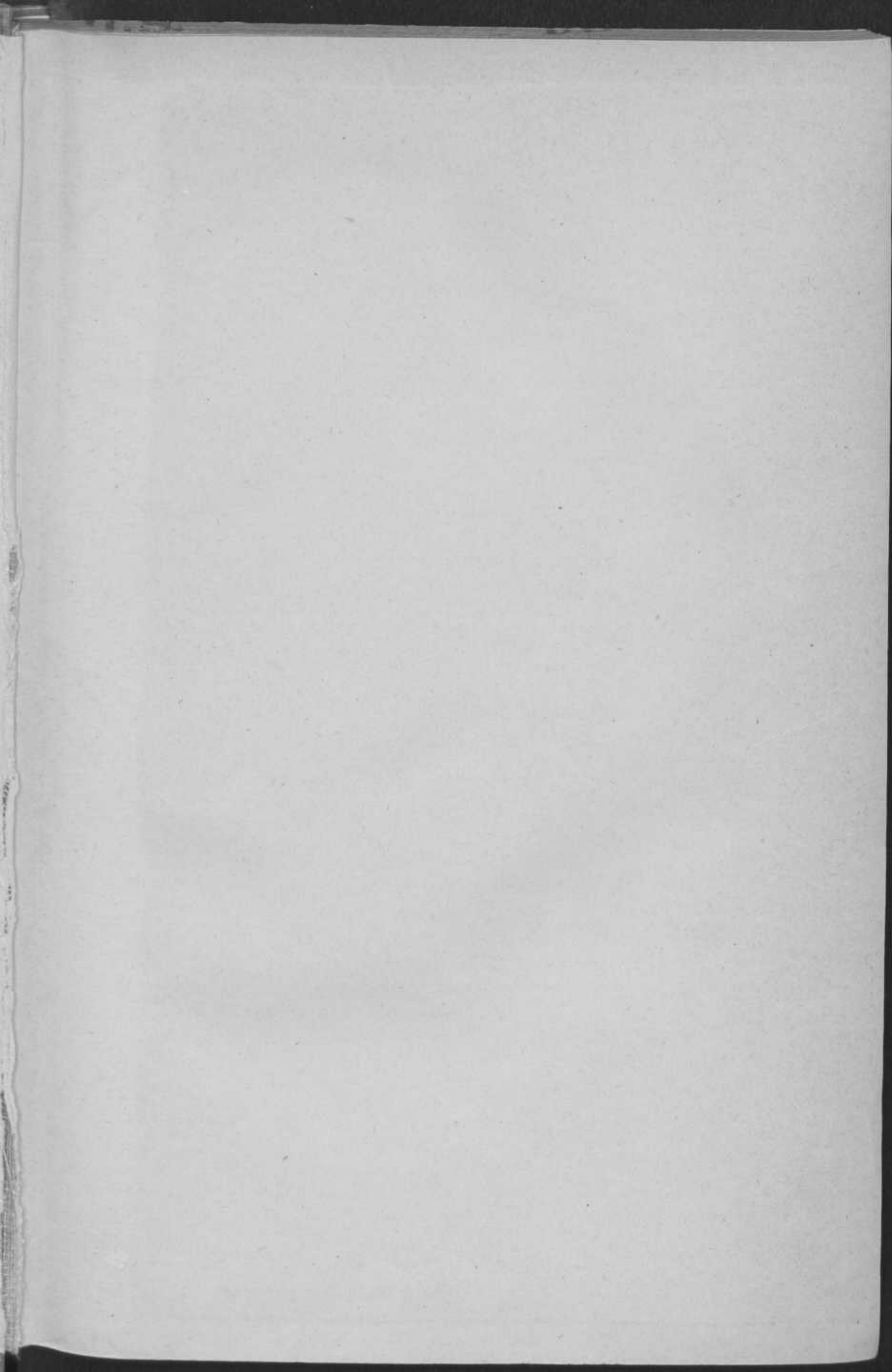
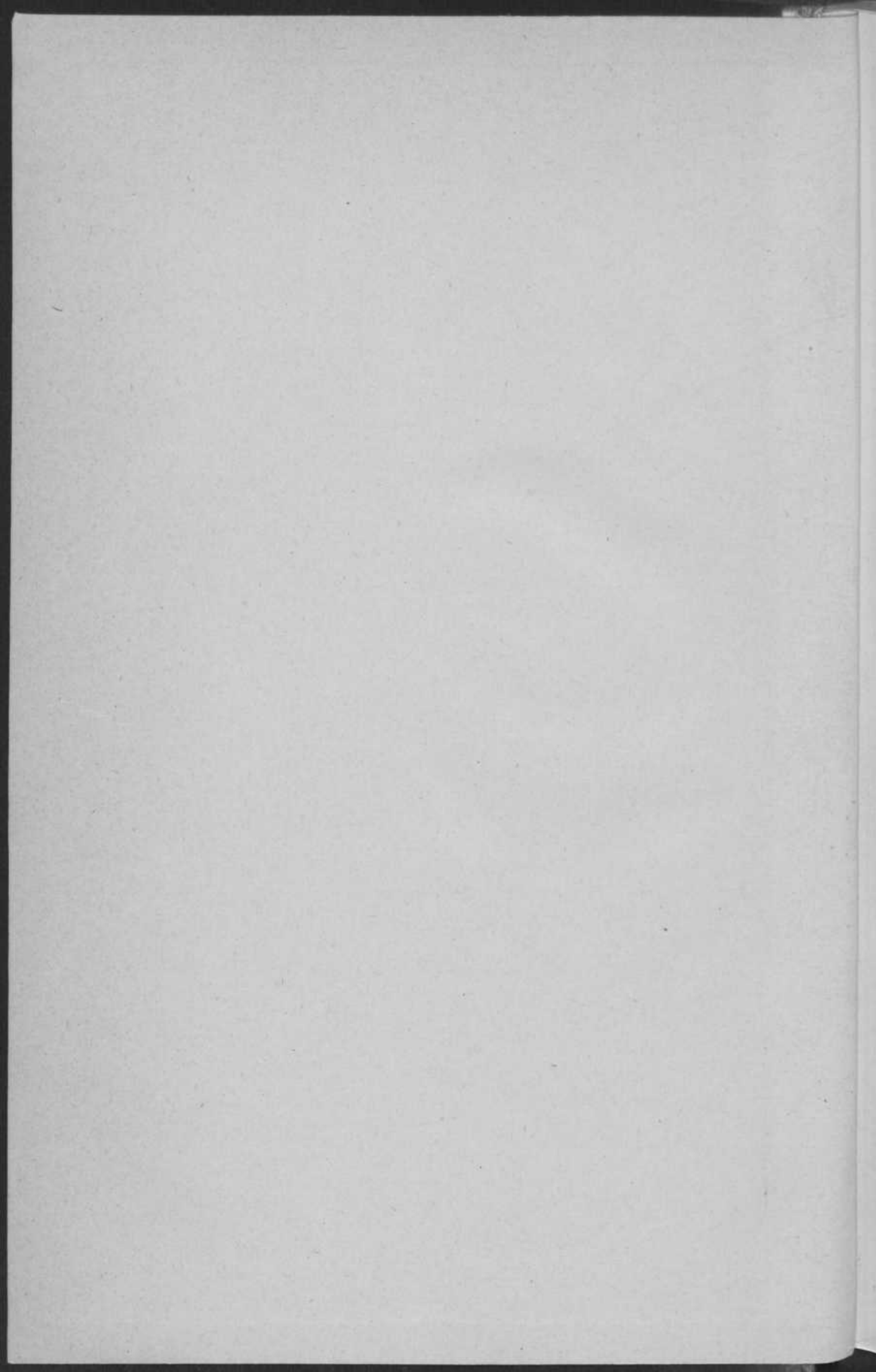


V.V.
K. 459
Pl. F

S.P.A. KOUMANS
BOEKBINDER
EN
KARTONWERKER
DELFT





JAARBOEK

1919—1920

VAN DE

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING

TE

DELFT.





VICKERS L^{td}

levert onder meer :

Breekmachines }
Zeven } Patent Kennedy van Saun
Beitels en stangen voor diepboring
Boorbuizen en schoenen
Mijntheodolieten en andere instrumenten
Ketels
Stoommachines
Pompen
Compressoren
Westinghouse Rateau Stoomturbines
Westinghouse Waterturbines
Westinghouse Electriche machines
Glover's Electriche Kabel
Rollend Materieel voor Spoorwegen
Ijzerconstructiewerken
Smeed- en Stampwerken
Gereedschappen en Gereedschapsstaal
William Janney's Variable Speed Gear
Ruw-Olie Motoren
Verven en Vernissen etc.

Vertegenwoordigers voor Nederland en Koloniën :

NEDERLANDSCH-ENGELSCH TECHNISCHE HANDEL MAATSCHAPPIJ

VICKERS HOUSE
Prinsessegracht 21

DEN HAAG

Telegram-adres NETHMIJ

Tel. Int. H.H.
Tel. Loc. H. 537

OVERZEESCHE AFDEELING TE BATAVIA
(TEN KANTORE V. D. BORNEO SUMATRA HANDEL MIJ.)

INHOUD.

	Bladz.
Ter inleiding	5
Besturen 1919—1920 en 1920—1921	7
Eereleden	8
Jaarverslag van den Secretaris-Archivaris 1919—1920	9
" " " Bibliothecaris 1919—1920	14
" " " Penningmeester 1919—1920	16
Verslag van de Verificatie-commissie	21
Verslag van de Lezing, gehouden door:	
Prof. Mr. D. van Blom over: Uit den ontwikkelings- gang van het mijnrecht.	22
Dr. P. Tesch m.i. over: De Geologische kaart van Nederland	25
Ir. Alex ter Braake, m.i. over: De electriche oven in de ijzer- en staalindustrie	28
Dr. W. C. Klein, m.i. over: Geologisch werk in Indië	58
Dr. J. P. Lotsy over: Een en ander over evolutietheoriën.	75
Verslag van de Excursie naar Spanje	80
Lijst van deelnemers aan de Excursie naar Spanje	139
Verslag van de Lezing, gehouden door:	
Dr. W. F. Gisolf, m.i. over: Het Spanningslooze vlak van Davison	140
Verslag van de Excursie naar Limburg en Brabant	154
a. De werken van de in aanleg zijnde Staatsmijn „Maurits”	156
b. De bovengrondsche werken van de Staatsmijnen „Emma” en „Hendrik”	168
c. De Metallurgie van het Zink en de Zinksmelterij te Dorplein bij Budel, (gem. Weert).	183

Lijst van deelnemers aan de Excursie naar Limburg en Brabant	250
Verslag van de Excursie naar Zwitserland	251
Lijst van deelnemers aan de Excursie naar Zwitserland . .	311
Naamlijst van de gewone leden	I
Naamlijst van de ingeschrevenen (geen lid van de M.V.) . .	VI
Naamlijst der afgestudeerde mijn-ingenieurs	VIII

TER INLEIDING.

Een enkel woord over de samenstelling van dit jaarboek.

Wij zouden wel letterlijk kunnen herhalen wat de Redactiecommissie van het jaarboek 1917—1918 zeide over de moeilijkheden welke de tijdsomstandigheden aan het verschijnen van het jaarboek in den weg legden. Inderdaad, hadden wij het geluk, dat voor de technische uitvoering van het werk alles weder verkrijgbaar was, de prijzen waren ongetwijfeld nog gestegen sinds het jaarboek 1917—1918 het licht zag. Dit eischte offers. Wij meenden, dat de vorm van het jaarboek ondergeschikt moest zijn aan den inhoud; deze overweging heeft ons er toe gebracht, de gelegenheid open te stellen voor het plaatsen van advertenties tusschen den tekst. En geschiedde dit ten koste van het uiterlijk, men trooste zich met het besef, dat de inhoud er belangrijker door kon worden. Mocht één der lezers in dit verband verwonderd zijn over het kostbaar uitzijnde papier, welnu de redactiecommissie had bij veel pech ook een enkele maal een gelukje.

Daar de Mijnbouwkundige Vereeniging over 1918—1919 geen jaarboek kon uitgeven, behoorde dit jaarboek het vereenigingsleven weer te geven over twee cursusjaren. Dit mocht ons slechts gedeeltelijk gelukken. Geldgebrek was oorzaak, dat niet van alle lezingen een verslag kon worden opgenomen. Wat het nauwste met de studie voor mijnningenieur in verband stond, was in het algemeen de overweging, welke onze keuze leidde. Op één na alle verslagen werden door de sprekers zelve samengesteld; de heer H. A. D. Gravendeel was zoo welwillend een referaat te maken uit de lezing van Dr. J. P. Lotsy „Een en ander over Evolutie-theoriën”, welk referaat door Dr. Lotsy zelve is nagezien.

Van de voor de mijnbouwkundige wereld belangrijkste lezingen konden wij uitvoerige verslagen opnemen. Het zijn: „De elektrische oven in de ijzer- en staalindustrie” door Ir. A. L. ter Braake m.i. en „Geologisch Werk in Indië” door Dr. Ir. W. C. Klein m.i. Het laatste verslag is vooral voor mijnbouwkundige studenten van belang. Het verslag over de lezing van Ir. ter Braake zou één der geïllustreerde bijdragen voor het jaarboek geworden zijn indien de cliché's van de diapositieven vervaardigd hadden kunnen worden. Pogingen om de figuren op een andere wijze te bemachtigen mislukten. Het artikel heeft nu ongetwijfeld veel van zijn waarde verloren, doch was reeds afgedrukt toen wij van de clichémoeilijkheden bericht kregen.

De verslagen van de lezingen: „Uit de ontwikkelingsgang van het mijnrecht” door Prof. Mr. D. van Blom, „De Geologische Kaart van Nederland” door Dr. P. Tesch m.i. „De berekening van het spanningslooze vlak van Davison” door Dr. W. F. Gisolf m.i., en „Een en ander over Evolutie-theoriën” door Dr. J. P. Lotsy zijn beknopter; hunne zeer uiteenlopende inhoud toont ons ten volle de breedte van het wetenschappelijke gebied waarop de mijn-ingenieur zich beweegt.

Dan de excursies. Er zijn er drie geweest in de cursusjaren 1918—1919 en 1919—1920 en alle drie zijn uitvoerig in dit jaarboek behandeld. Wij zijn van oordeel, dat deze excursieverslagen geenszins alleen waarde hebben voor diegenen, welke aan die excursies hebben deelgenomen. De inhoud der verslagen is meestal van zoo algemeenen aard, dat zij iederen lezer belangstelling kunnen inboezemen.

De reis naar Spanje, een excursie in het bijzonder voor de candidaat-mijn ingenieurs voor den Indischen dienst gehouden, is behandeld door den heer C. P. A. Zeylmans van Emmichoven, terwijl de heer W. H. Hetzel de Zwitsersche excursie beschreef. Voor de technische excursie naar Limburg verwijzen wij naar de inleiding van het desbetreffende verslag.

Wij zagen ons genoodzaakt den schrijvers te verzoeken de verslagen van de Limburgsche en de Spaansche excursie belangrijk te bekorten, terwijl in het verslag van de Zwitsersche excursie herhaaldelijk naar het excursieverslag 1909 moest worden verwezen.

Den samenstellers dezer uitvoerige en tijdroovende verslagen onzen hartelijken dank.

Fouten in de ledenlijsten, die zoo ver en zoo goed mogelijk zijn bijgewerkt, gelieve men aan te geven op het ingesloten verbeterblad hetwelk men aan den secretaris toesture.

