolieten en basalt, welke nog in postpliocene-tijd voortduurden.

De laatste aardbevingen in Californië hebben bewezen, dat in deze kuststreken nog steeds aardbewegingen voorkomen.

Den vulkanischen uitbarstingen van zure gesteenten hebben de kwikzilvergangen, welke wij in deze bergreeksen vinden, hun ontstaan te danken. De voornaamste vindplaatsen treffen wij aan in San Benito County, Santa Clara County, verder in de nabijheid van Clear Lake, Lake County en Sonoma County. De totale opbrengst ¹⁾—²⁾ in 1911 bedroeg 19.109 flesschen à 75 pond en *f* 69 per flesch, in het geheel dus voor rond *f* 2.200.000.

c. Sacramento-San Joaquin Vallei.

Parallel en tusschen de voornaamste bergreeksen van Californië vinden we de dalen der Sacramento en San Joaquin rivier. Deze beide rivieren vormen eigenlijk één groot dal met

¹⁾ California State mining Bureau. Bulletin N^o. 64. Mineral Production for 1911.

²⁾ Deze kwikzilvergangen worden nader beschreven door G. F. Becker Quicksilverdeposits of the Pacific Slope. U. S. Geolog. Surv. Monogr. XIII. 1888.

den inham van San-Francisco als laagste punt. Het dal der Sacramento heeft Noord-Zuid verval, dat der San Joaquin Zuid-Noord verval.

We hebben deze groote Californische vallei te beschouwen als een geosynclinale, welke haar ontstaan te danken heeft aan de vouwbeweging, die zich gedurende het tertiair op velerlei plaatsen onzer aardkorst kenbaar maakte.

De beweging begon reeds in het begin van het krijttijdperk en nam steeds, vooral tegen het einde van het tertiaire tijdperk, aan intensiteit toe.

Op een periode van vouw-, breukbeweging en vulkanische uitbarsting volgde steeds een rustperiode met geweldige erosie. De synclinale werd gedurende dezen tijd wederom langzamerhand opgevuld met den detritus der omliggende bergreeksen, eensdeels van den zich in dezen tijd vormende Coast Range, maar in hoofdzaak van de door opheffing hooger geworden, reeds bestaande bergreeksen, die thans Sierra Nevada genoemd worden.

Oorspronkelijk een zeeinham werd de geosynclinale allengs gereduceerd tot een meer, tenslotte tot een droge vallei. Het hoogteverschil tusschen den dalbodem der syncline en de toppen der aangrenzende bergsystemen werd meteen steeds geringer.

De dikte der in de geosynclinale afgezette sedimenten vanaf het begin van het krijttijdperk tot op heden wordt op 25000 voet geschat.

De oudere sedimenten welke de geosynclinale vulden, zijn thans slechts alleen aan de randen der vallei tegen de kristallijne gebergten aan nog zichtbaar. Tegen het midden van het dal zijn ze bedolven onder alluviale afzettingen (door erosie verplaatste kwartaire sedimenten der vallei zelve). Is het alluviale gedeelte der vallei belangrijk geworden door de meestal door middel van irrigatie verkregen vruchtbaarheid des bodems, de tertiaire terreinen zijn van groote beteekenis geworden door het aanboren van petroleumbronnen.

De petroleum-industrie heeft thans de vroeger zoo beroemde goud-exploitatie in opbrengst reeds lang overtroffen.

1911. opbrengst goud 19.738.908 \$

„ „ petroleum 40.552.088 \$

Ik laat thans volgen eenige nadere mededeelingen omtrent de Petroleumvelden van Californië.

De Petroleumvelden van Californië.

De petroleumvelden van Californië zijn alle ten Zuiden van den parallel over San Francisco gelegen. We vinden ze zoowel langs de randen van de groote vallei van San Joaquin als in de Coast Range zelve en langs de Pacifische kust.

De voornaamste olievelden zijn: (zie fig. 2).

Langs den oostvoet van de Coast Range.

1. Het Coalinga district. Zuid-West van Fresno.
2. Het Mr. Kittrick „ . West van Bakersfield.
3. Het Sunset „ . Zuid-West van Bakersfield.

Langs den westrand van den Sierra Nevada.

4. Het Kern River Field bij Bakersfield.

Langs de Pacifische kust in het district Santa Barbara.

5. Het La Graciosa district, niet ver van de kust ten zuiden van Santa Maria.
6. Het Summerland Field, langs de kust iets oostelijk van Santa Barbara.

In de Coast Range.

7. Het Santa Clara Vallei gebied in het district Ventura.
 8. Het Los Angeles Field nabij Los Angeles.
 9. Het Puente Hills Field, zuid-oostelijk van Los Angeles.
- Ook worden er nog op meerdere plaatsen der San Joaquin Vallei bronnen van natuurgas aangetroffen, hetwelk gas als licht en warmtebron gebruikt wordt o. a. te Stockton.

Productieve petroleumterreinen zijn gebonden aan het voorhanden zijn van tertiare afzettingen, welke tot gesloten anticlinalen gevouwen werden. (soms ook in synclinalen o. a. de Kentuk Wells in Santa Clara Valley, zie Bulletin No. 309,

blz. 57). Of onder de alluviale bedekking der vallei, nog anticlinalen voorhanden zijn is een lastig op te lossen kwestie, aan-



Fig. 2. Overzicht over een deel van Californië ten zuiden van den parallel over San Francisco, met aanduiding van de voornaamste petroleum-terreinen.

gezien de tertiaire formaties aldaar, aan ons oog onttrokken worden. Het Tertiair wordt meestal vertegenwoordigd door de volgende afzettingen.

Oudste kwartair.	}	Conglomeraten, rolsteen en zandsteen. Vindplaats van petroleum.
Pliocéen.		
Jongste Mioceen.		

Middelste Mioceen. Schalies met diatomeeën en foraminiferen.
Bakermat van de petroleum.

Oudste Mioceen.	Zandsteen.
Oligocéen.	} Conglomeraat-zandsteen en schalies. (niet overal voorhanden).
Eocéen.	

Er zijn tot nu toe van af het eocéen tot het oudste kwartair twaalf petroleum-horizonten bekend geworden, deze zijn natuurlijk niet overal aanwezig. Meestal is het middelste mioceen de bakermat van de Californische petroleum.

Dezelfde condities treffen we ook in Ned. Indië aan en in het algemeen langs den Pacifischen Oceaan, overal waar tertiaire sedimenten werden afgezet.

d. *De Sierra Nevada.*
Morphologisch overzicht.

De Sierra Nevada is het scheidingsgebergte tusschen den Staat Californië en den Staat Nevada; tusschen de vruchtbare vlakte van Sacramento-San Joaquin en de woeste hoogvlakte van Nevada. De Spanjaarden hebben deze bergreeks Sierra Nevada „witte bergen” genoemd, aangezien ze den met sneeuw bedekten bergkam, vanuit de warme Californische vlakte, overal aan den horizont ontwaarden. Steil stijgt deze bergmassa in het Oosten, als eene onneembare vesting uit de Nevada woestijn omhoog. Daarentegen daalt hare westelijke helling geleidelijk naar de groote vallei van Californië af. De hoogtelijn ligt dus veel meer naar het Oosten dan het Westen. Zij vertoont hoogten tusschen 3500 en 4800 M. Het hoogste punt is de Mount Whitney 4830 M. Deze bergtop is tevens de hoogste van de Vereenigde Staten van Noord-Amerika. Het grootste plotselinge verschil in hoogte tusschen den Sierra-Nevada-kam en de groote woestijn, gelegen aan hare

Oostenlijke helling, vinden we in de nabijheid van Owenslake, waar de hoogtelijnen ineens van 3650 M. op 1190 M. zinken.

Deze onsymmetrische vorm van den Sierra Nevada is niet het gevolg van een riviererosie, maar is ontstaan door bewegingen van de aardkorst. De oostelijke grenslijn, de hoogtekam van den Sierra Nevada, is een breukrand, langs welke een stuk aardkorst, de tegenwoordige Sierra Nevada, naar het westen omhoog getild werd. Tegelijkertijd echter zonk de hoogvlakte van Nevada langs deze lijn als slenk naar beneden, niet ineens, maar trapsgewijze, vergezeld van talrijke verschuivingen en andere storingen, die vooral het tegenwoordige steile karakter van den Oostelijken Sierra Nevada veroorzaakten. De breukrand ontstond waarschijnlijk reeds aan het einde der krijtperiode. Gedurende de geheele tertiaire periode bevond zich deze streek in beweging, tegen het einde dezer periode werd het maximum van vervorming bereikt. De laatste geweldige opheffing ging gepaard met hevige vulkanische uitbarstingen.

De westelijke helling van den tegenwoordigen Sierra Nevada was reeds voor de tot standkoming van haar huidigen vorm, dus reeds in praecretacaeischen tijd, tot een berg- en riviersysteem ontwikkeld. Na de tertiaire opheffing werd de helling van deze keten naar het westen toe nog veel sterker, de erosiekracht van het water vermeerderde in hooge mate en er ontstond een systeem van diepe dwarsdalen en ravijnen, loodrecht ingesneden tot de hoogte as van den Sierra Nevada. Aangezien ook hier perioden van tektonische activiteit met perioden van rust en sterke erosie afwisselden, stroomde het water, bezwangerd met den detritus van den Sierra Nevada, naar het groote lengtedal van San-Joaquin-Sacramento af. Gedurende het ijstijdperk vermeerderde de erosiekracht nog in hooge mate. Steeds geringer werd het hoogte-verschil tusschen de groote vallei van Californië en de bergtoppen van den Sierra Nevada.

De voornaamste dwarsrivieren zijn van Noord naar Zuid: Feather, Bear, American, Mokolumme, Stanislas, Tuolumme, Merced en San Joaquin river.

Langs en in de rivierbeddingen dezer rivieren vinden we overal goudhoudende grindafzettingen.

Geologisch overzicht.

De Sierra Nevada bestaat in hoofdzaak uit twee geologische formaties; de Calaveras-formatie uit carbonische schisten en de Maripora-formatie uit jurassische en triadische schisten gevormd.

Beide werden doorbroken door granietgesteenten, welke de schisten in hunne nabijheid kontaktmetamorph veranderden.

Granietische gesteenten, zwarte schisten, kalksteenbanken, diabaaslagen en zandsteen zijn de meest voorkomende steensoorten. De helling der lagen is meestal steil Oost, de richting Noord-Zuid.

Gedurende de tertiaire opheffing werden vulkanische tuffen afgezet en doorbraken rhyolithische en basaltische gesteenten het bestaande Sierra Systeem.

*De goudvelden van den Sierra Nevada.**De Mother Lode.**De goudhoudende grindafzettingen.*

Van Mount Ophir af tot aan Placerville, dus bijna over een lengte van 120 KM., vinden we parallel aan de zwarte schisten der Maripora-formatie, of ook wel deze schisten onder een spitzenhoek snijdend, eene schaar kwartsgangen der pyritische goudkwartsformatie, de beroemde Mother Lode van Californië. De gangen zijn meestal gebonden aan de kontaktzonen van plutonische intrusiefgesteenten.

Ook aan het kontakt van Calaveras schisten en graniet, o. a. Z. O. van Placerville en Grizzly Flat of aan het kontakt van schisten met diabaaslagen, treffen we goudhoudende kwartsgangen aan.

De helling der gangen is gewoonlijk 50—70° Oost, de dikte varieert tusschen 1 en 10 meter. Soms splitst zich de gang in talrijke goudrijke kwartsadertjes „seamdiggings”.

Verschuivingen zijn niet zeldzaam, o. a. wordt de Mother Lode in het dal der Merced river (benedenstrooms Yosemite National Park) om 150 meter verschoven. Het overheerschend gang-

gesteente is kwarts, bij rijke gangen „ribboned quartz”, d. w. z. kwarts in dunne lagen.

Het goud, meestal stofgoud, is fijn verdeeld in de kwartsaderen en bevat 850—870 deel fijngoud. Per ton erts vinden we 15—20 gr. goud, in den „ijzeren hoed” 125—160 gr.

Behalve goud komen de volgende mineralen veelvuldig voor: goudhoudende pyriet, zinkblende, loodglans, koperkies, arseenkies en telluriden.

Volgens W. Lindgeen zijn de minerale gangvullingen ontstaan uit opstijgende thermen beladen met kiezelzuur, carbonaten en koolzuur. Ook het gesteente der gangwanden werd veranderd, er vormden zich hoofdzakelijk carbonaten en sericiet.

De goudhoudende grindafzettingen.

Behalve het ganggoud vinden we langs den voet van den Sierra Nevada, in de rivierbeddingen en langs de dalwanden der rivieren, goudhoudende grindafzettingen. Het goud, dat we hierin aantreffen, bevindt zich op secundaire of zelfs tertiaire vindplaats. De oorspronkelijke goudzoekers beperkten zich hoofdzakelijk tot het wasschen van het grind der rivierbeddingen der aangrenzende dalwanden. Latere onderzoekingen hebben bewezen, dat ook in de hooger gelegen gedeelten der Sierra Nevada west-helling, oudere grindterrassen door tuffen en lava-stroomen bedekt, voor goudexploitatie in aanmerking konden komen.

Volgens R. Beck ¹⁾, kunnen we de goudhoudende grindafzettingen naar de wijze van delving in drie soorten verdeelen: (Zie Fig. 3.)

a. Alluviale en diluviale grindafzettingen in de tegenwoordige rivierbeddingen. (shallow placers).

Deze afzettingen bestaan hoofdzakelijk uit grove rolsteen met somtijds groote klompen goud in „potholes”.

Eenvoudige delf- en waschmethode.

b. Alluviale en diluviale grindafzettingen gelegen in dal-terrei-

¹⁾ R. Beck. Die Lehre der Erzlagerstätten. 2 Bnd. 1909.

- nen even boven het mioceen der tegenwoordige rivierbeddingen. Steensoort als in *a*. Delfwijze: Hydraulische afspuiting.
- c. Grindafzettingen van plioceenen tot eoceenen ouderdom, gelegen op hoogvlakten of hoog gelegen dalterrassen. Deze tertiaire goudhoudende grindafzettingen zijn voor erosie gespaard gebleven, doordien zij door lavastroomen bedekt werden. Het zijn meestal afzettingen in oude rivierbeddingen of rivierterrassen, die thans door een nauwkeurig onderzoek bijna alle bekend geworden zijn. In diep in het oude gebergte ingesneden kanalen vindt men hier het goud in fijnverdeelden toestand, grootere klompen goud zijn zeldzaam. De delfwijze is meestal tunnelbouw, het gedolven materiaal wordt naar de dalen getransporteerd, alwaar de „mills” het stofgoud winnen.

De opbrengst aan goud in geheel Californië bedroeg in 1911 19.738908 \$.

In de 50 laatste jaren te zamen ongeveer 1.5 miljard \$.

(Onder de productie zoowel gang- als grindgoud begrepen).

Yosemite National Park.

Ten slotte wil ik mijn bezoek aan Yosemite National Park in korte woorden schetsen. Ik vestig hier de aandacht op een door mij gehouden lezing voor het vijftiende Natuur- en Geneeskundig congres op 8, 9 en 10 April 1915 te Amsterdam (zie de handelingen van het congres) alwaar ik de geologische problemen van Yosemite National Park nader uiteenzette.

Een bezoek aan Yosemite National Park ¹⁾ geschiedt het beste, uitgaande van het station Merced aan den Southern Pacific Railroad gelegen. Een trein der Yosemite Railroad Company

¹⁾ Een Nationaal Park, behoort aan den Staat. Deze zorgt er voor dat het natuurschoon ongeschonden bewaard blijft en dat ieder burger vrijelijk genieten kan van hetgeen de natuur aldaar te aanschouwen geeft. Militairen zorgen voor de rust en orde in deze somtijds ver van het verkeer afgelegen streken.

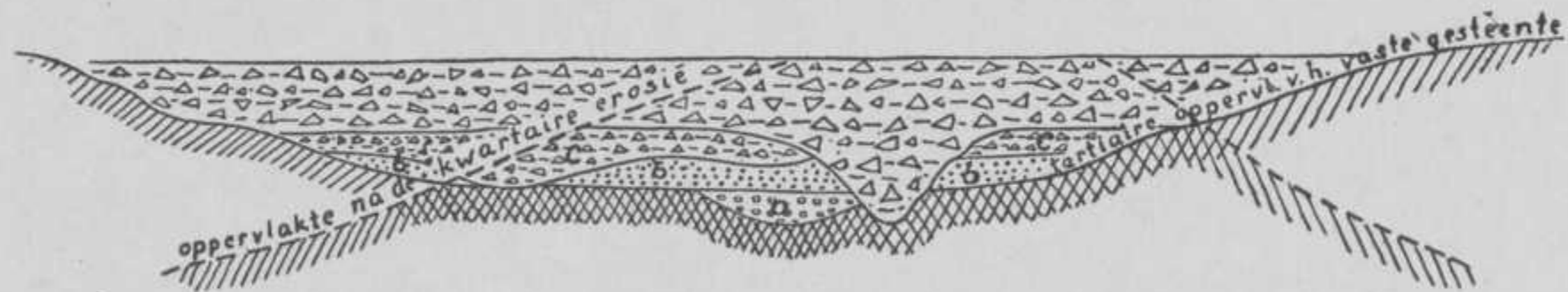


Fig. 3. Schematische voorstelling van de vier voornaamste Tertiaire perioden van grindafzettingen in den Sierra Nevada.

a, onderste grindafzetting (deep gravels, eocëen); *b*, mioceene grindterrassen (bench gravels); *c*, rhyolietische tuffen en grindafzettingen der vulkanische (rhyolietische) rustperioden; *d*, andesietische tuffen en grindafzettingen der vulkanische (andesietische) rustperioden.

Naar W. Lindgren: „The Tertiary gravels of the Sierra Nevada of California.”

brengt ons dan verder naar El Portal, niet ver van den ingang tot Yosemite National Park.

Deze spoorweg volgt steeds het dal der Merced rivier, de reis is bijzonder interessant. Tot aan het station Merced Falls blijven we in het zacht golvend terrein der jongste grindopvulling der San Joaquin vallei. Zooals de naam het ons reeds zegt, vormt hier de Merced rivier een waterval, veroorzaakt door zwakhellende zandsteenbanken der oudere tertiaire formatie, die aan den voet der Sierra Nevada onder de jongere bedekking te voorschijn komen. Van nu af wordt het dal smaller, de spoorlijn voegt zich eng naar den loop der rivierbedding.

We zijn het gebied der goudhoudende, sterk gevouwen, schisten ingetreden. We doorkruisen dus een gedeelte van het beroemde goudland van Californië. Nu eens links dan weer rechts vinden we langs de dalwanden grindterrassen 40 tot 60 meter boven het tegenwoordige niveau der rivierbedding. Hier en daar zien we de overblijfsels van primitieven mijnbouw; kleine tunnels, kunstmatige sloten, etc.

Voor 50 jaren heerschte er overal groote bedrijvigheid in het dal. De jacht naar goud en de wonderlijke verhalen van teruggekeerde goudzoekers, bracht duizenden avonturiers van Oost naar West-Amerika en zelfs nog heden wordt door enkele werklui op eigen initiatief gedolven en gewasschen. Wil het geluk dan kunnen ze wel eens een goeden buit maken, maar de verdiensten zijn meestal binnen korten tijd weer verdwenen.

Steeds verder gaan we het dal in. Nu en dan stoppen we aan een klein station, verzamelplaats van houthakkers en mijnwerkers, die in het gebergte hun levensonderhoud trachten te verdienen.

Na eenigen tijd wordt het dal smaller, de grindterrassen schaarscher. Loodrechtstaande schisten doorkruisen de rivier. Een witte kwartsader vertoont zich, zij is de drager van het goud. Hier hebben zich ook kleinere machinale goudexploitaties gevestigd. In het klein worden er op gunstige plekken langs het dal en in het gebergte tunnels gedreven op goudkwartsaders, en goudhoudende grindafzettingen. Het gewonnen materiaal wordt op primitieve wijze gebroken en verwerkt. Deze maatschappijen kunnen hun kosten wel nog dekken en een zekere

winst afwerpen, maar ze zijn niet te vergelijken met de gold-extraction Companies van Placerville in het District Eldorado. (Zie foto No. 1).

We bereiken ten slotte El Portal, eindstation van de Yosemite Valley Railroadcompany en overnachten hier in een modern ingericht hotel.

Den volgenden morgen bezocht ik een baryt-gang in de nabijheid van El Portal gelegen. Aangezien de vraag naar baryt steeds stijgend is, is het bedrijf nogal winstgevend. De prijs voor ruwe baryt bedraagt 17.50 fl. per ton. Baryt wordt hoofdzakelijk gebruikt in verfstoffabrieken, voor de bereiding van papier en touw in leerlooierijen en suikerraffinaderijen.

Van El Portal tot Yosemite Village leidt een rijweg. Groote postrijtuigen (State Coaches) bespannen met vier paarden zorgen voor het verkeer.

De eerste drie uren verandert het dalprofiel niet, we bevinden ons in een V-vormig riviererosiedal. De hellingen en de dalbodem zijn bedekt met hellingspuin, waarin blokken van vrij groote afmetingen.

Plotseling echter verandert het dalprofiel; de dalwanden worden steiler, we zijn in het gebied der ijserosie met typische U-vormige dalen aangekomen. Een barrière verspert het dal, wij herkennen hierin direkt een eindmoraine, de El Capitan Moraine. (Zie foto No. 2).

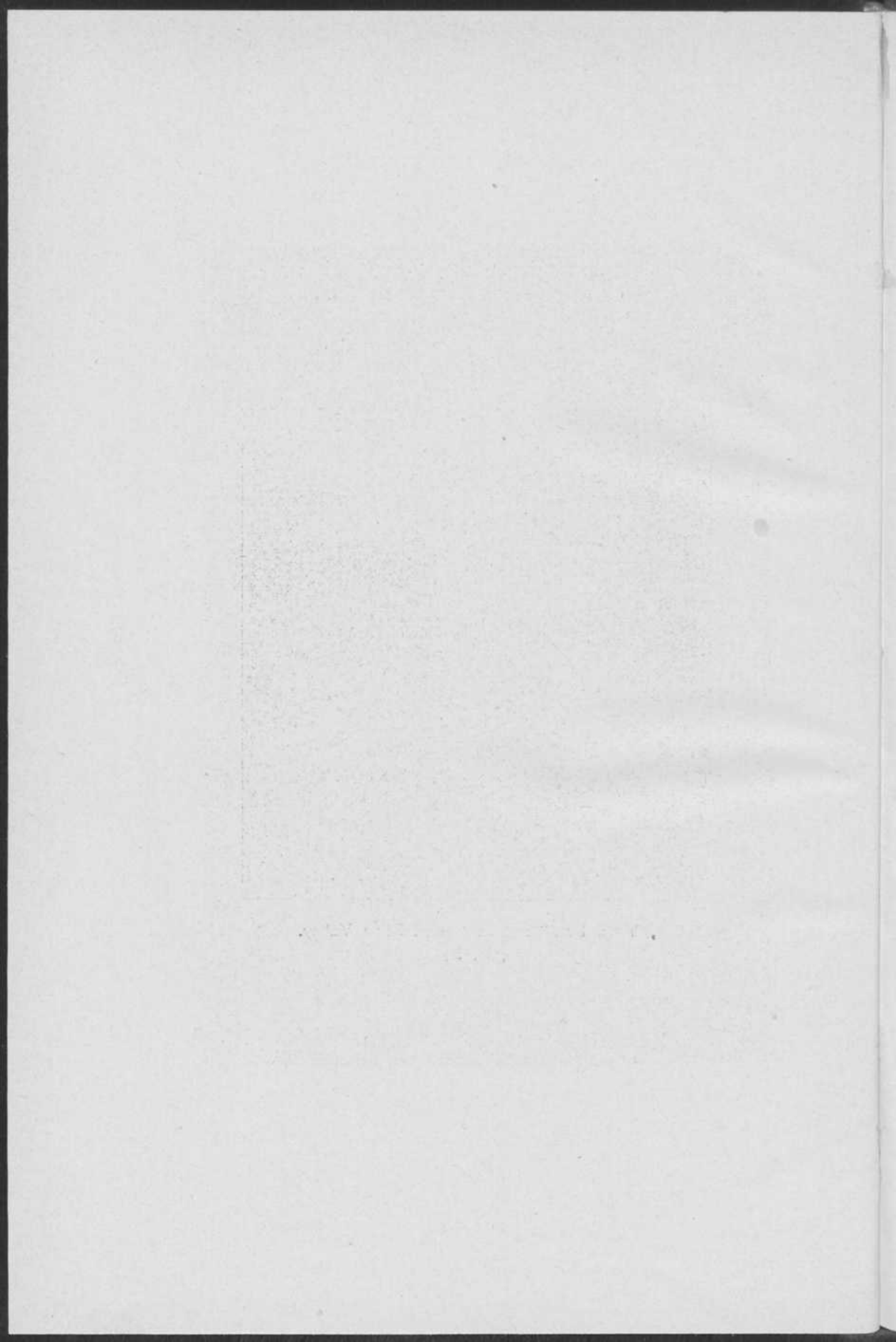
Thans ligt het wonderland Yosemite National Park voor ons open. Loodrecht verrijzen de rotsen als reuzenwachters uit het dal. Rechts en links watervallen, die het water uit overhangende dalen in Yosemite Valley storten. De dalbodem zelf is als het ware schoongeveegd, hellingspuin is schaarsch.

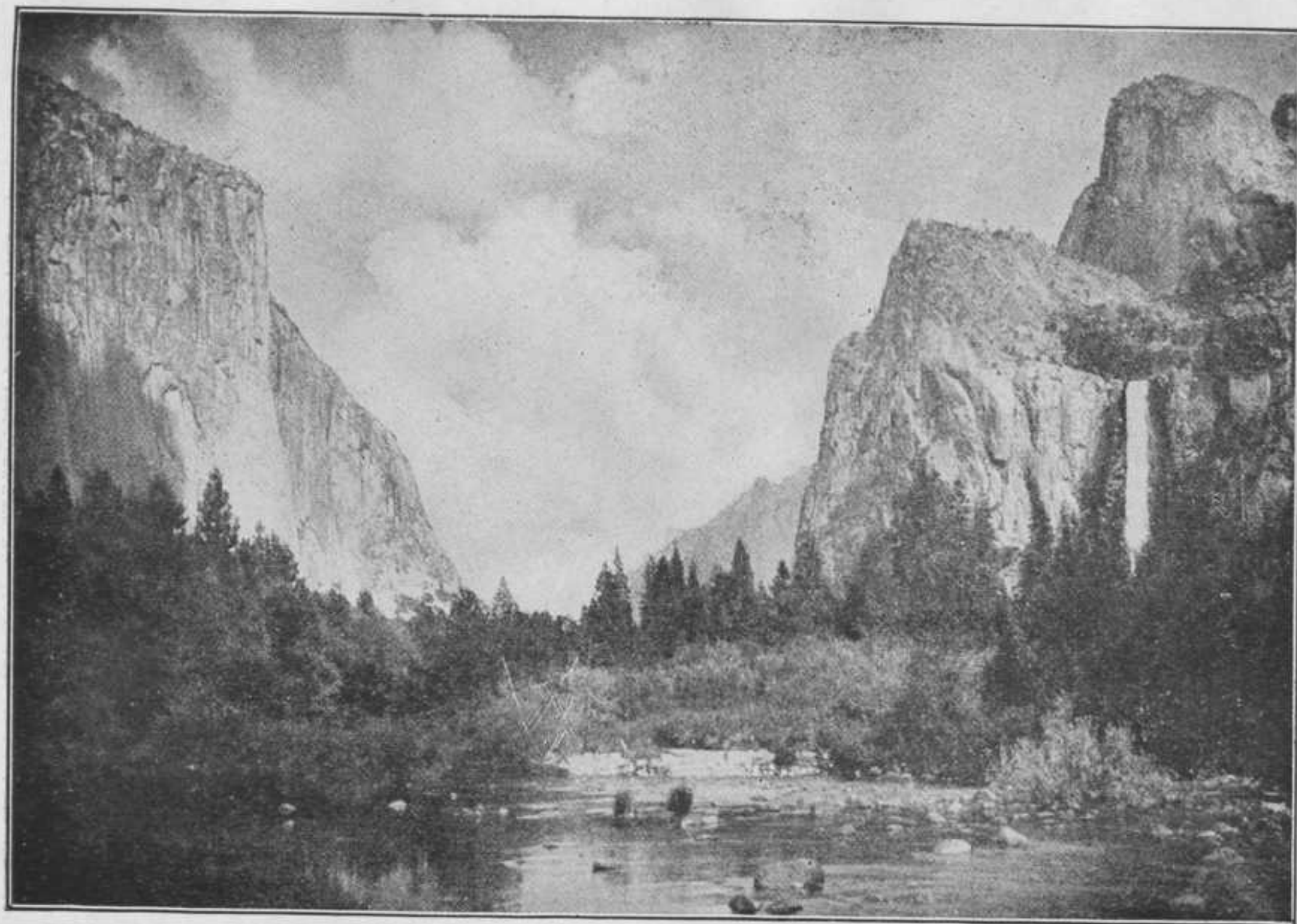
De lengte van Yosemite Valley bedraagt 7 mijl, de breedte 1 mijl, en de hoogte der dalwanden bedraagt 1000—1350 M. Even boven Yosemite Village splitst zich het dal in Tenaya Cañon en Little Yosemite Valley. Het overheerschend gesteente is een grofkorrelige grijze graniet, maar er komen ook andere granietische gesteenten voor.

Den besten indruk van Yosemite National Park krijgt men vanaf Glaciers Point. Men bereikt dit punt (1200 meter boven den



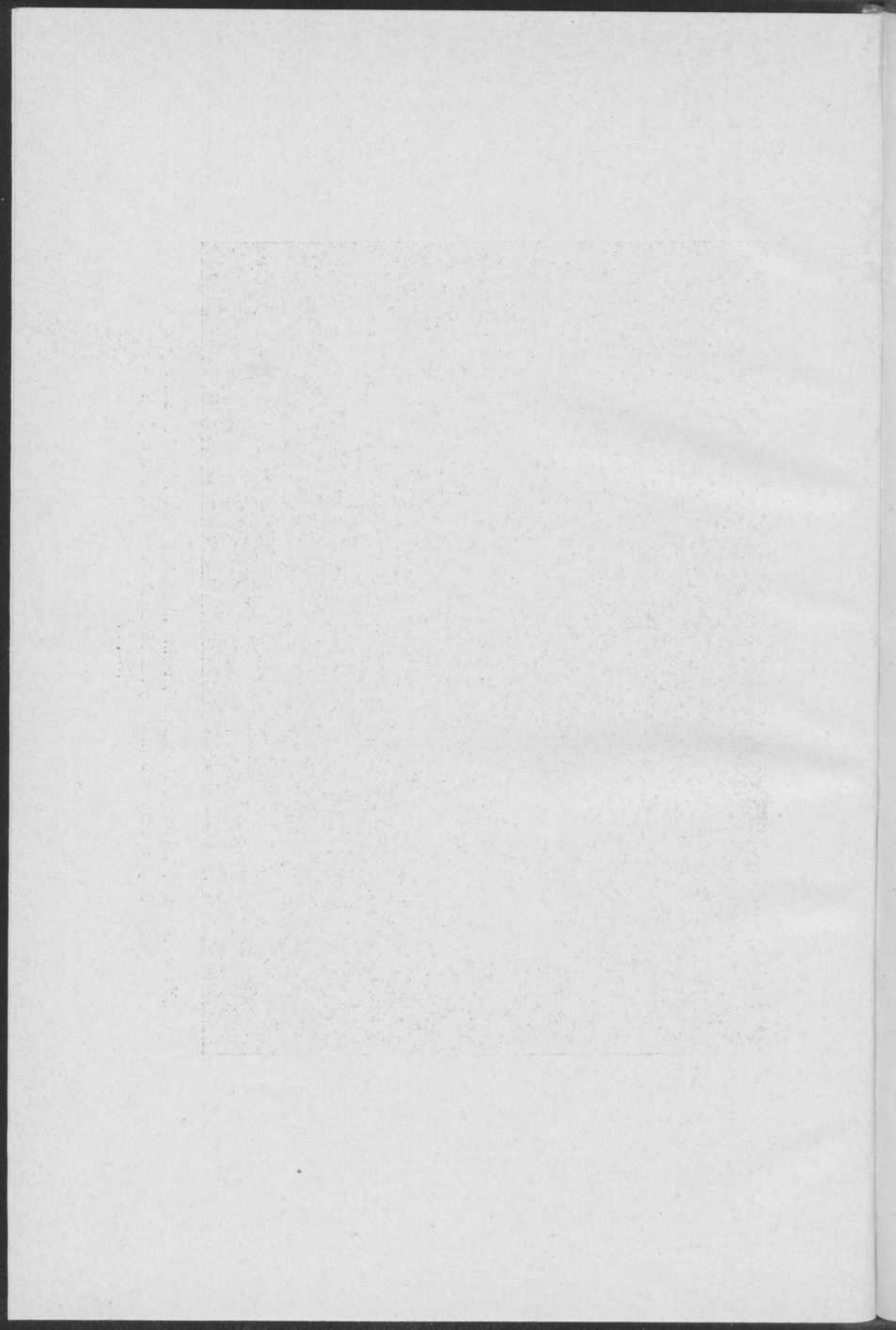
„Crown Lead” mill in Merced River Valley.
(No. 1.)





„Yosemite Valley”. Links „El Capitan”, rechts „Bridalveil Fall”, het beboschte gedeelte.
Op den voorgrond „El Capitan Moraine” (naar een photographie).

(No. 2.)



dalbodem, links van Yosemite Village gelegen) door een trail ¹⁾, te volgen in Little Yosemite dal, over Vernal en Nevada Falls. Een honderdvoudig gekronkeld ruiterspad brengt ons dan direkt terug bijna loodrecht van Glacier Point naar ons uitgangspunt.

Boven aangekomen ontwaren we den hoogtekam van den Sierra Nevada met de oude „Firnfelder“, waar ook thans nog op gunstig gelegen plekken het heele jaar door Firn aanwezig is.

Eigenaardig zijn de koepelvormige granietklompen als Half Dome, Basket Dome, North Dome en Sentinel Dome.

Ook zien we hier duidelijk het verschil tusschen Tenaya Cañon, welks dal geleidelijk zonder drempels vanaf Yosemite Valley tot aan haar brongebied opstijgt, en Little Yosemite Valley, welks dal reeds op korten afstand van Yosemite Valley over Vernal en Nevada Falls eene belangrijke hoogte verkrijgt. De vraag is nu: hoe verklaren we het ontstaan van Yosemite Valley en het ontstaan van de eigenaardige rotsvormingen van Yosemite National Park. Vele geologen bereisden dit gebied en zeer verscheiden was ook hun meening.

PROF. WHITNEY beschouwt Yosemite Valley als een *slenk*. IJserosie had geen invloed op de vorming van dit dal.

GALEN CLARK verklaart het dal ontstaan door *rivier* en *ijs-erosie*. De *koepels* zijn *erupties* van *stollingsgesteenten*.

CLARENCE KING en JOHN MUIR laten vooral de *ijserosie* een groote rol spelen, alle andere factoren treden op den achtergrond.

TURNER en andere beschouwen het dal als het effect van *riviererosie*, het ijs had slechts weinig invloed. Zij kennen een grooten invloed toe aan de vertikale breukvlakken der dalwanden.

Bij groot toeval ontmoette ik te Yosemite Village, den Amerikaanschen Staatsgeoloog, Mr. F. E. MATTHES, die opdracht had het Yosemite National Park geologisch in kaart te brengen. De meening van hem, omtrent het ontstaan van Yosemite Valley, is in het kort het volgende:

* Yosemite (Merced) river behoort tot een systeem van rivieren, die hun dal, reeds voor de opheffing van den Sierra Nevada, dwars door den hoogtekam van deze bergketen ingesneden

¹⁾ Voetpad of ruiterspad.

hadden. Door deze opheffing werd slechts de erosiekracht van het afstroomende water vermeerderd. Gedurende het ijstijdperk werd het dal met gletschers gevuld. De ijserosie schiep den tegenwoordigen U-vorm van Yosemite Valley. De natuurlijke gevolgen van gletschererosie drukken in het Yosemite National Park overal hun stempel op het landschap. Toch kunnen we de eigenaardige rotsvormingen van het Yosemite National Park niet door rivier- of (en) gletscher-erosie alleen verklaren.

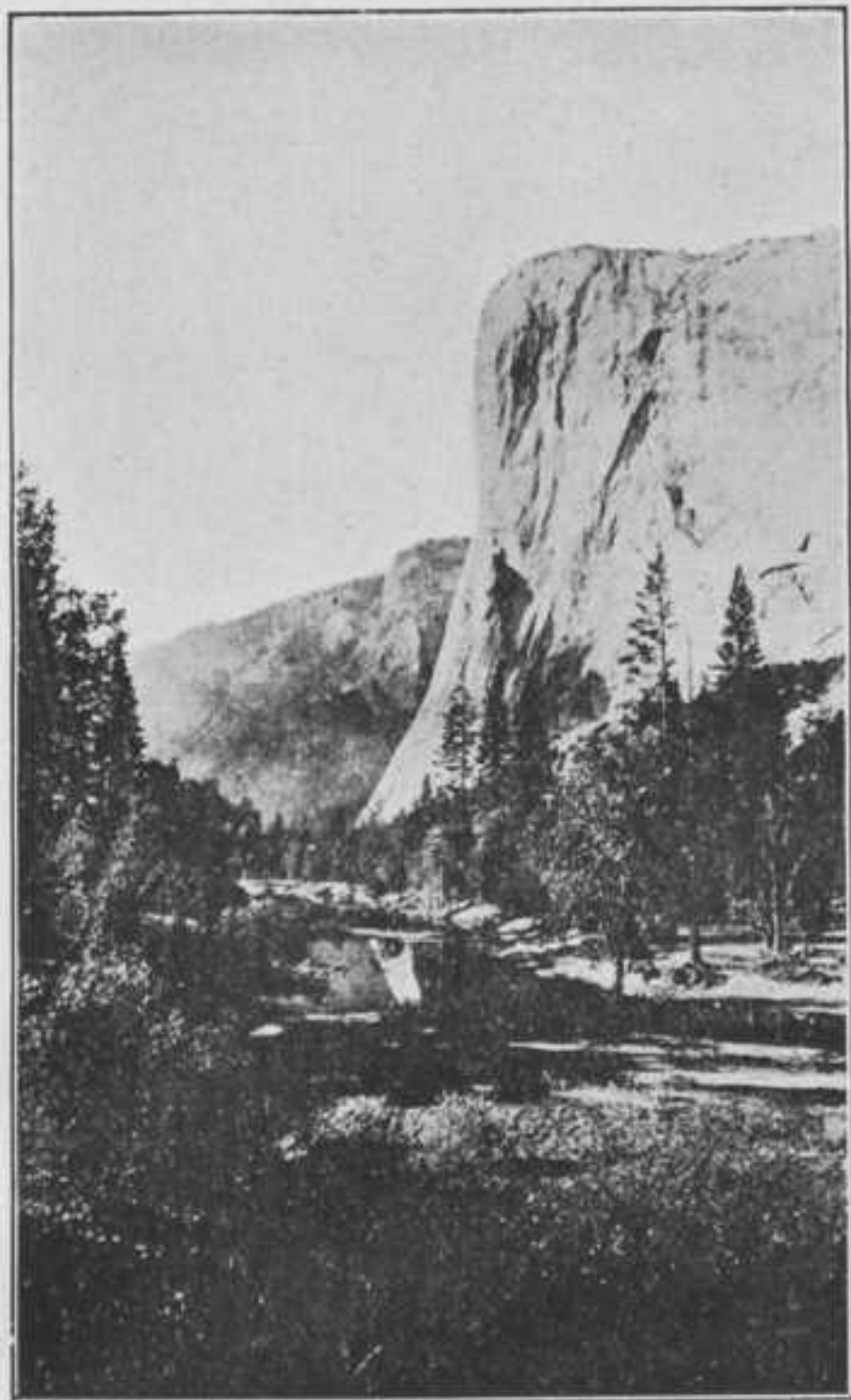
Het is Mr. MATTHES' verdienste er op gewezen te hebben, dat het Sierra-graniet groote verschillen in klieving vertoont. Enkele gedeelten vertoonen in het minst geen klieving, het zijn geweldige graniet-monolieten, die door de rivier- en ijserosie bijna niet werden aangetast. Hiertoe behoort El Capitan, the rock-of ages. (Zie foto No. 3).

Vlak er naast splijt het graniet tot kleine parallelipedische blokken. Deze granietsoorten leverden een geschikt arbeidsveld op voor rivier- en gletschererosie. (Zie foto No. 4.)

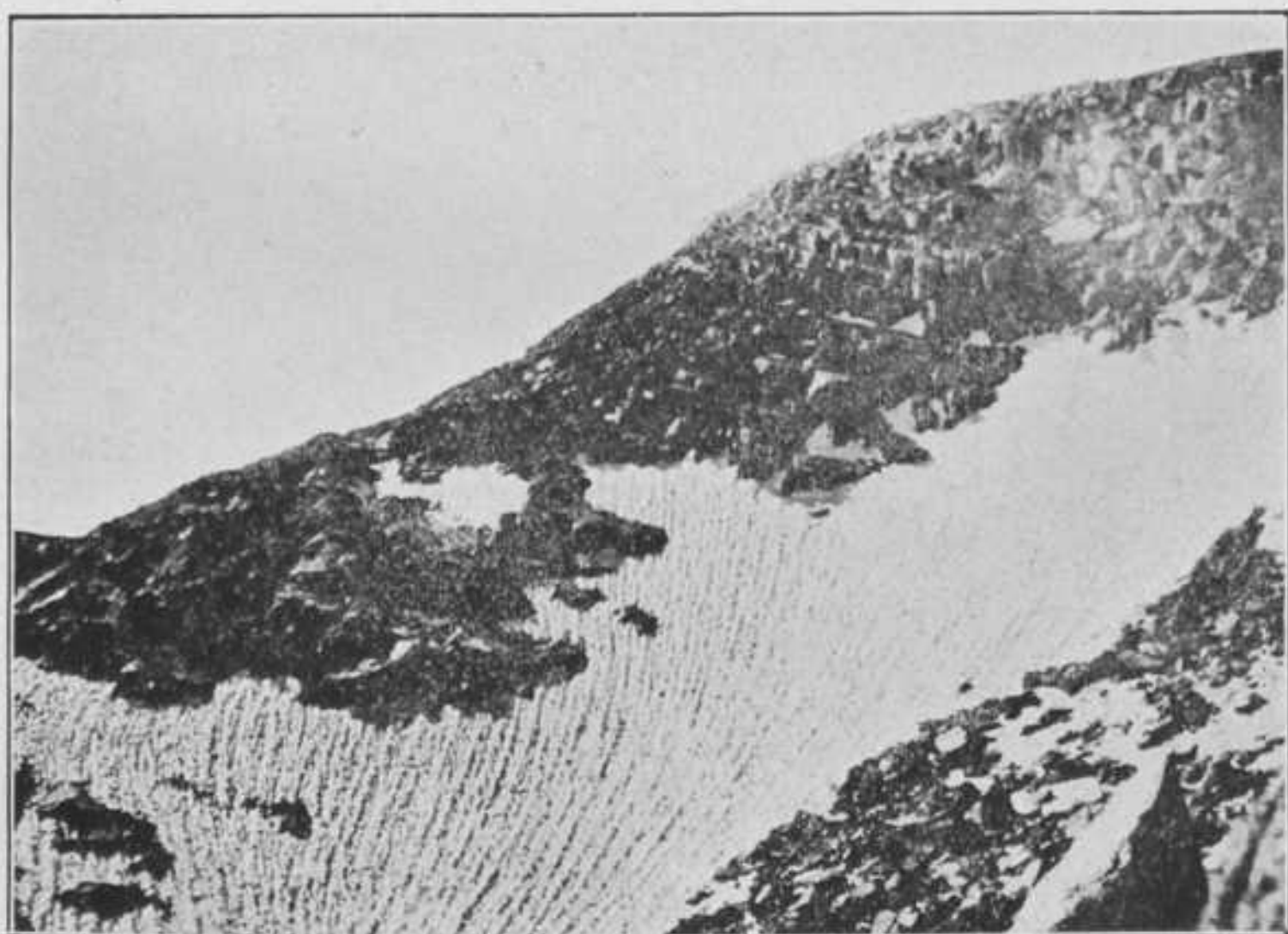
Op andere plaatsen wederom splijt het graniet in groote splijtvlakken. Deze kunnen gerangschikt worden in het heerschende spleetsysteem van den Sierra Nevada, nml. N. O.-Z. W. en N. W.-Z. O. Hiertoe behooren de splijtvlakken van de Cathedral Spires, Half-Dome, Vernal Falls (N. W.-Z. O.) en Nevada Falls (Z. O.-N. W.). (Zie foto No. 5).

Ten slotte hebben de koepelvormige granietklompen hun ontstaan te danken aan schalige afschilfering van het granietgesteente, die telkens ontstaat, wanneer het gesteente door erosie blootgelegd wordt. Gletscher-erosie kan dus wel een enkele schaal verwijderen, de koepelvorm is echter een primaire eigenschap van het graniet. Voorbeelden zijn de Royal Arches, Half Dome, North Dome, enz. (Zie foto No. 6).

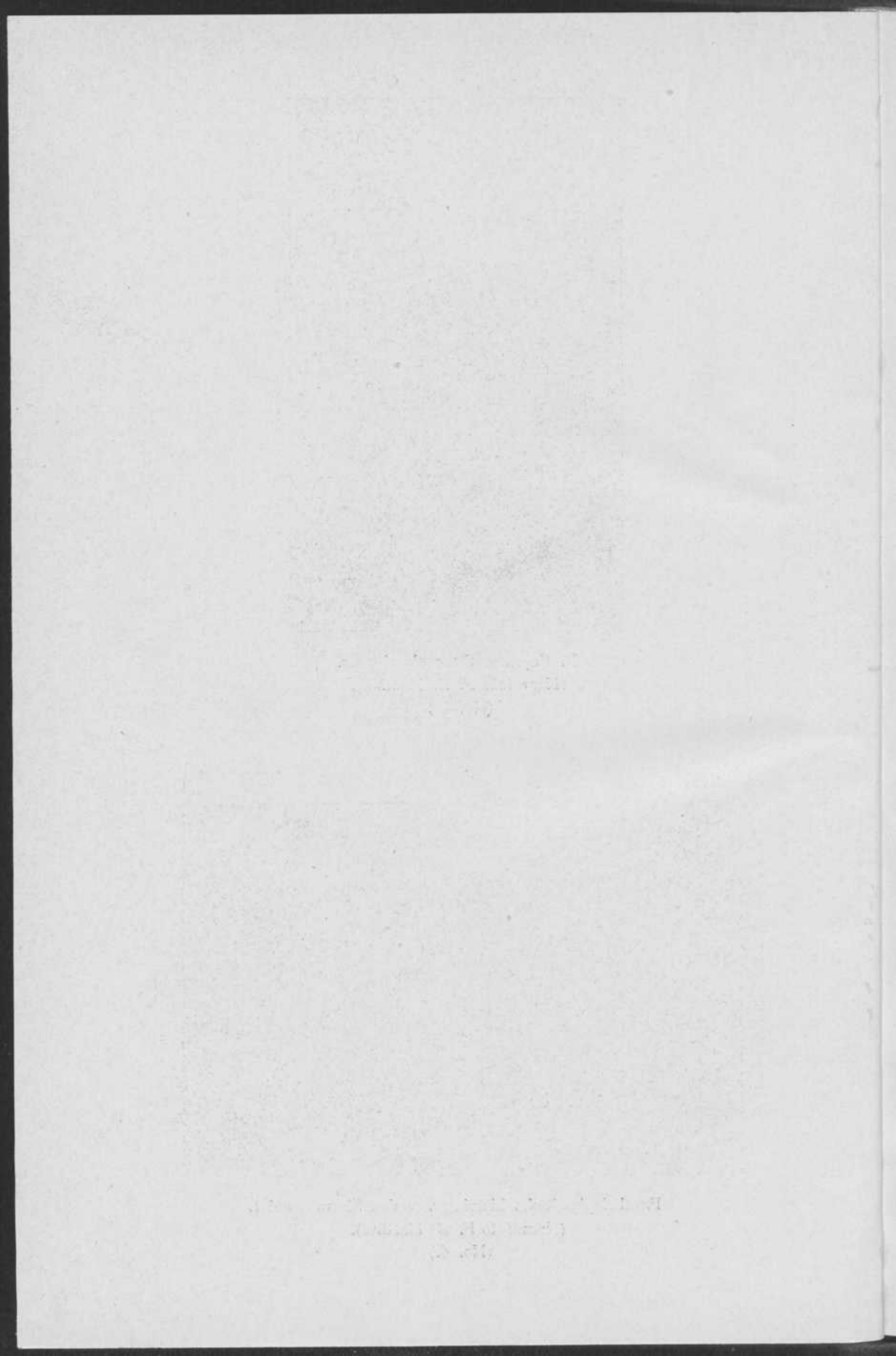
We zien dus dat velerlei omstandigheden, vooral de structuureigenschappen van het graniet, een rol gespeeld hebben bij de vorming van de buitengewoon belangwekkende natuurwonderen van het Yosemite National Park. Slechts grondige studie en uitgebreide kennis van heel Yosemite National Park en den Sierra Nevada, bracht ons de oplossing van zooveel moeilijke problemen.

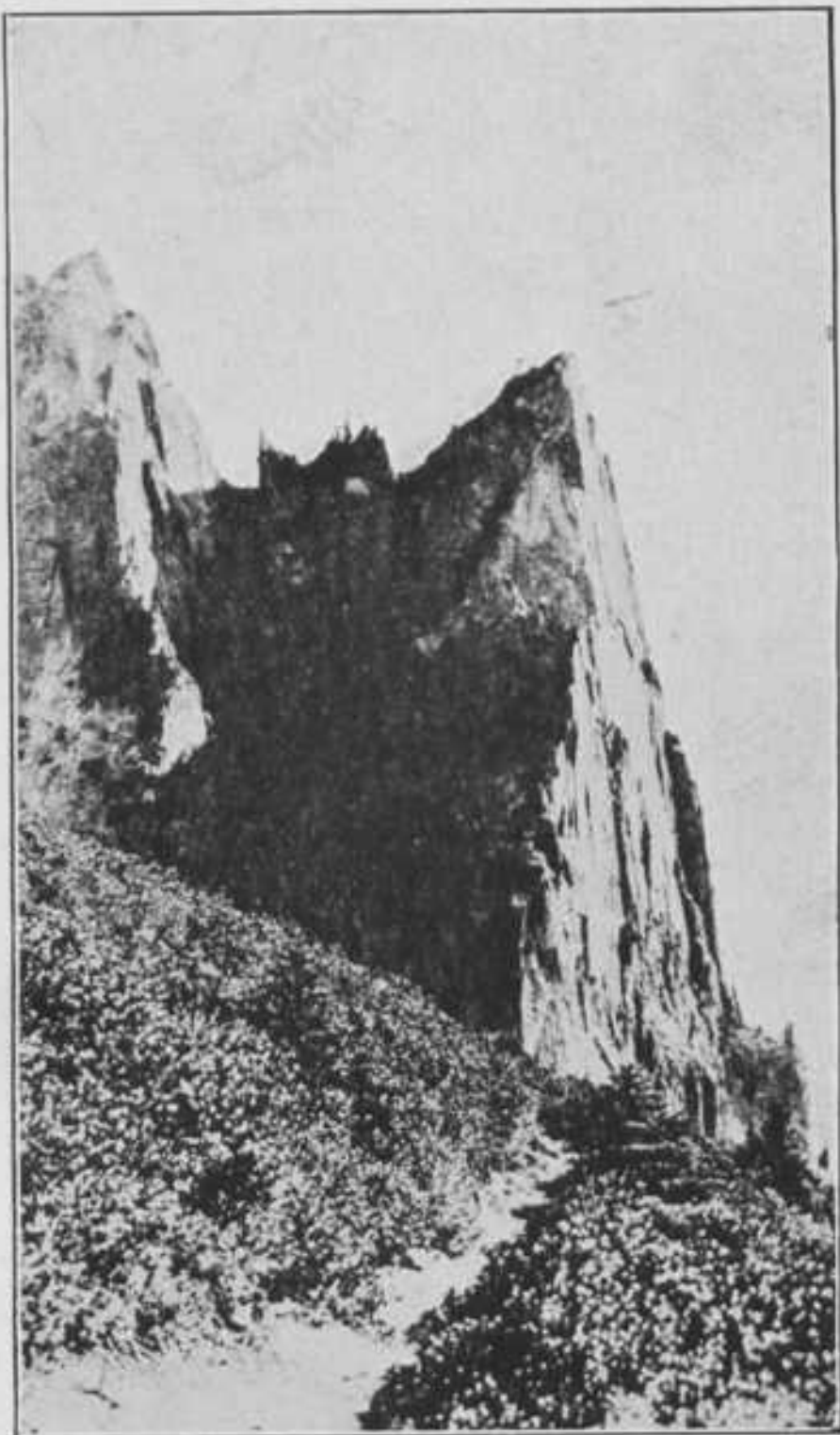


El Capitan, the rock of ages.
(Naar foto-F. E. Matthes).
(No. 3.)