De hoogleeraren, die, als leiders der excursies de desbetreffende verslagen hebben nagezien en die als eereleden der M.V. aan de uitgave van dit jaarboek hun belangstelling en steun gaven, danken wij ten zeerste voor deze alleszins gewaardeerde medewerking.

De Redactiecommissie:

J. F. FOCK.

S. H. VAN KUIJK.

O. M. PLANTEN.

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

DELFT.

(Opgericht October 1892)

BESTUUR 1919—1920.

G. E. GERST, *Voorzitter.*

A. VAN OVERSTRATEN KRUYSSSE, *Secretaris-Archivaris.*

O. M. PLANTEN, *Penningmeester.*

W. F. DE JONG, *Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.*

H. SCHOLS, *Bibliothecaris.*

BESTUUR 1920—1921.

O. M. PLANTEN, *Voorzitter.*

W. A. TERWOGT, *Secretaris-Archivaris.*

B. C. M. VAN DER HOOP, *Penningmeester.*

H. K. HYLKEMA, *Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.*

H. SCHOLS, *Bibliothecaris.*

EERE-LEDEN.

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

JAARVERSLAG
VAN DEN SECRETARIS-ARCHIVARIS
OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1919—1920.

Het vereenigingsjaar 1919—1920, mag in meer dan één opzicht aangestipt worden als een jaar van meerdere productiviteit.

Niettegenstaande vele pogingen in het werk werden gesteld mocht het het Bestuur toch slechts gelukken één spreker bereid te vinden voor Kerstmis een lezing te houden. Daarna was het Bestuur gelukkiger, zoodat er in 't geheel zelfs 7 lezingen werden gehouden n.l.:

1 December, Dr. Gerhard Henny over: Nieuwe feiten uit de Alpengeologie.

5 Februari, Dr. J. P. Lotsy over: Een en ander over Evolutie theoriën.

2 Maart, Dr. P. Tesch m.i. over: De geologische kaart van Nederland.

11 Maart, Ir. A. L. ter Braake over: De electriche oven in de ijzer- en staalindustrie.

21 April, gep. Vice-Admiraal G. F. Tydeman over: Diepzeeonderzoek.

27 April, Dr. W. C. Klein m.i. met een causerie over geologisch werk in Indië.

10 Mei, Dr. W. F. Gisolf m.i. over: De berekening van het spanningslooze vlak van Davison.

Een op 11 Februari aangekondigde lezing van Ir. D. P. Ros van Lennep, over het cokesovenbedrijf der Staatsmijnen in Limburg, kon door plotseling verhinderd zijn van den spreker niet doorgaan.

Aan alle sprekers, zij hier nogmaals onzen hartelijken dank betuigd voor hunne bereidwilligheid.

Door de vereeniging werd op 29, 30 en 31 Maart een technische excursie naar Limburg en Noord-Brabant georganiseerd, waarvan de hoogleeraren W. A. Knol en R. W. van der Veen bereidwillig de leiding op zich namen.

Bezocht werden:

1. De in aanleg zijnde Staatsmijn „Maurits” te Lutterade,
2. De zeverij, wasscherij en cokesfabriek der S.M. „Emma” te Hoensbroek,
3. De bovengrondsche werken der S.M. „Hendrik”, te Rumpen,
4. Het Metallurgisch bedrijf der Société Anonyme des Zincs de la Campine te Budel.

Het aantal deelnemers was 30. De excursie had een zeer geanimeerd verloop. Een beschrijving van het geziene, zal in het jaarboek der vereeniging geplaatst worden. Een woord van dank aan de verschillende Directies, aan genoemde hoogleeraren en aan Ir. L. L. J. baron van Lijnden is hier niet misplaatst.

Het is te hopen, dat deze excursie in de komende jaren weer door meerdere gevolgd wordt. Het bleek ondergeteekende dat een excursie naar het buitenland zeer wel mogelijk is. De grensmoeilijkheden zijn niet onoverkomelijk, hetgeen ook wel bevestigd is door de geologische excursie van Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff en Prof. Dr. H. A. Brouwer die in het najaar van 1920 naar Zwitserland werd gehouden.

Er werden behalve de wettelijke jaarvergadering nog 3 buitengewone vergaderingen gehouden.

Op de jaarvergadering, die op 22 October 1919 gehouden werd, had de installatie van het nieuwe Bestuur plaats, dat zich als volgt samenstelde:

- G. E. Gerst, *Voorzitter*.
- A. van Overstraten Kruysse, *Secretaris-Archivaris*.
- O. M. Planten, *Penningmeester*.
- W. F. de Jong, *Afgevaardigde naar de C. C.*
- H. Schols, *Bibliothecaris*.

Op de eerste daarop volgende buitengewone vergadering werden tot eereleden van het Bestuur benoemd de Heeren:

K. F. de Leeuw, J. A. J. M. Biermann, A. Verstege en J. F. Fock.

Op deze vergadering werd ook noodgedwongen besloten geen jaarboek uit te geven, doch een jaarverslag.

Het is mij een behoefte, hier op deze plaats, mijn dank uit te spreken aan de buitengewone leden, die alhoewel zij immers hiervan het grootste nadeel ondervonden, toch bijna zonder uitzondering buitengewoon lid zijn gebleven. Zij hebben beseft, dat de Mijnbouwkundige Vereeniging, waarvan de contributie gedurende de laatste jaren niet verhoogd is en waarvoor de uitgave van een jaarboek feitelijk vroeger al iets was, dat boven de krachten der vereeniging ging, dit jaar tot dezen maatregel wel heeft moeten overgaan.

Tenslotte werd op deze vergadering nog besloten het rondbrengen der portefeuille en het bestellen der tijdschriften voortaan in eigen beheer uit te voeren.

Inmiddels moest de heer Gerst door vertrek naar het buitenland het voorzitterschap tijdelijk neerleggen, waarbij ondergeteekende tot Mei zijn functie waarnam.

Nog zij vermeld, dat op deze vergadering talrijke studentenkwesties ter sprake kwamen, vooral naar aanleiding van nieuwe begrippen die zich voornamelijk ten aanzien van het volgen der college's in Delft markeerden. Er werd een commissie benoemd die dit vraagstuk heeft bestudeerd en een rapport samenstelde, hetwelk het Bestuur met verschillende hoogleeraren besprak. Ofschoon de meeste hoogleeraren niet geheel met de conclusies instemden, waren enkele hoogleeraren wel geneigd, een meer schriftelijke behandeling te overwegen.

Ten einde het eerste deel candidaatsexamen, dat in Juni wordt afgenomen, een weinig te verlichten, vond het Bestuur Prof. C. B. Biezeno bereid om het examen in Toegepaste Mechanica voortaan eenige maanden voor dien tijd af te nemen.

Op de buitengewone vergadering van 4 Mei werd in een 4-tal moties principieel instemming betuigd met de instelling van een

Studenten Federatie, echter met dien verstande, dat de behartiging der algemeene studie-belangen blijft opgedragen aan de Centrale Commissie.

Het ledental der vereeniging bedraagt 180, het aantal buitengewone leden 105.

Tot leden der verificatie-commissie werden in Juni bij enkele candidaatstelling gekozen de heeren J. Salm en B. G. H. A. Fermin.

Met genoegen kon geconstateerd worden dat de vereeniging vriendschappelijke betrekkingen heeft aangeknoopt met enkele buitenlandsche vereenigingen van Mijnbouwkundige studenten n.l.

The Midland Junior Mining Engineers Society te Sheffield en de Fédération des Etudiants et Cercle Polytechnique de l' Ecole des Mines te Mons.

Met een onderlinge uitwisseling van publicaties is reeds een begin gemaakt.

Het Bestuur stelt zich voor dat door deze internationale samenwerking veel te bereiken is; staat echter op het standpunt der algemeene toegankelijkheid, zoodat in geen geval Duitschers en Oostenrijkers van een e.v. internationaal verbond uitgesloten mogen worden.

Verder werd de vereeniging buitengewoon lid van de Vereeniging van Ingenieurs bij 's-Lands Mijndiensten te Batavia. Het Bestuur dezer vereeniging was direct genegen de enquête op zich te nemen die de Mijnbouwkundige Vereeniging noodig oordeelde naar aanleiding van de brief van 2 mijn-ingenieurs bij 's-Lands Mijndiensten. Het resultaat was, dat ofschoon niet alle *grieven* werden onderstreept, toch talrijke opgesomde misstanden bij het Mijnwezen als juist bevonden werden. Het volledige rapport is opgenomen in „De Mijningenieur” van 1 Mei 1920. Aan het volijverige Bestuur der Vereeniging onzen hartelijken dank. Behalve enkele administratieve medewerking stelt de Vereeniging van Ingenieurs bij 's-Lands Mijndiensten zich gaarne beschikbaar voor het geven van alle mogelijke inlichtingen die van nut kunnen zijn voor jonge mijningenieurs die naar Indië gaan.

Ook het Bestuur der M.V. zal hier gaarne zijn tusschenkomst verleenen.

Ten slotte wil ik in mijn verslag vermelden de goede resultaten met de vereenigingskamer. Van de gelegenheid tot koffiedrinken wordt nu druk gebruik gemaakt, vooral dank zij de goede zorgen van concierge Bierhoff, die voor de zooveelste maal blijk geeft een warme belangstelling te hebben voor de leden der Mijnbouwkundige Vereeniging.

Ik leg mijn 2 jaar met zeer veel genoegen bekleedde taak neer, in de vaste overtuiging van de toenemende bloei der Mijnbouwkundige Vereeniging.

A. VAN OVERSTRATEN KRUYSSSE.
Secretaris-Archivaris.

JAARVERSLAG VAN DEN BIBLIOTHECARIS OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1919—1920.

Daar door de loonsverhoogen het bezorgen der portefeuilles door den boekhandel Waltman niet meer door de M. V. bekostigd kon worden, werd besloten de portefeuilles voortaan in eigen beheer te nemen. Prof. Grutterink gaf toestemming daartoe voorloopig gebruik te maken van kamer No. 125, waarvoor ik Z. H. G. namens de M. V. dank zeg. Er werd een wagentje vervaardigd en een loopknecht in dienst genomen. Het wagentje werd eveneens door drie andere Leesgezelschappen gebruikt, die daarvoor jaarlijks een zekere som bijdragen.

Daar de buitenleden nog steeds de gewoonte hadden de portefeuilles niet mee naar huis te nemen, werd besloten hun portefeuilles in te houden, tenzij speciaal anders verzocht werd. Op kamer 124 werden nog 2 portefeuilles ter lezing gelegd. Tegelijk met het rondbrengen van de portefeuilles waren ook de abonnementen bij Waltman teruggetrokken en bij de Post aangegaan. Dit heeft echter ook zijn bezwaren, waardoor gedeeltelijk de abonnementen reeds teruggetrokken zijn, de andere komend jaar zullen volgen.

Van Prof. Vermaes kregen we als vorige jaren; Metall und Erz, De Ingenieur en de Indische Mercur, waarvoor ik Z. H. G. namens de M. V. hartelijk dank zeg. Er werden twee nieuwe tijdschriften in de portefeuille opgenomen n.l. Polytechnisch Weekblad en Economic Geology. Het abonnement op Le Bulletin de la Société Minérale werd opgezegd.

In de bibliotheek kwam weinig verandering. Door de welwillendheid der professoren zullen de 5 à 6 jaargangen niet ingebonden tijdschriften komend jaar ingebonden worden. Namens de M. V. zeg ik hierbij H. H. G. onzen hartelijken dank.

De bibliotheek werd verder met enkele nieuwe brochures vermeerderd:

- E. C. Abendanon. De geomorfologische beteekenis der basische stollingsgesteenten in het middendeel van den Ned. Ind. Archipel.
- Ch. Th. Groothoff. Over een nieuwe verwerkingsmethode van Pyriethoudende tinertsen.
- J. F. Steenhuis. Bijdrage tot den kennis van de diluvialen ondergrond van Drente en Friesland.
- Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en koloniën. Verslagen der Geologische Sectie. Tweede deel. Blz. 279—303, Oct. 1919.
Verslag der excursie naar de venen van Drente en de fosfaatgroeven bij Ootmarsum op 1, 2 en 3 Mei 1919.
- Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en koloniën. Geologische Serie.
Deel IV. Blz. 345—397.
Deel V. Blz. 1—20. Blz. 21—52.
- Overzicht van Geologische Publicaties in Nederland en koloniën. Afl. 2, 3, 4 en 5.
- Jaarverslag over de Staatsmijnen in Limburg 1918.
- Dr. J. Versluys m.i. en Dr. J. F. Steenhuis. Hydrologische bibliografie van Nederland. Tweede vervolg.
- Dr. J. Versluis m. i. De Duinwatertheorie.
- W. H. D. de Jongh. Het ontginnen van Steenzout te Boekelo (O.). Request inzake de bezoldigingen der Ingenieurs in 's Lands diensten, April 1920.
- Gezelschap Leeghwater. Technisch Handboekje.
Technologisch Gezelschap. Jaarverslag 1918—1919.

H. SCHOLS.
Bibliothecaris

JAARVERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1919—1920.

Mocht mijn voorganger aangaande den finantieelen toestand van de Mijnbouwkundige Vereeniging, aan het einde van het vorige vereenigingsjaar, aanstippen dat deze verre van rooskleurig was, dezelfde opmerking zou ook ik, bij sluiting van de boeken over het jaar 1919—1920 kunnen maken.

Wel neemt steeds het aantal der Gewone Leden toe, evenzoo dat der Buitengewone Leden, doch de uitgaven worden ook als gevolg van den algemeenen wereldtoestand steeds grooter.

Wat de contributies der Gewone Leden betreft deze kwamen geheel binnen, velen hebben aan het verzoek om hun contributies, ter vermindering van incassorechten, direct te betalen gevolg gegeven.

De achterstallige contributies der Buitengewone Leden kwamen voor het grootste gedeelte binnen. Om het geregeld inkomen dezer contributies te bevorderen had het Bestuur van de M. V. reeds eenigen tijd het voornemen om een der buitengewoon leden in Indië aan te zoeken om voor het innen der contributies aldaar zorg te willen dragen.

Voor dit plan echter tot uitvoering was gekomen bood het Bestuur van de „Vereeniging van Ingenieurs bij 's Lands Mijndiensten" ons dit aan.

Op deze plaats breng ik hun dan ook den welgemeenden dank.

En nu de zaken zoo staan geloof ik dat de hoop wel gerechtigd is dat de contributies der Buitengewoon Leden, in den verfolge geregeld zullen binnen komen.

In het geheel genomen zijn de uitgaven gelijk gebleven aan de, bij de begrooting ervoor uitgetrokken bedragen. Alleen de post

Portefeuille en Bibliotheek is aanmerkelijk hooger; dit komt voornamelijk door het in eigen beheer nemen van de Portefeuille, waarvoor de aanschaffing van een wagen noodzakelijk was. Verder door uitbreiding van het aantal Tijdschriften.

Dit jaar werd geen jaarboek uitgegeven, slechts de uitgave van een Adreslijst werd ter hand genomen en daardoor kon een gedeeltelijke afbetaling van oude schulden plaats vinden. Dit jaar zal alle moeite gedaan worden om wederom een jaarboek uit te geven.

Ondanks het nadeelige saldo van $f429.04\frac{1}{2}$ kunnen dit jaar alle schulden gedelgd worden en draag ik vol vertrouwen het beheer der financiën onzer Vereeniging aan mijn opvolger over.

O. M. PLANTEN,
Penningmeester.

Overzicht van inkomsten en uitgaven over het
Boekjaar 1919.—1920.