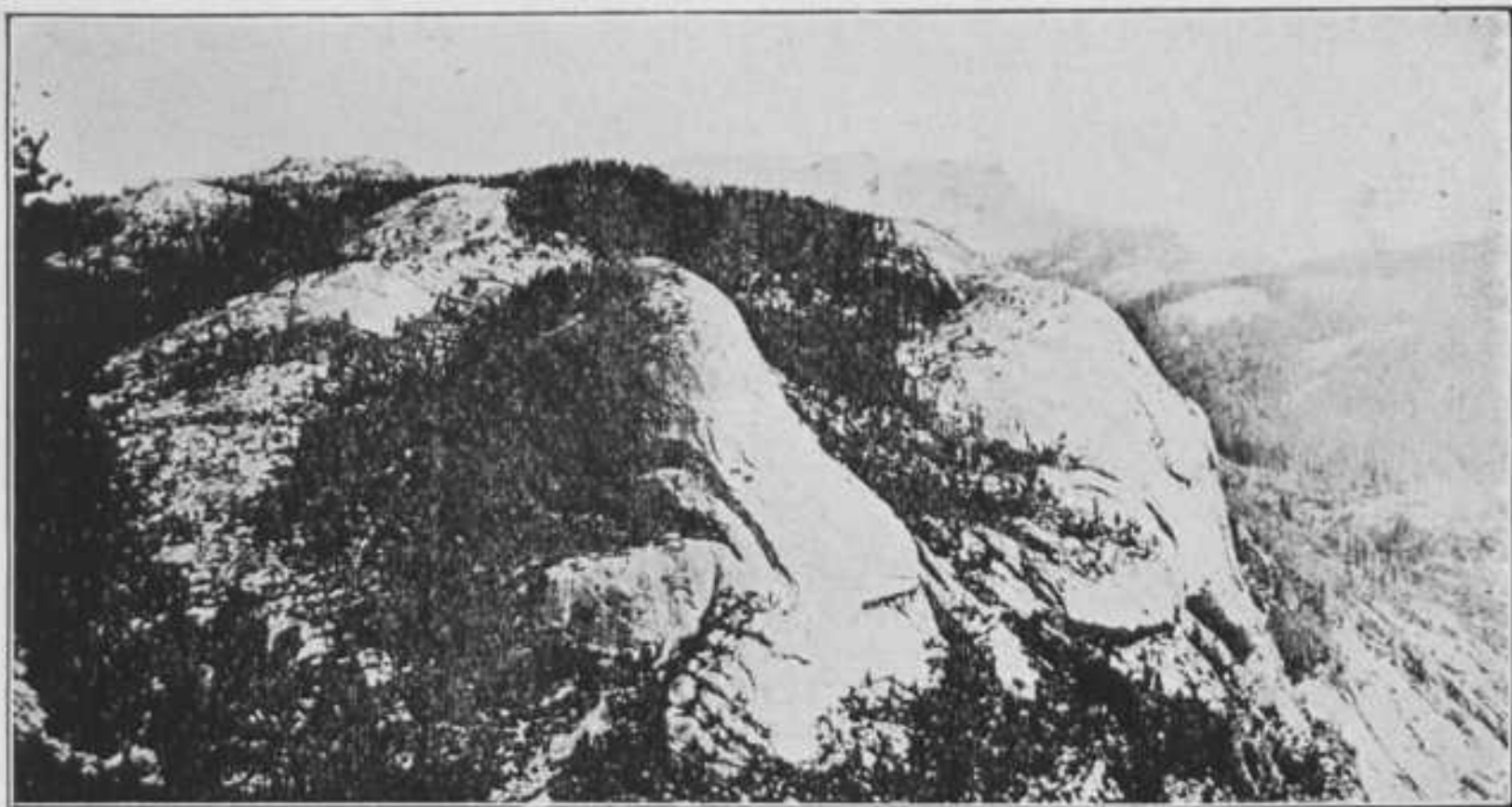


Parallelopipedische klieving van den Sierra graniet.
(Naar foto-F. E. Matthes).
(No. 4.)





Groot kliefvlak van Lentinal Rock.
(Naar foto-F. E. Matthes).
(No. 5.)



Schalige afschilfering, North Dorne en Basket Dome.
(Naar foto-F. E. Matthes).
(No. 6.)

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

Alvorens te eindigen, wil ik nog eenige woorden wijden aan de hoogst belangwekkende vegetatieverschijnselen van dit gedeelte van den Sierra Nevada.

Klimaatzones en Vegetatie.

De enorme uitgestrektheid van den Sierra Nevada parallel aan de Pacifische Kust, de belangrijke hoogte van zijn bergkam, hebben in dit gebergte buitengewoon interessante klimaat- en vegetatievoorwaarden geschapen.

De heerschende winden, voornamelijk westenwinden, komen van den Pacifischen Oceaan en zijn dus beladen met waterdamp. In hun loop ontmoeten ze den Sierra Nevada, die hen als een hooge en lange barrière den weg verspert. De Sierra Nevada koelt deze winden af, de waterdamp condenseert, en valt als regen op de westelijke hellingen van den Sierra neder. Ook de Coast Range oefent eenzelfde invloed uit als de Sierra, maar in mindere mate, aangezien de hoogte veel geringer is.

De meeste regen valt op de westhelling van den Sierra neder. De groote vallei van San Joaquin-Sacramento is arm aan regen. Slechts een zeer uitgebreid irrigatienet, kon de dorre vallei in een vruchtbare herschapen.

Ook langs de helling van den Sierra is de regenverdeeling op verschillende hoogten zeer ongelijk. We kunnen in het algemeen drie klimaatzones onderscheiden.

1. De Californische vallei en de helling van den Sierra Nevada tot 1000 meter hoogte. *Geringe regenval.*

Weinig bosschen, naar de hoogte toe wordt de boomgroei intensiever.

2. Een gordel van 1000—2350 meter. *Veel regen.* Gunstige plantengroei. Hier komen de reuzenboomen *Sequoia gigantea* voor (voornamelijk op 2000 meter hoogte). Deze boomen treft men somtijds bij eenige honderden te zamenstaand aan. Men noemt deze plekken in het bosch Grove. Beroemd is de Maripisa Grove bij Wawona.

De Big Tree of Wawona is 67 meter hoog en heeft 9 meter

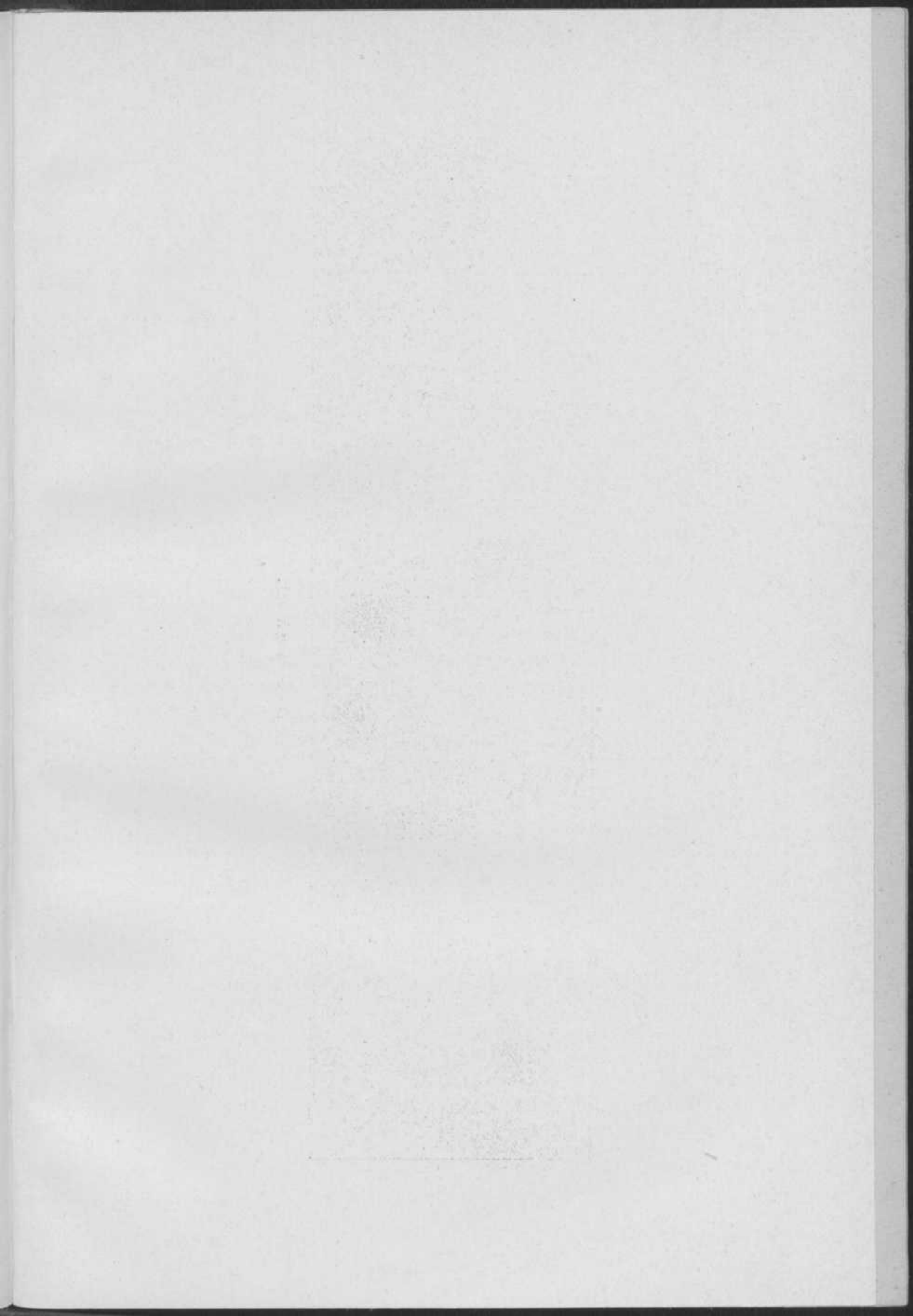
diameter. De doorsnede van de tunnel, waardoor de weg heenleidt, bedraagt 3 M.

De Grinzly Giant is 95 M. hoog en heeft 10 meter doorsnede, we vinden de eerste takken 35 meter boven de bodemoppervlakte, de doorsnede dezer takken bedraagt 2 meter. 22 menschen of 18 paarden kunnen, zij aan zij, om den boom geplaatst worden. Deze boom kan 150000 kubiek. voet hout leveren. De waarde van 1000 kubiek. voet bedraagt 10 \$. De heele waarde van den boom is dus 1500 \$ of 3600 fl.

Tegenwoordig laat men deze groote boomen met dynamiet springen, in plaats van deze op de oude manier te vellen.

3. Het bergland *boven 2350 meter.*

Hier heerschen sneeuwval en vorst. De winters zijn streng en lang. De condities voor boomgroei zijn ongunstig. Slechts kort en hard hout kan nog groeien. Bij 3000 meter bereikt men de woudgrens. Een werkelijke sneeuwrens bestaat niet, want de warme zomers doen alle sneeuw smelten. Slechts hier en daar, op tegen zon beschutte plekken, vinden we nog enkele firnvelden, overblijfsels van vroegere gletschers. De lezing werd verduidelijkt door een groot aantal lichtbeelden.





De Sabang-haven.

Over de ontwikkeling van Sabang als
Zeehaven en Kolenstation.

DOOR

L. L. F. DE GREVE,
Oud-hoofdadm. b/d. Sabang-Mij.

*Voordracht, gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging
te Delft, op 27 September 1916.*

Daartoe uitgenoodigd door het Bestuur der Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft had de o. g., oud-hoofdadm. der Sabang-Mij. den 27sten September de eer en het genoegen in het Mijnbouwkundig Instituut voor die Vereeniging eene voordracht te houden over bovengenoemd onderwerp, en geeft daarvan hierbij, mede op verzoek, een beknopt overzicht.

Geschiedenis.

In 1893 werd de Nederl. vlag te Sabang geheschen en sloot de Regeering eene overeenkomst met de firma de Lange en Co. om gedurende 10 jaren Ombilin-kolen te leveren ten behoeve van de Marine, waartoe een paar kolenloodsen en steigers werden gebouwd.

In '97 werd aan die firma vergund ook Omb. kolen aan particulieren te gaan verkoopen, maar waar deze kolensoort de scheepvaart te duur bleek, werd naar goedkoopere kolen omgezien en bestelde DE LANGE en Co. reeds het volgende jaar hare eerste scheepslading kolen uit Bengalen, welke kolensoort door de Sabang-Mij. nog steeds in hoofdzaak wordt verkocht.

In '98 liet Marine een 3000 tons dok uit Soerabaya naar Sabang brengen om zich te ontworstelen aan Prye River Dock in Penang, een maatregel die door de zee-officieren in de wateren van Atjeh algemeen werd betreurd, dewijl de dokbeurten te Penang eene bijzonder gewaardeerde afwisseling vormden in de dikwijls zware en eentonige diensten op Atjeh's kusten.

Reeds in die dagen droomde de chef van de fa. DE LANGE en Co., de Heer J. M. H. VAN OOSTERZEE — thans nog adviseur der Sabang-Mij. te Batavia — van een groot Sabang en het mocht dien geestelijken vader van de haven gelukken er de kapitaalkrachtige Nederlandsche Handel-Mij. meer belang in te doen stellen en de noodige fondsen voor uitbreiding te verschaffen. Met de aanstelling van den oud-zeeofficier Jhr. G. C. QUARLES VAN UFFORD tot Directeur der nieuw te stichten Mij. werd een tweede zeer gelukkige stap in de goede richting gedaan en het welslagen der onderneming is dan ook zeker voor een zeer groot deel aan diens beleid te danken geweest. Gunstige bij-omstandigheid was de krachtige steun, die werd ondervonden van den toenmaligen Gouverneur van Atjeh, den Generaal VAN HEUTSZ, die in de vrijmaking van Atjeh van de haven van Penang een goed pacificatie-middel zag en in dien geest de Regeering adviseerde, daarbij somwijlen tegenwerking van andere zijde ontzenuwende.

In 1902 werd de zetel der Mij. in Amsterdam gevestigd.

Nadat zij gedurende eenige jaren in de praktijk hare levensvatbaarheid had bewezen, achtte de N. H. M. het oogenblik gekomen om de aandelen aan de markt te brengen, daarmede hare, na de geloopte risico welverdiende promotorwinst te genieten en tevens hare geldmiddelen weer vrij te maken. Niet onmogelijk achtende dat vreemd kapitaal zich van de aandelen meester zou maken en dat de nationaliteit daarmede gevaar zou gaan loopen, waarschuwde zij hiervoor de Nederlandsche Regeering, en zoo ontstonden in '07 de onderhandelingen, die in 1909 leidden tot de nu geldende overeenkomst met den Staat, vastgelegd bij de wet van 16 Nov. 1909 (Nederl. Stsbld. No. 364).

De Regeering bereikte daarbij haar doel om de nationaliteit voor goed vast te leggen; in de eerste plaats door tegen den

kostprijs alle havenwerken over te nemen, welke de Sabang-Mij. in erfpacht werden teruggegeven tegen $3\frac{1}{4}\%$ rente, terwijl ook nieuwe havenwerken op dezelfde wijze zouden worden behandeld. Verder werd den Staat een toenemend aandeel in de winst verzekerd, alsmede invloed en deelname in het besuur (goedkeuring der benoeming van bestuurders en een Regeerings-Commissaris).

De Mij. werd verder verplicht tot de „exploitatie in den meest uitgebreiden zin van een zeehaven en kolenstation voor en de voorziening in de daarmede in verband staande behoeften van de scheepvaart”.

Daartegenover verwierf de Mij. verschillende rechten, welke daarvoor noodig waren, zooals waarborgen voor het behoud van het karakter van vrijhaven, vergunning tot behoud en uitbreiding van haren loodsdienst, recht van aanleg van waterleiding, enz.

Tot de overige belangrijke bepalingen behooren o. a. de rechten der Regeering in moeilijke tijden enz.

Doel.

Dat de Sabang-Mij. zich geldelijk voordeel ten doel stelde op zoodanig gebied, waar zij meende dat voor kooplieden mooi, vruchtbaar en voor het Nederlandsch bewustzijn verheffend werk te verrichten viel, behoeft geen betoog.

Zooals boven gezegd, had het Bestuur een ander doel voor oogen en wel het economisch vrij maken van Atjeh van de Straits Settlements. Het voor ons verkleinend besef van den Atjeher dat de „compeni” toch niet zonder een Engelsche haven kon, moest verdwijnen.

De Mij. heeft haar doel volkomen en snel bereikt, hetgeen wel duidelijk daaruit blijkt, dat na flinke afschrijvingen en reserves de dividenden na 1910 steeds 10% of hooger waren. Toen dan ook in 1914 de N. H. M. voor $1\frac{1}{2}$ miljoen certificaten van aandeelen tegen 150% aan de markt bracht, werd zoodanig overteekend, dat maar 12% kon worden toegewezen.

De scheepvaart in de haven van Sabang was toen reeds zeer beduidend gestegen; in 1913 werd er ruim 9.000.000 M³. scheepsruimte ingeklaard, tegen ruim 12.000.000 in Amsterdam.

In het Gouvernements-verslag Buitenbezittingen 1904—1914 (Enc. Bur.) wordt dan ook op bldz. 50 terecht opgemerkt, dat Sabang in den „korten duur van haar bestaan als Oceaanhaven een geweldige vlucht (heeft) genomen en neemt thans reeds de eerste plaats in, voor zoover betreft het onmiddellijk buitenlandsch verkeer, en de vierde plaats voor het geheele verkeer, vergeleken met alle andere havens in den Archipel”.

Als kolenlaadhaven nam Sabang al eerder de eerste plaats in Ned.-Indië in en verklaarde o. a. een der meest beteekenende Engelsche reeders Sabang voor de best toegeruste kolenhaven van Azië. De Fransche nautische schrijver CLEMENT BERGER noemde Sabang als kolenstation een model-inrichting.

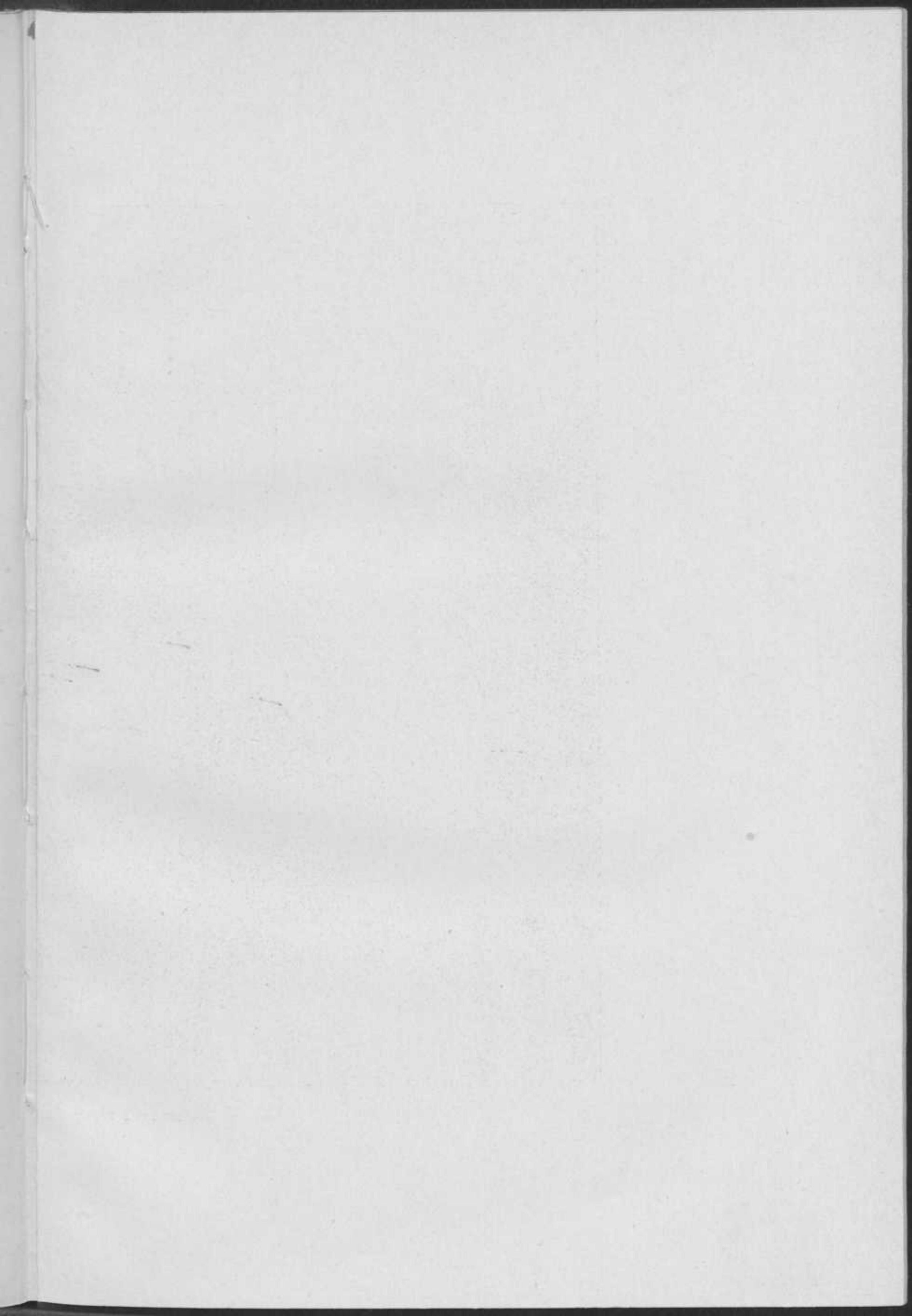
De kolenverkoop steeg van rond 23.000 ton in 1902 tot ruim 213.000 ton in 1913, terwijl de geloste en geladen goederen van rond 10.000 ton in 1904 tot bijna 150.000 ton in 1913 waren opgelopen.

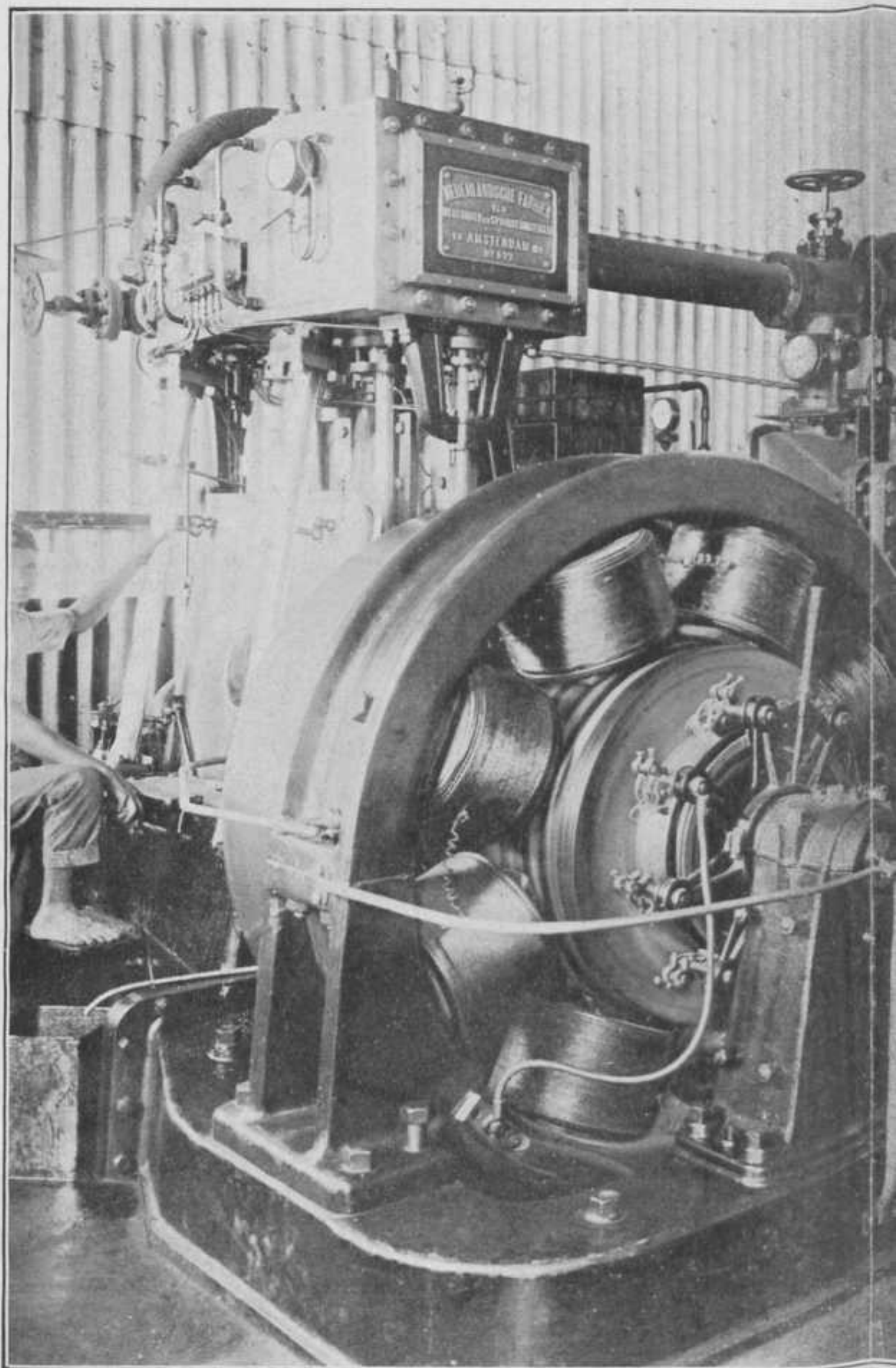
Ook de Regeering bereikte in hoofdzaak haar doel. De gelegenheid voor scheepvaart en handel om zich vrij te maken en te voelen van de Straits-havens was onbetwistbaar geschapen en in menig opzicht werd thans onder Nederlandsche vlag verbetering gevonden op haventoestanden in Penang en Singapore. Dat niettemin een groot deel van den producten-uitvoer van Atjeh over die beide Engelsche havens is blijven gaan, valt te betreuren en is niet gemakkelijk te verklaren.

Hoe was het mogelijk het gestelde doel zoo spoedig en zoo voorspoedig te bereiken?

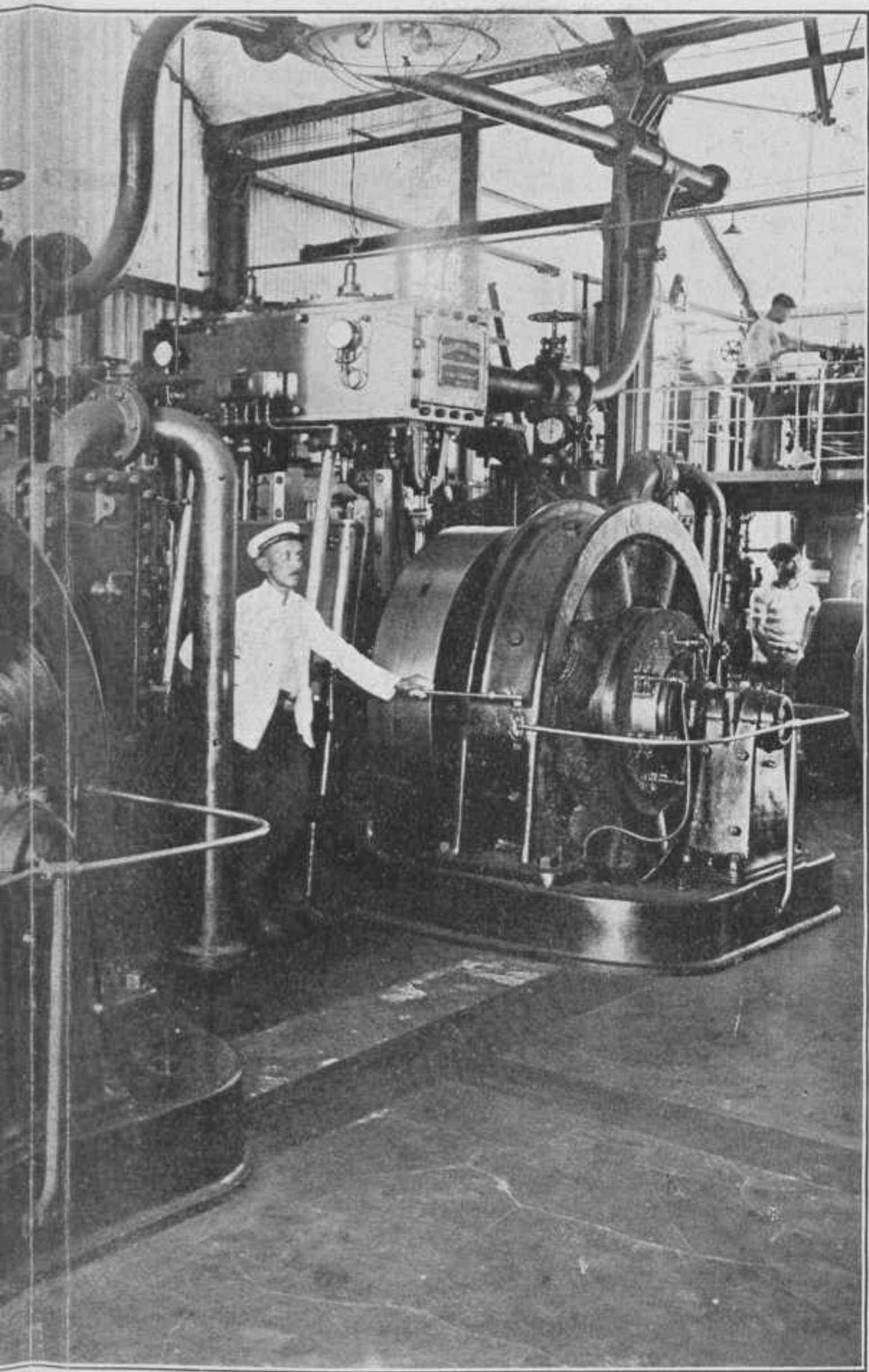
De ligging van Poeloe-Weh mag uit aardrijkskundig oogpunt eene bijzonder gelukkige worden geacht. Schepen, die uit het verre Oosten (o. a. Vladivostock en andere belangrijke afscheep-havens van soya-boonen) komen, kunnen door het kolen laden in Sabang een station overslaan, omdat van daaruit Port-Said te bereiken is, terwijl bij het aanloopen van Singapore opnieuw kolen moeten worden bijgeladen in Colombo, een zuiver tijdverlies aldus.

Een tweede er zeer groot voordeel is de natuurlijke gesteldheid der haven, die de kunst-havenwerken voor een groot scheep-

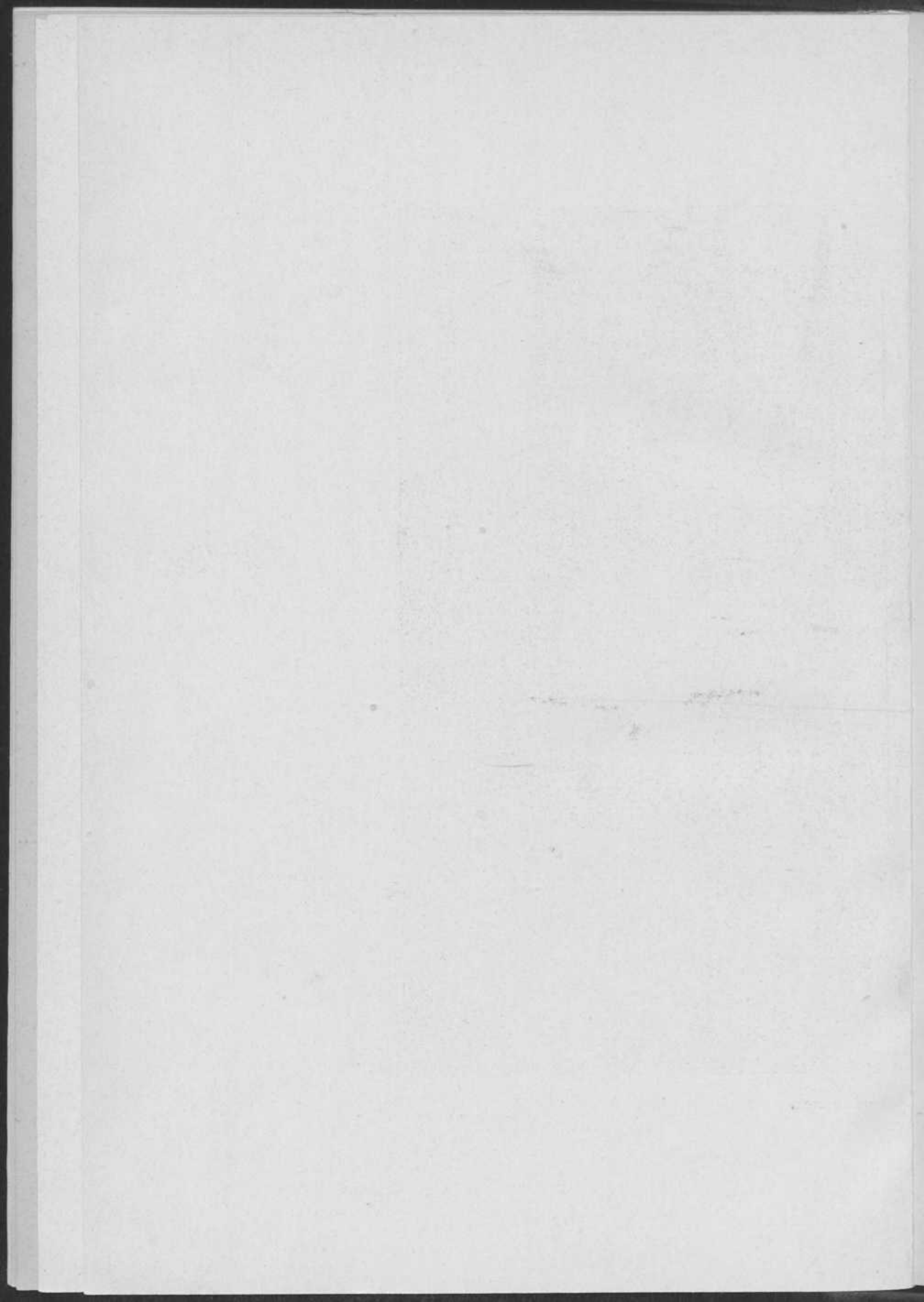




Electrische centrale met



net stoomgeneratoren.



vaartverkeer betrekkelijk zeer goedkoop hield en tevens het binnenkomen in de haven voor de meest diepgaande schepen der wereld onder de meest ongunstige omstandigheden van weer en wind, ook bij nacht, mogelijk maakt. Penang is voor diepgaande schepen nooit te bereiken evenmin als de andere Nederl.-Indische havens, Singapore is bij nacht voor de scheepvaart slechts bij uitzondering bereikbaar en zelfs in de schitterende haven van Rotterdam moeten zeer diepgaande schepen als de „Rotterdam” en „Nieuw-Amsterdam” bijna immer op tij varen. Wat dergelijk tijdverlies voor de scheepvaart betekent, is algemeen bekend.

De kosten der havenwerken van Sabang bedragen tot nu toe rond 2½ miljoen gulden, het bedrag, thans ongeveer door de Regeering daarin gestoken. De haven van Singapore werd in der tijd door Straits Government van de Tandjong Pagar Dock Cy. overgenomen voor ruim \$ 29.000.000 ; dit gouvernement besteedde daaraan toen nog voor uitbreiding en verbetering rond \$ 20.000.000 makende een totaal van rond f 70.000.000.

Volgens het bekende verslag van Prof. KRAUS over de verbetering van de haven van Priok, waar slechts luttel meer scheepvaartverkeer is dan te Sabang, kostte die haven tot 1910 rond 17 miljoen, terwijl de uitbreiding toen werd geraamd op 2 miljoen.

Het behoeft geen betoog dat zelfs bij lagen rentevoet schepen en goederen alleen reeds door hoge aanlegkosten zwaar belast moeten worden om de haven zich te doen bedruipen, om niet te spreken van het onderhoud van die dure werken.

Ten slotte werd het doel zoo snel bereikt door goede bediening van de scheepvaart. Werd boven reeds het oordeel van een toonaangevend Engelsch reeder genoemd, de Sabang-Mij. mag zich verheugen in de waardeering van en aangename samenwerking met talloze reederijen.

Toekomst.

Het is op dit gebied niet aanlokkelijk om voorspellingen te wagen en het zou te ver voeren om in onderdeelen af te dalen. Heeft steller dezes de overtuiging, dat na afloop van den oorlog de

lijn van ontwikkeling de oude stijging weer zal opvatten, er zijn menschen, die in het Panama-kanaal eene bedreiging van Sabangs vooruitgang zien. Daartegenover mag echter gewezen worden op de geweldige scheepvaartontwikkeling, die over het geheel in O.-Azië mag worden verwacht als China ontwaakt.

Dan is een naderbijliggend vraagpunt of de ontworpen Oceaanhaven van Belawan-Deli al dan niet aan hare oudere zuster afbreuk zal doen. De Directeur der Sabang-Mij. heeft in zijne desbetreffende nota aan de Regeering als zijn oordeel te kennen gegeven, dat zulks niet het geval zal zijn. O. g. is dezelfde meening toegedaan. Dit neemt niet de gedachte weg, dat genoemd havenplan, dat trouwens nog niet vast staat, op economisch ondeugdelijken grondslag schijnt te berusten. Een zeer eng opgezet ontwerp, dat eigenlijk nog geen aanspraak kon maken op den naam van Oceaanhaven, werd reeds begroot op 7 millioen. In 1913 bedroeg de totale hoeveelheid in Belawan gelost en geladen nog geen 85.000 ton tegen ruim 600.000 ton in Sabang. Men vergelijkte daartegenover de kosten der havens en bedenke dat een kostbare haven, die zich zelf wil (moet) bedruipen, behoort te berusten op een massalen omzet.

Werden boven de groote lijnen geschetst, zoo worde thans afgedaald in eenige onderdeelen.

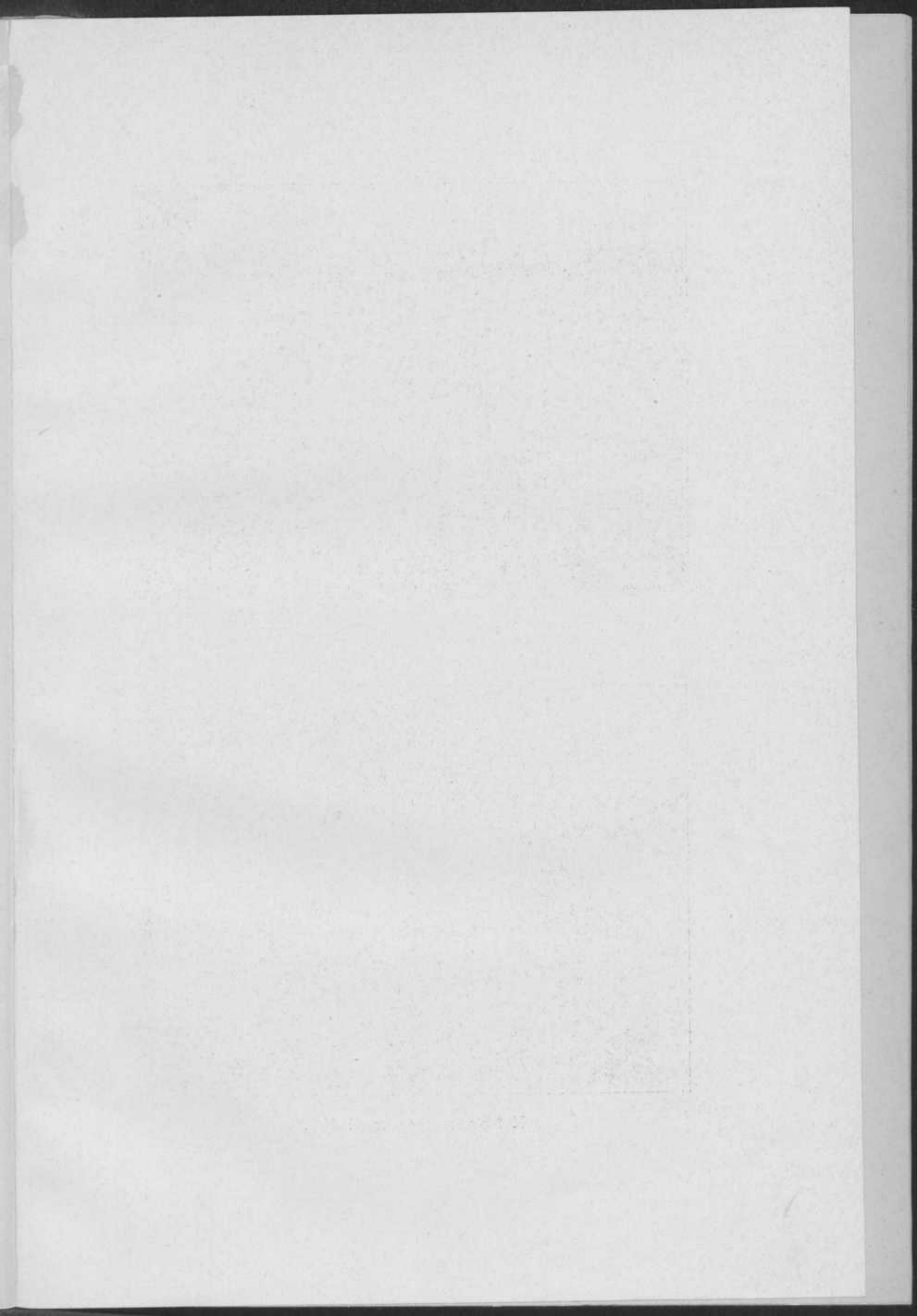
Eischen van bediening der scheepvaart.

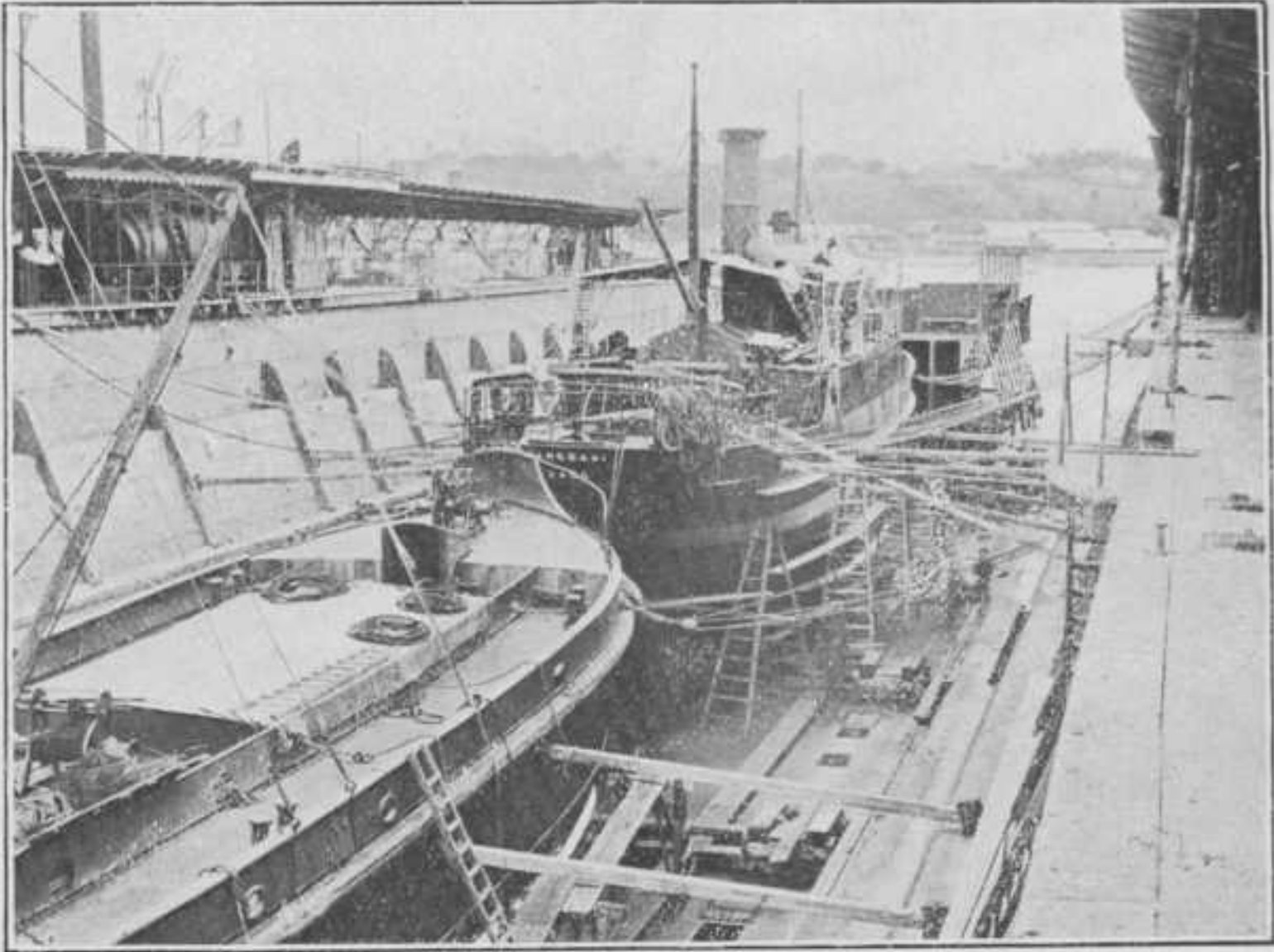
Voor een kolenstation laten deze zich in het kort als volgt samenvatten :

jegens de reeders: goede en goedkoope kolen, zeer snelle bediening, gemakkelijk overzicht van kosten en goede voorziening in tal van bijkomstige behoeften van schepen.

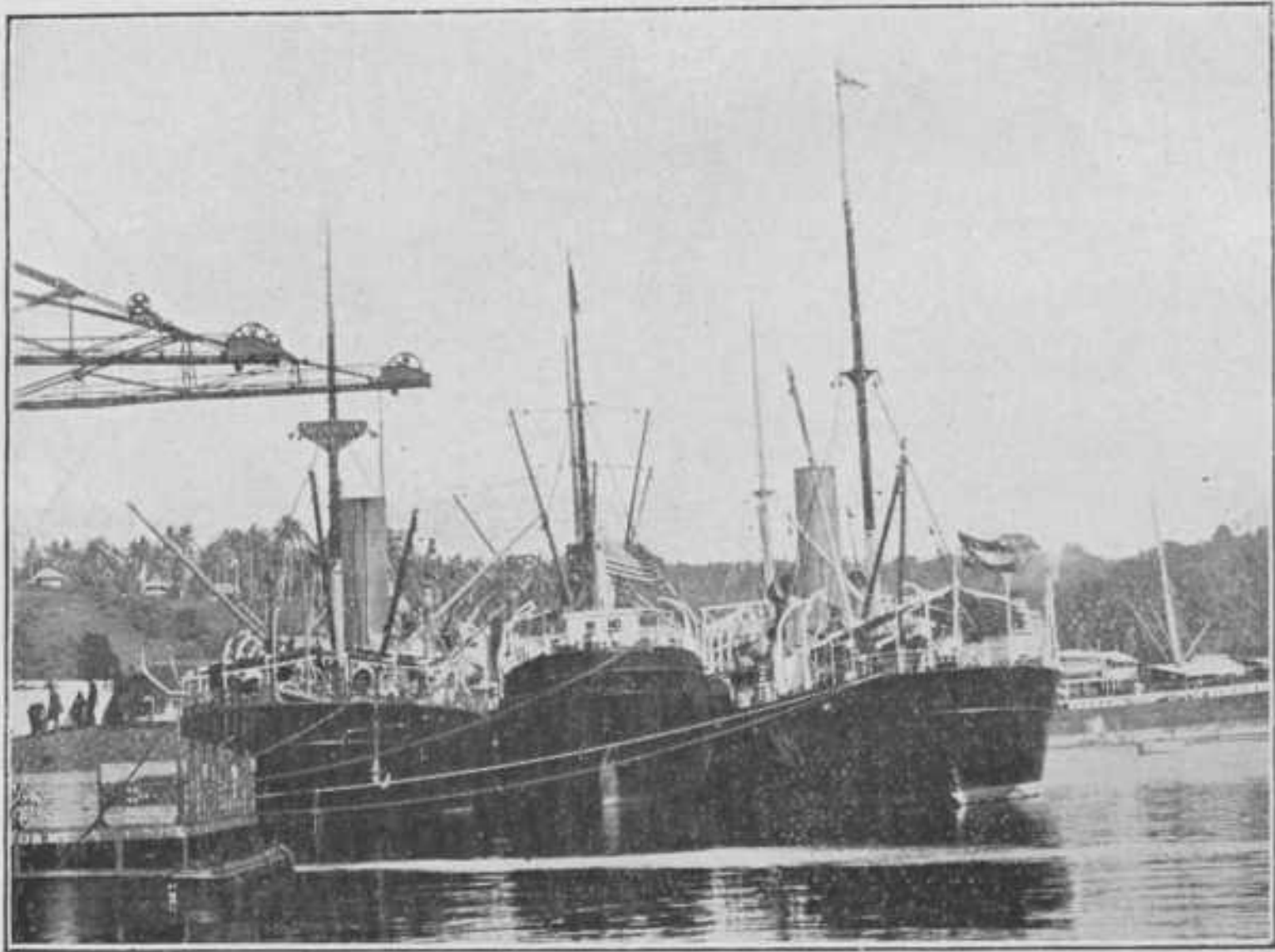
jegens kapiteins en machinisten: vlot, voorkomend en geen moeilijkheden.

Het eerstgenoemde is afhankelijk van vele factoren, terwijl het begrip goede kolen niet te letterlijk moet worden





Muskietenvloot in het dok.



Het overschepen van lading.

opgevat. Immers zorgen de meeste reeders wel dat hun schepen door ruim stoomvormend vermogen ook met tweede rangs kolen goed kunnen varen. De Bengaalsche kolen zijn feitelijk als zoodanig te beschouwen. De zaak is dan ook voornamelijk om in deze soorten minstens even goed en liefst wat goedkooper te verstrekken dan de bureu, Singapore en Colombo.

Waar hogere eischen werden gesteld, voerde de Mij. trouwens met goed gevolg iets nieuws in, n.l. opheffing van de Bengaalsche kolen door deze te mengen met Ombilin steenkolen, welke tot de beste kolen van Azië behooren. Jammer dat de Ombilin mijnen een onvoldoende hoeveelheid voortbrengen om deze werkwijze te kunnen volhouden.

Om de kolen goedkoop te kunnen krijgen, is inkoop in het groot, dus groote omzet, vereischte, alsmede lage vrachten bij den aanvoer en wel door zeer snelle lossing, waarvoor doelmatige groote werktuigen noodig zijn, en goedgekozen opslag. Wordt aan al die eischen voldaan, dan zal het mogelijk zijn om de algemeene kosten per eenheid laag te houden.

Doch ook het begrip goedkoope kolen is nog maar betrekkelijk hoofdzaak. De schepen der Anglo-Saxon Petroleum-Co. (groote tankbooten) werden van de haven van Singapore, waar ze lagen voor lossen of laden, naar Sabang weggesnoept met achtereenvolgens 3d, 6d en zelfs een shilling hooger en kolenprijs dan in Singapore, zulks eenvoudig door betere bediening. De eerst verlangde 1300 ton kolen zou men in Singapore in 3 etmalen laden, in Sabang gebeurde het in 9 uren. Men behoeft slechts te bedenken, dat een dergelijk stoomschip (de Spondilus) den reeders per dag onder normale omstandigheden rond 2000 gulden kost om dit raadsel te kunnen begrijpen en tevens dat die ondervinding tot eene geregelde overeenkomst leidde.

De bedrijfsuitkomsten en de steeds stijgende omzetten hebben bewezen dat de Mij. er in slaagde om aan de eerste reederseischen te voldoen.

Om te bewerken, dat de kosten gemakkelijk waren te overzien, bepaalde de Mij., dat in den prijs der kolen alle bijkomende

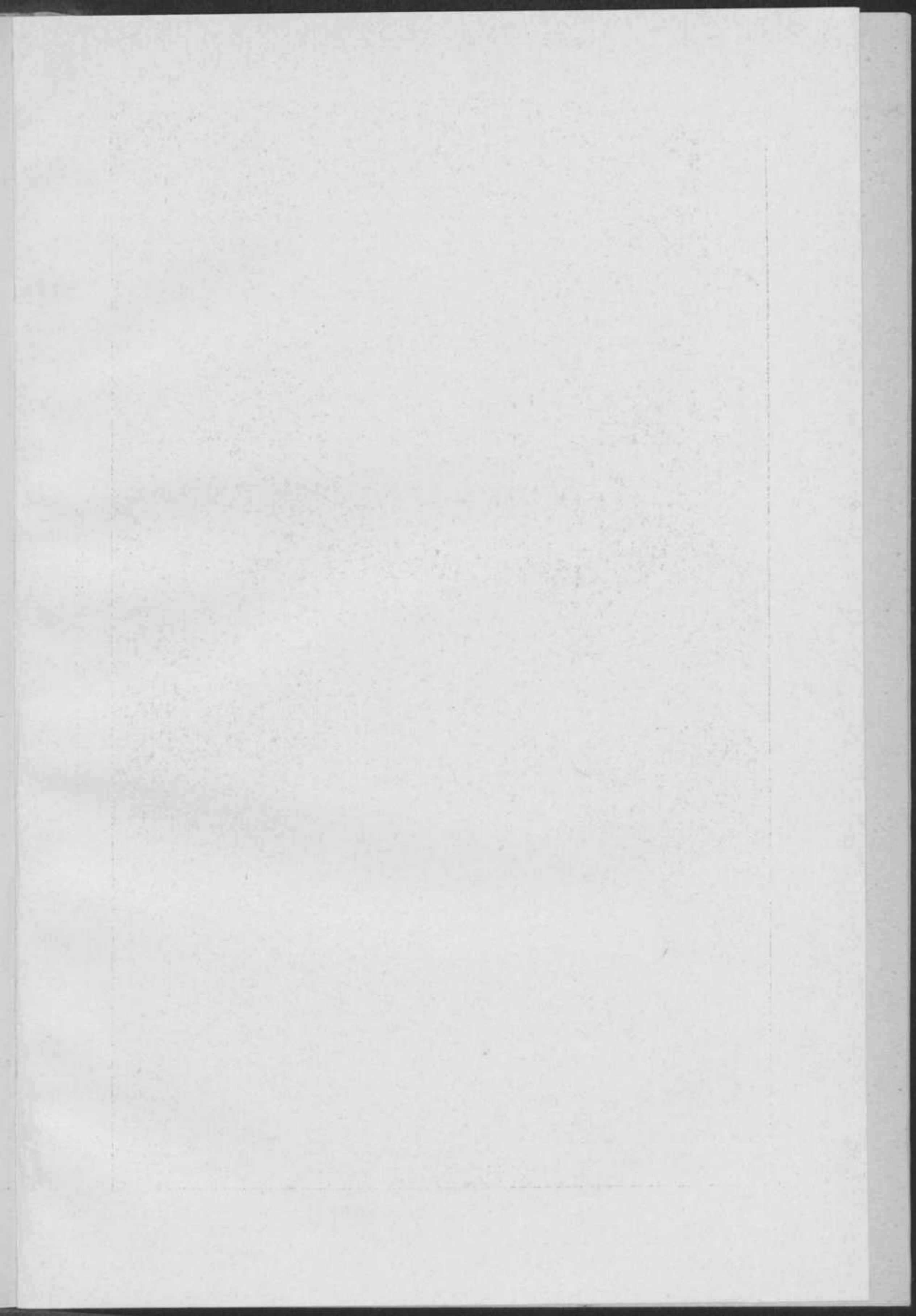
gebruikelijke kosten van het aanloopen van eene haven zouden zijn begrepen, t. w. loods-, licht-, haven- en ankeragegelden. Elke reeder, die eene overeenkomst voor kolenlevering sluit met de Sabang-Mij., weet derhalve voor het kolenladen geene verdere onkosten te hebben.

Wat nu de meest gebruikelijke bijkomstige behoeften der scheepvaart aangaat, zoo heeft de Mij. gezorgd, dat er uitstekend water tegen concurreerende prijzen zóó snel en eenvoudig geladen kan worden als eenig schip het maar slikken kan; dat er onder toezicht der Mij. goede en goedkoope victualiën te krijgen zijn, alsmede alle andere scheepsbehoeften, zooals touw- werk, olie, verf, ijzerwaren enz.

Voor het verrichten van alle voorkomende scheepsherstellingen worden uitgebreide werkplaatsen met de nieuwste werktuigen en een klein droogdok geëxploiteerd, waaraan ruim 300 ambachtlieden werk vinden. Verder vindt men er sleepbooten, een ijsfabriek, een seinpost, een klein hotel, alles van de Mij. en van Gouvernementswege een hospitaal, ontsmettingsinrichting en quarantaine-station.

Kortom in elke scheepsbehoefte is of wordt voorzien, zelfs waar sommige bedrijfsonderdeelen, zooals het hotel, blijvend verlies geven.

Wat nu de eischen jegens kapiteins en machinisten der schepen aangaat, om hieraan te voldoen, wordt eigenlijk in elke goed uitgeruste haven slechts tact vereischt, m. a. w. dit is onafhankelijk van plaats. Echter mag daarbij te Sabang een niet te onderschatten voordeel worden genoemd, dat het geheele bedrijf in *eene* hand is vereenigd. De Mij. wijst de schepen de ligplaatsen aan, levert ze nagenoeg alles, exploiteert zelf loodsdienst, sleepdienst, seinpost, werkplaatsen, dok, hotel, enz., is Lloyds agent, vertegenwoordigt de eenige bank ter plaatse enz., zoodat alle versnippering is voorkomen en elke kapitein of machinist nimmer behoeft te zoeken en te vragen, waar hij moet wezen om alle wenschen bevredigd en alle klachten dadelijk behandeld te krijgen. In de meeste andere havens wordt deze samenvatting van beheer gemist en geeft zulks aanleiding tot allerlei vervelende moeilijkheden.





Een kijkje in een der werkplaatsen.

Werkplaatsen en werktuigen ter bevordering van een vlotte bediening der scheepvaart.

Voor de snelle lossing der kolen-aanbrengende schepen verzezen in 1903 eerst 4 groote elektrische transporteurs, die dadelijk voldeden, en met betrekkelijk kleine wijzigingen en verbeteringen alsmede aanvulling met een vijfde exemplaar dit doel (op in Azië voorbeeldlooze wijze) deden bereiken. Een niet geheel verwachte meevaller was, dat deze werktuigen ook bij het beladen van schepen uitnemende diensten bleken te kunnen bewijzen. Later werden bovengenoemde werktuigen meer in het bijzonder voor belading aangevuld met een automatische bunkerlichter en een lichter met $7\frac{1}{2}$ tons grijperkraan. Met die gezamenlijke middelen werd het b. v. mogelijk om uit het stoomschip „Ocean” eene lading van 7000 ton Ombilinkolen in 40 uren te lossen (d. w. z. het schip was 40 uren na binnenkomst leeg) en soms tot 2000 tons lossingssnelheid te garandeeren tegenover 400 in Singapore.

Omgekeerd stellen al die werktuigen tot zeer snel kolen laden in staat. En wat dit beteekent, werd boven reeds aangetoond.

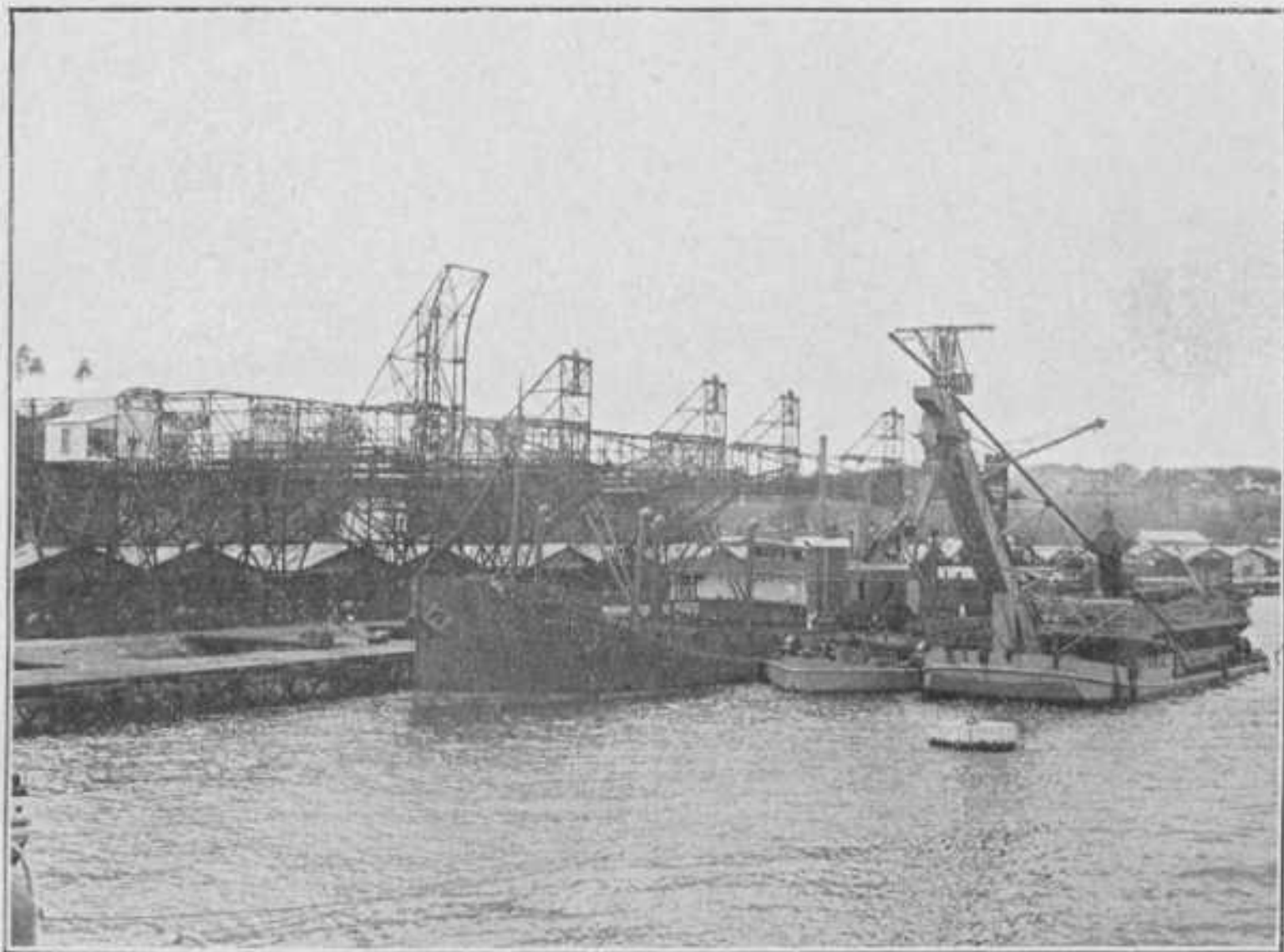
Als kleine uitwijding zij aangestipt, dat de $7\frac{1}{2}$ tons grijperkraan door de eenvoudigste werkkrachten, contract-koelies, wordt bediend, eene proefneming, die uitnemend slaagde en wederom de gevestigde meening te Sabang bekrachtigde, dat van Inlanders en Chineezzen, mits goed geleid, nagenoeg alles is te maken. Het is wellicht de moeite van vermelding waard, dat deze meening, die door vele werkgevers niet wordt gedeeld, ook reeds met ontwijfelbaar goed gevolg in de praktijk werd toegepast door den mijn-ingenieur W. H. DE GREVE bij het exploreeren naar kolenvelden. (Zie: De arbeid bij de mijnbouwkundige-geognostische opneming van Sumatra's Westkust. Tijdschrift voor Ned-Indië, Mei 1873). Het behoeft wel geen nader betoog dat op Sabang — evenals op Sumatra's Westkust in 1873 — zooveel mogelijk wordt gewerkt in borrhong (aangenomen werk), niet alleen bij het lossen en laden van steenkolen en stukgoederen, maar in de verschillende fabrieken en werkplaatsen. Alleen daardoor is het mogelijk om zuinig te werken.

Bij de boven beschreven werktuigen voor het kolenbedrijf sluit zich eene geheele installatie aan voor het overscheper, van ruwe olie, petroleum en benzine, alsmede opslag van Dieselolie enz. voor de verstrekking als brandstof. Hiervoor is een afzonderlijke pier gebouwd, waaraan de diepstgaande tankschepen kunnen meren, met eigen elektrische pomp- en lichtcentrale, alsmede waterbakken. Totdat voor dat doel met de Koninklijke-Shell combinatie eene overeenkomst was gesloten en een viertal tanks waren gebouwd, werden ruwe en geraffineerde olieën met het oog op de gebrekkige waterstand bij Pangkalan Brandan en Poeloe Sembilan, zoowel komende van als gaande om de West, eerst gedeeltelijk uit de groote schepen gelost (bijgeladen) in of tegenover Singapore, waardoor die dure schepen feitelijk het stuk van Singapore tot Pangkalan Brandan heen en weer nutteloos aflegden, zoodat de inrichting te Sabang op de exploitatie dier schepen beduidende bezuiniging geeft.

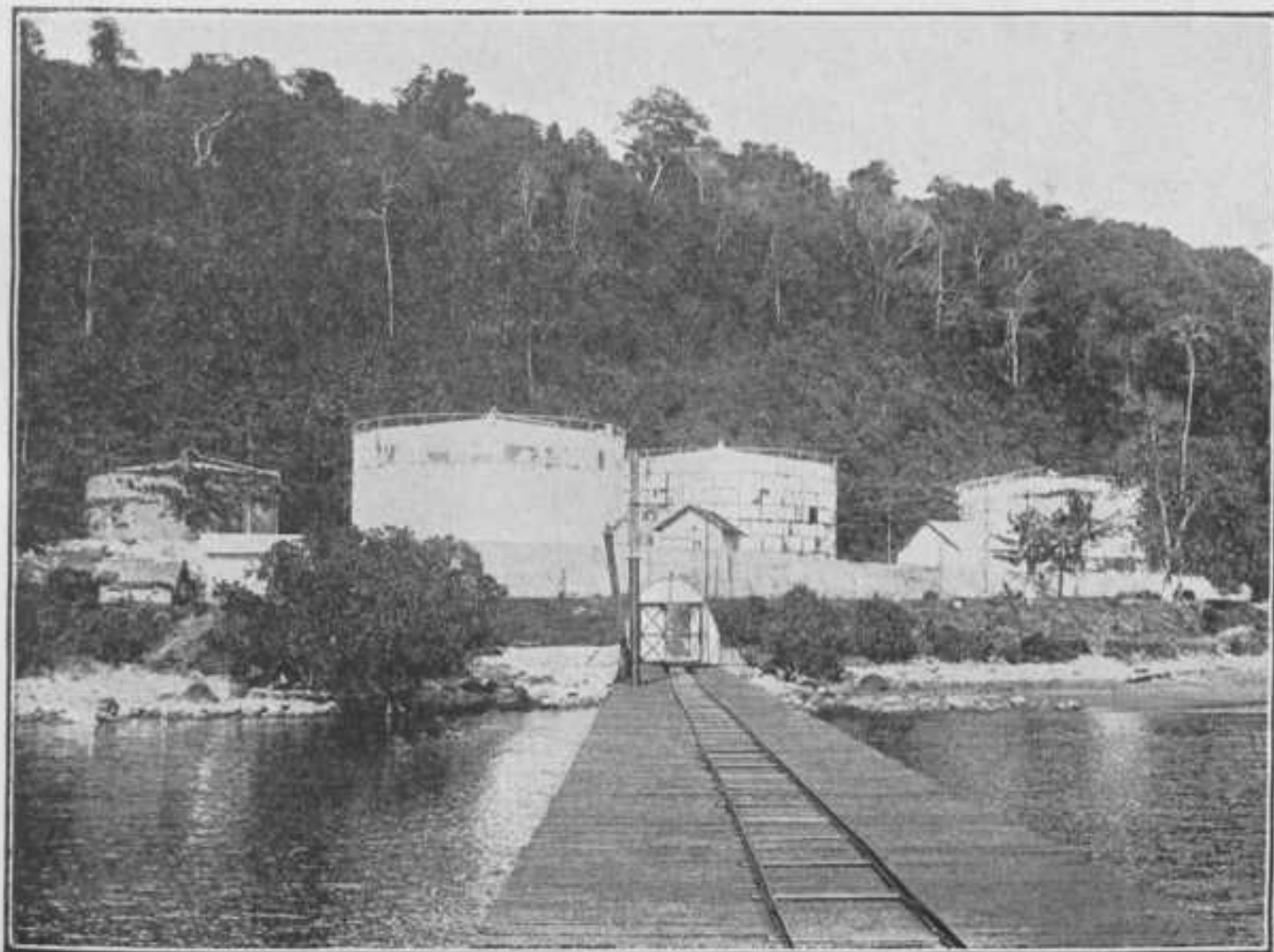
Kracht voor de meeste werktuigen wordt te voorschijn geroepen in eene elektrische centrale met stoomgeneratoren en een Diesel-motor, terwijl de buitengewone wisselvalligheid van stroomafname wordt beheerscht door 2 groote accumulatoren-batterijen, die als buffers dienen.

Behalve door pijpleidingen op vasten wal en steigers, wordt voor waterlevering op schepen gezorgd door 2 waterbooten, waarvan de eene is voorzien van eigen stuwvermogen en eene afzonderlijke inrichting voor elektrisch lasschen op schepen.

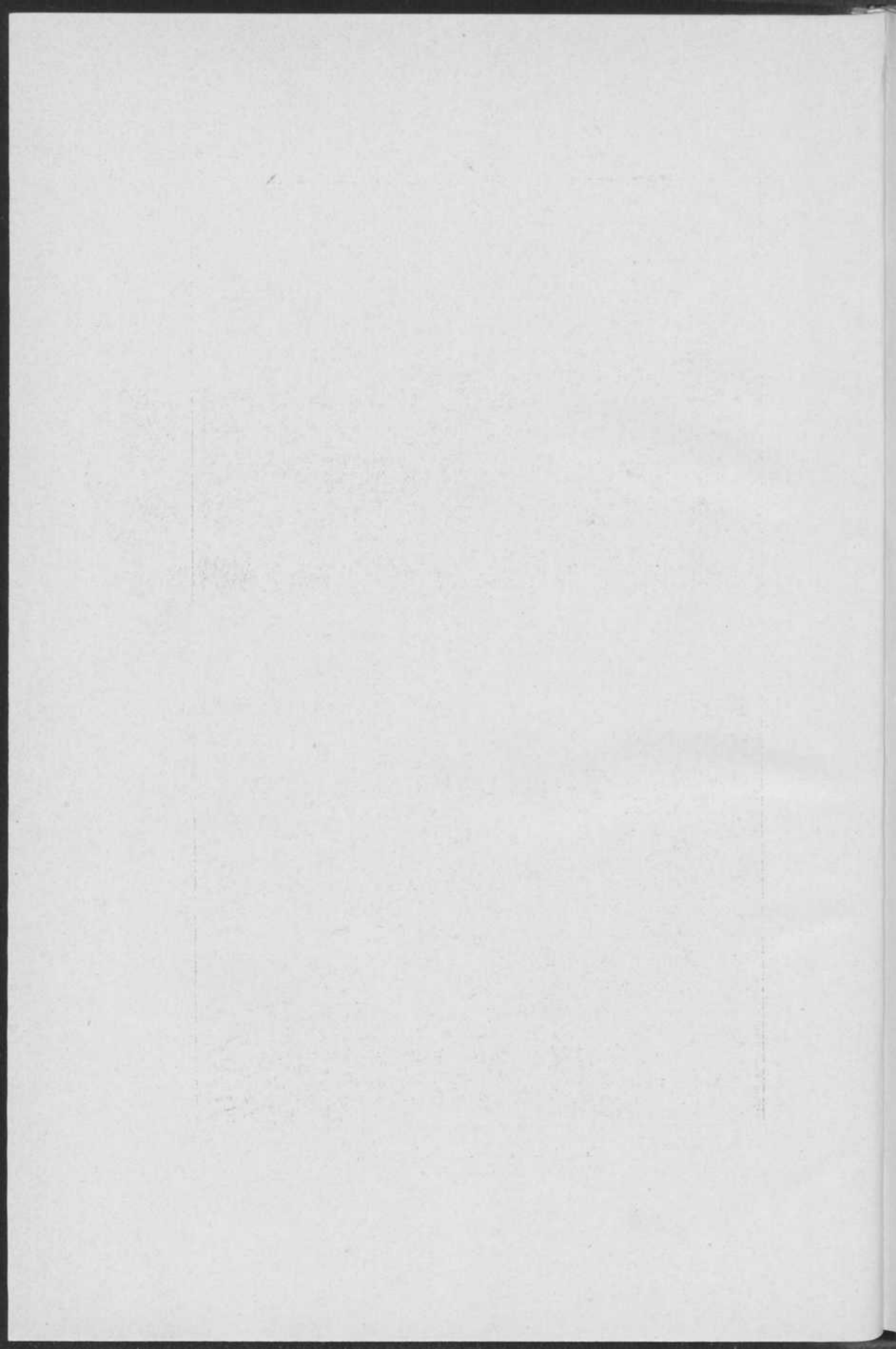
De werkplaatsen voor aanbouw en herstelling van schepen, waaraan van 300 tot 400 ambachtslieden werken en waarin ruim 100 van de nieuwste werktuigen zijn opgesteld, vinden behalve in eigen bedrijf meestal ruim arbeidsveld. Zoo werden een veertigtal vaartuigen gebouwd en opgebouwd, van af kleine motorbooten tot groote tinemmerbaggermolens voor de werf Conrad en bestemd naar Siam en Singkep. Op de schepen wordt ook in verband met dokkingen veel werk gevonden, alsmede in de naburige landen als Deli en de Straits. Wanneer men daar somwijlen een werk niet af kan is Sabang er goed voor. Zoo met de dynamo's van de tankboot Chesepeake een jaar of 9 geleden, waarvoor men in Singapore een fabelachtige som en



De kolentransporteurs met bunkerlichters.



De tanks voor ruwe olie, enz.



14 werkdagen vroeg, hetgeen kapitein en hoofdmachinist tot de vaste overtuiging bracht, dat men het karwei niet aandurfde. Het werk geschiedde te Sabang in 3 etmalen en bleek tot groote tevredenheid van personeel en reeders (ook na jaren nog) goed te zijn geweest. Nog in dit jaar kon men blijkbaar in de Straits de herstelling van dynamo's (spoelen wikkelen) niet aan, hetgeen bleek uit een verzoek om hulp uit die streken, toen daar de bliksem in een dynamo was geslagen.

De ijsfabriek, in den aanvang te klein en verliesgevend, kan sedert jaren aan alle plaatselijke en scheepsaanvragen voldoen en heeft zich tegen concurrerende prijzen toch langzamerhand weten te bedruipen.

Het dokbedrijf was eertijds erg slap, maar begint zich te ontwikkelen: het aantal dokdagen was in 1914 190 en het volgende jaar reeds 250. Daarbij zijn de dokprijzen lager dan bij een van de burenen, hetgeen b. v. een Engelsch stoomjacht mede aanleiding gaf om te Sabang te dokken.

Mannen zonder vakkennis op dat gebied hebben er eertijds de Directie der Mij. een verwijt van gemaakt, dat niet in eene zoogenaamde behoefte van een zeer groot dok werd voorzien, doch de Mij. heeft zich die strop wijselijk niet op den hals gehaald. Waar de reeders hunne schepen bij voorkeur laten dokken in de haven, waar zij zelve zetelen, dan wel in eene haven, waar het schip op lading moet wachten (b. v. suiker-charter in Soerabaya, voor kolen in Calcutta) daar is het duidelijk, dat een groot droogdok op Poeloe-Weh enkel als afnemers zou hebben die groote schepen, die daar in de buurt avery maken. En die zijn in de laatste jaren gemakkelijk te tellen geweest.

Veelzijdigheid van bedrijf.

Na het bovenstaande wil het welhaast overbodig voorkomen hiervan nog te spreken. Een punt is echter nog niet aangeroerd. Waar in Indië, vooral op buitenplaatsen uit den aard de Europeesche specialiteiten-menigte wordt gemist en derhalve veel pionierarbeid moet worden verricht (als men wil: veel gebeunhaasd wordt) daar heeft deze noodzaak zeer groote bekoring

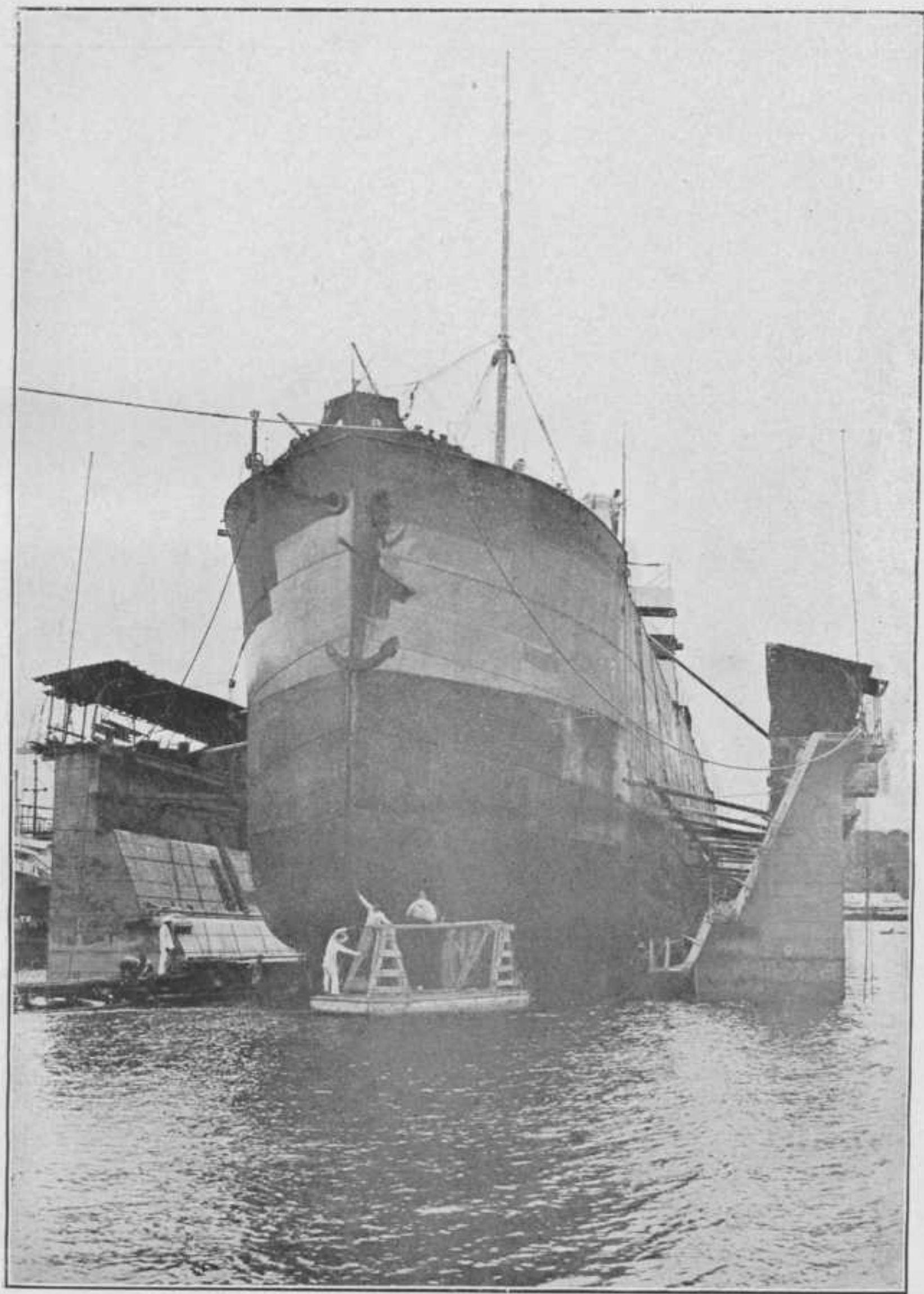
voor den stoeren werker en leidt het motto „help U zelf” meermalen tot groote voldoening. De 60 à 70 woningen voor Europeanen werden zonder architecten of bouwkundigen ontworpen en gebouwd, steigers, tanks, waterleidingen met een aanvoervermogen van 3 tot 4 miljoen Liter per dag zonder specialiteiten uitgevoerd, en ook in richtingen, die slechts zeer verwijderd verband houden met scheepvaart, werd nuttige arbeid verricht, zooals een acetyleen-gasfabriekje, eene drukkerij, een muziek-quintet, een motortoerwagen voor 14 personen, de aanbouw van een 14-tal winkelhuizen voor Chineesche en Inlandsche middenstanders enz.

Dank zij de bovengenoemde veelzijdigheid mag het kleine Indische plaatsje met zijn 4000—5000 inwoners zich in steeds toenemende bloei verheugen en worden de nadeelen van eene *kleine plaats* voor de scheepvaart geleidelijk minder, waarmede ook samenhangt de toenemende goede naam in scheepvaartkringen, die b. v. de Engelsche schepen, niettegenstaande de nabuurschap van Colombo, Penang en Singapore tot de grootste afnemer deed groeien.

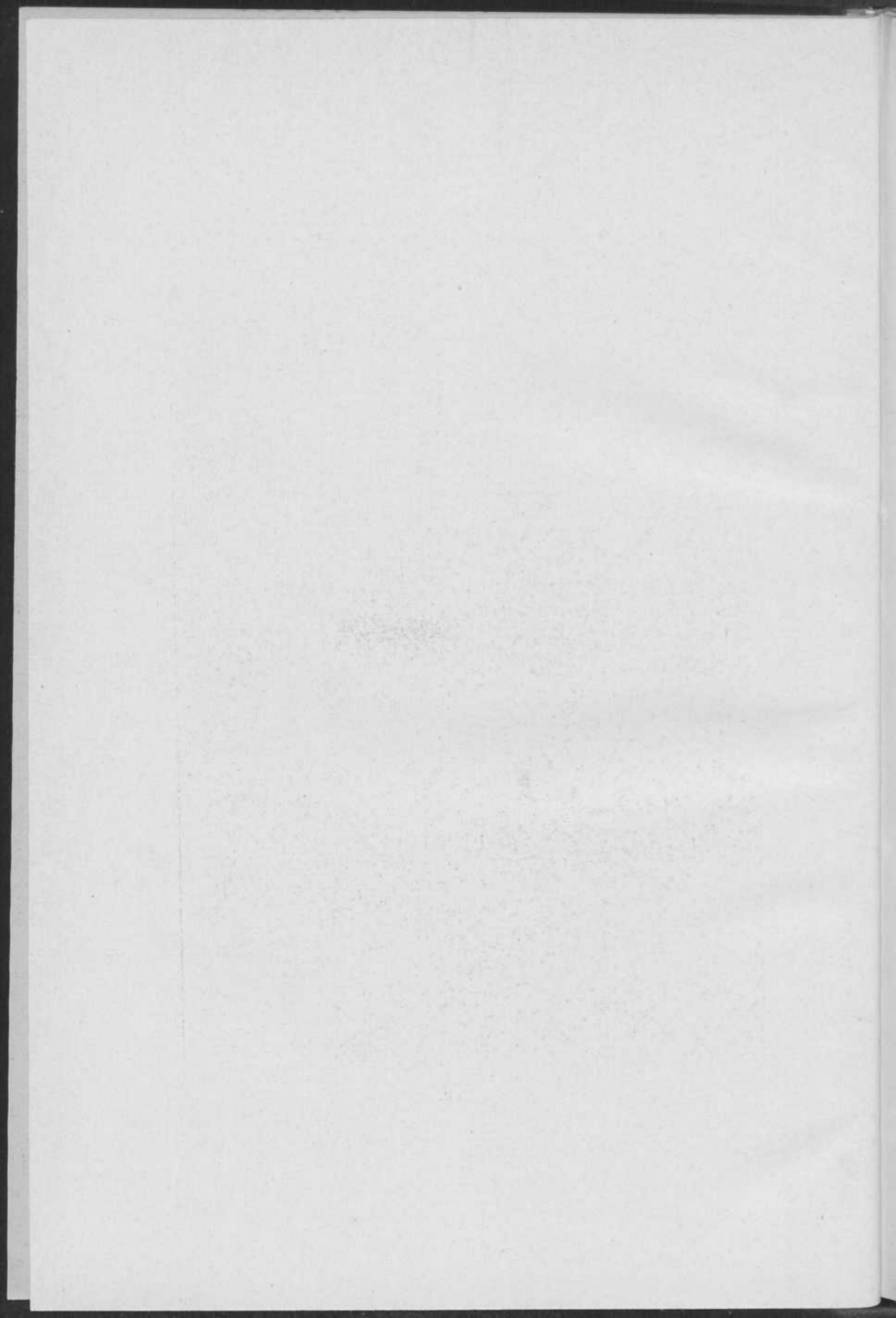
Aan het slot gekomen, leidde zulks tot de opmerking dat het een jammer mag heeten, dat betrekkelijk zoo weinig Nederlanders zich aangetrokken schijnen te voelen tot verschillende betrekkingen in onze heerlijk mooie overzeesche bezittingen in Oost-Indië, waar voor flinke en kloeke werkers zoo oneindig veel voldoening is te vinden in pionierarbeid op allerlei gebied, en waar plaats is voor nog duizenden en duizenden Hollanders om op bevredigende wijze samen te werken tot den opbouw van een waarlijk groot Nederland.

L. L. F. DE GREVE.

Hilversum, Oct. 1916.



Het Dok.



Over het uitzetten en opsporen van dagzoomen van ertsgangen¹⁾.

DOOR

H. FRIJLING, m. i.

Gedurende den tijd, dat ik op Sumatra goudvindplaatsen op haar ontginbaarheid onderzocht, was ik meermalen in de gelegenheid bij het opsporen der dagzoomen eene methode te volgen, die mij goede diensten heeft bewezen. Ofschoon deze methode zeer eenvoudig is en een weinig kennis van de trigonometrie voldoende is om haar te vinden, kan het misschien van nut zijn haar mede te deelen.

Eene dikwijls bij dergelijk werk gevolgde methode is den dagzoom van de te onderzoeken gang op de kaart met behulp van de beschrijvende meetkunde te construeeren: men heeft de snijlijn te bepalen van het als plat vlak aangenomen vlak van de gang met het gebogen oppervlak van het terrein, dat door de hoogtelijnen gegeven is. Daarna kunnen de op de kaart bepaalde punten op het terrein worden uitgezet.

Deze werkwijze heeft eenige nadeelen.

Ten eerste is het noodzakelijk, een aantal hoogtelijnen te meten en in kaart te brengen en *ten tweede* geven deze hoogtelijnen altijd min of meer onzuiver den vorm van het terrein weer, waardoor fouten ontstaan, die, zooals verder blijken zal, te vermijden zijn. Deze fouten zullen gering zijn bij een steil verloop van de gang, maar zich sterker doen gevoelen, wanneer de stand vlakker en het terreinoppervlak grilliger van vorm is.

¹⁾ Overdruk uit „De Ingenieur” van 22 April 1916 N^o. 17.

Bij de hieronder beschreven methode behoeven geen hoogtelijnen te worden gemeten terwijl ieder punt, dat wordt uitgezet, theoretisch zuiver (indien men de fouten van de meting mag verwaarlozen) in het vlak van de gang ligt, hoe grillig het terreinoppervlak ook zij.

Zij G in Fig. 1 het vlak van de gang, die duikt onder een hoek e ; zij P een bekend punt er van en Q het uit te zetten punt; de kromme $P R Q$, die in het vlak G ligt, stelt een stuk van den dagzoom voor.

We zien, dat :

$$P P' = S P' \operatorname{tg} e$$

$$\text{en } P P' = Q P' \operatorname{tg} e'$$

Waaruit volgt :

$$1 = \frac{S P'}{Q P'} \cdot \frac{\operatorname{tg} e}{\operatorname{tg} e'}$$

$$\text{of } \operatorname{tg} e' = \operatorname{tg} e \cdot \cos \alpha$$

Nadat men door de beschikbare gegevens helling en richting van de gang zoo goed mogelijk bepaald heeft, gaat men op het terrein als volgt te werk : Men plaatst het instrument (bij voorkeur een boussole tranche montagne) in P en plaatst de baak in een punt, dat volgens schatting ongeveer met het uit te zetten punt Q overeenkomt. Men kan dan $\angle e'$ direct op de verticale rand aflezen en $\angle \alpha$ bepalen door het azimuth van de vizierlijn af te trekken van dat van den normaal op de gangrichting. Is het punt, waar de baak zich bevindt, werkelijk een punt van de gang dan moeten de bij dien stand van de vizierlijn behoorende waarden van e' en α voldoen aan de zoeven afgeleide formule, waarin $\angle e$ een vastewaarde heeft. Deze eenvoudige berekening wordt op de plaats zelf even uitgevoerd. Blijkt het, dat het eerste en het tweede lid ongelijk zijn, dan ligt het punt, waar de baak zich bevindt, niet in het vlak van den gang, en moet de baak worden verplaatst. Bij dit verplaatsen wijzigen zich de hoeken e' en α .

Men moet zorgen, dat de verhouding tusschen $\operatorname{tg} e'$ en $\cos \alpha$ grooter of kleiner wordt, al naar het geval, dat zich voordoet. In welke richting men daartoe de baak moet verplaatsen, laat zich voor ieder geval ter plaatse gemakkelijk beoordeelen. Men gaat nu de berekening herhalen en gaat na of nu de waarden aan de vergelijking voldoen. Zoo niet, dan wordt de bewerking nogmaals

herhaald. Gewoonlijk is het gewenschte punt na 2- of 3-malige herhaling van de bewerking gevonden, zuiverder dan bij dergelijk opsporingswerk vereischt wordt.

Het verdient aanbeveling, de bij de verschillende hoeken e' en α behoorende waarden der 2 leden van de vergelijking in een tabel

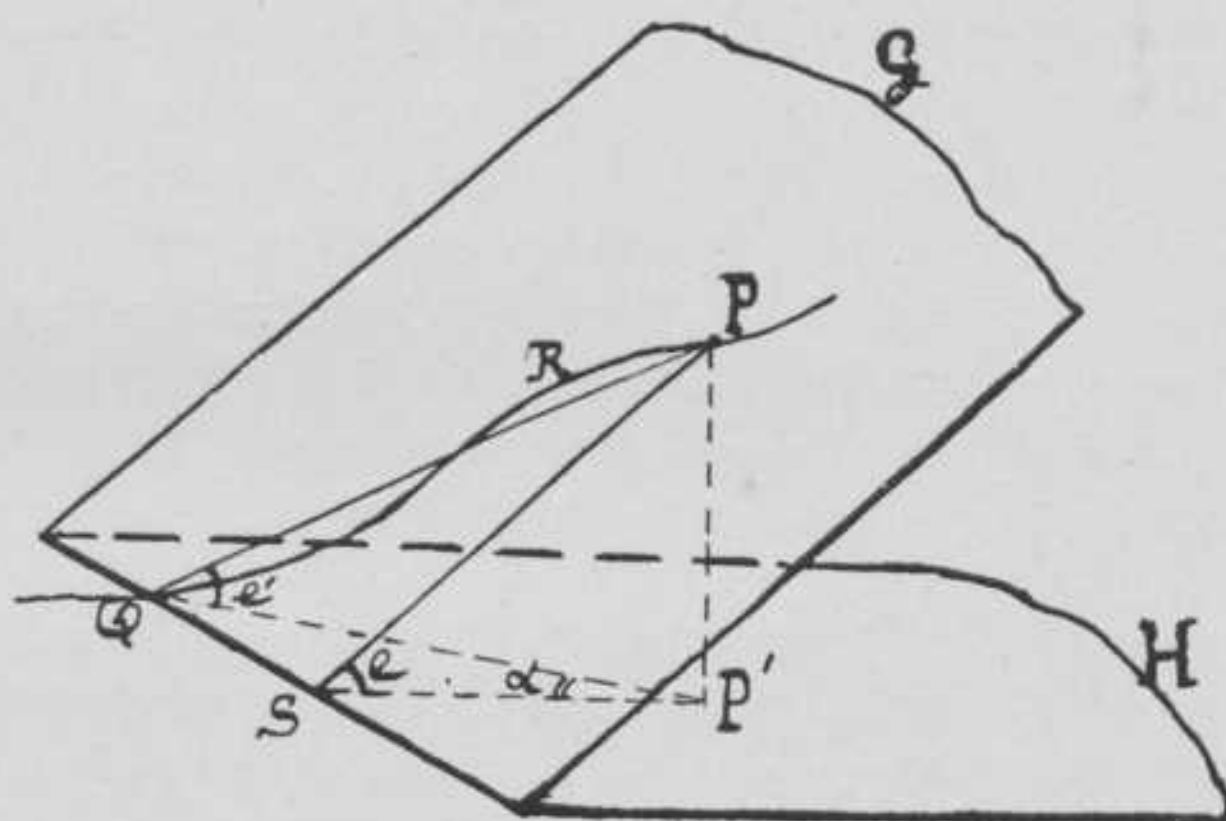


Fig. 1. Schema van den dagzoom van een ertsgang.

te vereenigen; men ziet dan bij het uitzetten van verdere punten met één oogopslag of het geschatte punt al dan niet veel van het ware afwijkt en in welke richting.

Wanneer de opsporing door dwarsslagen plaats heeft, die zich op een bepaald niveau moeten bevinden, dan berekent men bij iedere aflezing, tegelijk met $\text{tg } e'$ en $\cos \alpha$, het hoogteverschil tusschen P en Q en tracht men bij verplaatsing van de baak ook hierin de fout te elimineeren. Indien het verloop van de gang niet te onregelmatig is, kan men van een zelfde punt P meerdere punten Q uitzetten, doch in het andere geval verdient het aanbeveling slechts één punt te nemen, eerst hier den dagzoom op te sporen en dan van daaruit een volgend punt uit te zetten. Men heeft dan het voordeel de hierbij opgedane gegevens, betreffende richtings- en hellingsveranderingen, te kunnen benutten.

Bij het eigenlijke opsporingswerk kan men gebruik maken van sleuven of dwarsslagen. Door sleuven bereikt men dikwijls vlugger

zijn doel dan door dwarsslagen en heeft men het niet onbelangrijke voordeel, dat men van uit het uitgezette punt in 2 richtingen kan werken (ongeveer \perp op den dagzoom) en geen zekerheidswaarden bij de berekening behoeft in te voeren. Dit moet men, zooals blijken zal, wel doen bij het maken van dwarsslagen, ten einde het gevaar te vermijden, achter den gang te werken, dus er van af in plaats van er naar toe. Dit gevaar heeft zijn oorzaak in de variaties in richting en helling, die niet konden worden voorzien. Men moet dus, al naar het geval dat zich voordoet, L e vergrooten of verkleinen, eveneens $L \alpha$. Hoe groot deze zekerheidswaarden genomen moeten worden, hangt af van het geval, waarmee men te maken heeft en van de ervaring die men daarbij heeft opgedaan. Men moet bedenken, dat het beter is den dwarsslag wat langer te maken, dan gevaar te loopen al het werk te vergeefs te hebben gedaan.

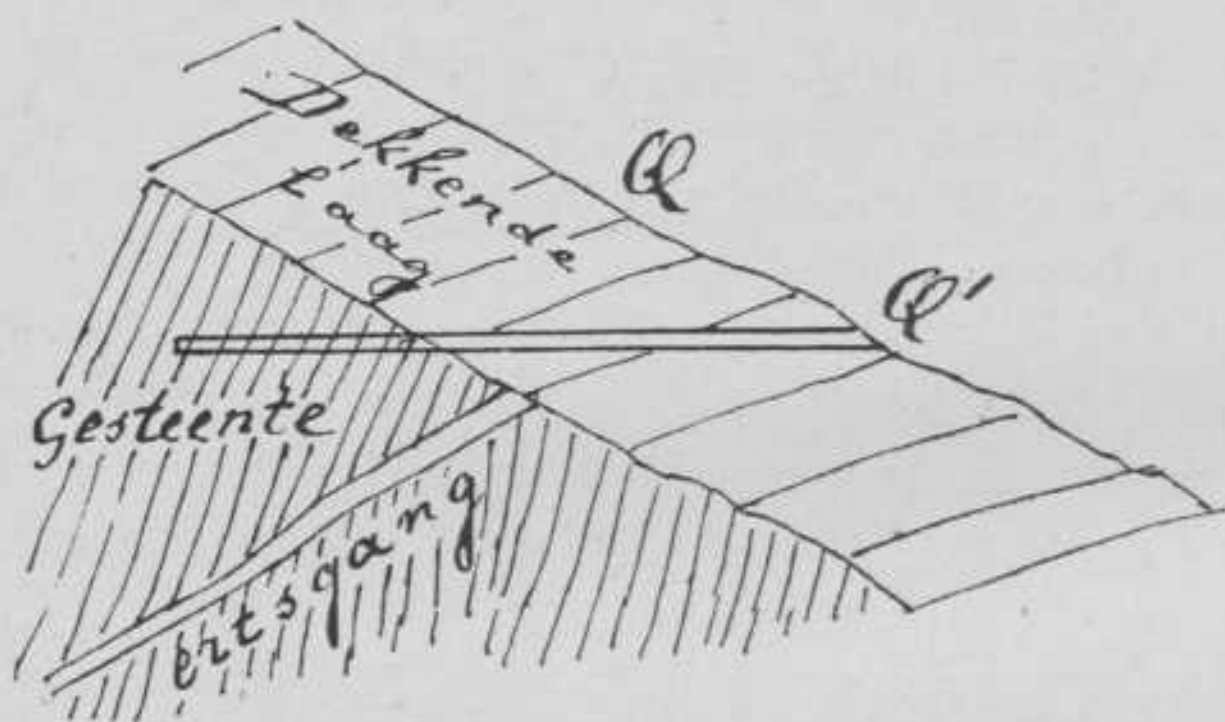


Fig. 2. Foutieve exploratie, door middel van een dwarsslag.

Dikwijls nam ik voor deze zekerheidswaarden 10° , een bedrag, ruim genoeg om ook het gevaar, door de dikte van de dekkende laag ontstaan, op te heffen. De invloed, hierdoor ontstaan blijkt uit Fig. 2.

Zij Q het uitgezette punt, waarbij geen zekerheidswaarden, Q' het uitgezette punt, waarbij wel zekerheidswaarden zijn ingevoerd, doch zonder voldoende rekening te houden met de dikte van de dekkende laag, dan zal de dwarsslag in Q' aangezet, niets snijden.

Wanneer het verloop van de ertsgang zeer onregelmatig is, is men bij deze werkwijze gedwongen grootere waarden in te voeren,

terwijl het waarschijnlijk wordt, dat de lengte van den dwarsslag aanzienlijk zal zijn. Er kan dan misschien tijd worden gespaard, door bij het uitzetten van Q geen zekerheidswaarden in te voeren, van uit punt Q een galerij te drijven in de gangrichting en wanneer deze vergenoeg gevorderd is, dwarsslagen naar links en rechts te drijven.

In weerwil van de bezwaren, die het maken van dwarsslagen met zich brengt, gaf ik aan deze werkwijze gewoonlijk de voorkeur boven het graven van sleuven. Laatstgenoemde methode is op Sumatra, waar de dekkende laag dikwijls zeer dik en het terrein zwaar begroeid is, zeer bezwaarlijk en door den sterken en langdurigen regenval en de daarmee gepaard gaande grondverschuivingen en slikkerigen bodem van de sleuf zeer ongewenscht. Soms moet men dan het werk geheel stopzetten. Is de dagzoom gevonden, dan is het gewoonlijk wenschelijk, om een idee te krijgen van de aard van de gang, toch nog een dwarsslagje of galerij aan te zetten.

In een dwarsslag daarentegen werken de koelies beschut, heeft men steeds een schoon front en treft men bij snijding de gang in minder verweerden toestand aan.

Ik wil hiermee natuurlijk niet betoogen, dat er geen gevallen kunnen zijn, dat aan sleuven de voorkeur moet worden gegeven.

Honoloeloe.

Het Probleem der Koraaleilanden en de Isostasie¹⁾.

EEN NIEUWE HYPOTHESE OPGESTELD

DOOR

Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF.

De vraag naar de verklaring van het ontstaan van koraaleilanden (barrière-riffen en atollen) is in den laatsten tijd opnieuw aan de orde gesteld door de beschouwingen van DALY²⁾ en van DAVIS³⁾.

Het is van algemeene bekendheid, dat volgens de theorie van DARWIN aanzienlijke daling van den bodem over uitgestrekte gebieden een der noodzakelijke voorwaarden is voor het ontstaan van barrière-riffen en atollen. Terwijl DARWIN'S theorie zich, althans in haar hoofdbeginsel, schitterend heeft kunnen handhaven tegenover de talrijke en veelzijdige bedenkingen, die vooral na de Challenger-expeditie tegen haar zijn ingebracht,

¹⁾ Overgenomen uit: Verslag van de Gewone Vergadering der Wis- en Natuurkundige afdeeling van 24 Juni 1916, Deel XXV van de Koninklijke Academie van Wetenschappen te Amsterdam, met eenige kleine wijzigingen aangegeven door den schrijver.

²⁾ R. A. DALY. Pleistocene glaciation and the coral reef problem. Amer. Journ. of Science 4, XXX, p. 297, 1910, en The glacial-control theory of coral reefs. Proc. of the Amer. Acad. of Arts and Sciences 51, p. 157, 1915.

³⁾ W. M. DAVIS. A SHALER memorial study of coral reefs. Amer. Journ. of Science 4, XL p. 223, 1915 en The origin of coral reefs. Proc. of the Nat. Acad. of Sciences Vol. I p. 146, 1915 en Problems associated with the study of coral reefs. Scientific Monthly p. 313, 1916.

bleef altijd de grootst crustale daling, die zij eischt haar zwakste punt, dat het minst algemeene instemming kon wegdragen.

DARWIN ¹⁾ spreekt uitdrukkelijk van daling van den zeebodem, waarop zich de koraalvormingen, barrière-riffen en atollen, verheffen, dus van *ware daling* van den vasten bodem. Deze ware daling is zeer aanzienlijk; DARWIN en later DANA ²⁾ nemen in verband met hun theorie der koraaleilanden aan, dat vermoedelijk sinds tertiären tijd, in den Pacifischen oceaan alleen, een gebied, 15,000,000 KM². tot 30,000,000 KM². in uitgestrektheid, 1000 tot 1600 M. gedaald is.

Dalingen van dergelijke beteekenis van een deel der aardkorst van zulk een uitgestrektheid zijn, hoewel niet ondenkbaar, toch niet zeer aannemelijk ³⁾. Zij zijn een onderwerp van debat gebleven en de juist genoemde nieuwe beschouwingen van DALY en DAVIS handelen in hoofdzaak over dat punt, waarbij DAVIS tot de slotsom komt, dat de eisch van aanzienlijke daling, door de DARWIN-DANA'sche theorie gesteld, onafwijsbaar is, en DALY integendeel een verklaring van het ontstaan der koraaleilanden opstelt en bepleit, waarbij eene daling van den bodem *niet* als een noodzakelijke voorwaarde wordt gesteld.

¹⁾ CH. DARWIN. On the structure and distribution of coral reefs. Chapter V and VI.

²⁾ J. D. DANA. Manual of Geology. Vierde, laatste editie 1896, p. 350.

³⁾ Opgemerkt moge worden, dat voor het grootste, centrale gedeelte van den Pacifischen Oceaan al wat tot nu toe omtrent het relief van den bodem bekend is, er op wijst, dat deze dalingen, zoo zij hebben plaats gehad, niet zouden zijn gecompenseerd door rijzingen van een min of meer equivalent bedrag van gebieden van vergelijkbare grootte, daar immers de atollen en eilanden met barrière-riffen in dien oceaan op eenigszins verheven strooken schijnen te staan, omgeven door nog diepere bekkens. Men raadplege hierbij: MAX GROLL. Tiefenkarten der Oceane. Veröff. des Inst. für Meereskunde. NF. A. 2. 1912. Een niet-gecompenseerde daling van zulk een aanzienlijk deel van den Pacifischen oceaan sinds tertiären tijd zou een schijnbare algemeene rijzing van alle continenten — gerekend naar hun tegenwoordige grootte — ten gevolge gehad hebben van ongeveer 120 M., waarvan men zou mogen verwachten nog eenige aanduiding thans te kunnen vinden, wat niet het geval is.

DAVIS heeft in zijn verhandeling een gezichtspunt breed ontwikkeld, waarop DANA het eerst de aandacht had gevestigd. DANA ¹⁾ heeft uit den vorm en het relief der eilanden, die door barrière-riffen zijn omkranst, met name uit de ondergedompelde dalen of „embayed valleys”, die bij die eilanden voorkomen, een onafhankelijk en sterk argument geput ten voordeele van DARWIN's theorie, een argument, dat door DARWIN zelf nog niet was gebruikt.

DAVIS heeft de waarde van dit argument door onderzoekingen op een groot aantal koraal-eilanden in den Pacifischen oceaan getoetst en bewezen, dat, waar barrière-riffen voorkomen, de omkranste kusten zonder uitzondering „embayed valleys” bezitten.

DAVIS ²⁾ komt ten slotte in een scherpzinnige beredeneering tot de slotsom, dat slechts de zoogenaamde dalings-theorie van DARWIN en DANA tot een bevredigende oplossing van het vraagstuk van het ontstaan van barrière-riffen en atollen kan leiden.

DALY meent, stilliger dan vroeger PENCK ³⁾, dat in plistoceenen tijd het vastleggen van groote hoeveelheden water in circumpolaire ijskappen het niveau der zee in de aequatoriale streken 50 tot 60 Meter heeft verlaagd, wat een even groote verlaging van het abrasievlak en van het eindvlak der erosie in die streken ten gevolge had, en dat na afloop van den ijstijd, door het smelten dier ijskappen, daar wederom een rijzing van den zeespiegel van ongeveer gelijk bedrag volgde. Gedurende en tengevolge van die laatste rijzing van den zeespiegel of schijnbare daling van het land, heeft de vorming der barrière-riffen en atollen volgens DALY plaats gehad. Dat zulke schommelingen van den zeespiegel, zooals DALY zich voorstelt, veroorzaakt door

¹⁾ J. D. DANA, in United States WILKES Explor. Expedition, Geology p. 131, 1849, en W. M. DAVIS. DANA's confirmation of DARWIN's theory of coral reefs. Amer. Journ. of Science 4. XXXV p. 183, 1913.

²⁾ Zeer lezenswaard is in verband hiermede het betoog van DAVIS getiteld: The Home Study of Coral Reefs. Bull. Amer. Geogr. Soc. XLVI, p. 561, 1914.

³⁾ A. PENCK, Morphologie der Erdoberfläche III, p. 660, 1894.

PENCK acht het mogelijk, dat gedurende en tengevolge van de plistoceene verijzing de zeespiegel 150 Meter zou zijn verlaagd.

de plistoceene ijstijden, inderdaad hebben plaats gehad, valt nauwelijks te betwijfelen.