	Inkomsten	Uitgaven
Kassaldo 1 October 1919	f 101.04 ⁵	
Contributie gewone Leden	„ 930.—	f 6.—
„ Buitengewone Leden	„ 415.—	
Lezingen		„ 210.82
Portefeuille en Bibliotheek		„ 717.24
Drukwerk	„ 1189.24	„ 1391.49
Onkosten	„ 11.30	„ 179.19
Geologisch Mijnbouwk. Genootschap	„ 105.—	„ 87.—
Onvoorzien	„ 36.50	„ 57.15
Kassaldo 1 October 1920		„ 139.19 ⁵
	f 2788,08 ⁵	f 2788.08 ⁵

Balans op den 1^{sten} October 1920.

Activa

Passiva

Kassaldo 1 Oct. '20	f 139.19 ⁵	Nog openstaande	
Vorderingen		schuld Waltman	f 229,24
Bierhoff Kamer 124	„ 110.—	de Bussy	„ 801.—
Verhuring wagentje	„ 30.—	Geol. Mijnbouwk.	
Vrijwillige bijdragen	„ 35.—	Genootschap	„ 113.—
Achterst. contributie			
Buiteng. Leden . . .	„ 400.—		
Nadeelig Saldo . . .	„ 429.04 ⁵		
	<u>f 1143.24</u>		<u>f 1143.24</u>

Begrooting voor het jaar 1920—1921.

INKOMSTEN.		UITGAVEN.	
Kassaldo	f 139.19 ⁵	de Bussy	f 801.—
Contributie gewone leden ± 180	„ 1080.—	Waltman	„ 229.24
Contributie buitengew. leden ± 100.	„ 500.—	Portefeuille en Bibl.	„ 500.—
Achterst. contributie	„ 400.—	Lezingen	„ 200.—
Bierhoff	„ 110.—	Jaarboek	„ 250.—
Vrijwillige bijdragen	„ 35.—	Geol. Mijnbouwk. Genootschap	„ 121.—
Verhuring wagentje	„ 30.—	Onkosten	„ 100.—
		Onvoorzien	„ 92.95 ⁵
	<u>f 2294.19⁵</u>		<u>f 2294.19⁵</u>

Goedgekeurd,
 voor het Bestuur:
 G. E. MATHIJSSSEN GERST,
 Voorzitter.

O. M. PLANTEN,
 Penningmeester.

VERSLAG DER VERIFICATIE-COMMISSIE.

Ondergeteekenden, leden der verificatie-commissie 1919-1920 verklaren hierbij, dat zij kas en boeken over het jaar 1919—1920 hebben nagezien en accoord bevonden, waarbij zij veel gemak ondervonden van de samenvoeging van Publicatiefonds en Algemeene Dienst, zooals voorgesteld door de vorige commissie.

Door invoering van rekeningen „Debiteuren” en „Crediteuren” hebben wij thans de methode van dubbelboekhouding gekregen.

Zij brengen den Penningmeester namens de M. V. dank voor zijn zeer zorgvuldig beheer.

Delft, 25-10-'20.

De Verificatie-Commissie,

J. SALM.

P. G. H. A. FERMIN.

UIT DEN ONTWIKKELINGSGANG VAN HET MIJNRECHT.

*Kort verslag der lezing, gehouden voor de Mijnbouwkundige
Vereeniging op 2 December 1918*

door Prof. Mr. D. VAN BLOM.

Een der belangrijkste beginselen van mijnrecht (scheiding tusschen boven- en ondergrond) kent men al sinds den romeinschen tijd, t. a. waarvan echter onzeker is in hoeverre reeds toen de consequenties uit dit beginsel getrokken zijn.

In verschillend gewaad kan zich deze scheiding kleeden; een daarvan is de middeleeuwsche regaal-opvatting, de toenmalige belichaming der gedachte: de mijn (de ondergrond) behoort den vorst (den staat), omtrent het ontstaan van welke opvatting ook alweder onzekerheid bestaat.

De practijk van het regaal in Duitschland, Oostenrijk, Zwitserland was, dat de vorsten den mijnbouw geheel of deels vrij verklaarden en er regels voor gaven; zoo was de „Bergbaufreiheit” gevolg van een *Frei-erklärung*” en werden regelen er voor opgenomen in een „Bergordnung” 1. De „Bergbaufreiheit” kwam meest hierop neer, dat de vinder aanspraak op concessie had en deze kreeg tegen vaak zeer hoogen cijns (soms 1/3 van de bruto-opbrengst) en onder ver-gaand overheidstoezicht. Beperking der „Frei-erklärungen” waren de „Feldesreservationen” (oorsprong van den machtigen staatsmijnbouw in Duitschland en Oostenrijk). Zie belangwekkende recente literatuur over deze materie (in verband met den *Sachsenspiegel*) in *Zeitschr. f. Bergrecht* 1918 blz. 317.

In navolging der Fransche wet van 1810 breekt Duitschland in de 19e eeuw met de regaal-beginselen van fiscaliteit en staatsvoogdij, die aan ontwikkeling van het mijnwezen in den weg stonden. Verlichting van financiëelen druk en meerdere vrijheid waren dus de doeleinden dier 19e eeuwsche ontwikkeling van het

Duitsche mijnrecht (hoogtepunt: de Pruisische wet van 1865, veelszins gelijk aan de Fransche wet van '10, maar hiervan onderscheiden door de erkenning van het aloud Duitsche vindersrecht; de Ned. Ind. wet van 1899 zou haar navolgen).

Dit was het *nieuwe* beginsel van de Bergbaufreiheit, in Pruisen geldende tot in 1907, toen het werd opgeheven voor steenkolen en zouten om niet de enkele groote „Bohrgesellschaften” krachtens vindersrecht te machtig te laten worden.

Het voorbeeld van den Pruisischen staatsmijnbouw is van invloed geweest op het scheppen van de Nederlandsche (wetten van van 1901, 1911 en 1912); belangrijk motief was mede het streven om voor onze kolenvoorziening onafhankelijk te worden van het buitenland, m. a. w. van het van 1893 dateerende Rhein. Westphäl. Kohlensyndikat, dat, zelve reeds concentratie, de concentratie in Duitschland sterk bevorderd heeft en in welke organisatie de oorlog nog sterker concentreerend heeft ingegrepen.

Het vraagstuk der staatsexploitatie is intusschen in den jongsten tijd — nog vóór de revolutionaire bewegingen van 1918 — in ander licht gekomen, niet enkel trouwens op het terrein van het mijnwezen, t.w. door de half-publiekrechtelijke z.g.n. gemengde bedrijven (deelneming van den staat of andere publiekrechtelijke lichamen in het aandeelenkapitaal; ook het spoorwegwezen kent hiervan voorbeelden), waarvan het wetje tot ontginning van steenzout bij Buurse (18 Juni 1918 S. 421) het eerste Nederlandsche voorbeeld is op mijnbouwgebied. Zoowel staatsinvloed als belangrijk staatswinstaandeel kunnen hierdoor verzekerd worden. Wat dit laatste betreft is voor Ned. Indië te wijzen op art. 5a (van 1910) der Indische mijnwet (welk artikel zijn voorlooper had in het Billiton contract van 1892), opgenomen met het oog op de petroleum, nog niet toegepast evenwel; 15 Nov. 1915 verwierp de Tweede Kamer een daarop gebaseerd voorstel inzake Djambi en nam aan een motie-Albarda ten gunste van gouvernementsexploitatie; aan deze motie is echter geen gevolg gegeven; wèl is sindsdien een nieuw ontwerp aanhangig gemaakt in den geest van de bij het eerste Djambi-ontwerp ingediende motie-De Meester ten gunste van gemengd bedrijf (gouvernementsdeelneming in het aandeelen-

kapitaal), dat ook past in het kader van art. 5a. Opmerkelijk is verder voor Ned. Indië de wijziging der Ind. Mijnwet van 20 Juli 1918 S. 466 (analogon der Pruisische wet van 1907), waarbij voor kolen, oliën en jodium geschrapt werden het vindingsrecht en de mogelijkheid van gewone concessies en alleen mogelijk bleven de gewone (directe) gouvernements-exploitatie en de indirecte van art. 5a. Zie over de voornemens der Indische regeering de verklaring van den directeur der gouvernements-bedrijven ir. de Kat (opgenomen in „de Ingenieur” van 26 Nov. 1918).

Dit streven naar meer (en meer gedifferentieerde) staatsexploitatie is allerm minst uitsluitend Nederlandsch. Naast de geschiedenis van het reeds genoemde R.W. Kohlensyndikat is te noemen die van het Duitsche Kali-syndikat (sinds 1913 beheerscht door het Reichskaligesetz, de eerste *rijks*wet in Duitschland op mijnbouwgebied, een zgn. contingenteeringswet met vastlegging van prijzen als maxima voor het binnen- en minima voor het buitenland en met merkwaardige sociale bepalingen als indirecte garantie van minimum-loonen en maximum-arbeidsduur).

Ook Frankrijk is in dit verband te noemen. Zie Zeitschr. f. Bergrecht 1918 bl. 340.

Het is waarschijnlijk, dat de revolutionaire beweging van deze tijden ook inzake mijnbouw en mijnrecht nieuws zal brengen. Deze beweging is echter nog te weinig geconsolideerd om met eenige zekerheid voorspellingen te kunnen doen.

Het is intusschen niet onwaarschijnlijk, dat de vorm van het gemengde bedrijf (die ouder dan de nog jonge revolutie is) in de naaste toekomst een goede kans zal hebben. Principieel nieuws zal daar de revolutie niet hebben gebracht, zij zal dan aanknoopen aan reeds voorhanden voorbeelden. Doch ook indien zij krasser ingrijpt en den vorm van directe staatsexploitatie kiest voor den mijnbouw, zal zij welbeschouwd niet omwerpend te werk gaan gelijk zij doet in politieken zin nu zij topzware keizerrijken laat kantelen, maar zal zij in de geschiedenis der laatste tientallen van jaren aanhechtingspunten te over vinden, en zelfs ook in de oude mijnbouwgeschiedenis: het begrip „Feldesreservation” is van de middeleeuwen!

DE GEOLOGISCHE KAART VAN NEDERLAND.

*Kort verslag der lezing, gehouden voor de Mijnbouwkundige
Vereeniging op 2 Maart 1920*

door Dr. P. TESCH.

Om het ontstaan van de tegenwoordige geologische kaart van Nederland te begrijpen, moeten we teruggaan tot het jaar 1826, toen door de regeering van het toenmalige Koninkrijk der Nederlanden te Gent een soort Staatsinstituut werd ingesteld met opdracht tot het instellen van een onderzoek van den bodem. Uit dit instituut is in den loop der jaren gegroeid de thans bestaande Service géologique de Belgique. Bij de scheiding in 1830 was van het instellen van een analoog instituut in Nederland geen sprake en het heeft tot 1852 geduurd, voor men hier tot een dergelijke maatregel overging. We hebben deze eerste Regeeringsbemoeiing met het onderzoek van den Nederlandschen bodem in hoofdzaak te danken aan Dr. W. C. H. Staring en het loont de moeite bij de levensgeschiedenis van dezen baanbreker even stil te staan. Winand Carel Hugo Staring werd op 5 October 1808 op het landgoed den Wildenborgh bij Lochem geboren. Hij werd in 1827 als student te Leiden ingeschreven en promoveerde aldaar in 1833 tot doctor in de wis- en natuurkunde op een in het Latijn geschreven proefschrift over de geologische gesteldheid van Nederland. Zijn dissertatie eindigde met een lijst van desiderata, waaronder als eerste punt voorkomt: de samenstelling van een geologische kaart van Nederland, gepaard met een beschrijving van den bodem. Telkens en telkens weer werd door Staring op verwezenlijking van dit denkbeeld aangedrongen en nadat ook van land-

bouwkundige zijde de wenschelijkheid was erkend en de steun der Regeering was ingeroepen, toog in 1852 eindelijk een daartoe ingestelde Staatscommissie aan het werk, van welke commissie Staring lid en secretaris was. De opdracht luidde, dat de commissie de kaart in zes jaar moest samenstellen, waartoe haar een jaarlijksch budget van f10.000 ter beschikking stond. Meeningsverschil en oneenigheid in den boezem der commissie leidde in 1855 tot hare ontbinding en in 1857 werd aan Staring de opdracht verleend om geheel alléén de kaart te vervaardigen. De eerste bladen (op de schaal 1 : 200.000) verschenen in 1858, de laatste in 1867. Staring, die aldus de grondlegger werd van de kennis van den Nederlandschen bodem, overleed op 4 Juni 1877 te Lochem.

Met de snelle ontwikkeling van de geologische wetenschap en in 't bijzonder door den opkomst der zgn. landijstheorie, ontstonden echter al spoedig nieuwe inzichten en won de meening veld, dat de tijd voor een herziening aangebroken was. Een in 1874 daartoe ingestelde poging leverde evenwel geen resultaat op; in 1886 werd een nieuwe poging gewaagd, waarvan het eenige gevolg was, dat besloten werd de kaart van Staring onveranderd te herdrukken (1889). Evenmin had een derde poging in 1895 het gewenschte succes.

In 1918 werd de thans bestaande Geologische Dienst ingesteld. Als eerste punt op het programma komt voor de samenstelling van een moderne geologische kaart van Nederland op de schaal 1 : 50.000. Het ligt in de bedoeling deze nieuwe opname in twintig jaren tot stand te brengen; daar circa 540 bladen van de kaart 1 : 25.000 bewerkt moeten worden, moet jaarlijks een gemiddeld aantal van 27 bladen gereed komen. Vermoedelijk zal hiervoor een aantal van vijf karteerende geologen noodig zijn. Om verschillende redenen schijnt het gewenscht het karteeringswerk in drie verschillende deelen van Nederland te beginnen en wel in Zuid-Limburg, Twente en het duingebied tusschen IJmuiden en Noordwijk.

De hoofdeisch, die men aan de nieuwe geologische kaart moet stellen is, dat zij een *zuiver geologische* kaart is, d.w.z. ze geve in de eerste plaats een duidelijk beeld van de ontwikkelingsgeschie-

denis van het landschap. Bijkomstige waarnemingen behoeven daarom niet geheel verwaarloosd te worden, doch mogen niet op den voorgrond treden; met name is het streven om de geologische kaart te combineeren met een agronomische te verwerpen, omdat daarmee aan de overzichtelijkheid van het geologische beeld afbreuk wordt gedaan. In dit opzicht hebben we een waarschuwend voorbeeld in de resultaten van de agronomisch-geologische karteering van Pruisen. Het schijnt aanbevelingswaardig alle waarnemingen en gegevens, die van een bepaald kaartblad bijeengebracht kunnen worden en die de geologische voorstelling van de *oppervlakte* van den bodem minder duidelijk zouden kunnen maken, te vereenigen in de bij elk blad behorende toelichting of zoo noodig op speciale kaarten aan te geven.

DE ELECTRISCHE OVEN IN DE IJZER- EN STAAL-INDUSTRIE.

Uitvoerig verslag der lezing, gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging op 9 Maart 1920,

door Ir. ALEX TER BRAAKE m.i.

Het is mijn bedoeling U heden avond een kijkje te geven in de moderne ijzer-en staal-industrie; een kijkje slechts, want het zou mij veel te ver voeren dit onderwerp ook maar eenigszins volledig te behandelen, maar ik hoop dat het mij gelukken mag in die vluchtige schets U een idee te geven van de toekomst van dit belangrijke hulpmiddel bij de bereiding van ijzer en staal.