De merkwaardige „shelves” of continentale platten in den Oost-Indischen Archipel, zooals de Java-zee en de Sahul-bank, geven onder meer sterken steun aan DALY's theorie. Uit den geologischen bouw van die beide gebieden mag afgeleid worden, dat zij niet beroerd zijn door de heftige bodembewegingen van tegengesteld teeken, die in den jongsten geologischen tijd het zeer geaccidenteerde relief van den bodem in het oostelijk deel van den Oost-Indischen Archipel òf hebben doen ontstaan òf althans zeer hebben verscherpt. De gemiddelde diepte van de Java-zee ¹⁾ is zeer gelijkmatig en wijkt over het algemeen niet veel van 50 en 60 Meter af, juist het cijfer, dat door DALY voor de rijzing van den zeespiegel (schijnbare daling van het land) in aequatoriale streken sinds plistocenen tijd wordt aangenomen. Hetzelfde is het geval bij de Sahul-bank. Beiden, namelijk de bodem van de tegenwoordige Java-zee en de Sahul-bank, maken den indruk van ondergelopen sterk, gepenepleneerde landoppervlakten. De rijpe vormen van erosie, die men op de eilanden Bangka en Billiton, de Karimata-eilanden en in West-Borneo waarneemt, welke overgangen tot schiervlakten mogen genoemd worden, doen vermoeden, dat die groepen van eilanden niets anders zijn dan de door de erosie gespaarde hardere deelen of hardkoppen ²⁾ („monadnocks” of „Härtlinge”) in de groote schiervlakte, die in plistoceenen tijd, bij lageren stand van den zeespiegel, tusschen het bergland van Sumatra en Java eenerzijds en het bergland van Midden-Borneo anderzijds, werd gevormd. In laat- en post-plistoceenen tijd liep deze schiervlakte door de rijzing van den zeespiegel tot een hoogte van 50—60 Meter

¹⁾ Geheel ten onrechte haalt WEGENER de Java Zee aan als een voorbeeld van een plat (*shelf*) van groote diepte, volgens hem ongeveer 300 M. De aanbeveling „Getreuer Querschnitt durch den Javaschelf” bij zijn figuur 10, ware derhalve beter achterwege gebleven. Zie A. WEGENER. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, p. 36., 1915.

²⁾ Deze naam is het eerst gebruikt door B. G. ESCHER in zijn: Gedaanteverwisselingen onzer aarde. Wereldbibliotheek, Dl. 326, p. 207, 1916.

onder, waardoor de tegenwoordige ondiepe Java-zee met zijn merkwaardige, nagenoeg gelijkblijvende diepten ontstond. Op overeenkomstige wijze overstroomde de Sahul-bank langs de noordwestelijke kust van Australië en ontstond daar eveneens een vlakke zee van opvallend gelijkblijvende diepte.

In DALY's „glacial-control theory” wordt m.i. een belangrijke factor voor het ontstaan van barrière-riffen en atollen aangegeven, een factor die voor de ontstaansmogelijkheid van vele dezer koraalriftypen stellig beslissend is geweest.

Marine abrasie in plistoceenen tijd bij lageren stand van den zeespiegel en daarop volgende rijzing van den zeespiegel, zooals DALY die zich voorstelt, heeft stellig vele barrièreriffen en atollen doen ontstaan; even stellig heeft zij bij een nog grooter aantal hun tegenwoordigen vorm zoowel als ook den vorm der onderzeesche banken („platforms”), waarop zij zich verheffen, bepaald, en eindelijk bij de vorming van alle medegewerkt.

Toch wil het mij voorkomen, dat het nog niet vaststaat, dat de „glacial-control theory” voldoende is om het ontstaan van vele andere barrière-riffen en atollen te verklaren.

Deze theorie geeft namelijk geen verklaring voor ware of schijnbare dalingen van den bodem van belangrijk meer dan 50 of 60 M., welke toch waarschijnlijk als voorwaarde van het ontstaan van vele barrière-riffen en atollen moeten worden aangenomen, bijv. bij de talrijke atollen, die zich in den Pacifischen oceaan uit groote diepten met steile helling ieder voor zich verheffen, en niet met andere vereenigd op een relatief ondiepen onderzeeschen onderbouw („platform”) staan. Voor de verklaring van hun ontstaan schijnen mij ware of schijnbare dalingen van den bodem van grooter bedrag niet gemist te kunnen worden. Inderdaad zijn dalingen van den bodem, 50 M. stellig te boven gaande, bij vele eilanden, door barrière-riffen omgeven, volgens DAVIS met bijna absolute zekerheid af te leiden uit den vorm der „embayed valleys”, terwijl ook aan het Funafati atol de bekende boring in de lagune een daling van ten minste 75 M. heeft bewezen en de boring aldaar op het rif een daling van ± 340 M. waarschijnlijk heeft gemaakt.

Resumeerende mag men m. i. concludeeren, dat de theorie der koraaleilanden op het oogenblik op het standpunt staat, dat nagenoeg algemeen wordt aangenomen, dat daling van den bodem, hetzij ware of schijnbare, moet worden aangenomen voor de gebieden, waar barrière-riffen en atollen worden gevonden, en dat omtrent het bedrag en de oorzaken dier dalingen ten deele nog veel onzekerheid heerscht.

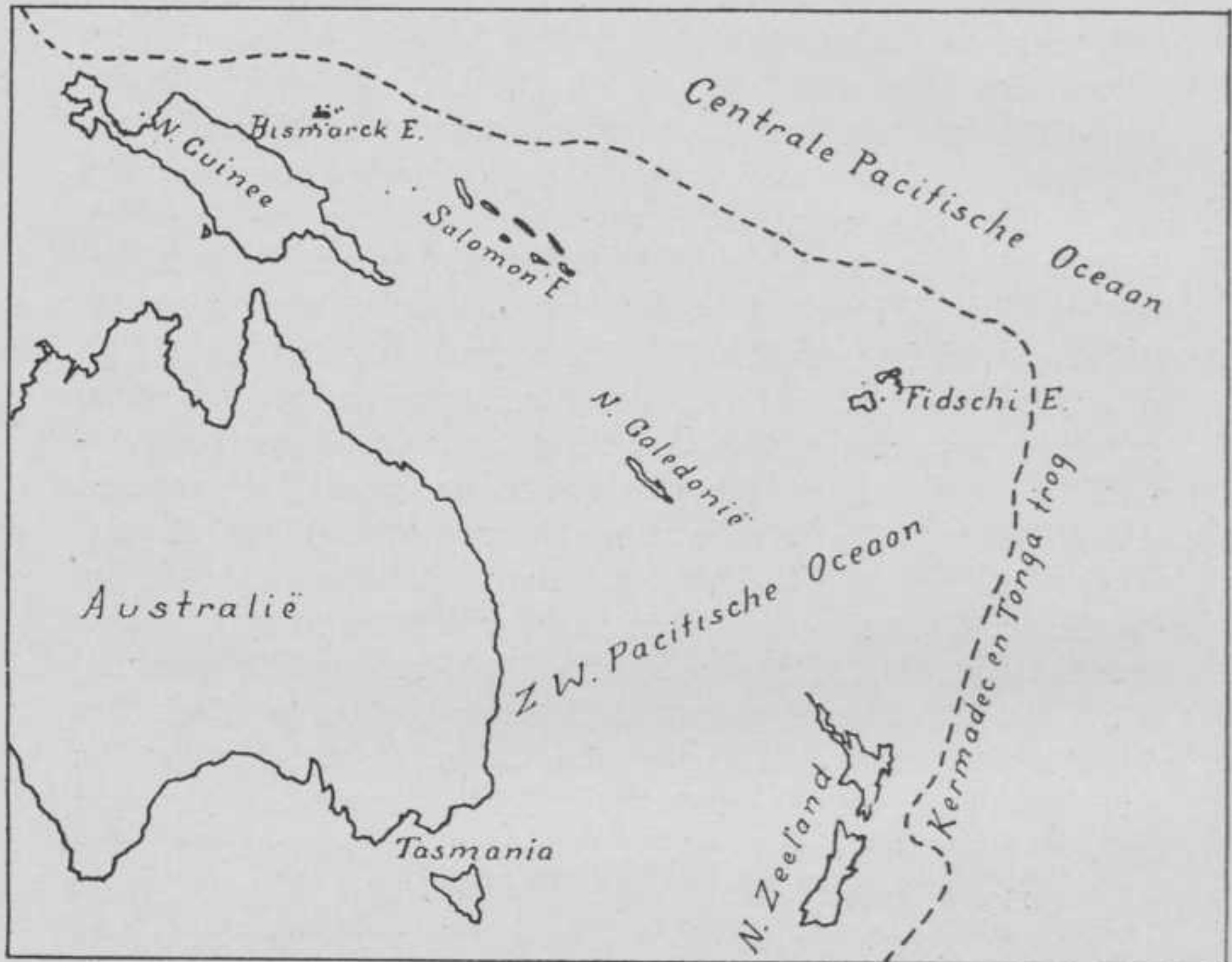
Door een blik te slaan op een kaart, die de geographische verspreidingen van koraaleilanden aangeeft, blijkt dat zij voorkomen in gebieden, die zoo verschillend zijn in geologischen bouw, dat men moeilijk kan aannemen, dat de oorzaken van daling in alle gevallen dezelfde zijn. Inderdaad kunnen dalingen zonder moeite verklaard worden door crustale bewegingen, overal waar zij beperkt zijn tot de kusten van continenten of tot continentale eilanden, zooals bijv. in het zuidwestelijke deel van den Pacifischen oceaan, dat in nauw verband staat met het Australische continent. Onder het zuidwestelijk deel van den Pacifischen Oceaan wordt hier verstaan het gedeelte ten Westen van de Kermadec en Tonga diepzee-troggen (zie figuur), dus juist het gedeelte, dat GERLAND¹⁾ in den Pacifischen Oceaan ook, als het zuidwestelijk deel, wat zijn bouw betreft tegenover het noordoostelijke (door mij centrale genoemd) stelt. Ook MARSHALL²⁾ neemt als de zuidwestelijke grens van den eigenlijken (waren of centralen) Pacifischen Oceaan aan een lijn getrokken langs de Kermadec- en Tonga-troggen, en van daar langs de noordzijde van den Fidschi-archipel, de Nieuwe Hebriden, de Salomon-eilanden etc.

Dalingen, zooals die in dat Zuidelijk deel van den Pacifischen Oceaan voorkomen, schijnen in hoofdzaak door bodembewegingen (crustale bewegingen) van tegengesteld teeken te zijn veroorzaakt, zoodat daling in één deel van het gebied min of meer door rijzingen in andere deelen gecompenseerd wordt. In

¹⁾ G. GERLAND, Vulkanistische Studien. I. Die Korallen-inseln vornehmlich der Südsee. Beiträge zur Geophysik II, p. 29, 1895.

²⁾ P. MARSHALL, Oceania, Handb. der reg. Geologie VII. Heft 2, p. 28 en 32, 1911.

dit zuidwestelijk deel van den Pacifischen Oceaan vindt men, naast aanduidingen van zeer aanzienlijke daling, op vele eilanden bewijzen van jonge, zeer sterke opheffing. In Nieuw Guinee is tot op de hoogste bergtoppen (Carstensztop (4780 M.) en Wilhelminatop (4750 M.)) het voorkomen van tertiaire afzet-



tingen vastgesteld, en in de groep der Fidschi-eilanden ¹⁾ zijn gedeelten ruim 300 M. opgeheven in recenten tijd, terwijl gedeelten slechts eenige KM. daarvan verwijderd sporen van sterke daling en onderdompeling onder den oceaan vertoonen.

Voor de verklaring van ware of schijnbare dalingen van groot en zeer groot bedrag echter in echt-oceanische gebieden, die

¹⁾ E. C. ANDREWS. Relations of coral reefs to crust movements in the Fiji-islands. Amer. Journal of science. XLI. p. 141, 1916.

niet door tegengestelde bewegingen zouden zijn gecompenseerd, zooals die o.a. tot verklaring van het ontstaan der koraal-eilanden in den centralen Pacifischen Oceaan, maar ook elders in den Indischen Oceaan en in een klein deel van den Atlantischen Oceaan, vrij algemeen worden *aangenomen*, is tot nu toe nog geen bevredigende oorzaak gevonden en hieromtrent heerscht dus inderdaad groote onzekerheid.

Voor één echt oceanisch vulkanisch eiland is nu onlangs ware daling van vrij aanzienlijk bedrag door een boring *met zekerheid bewezen*. Het geldt hier het eenige echt-oceanische eiland, dat in den Atlantischen Oceaan, binnen het verspreidingsgebied der rifbouwende koralen is gelegen, nl. het Bermuda-eiland. Het Bermuda-eiland, of de groep der Bermuda-eilanden, bestaat aan de oppervlakte geheel uit rifkalksteen. Het verheft zich op een onderzeesche bank die sterk verlengd is in zuidwest-noordoostelijke richting, bij 100 vadem's diepte 51 KM. lang is, en rondom omgeven wordt door een zee van gemiddeld 4500 M. diepte. De boring, die ik bedoel, heeft op het eiland plaats gehad in het jaar 1912 op een punt, 42 M. boven den zeespiegel gelegen. Zij heeft geleerd, dat het eiland Bermuda bestaat uit een vulkaanlichaam, opgebouwd uit een serie van op elkaar rustende banken van melilith-bazalt, waarvan het waarschijnlijk afgeknotte bovineinde thans ruim 75 Meter onder den zeespiegel ligt. Daarop rust de z.g. Bermuda-kalksteen, een rifkalksteen die tot aan de oppervlakte der zee reikt en ook nog het deel van het eiland, dat boven den zeespiegel uitsteekt, vormt.

Het laagste, oudste gedeelte van dezen kalksteen is van jong-eoceenen of oud-oligoceenen ouderdom en het was PIRSSON¹⁾, die het boormateriaal heeft onderzocht, mogelijk te bewijzen, dat in eoceenen tijd het eiland Bermuda als een vulkanisch eiland boven zee uitstak, dat het, waarschijnlijk nadat de vulkanische werkzaamheid tot rust was gekomen, door de branding geheel of gedeeltelijk is afgeknot en tevens geleidelijk

¹⁾ L. V. PIRSSON. Geology of Bermuda island. Amer. Journ. of Science. XXXVIII, p. 189, 1914.

is gedaald tot een diepte van ruim 75 Meter onder den zeespiegel en dat gedurende die dalingsperiode een rifkalksteen op het wegzinkende eiland werd opgebouwd, die waarschijnlijk steeds ongeveer tot aan de oppervlakte der zee reikte en dus dikker werd in dezelfde verhouding als het eiland dieper wegzonk.

Het feit, dat de Bermuda-rifkalk thans in enkele heuvels tot meer dan 40 Meter boven zee uitsteekt, bewijst dat de daling niet zonder ware of schijnbare tegengestelde bewegingen ¹⁾ steeds doorging. De hoofdbeweging bleef echter een dalende, en wel een dalende beweging, die reeds in voor-eoceenen tijd zich deed gevoelen, en zeer waarschijnlijk in het geheel eenige honderden meters heeft bedragen.

Voor een gedeelte van deze daling, nl. voor het gedeelte, dat sinds plistoceenen tijd plaats vond, heeft men hier met schijnbare daling te doen, door rijzing van den zeespiegel, zooals door DALY's „glacial control-theory” wordt geëischt, maar niet de geheele daling kan daardoor verklaard worden. Vooreerst is de beweging, zooals FIRSSON aantoonde, in oligoceenen tijd reeds aangevangen. Voorts werd in hetzelfde boorgat op 290 M. (935 voet) beneden den zeespiegel weder door water afgerond vulkanisch materiaal gevonden, dat sporen van subaëriële verweering vertoonde, wat, ook al neemt men aan, dat hier een deel van een submarienen puinkegel is aangeboord, toch waarschijnlijk maakt, dat sinds den tijd, dat dit grint werd gevormd, het eiland belangrijk meer dan 75 M. is gedaald.

Men staat hier dus voor het feit, dat op de plaats, waar thans het koraaleiland Bermuda uit den oceaan zich verheft, submariene vulkanen werkzaam waren, waarvan een of meer ten slotte zich tot boven den zeespiegel verhieven, dat deze vulkanische eilanden reeds lang — stellig reeds sinds een tijd, die ouder is dan het eoceen — daalden, en dat hun daling langen tijd werd in evenwicht gehouden door de opeenstapeling van steeds meer

¹⁾ HEILPRIN schat het gemiddelde bedrag van de rijzing, die aan den tegenwoordigen toestand van Bermuda-eiland voorafging, op minstens 80 voet. A. HEILPRIN, *The Bermuda-islands*. Philadelphia 1889, pag. 46.

bazaltische lavastroomen. De grintbank, die op 290 M. diepte is gevonden, bewijst, dat het eiland reeds eens, waarschijnlijk vóór den eoceenen tijd, boven zee uitstak. In eoceenen tijd of kort daarna was dit weder het geval, maar daarna is de vulkanische werkzaamheid opgehouden en de voortdurende daling vond na dit tijdstip geen tegenwicht meer in de ophooging door vulkanische werkzaamheid, tengevolge waarvan het vulkaanlichaam ten slotte onder den zeespiegel verdween en thans op een diepte van 75 M. onder den zeespiegel ligt en bedekt wordt door een kap of kroon van rifkalksteen, die zich thans weder op enkele plaatsen vrij aanzienlijk boven den zeespiegel verheft. Trots de rijzing, door het laatste feit bewezen, mag men dus uit deze merkwaardige boring de gevolgtrekking maken, dat de algemeene of hoofdbeweging van de oceanische vulkaangroep van Bermuda reeds sinds langen tijd een dalende is geweest.

Wat kan de oorzaak van dergelijke dalingen zijn?

Het komt mij voor, dat uit de leer der isostasie eenige gevolgtrekkingen kunnen worden gemaakt, die er toe leiden, een mogelijke oorzaak van het ontstaan dier dalingen als een waarschijnlijke te mogen aannemen.

De leer der isostasie, welke van een hypothese (de zoogenaamde PRATT'sche hypothese) door talrijke onderzoekingen, met name door die van HECKER en van HAYFORD, zich tot een goed gedocumenteerde theorie heeft ontwikkeld, eischt dat onder de oceanen de massa der aardkorst gemiddeld zwaarder moet zijn dan onder de continenten.

Ook mag aangenomen worden, dat de buitenkorst der aarde in hoofdzaak bestaat uit sedimenten en uit andere gesteenten van een gemiddeld soortelijk gewicht van ± 2.6 tot 2.8 waarvan graniet en gneis de hoofdtypen zijn, door SUESS als *sal* samengevat en ook wel somtijds lithospheer in engeren zin genoemd, terwijl daar beneden meer basische gesteenten volgen met een gemiddeld specifiek gewicht van ± 3 , door SUESS als *sima* samengevat en ook wel baryspheer in tegenstelling met de lithospheer genoemd. Als type van deze laatste gesteenten mag de bazalt gelden en de geheele *sima* wordt door DALY het „basaltic substratum” genoemd.

Men kan zich nu, tot verklaring der isostatie, denken, dat de lichtere buitenomhulling onder de continenten dikker is dan onder de oceanen, maar men kan zich ook denken, dat die lichtere graniet-gneiskorst, en daarbij alle sedimenten met uitzondering der dunne laag oceanische (pelagische) sedimenten, niet een gesloten omhulling om den aardbol vormt, maar in het algemeen tot de continenten beperkt is, en dus onder de oceanen onder de stellig niet zeer dikke laag verlandsche oceanische sedimenten terstond de sima of het bazaltische substratum zal volgen.

Deze tweede opvatting wordt door DALY ¹⁾ de waarschijnlijkste geacht, maar vooral door WEGENER ²⁾ is zij op den voorgrond gebracht en o.a. ook door ANDRÉE ³⁾ en DACQUÉ ⁴⁾ aangenomen.

Sluit men zich bij deze opvatting aan, dan volgt daaruit, dat men zich de continenten moet voorstellen als schollen van salische samenstelling, die, op soortgelijke wijze als ijsschollen in water, in de sima drijven en daarin met nagenoeg 95 % van hun massa ondergedompeld ⁵⁾ zijn.

Voorts moet men uit het feit zelve van het bestaan van isostasie overal op aarde, zooals door de waarnemingen en beschouwingen van HECKER, HELMERT en HAYFORD is bewezen, de gevolgtrekking maken, dat zoowel de sal als de sima, onder den invloed der zwaartekracht, zoodra de massa's aanzienlijk zijn,

¹⁾ R. A. DALY. *Igneous rocks and their origin*, 1914, p. 164.

²⁾ A. WEGENER. *Die Entstehung der Continente und Oceane*, p. 19. Braunschweig 1915. WEGENER geeft pp. 15—19 een voortreffelijk pleidooi voor deze opvatting.

WEGENER heeft zijn hypothese ook reeds in hoofdtrekken gepubliceerd in de *Geologische Rundschau* III, 1912, p. 276.

³⁾ K. ANDRÉE. *Ueber die Bedingungen der Gebirgsbildung*, p. 32, Berlin 1914.

⁴⁾ E. DACQUÉ. *Grundlagen und Methoden der Palaeographie*, p. 96, Jena 1915.

⁵⁾ Dit beeld is ook door PICKERING en later weder door WEGENER l. c. p. 19 gebruikt.

zich als eenigszins plastische lichamen ¹⁾ gedragen, en dat zulks bij de sima in veel sterkere mate het geval is dan bij de stuggere sal. Juist door die plasticiteit, hoe gering zij dan ook zijn moge, blijft de isostasie bestaan en is, niettegenstaande allerlei geologische factoren het isostatische evenwicht voortdurend verstoren, toch ook thans nog op de meeste plaatsten op aarde de isostatische compensatie tamelijk volkomen.

Kleinere massa's zijn echter veelal niet gecompenseerd. Het Olympus-gebergte in den staat Washington vertoont bijv. een vrij aanzienlijke, positieve afwijking der waarde g , d.i. van de zwaartekracht. Dit gebergte staat echter op en in de salische schol van het Amerikaansche continent, welke genoeg rigiditeit bezit om dat niet isostatisch gecompenseerde stuk te kunnen dragen en steunen. Men mag dan ook aannemen, dat niet isostatisch gecompenseerde kernen op of in de continentale schollen zeer lang schijnbaar stabiel zullen kunnen blijven bestaan.

Met de ware oceanische eilanden, dat zijn eilanden, die niet met hun voetstuk met continentale schollen samenhangen, direkt van uit den bodem der oceanen oprijzen en nimmer deel van eenig continent hebben uitgemaakt, is het echter geheel anders gesteld.

Deze eilanden bestaan, voor zoover zij niet uit rifkalksteen zijn samengesteld, uitsluitend uit vulkanisch materiaal en wel in den regel uit bazaltische of verwante gesteenten. ²⁾ De niet

¹⁾ CHAMBERLIN vergelijkt het plastisch ineenzinken en daardoor naar alle zijden in horizontale richting buitenwaarts vloeien der continentale massa's („outward creep of the continents”) onder den invloed der zwaartekracht, wat de aard der beweging betreft, met hetgeen bij gletscherijs onder denzelfden invloed geschiedt.

T. C. CHAMBERLIN. Diastrophism and the formative processes III. *Journal of Geology*. Vol. XXI, p. 577—587, 1913.

²⁾ Men raadplege: G. GERLAND. *Vulkanische Studien*. I. Die Koralleninseln der Südsee. *Beiträge zur Geophysik*. II 1895, p. 29—34, vooral p. 30, waar in een klemmend betoog waarschijnlijk wordt gemaakt dat alle koraal-eilanden van den centralen Pacifischen oceaan op een vulkanischen onderbouw rusten; en R. A. DALY. *Problems of the Pacific islands*. *Amer. Journal of Science* XLI, 1916, waarin op p. 153 er op wordt gewezen, dat de opgaven, dat op enkele van deze eilanden niet-vulkanische, continentale gesteenten zouden voorkomen, niet zeker zijn en behoeven herzien te worden.

of niet geheel vulkanische eilanden in den Pacifischen oceaan zijn beperkt tot het zuidwestelijk gedeelte, dat ongedwongen met het Aziatische of met het Australische continent in verband kan worden gebracht, terwijl daarentegen niet alleen in den Pacifischen, maar ook in den Atlantischen oceaan, alle echt-oceanische eilanden uit vulkanische gesteenten zijn opgebouwd.

Zulke ware oceanische eilanden, die, voorzoover onderzocht is, isostatisch *niet* gecompenseerd zijn en zonder uitzondering een grootere of kleinere positieve afwijking van de zwaartekracht vertoonen ¹⁾, moeten zich in een zeer bijzonderen toestand bevinden, daar zij onmiddellijk op de sima staan en daarin wortelen en niet, zooals met niet of onvolledig gecompenseerde kernen in en op de continenten het geval is, door een veel grootere massa van salisch materiaal, een continentale schol, gesteund en gedragen worden.

Naar het mij voorkomt, zullen, krachtens de isostasie zelve, deze vulkanische eilanden, die zich, als kegels of groepen van kegels van aanzienlijke massa, direct uit de plastische sima verheffen, niet kunnen blijven bestaan ²⁾; zij zullen veeleer onder den invloed der zwaartekracht geleidelijk sneller of langzamer moeten dalen, alle, zonder onderscheid, en, zoo die kracht niet door andere krachten wordt tegengewerkt, onder den zeespiegel moeten verdwijnen en ten slotte meer en meer tot den vorm van den bodem der oceanen moeten naderen.

Bij zulke eilanden kunnen dus bij uitstek de voorwaarden aanwezig zijn voor de vorming van barrière-riffen en bij totale

¹⁾ E. BORRASS. Bericht über die relativen Messungen des Schwerkraft mit Pendelapparaten in der Zeit von 1808 bis 1909. Verh. der 16ten Allg. Conferenz der internat. Erdmessung III Berlin 1911.

²⁾ Aan WEGENER (l. c. pag. 13) heeft dit ook voor den geest gezweefd en dit denkbeeld voert hem klaarblijkelijk tot de onderstelling, dat deze vulkanische oceanische eilanden steeds wél isostatisch gecompenseerd zouden moeten zijn, hoewel het tegendeel is aangetoond, en dat zij niet werkelijk vulkanisch zouden kunnen zijn, maar inderdaad een kern van salisch (continentaal) materiaal zouden moeten bezitten, die relatief zeer groot zou moeten zijn, daar 95% er van onder den zeebodem in de sima zou moeten steken. Deze veronderstellingen acht ik in hooge mate onwaarschijnlijk.

onderdompeling, van atollen. De ervaring leert, dat binnen de geographische verspreidingsgebieden der rifbouwende koralen juist deze eilanden bijna zonder uitzondering door barrière-riffen worden omgeven en dat de meeste atollen juist in dezelfde gebieden voorkomen, waar ook vulkanische eilanden met barrière-riffen gevonden worden.

Het schijnt mij toe, dat men in het langzame ineenzinken der vulkanische eilanden onder den invloed der zwaartekracht¹⁾ de dalende beweging van groot bedrag en langen duur moet zoeken, die men voor de verklaring van het ontstaan van barrière-riffen en atollen in de echt-oceanische gebieden moet aannemen, maar waarvan men de oorzaak nog niet met zekerheid heeft kunnen vaststellen.

Bij aanvaarden van deze hypothese, welke zich de daling tot de eilanden en hun directen onderbouw zelve beperkt denkt²⁾, geen groote crustale bewegingen vooropstelt en ook geen groote waterverplaatsingen eischt, vervallen klaarblijkelijk de ernstigste der in den aanhef van dit artikel genoemde bezwaren, die tegen de DARWIN-DANA'sche theorie, zelfs door hun aanhangers, gemaakt worden.

Het is duidelijk, dat de dalende beweging door ineenzinking van alle vulkanische oceanische eilanden voortdurend, wat haar

¹⁾ Evenmin zullen in deze oceanische gebieden reliefveranderingen van den bodem tengevolge van diastrophisme, bijv. plooiingen kunnen blijven bestaan. Na hun ontstaan zullen zij, hoewel waarschijnlijk zeer langzaam, weer door de zwaartekracht ineenzinken en dus genivelleerd worden.

²⁾ G. GERLAND neemt in zijn reeds aangehaald, zeer belangrijk geschrift eveneens aan, dat niet de geheele zeebodem in den Pacifischen oceaan is gedaald. Hij wil die daling echter uitsluitend tot de vulkaantoppen beperkt zien, van welke hij meent, dat zij onder den invloed van het vulkanisme zoowel opwaartsche als benedenwaartsche bewegingen kunnen uitvoeren. Vergelijk l. c. p. 56: „Senkung und Hebung der Koralleninseln sind Erscheinungen gleicher Art und zwar beide Erscheinungen, welche dem Vulkanismus der Erde angehören." Voor het wegzinken der vulkanische eilanden, dat als bewezen door GERLAND wordt aangenomen, kan hij geen oorzaak aanvoeren en de bovengenoemde invloed van het vulkanisme wordt niet nader verklaard. Hij zegt daaromtrent l.c.: „Das Sinken zu erklären vermag ich nicht; man gestatte mir nur, auf einzelne hierher gehörige und, wie mir scheint, sichere Thatsachen hinzuweisen."

tempo betreft, van de lokale samenstelling van het eiland en de sima des bodems afhankelijk zal zijn, en dat voorts die beweging door allerlei invloeden of werkelijk of schijnbaar kan worden tegengewerkt; werkelijk, misschien tijdelijk door diastrophisme en zeker door bewegingen van den zeespiegel, zooals bijv. door de algemeene verlaging van den zeespiegel in vroeg-plistocenen tijd, waarop FENCK en later vooral DALY in zijn „glacial-control theory” de aandacht gevestigd hebben; schijnbaar, bijv. door aanhoudende vulkanische werkzaamheid, waarbij dan immers zulke eilanden door versch uitgeworpen vulkanische produkten sneller kunnen worden opgehoogd en dus meer in hoogte boven den zeespiegel kunnen winnen dan zij door het voortdurende proces van plastisch ineenzinken aan hoogte inboeten.

Resumeerend schijnt het mij toe dat de volgende conclusies gewettigd zijn:

Voor de vorming van barrière-riffen en atollen is noodig geweest daling van den vasten bodem ten opzichte van den zeespiegel in de gebieden, waar zij voorkomen, en voor het tot stand komen van zeer vele dier riflichamen in de echt-oceanische gebieden moet deze daling van het land ten opzichte van den zeespiegel geweest zijn van aanzienlijk bedrag en moet zij langen tijd hebben aangehouden.

Men kan hierbij drie gevallen onderscheiden:

1°. De daling is het gevolg van crustale bewegingen, welke vooral een rol zullen gespeeld hebben bij het ontstaan van barrière-riffen om deelen van continenten, of van barrière-riffen en atollen om eilanden, die hun bouw en samenstelling in nauw verband staan met aangrenzende continenten, dus in de niet echt-oceanische gebieden, zooals bijv. in het geheele zuidoostelijke deel van den Pacifischen oceaan. Deze crustale bewegingen ¹⁾

¹⁾ Bij crustale bewegingen wordt hier niet alleen gedacht aan diastrophisme, dat zijn orogenetische en epirogenetische bewegingen, maar ook aan de mogelijkheid van horizontale bewegingen van continentale schollen, zooals WEGENER die aanneemt in zijn stoutmoedige hypothese omtrent het ontstaan der continenten en oceanen.

A. WEGENER, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. 1915. Kapitel 5 und 6.

hebben vermoedelijk steeds een compensatorisch karakter gehad, d.w.z. dalingen van een zeker bedrag in een bepaald gebied zijn door rijzingen van overeenkomstig bedrag in aangrenzende gebieden gecompenseerd en omgekeerd;

2°. De daling van den bodem is een schijnbare, veroorzaakt door positieve bewegingen van den zeespiegel, zooals die o.a. moeten hebben plaats gehad in laat- en post-plistocenen tijd en waarschijnlijk nog min of meer voortduren, tengevolge van het afsmelten van het ijs, dat in den plistoceenen ijstijd op de continenten was opgehoopt, bewegingen waarvan de beteekenis voor het ontstaan van talrijke barrière-riffen en atollen overtuigend is uiteengezet in DALY'S herhaaldelijk genoemde theorie;

3°. De daling van den bodem is een werkelijke, veroorzaakt door ineenzinking van isostatisch niet gecompenseerde deelen der aardkorst in de echt-oceanische gebieden onder den invloed der zwaartekracht, zooals die volgens de leer der isostasie plaats heeft en moet verwacht worden bij alle ware oceanische, vulkanische eilanden. Deze daling zal zeer aanzienlijk kunnen zijn en eigenlijk slechts dan haar grens vinden, wanneer zulk een eiland geheel of nagenoeg geheel in de sima van den bodem van den oceaan zal zijn weggezonden of liever daarmede opnieuw zal zijn versmolten. Zulk een beweging zou dan mogelijk maken dat als laatste spoor, als getuige van het voormalig bestaan van zulk een oceanisch, vulkanisch eiland, de plaats waar het eenmaal zich bevond, wordt aangeduid door een atol, dat van den bodem van den oceaan tot aan de oppervlakte zal oprijzen. Het spreekt van zelve, dat slechts bij een bepaalde verhouding tusschen de snelheid van het wegzinken van het eiland en de snelheid van den opwaartschen groei der koraalriffen en dan nog alleen bij een onbelemmerd voortgroeien dier riffen gedurende den geheelen tijd der wegzinking, zulk een atol, zich verheffend van den bodem van den oceaan tot aan de oppervlakte der zee, zal kunnen ontstaan.

Die harmonische verhouding zal uit den aard der zaak slechts zelden bestaan en men mag verwachten, dat bij vele der wegzinkende oceanische eilanden het verband met de oppervlakte der zee, dat de opwaarts groeiende koralen voortdurend trach-

ten te herstellen en te onderhouden, zal zijn verbroken, terwijl voorts stellig de meerderheid der lichamen, door onderzeesche vulkanische werkzaamheid opgebouwd, zonder ooit den zeespiegel te hebben bereikt, weder in zich zelf zijn gaan terugzinken. Men mag daarom verwachten, dat van de submariene vulkanische werkzaamheid, die waarschijnlijk wel langs bepaalde lijnen van geringen weerstand tot uiting zal zijn gekomen, thans slechts zal zijn overgebleven een rug of verhevenheid ¹⁾ van geringere diepte dan de omringende zee, in de lengte gestrekt in de richting van die lijn van geringen weerstand van de aardkorst, waarlangs het vulkanisch materiaal naar buiten trad, waarop zich thans onderzeesche heuvels zullen verheffen, bestaande uit ten deele weggezonden eilanden, en waaruit ook hier en daar atollen als geweldige rifbouwwerken tot aan de oppervlakte der zee zullen opsteken en waar elders, waar de vulkanische werkzaamheid langer voortduurde of nog voortduurt, de vulkanische massa's thans nog als geweldige bergkegels zich verheffen, boven zee uitsteken, en daar door barrière-riffen zijn omgeven.

De bovenstaande hypothese geeft geen bevredigende verklaring van de rijzingen, die nu en dan het dalingsproces tijdelijk onderbreken en ten gevolge hebben, dat eenige echt-oceanische koraaleilanden zich vrij aanzierlijk boven den zeespiegel verheffen. In verhouding tot het overweldigend groote aantal koraaleilanden, waar geen opheffing kan worden aangetoond, zijn de gevallen van waargenomen rijzing zoo weinig talrijk, dat DARWIN m. i. terecht de conclusie trok, dat de waargenomen opheffingen slechts kleine schommelingen, vermoedelijk door diastrophisme veroorzaakt, in tegengestelde richting aangeven van een algemeene dalende beweging.

Uit de hierboven kort geschetste hypothese volgen eenige dwingende consequenties, die min of meer geschikt zijn om tot

¹⁾ Zulke onderzeesche ruggen van zeer zwak relief zijn inderdaad aangeduid op de reeds geciteerde voortreffelijke „Tiefenkarte der Oceane” van MAX GROLL. De meest noordoostelijke dier ruggen in den Pacifischen Oceaan is die, waarop de Sandwich-eilanden boven zee uitsteken.

toets van de waarschijnlijkheid der hypothese te kunnen dienen. Enkele daarvan mogen hier kort aangestipt worden.

Bij het langzaam wegzinken van een vulkanisch eiland, dat met een of anderen vorm van rifstructuur gekroond was, zal het, zooals boven reeds werd opgemerkt, kunnen gebeuren, dat het aan de rifbouwende koralen door opwaarts groeien op den duur niet blijft gelukken het contact met de oppervlakkige lagen van den oceaan, waartoe de aanwezigheid van de levensvoorwaarden voor rifbouwende koralen beperkt is, te onderhouden. De riffen zullen dan, zoo eenmaal hun bovineinde tot beneden de dieptegrens der rifbouwers is gedaald, niet verder kunnen groeien, maar zij zullen met hun voetstuk van vulkanischen oorsprong voortdurend langzaam dieper zinken en afsterven. Indien dit juist is, mag men ook verwachten, dat op zeer verschillende diepten dergelijke gezonken riffen binnen het verspreidingsgebied der rifbouwers zullen kunnen worden aangetroffen. Tot nu toe is, voor zoover mij bekend, nog nimmer beschreven, dat in den Pacifischen oceaan uit groote diepte fragmenten van rifbouwende koralen zijn opgehaald, die niet ongedwongen konden geacht worden afkomstig te zijn van in de nabijheid uit zee opstekende koraaleilanden. Dit kan echter geen verwondering baren, omdat bij het beperkt aantal diepzee-loodingen, een aantal dat in verhouding tot het uitgestrekte gebied verdwijnend klein mag genoemd worden, de kans, juist een punt te treffen waar een verzonken koraalrif voorkomt, uiterst gering moet zijn ¹⁾. Wel is iets dergelijks elders aangetroffen, nl. in de Ceram-zee, welk feit ik van groote beteekenis acht. Ik bedoel hier de dregging No. 177, op 1 September 1900

¹⁾ Het is ook wel mogelijk, dat zulke vondsten door diepzee-expedities wel zijn gedaan, maar dat zij niet afzonderlijk vermeld zijn. Zeer merkwaardig schijnen mij bijv. toe de loodingen No. 35, 49, en 112, verricht in het jaar 1899 door het ss. Albatross nabij de Paumotoe-archipel, bij welke loodingen uit diepten resp. van 1462, 1132 en 1568 vadem koraalzand werd opgehaald; er liggen geen koraaleilanden op geringeren afstand van die looding-stations af dan $\frac{1}{3}$ breedte-grad.

A. AGASSIZ. The coral reefs of the tropical Pacific p. 25, fig. 2 and Plate 201. Mem. of the Museum of compar. Zoology at Harvard College XXVIII, 1913.

verricht door het s.s. Siboga ¹⁾ midden in de Ceram-zee. Daarbij werden van uit een diepte van 1633 tot 1304 M. over een afstand van niet minder dan 3 zeemijlen door de dreg groote hoeveelheden stukken van recente rifbouwende koralen opgehaald, die afgestorven waren en door een dikke bedekking met mangaanerts de sporen van een lang verblijf in het zeewater na hun afsterven vertoonden ²⁾. Het naastbijgelegen punt, waar rifbouwende koralen hier nabij de oppervlakte levend voorkomen ligt op 42 KM. afstand van het punt, waar de dregging is geschied, zoodat die koralen in de diepte daarvan niet afkomstig kunnen zijn. Veeleer komt het mij voor, dat, tot verklaring van wat deze dregging aantoonde, de veronderstelling mag worden gemaakt, dat zich daar in de Ceram-zee een weggezonden koraaleiland tot een hoogte van ongeveer 1300 Meter onder den zeespiegel op den ongeveer 1600 Meter diep gelegen zeebodem verheft. Zulk een veronderstelling schijnt mij wel geoorloofd, indien men bedenkt dat de Ceram-zee een van de merkwaardige trogvormige diepe bekkens in het oostelijk deel van den Indischen archipel is, die zeer waarschijnlijk met bodembewegingen in plistoceenen en post-plistoceenen tijd in verband staan en ontstaan zijn door benedenwaartsche bewegingen, die gelijktijdig plaats hadden met, en min of meer gecompenseerd werden door, opheffingen van ongeveer gelijk bedrag van andere deelen — thans hoog opgeheven eilanden — in dat gebied. Nu zijn reeds een betrekkelijk groot aantal gevallen bekend geworden, die het waarschijnlijk maken, dat daling onder den invloed van

¹⁾ Zie Siboga-Expeditie, Dl. I. M. WEBER. Introduction et description de l'expédition. 1902, p. 80.

²⁾ Gedurende het afdrucken van dit artikel was de heer J. W. VAN NOUHUYS, officier van de Gouvernements Marine zoo vriendelijk mij in kennis te stellen met een vondst door hem in 1914 gedaan, als commandant van een schip, toen belast met het herstellen van telegraafkabels.

Van een diepte van 1500 M. haalde hij eenige stukken koraalkalk op van een plaats, gelegen op een afstand van 30 zeemijlen van de meest nabijzijnde kust van het eiland Enggano. De juiste plaats, waar deze vondst werd gedaan, is 5° 3' Z. B. en 102° 45' O. L.

diastrophisme ¹⁾, zooals in de Ceram-zee heeft plaats gehad, betrekkelijk snel kan verlopen, wat bij daling van eilanden door ineenzinking onder den invloed der zwaartekracht — isostatische daling — zooals men die mag aannemen in den centralen Pacifischen oceaan, hoogstwaarschijnlijk niet het geval is, zoodat dus de kans, dat koraaleilanden door daling kunnen verdrinken, in het eerste geval, dat in de Ceram-zee aanwezig is, grooter moet geacht worden dan in het tweede geval.

Misschien zal de merkwaardige dregging No. 177 van de Siboga-expeditie het uitgangspunt kunnen vormen voor een verklaring van het merkwaardige feit, dat in het oostelijk deel van den Oost-Indischen archipel, hoewel de diepe zeebekkens aldaar door dalingen van groot bedrag in plistoceenen en post-plistoceenen tijd ontstaan zijn, rif-structuren van het type der barrière-riffen of atollen, in die bekkens stellig een zeer bescheiden plaats innemen ²⁾.

Een tweede consequentie der opgestelde hypothese is deze, dat zij niet alleen voor de echt-oceanische, vulkanische eilanden in den Pacifischen Oceaan, maar ook voor die in den Indischen en den Atlantischen Oceaan moet gelden. Nu is het wel merkwaardig, dat voor het eenige echt-oceanische eiland, dat in den Atlantischen oceaan binnen het verspreidingsgebied der rifbouwende korallen voorkomt, nl. Bermuda ³⁾, onlangs (zie boven) is bewezen, dat de koraalvormingen, die daar thans boven zee uitsteker, het bovendeel zijn van een kap of kroon van rifkalksteen, die ten minste 110 M. dik is en rust op een weggezonden bazaltisch eiland.

Alle andere echt-oceanische, vulkanische eilanden in den Atlan-

¹⁾ Zeer interessant zijn de voorbeelden van belangrijke differentieele bewegingen door diastrophisme sinds post-plioceenen tijd, die LAWSON geeft van de kust en de kusteilanden van Zuid-Californië. A. C. LAWSON, The post-pliocene diastrophism of the coast of Southern-California. Bull. of the Dep. of Geology, Univ. of California I. p. 115, 1893.

²⁾ Vergelijk J. F. NIERMEYER, Barrièreriffen en atollen in de Oost Indische Archipel. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. Vol XXVIII p. 877, 1911.

³⁾ De eigenlijke West-Indische archipel met zijn talrijke koraaleilanden en rifvormingen behoort niet tot de echt-oceanische eilanden; West-Indië is een gebied van sterk en recent diastrophisme, dat in nauw verband staat met het Amerikaansche continent.

tischen Oceaan liggen buiten het verspreidingsgebied der rifbouwende koralen. Zij zijn alle vulkanisch ¹⁾ en verheffen zich op den zoogenaamden Midden-Atlantischen diepzeerug („Mittelatlantische Bodenschwelle”). De Canarische- en de Kaap-Verdische eilanden zijn stellig, en de Selvagen-eilanden en de Madeira-groep zijn waarschijnlijk niet echt-oceanische eilanden, maar hebben eens deel uitgemaakt van het Europeesch-Afrikaansche ²⁾ continent.

Misschien mag men in den merkwaardigen Midden-Atlantischen diepzeerug het eindresultaat zien van de vulkanische werkzaamheid langs een geweldige spleet van die uitgestrektheid, waar uit talrijke openingen vulkanisch materiaal is geperst, waardoor vulkanische ruggen en kegels gevormd werden, die nu nagenoeg alle tengevolge der isostasie door den invloed der zwaartekracht zijn teruggezonden ³⁾ tot het gemiddeld niveau van den onderzeeschen rug, terwijl slechts hier en daar enkele eilanden, waar de vulkanische werkzaamheid langer voortduurde of nog voortduurt, zich thans nog boven den zeespiegel verheffen en andere (waarvan uit den aard der zaak slechts enkele toevallig bij loodingen zijn ontdekt) zich nog wel tot op verschillende hoogte boven dit niveau verheffen maar niet tot aan

¹⁾ GAGEL vermeldt het voorkomen van talrijke losse steenen van gneis en graniet op Santa Maria, één der Azoren, en voegt er aan toe, dat deze gesteenten daar niet inheemsch zijn, maar vermoedelijk in plistoceenen tijd door ijsbergen daarheen zijn vervoerd. C. GAGEL. Die mittelatlantischen Vulkaninseln. Handb. der region. Geologie VII. H. 10, p. 12, 1910.

²⁾ G. GAGEL l. c. pp. 31.

³⁾ Het feit, dat verschillende vulkanische eilanden in den Atlantischen oceaan hoog afgeslagen klifkusten bezitten, schijnt een ernstig argument tegen mijn hypothese te zijn, die immers een langzame maar gestadige inzinking van deze eilanden vereischt. Het argument verliest echter zijn kracht wanneer men bedenkt, dat het proces van klifvorming door afslag door de golven snel gaat, speciaal bij deze vulkanische eilanden, die gedeeltelijk bestaan uit een weinig samenhangende tuf en wier kusten niet beschermd worden door riffen, terwijl het inzinkingsproces, veroorzaakt onder invloed van den zwaartekracht, moet beschouwd worden langzaam te gaan. Niet-tegenstaande hun langzame inzinking kunnen de kusten van deze eilanden dus wel door de golven tot hoge kliffen zijn afgeslagen.

de oppervlakte der zee reiken. Tot de laatste behooren drie onderzeesche bergen ¹⁾, die zich nabij het westelijk deel der Azoren van den bodem van den oceaan, die daar omstreeks 3000 M. diep is, resp. tot 146, 128, en 88 M. beneden den zeespiegel verheffen. De aanleiding tot het uitvloeien van zoo geweldige massa's vulkanisch materiaal zou men misschien in het afscheuren van het Amerikaansche continent van het Europeesch-Afrikaansche, waarmede het vroeger samenhing, mogen zoeken, welk afscheuren door PICKERING ²⁾ en TAYLOR ³⁾ werd aangenomen en wederom door WEGENER in zijn reeds meermalen aangehaald geschrift op p. 68 wordt bepleit. Zoo men zich bij die veronderstelling aansluit, zou de Midden-Atlantische diepzeerug m. i. de plaats aangeven, waar de eerste scheur ontstond en de sima het eerst werd blootgelegd. Daaruit zou dan echter m. i. logisch volgen, dat die rug geheel uit sima moet bestaan en niet uit sal, zooals WEGENER op p. 69 aanneemt.

Ten slotte zij nog opgemerkt, dat het volgens deze hypothese niet mogelijk is, dat afzettingen, gevormd op den bodem van echt-oceanische gebieden, ooit tot boven den zeespiegel duurzaam zouden kunnen worden opgeheven en dus ooit deel zouden kunnen nemen aan den bouw van continenten. Hiermede strookt geheel, wat de ervaring tot nu toe heeft geleerd omtrent het voorkomen van fossiele diepzee-afzettingen ⁴⁾ op de continenten. Wel is hun voorkomen daar veel minder beperkt, dan veelal wordt aangenomen, maar zij komen uitsluitend voor in geosynclinale gebieden, d. i. in gebieden, die eens vóór haar plooiing en oppersing, diepe troggen op geringen afstand van de randen van continenten, en geenszins echt-oceanische gebieden waren.

¹⁾ G. GAGEL, l. c. p. 9.

²⁾ W. H. PICKERING. The place of origin of the moon. Journ. of Geol. XV. p. 23. 1907.

³⁾ F. B. TAYLOR. Bearing of the tertiary mountain-belt on the origin of the earth's plan. Bull. Geol. Soc. of America XXI, p. 179, 1910.

⁴⁾ G. A. F. MOLENGRAAFF. Over oceanische diepzeeafzettingen van Centraal-Borneo. Versl. Afd. Nat. d. Kon. Acad. van Wet. Amsterdam. Dl. XVII, p. 83, 1909.

Over het ontstaan van metamorphe gesteenten.

In het volgende opstel heb ik getracht eenige der grondbeginselen, waarop de tegenwoordig door een groot aantal petrographen en geologen aangenomen theorieën omtrent het ontstaan der metamorphe gesteenten berusten, zéér in het kort uiteen te zetten en zooveel mogelijk tot één geheel te verwerken. In den laatsten tijd heeft men vooral de theoretische scheikunde te hulp geroepen en met zeer veel vrucht toegepast bij het bestudeeren van dit onderwerp; het is in dit opstel dan ook in de eerste plaats mijn doel geweest, de groote rol uit te doen komen, welke de theoretische scheikunde ook in de studie van dit onderdeel der petrographie speelt.

De gebezigde wetten en principes der theoretische chemie heb ik zooveel mogelijk en voor zoover noodig verklaard, om zodoende te komen tot een beter geheel, dat zich laat lezen zonder dat het noodig is een uitgebreide kennis dezer principes te onderstellen of vele wetten en resultaten zonder nader bewijs aan te nemen. Daarom ben ik er bijv. toe overgegaan de wetten der dubbelzoutvorming eerst in 't kort uiteen te zetten, vóór ik iets mededeelde omtrent de toepassing dezer wetten; daardoor wordt m.i. een beter inzicht verkregen in hare draagwijdte en in de mogelijkheid en het nut der toepassing van dergelijke wetten.

Het behoeft geen betoog, dat dit opstel louter compilatiewerk is en ook slechts als zoodanig is bedoeld. De meeste lezers van dit jaarboek zullen tijd noch gelegenheid kunnen vinden de grootere werken en de vele tijdschriftartikelen te bestudeeren, die in de laatste jaren over dit onderwerp zijn verschenen. Toch zal

bij verschillende van hen de belangstelling in deze vraagstukken wel zoo groot zijn, dat zij het zullen waardeeren een artikel te vinden, dat tenminste de hoofprincipes van dit zeer belangwekkende gedeelte der petrologie in beknopten en samenhangenden vorm behandelt. Voor hen is dit opstel geschreven.

Het is natuurlijk onmogelijk hier van alle theorieën iets mede te deelen; zoo heb ik de opvattingen van WEINSCHENK en van HAUG en TERMIER hier niet uiteengezet maar hoofdzakelijk die van GRUBENMANN, BECKE, GOLDSCHMIDT etc., ook omdat volgens den tegenwoordigen stand der onderzoekingen voor deze opvattingen wel de meeste argumenten schijnen te pleiten.

Een uitgebreide lijst van literatuuropgaven scheen mij onnoodig; de meest belangrijke werken en tijdschriftartikelen echter heb ik in den tekst geciteerd.

Wanneer men de gesteenten tracht in te deelen naar hun ontstaan, dan komt men tot de onderscheiding van de drie hoofdgroepen: *Sedimenten*, *Stollingsgesteenten* en *Metamorphe gesteenten*. De verdeling in stollingsgesteenten en sedimenten werd reeds vrij spoedig gemaakt nadat de geologie van een verzameling van min of meer phantastische hypothesen een wetenschap was geworden. Het heeft echter langer geduurd vóór de metamorphe gesteenten werden erkend als een op zich zelf staande eenheid. Langen tijd heeft men gemeend de voornaamste groep der metamorphe gesteenten, de kristallijne schisten, te moeten beschouwen als een allereerste afzetting uit een oerzee of als het eerst vast geworden gedeelte der aardkorst. Een van de voornaamste oorzaken, die het voortbestaan van deze opvattingen in de hand werkte, is het feit dat de kristallijne schisten overal op aarde voorkomen als de oudste gesteenten. Eerst later kwam men tot het inzicht, dat ook in de andere, zelfs in de jongste formaties kristallijne schisten kunnen voorkomen, waarmee vanzelf de theorieën der oudere geologen vervielen.

LYELL is een der eersten geweest, die op wetenschappelijke grondslagen het ontstaan der kristallijne schisten heeft trachten te verklaren. Van hem stamt ook de duidelijke formuleering van het principe, dat slechts oorzaken en krachten die ook thans nog werken

en ons in hunne gevolgen bekend zijn, mogen worden gebezigd bij het verklaren van geologische verschijnselen. Uit de toepassing van dit beginsel volgt ook reeds dadelijk, dat men de metamorphe gesteenten in het algemeen en de kristallijne schisten in het bijzonder, niet mag aannemen als primair te zijn ontstaan in hun tegenwoordige gedaante. Immers, wel ziet men sedimenten zich vormen en vloeibaar magma tot aan de aardoppervlakte dringen en een nieuw gesteente voegen bij de lange reeks, door de natuur in rusteloozen arbeid opgebouwd, doch het primair ontstaan van metamorphe gesteenten is door de waarneming nog nimmer geconstateerd. Het is daarom ook onlogisch te onderstellen, dat metamorphe gesteenten ooit primair zouden zijn ontstaan. Op vele plaatsen echter heeft de natuur ons de langzame overgang tusschen sedimenten of stollingsgesteenten en metamorphe gesteenten duidelijk onthuld en zoo is de theorie volgens welke de metamorphe gesteenten, gelijk reeds ligt opgesloten in het woord, hun ontstaan te danken hebben aan metamorphose van reeds bestaande sedimenten of stollingsgesteenten, in de meeste gevallen geworden tot een wetenschappelijk vaststaand feit.

Men kan in hoofdzaak twee soorten van metamorphose onderscheiden :

a. *Regionaalmetamorphose* of *metamorphose in engeren zin*.

Hieronder vat men samen de veranderingen welke gesteenten in chemisch en physisch opzicht ondergaan, als gevolg voornamelijk van hoogen druk en van hooge temperatuur. Daar deze oorzaken meestal werkzaam zijn over groote uitgestrektheden, spreekt men dikwijls van *regionaalmetamorphose*.

De hoofdoorzaak der veranderingen welke in een gesteente plaats vinden, heeft men volgens het meerendeel der petrographen, die zich speciaal met het bestudeeren der metamorphose bezig houden, te zoeken in de met de diepte toenemende temperatuur, terwijl de hooge druk der bovenliggende gesteenten en de spanning, die in verschillende gedeelten der aardkorst heerscht, als tweede factor moet worden beschouwd. De gesteenten welke als gevolg der regionaalmetamorphose ontstaan, vat men samen in de groep der *kristallijne schisten*.

b. *Contactmetamorphose*.

Een intrusie van gloeiend vloeibaar magma zal in haar omgeving de doorbroken gesteenten veranderen, dus een metamorphose doen

ondergaan. Het is voornamelijk de hoge temperatuur van het magma, welke als oorzaak van deze veranderingen moet worden beschouwd. De druk speelt hier meestal een ondergeschikte rol. Metamorphose enkel als gevolg van de verhoogde temperatuur die ten tijde van het contact met het vloeibaar magma optreedt, is echter zeer zelden. Bijna steeds dringen verschillende gassen en dampen in het nevengesteente, zoodat ook toevoer van nieuwe stoffen plaats vindt, waardoor nieuwe mineralen kunnen ontstaan. Volgens verschillende onderzoekers dringen niet enkel dampen, maar ook het dikwijls zeer dun-vloeibare magma zelf in de spleten van het doorbroken of van het boven de intrusie liggende gesteente. Men kan in dit geval spreken van *metamorphose als gevolg van injectie*.

Vooraf omtrent de nieuwere theorieën over het ontstaan der kristallijne schisten zullen in dit opstel eenige der voornaamste feiten worden medegedeeld.

In tegenstelling met de contactmetamorphose, waarbij dikwijls dampen en soms dun-vloeibaar magma in de doorbroken gesteenten worden ingeperst, blijft bij regionaalmetamorphose de oorspronkelijke substantie vrijwel onveranderd bestaan. De combinaties van mineralen en de eigenaardige texturen en structuren, die karakteristiek zijn voor de kristallijne schisten, zijn dus hoofdzakelijk het gevolg van mechanische veranderingen, vooral van een opnieuw uitkristalliseeren der oorspronkelijke substantie. Het ontstaan der kristallijne schisten kan men opvatten als het resultaat van het streven naar een nieuwen evenwichtstoestand, welk streven in het leven werd geroepen door de veranderde omstandigheden (hoofdzakelijk van druk en temperatuur) waarin het oorspronkelijk gesteente zich kwam te bevinden ¹⁾. Deze nieuwe evenwichtstoestand is bereikt, wanneer het oorspronkelijk gesteente geheel in kristallijne schist is overgegaan.

Daar dus de metamorphose neerkomt op een evenwichtsverandering in een chemisch systeem, zijn hierop de phasenregel van GIBBS en de wetten van VAN 'T HOFF en LE CHATELIER toepasselijk ²⁾.

¹⁾ GRUBENMANN, Die Kristallinen Schiefer, pag. 45.

²⁾ Zie bijv. P. NIGGLI, Die Chlortoidschiefer und die Sedimentäre zone am Nordostrande des Gotthardmassives. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Neue Folge Lieferung XXVI.

Vooral de fasenregel heeft men in den laatsten tijd trachten toe te passen op het ontstaan van metamorphe gesteenten en speciaal van kristallijne schisten. De fasenregel mag, zooals bekend is, slechts worden aangewend op in evenwicht zijnde systemen, en drukt de betrekking uit tusschen het aantal fasen, het aantal componenten en het aantal vrijheidsgraden van een systeem door middel van de vergelijking

$$V = C + 2 - P,$$

waarin V = het aantal vrijheden, C = het kleinste aantal der onafhankelijke componenten en P = het aantal fasen. Kent men de componenten van het oorspronkelijk gesteente, dan kan men daaruit in vele gevallen, zooals ook nader door een voorbeeld zal worden aangetoond, met behulp der fasenregel afleiden de samenstelling van het metamorphe gesteente, dat als gevolg van het optreden van een nieuwen evenwichtstoestand uit dit oorspronkelijk gesteente zal ontstaan.

Streng genomen kan men een gesteente niet opvatten als één systeem, zoodat de toepassing der fasenregel niet te rigourens mag geschieden ¹⁾. Alle deelen van een gesteente toch zijn zeker niet op elk moment met elkaar in evenwicht; daarvoor zou een oplosmiddel met alle vaste fasen van het gesteente in aanraking moeten zijn. Toch ligt reeds in het begrip „gesteente” het begrip van een min of meer homogene samenstelling opgesloten; slechts die mineraal-associaties, welke met een vrij hooge graad van homogeniteit de bouwsteen samenstellen waaruit de aardkorst is opgetrokken, noemt men gesteenten. Ook zal de drukking in alle deelen van een gesteente nooit dezelfde zijn, evenmin als dit met de temperatuur het geval is. Is een bepaalde paragenese of combinatie van mineralen voor tamelijk groote druk- en temperatuurintervallen karakteristiek (waarbij natuurlijk in deze combinatie wel kleine veranderingen om een zeker gemiddelde kunnen optreden) dan zijn de verschillen van druk en temperatuur in een en hetzelfde gesteente van weinig invloed.

¹⁾ NIGGLI und JOHNSTON. Einige physikalisch-chemische Prinzipien der Gesteinsmetamorphose Neues Jahrbuch, Beilage Band 37.

Een strenge geldigheid de phasenregel kan men dus niet verwachten. Beperken we echter de toepassing tot den overgang van de voor het oorspronkelijk gesteente karakteristieke mineraal-associatie in de associatie welke voor het veranderde gesteente eveneens karakteristiek is, dan kan de phasenregel daarbij zeer goede diensten bewijzen. Wanneer men tevens rekening wilde houden met alle, ook accessorische mineralen, die gevormd zouden kunnen worden, zou het niet mogelijk zijn met behulp der phasenregel tot bepaalde uitkomsten te geraken. Vooral voor de opstelling eener natuurlijke klassificatie der metamorphe gesteenten is de toepassing der phasenregel van zeer veel nut.

Uit de phasenregel volgt direct de zgn. *regel van Goldschmidt*: *bij aanwezigheid van n componenten is het maximum-aantal der gevormde mineralen = n* . M. a. w. bij aanwezigheid van n componenten zullen *hoogstens* n mineralen als een *gesteentevormende* combinatie optreden. De algemeene geldigheid van deze regel is gemakkelijk in te zien. Een systeem, bestaande uit $n + 2$ phasen, als n het aantal der componenten is, kan slechts in evenwicht zijn bij een bepaalde druk, een bepaalde temperatuur en een bepaalde concentratie (een zoodanig systeem is invariant). Nu is het a priori duidelijk, dat over groote uitgestrektheden en gedurende den langen tijd welke voor de metamorphose noodig is, deze drie grootheden nimmer constant zullen zijn. Men kan daarom, als n het kleinste aantal der onafhankelijke componenten is waaruit men de mineralen opgebouwd kan denken, ook niet $n + 2$, maar hoogstens $n + 1$ phasen verwachten. Bij aanwezigheid van n mineralen heeft men reeds te doen met $n + 1$ phasen (daar ook steeds nog, al is het dan ook dikwijls in minimale hoeveelheden, een vloeibare, respectievelijk dampvormige phase aanwezig is). Lokaal kan men dus nog wel een combinatie van $n + 1$ mineralen aantreffen, in 't algemeen echter zullen *hoogstens* slechts n mineralen een combinatie vormen, waarbij deze mineralen met elkaar in evenwicht zijn, dus als typische associatie in een gesteente voorkomen.

Zoo volgt dus reeds dadelijk uit de toepassing der phasenregel dat bij de metamorphose van een gesteente, waarvan de componenten bekend zijn, van het groot aantal mogelijke verbindingen dat hierbij zou kunnen ontstaan, er slechts een beperkt aantal zal

optreden. De studie der metamorphe gesteenten heeft dan ook geleerd, dat het aantal nieuwgevormde mineralen in de meeste gevallen het door de fasenregel geëischte maximum-aantal niet overschrijdt.

De toepassing der fasenregel op een concreet voorbeeld zal de boven uiteengezette beschouwingwijze verduidelijken. Daartoe zullen in het kort eenige der resultaten worden medegedeeld welke de bestudeering van de vorming der zgn. chloritoïdschiefer (aan den Noord-Oostrand van het Gotthard-massief) heeft opgeleverd ¹⁾ Een dergelijk speciaal onderwerp kan op deze plaats niet uitvoerig worden uitgewerkt; onder aannahme van verschillende, bij de bestudeering van dit probleem geconstateerde feiten, zal hier in het kort worden uiteengezet hoe men, door gebruik te maken van de fasenregel, kan komen tot een natuurlijke klassificatie van kristallijne schisten, die in een bepaald geval door metamorphose uit bekende gesteenten zijn ontstaan.

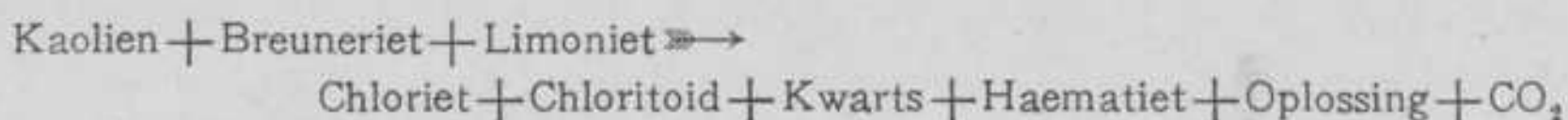
Het geldt hier de vorming der zgn. chloritoïdschiefer uit gesteenten behorende tot de serie kleilei-mergel. De metamorphose uit zich hier in de vorming van

1. Chloritoid en Chloriet.
2. Sericiet.
3. Haematiet.

Het komt zelfs in de natuur zelden voor (gelijk ook door VAN 'T HOFF reeds werd opgemerkt) dat vier bestanddeelen gelijktijdig op elkaar inwerken. Het is daarom rationeel zich voor te stellen, dat in petrologische systemen, welke dikwijls vele bestanddeelen bevatten, verschillende omzettingen in zekeren zin onafhankelijk van elkaar plaats hebben. Op het eindresultaat zal het in elk geval van geen invloed zijn of men de vorming van chloritoid en chloriet, sericiet en haematiet beschouwt als het resultaat van één reactie of dat men het ontstaan van één of meer dier mineralen beschouwt onafhankelijk van dat der andere. Het verder onderzoek van het gesteente leert bovendien, dat er redenen voorhanden zijn om het ontstaan van chloritoid, chloriet en haematiet wegens onderlinge analogieën samen te vatten in één onafhankelijke reactie.

¹⁾ NIGGLI, l. c.

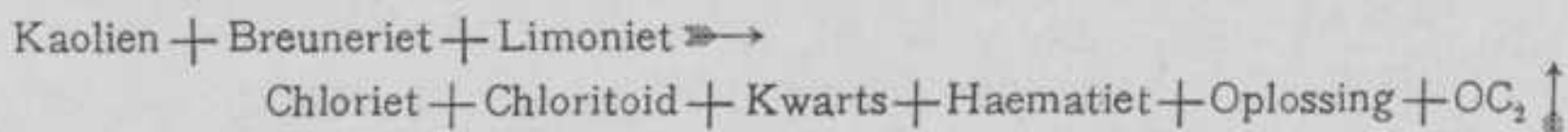
Uit de microscopische bestudeering van het materiaal kan worden afgeleid, dat de metamorphose in hoofdzaak door de volgende reactie wordt weergegeven :



Dit systeem van negen fasen blijkt te bestaan uit zeven componenten (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CO_2 , H_2O) Volgens $V = C + 2 - P$ zijn deze negen fasen dus slechts bij een bepaalde druk, temperatuur en concentratie der oplossing met elkaar in evenwicht. Wordt dus warmte toegevoerd of het volume veranderd, dan kan daardoor noch de temperatuur, noch de drukking, noch de concentratie der oplossing een verandering ondergaan. Er moet dan een reactie plaats vinden waarbij slechts de massa der fasen (elke fase op zichzelf beschouwd, daar natuurlijk het totaal der massa hetzelfde blijft) verandert.

Wanneer tengevolge van deze reactie één der fasen is verdwenen, is het systeem monovariant geworden. Bij een willekeurige druk behoort dan een bepaalde temperatuur en omgekeerd.

Het hangt nu van verschillende omstandigheden af, welke der negen fasen zal verdwijnen. Daar de omstandigheden waaronder de metamorphose zich heeft afgespeeld, grootendeels onbekend zijn — hetgeen steeds het geval is — zou het onmogelijk zijn, doortrent een aanname te maken, indien een gelukkig toeval hierbij niet te hulp kwam. De uitvoerige bestudeering van het gebied en het materiaal heeft als een der hoofdkenmerken van de metamorphose opgeleverd de mogelijkheid en de groote waarschijnlijkheid van het ontwijken van de CO_2 . Men mag dus aannemen dat de volgende reactie tusschen de negen fasen heeft plaats gehad :



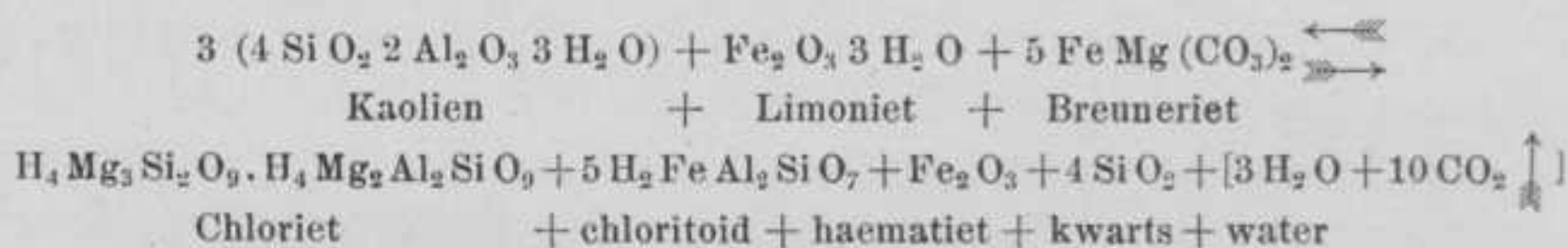
Zoодоende is dus het monovariante achtphasensysteem *Kaolien*, *Breuneriet*, *Limoniet*, *Chloriet*, *Chloritoid*, *Kwarts*, *Haematiet*, *Water* ontstaan.

Gelijk echter boven reeds is uiteengezet, zullen bij een systeem van zeven componenten als het hier beschouwde als *gesteentevormende*

mineraal-associaties slechts optreden combinaties van zeven mineralen (met inbegrip van het aanwezige water), dus divariante systemen. Het hier afgeleide acht-fasen-systeem geeft nu aanleiding tot het ontstaan van verschillende combinaties van zeven fasen.

Het acht-fasen-systeem is monovariant, zoodat bij een willekeurige druk een bepaalde temperatuur behoort. Denkt men zich de druk constant (waardoor dus over de eenige vrijheidsgraad is beschikt) dan moet bij toevoer van warmte derhalve één der fasen verdwijnen. *Bij warmtetoevoer zullen nu die systemen ontstaan welke bij hogere, bij onttrekken van warmte zullen die systemen ontstaan, welke bij lagere temperatuur bestendig zijn. Zoo ontstaan, bij constante temperatuur, onder verkleining van het volume, systemen, die bij hogere drukking, onder vergrooting van het volume systemen, die bij lagere drukking bestendig zijn* ¹⁾.

De reactie kan worden geschreven als :



Neemt men aan, dat alle CO_2 ontwijkt en substitueert men de molecuulairvolumina, dan krijgt men :

$$\begin{array}{r}
 3.200 + 61 + 5.137,8 \quad \begin{array}{l} \leftarrow \\ \rightleftarrows \\ \rightarrow \end{array} \quad 213 + 5.69,6 + 30,3 + 4.22,8 + 3.18 + \uparrow \\
 1350 \quad \begin{array}{l} \leftarrow \\ \rightleftarrows \\ \rightarrow \end{array} \quad 736,5 + \uparrow
 \end{array}$$

Verloopt dus de reactie naar rechts, dan heeft ze plaats onder volumevermindering.

In verband met de boven aangehaalde wetten komt men dus tot de conclusie, dat in het acht-fasen-systeem Kaolien, Breuneriet,

¹⁾ De afleiding van deze wetten kan hier niet worden gegeven. Zie bijv. BAKHUIS ROOZEBOOM, Die heterogenen Gleichgewichte, dl. III (voortgezet door SCHREINEMAKERS).

Limoniet, Chloriet, Chloritoid, haematiet, kwarts, water, bij hooge drukking bestendig zijn de mineralen *chloriet*, *chloritoid*, *haematiet* en *kwarts*. Dit zijn tevens de mineralen die bestendig zijn bij hooge temperatuur. Met betrekking tot de druk en de temperatuur kan men dus spreken van een overgangslijn; uit de vergelijking van de reactie volgt nu, dat daarboven stabiel zijn de volgende drie zevenphasensystemen:

- I. Chloriet, Chloritoid, Haematiet, Kwarts, Breuneriet, Limoniet, (water).
- II. Chloriet, Chloritoid, Haematiet, Kwarts, Limoniet, Kaolien, (water).
- III. Chloriet, Chloritoid, Haematiet, Kwarts, Kaolien, Breuneriet, (water).

Deze systemen zijn dus verkregen uit de leden der vergelijking die rechts van het overgangsteeken voorkomen, waarbij telkens zijn gevoegd de combinaties twee aan twee der leden welke links van dit overgangsteeken voorkomen. Beneden die lijn is stabiel de combinatie:

- IV. Kaolien, Limoniet, Breuneriet, Chloriet, Chloritoid, Haematiet, Kwarts.

Men mag dus verwachten als gevolg van de metamorphose een gesteente te vinden, waarvan de samenstelling beantwoordt aan één of meer van de mogelijke combinaties die hier theoretisch zijn afgeleid. De waargenomen feiten bevestigen nu in dit geval de theorie volkomen. Vóór nog theoretisch de mogelijke combinaties waren opgesteld, had men op grond van de microscopische bestudeering van het materiaal de hier bedoelde Chloritoidschiefer reeds ingedeeld in vier hoofdtypen die met kleine, gemakkelijk te verklaren wijzigingen, geheel overeenkomen met de theoretisch afgeleide typen. De onderdeelen van de chloritoidschiefer die de combinaties I—III bevatten, moeten dus zijn ontstaan op plaatsen waar druk en temperatuur hoog zijn geweest; de combinatie IV is ontstaan bij lagere drukking en temperatuur.

Uit het hier uitgewerkte voorbeeld blijkt ten duidelijkste de groote waarde van de toepassing der fasenregel, vooral waar het geldt zodoende te komen tot een natuurlijke klassificatie van een bepaalde groep van metamorphe gesteenten.

In plaats van de fasenregel in haar algemeene gedaante, kan men ook gebruik maken van de fasenregel in een meer specialen

vorm, nl. in den vorm der wetten welke het ontstaan der dubbelzouten en de evenwichten bij de zgn. dubbele omzettingen beheerschen. Ook deze beschouwingwijze is met vrucht toegepast. Alvorens dit met een voorbeeld duidelijk te maken, zullen eerst in 't kort de hier bedoelde wetten der theoretische chemie worden verklaard ¹⁾.

De verhoudingen, die optreden bij het oplossen van twee zouten A en B in water, kunnen het gemakkelijkst worden voorgesteld in een zgn. isotherm diagram, een diagram dat dus geldt bij een bepaalde temperatuur. (Fig. 1). Wanneer de oplosbaarheid wordt

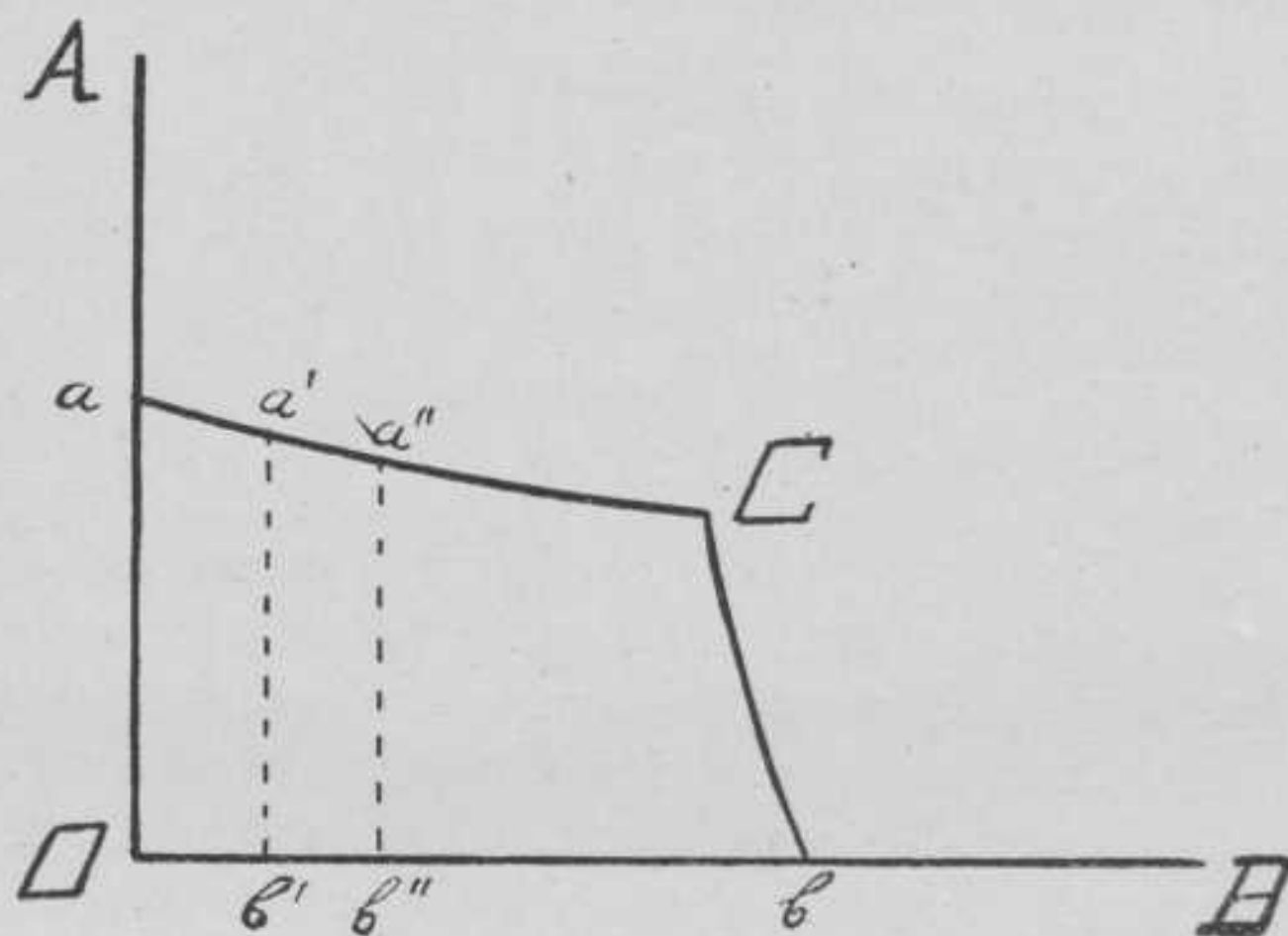


Fig. 1.

uitgedrukt door het aantal grammoleculen op 100 gram water, dan stelt Oa voor het aantal grammoleculen van de stof A dat bij de voor dit diagram geldende temperatuur in een verzadigde oplossing van enkel A aanwezig is. Ob stelt voor het aantal grammoleculen van B aanwezig in de verzadigde oplossing van enkel B.

De oplosbaarheid van een zout wordt nu, door aan de oplossing een ander zout toe te voegen, in de meeste gevallen verkleind. Worden aan een verzadigde oplossing van A Ob' grammoleculen

¹⁾ VAN 'T HOFF, Vorlesungen über Bildung und Spaltung von Doppelsalzen.

B toegevoegd, dan zal een gedeelte van A moeten uitkristalliseeren, daar door de toevoeging van B de oplossing t.o.v. A oververzadigd is geworden. De hoeveelheid van A welke thans nog in de oplossing aanwezig kan zijn, wordt $b'a'$ en het punt a' geeft dus in het diagram aan de thans in oplossing zijnde hoeveelheden A en B. Had men $O'b''$ grammoleculen B toegevoegd, dan kon zich nog slechts een hoeveelheid $b''a''$ der stof A in oplossing bevinden. De lijn aC stelt dus voor de verzadiging aan de stof A bij toenemende hoeveelheden van B. Zoo kan men eveneens uitgaan van een aan B verzadigde oplossing; dan ontstaat een kromme bC die de zich in oplossing bevindende hoeveelheden van B bij toenemende hoeveelheden van A aangeeft. (In het vervolg zullen deze lijnen gemakshalve door rechten worden voorgesteld). Het punt C representeert dus een oplossing verzadigd aan A zoowel als aan B. Alle punten binnen de vierhoek $aCbO$ stellen onverzadigde, alle daarbuiten gelegen punten stellen oververzadigde oplossingen voor.

Een onverzadigde oplossing die op 100 molen water q molen A en p molen B bevat, zal worden weergegeven door het punt x .

(Fig. 2) Wordt bij constant gehouden temperatuur T (de temperatuur waarvoor het diagram geldt) water aan de oplossing onttrokken, dan zal deze steeds meer het verzadigingspunt naderen. Het punt x beweegt zich dus nu naar x' in de richting van het verlengde van Ox . Want de oplossing wordt steeds meer verzadigd, dus het punt x moet zich bewegen naar

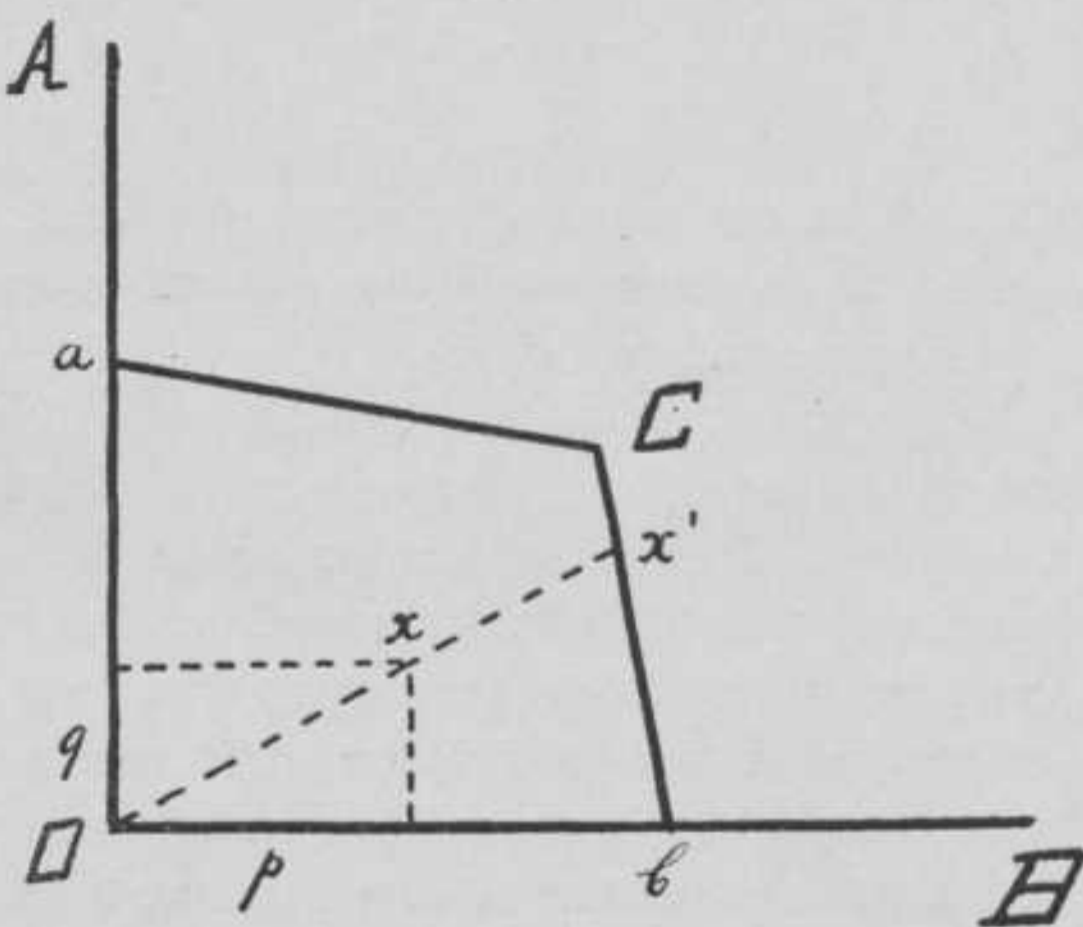


Fig. 2.

de grens van vierhoek $OaCb$, maar de hoeveelheden p en q blijven dezelfde, terwijl alleen de aanwezige hoeveelheid water vermindert, zoodat het punt x zich dus moet bewegen langs de rechte door x

en de oorsprong. Zoodra x in x' is aangekomen, wordt de oplossing verzadigd aan B. Gaat men door met het isotherm onttrekken van water, dan moet B uitkristalliseeren (wanneer tenminste geen oververzadiging intreedt). De oplossing wordt dus armer aan B en de verhouding B:A verandert langs de lijn $x'C$ tot het punt C is bereikt. Thans is de oplossing eveneens verzadigd geworden aan A, en terwijl de verdere toestanden gerepresenteerd blijven door 't punt C, kristalliseeren B en A samen uit.

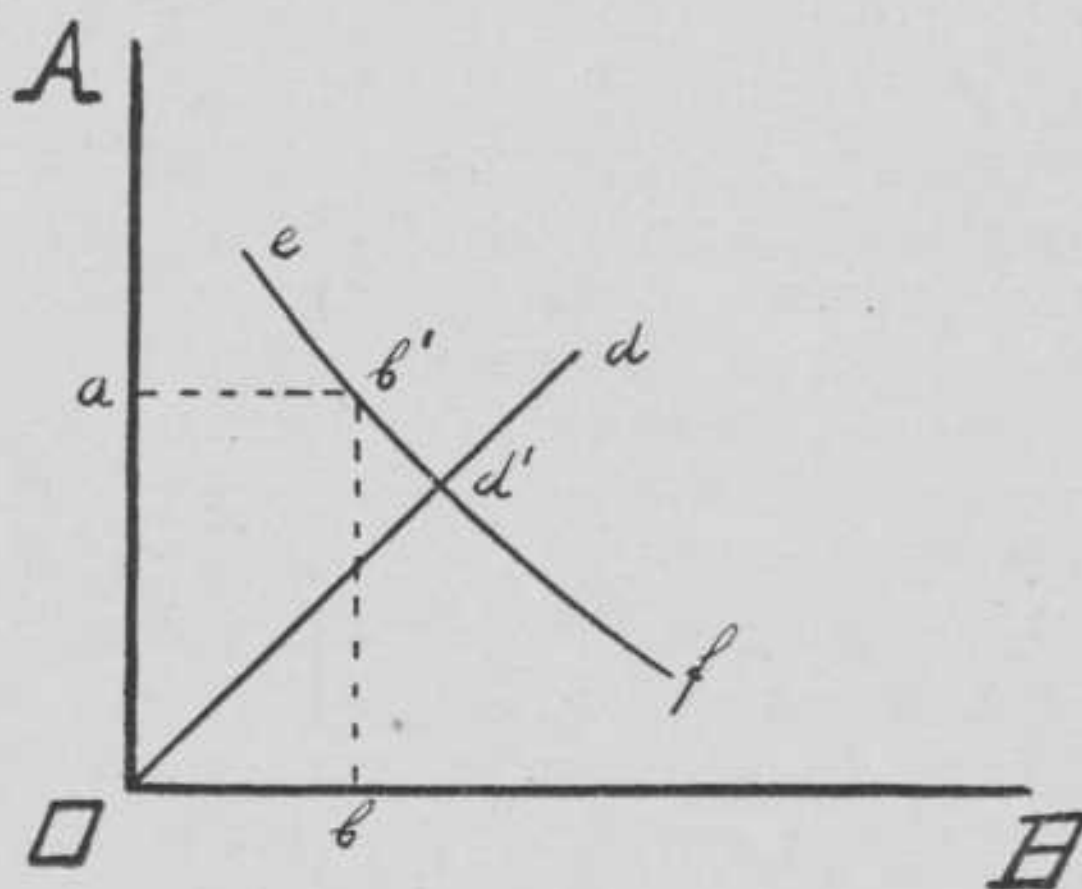


Fig. 3.

dat het meest eenvoudige geval optreedt, nl. dat slechts één verbinding AB , bevattende dus één molecule A en één molecule B, wordt gevormd. (Fig. 3).

Een punt van den lijn Od (de deellijn van de hoek der coördinaatassen) stelt dus een zekere hoeveelheid van dit dubbelzout voor. Stel, dat (weer bij de temperatuur T) een verzadigde oplossing van dit dubbelzout AB daarvan een hoeveelheid Od' kan bevatten. Door toevoeging van een overmaat van het zout A verandert nu de oplosbaarheid van AB langs de lijn $d'e$ en door toevoeging van een overmaat van het zout B, verandert de oplosbaarheid van AB langs $d'f$ (ef is symmetrisch t.o.v. Od en wijkt weinig af van een hyperbool). Heeft men dus een aan het dubbelzout AB verzadigde oplossing, waarin derhalve aanwezig is een hoeveelheid $AB = Od'$, en voegt men nu zooveel van de enkele stof A toe, dat in den nieuwen evenwichtstoestand daarvan in 't geheel aanwezig is eene hoeveelheid bb' , dan kan in dien

bereikt. Thans is de oplossing eveneens verzadigd geworden aan A, en terwijl de verdere toestanden gerepresenteerd blijven door 't punt C, kristalliseeren B en A samen uit.

De verhoudingen worden gecompliceerder, wanneer de beide stoffen A en B een verbinding kunnen vormen, dus een dubbelzout $A_n B_m$. Stel nu

nieuwen evenwichtstoestand nog slechts zooveel dubbelzout in oplossing zijn als overeenkomt met een hoeveelheid van $a b'$ molen van het zout B. De lijn ef geeft dus aan de oplosbaarheid van het dubbelzout bij aanwezigheid van een overmaat aan A of aan B.

Men kan nu dit diagram combineeren met het vorige, waarbij dan drie gevallen zijn te onderscheiden. (Fig. 4).

a. Bij de temperatuur waarvoor het diagram geldt, is de oplosbaarheid van het dubbelzout AB *groter* dan de oplosbaarheid van het mengsel der enkele stoffen A en B. Het punt d stelt bijv.

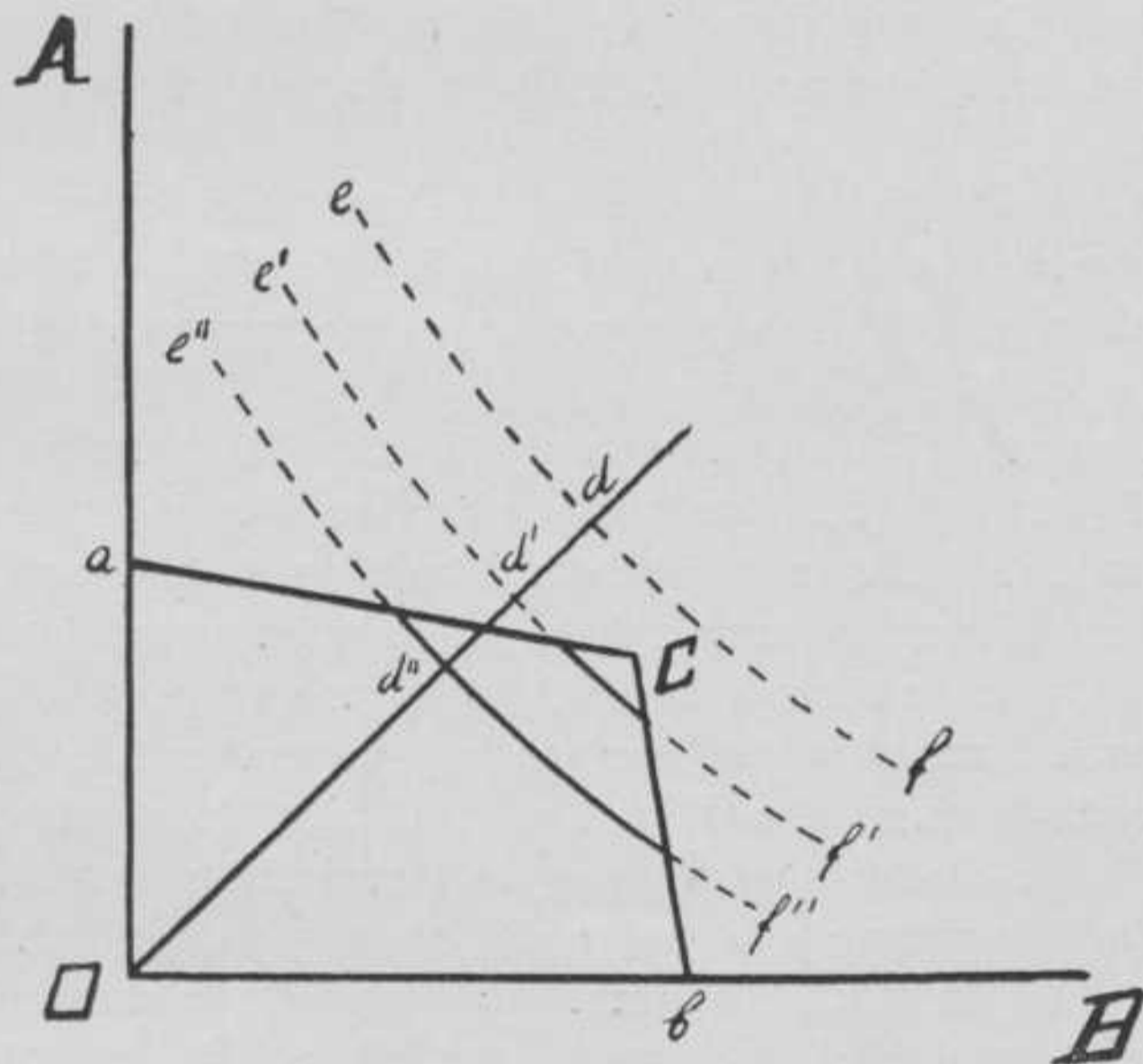


Fig. 4.

voor een oplossing verzadigd aan dubbelzout, terwijl door een overmaat van A de oplosbaarheid wordt verschoven langs de en door een overmaat van B langs df . De lijn ef ligt geheel in het gebied dat t. o. v. A en B oververzadigd is. Onder alle omstandigheden zal daarom bij deze temperatuur het dubbelzout AB in aanraking met water *labiel* zijn t. o. v. de componenten A en B en het dubbelzout zal, bij oplossen in water, uiteenvallen in deze componenten.

b. De oplosbaarheid van het dubbelzout AB in *zuiver* water is, evenals in het vorige geval, *groot*er dan de oplosbaarheid van het mengsel $A + B$ (d' stelt nu voor de verzadigde oplossing van AB ; dit punt ligt weer *buiten* vierhoek $Oacb$). Bij aanwezigheid echter van een overmaat aan één der componenten A of B wordt de oplosbaarheid van AB *geringer* dan de oplosbaarheid van het mengsel $A + B$. De lijn $e'f'$ *sniijdt* aC en Cb ; een gedeelte van $d'f'$ ligt binnen vierhoek $Oacb$ en is stabiel. Het dubbelzout zal nu in zuiver water in zijn componenten uiteenvallen; wanneer echter binnen bepaalde grenzen een overmaat aan één der componenten aanwezig is (in het geval voorgesteld door Fig. 4 dus een overmaat aan B) zal het dubbelzout stabiel zijn en als verbinding AB worden opgelost.

c. De oplosbaarheid van het dubbelzout AB is *geringer* dan de oplosbaarheid van het mengsel $A + B$ (d'' in Fig. 4). Het dubbelzout is nu ook in zuiver water, zonder toevoeging van één der componenten, stabiel.

Stel, dat men bij een temperatuur T te doen heeft met een dubbelzout AB van de laatste categorie, waarvoor dus de kromme $e''f''$ de oplosbaarheid aangeeft (Fig. 4). Wordt nu de temperatuur verhoogd, dan zal deze kromme zich in het diagram verschuiven t. o. v. aC en bC (welke lijnen natuurlijk bij temperatuursveranderingen zich eveneens zullen verplaatsen) en bij een temperatuur T_1 zal de beschouwde kromme t. o. v. aC en bC bijv. de plaats innemen van $e'f'$. AB is dus bij deze hogere temperatuur een dubbelzout van de tweede categorie geworden. Bij een nog hogere temperatuur T_2 zal de oplosbaarheidskromme nog verder verschoven zijn en AB is nu een dubbelzout van de eerste categorie geworden. Het omgekeerde kan echter ook plaats vinden; men kan zich dan voorstellen dat bij verhoging van temperatuur de oplosbaarheidskromme t. o. v. aC en bC achtereenvolgens de standen ef , $e'f'$ $e''f''$ inneemt.

In het eerste geval is dus door verhoging van temperatuur het dubbelzout in oplossing t. o. v. de twee componenten labiel, in het tweede geval stabiel geworden. Volgens het principe van het bewegelijk evenwicht van VAN 'T HOFF—LE CHATELIER zal nu een dubbelzout, dat zich onder warmte-absorptie uit de beide com-

ponenten vormt, bij verhooging van temperatuur stabiel worden; vormt echter het dubbelzout zich uit zijn componenten onder warmte-ontwikkeling, dan zal het omgekeerde zich voordoen en het dubbelzout wordt bij temperatuursverhoging in oplossing onbestaanbaar.

Heeft men nu te doen met een dubbelzout A B, dat bij een temperatuur T_1 in oplossing bestaanbaar is en waarvoor bij deze tem-

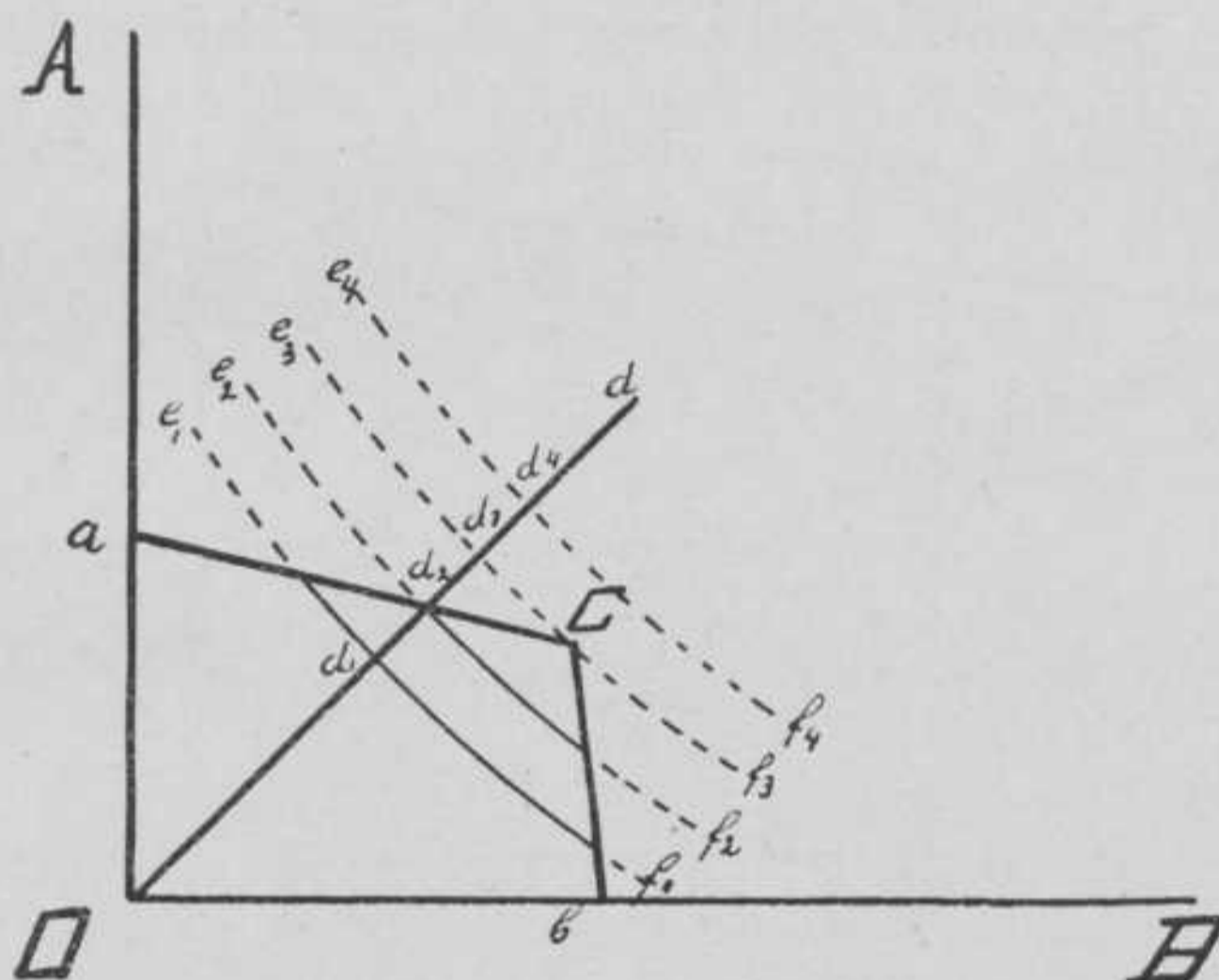


Fig. 5.

peratuur de oplosbaarheidskromme bijv. wordt voorgesteld door de lijn $e_1 f_1$ (Fig. 5) dan zal (indien $e_1 f_1$ zich bij verhoging van temperatuur t. o. v. $a C$ en $b C$ naar rechts verschuift) er een temperatuur T_2 bestaan, waarbij een oplossing van A B in zuiver water nog juist bestendig is. Bij deze temperatuur wordt de oplosbaarheidskromme dus voorgesteld door $e_2 f_2$, gaande door het snijpunt van $O d$ en $a C$. Bij nog hogere temperatuur is het dubbelzout in oplossing slechts bestendig, wanneer tevens een overmaat der component B aanwezig is. Zij $e_3 f_3$, gaande door C , de oplosbaarheidskromme voor een temperatuur T_3 , dan zal bij alle temperaturen boven T_3 het dubbelzout in waterige oplossing steeds onbestendig zijn en uiteenvallen in de componenten A en B.

Een ruimtefiguur, waarin de verschillende isotherme diagrammen zijn samengevat, geeft een zeer goed beeld van het gedrag van een dubbelzout (Fig. 6).

In de richting OT_5 wordt de temperatuur afgezet en in de richtingen OA en OB de concentraties; de lijnen Od , Od_1 etc. geven de samenstelling van het dubbelzout aan. Bij een temperatuur T_1 is het dubbelzout, zoals duidelijk blijft uit de figuur in verband met het voorgaande, in waterige oplossing bestendig. Vanaf de

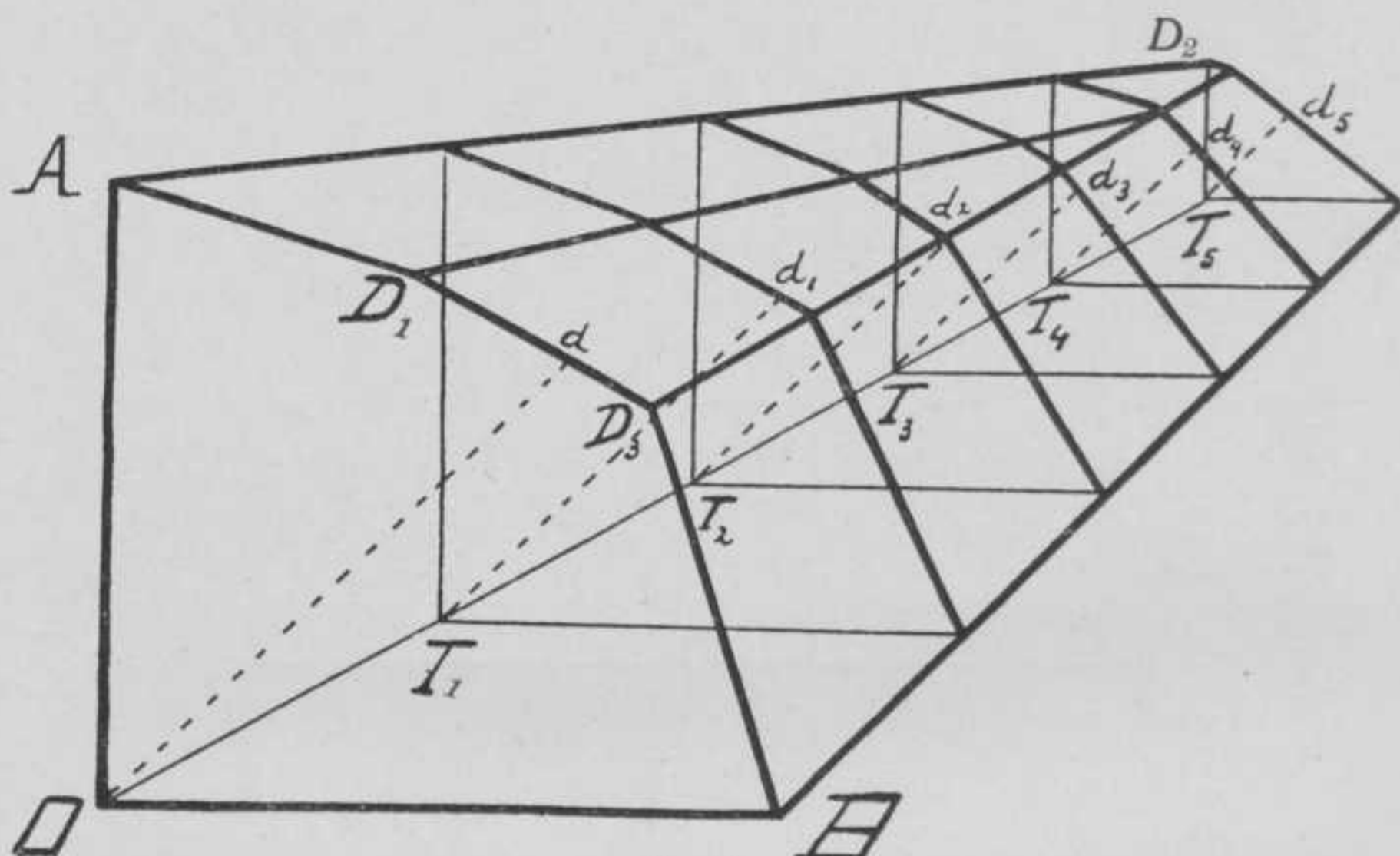


Fig. 6.

temperatuur T_2 is het dubbelzout in waterige oplossing nog slechts bestendig bij aanwezigheid van een overmaat der component B, terwijl boven T_4 het dubbelzout in waterige oplossing onbestendig is en in zijn componenten uiteenvalt. Het vlak $D_1 D_2 D_3$ geeft het gebied aan, waar het dubbelzout in oplossing bestaanbaar is.

Er is derhalve een temperatuur T_4 waarbij het dubbelzout in oplossing onbestendig wordt, een temperatuur-interval $T_4 - T_2$ ($T_4 > T_2$) waarin het slechts bestendig is bij aanwezigheid van een overmaat van een der componenten, en een temperatuur T_2 beneden welke het dubbelzout in oplossing steeds bestendig is.

De verschijnselen, die optreden bij het ontstaan van dubbelzouten, zijn met opzet eenigszins uitvoerig uiteengezet, omdat zij groote analogie vertoonen met die, welke zich voordoen bij de zgn. *dubbele omzettingen*.

Men spreekt van dubbele omzettingen bij reacties als :



De vier zouten, die aan een dergelijke reactie deelnemen, vormen een systeem van *drie* componenten. (Er zijn slechts drie bestanddeelen noodig om de samenstelling van elk der fasen uit te drukken ; $\text{N H}_4 \text{Cl}$ kan men zich bijv. uitgedrukt denken als : $\text{N H}_4 \text{N O}_3 + \text{N a Cl} - \text{N a N O}_3$, en het *kleinste* aantal der onafhankelijke bestanddeelen moet als het aantal componenten worden gekozen). Heeft een dergelijke reactie in waterige oplossing plaats, dan heeft men dus te doen met een systeem van vier componenten. De theorie der verschijnselen, welke bij deze reacties kunnen optreden, is vrij gecompliceerd en kan hier niet uitvoerig worden behandeld ¹⁾).

De resultaten zijn echter analoog met die, welke de bestudeering der dubbelzouten heeft opgeleverd en zullen dus in dit geval gemakkelijk worden begrepen.