Ruim honderd jaar geleden; de electrotechnicus beschikte nog slechts over een uiterst primitieve krachtbron, gelukte het Davy ijzer te smelten door gebruik te maken van de warmte die opgewekt wordt wanneer de elektrische stroom een weerstand heeft te overwinnen en die, zooals bekend is, evenredig is met die weerstand en met het kwadraat van de stroomsterkte in dat metaal. Sinds deze proef van Davy en enkele weinig beteekenende nadere pogingen verliepen een veertig jaren voordat men ernstig probeerde het opwekken van warmte langs electrischen weg in toepassing te brengen in de ijzer- en staal-smelterij. Voornamelijk lag dat aan de weinige kennis die men toen nog had van de elektrische en daarmee samenhangende verschijnselen en bovendien moet de verklaring gezocht worden in het feit dat men niet beschikte over een krachtbron, die in staat was voldoende stroom te leveren. Het was dan ook eigenlijk eerst na 1866, dus na de uitvinding van de electromagnetische machine door Siemens, dat de pogingen veelvuldiger werden en men eenig resultaat bereikte. Siemens zelf

trachtte ijzer uit zijn ertsen vrij te maken door gebruik te maken van de hooge temperatuur in den electrischen lichtboog, hetgeen hem inderdaad gelukte en het moge pleiten voor het groote genie van dezen man dat nu nog in meer dan een van de meest voorkomende typen ovens, voor de electrothermische bereiding van ruw ijzer en staal, de ideën van Siemens onveranderd toepassing vinden. Na 1890 werd de studie van het vraagstuk algemeen en toen in 1904 de Canadeesche Regeering een commissie van experts naar Europa zond om een studie te maken van de stand der electrische ijzer- en staal-metallurgie, vond deze onder de vele oventypen reeds eenige in staat om een staal te bereiden van kwaliteiten die tot nu toe alleen waren te bereiken in de kroes. Ook het reduceeren van ertsen tot ruw ijzer bleek reeds zeer goed mogelijk al moest de belangrijkste stap op dit pad nog gezet worden. Sinds dien heeft zich de electrometallurgie van het ijzer gestadig ontwikkeld en men kan zeggen dat zij zich een vaste plaats in de moderne industrie heeft veroverd, vooral ook, nu het mogelijk is niet alleen door waterkracht goedkoop electrische stroom op te wekken, maar ook nadat de gasmotor, gebruikmakende van goedkoope brandstof, als kooksofengas, daaraan is dienstbaar gemaakt.

Bij het maken van staal was de groote moeilijkheid het absorbeeren van koolstof door het metaal te verhinderen en het waren Kjellin en Héroult die het, elk op hun wijze, zoover wisten te brengen. Kjellin gebruikt in het geheel geen electroden, terwijl Héroult zorgt dat er tusschen metaal en electroden steeds een laag slak aanwezig is die het contact van de twee verhindert. Ook Stassano, Girod en Rodenhauser dienen hier genoemd, terwijl tenslotte de drie Zweedsche ingenieurs: Grönwall, Lindblad en Stalhane er in slaagden een oven te construeeren, die in staat is, mits beschikkend over goedkoope electrische stroom, ruw ijzer uit de ertsen te bereiden tegen prijzen overeenkomende met dat uit den gewonen hoogoven.

Zooals U allen bekend is wordt ijzer bereid door de ertsen te reduceeren bij een verhoogde temperatuur. Vroeger gebeurde dit in zeer primitieve ovens en bij zeer verschillende temperaturen; tegenwoordig gebruikt men daarvoor in het algemeen den hoog-

oven, waarin de temperatuur tot 1500-1600 gr. C. wordt opgevoerd en waarin koolstof als reductiemiddel wordt gebruikt. Ter verkrijging van de hooge temperatuur gebruikt men eveneens koolstof die, na ontbranding, door lucht wordt aangeblazen. Die koolstof was vroeger houtskool, tegenwoordig vrij algemeen en op slechts enkele uitzonderingen na kooks.

Aangezien voor het verkrijgen van 1 Ton ruw ijzer gemiddeld 1 Ton kooks noodig is, en kolenmijn en ijzermijn zelden direkt naast elkander liggen, is transport van kooks of transport van ijzererts noodzakelijk om ze bij elkander te krijgen. De verschillende landen, en daarin weer de verschillende ijzerproduceerende districten, werken onder te zeer uiteenlopende omstandigheden om één uniforme regel te geven voor het antwoord op de vraag: Moet het erts naar de kolenmijn, of de kool naar de ijzermijn getransporteerd worden? In meerdere gevallen zullen zelfs beide grondstoffen over groote afstanden vervoerd moeten worden, waarvan o.a. straks het hoogovenwerk bij IJmuiden een voorbeeld zal zijn. De groote ertstransporten van vóór den oorlog voor Duitschland, komende via Rotterdam van Spanje en Zweden, zijn voorbeeld voor het eerste geval, terwijl het omgekeerde plaats heeft in Zweden, waar de kookshoogovens Duitse, of tegenwoordig zelfs Amerikaansche kooks, ingevoerd krijgen.

De oude Zweedsche hoogovenman gebruikte uitsluitend houtskool. Zweden toch is een land met uitgestrekte bosschen. Houtskool is voor de reductie van ijzerertsen prachtig te gebruiken, daar het zeer weinig verontreinigingen bevat, die schadelijk zijn voor de kwaliteit van het ijzer. Te zamen met de mooie ertssoorten is de houtskool dan ook oorzaak van de uitstekende naam die het Zweedsche ijzer en staal steeds heeft bezeten. Doch de Zweedsche ijzerindustrie groeide dermate dat de ontbossching van het land groote afmetingen ging aannemen en het scheen of verdere uitbreiding een onmogelijkheid zou worden toen de Zweedsche Regeering uitgifte van meerdere boschconcessies staakte. Men was gedwongen zich op andere wijze te behelpen en de invoer van Duitse kooks werd een gebiedende noodzakelijkheid, waarmede men echter de nadeelen, n.l. de hooge prijs tengevolge van

het transport, en het zwavelgehalte tevens moest accepteren.

De elektrische versmelting der ertsen moest redding brengen en we zullen aanstonds zien hoe dat gebeurde. De besparing van koolstof bij deze methode bedraagt ongeveer 60 %, waarvoor dan elektrische energie in de plaats treedt. Om 1 Ton ijzer uit Magnetiet vrij te maken wordt 1381 kg. erts gebruikt, tenminste als we een erts beschouwen, dat zonder verontreinigingen is, en dus uitsluitend uit dat mineraal bestaat. Indien de reductie alleen door vaste koolstof plaats heeft, zou de volgende vergelijking geldig zijn:



waaruit volgt dat voor de productie van 1 ton ijzer noodig is 1381 kg. erts en 286 kg. koolstof. Elk ruw ijzer neemt koolstof op, rekenen we 3 %, dan zou dus $286 + 30 = 316$ kg. koolstof noodig zijn voor de chemie van de ertsreductie. In de gewone hoogovenpraktijk rekent men 1 ton kooks noodig te hebben voor de fabricatie van 1 ton ruw ijzer of ongeveer 3 maal zooveel. De rest wordt zooals gezegd als brandstof opgebruikt.

Om zich een denkbeeld te vormen van de hoeveelheid energie die noodig is om het reductieproces volgens de reeds aangegeven vergelijking te doen verlopen diene het volgende hypothetische geval.

Veronderstellen we weer dat 1381 kg. zuivere magnetiet wordt gereduceerd met behulp van vaste koolstof, dan ontstaat daaruit 1000 kg. zuiver ijzer. Nemen we aan dat in het ruwe ijzer 3 % koolstof opgenomen worden dan weegt het ruwe ijzer 1030 kg. en we hebben al gezien dat er dan 316 kg. koolstof noodig zijn. Bij 1300 gr. C. heeft de reductie van het erts en het insmelten van het ijzer plaats. We hebben dan toe te voeren:

voor verhitten van 1381 kg. erts op 1300°:	$1381 \times 0,2 \times 1300 =$	359060 cal
" " " 316 " koolstof :	$316 \times 0,2 \times 1300 =$	82160 "
" $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{C} = 3\text{Fe} + 4\text{CO}$:	$1000 + 941$	= 941000 "
" insmelten van 1030 k.g. ijzer:	1030×46	= 47380 "
		<hr/>
		1429600 cal

dit is 1653,7 kw.uur of per ton ruw ijzer 1605,5 kw.uur.

Voor een dergelijk hypothetisch geval zijn dus noodig ruim 1600 kw.uur per ton ruw ijzer.

Uit het voorgaande valt dus op te maken dat bij de vraag „gewone hoogoven of elektrische hoogoven?” de kern van de zaak draait om het verschil in prijs van 2/3 ton kooks en 1600 kw.uur. Een land, zooals het onze, waar de kans op goedkope energie uitgesloten is, hoeft nooit te denken aan elektrische ijzererts-reductie. In Zweden daarentegen, een land met groote waterkrachten, zijn de omstandigheden voor de ontwikkeling van die nieuwe industrie uitermate gunstig geweest en worden ze met den dag gunstiger. Weliswaar is de bouw van waterkrachtwerken tegenwoordig aanzienlijk duurder dan vroeger en waar de prijs der af te leveren energie hoofdzakelijk gevormd wordt door rente en amortisatie van het vastgelegde kapitaal, zijn de kosten van een kw.uur ongeveer evenredig daarmee gestegen, maar de kooksprijzen zijn in verhouding nog veel meer omhoog gegaan, zelfs is het verkrijgen ervan in menig geval geheel uitgesloten. Voor de Zweedsche ijzermetallurgie is de elektrische hoogoven een prachtig redmiddel gebleken.

Alvorens nu de verdere voor- en nadeelen van deze ovens te bespreken wil ik U in korte trekken haar ontwikkelingsgeschiedenis geven en de tegenwoordige vorm en werkwijze demonstreeren.

De Zweedsche ingenieurs Grönwall, Lindblad en Stalhane, vormende de firma Elektrometall, namen in het voorjaar van 1917 de eerste proeven te Domnarfvet. Zij waren van meening dat het meeste succes zou worden verkregen indien men de vorm van den ouden hoogoven zooveel mogelijk aanhield. Hun eerste proefoven zag eruit als fig No. 1 U laat zien. De buiten den haard liggende polen bestonden uit koperen platen die voorzien waren van een uitgehold koolblok. Goten in den silikaatbodem voerden naar het binnenste van den haard en dienden als ze gevuld waren met gesmolten metaal, om de elektrische stroom naar en van de charge te leiden. Nadat de oven door middel van luchtinblazen door tuyères, als in het gewone hoogovenbedrijf, in gang was gezet en zich in de goten voldoende vloeibaar ijzer had gevormd werd de stroom gesloten en de compressor stilgezet. De stroom was een éénphazige wisselstroom.

De bedoeling was dat de stroom via de pool, het koolblok en

de eene goot in de haard zou treden, door de charge en de andere goot den oven weer zou verlaten. Het ijzer zou door weerstandsverwarming sterk oververhit worden, hetgeen, met de warmte, opgewekt bij het passeeren van de stroom door de charge, voldoende zou zijn voor het tot stand brengen van het reductieproces. Heel lang duurde de proef niet, want de goten werden te sterk uitgevreten en men moest opnieuw beginnen. Men construeerde de bodem nu uit magnesiet, doch ook hiermede had men geen succes omdat bleek dat magnesiet bij hooge temperatuur geleidend voor electriciteit werd. Figuur 2 geeft U de derde proefoven te zien, waarbij men de electroden hooger plaatste, ongeveer op de plaats waar anders de tuyères liggen en bovendien kwam een derde electrode in den bodem. Zij werden door water gekoeld. Bij deze proef bleek dat de wand in de buurt van de electroden zeer snel wegsmolt.

Na deze mislukkingen, waaruit men echter veel leering had getrokken, gelukte het tenslotte in 1909 een oven te ontwerpen, die, na enkele kleine veranderingen, ten slotte gebleken is een apparaat te zijn, waarmede men het beoogde doel volkomen heeft bereikt. Die constructie laat fig. No. 3 U zien.

De grondprincipes waarop het nieuwe oventype werd geconstrueerd zijn de volgende:

1e. daar alle stoffen bij hooge temperatuur meer of minder geleiders zijn voor electriciteit, dient de constructie zoo te zijn dat de stroom niet in de ovenbekleding kan treden,

2e. de constructie moet zoo zijn dat de charge zelf het dak van de haard beschermt tegen beschadiging door straling van de lichtbogen of door geleiding want anders moet een energieverpillende waterkoeling gebruikt worden,

3e. de charge mag niet zoo gesloten om de electroden drukken dat zich geen voldoende lichtboog kan vormen, daar anders de spanning niet voldoende kan worden opgevoerd en als gevolg daarvan de electroden, toevoerleidingen, enz. te groote doorsneden zouden moeten hebben. Bovendien zou de overgang onregelmatig worden,

4e. daar in het electriche bedrijf de koolstof niet kan verbran-

den, moet men, om een gelijkmatig koolhoudend product te verkrijgen, de haard flinke afmetingen geven, zoodat ze als menger kan dienst doen. Anders zou elke zeer kleine verandering in de charge telkens een geheel ander product geven.

Om aan deze grondprincipes te voldoen heeft de haard de vorm gekregen van een relatief groote kroes met koepelvormig dak gedekt. Als de charge uit de schacht naar beneden zinkt vormt zich een kegel met een basishoek van 50—55 gr., zoodat er altijd een vrije ruimte ontstaat tusschen de charge en de ovenbekleding. De electroden worden in den haard gevoerd door openingen in dat deel van de bekleding dat zelf niet in aanraking komt met de charge. Alleen het uiterste einde van de electrode raakt de charge.

Het is duidelijk dat het dak van den haard niet in staat is het gewicht van de heele schacht te dragen, zoodat het noodzakelijk is deze op te hangen aan een ijzerconstructie. Daardoor kunnen tevens reparaties aan het haardgedeelte onafhankelijk van de schacht geschieden.

De gassen die aan het bovineinde van de schacht ontwijken worden opgevangen en gedeeltelijk, na reiniging, weer in de haard geblazen hetgeen een belangrijk onderdeel van het goed functioneren van de oven uitmaakt, daar dit medehelpt de ovenbekleding rondom de electroden te koelen.

Oorspronkelijk werd driephazenstroom gebruikt, waarvoor drie electroden met een vierkante doorsnede van 32×32 c.M². (fig. No 4) waren gemonteerd, die onder een hoek van 65 gr. hielden. Later is men overgegaan tot tweephazige wisselstroom en 4 electroden, terwijl men tegenwoordig algemeen 6 of 8 electroden ziet gebruiken met resp. 3- of 2-phazige wisselstroom. Daardoor is een betere temperatuursverdeeling in den haard tot stand gekomen.

De electroden bestaan uit retortenkool, hetgeen voordeelen biedt boven het gebruik van grafitelectroden. Deze laatste zijn weliswaar minder breekbaar en daardoor zou bij het gebruik ervan de totale electroden-consumptie per ton ruw ijzer verminderen, doch de warmtegeleiding der grafiet is belangrijk grooter dan die van retortenkool, hetgeen een verhooging van de warmtestralingsverliezen zou beteekenen.

De toevoering der stroom had aanvankelijk plaats aan het uiteinde der electroden door middel van koperen bussen. Dit had het nadeel dat de heele electrode onder stroom stond en dus aanleiding gaf tot grootere weerstandsverliezen. Het maakte echter het reguleeren eenvoudig n.l. door optrekken of neerlaten der electroden. Tegenwoordig wordt de stroom toegevoerd direct waar de electrode uit den oven komt en de regeling wordt bewerkstelligd door verandering van de spanning in de phases afzonderlijk. De electroden worden nu slechts eens per 2 à 3 dagen van stand veranderd al naar zij afbranden.