Wanneer tusschen twee zouten een dubbele omzetting plaats heeft als :



dan treedt ook hier, evenals dat het geval was bij de vorming der dubbelzouten, een overgangspunt op. Dit overgangspunt is een invariant punt, waar dus volgens $V = C + 2 - P$ zes fasen moeten coëxisteeën (nl. de vier zouten, oplossing en damp). Wordt nu, bij gelijkblijvende drukking, de temperatuur verhoogd of verlaagd, dan moet dus een univariant systeem ontstaan, derhalve moet één der fasen verdwijnen, hetgeen plaats heeft doordat één der zouten in oplossing gaat. Beneden het overgangspunt zijn dan bijv. stabiel A B en C D zoodat dus bij temperatuursverlaging of A C of B D

¹⁾ Zie bijv. E. JÄNECKE, Gesättigte Salzlösungen vom Standpunkt der Phasenlehre, pag. 131 en volgende.

in oplossing moet gaan, waardoor dan een der systemen A B, C D, A C of A B, C D, B D ontstaat, terwijl bij temperatuursverhooging in dit geval zullen overblijven A C, B D, A B of A C, B D, C D. In aanraking met de oplossing kunnen dus A B en C D slechts beneden en niet boven het overgangspunt naast elkaar bestaan.

Evenals bij de dubbelzouten treedt verder ook hier een temperatuurinterval op. Brengt men één der zoutparen bij het overgangspunt in aanraking met water, dan zullen de beide zouten op elkaar inwerken en één der zouten van het andere paar zal worden afgescheiden. Dit vindt plaats binnen een zeker temperatuurinterval en eerst wanneer dat interval is doorlopen, kan een verzadigde oplossing van slechts één der beide paren worden verkregen.

De hier in 't kort uiteengezette wetten zijn in de laatste jaren toegepast op het ontstaan van metamorphe gesteenten. GOLDSCHMIDT is het eerst op dit denkbeeld gekomen en heeft het uitgewerkt in zijn studie over contactmetamorphose in de omgeving van Kristiania¹⁾. Zijn beschouwingwijze zal hier in het kort worden weergegeven.

Op de petrographische problemen der dieptegesteenten heeft men die wetten der theoretische chemie toegepast, welke betrekking hebben op het kristalliseeren van een gesmolten massa; men mag daarbij toch onderstellen, dat op zeker tijdstip het geheele gesteente zich in gloeiend-vloeibaren toestand heeft bevonden. Bij metamorphe gesteenten echter is dit niet het geval. Daar moet worden aangenomen, dat slechts bij kleine gedeelten tegelijk het gesteente zich in vloeibaren toestand heeft bevonden, zoodat slechts voor die gedeelten reacties mogelijk waren. Hierbij is dus het standpunt ingenomen, dat geen chemische omzettingen tusschen vaste stoffen alléén plaats vinden. De wetten omtrent het uitkristalliseeren uit een geheel vloeibaar magma zijn derhalve hier niet van toepassing.

Of nu bij de metamorphose gedeelten van het gesteente zich in gesmolten toestand hebben bevonden, of dat de reacties werden mogelijk gemaakt door de aanwezigheid van een oplosmiddel, doet hier niets ter zake. Wanneer als gevolg van de metamorphose

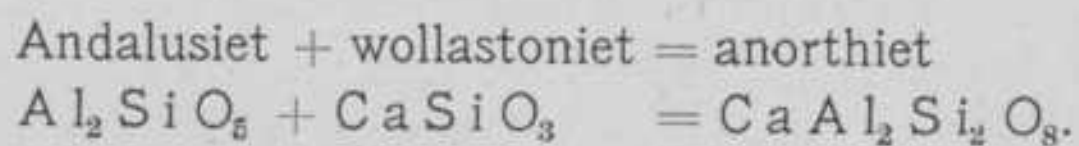
¹⁾ Dr. V. GOLDSCHMIDT, Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Skrifter, utgit av Videnskapsselskapet i Kristiania, 1911.

een stabiele toestand intreedt, is het voor de toepassing der chemische wetten van geen belang langs welken weg deze stabiele toestand wordt bereikt.

Zooals reeds is uiteengezet, beheerscht de fasenregel de betrekkingen tusschen chemische en mineralogische samenstelling van een metamorph gesteente. Het geeft nu echter in vele gevallen een groote vergemakkelijking de fasenregel toe te passen in een bijzonderen vorm, en wel voornamelijk in den vorm der wetten, die gelden bij het ontstaan van dubbelzouten en bij dubbele omzettingen, zooals die boven zijn verklaard.

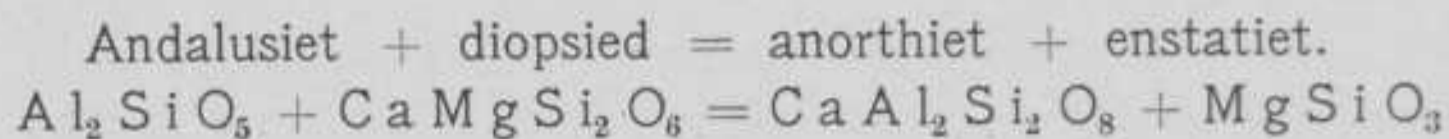
Dat gedeelte van het gesteente, dat zich op een bepaald moment in vloeibaren toestand heeft bevonden (dus tot reageeren in staat was), kan men nu opvatten als een verzadigde oplossing van de mineralen, die voor het metamorph gesteente, dat zal ontstaan, karakteristiek zijn, welke mineralen dan moeten worden beschouwd als de stoffen die uit deze verzadigde oplossingen zijn uitgekristalliseerd.

De wetten der dubbelzoutvorming kan men evengoed toepassen op andere verbindingen (die geen dubbelzouten in den eigenlijken zin van het woord zijn), welke men dubbelverbindingen zou kunnen noemen. Zoo kan men bijv. anorthiet beschouwen als een dergelijke dubbelverbinding van andalusiet en wollastoniet volgens de vergelijking :



Het is duidelijk, dat voor dergelijke verbindingen, uitkristalliseerend uit een verzadigde oplossing, de gewone dubbelzout-wetten gelden. In deze wetten toch ligt niets opgesloten, dat de dubbelzouten scheidt van andere chemische verbindingen. Zoo kunnen ook hier boven een bepaalde temperatuur de beide zouten andalusiet en wollastoniet ontstaan als neerslagen uit een verzadigde oplossing; beneden deze temperatuur kristalliseert anorthiet uit. De dubbelverbinding kan te zamen met één der twee componenten waaruit ze is gevormd, uit een verzadigde oplossing uitkristalliseeren; tegelijk met de twee componenten is dit slechts mogelijk bij een bepaalde temperatuur, het overgangspunt.

Ook omzettingen van twee mineralen in twee andere kunnen op deze wijze worden beschouwd. Bijv. de omzetting:



Nu volgt dus direct uit de boven uiteengezette wetten, dat slechts bij een volkomen bepaalde temperatuur, het overgangspunt, alle vier mineralen tegelijk als kristallisatieproducten uit een verzadigde oplossing kunnen ontstaan. Verandert men de temperatuur (of bij constante temperatuur de drukking) dan volgt een omzetting waarbij één der mineralen geheel verdwijnt. Welk mineraal nu weer in oplossing zal moeten gaan, kan uit de fasenregel niet worden afgeleid. Dit volgt uit het principe van VAN 'T HOFF—LE CHATELIER en kan worden vastgesteld wanneer empirisch is uitgemaakt of de reactie endotherm of exotherm verloopt.

Uit de toepassing der fasenregel alléén volgt dus, dat, afgezien van deze overgangstemperatuur, bij een willekeurige drukking de volgende mineralen naast elkaar als kristallisatieproducten uit een verzadigde oplossing kunnen ontstaan:

1. Andalusiet, Diopsied.
2. Diopsied, Anorthiet.
3. Anorthiet, Enstatiet.
4. Enstatiet, Andalusiet.
5. Enstatiet, Diopsied.
6. Andalusiet, Anorthiet.
7. Andalusiet, Diopsied, Anorthiet.
8. Andalusiet, Diopsied, Enstatiet.
9. Anorthiet, Enstatiet, Andalusiet.
10. Anorthiet, Enstatiet, Diopsied.

Dit zijn al de mogelijke combinaties die bij andere temperaturen dan de overgangstemperatuur bestaanbaar zijn.

En verder geldt dus nu de wet, dat *wanneer combinaties, die zoowel andalusiet als diopsied bevatten, beneden het overgangspunt stabiel zijn, alle combinaties, die zoowel anorthiet als enstatiet bevatten, stabiel zijn boven het overgangspunt, en omgekeerd.*

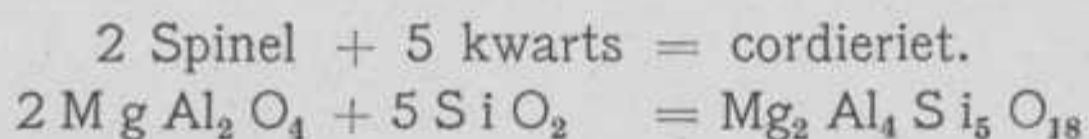
Bovendien moet nog worden opgemerkt, dat de temperatuur van het overgangspunt onafhankelijk is van den aard van het oplosmiddel, wanneer dit tenminste niet met een der vier mineralen mengkristallen of vaste oplossingen kan vormen. De hier gebezigde wetten kunnen dus worden toegepast zoowel wanneer men te doen heeft met een waterige oplossing, als ook in het geval gloeiend-vloeibaar magma als de oplossing moet worden beschouwd of ingeval de mineralen slechts in dampvorm op elkaar zouden reageeren.

GOLDSCHMIDT past zijn beschouwingswijze alléén toe op de vorming van contactgesteenten. Zooals hij echter zelf ook opmerkt, belet niets haar eveneens toe te passen op de vorming van kristallijne schisten. In dat geval zal men speciaal op den invloed van den druk hebben te letten.

Dat deze wijze van behandeling zeer vruchtdragend moet zijn bij het opstellen eener klassificatie en de bestudeering der mineraalparagenese van metamorphe gesteenten, behoeft geen nadere verklaring.

Eenige voorbeelden uit het werk van GOLDSCHMIDT (welke voorbeelden dus voornamelijk gelden voor contactmetamorphe gesteenten) mogen dit illustreeren.

Cordieriet kan men opvatten als te zijn ontstaan door additie van spinel en kwarts.



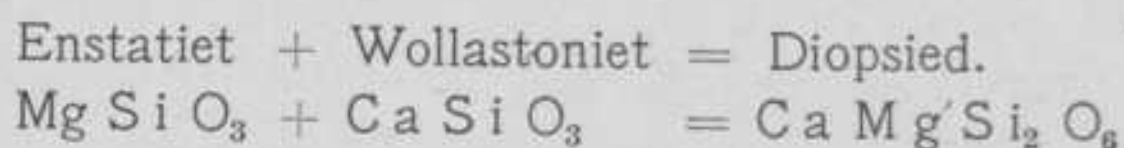
Hierop kunnen nu de wetten der dubbelzoutvorming worden toegepast. Afgezien van de temperatuur van het overgangspunt, waarbij dus de drie mineralen gelijktijdig stabiel zijn, kunnen hieruit de volgende combinaties ontstaan :

Spinel, kwarts.
Cordieriet, kwarts.
Cordieriet, spinel.

Nu ligt het overgangspunt, waarboven de dubbelverbinding cordieriet instabiel wordt, hoogstwaarschijnlijk ver boven de temperatuur waarbij contactmetamorphe gesteenten ontstaan. In deze

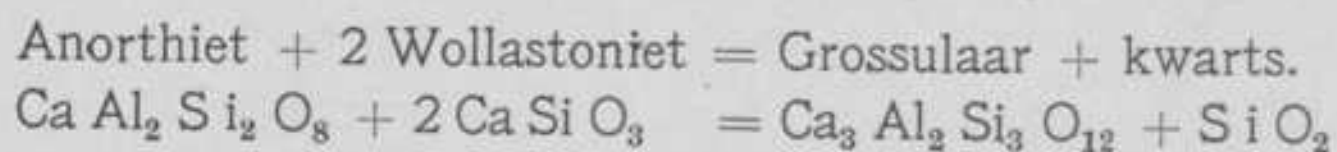
gesteenten kan men dus nooit de combinatie spinel-kwarts verwachten, wel de combinaties cordieriet-kwarts en cordieriet-spinel. Inderdaad is in spinel-hoornrotsen de combinatie spinel-cordieriet zeer verbreid.

Bij een tamelijk groot kalkgehalte kan de volgende reactie intreden:



Het overgangspunt ligt hier boven het smeltpunt en beneden het overgangspunt is de verbinding $\text{Ca Mg Si}_2 \text{O}_6$ stabiel. Hieruit volgt direct, dat de combinatie enstatiet-wollastoniet niet kan voorkomen.

In hoornrotsen die een overmaat van vrij kiezelzuur bevatten, kan men zich de vorming van grossulaar denken volgens de vergelijking:



Bij de temperatuur (en druk) waarbij gewone hoornrotsen ontstaan, is de combinatie grossulaar-kwarts de stabiele en het is dus deze combinatie, die men zal aantreffen.

Deze voorbeelden zouden met vele te vermeerderen zijn. GOLDSCHMIDT heeft op deze wijze de volgende tabel samengesteld van mineralen die in de contactgesteenten, welke in zijn studie worden behandeld, naast elkaar kunnen voorkomen (kwarts en orthoklaas zijn voor de eenvoudigheid weggelaten):

- | | | |
|----|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. | andalusiet, cordieriet, albiet, | biotiet |
| 2. | andalusiet, cordieriet, plagioklaas, | biotiet |
| 3. | cordieriet, plagioklaas, | biotiet |
| 4. | cordieriet, plagioklaas, | biotiet, hypersteen |
| 5. | plagioklaas, biotiet, | hypersteen |
| 6. | plagioklaas, biotiet, hypersteen, | diopsied |
| 7. | plagioklaas, biotiet, | diopsied |
| 8. | plagioklaas, | diopsied |
| 9. | plagioklaas, | diopsied, grossulaar. |

Hieruit volgt nu bijv. direct, dat een cordieriet-diopsied-hoornrots niet kan voorkomen.

Het is duidelijk, dat deze beschouwingwijze nog een ander groot voordeel biedt, nl. dat men, voor een bepaald terrein, hierop een natuurlijke klassificatie der hoornrotsen kan baseeren, een klassificatie, die ten nauwste verband houdt met de genese der betreffende gesteenten. De indeeling berust dan op eenige typische mineralen, waarvan men de mogelijke combinaties nagaat. Voor zijn klassificatie der hoornrotsen uit de omgeving van Kristiania bezigt GOLDSCHMIDT de mineralen andalusiet, plagioklaas, grossulaar, cordieriet, hypersteen en diopsied. Deze mineralen kunnen nu (zie tabel) in de volgende combinaties voorkomen, gerangschikt volgens opklimmend kalkgehalte.

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. andalusiet, | cordieriet |
| 2. plagioklaas, andalusiet, | cordieriet |
| 3. plagioklaas, | cordieriet |
| 4. plagioklaas, | hypersteen, cordieriet |
| 5. plagioklaas, | hypersteen |
| 6. plagioklaas, | diopsied, hypersteen |
| 7. plagioklaas, | diopsied |
| 8. grossulaar, plagioklaas, | diopsied |

Zoo komt GOLDSCHMIDT dan tot de indeeling in :

1. andalusiet-cordieriet-hoornrots
2. plagioklaas-andalusiet-cordieriet-hoornrots etc.

Op deze wijze heeft hij voor de contactgesteenten bij Kristiania een klassificatie volgens de genese opgesteld, een indeeling die verre te verkiezen is boven een kwantitatief-chemische indeeling zooals de moderne Amerikaansche petrographen pogen in te voeren. Bij een dergelijke onnatuurlijke, kwantitatief-chemische klassificatie zullen gesteenten, die genetisch bijeen hooren, dikwijls in geheel verschillende onderafdeelingen een plaats vinden.

De door GOLDSCHMIDT op de contactgesteenten van Kristiania toegepaste methode is dus in vele opzichten zeer vruchtdragend

en opent verschillende nieuwe gezichtspunten, waarom ze dan ook hier iets uitvoeriger is behandeld. Tevens is ze toepasselijk op het ontstaan van kristallijne schisten en ook in die richting is er nog veel van te verwachten. De groote vooruitgang der experimenteel-synthetische mineralogie (waardoor overgangspunten etc. nauwkeuriger bekend zullen worden) zal het mogelijk maken, dat deze beschouwingwijze met steeds meer vrucht kan worden toegepast.

In het voorgaande zijn, aan de hand van een paar voorbeelden, op de processen der gesteentemetamorphose toegepast de algemeene wetten waardoor evenwichtsveranderingen in een systeem worden bepaald, waarbij vooral den nadruk is gelegd op de wijze waarop men zodoende in vele gevallen tot een natuurlijke klassificatie kan komen.

Het zal zonder twijfel de moeite loonen thans in het kort afzonderlijk den invloed na te gaan van de voornaamste factoren (als druk, temperatuur etc.), welke een rol bij deze verandering van evenwichtstoestand spelen; hierbij zal voornamelijk met het ontstaan der kristallijne schisten rekening worden gehouden.

Gelijk reeds is uiteengezet, bestaat de metamorphose hoofdzakelijk uit een rekristalliseeren der reeds aanwezige substantie. Het is zeer waarschijnlijk, dat hiervoor de aanwezigheid van een oplosmiddel noodzakelijk is, want ook thans geldt in de chemie — zij het dan ook in mindere mate dan vroeger werd ondersteld — tot op zekere hoogte het principe, dat geen reacties tusschen vaste stoffen mogelijk zijn. De bekende proeven van SPRING worden dikwijls aangevoerd als een bewijs, dat onder hooge drukkingen dergelijke reacties wel plaats vinden; van verschillende zijden is echter de geldigheid van deze proeven, en naar het schijnt terecht, betwijfeld¹⁾. Toch zijn er aanwijzingen, dat reacties tusschen vaste stoffen onder sommige omstandigheden wel mogelijk zijn. Zoo meent COBB te hebben aangetoond, dat mengsels van droge oxyden ver beneden hun smeltpunt op elkaar reageeren. Ca O en Si O₂ gaan volgens

¹⁾ J. JOHNSTON und L. H. ADAMS. Ueber den Einfluss hoher Drucke auf das physikalische und chemische Verhalten fester Stoffe. Zeitschrift für Anorganische Chemie, Bnd. 80, 1913.

hem bij 800° een reactie aan, dus bij een temperatuur ver beneden het smeltpunt van eenig kalksilicaat en eveneens ver beneden de temperatuur van het eutectisch punt van dit mengsel. Omtrent de mogelijkheid van reacties tusschen vaste stoffen is thans echter nog te weinig bekend en men doet veiliger met aan te nemen dat de reacties, die bij de metamorphose plaats hebben, zich afspelen tusschen stoffen in opgelosten toestand.

Tegen het aannemen van de aanwezigheid van een oplosmiddel zijn bovendien ook geen bezwaren in te brengen. Alle gesteenten toch bevatten water, dat circuleert in grootere en kleinere spleten, of dat in capillairen wordt vastgehouden. Ook het chemisch gebonden water der OH-houdende verbindingen en het kristalwater van vele silicaten speelt als oplosmiddel een rol, daar het vrij komt bij hogere temperaturen. Bovendien werkt het water, zooals door ARRHENIUS is aangetoond, bij hogere temperaturen als een zuur, waardoor de oplossende werking aanmerkelijk wordt verhoogd. Waar verder deze — zij het dan ook dikwijls zeer geringe — oplossende werking van het water gedurende geologische perioden haar invloed kan doen gevoelen, mag wel worden aangenomen, dat de hoeveelheid in de gesteenten aanwezig water voldoende is om als oplosmiddel te dienen voor alle componenten.

Een der voornaamste factoren der metamorphose is de temperatuur. In de eerste plaats versterkt zij de werkzaamheid van het oplosmiddel, waarvan de viscositeit met het stijgen der temperatuur afneemt, terwijl tevens de oplosbaarheid der mineralen aanmerkelijk toeneemt. Het oplossen en rekristalliseeren der verschillende bestanddeelen zal dientengevolge door hoge temperaturen worden begunstigd, hetgeen des te meer het geval is, daar ook de reactiesnelheid met de temperatuur snel stijgt.

De mineraal-associaties, welke bij de metamorphose worden gevormd, hangen, zooals reeds is uiteengezet, af van de temperatuur. Volgens het principe van VAN 'T HOFF—LE CHATELIER kan men in 't algemeen aannemen, dat bij hoge temperatuur die reacties zullen optreden, waarbij warmte wordt verbruikt, terwijl bij lage temperatuur reacties plaats hebben, waarbij warmte wordt ontwikkeld.

Het toenemen van de temperatuur met de diepte moet als voornaamste warmtebron worden aangemerkt. Ook andere verschijnselen kunnen als oorzaken van voornamelijk locale temperatuursverhoogingen optreden, zooals de nabijheid van intrusies, de als gevolg van tektonische bewegingen ontwikkelde warmte etc.

Dikwijls heeft men de drukking als de voornaamste oorzaak der metamorphose beschouwd. Men is hierin zoover gegaan, dat men de geheele metamorphose meende te kunnen verklaren als gevolg van de hooge drukking waaraan een gesteente had blootgestaan; men sprak daarom van *dynamometamorphose*. Deze uitdrukking wordt nog dikwijls gebezigd, ook al heeft men ingezien, dat door de aannahme van een hoogen druk alleen, de metamorphose niet kan worden verklaard. Het is daarom gewenscht deze uitdrukking uit de terminologie te doen verdwijnen. Dat echter de drukking van grooten invloed is op het product dat als gevolg van de metamorphose ontstaat, kan niet worden ontkend en dat de intensiteit der metamorphose ten nauwste samenhangt met de drukking volgt ook reeds uit het feit, dat juist in gebieden waar dislocaties en tektonische bewegingen hebben plaats gehad, dus in gebieden waar aanzienlijke spanningen hebben geheerscht, de gesteenten steeds het sterkst door metamorphose zijn veranderd.

Vooraf LEPSIUS, BECKE en GRUBENMANN hebben het aandeel der drukking in de metamorphose nader trachten te bepalen; van hen stamt ook de formuleering en uitwerking der zgn. *volumewet*. Volgens deze wet zullen onder hoogen druk verbindingen ontstaan, waarvan het moleculair-volume zoo klein mogelijk is. Genoemde onderzoekers meenen deze conclusie te mogen trekken uit het reeds herhaalde keeren ter sprake gebrachte evenwichtsbeginsel van VAN 'T HOFF—LE CHATELIER volgens hetwelk onder hooge drukking verbindingen zullen worden gevormd met een zoo groot mogelijk soortelijk gewicht.

Daar $\text{moleculair-volume} = \frac{\text{moleculair gewicht}}{\text{soortelijk gewicht}}$ zal derhalve het moleculair-volume dezer verbindingen zoo klein mogelijk zijn. Wanneer dus een bepaalde verbinding in verschillende modificaties kan kristalliseeren, zal onder hoogen druk steeds de

zwaarste modificatie, of de modificatie met het kleinste moleculair-volume ontstaan. Zoo zal onder hoogen druk Al_2SiO_5 kristalliseeren als distheen, daar distheen een kleiner moleculair-volume heeft dan andalusiet. Volgens GRUBENMANN en anderen is het juist hieraan, dat de voor de kristallijne schisten karakteristieke mineralen hun ontstaan danken. Men mag toch aannemen, dat de kristallijne schisten vooral in gebieden van meer of minder hoogen druk zijn ontstaan, zoodat volgens de volumewet de mineraal-combinaties waaruit de kristallijne schisten zijn opgebouwd, een zoo klein mogelijk volume innemen. BECKE en GRUBENMANN trachten hun bewering met voorbeelden te bewijzen. Zij hebben bij den overgang van bepaalde gesteenten in kristallijne schisten uit de som der moleculair-volumina der mineralen, welke vóór en die welke na de metamorphose aanwezig waren, kunnen aantoonen, dat inderdaad in vele gevallen de kristallijne schisten als geheel genomen een kleiner moleculair-volume bezitten dan de oorspronkelijke gesteenten. Twee voorbeelden mogen hier een plaats vinden:

<i>apliet</i> (Orthoklaas, kaolien, kwarts.)	kan overgaan in	<i>Muskovietschist.</i> (Muskoviet, kwarts.)
mol. vol.		mol. vol.
4 K Al Si ₃ O ₈		2 H K ₂ Al ₃ Si ₃ O ₁₂
H ₄ Al ₂ Si ₂ O ₉		H ₂ O
2 Si O ₂		6 Si O ₂
591,1		432,8

<i>Gabbro</i> (Augiet, olivijn, bas. plag.)	kan overgaan in	<i>eklogiet</i> (Granaat, omphaciet, kwarts)
mol. vol.		mol. vol.
augiet { 2 Ca Mg Si ₂ O ₆ }		granaat 3 R ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂
Mg Al ₂ Si O ₆ }	204,0	omphaciet Na Al Si ₂ O ₆
olivijn Mg ₂ Si O ₄	43,9	kwarts 2 Si O ₂
anorthiet 2 Ca Al ₂ Si ₂ O ₈	202,2	479,4
albiet Na Al Si ₃ O ₈	100,3	
550,4		

Zoo kunnen meer voorbeelden worden aangevoerd, waarbij inderdaad het totaal der moluculair-volumina der mineralen van het metamorphe gesteente kleiner is dan het totaal der moleculair-volumina der mineralen van het oorspronkelijk gesteente.

Volgens LÖWINSON-LESSING kan men de gesteentevormende mineralen in twee klassen verdeelen. Tot de eene klasse behooren die mineralen, waarbij de som der moleculair-volumina der oxyden waaruit het mineraal is samengesteld, *grooter* is dan het moleculair-volume der verbinding; dit zijn de zgn. *min-mineralen*. De andere klasse omvat die mineralen, waarbij de som der moleculair-volumina der oxyden *kleiner* is dan het moleculair-volume der verbinding; deze noemt men de *plus-mineralen*.

Nu kan niet worden ontkend, hetgeen in overeenstemming is met de boven uiteengezette opvatting, dat de min-mineralen voornamelijk voorkomen in de kristallijne schisten, terwijl de plus-mineralen meer karakteristiek zijn voor contactgesteenten en stollingsgesteenten, gesteenten dus bij welker vorming de druk meestal slechts een ondergeschikte rol heeft gespeeld.

Bijv. andalusiet (Al_2SiO_5) is een plus-mineraal en is typisch voor contactgesteenten; distheen (eveneens Al_2SiO_5) is een min-mineraal en komt veel voor in kristallijne schisten, bijv. in distheen-granuliet. Muskoviet, granaat, epidoot, zoisiet, de amphibolen etc. zijn min-mineralen.

Ook al plaatst men zich op het standpunt dezer theorie, dan mag men natuurlijk nog niet verwachten, dat alle mineralen die veelvuldig in de kristallijne schisten voorkomen, min-mineralen zullen zijn. De veldspaten bijv. behooren tot de plus-mineralen. Maar toch is het merkwaardig, dat juist die veldspaat, waarbij het verschil tusschen het moleculair-volume der verbinding en de som der moleculair-volumina der samenstellende oxyden het kleinst is, (dus die veldspaat, welke 't meest tot de min-mineralen nadert) — nl. albiet — in de kristallijne schisten het veelvuldigst voorkomt.

Er zijn echter ook bedenkingen tegen deze beschouwingwijze van BECKE en GRUBENMANN in te brengen. De vergelijking der soortelijke gewichten of der moleculair-volumina bij gewone temperatuur kan niet als maatstaf gelden van hetgeen plaats vindt bij metamorphose bij hoogere temperatuur, hetgeen

gemakkelijk is in te zien ¹⁾). Stel V_v = molecuair-volume der verbinding en V_o = molecuair-volume der samenstellende oxyden bij gewone temperatuur. Bij de min-mineralen is dus $V_o > V_v$. Zij het verschil $V_o - V_v = \Delta V$. Bij een temperatuur t zal dan dit verschil zijn:

$$\Delta V_t = (V_o + \Delta V_o) - (V_v + \Delta V_v) = \Delta V + (\Delta V_o - \Delta V_v)$$

waarbij ΔV_o en ΔV_v voorstellen de uitzettingen als gevolg van de temperatuursverhoging. Nu kan $\Delta V_o - \Delta V_v$ dus zoowel positief als negatief zijn; het is immers zeer goed mogelijk dat $\Delta V_v > \Delta V_o$ (m. a. w. de uitzetting bij temperatuursverhoging der verbinding kan grooter zijn dan de som der uitzettingen van de samenstellende oxyden). Indien echter $\Delta V_o - \Delta V_v$ negatief is, kan ook ΔV_t negatief worden als ΔV zeer klein is. Is dus bij gewone temperatuur ΔV , het verschil der molecuair-volumina van samenstellende oxyden en verbinding, positief, dan kan dit verschil bij hogere temperatuur (ΔV_t) in sommige gevallen negatief worden. Dan heeft de volumewet derhalve geen waarde.

Dit is een niet steeds geldend bezwaar; men kan echter een bedenking van ernstiger aard tegen deze „wet” aanvoeren ²⁾.

Wanneer een systeem in evenwicht is, bijv. volgens de vergelijking:



dan zal, bij gelijkblijvende temperatuur, een drukverhoging de reactie in een zoodanige richting doen verlopen, dat het volume van het systeem daarbij afneemt. Bevat echter het oorspronkelijk gesteente de mineralen A, B, etc. zonder dat een evenwicht als volgens bovenstaande vergelijking aanwezig is, dan is het ook niet noodzakelijk, dat bij verhoging van druk een reactie optreedt waarbij de mineralen C, D, etc. worden gevormd, ook niet wanneer door vorming dezer mine-

¹⁾ NIGGLI und JOHNSTON, NEUES JAHRBUCH I. c. pag. 525.

²⁾ BOEKE, GRUNDLAGEN der physikalisch-chemischen Petrographie, pag. 399.

ralen het volume zou afnemen. Of tusschen de aanwezige mineralen (in 't algemeen dus verbindingen) A, B, etc. bij bepaalde temperatuur en druk al dan niet een reactie zal plaats vinden, hangt toch niet af van de eventueele volumeverandering en evenmin van het feit, of voor deze reactie warmte benoodigd is of daarbij vrijkomt, maar alleen van de *verandering der vrije energie* in het aanwezige systeem¹⁾. Slechts een reactie, welke gepaard gaat met een *afname* de vrije energie, zal kunnen optreden. Dit is gemakkelijk aan te toonen.

Volgens de eerste hoofdwet der thermodynamica is

$$dQ = dE + p dV \quad (1)$$

en volgens de tweede hoofdwet:

$$dQ = T dS - \Delta \quad (2)$$

waarin dS = entropievermeerdering en Δ bij een onomkeerbare verandering een positieve grootheid en bij een omkeerbare verandering = 0 is.

Uit (1) en (2) volgt:

$$T dS = dE + p dV + \Delta \quad (3)$$

Nu noemt men de functie $\psi = E - TS$ de *vrije energie* van een systeem; dus

$$d\psi = dE - T dS - S dT$$

Substitueert men hierin de waarde van dE uit (3) dan komt er:

$$d\psi = - p dV - \Delta - S dT$$

Neemt men nu $d\psi$ bij constante druk en temperatuur, dan worden $p dV$ en $S dT = 0$, dus

$$d\psi_{(TV)} = - \Delta$$

of, daar Δ een positieve grootheid is bij een onomkeerbaar proces, terwijl bij een omkeerbare verandering $\Delta = 0$, kan dit worden geschreven als

$$d\psi_{(TV)} \leq 0$$

¹⁾ NERNST, Theoretische Chemie, pag. 637.

HELMHOLTZ heeft deze functie ψ de vrije energie genoemd, omdat, zooals gemakkelijk kan worden aangetoond, door de verandering van ψ bij constante temperatuur de arbeid wordt gemeten, die door een systeem naar buiten kan worden verricht. Bij constante temperatuur en druk zal dus, wanneer een evenwichtstoestand is ingetreden, de vrije energie een minimum zijn. De reactie, die derhalve zal optreden, moet steeds van een *afname* der vrije energie vergezeld gaan, en dit is het eenige criterium waardoor wordt bepaald, of een reactie al dan niet zal plaats vinden. Wanneer daarom niet reeds een evenwicht als



aanwezig is, waarbij $C + D + \dots$ etc. een kleiner volume innemen dan $A + B + \dots$ etc., dan behoeft door toename der drukking een dergelijke reactie niet in te treden; het is zeer wel mogelijk, dat bij verhooging der drukking A, B, etc. juist een reactie aangaan, waarbij het volume wordt vergroot, wanneer slechts de vrije energie van het systeem daardoor afneemt.

Tot nog toe echter heeft men bij het bestudeeren der metamorphose op deze factor, de verandering der vrije energie, niet gelet. Bovendien heeft men niet aangetoond, dat evenwichten, als waarvan boven sprake was, bestaan, zoodat de volumewet, ofschoon vele waarnemingsfeiten ten haren gunste schijnen te spreken, niet op hechte, theoretische grondslagen rust en in geenen deele mag worden geacht te zijn bewezen.

Men kan de drukking onderscheiden naargelang men te doen heeft met alzijdigen of hydrostatischen, of met eenzijdig gerichten, zgn. ongelijkvormigen druk.

Hydrostatische druk komt voor op groote diepten, waar het gesteente in geen enkele richting de mogelijkheid tot uitwijken is gegeven. Onder invloed van hydrostatische druk zullen meestal geen karakteristieke texturen ontstaan. Kleine korreltjes zullen gemakkelijker oplossen dan groote; deze verdwijnen daarom meer en meer en zetten zich af op de grootere individuen, zoodat de op groote diepte ontstane kristallijne

schisten meestal grofkorrelig zijn. Hooge drukking werkt remmend op de bewegelijkheid der moleculen; onder zeer hooge drukking heeft de metamorphose dan ook slechts langzaam plaats.

In de hooger gelegen deelen der aardkorst zal in verreweg de meeste gevallen de druk in de verschillende richtingen ongelijk zijn. De krachten, die optreden tusschen twee aangrenzende deeltjes van een lichaam duidt men aan met de term *stress*; als gevolg van deze stress ontstaat een spanningstoestand in het lichaam, waardoor de ligging der deeltjes t. o. v. elkaar gewijzigd en vorm of grootte, of beiden tegelijk, worden veranderd. Deze toestand, welke het gevolg is van de werkingen van de stress, wordt *strain* genoemd.

Voor een homogeen isotroop lichaam kan men, bij gelijke drukking in alle richtingen, de als gevolg van deze drukking optredende toestand, dus de strain, graphisch weergeven door middel van een bol. M. a. w. de gevolgen der stress zijn in alle richtingen dezelfde; ook in mechanisch opzicht is het lichaam isotroop. Wanneer echter de drukking in de verschillende richtingen niet gelijk is, is dit evenmin het geval met de strain. In het algemeen laat zich de strain dan voorstellen door een drieassig ellipsoid¹⁾. Deze beschouwingwijze is dus geheel analoog met die, welke uit de optica bekend is, waar bij anisotrope stoffen een ellipsoid de elasticiteitseigenschappen van de aether weergeeft. Het strain-ellipsoid heeft drie hoofdassen: de assen van grootste, middelste en kleinste strain. Gelijk de optische eigenschappen van een kristal worden bepaald door grootte en richting der assen van het elasticiteits-ellipsoid, zoo wordt ook de toestand, waarin een gesteente tengevolge van de stress zich bevindt, bepaald door grootte en ligging van het strainellipsoid.

Van belang is vooral de ligging der vlakken van maximale tangetieele strain. Twee vlakken, die als gevolg van de daarin heerschende strain over elkaar zijn gegleden, zonder dat de

¹⁾ Een uitvoerige mathematische behandeling van dit onderwerp geeft L. HOSKINS, Flow and fracture of rocks as related to structure; sixteenth annual report of the U. S. Geol. Survey, part I 1906 pag. 845—874.

deeltjes in deze vlakken ten opzichte van elkaar zijn verplaatst, zijn vlakken van maximale tangentele spanning. Want in vlakken waar de onderlinge afstand der deeltjes niet is veranderd, zijn de twee andere componenten van de strain = 0 en heeft men dus te doen met een maximale tangentele spanning. Wanneer men zich het strainellipsoid uit een bol denkt ontstaan, moeten de vlakken van maximale tangentele spanning ook na de vervorming van bol tot ellipsoïde samenvallen met de cirkelvormige doorsneden der ellipsoïde, omdat juist in die vlakken de onderlinge afstand der deeltjes onveranderd is gebleven, zoodat daarin de deformeerende krachten niet werkzaam zijn geweest. Een drieassig ellipsoid heeft nu twee cirkelvormige doorsneden; in het gesteente kan men dus overal twee vlakken van maximale schuifspanning onderscheiden.

Bij een homogeen, isotroop lichaam, en bij een betrekkelijk geringe stress, vallen de hoofdrichtingen van de stress (wanneer men zich deze in drie onderling loodrechte richtingen ontbonden denkt) samen met de hoofdassen van het strain-ellipsoid. Wanneer de deformeerende krachten te groot worden, treden blijvende veranderingen op. De strain is dan niet meer afhankelijk van de op een bepaald moment optredende stress, maar van alle krachten, die ooit op het lichaam hebben gewerkt.

De spanningstoestand in een gesteente gedurende de metamorphose is van grooten invloed vooral op de textuur van het product, dat als resultaat van deze metamorphose ontstaat.

In mechanisch opzicht zijn de vlakken van maximale tangentele spanning belangrijk. Evenwijdig aan deze vlakken zullen, op niet te groote diepte, kloven en spleten optreden; langs die vlakken kunnen gassen en oplossingen het gemakkelijkst ontwijken en als gevolg hiervan heeft juist daar zeer dikwijls vorming van nieuwe mineralen plaats.

In een ander opzicht echter is de spanningstoestand gedurende de metamorphose van nog veel grooter gewicht. De typische texturen welke vele kristallijne schisten vertoonen, kan men nl. zeer goed verklaren als een gevolg van de spanningstoestand, die door ongelijkvormige druk in het leven werd geroepen.

Daartoe dient te worden nagegaan, wat de invloed is van

een niet in alle richtingen even groote, dus een ongelijkvormige druk op het evenwicht van een systeem. Bij de gesteente-metamorphose moet dan speciaal worden gelet op de evenwichtsveranderingen in een systeem vast-vloeistof; een gesteente immers bestaat uit een aantal vaste fasen (mineralen) terwijl de kleine holruimten, spleten etc. tusschen deze mineralen bijna steeds gevuld zijn met een vloeistof, die moet worden opgevat als een oplossing der in het gesteente voorkomende mineralen.

Op groote diepte, onder hydrostatischen druk, zullen zoowel de mineralen als de in het gesteente circuleerende oplossing aan denzelfden druk zijn onderworpen. In hoogere niveau's echter, waar ongelijkvormige drukking optreedt, en de oplossing gelegenheid heeft te ontwijken naar plaatsen van geringer drukking, is de op de vaste bestanddeelen uitgeoefende ongelijkvormige druk veel grooter dan de drukking waaraan de tusschen deze vaste bestanddeelen circuleerende oplossing is blootgesteld. Hier treedt dus het geval op, dat een vaste stof in aanraking met haar oplossing aan een drukking is onderworpen, welke drukking niet werkt op de oplossing, of althans niet in dezelfde mate.

De evenwichtsveranderingen in een systeem van twee fasen, indien deze zijn onderworpen aan verschillende drukkingen, zijn uitvoerig bestudeerd o. a. door RIECKE, LEWIS, OSTWALD enz. In het kort zijn de verkregen resultaten de volgende:

Drukvermeerdering in de eene phase heeft eveneens drukvermeerdering in de andere phase tot gevolg. Zijn dP_1 en dP_2 deze drukvermeerderingen en V_1 en V_2 de specifieke volumina der beide fasen, dan geldt de betrekking ¹⁾:

$$\frac{dP_1}{dP_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Uit deze vergelijking volgt dus, dat indien twee fasen van een stof met elkaar in evenwicht zijn, en de drukking op een

¹⁾ Voor de afleiding hiervan zie LEWIS, *Outlines of a new system of thermodynamic chemistry*, Proc. Amer. Acad. 43, pag 259 en *Zeitschr. für phys. Chemie* 61, pag. 129.

der fasen wordt vermeerderd, dan moet, opdat het evenwicht blijft bestaan, dit eveneens het geval zijn met de drukking op de andere fase; deze drukvermeerderingen verhouden zich omgekeerd als de soortelijke volumina der fasen.

De invloed op het smeltpunt, welke het gevolg is van een drukking, uitgeoefend op één der fasen, kan nu gemakkelijk worden afgelezen uit de hier volgende graphische voorstelling¹⁾ (Fig. 7).

Hierin zijn s_0 en l_0 de dampspanningskrommen van de vaste fase en van de vloeistofphase (waarbij dus op deze fasen

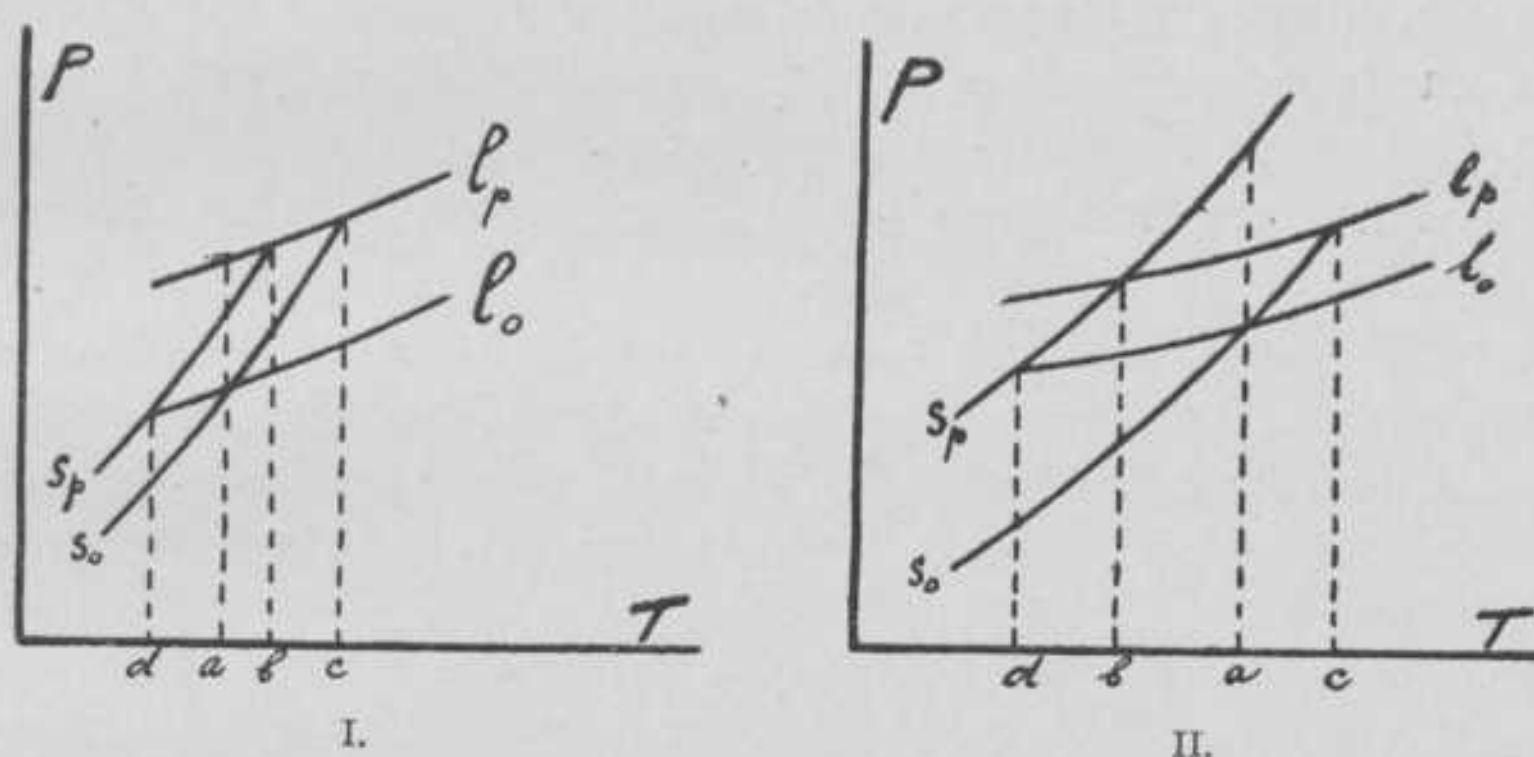


Fig. 7.

slechts werkt de dampdruk der beschouwde stof). Verder zijn s_p en l_p de verhoogde dampspanningskrommen, welke gelden indien of op de vloeistofphase of op de vaste fase alleen een druk P werkt. Bij stoffen, die zich bij het smelten uitzetten, is het molecuulair-volume in den vloeistoestand het grootst; hier zal dus, zooals gemakkelijk is in te zien (als gevolg van de betrekking $\frac{dP_1}{dP_2} = \frac{V_2}{V_1}$) de verhooging van l_0 tot l_p groter moeten zijn dan de verhooging van s_0 tot s_p (Fig. 7, I). Bij stoffen als water, waarbij het molecuulair-volume in vloeistoestand kleiner is dan in vasten toestand, heeft het omgekeerde plaats (Fig. 7, II).

¹⁾ BAKHUIS ROOZEBOOM, Die Heterogenen Gleichgewichte, dl. I pag. 215.

Uit de graphische voorstelling volgt nu direct het bekende feit, uitgedrukt door de vergelijking van CLAPPEYRON, dat bij stoffen van de eerste soort het smeltpunt wordt *verhoogd* (van a naar b, Fig. 7, I) indien *beide* fasen aan verhoogde drukking worden blootgesteld, terwijl bij stoffen van de tweede soort in dat geval het smeltpunt wordt *verlaagd* (van a naar b, Fig. 7, II).

Voor de gesteentemetamorphose van veel grooter belang is echter een tweede conclusie, welke eveneens uit deze figuren kan worden getrokken, nl. het feit, dat wanneer *alleen* de vaste phase aan een verhoogde drukking blootstaat, in beide gevallen het smeltpunt zal worden *verlaagd* (van a naar d, Fig. 7, I en II). Dit is het zgn. *principe van RIECKE*.

De smeltpuntsverlaging¹⁾ welke het gevolg is van druk op

¹⁾ Deze smeltpuntsverlaging kan ook kwantitatief worden berekend. Zie LEWIS, l. c. en J. JOHSTON, Eine Beziehung der elastischen Eigenschaften der Metalle zu einigen ihrer physikalischen Konstanten, Zeitschr. für Anorg. Chemie, Bnd 76, pag. 361. In het kort komt deze afleiding neer op het volgende:

Het beoogde resultaat is het gemakkelijkst te bereiken, indien men uitgaat van het begrip *activiteit*, welk begrip aangeeft de neiging van een stof om van de een phase over te gaan in een andere. Men noemt de activiteit van een stof in de eene phase grooter dan in de andere, indien deze stof van de eerste phase overgaat in de tweede, wanneer deze fasen met elkaar in aanraking worden gebracht. De activiteit van een stof in gasvormigen toestand wordt gemeten door haar concentratie, de activiteit van een stof in opgelosten toestand is evenredig met de concentratie.

Men kan nu de numerieke waarde van de activiteit in elk afzonderlijk geval berekenen, alsmede de verandering der activiteit met de temperatuur en met de drukking.

Voor de berekening der smeltpuntsverlaging kan men nu volgenderwijs te werk gaan: Zij A de activiteit der stof in de vaste phase en A' de activiteit der stof in de vloeistofphase. Wordt de druk op de vaste phase alléén met dP vermeerderd, dan zal de evenwichtstemperatuur een verandering dT ondergaan. Daar de beide fasen oorspronkelijk in evenwicht waren, moet $A = A'$ zijn. Wanneer het evenwicht zich heeft hersteld, moeten deze grootheden eveneens weer gelijk zijn, zoodat dus ook $dA = dA'$ of $d \ln A = d \ln A'$. Nu verandert $\ln A$ slechts met de temperatuur, en $\ln A'$ met temperatuur en druk, zoodat

de vaste phase alléén is veel grooter dan de smeltpuntsverlaging (resp. verhooging) die optreedt tengevolge van hydrostatischen druk en die wordt berekend met behulp der vergelijking van CLAPPEYRON. De verhooging der dampspanningen zijn evenredig met de moleculair-volumina en men heeft dus (indien de dampspanningskrommen in Fig. 7 als rechte lijnen worden beschouwd) de betrekking

$$\frac{ad}{ab} = \frac{V_{\text{vast}}}{V_{\text{vast}} - V_{\text{vlceistof}}}$$

Hieruit volgt dat de smeltpuntsverlaging tengevolge van ongelijkvormigen druk zich verhoudt tot de smeltpuntsverandering tengevolge van hydrostatischen druk als het volume der vaste stof tot de bij het smelten optredende volumeverandering.

Met een smeltpuntsverlaging en dampdrukverhoging gaat nu steeds gepaard een vergrooting van de oplosbaarheid en dit is bij de gesteentemetamorphose van groot belang.

De ongelijkvormige druk verhoogt de activiteit der vaste bestanddeelen; overal waar de locale stress hooge bedragen

$$d \ln A = \left(\frac{\partial \ln A}{\partial T} \right) dT \text{ en } d \ln A' = \left(\frac{\partial \ln A'}{\partial T} \right) dT + \left(\frac{\partial \ln A'}{\partial P} \right) dP.$$

Daar deze grootheden aan elkaar gelijk zijn, komt er dus:

$$\left(\frac{\partial \ln A}{\partial T} \right) dT - \left(\frac{\partial \ln A'}{\partial T} \right) dT = \left(\frac{\partial \ln A'}{\partial P} \right) dP.$$

De waarden van deze partieele differentiaal, waarvan de afleiding hier te veel plaats in beslag zou nemen, zijn gemakkelijk te vinden (zie LEWIS, l. c.) Substitueert men ze in de boven gevonden vergelijking, dan komt er

$$\frac{dT}{dP} = \frac{VT}{L}$$

waarin V = mol. vol. der vaste phase, T = het smeltpunt (in absolute temperatuur) en L = de smeltwarmte van een grammolecule der beschouwde stof. In den hier beschouwd zinn is L steeds negatief en zijn V en T positief; $\frac{dT}{dP}$ is dus negatief en geeft de smeltpuntsverlaging bij een verhooging der drukking op de vaste phase.

bereikt, heeft oplossing plaats. Op deze wijze worden plaatselijk veel grootere hoeveelheden opgelost dan het geval zou zijn bij uniformen druk, zoodat reacties in gesteenten, welke onderhevig zijn aan ongelijkvormigen druk of stress, veel gemakkelijker zullen plaats vinden, dan in gesteenten die zijn blootgesteld aan hydrostatischen druk.

Beschouwt men in een gesteente een kristal of een aggregaat van kristallen, dat bloot staat aan druk (of trek, hetgeen natuurlijk dezelfde uitwerking heeft) terwijl de oplossing waarmee dat kristal in aanraking is, niet, of in mindere mate, aan dezen druk onderhevig is — voorwaarden die derhalve worden vervuld bij gesteenten onder stress — dan zal, daar hierdoor de oplosbaarheid wordt verhoogd, een deel van dit kristal oplossen. De oplossing, welke eveneens andere componenten van het gesteente bevat, kan nu gemakkelijk oververzadigd worden en op plaatsen waar de deformeerende krachten niet werken, wordt de opgeloste substantie wederom afgezet. Wordt bijv. een zuilvormig aggregaat van glimmerblaadjes in de lengterichting van het zuiltje aan eenzijdige drukking onderworpen, dan zal aan het grondvlak en het bovenvlak van dit zuiltje oplossing plaats hebben en in de richting loodrecht daarop, waar de drukking geringer is, zal de opgeloste stof weer worden afgezet. Op deze wijze gaat het zuiltje dus over in een lensvormig aggregaat.

Op grond van deze beschouwingwijze kan men nu de karakteristieke texturen van vele kristallijne schisten gemakkelijk verklaren. Bij ongelijkvormige drukking kunnen in hoofdzaak twee gevallen worden onderscheiden:

a. Er bestaat *één* richting van *maximalen* druk, met loodrecht daarop richtingen van *minimalen* druk.

b. Er bestaat *één* richting van *minimalen* druk, met loodrecht daarop richtingen van *maximalen* druk.

In het eerste geval zal de tengevolge van de werking der ongelijkvormige drukking opgeloste en daarna wederom uitgekristalliseerde substantie zich dus afzetten in afgeplatte, min of meer lensvormige aggregaten. Als resultaat der metamorfose ontstaat dan een gesteente met lamellaire textuur, waarbij de

lamellen zich hebben ontwikkeld in de richtingen van minimalen druk. (BECKE noemt deze textuur „Kristallisationsschieferung”).

In het tweede geval zal het veranderde gesteente een lineaire, stengelige textuur vertoonen; de substantie is dan als het ware uitgegroeid in de richting van minimalen druk.

Op deze wijze werkt de drukking dus „verplaatsend”; verschillende mineralen, bijv. kwarts en calciëet, worden op de eene plaats opgelost en op eene andere weer afgezet; het gesteente heeft aan de werking van den druk gehoorzaamd alsof het plastisch was.

Ook kan het geval zich voordoen, dat het oorspronkelijke mineraal bij de hoogere drukking niet bestendig is en dan niet alleen oplost en rekristalliseert in de richting(en) van minimalen druk, maar tevens overgaat in eene andere, heteromorphe modificatie, die bij de heerschende drukking wel stabiel is. Zoo rekristalliseert augiet dikwijls als uraliet, andalusiet als distheen. Ook kan in de oplossing een reactie plaats hebben zoodat geheel nieuwe mineralen worden gevormd; bijv. uit orthoklaas en water ontstaan muskoviet en kwarts.