Nadat een electrode tot zijn geheele lengte in den oven neergelaten was moest zij worden opgetrokken en worden vervangen door een nieuwe. Er bleef dan echter telkens een stuk onverbruikte electrode over, dat als zoodanig niet meer te gebruiken was (fig. No. 5.) Door de invoer van electroden van cirkelvormige doorsnede en met schroefkoppeling heeft men al deze bezwaren kunnen ondervangen en hoeft van de electrode niets weggegooid te worden (fig. No. 6.) Tengevolge van het een en ander wist men het electrodenverbruik van 24,1 kg. per ton ruw ijzer in 1908 terug te brengen tot 2,8 kg. in 1912. Sindsdien is echter de consumptie per ton ijzer weer toegenomen tengevolge van de reeds vermelde vermeerdering van het aantal electroden en kan men rekenen op 6-7 kg.

Zooals reeds vermeld, wordt een gedeelte van het gas, dat zich bij de reductie vormt, afgezogen, gereinigd en onder in de haard (fig. No. 7) geblazen. Deze gascirculatie is een noodzakelijkheid en bovendien een warmte-technisch voordeel.

Zette men bij de proeven, die gedurende 2,5 jaar, met medewerking van de Zweedsche Regeering en van de Vereeniging van Zweedsche Ijzersmelters, te Trollhättan werden uitgevoerd, de gascirculatie stop, dan bemerkte men aldra dat in de nabijheid der electroden meerdere gloeiende plekken ontstonden, die men door luchtopblazen moest afkoelen om een doorbranden van het oven dak te voorkomen. De tuyères zijn daarom met opzet telkens radiaal geplaatst tegenover de electroden en zoo gericht dat ze direct koelend werken op het oven dak.

Om het voordeel der gascirculatie in warmte-technischen zin te doen uitkomen is het noodig iets verder op de theorie van de ertsreductie in te gaan.

De vergelijking die ik reeds gaf als formule voor het verloop van het reductieproces is niet de eenige die juist is en iemand die bekend is met de theorie van het gewone hoogovenproces, zal misschien zijn hoofd bedenkelijk geschud hebben toen hij mij zag werken met die vergelijking. Elke hoogovenman toch zal zijn best doen om te trachten het verloop der reacties juist langs andere banen te leiden dan langs deze.

Wat toch is het geval?

Koolstof is nooit het eenige reductiemiddel in den gewonen hoogoven. Door het inblazen van lucht op de gloeiende kookmassa gebeurt hetzelfde als in een gasgenerator, n.l. er vormt zich koolmonoxyde. Dit gas is een uitstekend reductiemiddel, waar men dus partij van dient te trekken. Elk procent CO dat men kan aantoonen in de afgassen van een hoogoven is een bewijs voor de onvolmaaktheid van het procédé. Waar nu volgens de gegeven vergelijking bij de reductie van erts door vaste koolstof eveneens CO ontstaat is het noodzakelijk ook daarvan partij te trekken. Tot dat doel dient ten slotte hoofdzakelijk de schacht bij een gewone zoowel als bij een elektrische hoogoven. Deze reductie van erts door koolmonoxyde (men noemt haar de indirecte reductie) heeft echter slechts plaats bij voldoende hooge temperatuur en zij is het volkomenst bij ongeveer 700 gr. C. Bij lage temperatuur valt CO uiteen in CO₂ en koolstof en bij temperaturen boven 1000 gr. C. kan CO₂ niet meer bestaan en is alle reductie door CO dus uitgesloten. Voor de reductie van ijzererts door middel van vaste koolstof is bovendien veel meer warmte noodig dan voor de reductie door middel van koolmonoxyde en in den gewonen hoogoven tracht men dan ook steeds directe reductie met vaste koolstof zooveel mogelijk te ontgaan. De middelen daartoe en de wijze van contrôle op het verloop der reacties hier te bespreken zou me te ver voeren.

In de schacht van de gewone hoogoven nu wordt door de krachtige gasverplaatsing het sterk verhitte koolmonoxyd-gas om-

hooggevoerd en ontmoet daar steeds meer ongereduceerd erts. Daar speelt zich dus de indirecte reductie af. Het ideaal zou een hoogovenbedrijf zijn waar alle erts reeds door gas gereduceerd zou zijn vóór het in een zône met temperaturen van 1000 gr. C. kon komen.

In den electrischen hoogoven staan echter de zaken geheel anders. Hier is geen sprake van verbranding van koolstof met als resultaat vorming van CO. We hebben hier uitsluitend vaste koolstof, die in reactie kan treden met ijzeroxyden, met als resultaat gereduceerd ijzer en koolmonoxyde. Dit laatste stijgt op en ontmoet eveneens in den schacht ongereduceerd ijzererts, doch van een reductie kan geen sprake zijn, de temperatuur is daarvoor te laag.

Per 1000 kg. ijzer wordt 670 kg. CO gevormd, dat als gas omhoog stijgt en haar warmte afgeeft aan de koudere materialen die het op zijn weg ontmoet. In den gewonen hoogoven, wordt echter geen zuurstof, doch lucht, dus hoofdzakelijk stikstof ingeblazen, waardoor een enorme gasmassa aan het warmtetransport naar boven deelneemt om daardoor de indirecte reductie te bevorderen.

Door de gascirculatie krijgt de electrische hoogoven dit zelfde voordeel. Warmtetransport van den sterk oververhitten haard is dus de tweede taak daarvan. Fig. 8 geeft U een beeld van de temperatuursverhoudingen en de verdeeling der chemische reacties in den oven. De figuur is samengesteld naar gasanalyses en temperatuursopnamen aan den oven te Trollhättan en men ziet er uit dat meer dan de helft van de schacht dienstbaar is gemaakt aan de indirecte reductie.

Ing. Leffler, tegenwoordig hoogleeraar in de metallurgie aan de hoogeschool te Stockholm, en destijds leider van de proefnemingen berekende dat 33,6 % van de ingevoerde electrische energie in den vorm van warmte door de gascirculatie van den haard naar de schacht wordt gevoerd.

Toch heeft deze gascirculatie ook een nadeel, dat zeker niet over het hoofd mag worden gezien.

De gemiddelde samenstelling van droog afgas is:

	gewichts %	volume %
CO ₂	43,94	28,90

	gewichts %	volume %
CO	54,13	55,95
H	0,93	13,39
CH ₄	0,93	1,69
N	0,07	0,07

Wordt dit onder in de haard gebracht, waar plaatselijk zeer hoge temperaturen heerschen en bovendien vrije koolstof aanwezig is dan zal de volgende omzetting plaats hebben: $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$, waardoor dus C en warmte verbruikt wordt. Het gas is bovendien in werkelijkheid vrijwel verzadigd met waterdamp bij de temperatuur van 22 gr. waarmee het ingeblazen wordt. Ook dit water verbruikt koolstof en energie, volgens: $\text{H}_2\text{O} + \text{C} = 2\text{H} + \text{CO}$. Beide reacties komen den oven niet ten goede.

De genoemde hoogleeraar verklaarde in 1912 reeds dat de gascirculatie zou worden opgegeven zoodra een eenvoudiger en tevens practische oplossing aan het probleem kon worden gegeven. Tot heden is die oplossing echter nog niet gevonden en ondanks het bovengenoemde nadeel blijft de gascirculatie in Zweden goed voldoen.

Men heeft daarvoor in het algemeen een ventilator, die gedreven wordt door een electromotor van 20 P.K. De overdruk bij de tuyères is ± 25 c.m. waterdruk.

Het spreekt vanzelf dat waar hier geen stikstof mee circuleert, het afgas rijk is aan CO en het mag dan ook geen verwondering baren dat haar calorische waarde gemiddeld 2300 cal. per M³ bedraagt tegen gewoon hoogovensgas 900 cal. Het gas laat zich dan ook voor diverse doeleinden, vooral verhitten van Martin-ovens, prachtig gebruiken.

Daar de hoeveelheden gas die de schacht passeeren betrekkelijk gering zijn, en hun snelheid dus eveneens, is het goed begrijpelijk dat het mogelijk is in deze ovens een vrij groot percentage fijne ertsen aan de charge toe te voegen. Verstoppingen toch zijn hier veel minder te vreezen dan in den gewonen hoogoven. en tegenwoordig bestaat geregeld 25% van de charges in de elektrische hoogovens uit het allerfijnste ertspoeder, het z.g. „slig”, dat op electromagnetische wijze gewonnen wordt uit armere ertsen. Dit fijne poeder zou bij versmelten in den gewonen hoogoven nooit

in den eigenlijken haard komen daar het onmiddellijk zou worden uitgeblazen door den gasstroom.

De elektrische installatie van den oven is al zeer eenvoudig. De stroom is gewoonlijk draaistroom, van 10000 Volt, die direct aan den oven wordt getransformeerd in twee- of drie-fazestroom van gemiddeld 70 Volt. De stroomsterkte is gemiddeld 13000 Amp. per phaze. Het laat zich gemakkelijk indenken dat bij dergelijke sterke stroomen voorzorgen genomen moeten worden voor het vermijden van inductieverliezen. Men zorgt daarom o.a. nergens langgestrekte ijzerdeelen te plaatsen evenwijdig aan de toevoering. De ovens hebben tegenwoordig een vermogen van 4000 tot 5500 kw. en een productie van $\pm 32-45$ ton ruw ijzer per 24 uur. Zooals gezegd, geschiedt de regeling der stroom tegenwoordig niet meer door verandering te brengen in den stand der elektroden. Men schakelt nu meer of minder transformatorwikkelingen in de primaire leiding in of uit en de inrichting is zoo dat de verschillende phazen tegelijkertijd met verschillende spanning kunnen werken. Deze regelingsmethode, die het eerst in Trollhättan is toegepast, heeft het bedrijf in hooge mate vereenvoudigd.

Een goede regeling van de stroomspanning, etc. is echter niet alleen om elektrische redenen gewenscht, maar tevens om metallurgische. Het komt er nl. niet alleen op aan om uit den oven, die men van boven vol erts en houtskool werpt, van onderen maar ijzer te kunnen tappen, doch dat ijzer moet ook aan bepaalde eischen voldoen. Wil men een ruw ijzer hebben dat geschikt is voor gietijzer, dan zal men een zeker Si-gehalte wenschen, dat tengevolge heeft dat de koolstof zich als grafiet afscheidt, waardoor het ijzer minder hard en bros wordt. Ook de regeling, binnen zekere grenzen, van het koolstofgehalte is van veel belang.

Dit nu is met den elektrischen oven zeer goed mogelijk gebleken. Te Trollhättan, waar een batterij van twee ovens staat, wenscht men een ijzer met een Si-gehalte van $0,5 - 1,0$ 0/0. Uit de smeltboeken bleek mij bij mijn laatste bezoek dat minder dan 1 0/0 van het verkregen ijzer buiten deze grenzen viel.

Het koolstofgehalte kan in het algemeen lager gehouden worden

dan dat in den gewonen hoogoven het geval is en zelden ziet men hooger cijfers dan 3,1 % C. Voor een materiaal dat als grondstof moet dienen voor de bereiding van staal dus een aanmerkelijk voordeel.

Wat betreft het gehalte aan zwavel zijn de omstandigheden in de beide ovensoorten vrijwel gelijk.

De gemiddelde temperatuur van den electrooven is iets lager dan in den gewonen hoogoven, waardoor de reductie van chroom- en titaan-oxyde zeer onvolledig is.

Een ander zeer belangrijk experiment is reeds lang punt van uitgang van lange disputen geweest, n.l. dat waarbij in plaats van houtskool, kooks als reductiemiddel wordt gebruikt. Te Hardanger in Noorwegen, in welk land men goedkooper kooks dan houtskool kan krijgen, werd de proef o.a. gedaan en werd een algeheele mislukking. Eenige deskundigen wijten dit aan het feit zelf, n.l. dat kooks werd gebruikt; anderen, ook mannen van het vak, wijzen op andere eveneens gewijzigde omstandigheden en zoeken daarin de oorzaak. Zoo waren o.a. de ertsen die versmolten werden buitengewoon arm en voor het grootste deel zeer fijn, zoodat voortdurend hangen van de charge het gevolg was. Ook te Domnarfvet probeerde men de houtskool, eerst gedeeltelijk en daarna geheel, te vervangen door kooks en men ondervond geen bijzondere moeilijkheden. Daarbij merkte men op dat, waar de spanning bij het gebruik van houtskool wisselde tusschen 70 en 90 volt, men bij kooks lager moest blijven, n.l. tusschen 40 en 60 volt. Wil men de belasting van de oven even groot houden, dan is men dus verplicht met grooter stroomsterkte te werken. Het een en ander is het gevolg van de geringere elektrische weerstand van kooks t.o.v. houtskool. De kans op hangen der charge is bij kooks in elk geval grooter dan bij gebruik van houtskool. Wie op de hoogte is van de overwegingen, die leiden tot de keuze van een bepaald hoogovenprofiel, zal gemakkelijk begrijpen dat de afmetingen van een electrischen kookshoogoven noodzakelijk anders moeten zijn dan die van een met houtskool werkende. En de electrische inrichting eveneens.

Door de firma Electrometall is gedurende den oorlog een oven

gebouwd in Japan en een zestal in Italië, allen ontworpen voor het gebruik van kooks. Zij zijn echter door tijdsomstandigheden nog niet in bedrijf, zoodat men nog geen resultaten kan melden. Prof. Stansfield, die, in opdracht van de Canadeesche Regeering, in het afgelopen jaar een onderzoek instelde naar de mogelijkheid tot electrisch versmelten van de ijzerertsen in Britsch Columbia, beveelt de Elektrometall-oven ten zeerste aan en ziet geen moeilijkheden in het gebruik van kooks inplaats van houtskool.

Verder geef ik U hier eenige cijfers, die U in staat stellen een idee te krijgen van de kwantiteiten energie en materiaal, die voor het versmelten van ijzererts noodig zijn.

Het spreekt vanzelf dat de hoeveelheid te verslakken verontreinigingen in een erts een belangrijke invloed heeft op het stroomverbruik, want de gevormde slak moet gesmolten en gesmolten gehouden worden; mangaan, phosphor, silicium en andere bijmengselen eischen eveneens een gedeelte van de stroom voor hun reductie, zoodat al naar het optreden van die verschillende elementen verschillende stroomverbruikcijfers verkregen worden.

Uit de smeltboeken van bestaande bedrijven geef ik de volgende cijfers:

	Srömsnäs Jernverks A.B.	Trollhättans Elektriska Masugn.	Uddeholms Aktiebolag.
H.L. houtskool per ton ruw ijzer	23,58	23,95	21,—
gemiddelde belasting in k.w.	1833	1808	1998
% ruw ijzer uit het erts	65,38	63,41	58,6
% ruw ijzer uit de charge	61,78	58,37	52,9
ton ruw ijzer per k.w. jaar	4,22	4,14	3,68
k.w. uur per ton ruw ijzer	2076	2116	2386
smelttijd in dagen	90	365	150
Stilstand in % van den totaaltijd	2,24	9,0	4,3
electrodeverbruik in k.g. per ton ruw ijzer	2,78	4,64	6,9
	(3 electr.)	(3 electr.)	(6 electr.)

Met het afnemen der ijzergehalten der charge gaat dus een belangrijke verhooging van het stroomverbruik gepaard. De twee

eerste cijferreeksen geven rijke charges, de laatste zooals gemiddeld in Zweden wordt versmolten.

De bouwkosten van een elektrische hoogoveninstallatie zijn betrekkelijk gering. De groote blaasmachines die in het gewone hoogovenbedrijf een groot gedeelte van de kapitaalsuitgaven vormen vallen hier geheel weg, eveneens de geweldige windverhitters en gasreinigers. Ook de laadinstallaties met hun liften kunnen veel eenvoudiger zijn, daar immers het laden van $\frac{2}{3}$ der kooks vervalst. Bovendien zijn de ovens veel minder hoog. Een zeer praktische laadinrichting heeft de batterij van 5 eenheden te Hagfors waarvan fig.No. 9 een beeld geeft.

De eerste oven te Trollhättan, met een capaciteit van 24 ton ruw ijzer per dag, heeft aan bouwkosten, met inbegrip van elektrische installatie, houtskoolopslagplaats, laboratorium, laadinrichting, enz. totaal kr. 320,000 gekost of ruim 200,000 gld. Dat was in 1911. Een batterij van 6 ovens, met gebouwen enz. voor een jaarproductie van 60,000 ton ruw ijzer welke werd geprojecteerd voor Britsch Columbia zou 540,000 dollar of 1,350.000 gld. moeten kosten. Dit is een raming van 1919.

De reparaties aan den oven bepalen zich hoofdzakelijk tot het dak van den haard; de reparaties bedragen nog geen 5 % van de totale productiekosten. Een geheel nieuw dak kan in een half uur en tijdens het bedrijf geplaatst worden.

Fig. No. 10 en 11 geven resp. de ovens te Trollhättan en te Porjus.

Ten slotte zij medegedeeld dat in Zweden in bedrijf zijn 13 van deze ovens, waarvan de grootste is gebouwd voor een belasting van 5500 kw. In bouw zijn 4 ovens in Zweden, 6 in Italië en 1 in Japan. Plannen voor het oprichten van nieuwe elektrische hoogovens in Zweden zijn er diverse. De Stora Kopparbergslag de grootste ijzer- en staalproducent van Zweden, zal alle gewone hoogovens te Domnarfvet vervangen door elektrische. In Zweden zal in de zeer naaste toekomst de jaarproductie aan elektrisch ruw ijzer weldra gelijk zijn aan die van gewoon ruw ijzer.

Ik zeide reeds dat het elektrisch reduceeren slechts daar met economisch succes toepassing kan vinden, waar elektrische energie

zeer goedkoop en kooks relatief duur is, ook dat de omstandigheden zich de laatste jaren in gunstigen zin voor de elektrische oven hebben verschoven. Het is met de steeds veranderende prijzen moeilijk een stroompryslimiet op te geven voor welke het elektrisch smelten nog toelaatbaar is. Tegenwoordig verbiedt in Zweden een prijs van 120 kronen per kw.jaar het doorvoeren van het nieuwe procédé niet. Dat is dus ongeveer 0,9 cent per kw.uur.

Alvorens nu de electrometallurgie van het staal te behandelen is het noodig nog iets te zeggen over de pogingen door anderen gedaan inzake de ijzerertsreductie, al zijn de resultaten mager.

De eenige oventypen die de vermelding waard zijn, zijn die van de Noble Co. in Californië en van den Ingenieur de Bie Lorentzen te Tinfos en Ulefos in Noorwegen.

Van de eerste ziet U een afbeelding op fig. No. 12. Op het eerste gezicht lijkt deze oven veel op die van Electrometall, doch zonder gascirculatie. Van indirecte reductie is hier dan ook geen sprake en de schacht is dan eigenlijk ook alleen maar vultrechter. De afgassen worden verbrand en dienen om de ertsen voor te verwarmen.

Van technisch en economisch belang is deze oven nooit geweest en ze wordt dan ook niet meer gebruikt.

De oven van de Bie Lorentzen heeft meer succes gehad en een drietal ovens van kleine afmetingen is te Ulefos reeds drie jaar achtereen in bedrijf met kooks als reductiemiddel. De oven is echter van zeer kleine capaciteit en het schijnt dat ze veel minder economisch in het gebruik is als de Elektrometalloven.

Zooals U allen bekend is wordt ruw ijzer tot staal verwerkt door werkwijzen toe te passen, die er alle op gericht zijn de verontreinigingen te verwijderen en de hoeveelheid van enkele elementen binnen zekere grenzen te regelen. De elementen, die hier speciaal bedoeld worden, zijn: koolstof, sillicium, mangaan, chroom, fosfor en zwavel. Hun verwijdering berust hoofdzakelijk op hun grootere affiniteit voor zuurstof dan ijzer en die reinigingsprocessen

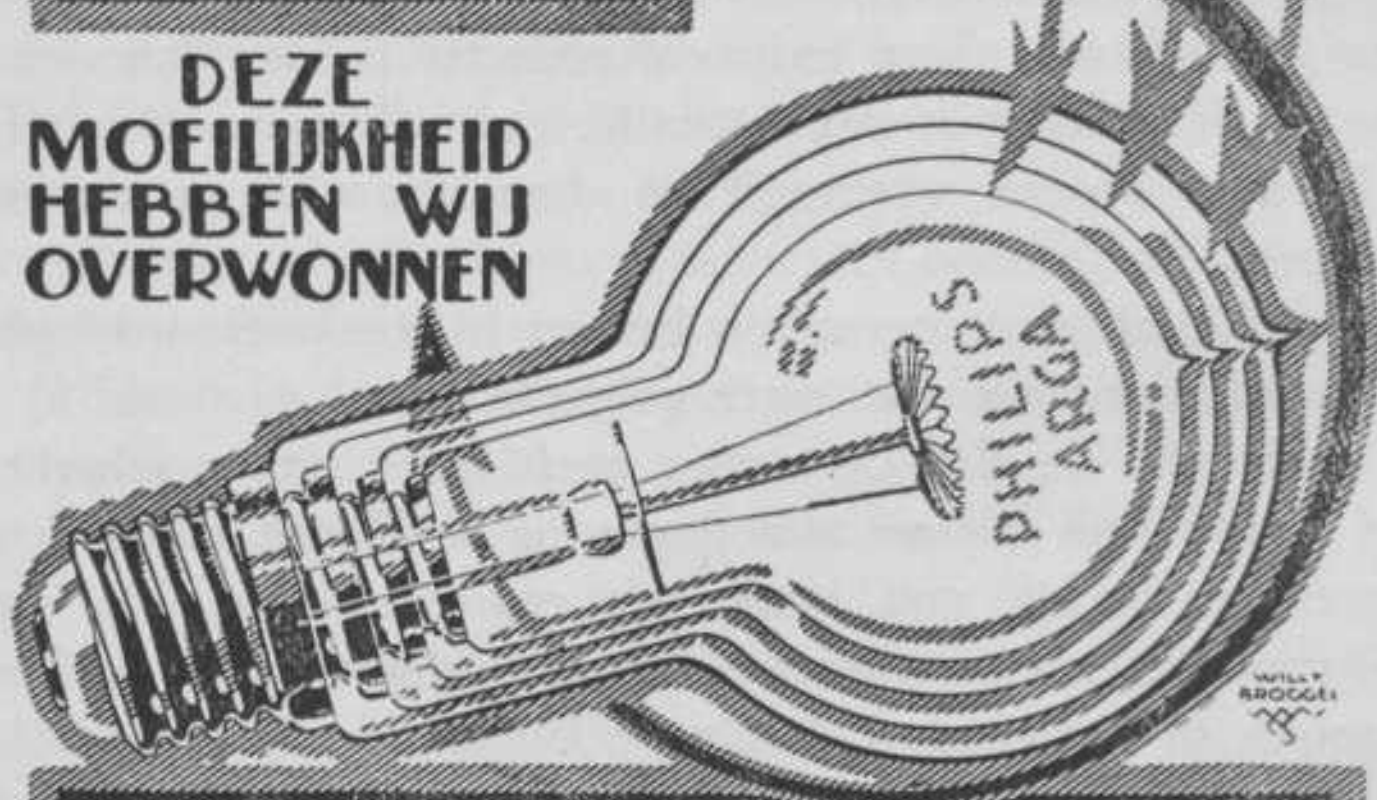
LANGE BRANDDUUR

GROOTE LICHTSTERKTE

GERING STROMVERBRUK

HET IN DE JUISTE VERHOUDING
COMBINEEREN VAN DEZE DRIE
HOEDANIGHEDEN IN EEN LAMP
HIERIN
BESTAAT DE MOEILIKHEID

DEZE
MOEILIKHEID
HEBBEN WIJ
OVERWONNEN



PHILIPS
EINDHOVEN

WILLY BROGGER

zijn dus oxydatie-processen. Zij dienen bij zoodanige temperatuur te geschieden dat de geoxydeerde elementen zich kunnen vereenigen tot een vloeibare slak, die gemakkelijk van het gesmolten metaal kan worden gescheiden. Een sterke verhitting is dus noodzakelijk. In den convertor oxydeert men door lucht door het vloeibare ijzer te blazen en de hooge temperatuur bereikt men door gebruik te maken van de groote verbrandingswarmte van enkele dier elementen, vooral silicium en fosfor, waardoor het geheele bad sterk verhit wordt. Soms is die verhitting zoo sterk dat, om overkoken te voorkomen, men genoodzaakt is staalafval in vasten vorm toe te voegen en zoo de charge wat af te koelen. In den openhaardoven gebruikt men de heete vlam van den generatorgasbrander, die met zijn oxydatievlam tevens medewerkt aan het verslakken der verontreinigingen.

Nadat de verontreinigende elementen zijn verwijderd volgt een tweede reiniging in anderen zin. De oxydatie beperkt zich n.l. niet uitsluitend tot de verontreinigingen, maar ook een gedeelte van het ijzer verbrandt en lost in het metaal op. Dit ijzer-oxyde mag er niet inblijven daar het staal daardoor bros zou worden. Een desoxydatie-periode moet daarom volgen, tijdens welke periode tevens de zwavel verwijderd dient te worden. Dit laatste geschiedt door gebruik te maken van de groote affiniteit van zwavel voor calcium. Men werkt dus met een basische slak. Men zal als eindproduct verder een materiaal willen hebben met een zeker koolstofgehalte en het verdient dus aanbeveling tijdens de desoxydatieperiode tevens een recarburatie plaats te doen vinden.

Na deze zeer schetsmatige uiteenzetting van het staalproces, zal ik overgaan tot het vermelden van de rol die de electriciteit langzamerhand in dit onderdeel van de ijzer- en staal-industrie is gaan spelen.

Zooals reeds in het begin van dezen avond gezegd dateeren de eerste vindingen op het gebied van elektrische ovenbouw eigenlijk van het jaar 1866. Eerst omstreeks 1900 ontstonden de eerste elektrische ovens die bruikbaar bleken te zijn. Men deed de eerste proeven meest in de buurt van watervallen, waar ook de eigenlijke ijzerindustrie haar werk begon, en waar dus goedkooper

electriciteit ter beschikking stond. Daar de elektrische oven dus oorspronkelijk ver van de moderne staalindustrie ontstond, was het natuurlijk dat die oven vooreerst niet anders dan voor insmelten van ijzer- en staal-brokken benut werd en men volgde dan gewoonlijk de methode van smelten die men kende bij het gebruik van den kroesoven. Er werd een zoo rein mogelijk staal als charge gebruikt en dat op werktuigstaal omgesmolten. Eerst later ging men ertoe over de elektrische oven ook te gebruiken voor de raffinage van minder reine charges.

Ondertusschen was in de industriegebieden, dank zij de volmaking in de machinebouw, de ontwikkeling van de stoommachines en de gasmotor, een belangrijke prijsvermindering van de elektrische kracht mogelijk geworden, zoodat nu ook de ijzer- en staal-werken hun aandacht gingen wijden aan den elektrischen oven.

In Duitschland werden de eerste ovens in 1905 en 1906 ingevoerd en weldra breidde het gebruik ervan zich uit en men kan veilig aannemen dat binnen zeer korten tijd de elektrische oven een onmisbaar attribuut geworden zal zijn van den staalman. Tabel No. I geeft U een overzicht van de aantallen gebouwde ovens en No. II noemt U de productiecijfers aan electrostaal in verschillende landen tot en met 1916.

Aantallen elektrische ovens in werking en in aanbouw.

	1 Maart 1910.	1 Jan. 1915.	1 Jan. 1916.	1 Jan. 1917.	1 Juli 1917.
Vereen. Stat.	10	41	73	136	177
Engeland	7	16	46	88	94
Duitschland	30	46	53	52	64
Zweden	5	18	23	40	45
Frankrijk	23	17	21	29	40
Canada	3	2	8	19	34
Rusland	2	9	11	16	21
Oostenrijk-Hong.	10	18	18	18	20
Italië	12	22	22	29	19
Noorwegen	—	2	6	9	9
Zwitserland	2	3	4	4	4
België	3	3	3	3	3
Spanje	-	1	2	2	2
Japan	-	1	1	2	2
Chili	-	-	1	-	1
Denemarken	-	-	-	-	2
Mexico	3	1	1	1	1
Australië	-	1	1	1	1
Rumenië	-	1	1	1	1
Elders	-	9	9	21	21
Totaal	110	201	304	471	562

Productie van electrisch staal in tonnen.

	Duitschl.	Ver. St.	Engel.	Oost.Hong.	Canada	Frankr.
1908	19.536	55		4.333		2.524
1909	17.700	13.762		9.048	50	6.456
1910	26.200	52.141		20.028	?	13.445
1911	60.154	29.105		22.867	?	13.850
1912	74.177	18.309		21.556	?	15.992
1913	101.755	30.180		26.837	?	18.000
1914	89.336	24.009		19.844	?	?
1915	129.000	69.412	22.000	23.895	61	?
1916	180.335	169.918	49.206	47.247	43.790	?

Helaas heb ik heden geen cijfers van de laatste drie jaren tot mijn beschikking, maar zeker is het dat de uitbreiding met steeds meer spoed plaats vindt en ik durf dan ook gerust de tegenwoordige jaarlijksche productie aan electrostaal over de geheele wereld op een millioen ton schatten. Vooral voor het fabricceeren van eerste klasse kwaliteiten is de electrische oven buitengewoon goed te gebruiken en in 1915 was dan ook reeds 56.7 % van de totale Duitse kwaliteitstaalproductie in den electrischen oven gemaakt.

De ervaring heeft geleerd dat al naar de plaatselijke omstandigheden en naar den aard der bestaande installaties het aanbeveling verdient óf het heele, óf een groot óf een klein deel van het metallurgisch bedrijf in electrische ovens uit te voeren. In den eersten tijd van haar bestaan, n.l. tijdens den tijd van proefnemingen in industriearme, waterrijke bergstreken, was men door het ontbreken van andere metallurgische inrichtingen gedwongen alle verrichtingen te doen in den electrischen oven. Schrot werd ingesmolten, men oxydeerde en verwijderde de fosfor, men desoxydeerde en ontzwavelde, men maakte alliagegestalen, enz. kortom men trachtte de electrische oven te gebruiken voor alle doeleinden waarvoor tot nu toe andere apparaten hadden gediend.

Heel anders werd dat toen de electrische oven in de oude staalnijverheid werd ingevoerd. Hier bleef de electriciteit trots alle verlaging der stroomprijzen toch een relatief dure warmtebron en hier beschikten de ijzer- en staal-werkers over volkomen economisch werkende apparaten, als hoogovens, koepelovens, convertors, martinovens, die zoo gemakkelijk niet zouden worden verdrongen door den electrischen oven. Deze werd daarom niet ingehaald

als verdringer van bestaande oven-systemen maar hij moest dienen ter volmaking der tot nu toe gevolgde methoden.

Voor den electrischen oven komen in het staalwerk de volgende werkzaamheden in aanmerking:

1e. het insmelten van schrot.

2e. de oxydatieperiode, gedurende welke alle verontreinigingen door oxydatie verwijderd worden.