De op een gesteente uitgeoefende druk zet zich echter niet steeds om in chemische werkingen, maar kan ook andere gevolgen hebben. Wanneer de stress binnen de elasticiteitsgrenzen beperkt blijft, en niet of niet geheel in chemische veranderingen wordt omgezet, bepaalt zich hare werking tot wijzigingen in den onderlingen afstand en ligging der moleculen van de verschillende mineralen¹⁾. Ook deze uitwerking is in vele gevallen nog waar te nemen. Zoo wordt amorph glas, dat onderworpen is aan drukkingen, welke de elasticiteitsgrens niet overschrijden, veranderd in een anisotrope substantie. Eenassige mineralen worden optisch tweessig indien het strainellipsoid niet samenvalt met het ellipsoid dat de optische eigenschappen representeert. In kristallijne schisten is kwarts bijv. dikwijls tweessig, terwijl de circulaire polarisatie in elliptische polarisatie is veranderd. De uitdooving heeft in een bepaald individu dan niet meer overal op hetzelfde moment plaats, doch is unduleus

¹⁾ VAN HISE, A Treatise on metamorphism, pag. 46.

geworden. Vallen de assen van het strain-ellipsoid en het optisch ellipsoid echter samen, dan veranderen als gevolg van de stress slechts de brekingsindices en, bij tweeassige mineralen, de hoek der optische assen.

Bij kristallen, waar glijvlakken voorkomen, zullen tengevolge van de stress de deeltjes langs deze vlakken t. o. v. elkaar verglijden; op deze wijze worden bijv. calcië-tweelingen gevormd.

Indien de stress de elasticiteitsgrens overschrijdt, treedt vergruizing op (zgn. *kataklase*). Ook als gevolg van kataklase kan een lamellaire structuur ontstaan, wanneer de vergruizingsproducten zich, in aanpassing aan den druk, rangschikken in lensvormige opeenhoopingen.

De metamorphose zal slechts zeer zelden óf alleen uit chemische, óf alleen uit mechanische veranderingen bestaan. Het hangt van verschillende omstandigheden af, of de op een gesteente werkende stress voornamelijk metamorphose van chemischen of van mechanischen aard ten gevolge zal hebben. Volgens van Hise wordt bij mechanische veranderingen meer energie verbruikt en is het daarbij benodigd volume grooter dan bij chemische veranderingen; dientengevolge zullen in 't algemeen deze laatste eerder het resultaat zijn van de op een gesteente werkende drukking dan de eerste. Verschillende factoren echter zijn hier van belang. Een aanzienlijk watergehalte en hooge temperaturen bijv. zullen het optreden van chemische omzettingen begunstigen. Daarom zullen op groote diepte chemische veranderingen meestal regel zijn, temeer omdat daar aan de bestanddeelen weinig of geen gelegenheid tot uitwijken wordt geboden. Dientengevolge zal de drukking op grootere diepten bijna geen mechanische veranderingen tot resultaat hebben, hetgeen dicht bij de oppervlakte wel het geval is. De aanwezigheid van glijvlakken en een groote mate van broosheid bevorderen mechanische deformaties, terwijl groote oplosbaarheid de chemische metamorphose in de hand werkt. In verschillende conglomeratsneisen is het bindmiddel bijv. geheel omgekristalliseerd, terwijl de groote stukken mechanische deformatie hebben ondergaan; het fijnkorrelige bindmiddel werd hier gemakkelijker chemisch aangetast dan de groote stukken. Slechts zelden worden

gesteenten aangetroffen, waarbij de metamorphose bijna geheel van mechanischen aard is; kristallijne schisten echter, waarbij alle sporen van kataklase ontbreken, komen vrij veel voor. Dit laatste is bijv. bijna steeds het geval bij de amphibolieten.

Behalve temperatuur en druk speelt bij de metamorphose, zooals vanzelf spreekt, ook de oorspronkelijke samenstelling der gesteenten een groote rol. Zoo kunnen uit kwartzsandsteenen slechts kwartsieten, uit kleigesteenten slechts phyllieten ontstaan. In een gebied, waar verschillende gesteenten onder den invloed derzelfde krachten zijn veranderd, treedt deze factor vooral naar voren. Men kan dan gesteenten aantreffen, waarbij de metamorphose reeds ver is voortgeschreden naast andere, welke nog slechts de eerste sporen eener verandering vertoonen; terwijl het eene gesteente grootendeels mechanische deformaties heeft ondergaan, zal een ander, dat toch aan dezelfde krachten is blootgesteld geweest, in hoofdzaak veranderingen van chemischen aard aanwijzen.

Dat de bestanddeelen en de textuur der kristallijne schisten zullen afhangen van de diepte onder het aardoppervlak waarop zij zijn ontstaan, is na het voorgaande duidelijk. Dit volgt eveneens uit het feit, dat verschillende mineralen, wat betreft temperatuur en druk slechts binnen bepaalde grenzen kunnen bestaan. Temperatuur en druk nu veranderen met de diepte, zoodat verschillende mineralen slechts in bepaalde dieptezones stabiel zijn. Andere daarentegen, de zgn. „durchläufer”, zijn in alle zones bestendig. Dit zijn OH-vrije verbindingen van eenvoudige samenstelling als kwarts, magnetiet, titaniet etc.

Het ligt daarom ook voor de hand de kristallijne schisten te onderscheiden naar de diepte, waarop zij zijn ontstaan. Dit is o. a. geschiedt door VAN HISE, die twee zones aanneemt, een bovenste zone (*zone of katamorphism*) en een dieper liggende zone (*zone of anamorphism*¹⁾). De bovenste zone verdeelt genoemde auteur nog verder in een *verweeringszone* en een *cementatiezone*. VAN HISE definieert de *zone of katamorphism* als de zone waarin de metamorphose bestaat in het ontstaan van eenvoudige ver-

¹⁾ VAN HISE l. c. pag. 40 en volgende.

bindingen uit meer complexe, terwijl in de *zone of anamorphism* complexe verbindingen ontstaan uit eenvoudige.

GRUBENMANN heeft een indeeling in drie zones opgesteld; in het kort zal deze hier worden uiteengezet. Daarbij moet worden opgemerkt, dat deze indeeling gedeeltelijk is gebaseerd op de zgn. *volumewet*. Zooals echter reeds is aangetoond, mag deze wet geen aanspraak maken op algemeene theoretische geldigheid; daar echter de waarnemingsfeiten tot op vrij groote hoogte met de volumewet schijnen overeen te stemmen, mag zij niet zonder meer worden verworpen, en kan hare waarde bij de opstelling van een indeeling als de hier volgende, niet worden ontkend.

Bovenste Zone. De temperatuur is relatief laag; de druk, voor zooveer deze optreedt als eenzijdige druk of stress, is hoog, terwijl alzijdige of hydrostatische druk hier geen noemenswaardige rol speelt wijl het gewicht der bovenliggende gesteenten te gering is. De mogelijkheid tot uitwijken is groot, zoodat de druk hier voornamelijk in mechanische deformatie wordt omgezet, temeer daar de lage temperatuur het omkristalliseeren niet bevordert. Dit wordt echter gedeeltelijk gecompenseerd door de aanwezigheid van een vrij groote hoeveelheid water. Hoofdzakelijk zijn de in deze zone plaats vindende chemische processen exotherm.

Druk en temperatuur werken in gelijken zin, beide factoren begunstigen hier nl. het tot stand komen van verbindingen met een klein moleculair-volume, zoodat de mineralen, welke in deze zone ontstaan, meestal gehoorzamen aan de volumewet.

De betrekkelijk groote hoeveelheden water en de lage temperatuur bevorderen de vorming van OH-houdende verbindingen.

Voornamelijk zullen hier ontstaan sericiet (muskoviet), chloriet, talk, albiet, en ook hoornblende, zoisiet en epidoot en daarbij „durchläufer” als kwarts, calciet en magnetiet. In deze zone komen hoofdzakelijk phyllieten voor.

Middelste zone. De temperatuur is hier reeds veel hooger dan in de bovenste zone; druk en temperatuur werken echter veelal nog in denzelfden zin, nl. in den zin eener volumevermindering. Meestal treedt eenzijdige druk of stress op; daar tengevolge hiervan karakteristieke texturen ontstaan, is deze stress de

maatgevende factor der middelste zone. De mogelijkheid tot uitwijken is veel geringer dan in de bovenste zone, zoodat in vereeniging met de hoogere temperatuur, de druk hier dus voornamelijk een rekristallisatie tot gevolg heeft. In deze zone begint ook alzijdige druk op te treden. Kataklastose komt weinig voor, en chemische veranderingen verdringen hier meer en meer de mechanische defornatie. Hier treden dus meestal geheel gekristalliseerde aggregaten op, waarvan de mineralen bijna alle gehoorzamen aan de volumewet. Een matig watergehalte komt nog voor, daar de temperatuur nog niet hoog genoeg is om alle OH-houdende verbindingen te splitsen. De textuur van de in deze zone gevormde kristallijne schisten wordt bepaald door het principe van RIECKE; lamellaire of schubbige, en lineaire of stengelige vormen zijn heerschend, zoodat de middelste zone het gebied is van de typische „kristallisationsschieferung”. De hier vooral voorkomende mineralen zijn: muskoviet, microklien, micropertheet, oligoklaas, biotiet, ook zoisiet en epidoot en verder hoornblende, stauroliet, granaat, distheen. De meeste *kristallijne schisten in engeren zin* zijn gevormd in de middelste zone (als glimmerschisten, glimmer- en hoornblendegneisen etc.)

Diepste Zone. De temperatuur is hoog, de reacties zullen hier meest endotherm verlopen, en er bestaat een neiging tot vergroting van het volume. Hooge hydrostatische drukkingen treden hier op, en de stress is bijna geheel in alzijdigen druk omgezet, zoodat het principe van RIECKE hier weinig of geen toepassing vindt. Kataklastose zal enkel optreden bij zeer snelle deformatie.

Druk en temperatuur werken in deze zone dikwijls in tegengestelden zin, zoodat de volumewet hier niet meer het heerschende beginsel is. Biotiet is het eenig OH-houdende mineraal dat in de diepste zone voorkomt. Een relatief groot moleculair-volume en het ontbreken van OH-groepen in de verbindingen zijn de kenmerkende eigenschappen voor de mineralen van deze zone, waarvan er vele tot de *plus-mineralen* behooren. De hier voorkomende mineralen zijn meestal dezelfde als die, welke karakteristiek zijn voor de contactgesteenten en de stollingsgesteenten als orthoklaas, alle plagioklasen, biotiet, augiet, olivijn, granaat, cordieriet, sillimaniet, ilmeniet.

De in deze zone ontstane gneisen naderen, zoowel wat textuur als mineralogische samenstelling aangaat, meer en meer tot de granieten; dit is het gevolg van de alzijdige druk, welke het bewaard-blijven van de oorspronkelijke textuur in de hand werkt, en het groeien van grootere kristallen ten koste van de kleinere individuen begunstigt. In deze zone komen bijv. voor eklogieten, granulieten, biotiet-augiet-sillimanietgneisen etc.

Het is tot nu toe niet gelukt een natuurlijke klassificatie der stollingsgesteenten op te stellen; vandaar dan ook, dat verschillende Amerikaansche petrologen zijn overgegaan tot een „quantitative classification of igneous rocks”. Voor de metamorphe gesteenten biedt de opstelling eener natuurlijke indeeling echter niet die groote moeilijkheden als het geval is bij de stollingsgesteenten en een dergelijke klassificatie is dan ook reeds herhaaldelijk beproefd.

De klassificatie der kristallijne schisten (en der metamorphe gesteenten in 't algemeen) moet berusten op de chemische samenstelling dezer gesteenten¹⁾. Want een combinatie van bepaalde verbindingen, hoe dan ook ontstaan, zal, wanneer ze lang genoeg aan de werking van temperatuur en druk is blootgesteld geweest, steeds hetzelfde metamorphe gesteente tot resultaat hebben. Bij de indeeling is de oorsprong van het beschouwde metamorphe gesteente van ondergeschikt belang. Het maakt bijv. weinig verschil of dit een stollingsgesteente was, dan wel een sediment; slechts de chemische samenstelling is maatgevend bij de klassificatie. De ondervinding leert dan ook, dat metamorphe gesteenten van eenzelfde soort in 't algemeen dezelfde chemische samenstelling bezitten; omgekeerd echter leveren gesteenten van een bepaalde chemische samenstelling niet steeds hetzelfde metamorphe gesteente op. Veeleer zullen uit een en hetzelfde gesteente verschillende variëteiten van metamorphe gesteenten ontstaan, ieder met een eigen mineralogische samenstelling, dikwijls door overgangsvormen verbonden. Dat gelijksoortige metamorphe gesteenten eenzelfde chemische samen-

¹⁾ GRUBENMANN, Zur Klassifikation der metamorphen Gesteine, Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie, Bnd. III 1913 pag. 228.

stelling bezitten, is een noodwendig gevolg van het wezen der metamorphose. De evenwichtstoestand, welke door een geheel gemetamorphoseerd gesteente wordt gerepresenteerd, is in de eerste plaats noch afhankelijk van de reacties door middel waarvan dat evenwicht is bereikt, noch van de soort der componenten, welke daarbij op elkaar hebben ingewerkt, doch slechts van de totale chemische samenstelling van het uitgangsmateriaal.

Op grond hiervan zijn door GRUBENMANN voorloopig opgesteld 12 groepen, waarbij dan de metamorphe gesteenten, welke dezelfde chemische samenstelling hebben, tot een groep zijn vereenigd.

Bij eenzelfde chemische samenstelling wijst echter de mineralogische samenstelling dikwijls groote verschillen aan. Dit is een gevolg van het feit, dat ieder mineraal en iedere combinatie van mineralen, slechts bestendig is binnen bepaalde grenzen van temperatuur en druk, en dat bij overschrijding dezer grenzen zich uit de aanwezige substantie wederom andere mineralen en andere combinaties van mineralen moeten vormen. Een gesteente van bepaalde chemische samenstelling kan derhalve, naar gelang de omstandigheden waaronder de metamorphose heeft plaats gehad, aanleiding geven tot het ontstaan van verschillende combinaties van mineralen (*korrelate combinaties*)¹⁾.

Ter verduidelijking van dit begrip volg hier als voorbeeld de metamorphose van een gesteente, arm aan kalk, met een niet te groot alkali-gehalte, betrekkelijk veel aluminium, en grootere of kleinere hoeveelheden Fe O, resp. Fe₂O₃ en Mg O. Deze samenstelling beantwoordt aan die van een sedimentair kleigesteente, of in sommige gevallen ook aan die van een graniet of noriet. Van de vele mineralen, die uit deze componenten mogelijkerwijze zouden kunnen ontstaan, treden slechts, zooals de ervaring leert, als gesteentevormende mineralen op: kwarts, korund, ijzerertsen, spinel, andalusiet, sillimaniet, distheen, rhombische pyroxenen, chloritoid, stauroliet, cordieriet,

¹⁾ P. NIGGLI, Die physikalisch-chemischen Bedeutung der Gesteinsmetamorphose. Berichte über die Verhandlungen der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, math-phys. Klasse, Band 66 1914.

granaat, chlorieten en het $(\text{Mg, Fe})_2 \text{Si O}_4$ — aandeel van biotiet. Daarbij komen nog als alkali-aluminiumsilicaten veldspaten of glimmer. In alle opgenoemde mineralen, die MgO of FeO bevatten, kunnen deze beide oxyden elkaar steeds geheel of voor een zeker percentage vervangen.

Neemt men een gelijkzijdigen driehoek (Fig. 8) met aan de hoekpunten $(\text{Mg, Fe}) \text{O}$, $\text{Al}_2 \text{O}_3$ en Si O_2 , dan kan op de bekende

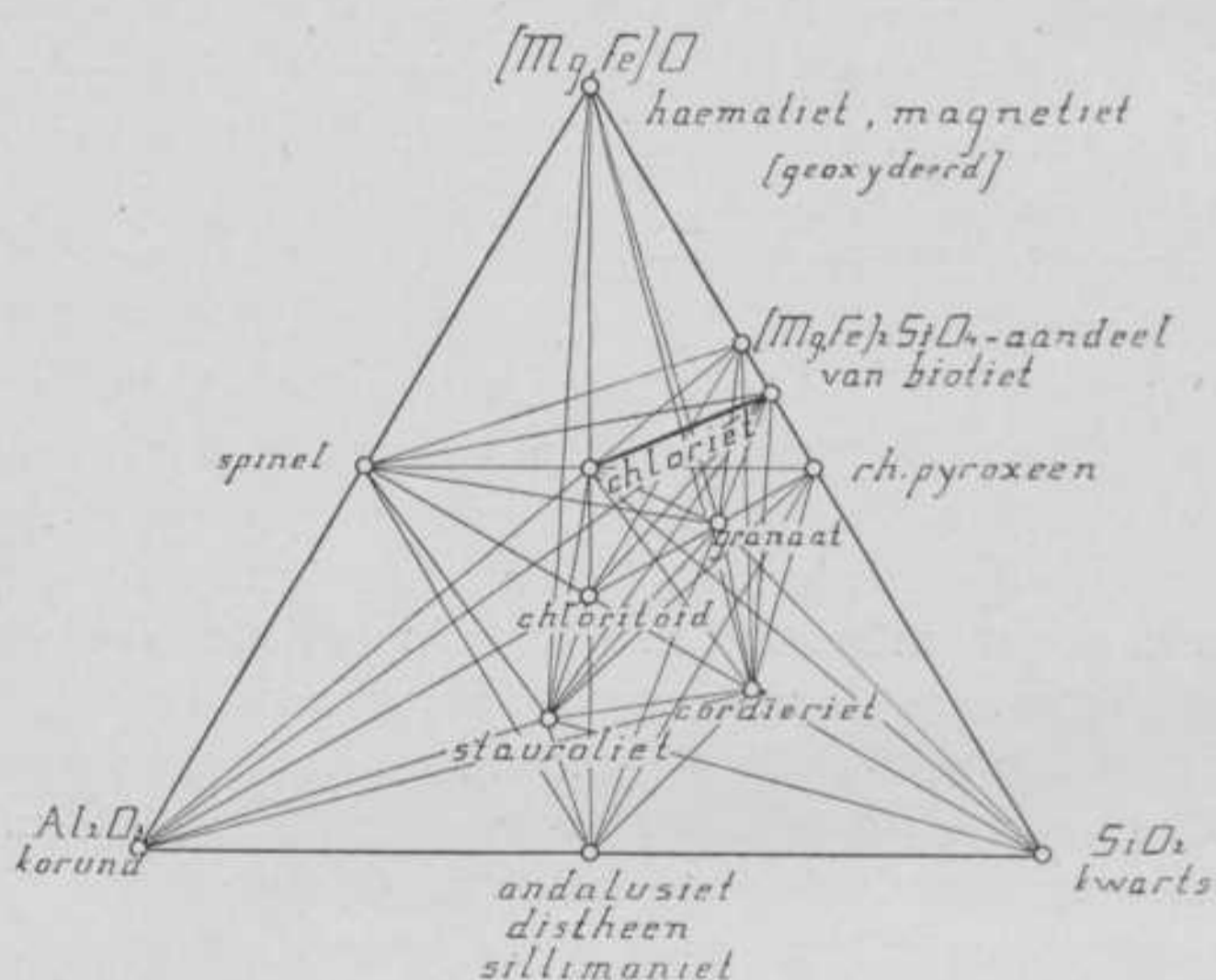
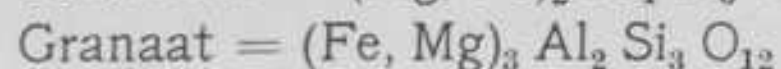
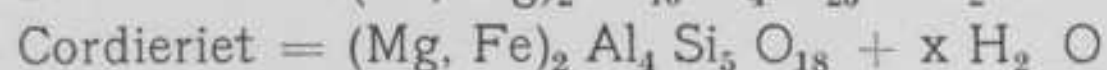
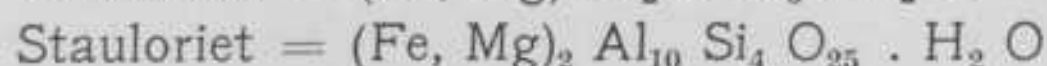
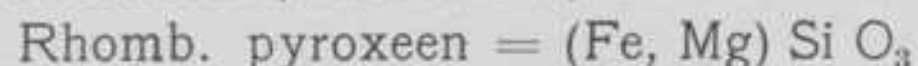
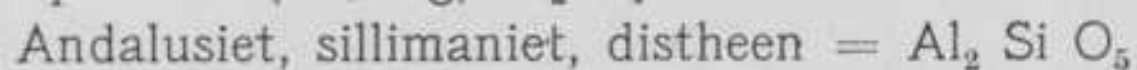
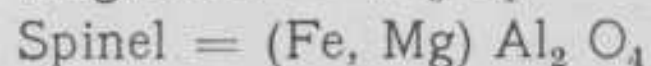
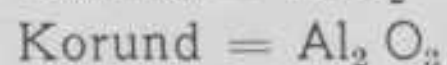


Fig. 8.

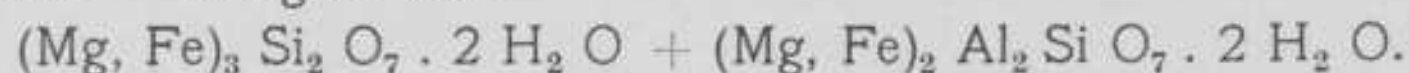
manier de chemische samenstelling van al deze mineralen door een punt binnen dezen driehoek worden weergegeven.

Met uitzondering der chlorieten is hierbij aan al de mineralen een bepaalde, nl. de meest voorkomende, chemische samenstelling toegekend, ofschoon kleine wisselingen hierin kunnen optreden. De chlorieten zijn voorgesteld door de verbindingslijn der eindleden der chloriet-reeks, zooals die gewoonlijk worden aangenomen, waarbij de afzonderlijke chlorieten dan als mengkristallen, waarin deze eindleden in wisselende verhoudingen kunnen voorkomen, worden beschouwd.

De volgende formules zijn dan gebezigd :



Chloriet = mengsel van



In het biotiet — molecule aanwezig een aandeel dezer componenten = $(\text{Fe, Mg})_2 \text{Si O}_4$.

Het watergehalte is in de graphische voorstelling niet opgenomen, omdat hoogstwaarschijnlijk bij elke ontstaanswijze water aanwezig mag worden geacht.

Een bepaalde chemische samenstelling, weergegeven door een punt binnen den driehoek, kan nu, na aftrek der hoeveelheden welke benoodigd zijn voor de vorming der alkali-mineralen (die hier niet worden beschouwd) louter door middel van berekening door 2, 3, 4, of 5 der bovengenoemde mineralen worden uitgedrukt.

Op zoovele wijzen als het beschouwde punt wordt omsloten door een driehoek, welke drie punten, elk een der genoemde mineralen weergevend, tot hoekpunten heeft, kan de chemische samenstelling van dit punt door een combinatie van drie mineralen worden uitgedrukt. Kan het punt op deze wijze door een vierhoek worden omsloten, dan is het mogelijk de chemische samenstelling door dat punt gerepresenteerd, weer te geven door middel van een combinatie van vier mineralen; ligt het punt op een lijn, welke de punten, waardoor twee mineralen worden voorgesteld, verbindt, dan kan men de chemische samenstelling uitdrukken door de combinatie dezer twee mineralen, etc.

Blijft bijv., na aftrek der hoeveelheden, benoodigd voor de vorming der alkali-mineralen, een samenstelling over, die juist overeenkomt met die van chloritoid, nl. 1 Fe O (met iets Mg O), 1 Al₂ O₃ en 1 Si O₂, dan zou, naast de alkali-aluminiumsili-caten, chloritoid alléén voor kunnen komen of een groot aantal andere combinaties (waarbij het watergehalte en de graad van oxydatie van het ijzer niet in aanmerking zijn genomen) die men nu gemakkelijk door middel van de driehoek-figuur kan opstellen. Eenige der mogelijke combinaties zijn bijv.:

Spinel + kwarts.
 Spinel + cordieriet
 Korund + granaat
 Korund + rhomb. pyroxeen
 Erts + korund + kwarts
 Stauroliet + rhomb. pyroxeen + spinel
 Rhomb. pyroxeen + spinel + Al₂ Si O₅
 Spinel + biotiet + Al₂ Si O₅
 Spinel + kwarts + biotiet + Al₂ Si O₅
 Cordieriet + rhomb. pyroxeen + spinel + Al₂ Si O₅
 Enz.

Zoo kan men, enkel door middel van berekening, een groot aantal combinaties vinden om een bepaalde chemische samenstelling uit te drukken. Inderdaad komen dan ook gesteenten voor van vrijwel identieke chemische samenstelling, doch waarvan de mineralogische samenstelling groote verschillen aanwijst. Een chloritoid-phylliet van Wallis is bijv. chemisch analoog met een spinel-cordierietgneis uit de Harz etc.

De onderverdeeling der groepen, waarin de metamorphe gesteenten van eenzelfde chemische samenstelling zijn ondergebracht, dient nu te geschieden volgens de mineralogische samenstelling, die, zooals boven is uiteengezet, voor de verschillende gesteenten van een groep geheel verschillend kan zijn. Het zou daartoe van het grootste belang zijn, de grenzen betreffende temperatuur en druk, waarbinnen de verschillende korrelate mineraalcombinaties stabiel zijn, af te bakenen, zooals dit bijv.

op zoo uitnemende wijze is geschied door VAN 'T HOFF en zijn medewerkers voor de verschillende zouten van het Stassfurter bekken. Thans echter is een dergelijke begrenzing van de verschillende combinaties van mineralen nog onmogelijk. Een weg om daartoe te geraken zou, theoretisch althans, te vinden zijn door invoering van de thermodynamische potentiaal der verschillende combinaties, welke voor de onder bepaalde condities stabiele combinatie het kleinst is; zoolang echter geen middel bestaat, deze grootheid te meten, heeft deze methode geen praktische waarde. Experimenteële onderzoekingen zullen de stabiliteitsgrenzen moeten bepalen; dergelijke, zeer moeilijk uit te voeren proeven, waarvan veel is te verwachten, worden dan ook in den laatsten tijd op groote schaal in het geophysikalisch laboratorium te Washington genomen.

Vooralsnog is de ervaring, gebaseerd op de bestudeering der combinaties die in werkelijkheid het meest blijken op te treden, het eenige middel ter begrenzing der verschillende combinaties.

Hierop berust dan ook de verdere indeeling der groepen zooals GRUBENMANN die heeft opgesteld. Een door een bepaalde chemische samenstelling gekenmerkt, en daardoor tot een bepaalde groep behoorend metamorph gesteente, kan in vele gevallen voorkomen in elk der drie diepte-zones, waardoor het dus verder is gekarakteriseerd wat betreft mineralogische samenstelling en textuur. Zoo komt men dan voor elke groep tot een indeeling in drie orden: de *epi* —, *meso* — en *katagesteenten* (voor de bovenste, middelste en diepste zone). Daar de kennis van de combinaties van mineralen, die in de drie zones optreden, op een statistische verwerking van het materiaal berust, is deze indeeling dus louter op de ervaring gebaseerd.

Op welke wijze het mogelijk is, in een bepaald geval een orde verder in wat men kan noemen *families* onder te verdeelen, is reeds uiteengezet in den aanvang van dit opstel, waar een dergelijke indeeling met behulp der fasenregel is opgesteld voor de chloritoidschiefer van het Gotthard—massief.

Een zeer overzichtelijk schema, waarbij de verschillende soorten van metamorphose zijn ingedeeld als functies van temperatuur en druk en dus tevens van de diepte onder de aardopper-

vlakke, waar de processen plaats hebben, is opgesteld door GOLDSCHMIDT ¹⁾ (Fig. 9).

Dit schema is vooral belangrijk omdat hier voor de temperatuur en de drukking bepaalde, grootendeels door middel van schatting verkregen waarden zijn ingevoerd. Deze mogen derhalve in geen deele als nauwkeurig worden beschouwd; zij

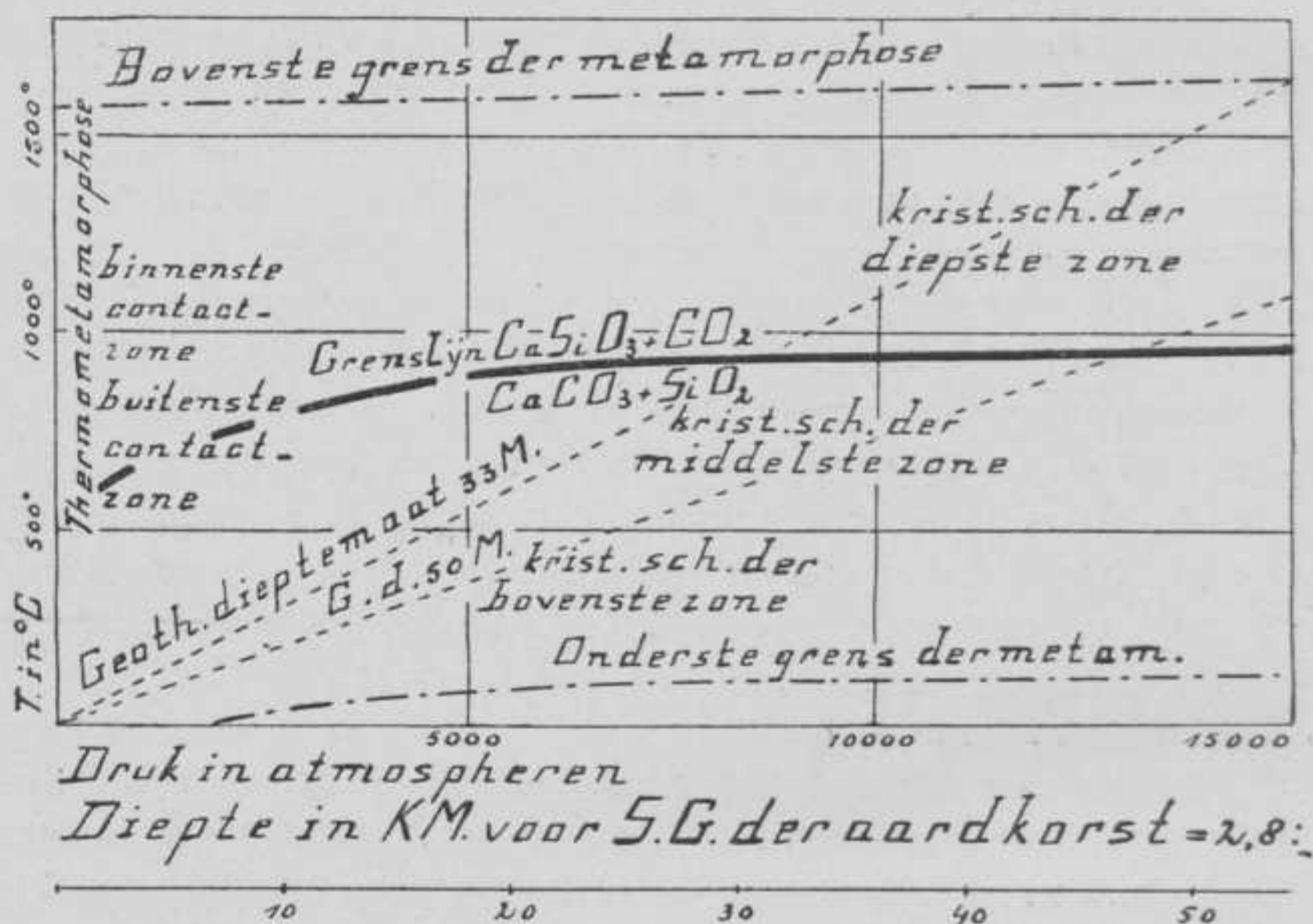


Fig. 9.

geven echter een denkbeeld van de waarschijnlijke orde van grootte der temperaturen en drukkingen waarbij de verschillende processen verlopen.

Op de horizontale as is de druk in atmosferen, op de verticale as de temperatuur in graden Celcius afgezet. Op een tweede schaal onder de druk-as zijn de diepten, gemeten vanaf het

¹⁾ GOLDSCHMIDT, Die Gesetze der Gesteinsmetamorphose mit Beispielen aus der Geologie des Südlichen Norwegens. Videnskapselskapets Skrifter no. 22.

F. BECKE, Fortschritte auf dem Gebiete der Metamorphose, Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie, Bnd. V 1916.

aardoppervlak, afgezet, waar de drukking tengevolge van het gewicht der bovenliggende gesteenten (waarvoor een gemiddeld S. G. van 2,8 is aangenomen) de waarden aanneemt zooals die op de druk-as zijn weergegeven. De twee gestippelde rechten geven de temperatuur op de verschillende diepten aan, waarbij is aangenomen een geothermische dieptemaat van 33 M. en een van 50 M. Naar boven wordt het veld begrensd door de temperaturen waarbij de gesteenten smelten; daar het smeltpunt met de drukking wordt verhoogd, stijgt deze lijn naar de zijde van hooger druk. Volgens BECKE is deze grenslijn iets te hoog geteekend. Ook aan de benedenzijde wordt het veld door een dergelijke lijn begrensd.

Bij lage drukkingen, links in het diagram, strekt zich het gebied uit waar metamorphose optreedt enkel als gevolg van hooge temperatuur (thermometa-morphose). Hierbij sluit zich aan, tusschen drukkingen van ongeveer 500—2000 atm., het gebied der contactmeta-morphose. Dit gebied is verdeeld in een binnenste zone, ongeveer gelegen tusschen 800° en 1200° en een buitenste zone, begrensd door temperaturen van ca. 500°—800°.

Rechts boven in het diagram, onder de grenslijn, waarvan het verloop vooral bij hoogere drukkingen slechts is te schatten, heeft men de kristallijne schisten der diepste zone te verwachten; van hier meer naar links en naar beneden volgen dan de gebieden der kristallijne schisten van de middelste en van de bovenste zone. De temperatuur en de druk in deze zones zijn nu niet alleen afhankelijk van de diepte, dus van de geothermische dieptemaat en het gewicht der bovenliggende gesteenten. Want door magmatische intrusies wordt de hoogere temperatuur der diepere zones in vele gevallen medegedeeld aan de hoogere niveau's, waar dan de temperatuur ten opzichte van de daar heerschende drukking een onevenredig hooge waarde aanneemt. Sommige petrographen zoeken hierin de voornaamste oorzaak der metamorphose en brengen zodoende het ontstaan der kristallijne schisten steeds terug tot contactmeta-morphe werkingen. Verder worden door tektonische verschijnselen spanningen in de aardkorst opgewekt, waardoor de druk-

king, welke in 't algemeen overeenkomt met het gewicht der bovenliggende lagen, lokaal zeer aanzienlijk kan worden verhoogd. GOLDSCHMIDT is van meening, dat deze beide werkingen elkaar gedeeltelijk compenseeren, maar dat toch de invloed der verhoogde drukkingen meestal het grootst is. Daarom wijken dan ook in zijn schema de gebieden der drie zones waarin de regionen der kristallijne schisten worden verdeeld, vanaf de diepste naar de bovenste zone steeds meer af van de lijnen der geothermische dieptemaat naar de richting van hooger en druk.

De temperaturen en de drukkingen waarbij de voor de metamorphose belangrijke reactie

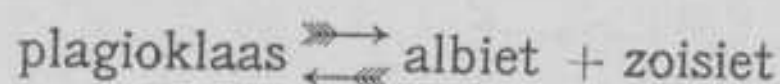


zoowel naar rechts als naar links verloopt, zijn door een kromme verbonden; beneden deze kromme ligt dus het gebied waar kwarts voor kan komen naast calciet, daarboven het gebied waar deze mineralen overgaan in wollastoniet + CO₂¹⁾. Uit de plaats dezer kromme in het diagram volgt dat slechts in de kristallijne schisten der middelste en bovenste zone kwarts stabiel is naast calciet, terwijl hiervoor in de diepste zone wollastoniet in de plaats treedt. Inderdaad blijkt dit zeer dikwijls het geval te zijn. Toch meent men hierop uitzonderingen te hebben waargenomen; BECKE vermoedt dan ook dat deze kromme naar rechts meer stijgt dan in het diagram van GOLDSCHMIDT is aangegeven.

Een groote vooruitgang zou worden bereikt, indien het mogelijk was, voor meerdere reacties dergelijke krommen te construeeren. Vooral van belang is in dit opzicht het ontslaan van zoisiet uit anorthiet. In de diepste zone zijn nl. de plagioklasen stabiel terwijl zij zich in de middelste zone ontmengen en uiteenvallen in albiet en anorthiet, waarbij anorthiet dan dikwijls overgaat in zoisiet; albiet blijft bestaan, of geeft aanleiding tot de vorming van sericiet. Volgens BECKE is nu de stabiliteit

¹⁾ Zie ook GRUBENMANN, Die Kr. Schr. pag. 67.

van plagioklaas naast zoisiet en albiet een der meest karakteristieke kentekenen der middelste zone en de kromme, die de punten verbindt waar de reactie



zoowel naar rechts als naar links kan plaats hebben, zou derhalve midden door het gebied der middelste zone moeten loopen en een scherpe afscheiding aangeven tusschen de bovenste en de diepste zone. De reactie is echter waarschijnlijk veel gecompliceerder dan boven is weergegeven en de formule volgens welke zij verloopt is nog niet met zekerheid opgesteld kunnen worden, zoodat het nog onmogelijk is, de betreffende kromme in het diagram te teekenen.

Ten slotte mogen nog enkele opmerkingen worden gemaakt omtrent de structuur der kristallijne schisten ¹⁾.

Bij de stollingsgesteenten, vooral bij de dieptegesteenten, neemt men een bepaalde *volgordé van kristallisatie* waar. De bestanddeelen zijn daar uit het vloeibaar magma, gehoorzamen aan verschillende physisch-chemische wetten, in een zekere volgorde uitgekristalliseerd, welke volgorde, zij het dan ook dikwijls met vele wijzigingen, bij al deze gesteenten wederom aan den dag treedt. De vroeger uitgekristalliseerde mineralen bezitten dan een eigen vorm ten opzichte van de later uitgekristalliseerde. De mineralen zijn, volgens hun volgorde van kristallisatie in de dieptegesteenten, door ROSENBUSCH in een reeks gerangschikt; elke voorgaande term dezer reeks heeft dus, tenminste theoretisch, een eigen vorm t. o. v. de volgende.

Voor de bestanddeelen der kristallijne schisten echter kan op dezelfde grondslagen een dergelijke reeks niet worden opgesteld. De rekristallisatie uit de oplossing welke tusschen de vaste bestanddeelen van het gesteente aanwezig is, heeft plaats in een zeer beperkte ruimte, zoodat de nieuwgevormde kristal-

¹⁾ GRUBENMANN, Struktur und Textur der Metamorphischen Gesteine, Fortschritte der Min., Krist. und Petrogr. Bnd. II 1912.

len elkaar tijdens hun ontstaan zullen trachten te verdringen tengevolge waarvan de meeste individuen het niet tot de ontwikkeling van een eigen vorm kunnen brengen. Daar bovendien de samenstelling der oplossing door het geheele gesteente heen bijna steeds verschillend zal zijn, zullen tegelijkertijd meerdere componenten uitkristalliseeren, zoodat een bepaalde volgorde van kristallisatie zal ontbreken. De verschillende mineralen zullen hier dus *naast elkaar* en niet *na elkaar* uitkristalliseeren. De kristallen zijn meestal afgerond; slechts de eenvoudigste kristalvlakken komen somtijds voor. Men kan de structuur der kristallijne schisten, de zgn. *kristalloblastische structuur*, dan ook het best vergelijken met de structuur van die dieptegesteenten, waarvan de componenten vrijwel gelijktijdig zijn uitgekristalliseerd (dus dieptegesteenten met *aplitische structuur*).

Toch kan men in de kristallijne schisten kristallen waarnemen die min of meer een eigen vorm vertoonen en *idioblasten* worden genoemd, tegenover de kristallen welke deze eigen vorm geheel missen, de *xenoblasten*.

Dit is thans echter niet het gevolg van een zekere volgorde van kristallisatie; de verklaring van dit verschijnsel berust op geheel andere gronden. Als idioblasten zullen optreden die mineralen, welke het gemakkelijkst en het snelst kristalliseeren en zodoende in staat zijn de overige mineralen in mindere of meerdere mate te verdringen. BECKE en GRUBENMANN drukken dit uit door te zeggen dat de mineralen welke de grootste „kristallisationskraft” bezitten, als idioblasten zullen optreden. Een exacte definitie van deze term geven zij niet. BECKE erkent dan ook: „voor hetgeen hier „kristallisationskraft” genoemd wordt, zal men waarschijnlijk bij grondiger studie een juistere uitdrukking weten te vinden”. Men mag wel aannemen, dat deze „kristallisationskraft” een richtende moleculaire kracht is, in staat een aanzienlijke hoeveelheid arbeid te verrichten, die moet worden gezocht in de arbeid der drukking, door een kristal bij zijn ontstaan op de omgevende substantie uitgeoefend, welke daardoor als het ware wordt teruggedrongen. Een bewijs voor deze opvatting vindt men bijv. in de geheel doorschijnende gipskristallen die dikwijls voorkomen in klei; het feit, dat deze

kristallen waterhelder zijn, bewijst dat zij tijdens hun ontstaan de omringende kleideeltjes hebben verdrongen.

Naar analogie met de door ROSENBUSCH ingevoerde reeks voor de kristallisatievolgorde der componenten van de dieptegesteenten, is, echter zooals boven werd uiteengezet op geheel andere gronden, voor de kristallijne schisten een dergelijke reeks (de *kristalloblastische reeks*) opgesteld. Hiervan zal dus elk mineraal ten opzichte van de volgende mineralen min of meer een eigen vorm bezitten. Door GRUBENMANN wordt hiervoor ongeveer aangegeven de reeks: titaniet—rutiel—granaat, tourmalijn, distheen—epidoot, zoisiet—pyroxenen, amphibolen—albiet, glimmer, chloriet—kwarts, plagioklaas—orthoklaas, microklien.

J. A. A. MEKEL, m. i.

Bibliotheek der M. V.

- E. C. Abendanon, m. i. De geomorfologische beteekenis der basische stollingsgesteenten in 't midde deel van den Ned. Ind. archipel.
- J. A. Bakhuis. Verslag van de Coppename expeditie (in bruikleen).
- Z. S. Beyl, m. i. De Leyner boormachines.
- C. Blankevoort. Limburg-Westfalen. (Een en ander naar aanleiding van de opmerkingen van Dr. JONGMANS over de publicatie „Onze Limburgsche steenkolen”).
- „ Ontwikkeling en Geschiedenis van den Mijnbouw in Nederland.
- J. G. Bijdendijk Graphometallurgische constructies in verband met het op steen smelten van een pyrietisch gouderts.
- Hugo Cool.
- Dr. van Capelle. Bijdragen tot de kennis van de landijsvormingen in de prov. Friesland en van het oudere fluviatiele diluvium in den ondergrond van Noord-Nederland.
- E. Dubois. L'age de l'argile de Tegelen et les espèces de cervides qu'elle contient.
- Ch. Th. Groothoff. Verslag van de Zwitsersche excursie in 1909.
- „ Over eene nieuwe verwerkingsmethode van pyriethoudende ertsen.

- Prof. J. A. Grutterink. De vooruitzichten van den Nederland-
schen mijningenieur.
- „ Over fosfaatmijnen in Curaçao, over de
fosfaatmarkten en de waarde ervan.
(Verh. v./h. Geol. Mijnb. Gen. voor
Ned. en Kol. Deel I bldz.91—198).
- Prof. Dr. S. Hoogewerff. Verslag betreffende het onderzoek van
zandmonsters, welke door den inge-
nieur der mijnen genomen werden
op 't in concessie aangevraagde ter-
rein Erica, bij Hellendoorn (O.).
- Prof. Dr. H. G. Jonker. De oorsprong van het glaciaal dil-
luvium in Nederland.
- „ Keileem in Nederland (Verh. v./h.
Geol. Mijnb. Gen. voor Ned. en
Kol. deel I bldz. 273—292).
- Prof. C. J. van Loon, m. i. Rapport over de exploratie van 't
Lawagebied.
- E. A. Neeb, m. i. Verslag omtrent het onderzoek naar
tinertsafzettingen in een deel van
Midden-Sumatra.
- Prof. Schroeder v. d. Kolk. Waarom Oude Talen?
J. F. Steenhuis. Bijdrage tot de kennis van den dilu-
vialen ondergrond van Drente en
Friesland (dissertatie).
- van Stockum. Verslag van de Saramacca expeditie
(in bruikleen).
- Prof. Dr. Tarnuzzer. }
Prof. Dr. Nussberger. } Notice sur quelques gisement metal-
Prof. Dr. Lorenz. } liferes du Canton des Grissons Suisse
(1900).
- Dr. R. D. M. Verbeek, m. i. Opgave van geschriften over geologie
en mijnbouw van Ned. Oost-Indië.
- C. J. M. Wertheim, m. i. Geologen of mijningenieurs voor ex-
ploratie in Ned. Indië?
- Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen, Freiburg 1902.
Tijdschrift van de Maatschappij van Nijverheid. 1905. Febr.
(Amerika Nr.).

Metallurgie.	1908	5e jaargang.
	1909	6e „
Naphta.	1904	deel 12.
	1905	„ 13.
	1906	„ 14.
La Nature.	1909	2 deelen 37e Année.
	1910	2 „ 38e „
	1911	2 „ 39e
	1912	2 „ 40e „
Revue Universelle des mines et de la me- tallurgie.	1900	2 deelen.
	1901	2 „
	1902	2 „
	1903	2 „
		4e serie. Tôme I—IV.
Société de l'Industrie minérale. Comptes rendus mensuels.	1912	
Bulletin de la Société de l'Industrie miné- rale.	1912	tômes I—II.
Allgemeine Oesterr. Chemiker und Tech- niker Zeitung.	1906	
Naturwissenschaftliche Rundschau.	1899	
	1900	
	1901	
	1902	
	1903	
	1904	
	1905	
	1906	
	1907	
The Engineering and Mining Journal.	1899	1e deel LXVIII.
	1900	2 dln. LXIX—LXX.
	1901	2 dln. LXXI—LXXII.
	1902	1e deel LXXIII.
	1903	2 dln. LXXV—LXXVI.

The Engineering and Mining Journal.	1904	2 dln.	LXXVII—LXXVIII.	
	1905	2 „	LXXIX—LXXX.	
	1906	2 „	LXXXI—LXXXII.	
	1907	2 „	LXXXIII—LXXXIV.	
	1908	2 „	LXXXV—LXXXVI.	
	1909	2 „	LXXXVII—LXXXVIII.	
	1910	2 „	LXXIX—XC.	
	1911	2 „	XCI—XCII.	
	1912	2 „	XCIII—XCIV.	
	1913	1e deel	XCIV.	
	Glück Auf.	1904		40e Jaargang.
		1906		42e „
		1907		43e „
1908			44e „	
1909			45e „	
1910		2 dln.	46e „	
1911		2 „	47e „	
1912		2 „	48e „	
Scientific American.	1913	1e deel	49e „	
	1909	2 dln.		
	1910	2 „		
	1911	2 „		
	1912	2 „		
Scientific American Supplement.	1913	1e deel.		
	1910	2 dln.		
	1911	2 „		
	1912	2 „		
Berg- und Hüttenmän- nische Zeitung.	1913	1e deel.		
	1899	Deel	LVIII.	
	1900	„	LIX.	
	1901	„	LX.	
	1902	„	LXI.	
	1903	„	LXII.	
Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hütten- wesen.	1904	„	LXIII.	
	1899	Deel	47.	
	1900	„	48.	
	1901	„	49.	

Oesterr. Zeitschrift für	1902	Deel	50.
Berg und Hütten-	1903	„	51.
wesen.	1904	„	52.
	1905	„	53.
	1906	„	54.
	1907	„	55.
	1908	„	56.
	1909	„	57.
Technisch Stud. Tijdschrift.	1912—1913	1 deel.	
Mines and Minerals.	1910—1911	vol XXXI.	
	1911—1912	„ XXXII.	
Jaarboekje Mijnbouwk.	1903—1904	en bijlage 1903.	
Vereeniging.	1904—1905		
	1905—1906		
	1906—1907		
	1908		
	1909—1910		
	1910—1911		
	1911—1912		
	1913		
	1914—1915		
	1915—1916		
Jaarverslagen van 't	1890		
Technologisch Gezel-	1891		
schap.	1892—1893		
	1896—1897		
	1899		
	1900		
	1901		
	1902		
	1903		
	1904		
	1910—1911		
Rapporten der Organi-	1904—1905		
satie ter behartiging	1906—1907		
van Studiebelangen.	1908—1911		

GEWONE LEDEN.

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| *1. <i>J. Bakker</i> , ** | Afrikaanderplein 27b, Rotterdam. |
| *2. Be Tiat Tjong, | Burgwal 16, Delft. |
| *3. A. van Beelen, | Poortlandlaan 32, Delft. |
| 4. L. B. Beynen, | Brummen. |
| *5. M. J. A. Bergstein, | Hugo de Grootstraat 12, Delft. |
| *6. C. A. Beukers, | Hugo de Grootstraat 20, Delft. |
| 7. <i>F. J. C. Bianchi</i> , | Saftlevenstraat 16, Rotterdam. |
| *8. J. A. G. M. Biermann, | Oude Langendijk 21, Delft. |
| 9. E. T. F. Bischoff, | Reinkenstraat 29, Den Haag. |
| 10. H. Bloemgarten, | Delfgauwsche weg 71, Delft. |
| *11. M. J. F. W. G. Bolderdijk, | v. Leeuwenhoeksingel 5, Delft. |
| *12. N. J. A. Bosch, | Regentesseplein 19, Den Haag. |
| *13. A. Ch. D. Bothé, | 2e Sweelinckstraat 228, Den Haag. |
| *14. <i>J. Bourguignon</i> , | Vlietkade 71, Rotterdam. |
| *15. E. Ch. ten Broeke, | Oude Delft 60, Delft. |
| *16. J. F. Browne, | Buitenwatersloot 2, Delft. |
| 17. <i>E. E. de Bruyn</i> , | Schietbaanlaan 99, Rotterdam. |
| *18. H. D. M. Burck, | Nieuwe Plantage 77, Delft. |
| 19. <i>L. H. ten Bruggen Cate</i> , | Oude Delft 226, Delft. |
| *20. A. J. Cosijn, | Zuidwal 10, Delft. |
| *21. J. H. Curvers, | Kazernestraat 1, Den Haag. |
| *22. W. van Dam, | Hugo de Grootstraat 10, Delft. |
| *23. A. G. J. van Damme, | v. Lawick v. Pabststr., Arnhem. |

* Tevens buitengewoon lid van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën.

** De namen van voor de eerste maal ingeschrevenen zijn cursief gedrukt.

- *24. H. L. Dinger, Binnenwatersloot 6, Delft.
- *25. *J. F. van Dorp*, v. Speykstraat 2, Delft.
- *26. N. H. van Doorninck, Wijnhaven 19, Delft.
- *27. *A. H. Douw*, 's-Gravendijkwal 131, Rotterdam.
28. J. H. Druif, Galileistraat 126, Den Haag.
29. G. H. Edixhoven, Geestbrugweg 3, Rijswijk.
- *30. W. F. C. Engelbert v. Laan v. Meerdervoort 464,
Bevervoorde, Den Haag.
- *31. *J. F. Fock*, Oude Delft 72, Delft.
- *32. C. P. M. Frijlinck, Hertog Govertkade 8, Delft.
- *33. D. van Gemeren, Nassaukade 100, Amsterdam.
- *34. G. E. Gerst, v. Leeuwenhoeksingel 3, Delft.
- *35. G. J. Geursen, Copernicusstraat 83, Den Haag.
- *36. I. R. J. de Greve, Markt 48*b*, Delft.
37. C. F. A. de Groot, Havenstraat 8, Delft.
- *38. J. C. Gijsberts, Rijswijkscheweg 393, Den Haag.
- *39. C. ter Haar, Oranjelaan 42, Rijswijk.
- *40. P. de Haart, Rotterdamscheweg 68, Delft.
- *41. C. J. J. van Hal, Havenstraat 8, Delft.
- *42. S. Hannik, 2e Middellandstr. 34*b*, Rotterdam.
- *43. C. Ph. van Harreveld, Gr. Houtstraat 166, Haarlem.
44. A. Harting, Hugo de Grootstraat 10, Delft.
- *45. J. Heyenbrock, P. C. Hoofdstraat 88, Amsterdam.
46. W. Th. M. Hendricks, Rotterdamscheweg 74, Delft.
47. *F. L. Hes*, Joost v. Gulstraat 23*h*, Rotterdam.
- *48. A. van Hoek, Nieuwe Plantage 94, Delft.
- *49. *H. K. Hylkema*, Mil. Telegr. Kantoor, Amsterdam.
- *50. *W. F. de Jong*, Hugo de Grootstraat 10, Delft.
- *51. P. J. B. van Kessel, Oosteinde 89, Delft.
- *52. G. A. van Klinkenberg, Hypolitusbuurt 29, Delft.
- *53. W. C. B. Koolhoven, Rotterdamscheweg 131, Delft.
- *54. M. C. Kort, Poortlandlaan 32, Delft.
55. P. Ch. J. Korte, Nieuwstraat 24, Delft.
- *56. *S. H. van Kuyk*, Leeuwendaallaan 3, Rijswijk.
- *57. K. F. de Leeuw, Frederik Hendriklaan 283,
Den Haag.
- *58. E. S. Levison, Hoodrift 110, Rotterdam.