3e. de desoxydatieperiode, voor de verwijdering van ijzeroxyden en zwavel.

4e. het recarbureeren, legeeren en afwerken van het staal.

Al naar de inrichting en naar de zuiverheid van het te chargeeren product worden alle of een of meer der genoemde werkzaamheden in den electrischen oven verricht. In kleine kroezenstaalgietereien kan de electrostaaloven bij matige stroomprijzen, met goed succes gebruikt worden in plaats van den ouden kroezenoven. Raffinage heeft hier niet plaats en er wordt dus alleen maar ingesmolten.

Vaak zal het mogelijk blijken te zijn om, in plaats van prima materiaal, dat bij het smelten in kroezen noodzakelijk is, minder zuiver en dus goedkoper uitgangproduct te nemen en dan in den electrischen oven te smelten. In dat geval zullen alle vorengenoemde werkzaamheden achtereenvolgens in den electrischen staaloven verricht moeten worden.

Vaak ook is een kleine electrostaaloven voor machinefabrieken en werven van bijzonder belang, waar het daardoor mogelijk wordt stukken ter plaatse uit staal te gieten. Het is dan dus uitsluitend een insmelting.

Dit zijn echter alle installaties van kleine afmetingen.

Gaat het er echter om groote massa's electrostaal te fabriceren, dan zal het, indien steenkool niet al te duur is, in de meeste gevallen raadzaam zijn het insmelten en ook nog een gedeelte van het raffineeren te laten doen door de oude apparaten als convertor en openhaard-oven. Voor den electrischen oven blijft dan over het naraffineeren en het afwerken. In deze verhouding wordt de electrische oven het meest gebruikt voor het fabriceren van kwaliteitsstaal vooral in verbinding met den openhaardoven. Het

staal wordt dan gesmolten, ontkoold en van fosfor ontdaan in den openhaardoven om dan vloeïend in den electrooven gechargeerd te worden, waar de desoxydatie, recarburatie, ontzwaveling, het legeeren en het afwerken plaats hebben. Ook Bessemer en Thomas-staal wordt in den electrostaaloven op die wijze nabehandeld, doch dan is gewoonlijk nog een naoxydatieperiode noodig voor men met de desoxydatie kan beginnen.

Daar het verblijf van het staal in den electricoven altijd een verbetering der kwaliteit beteekent, wijl er een volkomen reduceerende of neutrale atmosfeer heerscht, zal men het al of niet doorvoeren van een der vorengenoemde werkzaamheden in den elektrooven laten afhangen van de prijzen van kool en electricische stroom.

Men dient altijd te bedenken dat de electricoven, dank zij de sterke concentratie van de verhitte, dank zij de hooge temperatuur en vooral dank zij de niet verontreinigende verhitte voor de desoxydatie en ontzwaveling het best te gebruiken is. De sterke oxydatie, die noodig is voor het verwijderen van groote hoeveelheden koolstof, fosfor, silicium, enz. kan natuurlijk in convertors en openhaardovens veel beter worden uitgevoerd, daar men in den electricoven alleen door toevoegen van ijzererts of hamerslag oxydeeren kan, hetgeen veel langer duurt en daardoor veel duurder is.

Daar dus de electrooven de laatste jaren zooveel verbreiding heeft gevonden kan het niet anders of er moeten aan het gebruik ervan groote voordeelen verbonden zijn.

Die voordeelen zijn de volgende:

1e. Het gebruik van electriciteit maakt een buitengewoon sterk en snel verhitten mogelijk, iets dat met gasverhitten uitgesloten is. Tot nu toe is het trouwens niet mogelijk gebleken boven 2000 gr. te verhitten. Met den electricoven kan men daarentegen elke temperatuur, ook de allerhoogste, die men wenscht, bereiken.

2e. De verhitte door electriciteit heeft het voordeel van zeer nauwkeurige regeling, zoodat de temperatuur die men tijdens elk afzonderlijk gedeelte der uit te voeren werkzaamheden wenscht precies ingesteld kan worden.

3e. De elektrische verhitting verontreinigt niet, zoodat reacties door bestanddeelen der lucht, brandstoffen of verbrandingsgassen uitgesloten zijn.

4e. De onder 1, 2 en 3 genoemde voordeelen maken het mogelijk de raffinage van het staalbad zoo ver mogelijk door te voeren en een practisch zwavelvrij product te maken uit relatief zwavelrijke en goedkoope materialen.

5e. De electrooven maakt het mogelijk groote hoeveelheden kwaliteitsstaal in eenmaal, volkomen gelijkmatig van samenstelling, uit goedkoope grondstoffen en met weinig personeel te fabricceeren, iets dat in den kroesoven niet mogelijk is.

6e. Tengevolge van de niet-verontreinigende verhitting, kan men het staal zonder nadeel bij een bepaalde temperatuur in den oven rustig laten staan om het gelegenheid te geven alle gassen af te geven en de desoxydatie te volmaken. Daardoor kan men gemakkelijk kwaliteiten bereiken die alleen vergeleken kunnen worden met kroezenstaal.

7e. De bekleeding der ovens kan zoowel zuur als basisch gemaakt worden, waardoor het mogelijk wordt in basische ovens gemaakt staal in een zure elektrische oven te desoxydeeren of omgekeerd.

Na deze ontwikkelingsgeschiedenis en uiteenzetting van de voordeelen van den elektrischen oven, volge hier een beschrijving der verschillende verhittingwijzen en van de oventypen.

Men kan twee groote groepen van elektrische ovens onderscheiden en wel inductieovens en lichtboogovens.

In een gewone elektrische gloeilamp wordt de dunne draad tot gloeien gebracht door gebruik te maken van haar weerstand tegen den elektrischen stroom. Voert men meer stroom toe, dan waarvoor de lamp is geconstrueerd, dan smelt de draad door. In de inductieoven is dit verhittingsprincipe toegepast. Het metaal wordt door den erdoor vloeienden stroom zoo sterk verhit dat het smelt. In den gloeilamp is de draad zeer dun en lang gekozen om de gloeiing te verkrijgen door zoo weinig mogelijk stroom. (fig. No. 13) In den elektrischen oven echter zijn de eischen wel dezelfde, ook daar verbruikt men liefst zoo weinig mogelijk energie om de smelting tot stand te brengen, doch daarenboven moet de hoeveel-

heid gesmolten metaal zoo groot mogelijk zijn. We hebben dus steeds te doen met groote metaaldoorsneden en het gevolg is dat de weerstand dus slechts gering is. De eenige oplossing is dus dat we met grooter stroomsterkte moeten werken. Nu is het absoluut onmogelijk gebleken een oven te bouwen voor de staal-smelterij, die zuiver weerstandsoven is, omdat het ondoenlijk is de sterke stroomen, die vereischt worden door middel van elektrische geleiders toe te voeren. De electrotechniek geeft nu echter ook de mogelijkheid om stroom toe te voeren door middel van inductie, en het is deze wijze van stroomtoevoering die in de z.g. inductieovens wordt toegepast. Hetzelfde beginsel dus als in een transformator.

Het is U allen bekend dat als er door de wikkelingen afgebeeld op fig. 14 een stroom vloeit, dat er dan een stroom geïnduceerd zal worden in den dikken geleider, dat deze stroom een tegengestelde richting zal loopen en dat de sterkte afhankelijk zal zijn van de primaire sterkte, het aantal wikkelingen en de verhouding der doorsneden der beide geleiders. In den inductieoven neemt het te smelten metaal de plaats in van den dikken geleider, waarvan fig. No. 15 een schematische voorstelling geeft. Volgens het hier weergegeven principe heeft Kjellin de eerste inductieoven gebouwd. Deze bestaat dus uit een ringvormige goot van vuurvast materiaal, liggende om het eene been van het magneetjuk, dat omwikkeld is met een groot aantal windingen, waardoor een krachtige stroom wordt gezonden. In de ringvormige goot wordt het aanwezige ijzer verhit door de getransformeerde zeer sterke stroom. Een verticale doorsnede door een dergelijke oven geeft fig. No. 16 en een horizontale fig. 17.

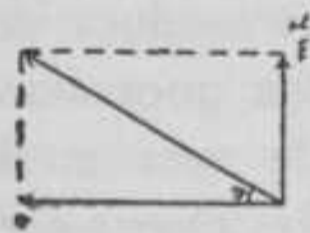
Het bleek echter al spoedig dat de smalle goot geen praktische vorm van haard was voor het verrichten van metallurgische werkzaamheden. Het verwisselen van slak was moeilijk en de ovendeelen waren slecht toegankelijk. Alleen voor zuiver insmeltingswerk bleek de oven te voldoen en daarvoor wordt hij dan ook nog wel gebouwd. Fig. No. 18 geeft U een dergelijke oven in bedrijf.

Om nu een beter bruikbare haard te verkrijgen bouwde Rodenhauser, ingenieur der firma Gebr. Röchling te Völklingen a/d Saar,

twee Kjellinovens tegen elkander en omwond beide beenen van het magneetjuk met den primairen stroomdraad, zoodat een oven verkregen werd waarvan fig. No. 19 U een beeld geeft. Deze oven voldeed inderdaad aan de gestelde eischen, doch toen men grootere ovens ging bouwen bleek hij een groot inconvenient te bezitten, n.l. de belastingfactor was zeer laag, trouwens dit zelfde was bij den Kjellinoven ook al gebleken. Om U de beteekenis daarvan te doen begrijpen moet ik even een klein uitstapje maken op het gebied der electrotechniek.

Wordt een stroom, die door een geleider vloeit, plotseling verbroken, dan zal het gevolg daarvan zijn het optreden van een inductiestroom. Bij een wisselstroom waar voortdurend een verandering van stroomrichting bestaat, zal ook voortdurend een inductiestroom optreden, die tegengesteld gericht is aan de oorspronkelijke en die sterker zal zijn als het aantal wisselingen toeneemt. Haar sterkte zal verder afhangen van de primaire stroomsterkte en van de vorm der geleiders. Of nog beter gezegd: de electromotorische kracht van zelfinductie is evenredig met de coefficient van zelfinductie en met de frequentie der wisselstroom.

Het resultaat van het optreden van deze inductiestroom is, dat, als de spanning der wisselstroom op een gegeven moment zijn maximum heeft bereikt, de stroomsterkte nog niet haar maximum heeft bereikt. De stroomsterkte is dus steeds achter bij de spanning. Zie de figuur.



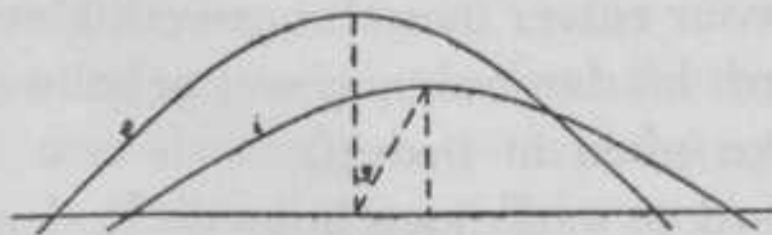
Bij gelijkstroom is de energie die toegevoerd wordt in een systeem te meten door de voltage met de amperage te vermenigvuldigen.

Bij den wisselstroom gaat dat niet meer op en is de energie:

$$P = ei \cos \varphi$$

De hoeveelheid energie zal dus afnemen als φ grooter wordt en omgekeerd. Het zal dus zaak zijn φ altijd zoo klein mogelijk te maken. Deze $\cos \varphi$ heet de belastingfactor. Verder is:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{mL}{r}$$



waarin m een factor is van het aantal perioden, L de coefficient van zelfinductie en r de Ohmsche weerstand voorstelt. Men ziet

uit de figuur dat φ klein wordt als r groter wordt of als mL kleiner wordt.

Bouwt men nu groter ovens dan wordt de doorsnede van het bad groter, de weerstand kleiner, de belastingsfactor kleiner en de energie aan het bad toegevoerd minder. Wil men dus dit laatste niet zien verminderen dan is het eenige mogelijke de factor m te verkleinen dus een kleinere frequentie te nemen. Hiervan is het gevolg een veel duurder dynamo, daar bij laagfrequentiegeneratoren het aantal wikkelingen en dus de hoeveelheid koper onevenredig toeneemt. Ziehier het groote inconvenient van den inductieoven.

Rodenhauser heeft aanvankelijk getracht dit bezwaar op de volgende wijze op te heffen. Hij wond om de magneetkernen, behalve de primaire stroomleiding ook een secundaire. De stroom leidde hij naar twee stel, telkens tegenover elkander liggende, poolplaten die U in de figuur kunt zien. Zij zijn door een bijzondere laag materiaal van het bad gescheiden. Dit materiaal wordt bij hooge temperatuur geleidend, waardoor de secundaire stroom in het bad kan treden en dit door weerstandsverhitting zal helpen verwarmen. Hij heeft daardoor de belastingfaktor belangrijk weten te verbeteren. Voor een 5 tons oven kon nu wisselstroom van 15 perioden worden gebruikt, terwijl Kjellin bij die capaciteit tot 7 perioden moest teruggaan. De belastingfaktor steeg van 0.5 tot 0.8 en de secundaire wikkelingen namen 20—30 % van het totale verhittingswerk op zich. Zoo dadelijk kom ik op die belastingfaktor nog even terug.

De bekleeding der oven bestaat uit magnesiet en teer en het dak uit magnesietvormsteen. De transformatorwikkelingen worden door middel van luchtventilatie gekoeld (fig. 20) en de geheele oven is kipbaar opgesteld (fig. No. 21). De primaire stroomspanning is gewoonlijk 5000 Volt. De stroomsterkte die in de middellaard optreedt kan geschat worden op 40.000 Amp. Aan beide zijden van deze haard zijn deuren, waardoor de noodige werkzaamheden kunnen worden verricht. Men heeft verder de ruimte in den oven zoo ingericht dat geen slak in de ringvormige kanalen kan treden en deze dus uitsluitend dienen voor warmteopwekking.

Het zal U duidelijk zijn dat deze oven slechts te gebruiken was voor een- en twee-fazige wisselstroom. Daar echter drie-fazenstroom veel voordeelen biedt lag het voor den hand de oven zoo in te richten dat ook deze stroomsoort was te gebruiken. Rodenhauser bracht toen het type in den handel dat U op fig. No. 22 ziet.

Reeds spoedig bleek de vorm van dezen oven weinig geschikt voor metallurgisch werk. De haard is zeer weinig overzichtelijk en men kan, wegens de magneetjukkan, slecht toegang verkrijgen tot de binnenste haarddeelen. Ook deze bezwaren heeft Rodenhauser weten te ondervangen. In plaats van drie magneetkernen tot een juk vereenigd, neemt hij twee jukkan en van elk juk omwikkelt hij slechts een been en past daarbij de Scott'sche schakeling toe, die in de electrotechniek algemeen in gebruik is voor het transformeeren van drie- in twee-fazenstroom en omgekeerd. Op fig. No. 23 is deze schakeling en de algemeen schematische vorm van dit oventype duidelijk te zien. Fig. No. 24 geeft een platte grond en doorsnede ervan te zien. Men ziet dat de secundaire windingen en de poolplaten zijn vervallen. In de praktijk bleek men nog al eens last van die poolplaten te ondervinden, omdat ze de constructie der ovenbekleding te ingewikkeld maakten en bovendien nog al eens doorsmolten. Men heeft nu op andere wijze getracht de belastingsfactor te verhoogen, hetgeen ook inderdaad gelukt is. Zooals ik reeds opmerkte zal de belastingsfactor grooter worden met het toenemen van de Ohm'sche weerstand en het afnemen van de zelfinductie. Om dit te bereiken heeft men de vorm der ringen uitgerekt, daardoor een grootere gootlengte en dus een grooter weerstand verkregen. Ook de zelfinductie is gunstiger geworden, daar deze geringer wordt naarmate de vorm der geleiders meer van den cirkelvorm afwijkt. Tevens heeft men daardoor een gunstiger haardvorm verkregen. Deze verandering bleek zoozeer een succes dat te Völklingen een 20 tons-oven gebouwd kon worden voor draaistroom met 25 perioden, werkende met een belastingsfaktor van 0.75.