- *59. W. A. Loke, Groot Hertoginnelaan 231,
Den Haag.
60. H. A. M. Lousbergh, Brab. Turfmarkt 47, Delft.
- *61. *J. van der Lijn*, Piet Heinstraat 17, Delft.
62. L. L. J. van Lijnden, m. i. Nassau Dillenburgstr. 16,
Den Haag.
63. E. B. van der Marck, Res. 2e Luit. 24 Reg. Inf. Veldleger.
- *64. P. M. Matthysen, Hooikade 17, Delft.
- *65. J. J. W. Meens, Vrouw Juttenland 13, Delft.
66. J. A. A. Mekel, m. i. v. Leeuwenhoeksingel 31, Delft.
67. G. J. H. Molengraaff, Markt 7, Delft.
68. H. Oolbekkink, Schietbaanlaan 57b, Rotterdam.
- *69. W. H. Oosten, Keizerstraat 296, Scheveningen.
- *70. *Y. N. Oosterbaan*, Oude Delft 178, Delft.
- *71. *A. van Overstraten Kruysse*, Phoenixstraat 31, Delft.
- *72. *O. H. Planten*, Statenlaan 30, Den Haag.
- *73. K. Post, Mathenesserlaan 363b, Rotterdam.
- *74. *H. G. A. Potjes*, Kipstraat 91, Rotterdam.
75. G. Pott, Rotterdamscheweg 66d, Delft.
- *76. C. E. M. Raedts, Markt 41, Delft.
- *77. E. J. A. Rikmenspoel, Lipkenstraat 38, Delft.
78. G. Roos Jr., v. Ochterveltstr. 32b, Rotterdam.
- *79. Th. Ruys, Woerden.
- *80. *J. Salm*, Rotterdamscheweg 74, Delft.
- *81. O. Z. van Sandick, Oude Delft 62, Delft.
- *82. J. H. W. Schäfer, v. Boetzelaerlaan 39, Den Haag.
- *83. A. A. G. Schieferdecker, Koornmarkt 25, Delft.
- *84. *B. van der Schilden*, Koninginnelaan 32, Rijswijk.
- *85. C. Schouten, Binnenwatersloot 6, Delft.
- *86. J. C. L. J. Seelig, Frankenslag 146, Den Haag.
87. *Th. B. Seldenrath*, Oostsingel 75, Delft.
- *88. G. Snoeck Henkemans, v. Boetzelaerlaan 126, Den Haag.
- *89. *J. S. V. J. Spee*, Oude Delft 178, Delft.
90. J. H. Steggewentz, Willemsparkweg 126, Amsterdam.
91. J. H. Schuiling, Nieuwe Binnenweg 159,
Rotterdam.
- *92. J. Tan, Leeuwenhoeksingel 40, Delft.

- *93. J. V. Tas, Noordsingel 21a, Rotterdam.
- *94. M. P. E. H. Thywissen, Brab. Turfmarkt 24, Delft.
- *95. I. van Tijn, Nieuwe laan 66, Delft.
- *96. V. P. Ulrich, Choorstraat 3, Delft.
- *97. G. H. J. M. Verlinden, Hugoplein 18, Delft.
- *98. S. J. Vermaes Hzn., Leeuwendaallaan 47, Rijswijk.
99. J. F. C. Versluys, Westeinde 64, Voorburg.
100. A. Verstege, Stationsweg 46, Abcoude.
- *101. N. de Voogd, 2e Sweelinckstraat 117, Den Haag.
- *102. J. A. W. van der Voort, Oude Delft 55, Delft.
- *103. C. L. de Vries, Sweelinckstraat 7, Den Haag.
104. G. J. Wally, Galileistraat 195, Den Haag.
- *105. M. Th. Waterreus, Piet Heinstraat 133, Den Haag.
- *106. D. W. Weber, Oude Delft 55, Delft.
- *107. A. van Weelden, Burgwal 22a, Delft.
- *108. J. C. de Wilde, Bloemmarkt 9, Leiden.
- *109. A. C. van Wijk, Oranjelaan 21, Rijswijk.
- *110. C. P. A. Zeylmans v. Emmichoven, Zocherstraat 33, Amsterdam.
-

Naamlijst der aan de Polytechnische School en Technische Hoogeschool afgestudeerde Mijningenieurs.

*) Buitengewone Leden van de Mijnbouwkundige Vereeniging. (80)

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
1	E. C. Abendanon.	1900	's-Gravenhage, Noordeinde 86.	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	Totok, Celebes.	Ing. Mijnb. Mij. Totok, Celebes.
*6	N. K. H. Bauermann.	1907	's-Gravenhage, Korte Vijver- berg 2.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*7	Dr. E. H. M. Beekman.	1905	Delft, Mijn- bouwstraat 8.	Leeraar H. B. S.
*8	E. J. Beens.	1916	Haagweg 103. Delft.	Cand. Ing. M. N. I.
9	Dr. F. Beijerinck.	1890	's-Gravenhage. Ch. de Bourbon- straat 10.	Oud-Ing. Dir. der Rijksop- sporing van Delfstoffen.
*10	Z. S. Beijl.	1903	Leeuwarden Kanaalstr. 1.	
*11	K. A. Biegman.	1909	Tikoes, Billiton.	Ing. Billiton Mij.
12	S. L. G. Birnie.	1872	overleden.	

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*13	P. F. Bliet.	1903	Oruro, Bolivia, Casillia 154.	Dir.-Ing. der Compania Minera de Oruro.
14	A. Boachie.	1849	overleden.	
15	R. J. Boers.	1893	Muntok, Banka.	Hoofding. M. N. I., Chef Bankatinwinning.
16	P. M. van Bosse.	1900	Heerlen, Villa Mira Valle, Geleenstr. 50b.	Ing. Staatstoezicht.
*17	G. Bouwmeester.	1916	Choorstr. 24.	Cand. Ing. M. N. I.
*18	A. L. ter Braake.	1916	Laan v. N. O. I. Den Haag.	Cand. Ing. M. N. I.
19	J. v. Braam Houckgeest.	1902	Willemshaven.	Ing. firma Gebr. Goedhart.
*20	J. van den Broek.	1915	Manggar, Billiton.	Administrateur Billiton Mij.
*21	Dr. H. A. Brouwer.	1908	Obrechtstr. 493. Den Haag.	Ing. M. N. I. met verlof.
*22	J. E. Bruining.	1908	Boeding, Billiton	Ing. Billiton Mij.
23	H. J. Buisman.	1895	Batavia.	Oud-Ing. M. N. I. Leeraar Kon. Wilhelminaschool.
*24	J. G. Bijdendijk.	1903	Muntok, Banka.	Ing. M. N. I.
*25	M. H. Caron.	1910	Dep. v. Koloniën 's-Gravenhage.	Ing. M. N. I.
26	H. A. A. baron Collot d'Escury	1912	Weltevreden, Hoofdbureau B. P. Mij.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
27	H. Cool.	1903	overleden.	
28	J. H. Cordes.	1863	overleden.	
*29	A. J. R. Cornelissen.	1916	Beeklaan 504. Den Haag.	Cand. Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
30	J. E. Deelken.	1913	Fultonstr. 243, Den Haag.	Res. 2e Luit. der Genie.
*31	Dr. P. N. Degens.	1902	Baronielaan 178, Ginneken.	Leeraar H. B. S. met verlof.
*32	J. F. van Diermen.	1916	Stadhouderspl. 5, Den Haag.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
33	P. H. van Diest.	1855	overleden.	
34	S. van Dorsser.	1904	Shreveport (Louisiana, U. S. A.) Youree Hotel.	Hoofdvertegenwoordiger van de Algemeene Petroleummaat- schappij Sirius te Shreve- port, Louisiana, U. S. A.
*35	E. A. Douglas.	1905	Weltevreden, Kramat. Nieuwe laan 8.	Ing. M. N. I.
*36	C. M. Dozy.	1908	Strada Avram Jancu, Bucarest.	Internationale Rum. Petr. Mij., Bucarest.
*37	J. B. van der Drift.	1911	Muntok, Banka.	Ing. M. N. I.
38	J. B. C. van der Drift.	1913	Terwinselen Limburg. Staatsmijn „Wilhelmina.”	Adj. Ing. Staatsmijnen in Limburg.
39	P. L. Dubourcq.	1903	Hoofdbureau B. P. Mij. Batavia.	Hoofd-Administrateur Bataaf- sche Petroleum Mij.
40	C. G. van Dusseldorp.	1902	's-Gravenhage, Galileistraat 76.	Oud-Ing. Mijnb. Mij. Bolang Mongondau.
41	G. Duijfjes.	1904	Rumpen (L.). Staatsmijn „Hendrik” tijd. bedrijfsingenieur.	Adj. Ing. Staatsmijnen in Limburg.

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*42	J. van Duynen.	1909	Chalcis, Griekenland.	Ing. Intern. Magnesietwerken te Rotterdam.
43	P. H. van Dijk.	1855	overleden.	
44	E. van der Elst.	1850	overleden.	
*45	O. J. van der Elst.	1906	's-Gravenhage, 2e Schuijstr. 285.	Adj. Insp. van het vervoer bij de H. IJ. S. M.
46	F. Z. Ermerins.	1901	overleden.	
*47	L. J. C. van Es.	1912	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Tijd. Geoloog M. N. I.
48	W. Estor.	1909	Terneuzen, Vlooswijkstr. 60.	Leeraar H. B. S.
49	R. Everwijn.	1852	overleden.	
50	B. von Faber.	1902	Banka.	Ing. M. N. I.
51	R. Fennema.	1872	overleden.	
52	A. G. Ferf.	1906	Manggar, Billiton.	Ing. Billiton Mij.
53	H. Frijling.	1906	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*54	Dr. J. K. van Gelder.	1905	Weltevreden, Gang Scott 13.	Ing. M. N. I.
*55	W. F. Gisolf.	1909	Rotterdam, Proveniers- straat 72b.	Leeraar H. B. S.
56	W. Godefroy.	1877	's-Gravenhage, v. Hovestraat 42.	Oud-Hoofding., Oud-Chef M. N. I.
*57	C. Godefroy.	1913	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
58	E. R. D. Göllner.	1904	Sawah Loentoe. Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I.

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
59	C. A. van Goudoever de Jongh.	1902	Lutterade. Staatsmijn „Maurits”.	Hoofdingenieur Staatsmijnen, in Limburg.
60	A. J. Gouka. Jr.	1902	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*61	J. B. Grandjean.	1916	v. Slingeland- straat 136, 's-Gravenhage.	Cand. Ing. M. N. I.
62	G. E. Gravenhorst.	1903	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
63	W. H. de Greve.	1859	overleden.	
64	H. F. Grondijs.	1905	Santiago (Chili), Huerfanos 1326.	Consulterend ingenieur der Compania Minera de Oruro.
65	H. Grondijs Jr.	1916	Markt 48b, Delft.	Cand. Ing. M. N. I.
66	C. de Groot.	1848	overleden.	
*67	P. F. de Groot.	1916	Hoofdbureau B. P. Mij. Batavia.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*68	Dr. Ch. Th. Groothoff.	1910	Manggar, Billiton.	Ing. Billiton Mij.
69	J. A. Grutterink.	1902	's-Gravenhage, v. Bleiswijk- straat 139.	Hoogleraar T. H.
70	C. A. Guffroy.	1905	Soerabaja.	Leeraar H. B. S.
*71	W. de Haan.	1909	(tijd.). Delft.	Ing. Mijnbouw Mij. „Aequator”
*72	C. S. van Haeften.	1916	Anthonie, Duijckstr. 97. 's-Gravenhage.	Cand. Ing. M. N. I.
73	A. van der Ham.	1909	Blinjoe, Banka.	Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
74	J. G. B. van Heek.	1903	Pankalpinang, Banka.	Ing. M. N. I.
75	J. C. van Heukelom.	1877	overleden.	
*76	J. A. Hoekstra.	1916	Molenstraat 7, 's-Gravenhage.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*77	Dr. E. C. N. v. Hoepen.	1909	Pretoria, Presi- dentstraat 133.	Palaeontoloog Transvaal- Museum.
*78	A. Hofman.	1913	Lintido, Celebes.	Ing. Mijnbouw Mij. „Paleleh”.
*79	G. B. Hogenraad.	1905	Sumatra's W. K.	Ing. Mijnbouw Mij. „Salida”.
*80	W. Holleman.	1912	Toboali, Banka.	Ing. M. N. I.
*81	A. van den Honert.	1912	Pangkalan Bran- dan, Sumatra.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
82	J. A. Hooze.	1872	overleden.	
*83	L. Houwink.	1898	Weltevreden, Entrée Nieuw- Kondangdia 14.	Hoofding. M. N. I.
*84	P. Hövig.	1901	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
85	J. A. Huguenin.	1862	overleden.	
86	O. F. N. Huguenin.	1862	overleden.	
87	P. H. Huffnagel.	1905	overleden.	
*88	L. Hupkes.	1904	's-Gravenhage, Bezuidenhout 3.	Ing. Wm. H. Müller & Co's. Algemeene Mijnbouwmaatsch.
*89	P. J. Jansen.	1899	Lebong Tandai, Benkoelen.	Hoofdadm. Mijnb. Mij. „Simau”
90	H. J. W. Jonker.	1860	overleden.	
*91	A. C. de Jongh.	1906	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*92	C. A. de Jongh.	1906	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in :	WOONPLAATS.	BETREKKING.
93	D. de Jongh Hzn.	1873	Soekaboemi.	Oud-Hoofding., Oud-Chef M. N. I., Oud-Vertegenwoor- diger Billiton Mij.
94	W. H. D. de Jongh Dz.	1903	Heerlen, Limburg.	Ing. Staatstoezicht.
*95	W. A. Jonkers Both.	1903	Essen Rütten- scheidt, Otmar- strasze 28.	Obering. firma Fröhlich und Klüpfel, te Barmen.
*96	M. W. Julius.	1909	Pankalpinang, Banka.	Ing. M. N. I.
97	J. W. C. Op den Kamp.	1914	Terwinselen, Staatsmijn „Wilhelmina”.	Asp. Adj. Ing. Staatsmijnen, in Limburg.
*98	C. D. Keen.	1909	Shreveport, Louisiana, U. S. A. Commercial Bank Building, Rooms 202/203.	Oil. operator.
99	A. W. F. Kerssen.	1896	overleden.	
*100	Dr. W. C. Klein.	1907	tijdelijk in Nederland.	Geoloog Bataafsche Petr. Mij.
101	J. van der Kloes.	1901	Sawah Loentoe, Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I. Dir. Ombilinmijnen.
102	W. A. Knol.	1902	's-Gravenhage, Stadhouderspl. 9.	Hoogleraar T. H.
103	L. Knoppert.	1909	overleden.	
104	J. de Koning Knijff.	1889	's-Gravenhage, Statenlaan 16.	Buitengew. Hoogleraar T. H. Oud-Hoofding., Oud-Chef M. N. I.

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
105	J. Koomans.	1894	Padang.	Hoofding. M. N. I. Chef van Exploitatie van den Sumatra-Staatsspoorweg en de Ombilin-mijnen.
106	K. Koperberg.	1883	Utrecht. Fr. Halsstr. 1.	Oud-Hoofding. M. N. I.
107	F. W. Kromhout.	1908	Muntok, Banka.	Ing. M. N. I.
108	J. Kruyt.	1892	overleden.	
109	A. F. N. Kunert.	1906	Sawah Loentoe, Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I.
110	J. de Lange.	1904	overleden.	
*111	J. L. A. Ledeboer.	1905	Lintido, Celebes.	Ing. Mijnb. Mij. „Paleleh”.
112	L. Leger.	1907	Soengei Liat, Banka.	Ing. M. N. I.
*113	C. W. A. Lely.	1904	Tandjong Pan- dan, Billiton.	Hoofding. Billiton Mij.
114	A. H. van Lessen.	1893	's-Gravenhage.	Oud-Hoofding. Oud-Chef M. N. I.
*115	L. W. Leyds.	1913	Baku, Kaukasus.	Ing. Bataafsche Petr. Mij.
116	F. E. A. Liebert.	1850	overleden.	
*117	F. C. van Lier.	1905	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
*118	R. J. van Lier.	1901	Dep. v. Koloniën 's-Gravenhage.	Ing. M. N. I. Chef Benkoelen- Goudexploitatie.
*119	B. H. van der Linden.	1906	San Fransisco, Californië, Sansomestr. 343.	Geoloog Bataafsche Petroleum- maatschappij (Shell Company of California).
*120	K. L. Löb.	1907	Sawah Loentoe, Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I.
*121	J. A. Lohr.	1909	Adelheidstr. 125, Den Haag.	

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*122	H. J. van Lohuizen.	1911	Blinjoe, Banka.	Ing. M. N. I.
123	C. J. van Loon.	1885	overleden.	
124	L. L. J. baron v. Lijnden.	1912	's-Gravenhage, Nassau Dillen- burgstraat 16.	Ing. N. V. Ned. Smelterij voor tin en andere metalen. Vlaardingen.
125	G. W. Mallée.	1906	Blinjoe, Banka.	Ing. M. N. I.
126	H. A. Mansfelt.	1859	overleden.	
127	J. A. A. Mekel.	1916	v. Leeuwenhoek- singel 31, Delft.	Assistent T. H.
*128	C. Menschaar.	1905	Goeroepahi, Res. Menado, Noord-Celebes.	Hoofdadministrateur der Ex- ploratie- en Exploitatie Mij- Bolang Mongondou.
129	J. H. Menten.	1860	's-Gravenhage, Mauritskade 1.	Oud-Hoofding. M. N. I.
*130	F. T. Mesdag.	1911	Manggar, Billiton.	Ing. Billiton Mij.
131	E. Middelberg.	1896	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Chef. M. N. I.
132	C. Moerman.	1902	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
133	W. D. Munniks. de Jongh.	1908	Balikpapan, Borneo.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*134	E. A. Neeb.	1896	Soengei Liat, Banka.	Ing. M. N. I.
135	C. L. van Nes.	1903	Kouvenrade, Staatsmijn „Emma.”	Adj. Ing. Staatsmijnen, in Limburg.
136	W. F. F. Oppenoorth.	1906	's-Gravenhage, Obrechtstr. 31.	Ing. M. N. I. met verlof.

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
137	F. P. C. S. v. d. Ploeg.	1904	v. Loostr. 121, Den Haag.	Ing. M. N. I. met verlof.
*138	V. H. Ploem.	1910	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
139	H. F. E. Rant.	1853	overleden.	
140	G. P. A. Renaud.	1863	's-Gravenhage, Weimarstr. 88.	Oud-Hoofding. Oud-Chef M. N. I.
141	P. J. A. Renaud.	1868	Bandoeng.	Oud-Hoofding. M. N. I.
142	Dr. J. W. Retgers.	1880	overleden.	
*143	J. Reyzer.	1910	Sassak (Onder- afd. Ranti Pao, Afd. Loewoe). Celebes.	Ing. M. N. I.
144	W. G. Ribbius.	1880	overleden.	
145	E. J. van Rijckevorssel.	1901	overleden.	
146	B. F. P. Römer.	1904	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Tijd. Geoloog M. N. I.
*147	Dr. J. Rueb, c. en m. i.	1906	's-Gravenhage. Gr. Hertoginne- laan 92.	Dir. N. V. Ned. Smelterij voor tin en andere metalen. Vlaardingen.
148	J. C. Schagen van Soelen.	1907	Baza, (Granada, Spanje) Minas Tesorero.	Ing. Sociedad Hispano-Holan- desa.
149	C. J. van Schelle.	1870	overleden.	
150	J. P. Schlosser.	1854	overleden.	
*151	Dr. J. I. J. M. Schmutzer.	1904	Djokjakarta, Gandjoeran.	Adm. Gondang Lipoero.
*152	D. Th. Schuiling.	1910	Goeroepahi Res. Menado, N.-Celebes.	Assistent-Metallurg bij de Ex- ploratie- en Exploitatie Maat- schappij Bolang Mongondou.

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
153	J. A. Schuurman.	1877	's-Gravenhage, Emmastraat 39.	Oud-Hoofding. M. N. I.
*154	E. L. Siccama.	1915	Kouvenrade. Staatsmijn „Emma”.	Asp. Adj. Ing. Staatsmijnen, in Limburg.
*155	M. G. F. Söhnlein.	1908	Machacamarca, Bolivia.	Ing. Compania minera de Oruro.
156	J. Sonneveld.	1902	Schela Gura Ocnitei. (Gara Targovisti, Ru- menië).	Techn. Dir. Internationale Ru- meenske Petroleum Mij.
157	P. J. Stigter.	1900	Tandjong Pan- dan, Billiton.	Hoofdadministrateur der Billi- ton Mij.
158	A. Stoop Jr.	1878	Bloemendaal, Huize de Rijp. overleden.	Oud-Directeur der Dordtsche Petroleum Mij.
159	H. C. Stork.	1883		
160	J. A. R. Stuffken.	1903	Bussum, Albrechtslaan 16.	Oud-lector T. H.
*161	N. J. M. Taverne.	1916	Hoorn.	Cand. Ing. M. N. I.
162	Dr. P. Tesch.	1902	Nijmegen, Barbarossa- straat 78.	Districts-geoloog voor Noord- Brabant en Noord-Limburg, b/d. Rijksopsp. van Delf- stoffen.
*162	A. J. H. Thie.	1905	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
164	P. van Tiel.	1898	Stagen, Poeloe Laoet. Z. en O. afd. van Borneo.	Wd. Hoofd Ing. M. N. I., Direc- teur der Gouvernements- steenkolenmijnen Poeloe- Laoet.
*165	Ph. W. Timmermans.	1908	Soengei Liat, Banka.	Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
166	H. Tromp.	1901	Batavia, Hoofd- bureau Mijnw.	Ing. M. N. I.
167	W. J. Twiss.	1905	Atjeh.	Ing. M. N. I.
*168	F. A. Unger.	1905	Johannesburg.	Ing. Robinson Goldmining Comp. Ltd.
*169	A. D. Valk.	1913	Batavia.	Leeraar K. W. S.
170	Dr. A. L. W. E. van der Veen.	1908	Roelof Hart- straat 173, Amsterdam.	Assistent. Gem. Universiteit. Amsterdam.
171	R. W. van der Veen.	1906	Oranjelaan 51, Rijswijk.	Hoogleraar T. H.
172	R. G. Veenenbos.	1910	Terwinselen. Limburg.	Bedrijfsing. der Staatsmijn „Wilhelmina”,
*173	J. van de Velde.	1915	Lintido, Celebes.	Ing. Mijnbouwmaatschappij „Paleleh”, Celebes.
*173	J. Veldkamp.	1909	Blinjoe, Banka.	Ing. M. N. I.
175	Dr. R. D. M. Verbeek.	1866	's-Gravenhage. Cornelis Speel- manstraat 19.	Oud-Hoofding. Oud-Chef M. N. I.
176	S. J. Vermaes.	1890	Delft, Oude Delft 174.	Hoogleraar T. H.
177	Dr. J. Versluijs.	1905	's-Gravenhage, Willem de Zwij- gerlaan 33.	Tijd. Ing. bij het Rijksbureau voor drinkwatervoorziening.
178	C. Visser.	1903	overleden.	
179	J. van Vooren.	1906	Johannesburg.	
*180	H. W. de Vriendt Jr.	1915	Manggar, Billiton.	Ing. Billiton Mij.
181	J. de Vries.	1902	's-Gravenhage, van Hovestr. 26.	Assistent T. H.

	N A M E N.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*182	F. A. H. Weckherlin de Marez-Oyens.	1910	Weltevreden. Koningspl. W. 20	Hoofdvertegenwoordiger der Nederlandsche Koloniale Pe- troleum maatschappij in Nederlandsch-Indië.
183	C. J. M. Wertheim.	1892	's-Gravenhage, Casuariestraat 3.	Oud-Ing. M. N. I.
*184	E. H. Th. Wicherlink.	1909	Pangkalan, Bran- dan, Sumatra.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
*185	G. E. J. Wiessing.	1908	Paramaribo.	
186	N. Wing Easton.	1883	Voorburg, Westeinde 57.	Oud-Hoofding. M. N. I., oud- Hoofdvert. Dordtsche Petrol. Mij., Dir. Alg. Exploratie Mij.
*187	G. Witteveen.	1905	Oklahoma, U. S. A.	Ing. Bataafsche Petroleum Mij.
188	J. J. Witteveen.	1911	Campania, Roemenië.	Ing. Petr. Mij. „Astra Romana”
*189	G. D. van Wijk.	1910	Ardmore, Oklahoma, U. S. A., Bureau of the Roxana Petr. Cy.	Geol. Bataafsche Petroleum Mij.
*190	Th. C. v. Wijngaarden.	1903	Sawah Loentoe, Sumatra's W. K.	Ing. M. N. I.

GONNERMANN & C^o

MACHINEFABRIEK
HAARLEM

TELEF. INT. { 1278
 { 1282

Tel.-Adr.:
„FERRUM”

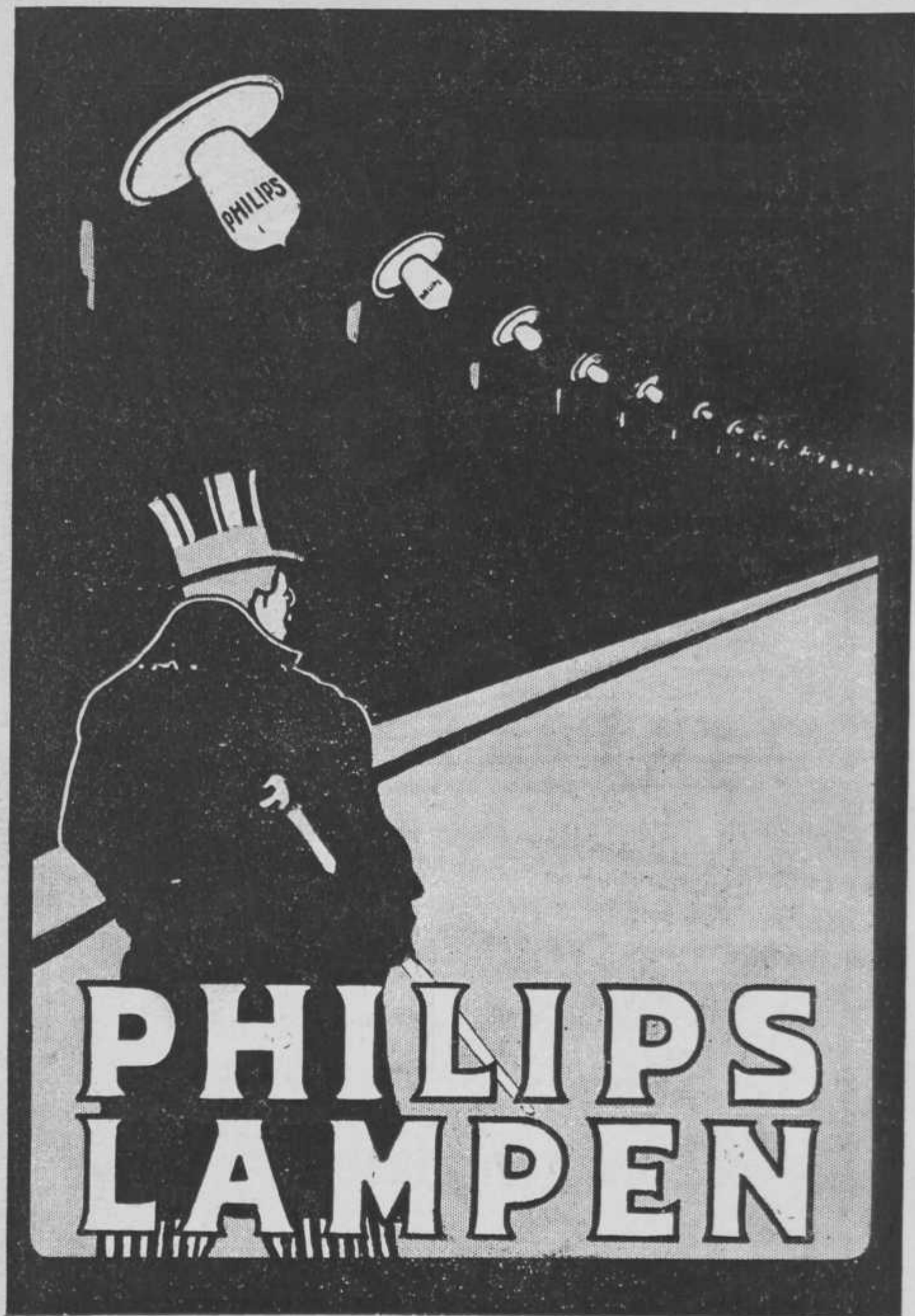


PIJPLEIDINGEN

voor Hoogen druk Stoom en alle andere doeleinden

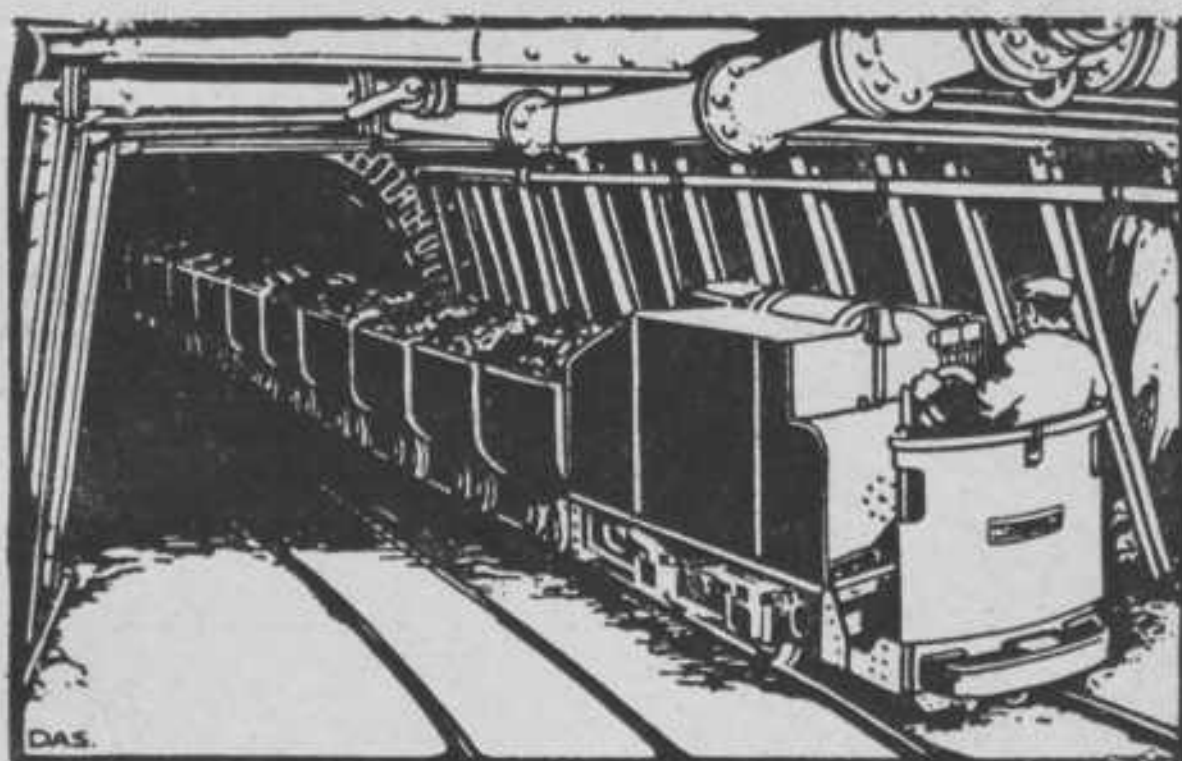


Oudste
speciaalfabriek
hier te lande



**PHILIPS
LAMPEN**

NEDERLANDERS
KOOPT
NEDERLANDSCHE LAMPEN.



MOTOR- LOCOMOTIEVEN

worden geleverd in capaciteiten van

4—70 P.K.

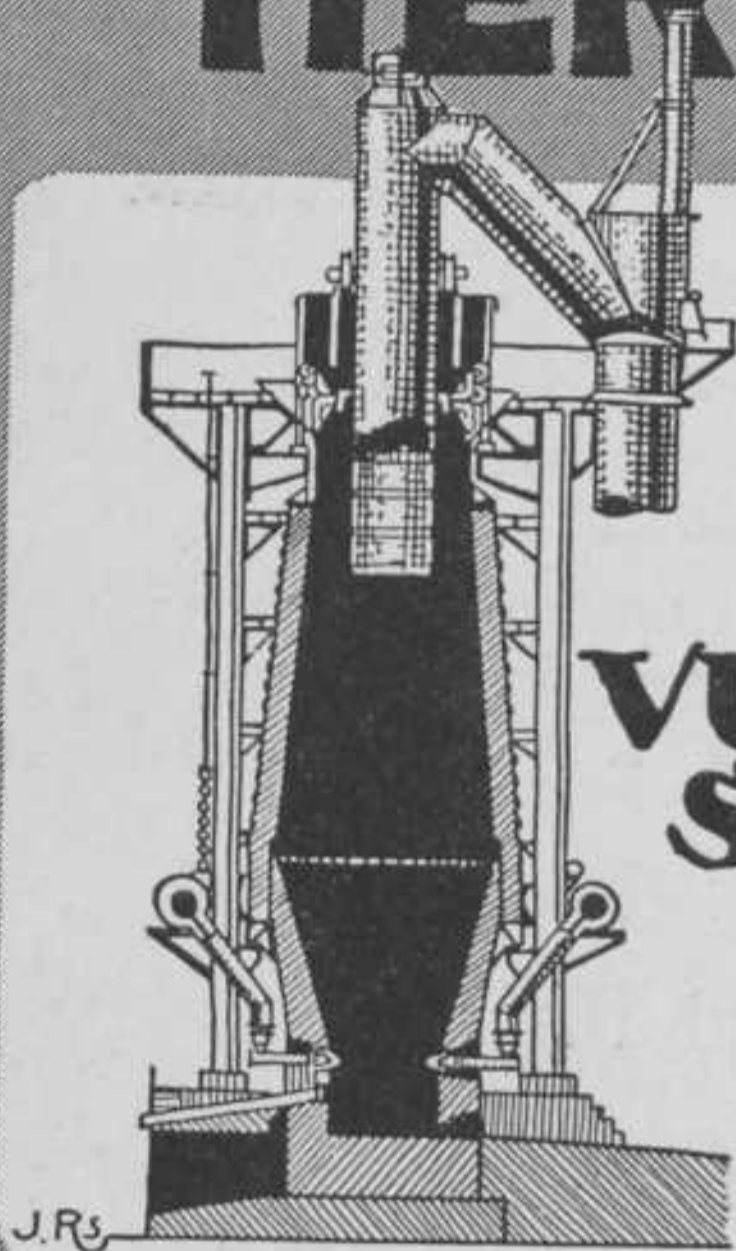
Geleverd ruim 2000 stuks, waarvan meer dan
600 in mijnen.

Vraagt onzen Catalogus No. 2327.

Gasmotorenfabriek DEUTZ

Amsterdam.

CANOY- HERFKENS



HOOG-
VUURVASTE
STEENEN

VENLO

B. H. CROON & Co.

— ELECTRO-TECHNISCH —
INSTALLATIEBUREAU EN FABRIEK

Hypolitusbuurt 7 - DELFT - Telefoon 394

Leveren en Installeeren :

ELECTRISCHE LICHT- EN KRACHTINSTAL-
LATIES, LIFTEN, ELECTRISCHE KRANEN,
BRANDWEERTELEGRAFEN, TELEFOONIN-
STALLATIES, ELECTRISCHE SIGNAALINRICH-
TINGEN, BLIKSEMAFLEIDERS, ENZ. ENZ. -


TOONKAMER VOOR ELECTRISCHE KRONEN,
STAANDE LAMPEN, KOOKAPPARATEN EN
GLASWERK - - - - -

Leveren en Verhuren :

ELECTRISCHE STOFZUIGMACHINES - -

Demonstratie-apparaat in werking te zien.

ELECTRISCHE STRIJKIJZERS - - - -

in diverse gewichten en modellen, compleet met snoer
van / 4.— af  VRAAGT PROEFIJZER

PLANNEN, BEGROOTINGEN EN ADVIEZEN

ZONDER KOSTEN - - - - -

A. W. SIJTHOFF'S UITG.-MIJ. - LEIDEN.

BOEK-, COURANT- EN KUNSTDRUKKERIJ.

Groote verscheidenheid van de nieuwste lettersoorten. - Belast zich met het drukken en uitgeven van Werken op Wetenschappelijk, Technisch en Algemeen Gebied. - Modern ingericht bedrijf, waarin de nieuwste vindingen op Typografisch en Technisch gebied zijn toegepast. - Speciaal ingericht voor het drukken van proefschriften, zoo noodig, in één week gereed.

Begrootingen van kosten enz. worden op aanvraag gaarne verstrekt.

Aanbevolen rijk geïllustreerde werken:

A. VOSMAER, Electrotechniek.

Leerboek voor den Machinist-Elektricien. Met \pm 300 afbeeldingen. Derde, veel verbeterde druk. Prijs ingenaaid f 3.50, gebonden f 3.90.

H. A. ROMEYN, De hedendaagsche Motoren van Gas, Benzine, Petroleum en Spiritus.

Elementair leerboek, verduidelijkt door \pm 150 afbeeldingen. Tweede druk. Ingenaaid f 2.10, gebonden f 2.60.

Gewapend Beton.

Eene Handleiding voor de Studie van Materialen, Constructie en Statische Berekening, door A. A. BOON c.i. Tweede, geheel opnieuw bewerkte en vermeerderde druk. Met 269 afbeeldingen tusschen den tekst en vele tabellen. Prijs ingenaaid f 3.15, gebonden f 3.50.

Gewapend Beton Bibliotheek.

Onder Hoofdredactie van A. A. BOON c.i. Met medewerking van verschillende Gewapend-Beton-Specialisten. De eerste serie van zes deelen, zal worden uitgegeven in 80. formaat, in deelen van \pm 6 vel druks. Prijs bij intekening f 1.30, aparte deelen f 1.60.

Reeds zijn verschenen: Deel I—IV.

E. F. SCHOLL, De Gids voor Machinisten, bij Poldergemalen, op Fabrieken, Locomotieven en Stoombooten.

Tevens ingericht tot leidraad voor Fabrikanten, Ingenieurs en Studeerenden, door N. O. H. VERDAM. Achtste druk. (Een negende druk is in bewerking).

Uitgegeven door A. W. SIJTHOFF'S UITGEVERS-MIJ te LEIDEN.

De uitgebreide Catalogus van TECHNISCHE WERKEN wordt op aanvraag gaarne toegezonden.

Gebruikt



**Waterverf en
Teekeninkten.**

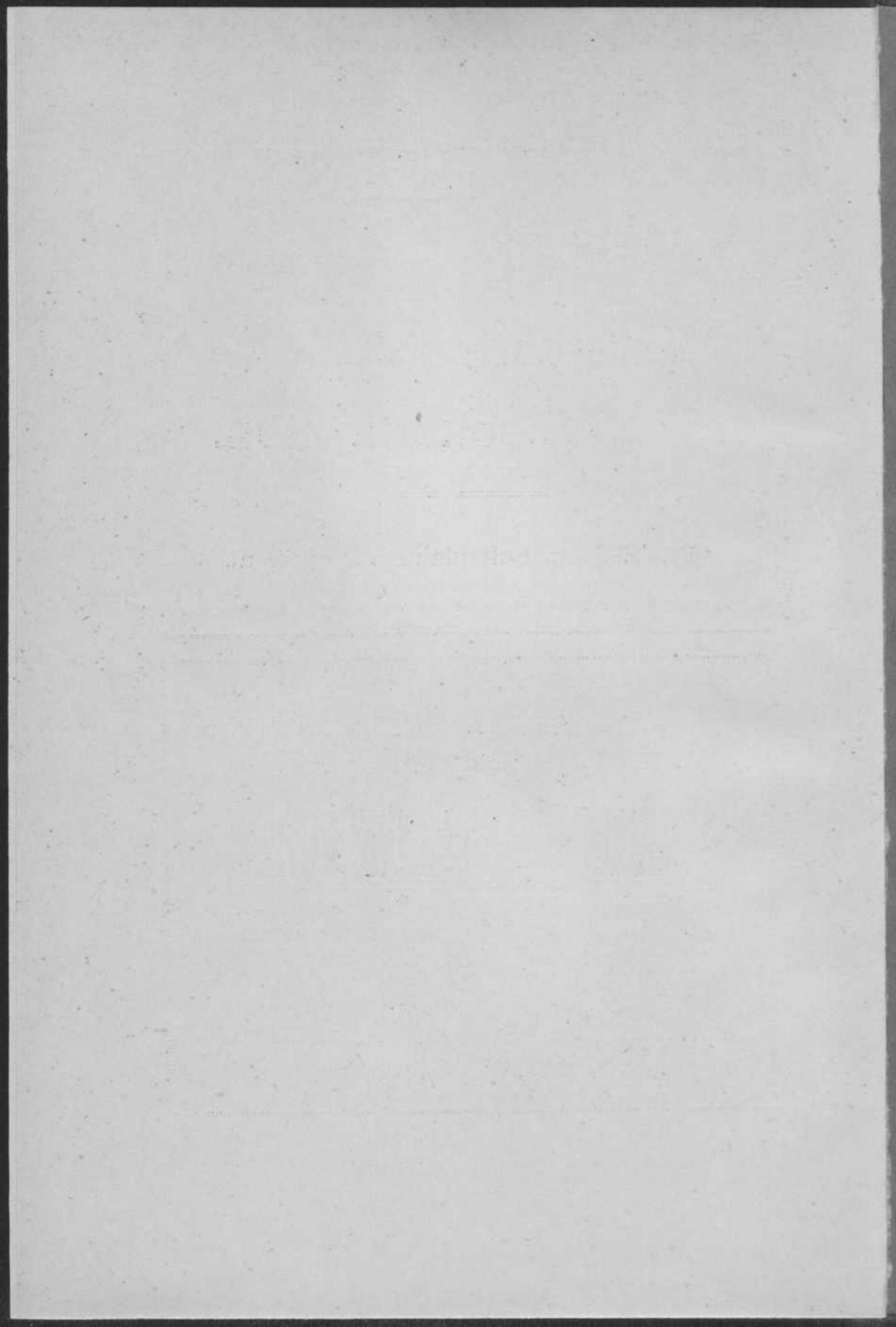
BETER dan buitenlandsch fabrikaat.

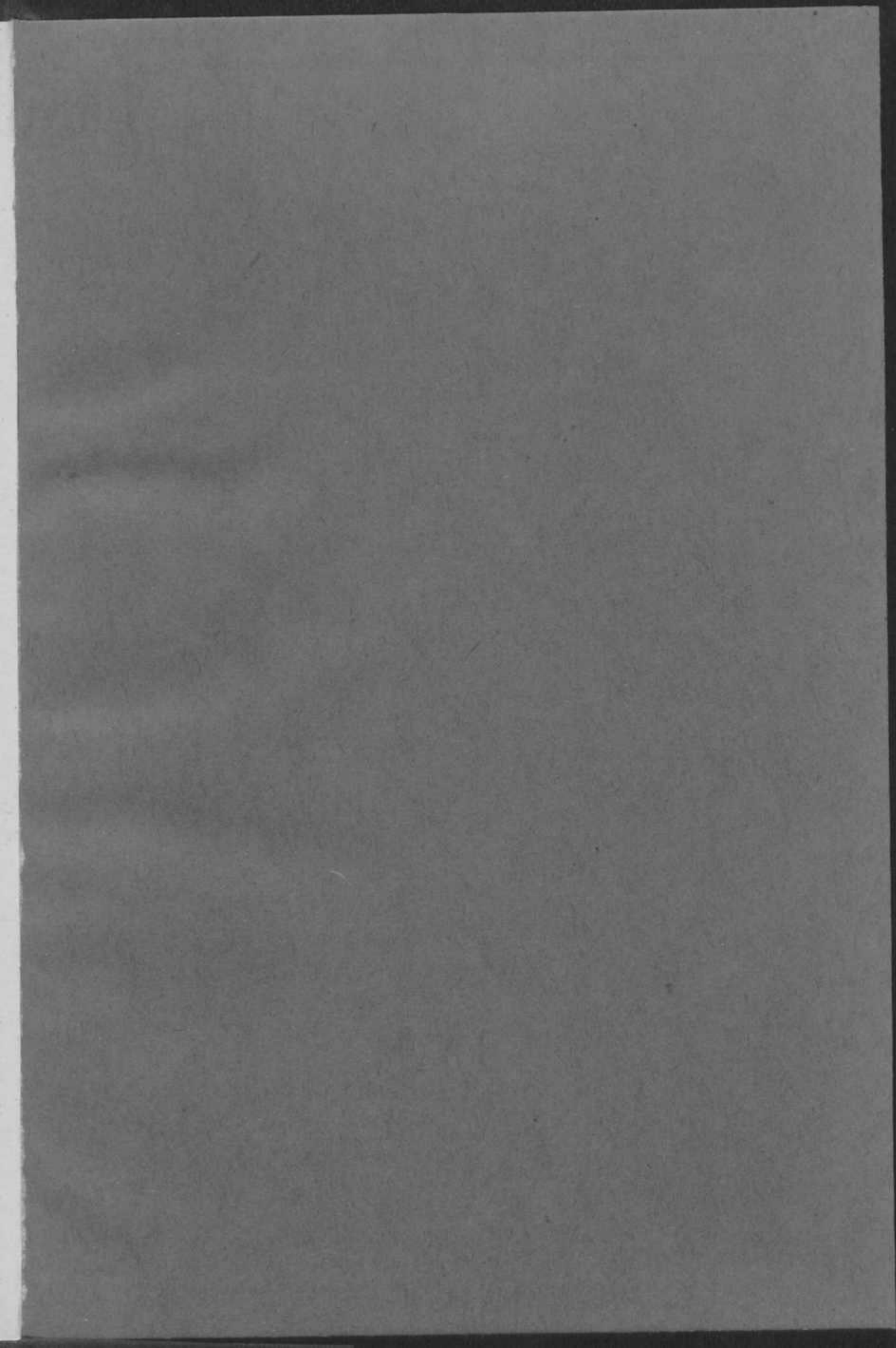
De Technische Boekhandel en Drukkerij
J. WALTMAN Jr. te Delft geeft uit:

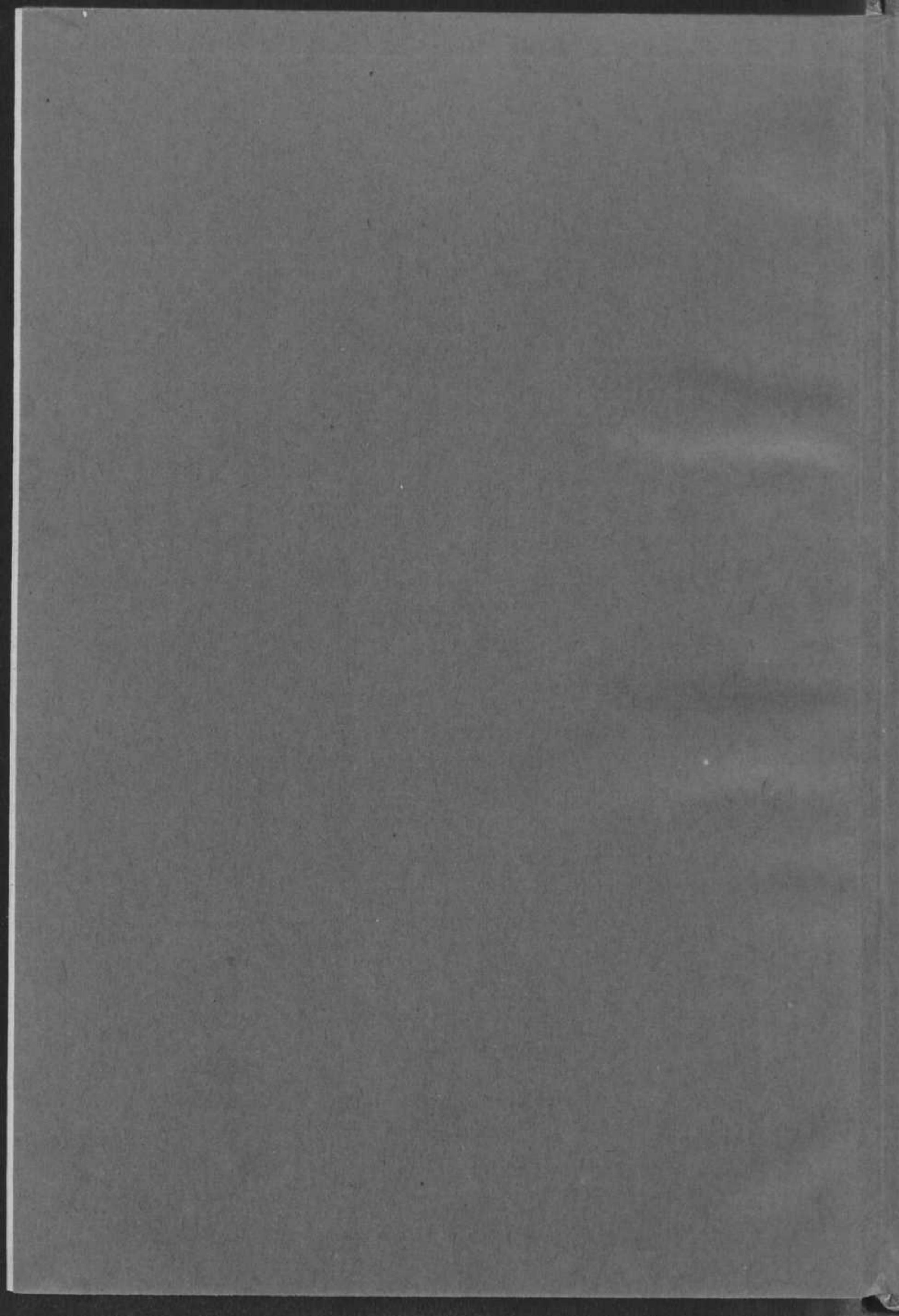
TECHNISCH BOEKENNIEUWS.

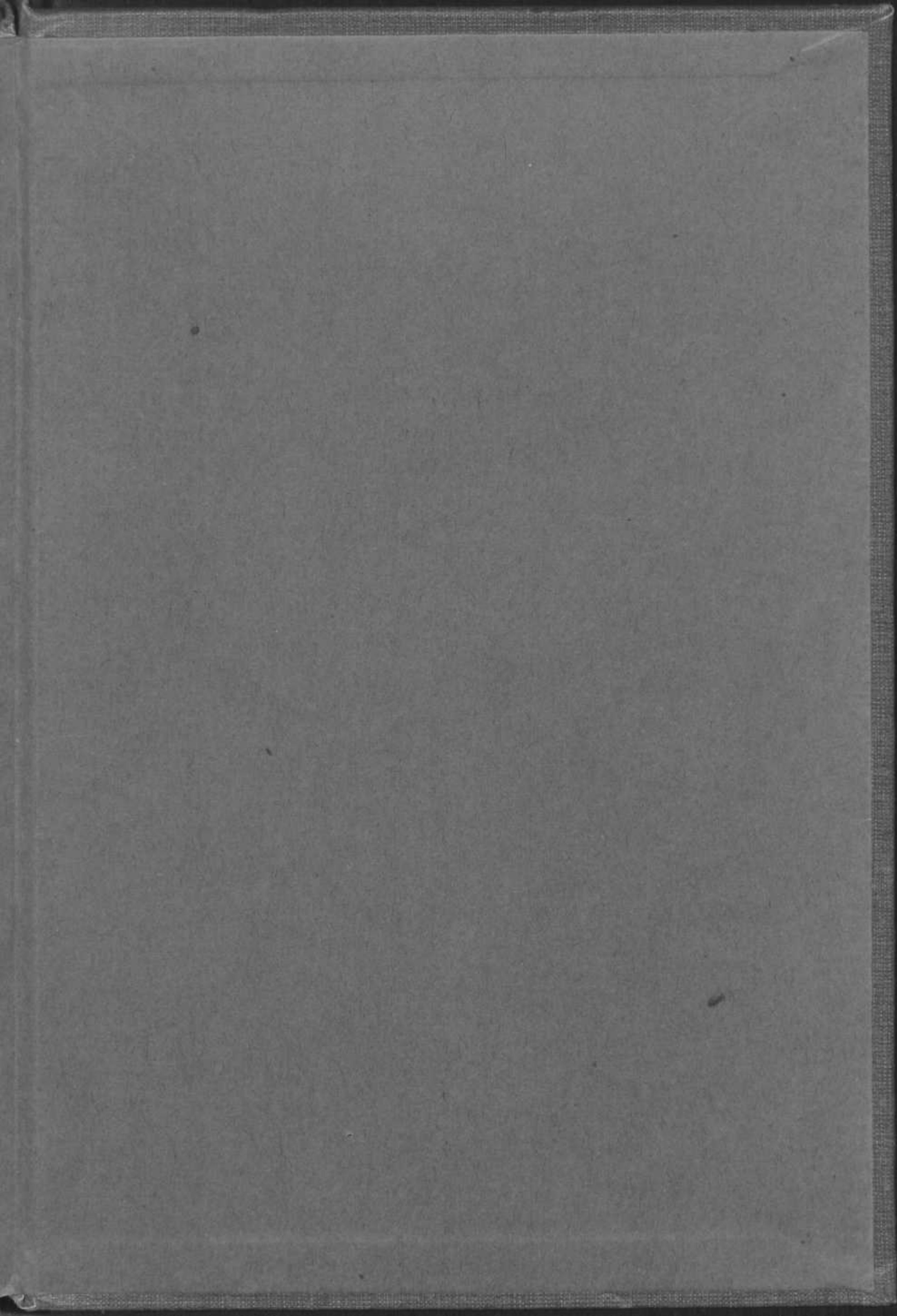
Een (zoo mogelijk maandelijksche) lijst van
nieuwe technische werken.

Op aanvraag worden deze geregeld gratis
toegezonden.









W. W. STUBBS, 1878