Fig. No. 25 laat U het magneetjuk zien voor een gelijkstroomoven van 20 ton, welke in Amerika gebouwd is.

In de lichtboogoven zijn betrekkelijk belangrijke stroomstooten niet te vermijden, welke ten gevolge hebben dat de stroombron in staat moet zijn meer energie te leveren dan gemiddeld noodig is. Zij moet dus sterker zijn dan die voor een inductieoven van dezelfde capaciteit, daar hier van stroomschommelingen geen sprake is. Zie fig. No. 30. Ook het elektrische rendement is bij den inductieoven gunstiger. Bij den lichtboogoven ontstaan door de overgangsweerstanden in de electroaansluiting en door de weerstand in de electroden belangrijke elektrische verliezen, die nog verhoogd worden door de koelverliezen op de plaatsen waar de electroden door het dak gevoerd worden. Metingen aan een Röchling-Rodenhauser-oven hebben uitgemaakt dat 97 % van de energie die toegevoerd wordt aan den oventransformator omgezet wordt in warmte.

Een lichtboog is een gloeiende koolgaskolom, zij is dus in staat chemische reacties aan te gaan en inderdaad moet men in een lichtboogoven voorzorgen nemen dat het staal geen koolstof opneemt van den lichtboog. Ook kan het kiezelzuur der ovenbekleding gereduceerd worden en hierdoor Si in het bad opgelost worden. Hiervan is in een inductieoven geen sprake. Breekt een stuk van één der electroden af dan is het bijna zeker dat de charge niet te gebruiken is voor het vooropgezette doel.

In een lichtboogoven is de temperatuur op enkele plaatsen, n.l. daar waar de boog zich vormt buitengewoon hoog en altijd hetzelfde. In een inductieoven is de temperatuur zeer gelijkmatig verdeeld en kan men elke temperatuur bereiken die men wenscht.

Daar tegenover staat dat inductieovens meer kosten in aanleg, zoowel wat de oven zelf als wat de generator betreft en men is genoodzaakt altijd voor een vloeibare charge te zorgen, daar het bestaan van een aaneengesloten metaal massa voor het doorleiden van de stroom noodzakelijk is. Voor insmelten van schrot is de inductieoven dan ook minder aanbevelenswaardig. Daarentegen voor het vervaardigen van werktuig-, sneldraai- en andere prima-kwaliteit-stalen heeft de inductieoven en speciaal die van Röchling-Rodenhauser zijn weerga niet. Met behulp van dezen oven is het dan ook mogelijk te Völklingen uit de slechtste ertsen (minette)

de denkbaarst beste kwaliteit staal te vervaardigen. Waar men echter een kwaliteit wenscht die niet te duur mag worden is het gebruik van den lichtboogoven, zijnde goedkooper in aanleg, aan te bevelen.

Ten slotte volge hier nog een overzicht van de belangrijkste lichtboogoventypes.

Men onderscheidt de volgende types:

- 1e. Bestralingsovens (Stassano, Bonn, Rennerfelt).
- 2e. Ovens met onderbroken lichtboog en met stroomtoevoering door den bodem (Girod, Grönwall, Nathusius).
- 3e. Ovens met onderbroken lichtboog en zonder stroomtoevoering door den bodem (Heroult).

Fig. No. 26 laat U de verschillende typen zien.

Men kan de electroden nagenoeg horizontaal plaatsen en zich tusschen hen een lichtboog laten vormen. Deze kan dan onafhankelijk van het metaalbad branden, zoodat dit alleen door straling wordt verhit. Dit noemt men stralingsovens. Deze kan men weer in twee typen onderverdeelen, n.l. dat waarbij de lichtboog ongeveer horizontaal blijft en dat waarbij deze als het ware naar beneden wordt geblazen. Dit laatste principe is door Rennerfelt uitgewerkt. Hij plaatst een electrode vertikaal en de twee andere ongeveer horizontaal. Door een bijzondere schakeling geeft hij de vertikale electrode meer stroom dan de twee andere, waardoor hij het bedoelde effect bereikt. Deze oven is wel het meest geschikt voor het insmelten van schrot en voor de behoefte van machinefabrieken en werven, Het andere type dat vertegenwoordigd wordt door de ovens van Stassano en die van de Bonner Maschinenfabrik is voor dat doel ook zeer geschikt. Zij hebben drie ongeveer horizontale electroden, die hydraulisch bewogen kunnen worden en door speciale electrodenkamers van de buitenlucht zijn afgesloten. Een nadeel is dat de zuiver driezijdig symmetrische belasting van den oven lastig te handhaven is. Fig. No. 27 geeft de Stassanooven in doorsnede en op fig. No. 28 is een tweetal Bonner ovens afgebeeld.

Door Girod werdt het eerst voorgesteld de stroom door vertikale electroden aan het bad toetevoeren en haar aan de onder-

zijde weg te voeren door bodemelectroden. De stroom loopt dus hier dwars door het metaalbad en wel in vertikalen zin. De electroden bestaan uit gietijzer en worden door een waterstroom gekoeld. Deze electroden vormen een zwakke plek in de constructie en het komt dan ook nog al eens voor dat de bodem op die plaats doorsmelt. Verschillende constructeurs hebben daarom iets anders bedacht. Zij maken de bodem uit een materiaal dat behoort tot de z.g. geleiders der secundaire klasse, dat dus eigenlijk pas goed geleidend wordt als de temperatuur tot een 600 à 700 gr. wordt opgevoerd. Fig. No. 29 geeft U een idee van de verhoudingen van temperatuur en weerstand in een dergelijk materiaal. Grönwall heeft o.a. een oven geconstrueerd die op dit principe berust en waarvan fig. No. 30 U een beeld geeft. Zoo-wel gewone wisselstroom als draaistroom zijn hier, en trouwens ook in den Girodoven, te gebruiken, zooals fig. 31 laat zien.

Laat men de bodemelectroden weg dan passeert de stroom van de eene electrode naar het metaalbad en dit horizontaal doorlopende naar de tweede electrode. Het gevolg is dus dat in elk stroomcircuit twee lichtbogen achter elkaar zijn geschakeld. Te begrijpen is het dus dat de stroomspanning hier ongeveer het dubbele moet zijn van die in den Girodoven. Dit maakt dat de stroomsterkte voor een oven van dezelfde belasting ongeveer de helft kan zijn, hetgeen inderdaad een voordeel beteekent. De afmetingen van electroden en andere toevoerleidingen kunnen daardoor n.l. beduidend kleiner zijn. Daar staat tegenover dat het gevaar van kortsluiting in den oven weer grooter is dan bij den oven met bodemelectrode hetgeen bij het insmelten van schrot nog al eens voorkomt. De oven van Heroult is wel de voornaamste vertegenwoordiger van dit type. De fig. Nos. 32 en 33 verduidelijken het een en ander.

De ovens van Girod en van Heroult zijn wel de meest voorkomende groote electroovens die ook voor het uitvoeren van een gedeelte van het raffinageproces meer en meer gebruikt worden.

GEOLOGISCH WERK IN INDIË.

*Verslag der lezing, gehouden voor de Mijnbouwkundige
Vereeniging op 27 April 1920*

door Dr. W. C. KLEIN, m.i.

Zooals alle onderzoekingswerk heeft geologisch werk in Indië zijn bijzondere bekoringen en zijn bijzondere moeilijkheden. Maar iets speciaals van dit werk is toch, dat en de bekoring en de moeilijkheden beide zeer groot zijn. De bekoring ligt in den aard van den arbeid, die zich dikwijls tegenover grootsche probleemen geplaatst ziet en van veel wetenschappelijk belang is, zij ligt ook in de schitterende oplossingen die men na weken zwoegens en nadenkens door een mooie waarneming in een enkelen dag verkrijgt, ten slotte is er veel aantrekkelijks in alle geologisch werk voor iemand, die veel van natuurschoon houdt, ja dit is bijna een „conditio sine qua non” voor het welzijn van den geoloog in Indië.

De moeilijkheden liggen in de vermoeienis van het werk in de tropen, de Europeaan is zeer zeker voor dat klimaat niet geheel geschikt en de aanpassing stelt zware eischen. Het urenlang in de zon of in het water loopen, dag in, dag uit is al afmattend op zich zelf; dit zware fysieke werk gaat gepaard met een intensief gebruik van de oogen en met voortdurend hersenwerk, want het zal velen Uwer wel bekend zijn, dat men bij geologisch werk, vooral in het begin van een onderzoek nog slechts over sporadische waarnemingen beschikt en dan zijn voorstellingsvermogen sterk moet laten werken om van de vele verschillende oplossingen, waarmede de enkele waarnemingen zich laten vereenigen, de meest waarschijnlijke op te sporen.

Dit denkwerk vordert veel tijd en het is verwonderlijk, hoe dikwijls men de dingen moet overdenken, om tenslotte alle mogelijkheden onder het oog te hebben gezien, en er geen een te vergeten. Ja, groote vergissingen, die bij geologisch werk gemaakt worden, zijn dikwijls gevolg van de verkeerde combinatie of interpretatie van overigens goede waarnemingen.

Daarom is het van zooveel belang in geologische publicaties en rapporten de waarnemingen afzonderlijk te vermelden en scherp te scheiden van de interpretatie of conclusie.

Om kort te zijn, dit denkwerk verricht men zooveel mogelijk te velde en men vindt er de beste gelegenheid voor bij het loopen van de eene ontsluiting naar de andere of bij het naar huis of bivak loopen in den namiddag.

Vele geologen doen een te groot deel van dit werk thuis, waar men wel meer op zijn gemak is en aan zijn schrijftafel beter de dingen overpeinzen kan dan te velde in de felle tropenzon met een bezweet en vermoeid lichaam, maar men kan in Indië maar niet zoo gemakkelijk nog eens terugkeeren naar het terrein om de een of andere hypothese nog eens te toetsen, als in Europa. Soms is de werkkamer een week of meer reizens van het werkterrein. Werkt men zijn hypothese te velde uit, dan kan men onmiddellijk iets toetsen, waar zulks mogelijk is. Het is een feit, dat men bij het afloopen van een terrein de eerste keer nooit alles observeert, wat te zien is of althans niet alles onthoudt of noteert, wat men zag. Men zal altijd ontwaren, dat een oplossing, die men over de stratigrafie en tectoniek van een gebied op zekeren dag vindt nog kan worden getoetst aan enkele dingen, waarop men niet had gelet. Men kan niet alles noteeren en onthouden omtrent kleur, verweering, gekleefdheid en fossielinhoud of concreties in gesteenten, welke men heel lang en grondig bekeek.

Zelve herinner ik mij op Java twee terreinen minutieus te hebben onderzocht en toch moest ik er later weder heen, omdat elders in een kleisoort door mij concreties waren opgemerkt, die ik van deze twee terreinen niet kende, doch er toch voor moesten komen, als de door mij gevonden stratigrafische indeeling goed was. Terugkomende vond ik ze op die terreinen in zoo grooten getale,

dat ik inderdaad verbaasd was, ze de eerste maal over het hoofd te hebben gezien. Het is bij geologisch waarnemen als bij het instellen van een camera: datgene waarop men instelt wordt het scherpst gezien.

Als men bijv. een Maasgrintmassa wil onderzoeken op de meest minutieuze wijze, zal men niet op alles tegelijk kunnen letten, maar bij het dwalen der oogen over de steenmassa moet men eerst speciaal letten op bijv. kiezeloëlieten en daarna op revinien-kwart-sieten, op bazalt, porphyriet, bepaalde vuursteen, enz.

Dan zal men alles vinden, zelfs al komen deze dingen slechts eenmaal op de duizend steenen voor.

Deze opmerkingen gelden tendeele voor geologisch werk in het algemeen en ik wil hier niet verder over uitwijden.

Bepalen wij ons tot Indië.

Bij aankomst in Indië doet men goed een maand in een stad te blijven ter acclimatisatie en ter aanleering van het eerste, voor ons meer dan voor anderen zoo onontbeerlijke *Maleisch*, wanneer men zich geen speciale moeite geeft, zal men echter toch in deze eerste maand nog weinig leeren en er te velde meer moeite mee hebben dan anders. Men make een paar tochten per trein of per fiets in de kampongs en wandele eens dwars door de velden van de eene dessa naar de andere, waarbij men gewend raakt aan het vragen van den weg, het loopen over sawah-dijkjes en het kruisen van beken en tevens bemerkt, dat de inlander ons altijd vrijelijk laat loopen over zijn bouwlanden en door zijn kampongs en ons ook onzen gang laat gaan bij het verbreken van een bamboehaag, al zal hij het zeer op prijs stellen, als men de geopende haag weer achter zich sluit, als men leeftocht meeneemt doet men al wat ondervinding op met het aantal koelies, dat daarvoor noodig is.

Ook zorge men in de eerste maand voor zijn *uitrusting*, die men alleen in Batavia of Soerabaja goed koopen kan en waarbij men, als het eenigszins mogelijk is, een in Indië bekend collega moet meenemen. Men koopt dan schoenen, een veldkeuken, een veldbed met klamboe, een thermosflesch, eventueel een veldstoel en veldtafel, beiden opvouwbaar, en ook late men blikken maken, waarin camera, barometer en binocle kunnen worden ge-

borgen en gedragen door koelies. Behalve een geologische hamer is een klein schopje („patjol”model) van veel nut. Het aantal en het gewicht dezer artikelen schijnen den nieuweling erg hinderlijk toe, maar men bedenke, dat koelies alles dragen, behalve hamer en compas en universaal mes met blikopener.

Ook moet men wat verbandmiddelen en medicijnen voor zichzelf en zijn koelies medenemen en het gebruik van deze kennen. Zelve heb ik verzuimd verbanden te leeren leggen en had daardoor op tochten in Atjeh, waarbij mijn koelies veel beenwonden opliepen, den grootsten last. Men kan ook literatuur vinden over deze uitrustingsquaesties, maar deze leze men eerst na den eersten tocht in onbewoonde streken, omdat men eerst dan de gegeven wenken goed begrijpen, waardeeren en schiften kan. Dergelijke geschriften zijn o. a.:

1. W. VOLZ: Ausrüstung und Reisepraxis.
Tijdschr. v.h. Kon. Ned. Aardr. Gen., XXVIII, 1911, p. 247-278.
2. Hints on outfit for travellers, in tropical countries bij C. F. Harford, London. Royal Geog. Soc.
3. Hints for travellers, edited for the council of the Royal Geographical Society by E. A. Reeves.
Vol. I: Surveying and practical astronomy.
Vol. II: Meteorology, Photography, Geology, Naturel History, etc.: London, Royal Geogr. Soc.
4. Handbook of travel, prepared by the Harvard travellers club Cambridge 1917.
5. Een of ander boek over tropenhygiene, zooals: War against tropical discase bij Andrew Balfour, London 1920.

Het beste is wel op Zaterdagmiddagen en Zondagen van uit Batavia of een andere groote stad, waar men de eerste maand is, uitstapjes te maken, waarbij men al de gekochte dingen al eens gebruikt, door bijv. den *Salak* te beklimmen en op het punt, dat men 's Zaterdagavond bereikt, te overnachten. Het is volstrekt zeker, dat men bemerkt nog iets te hebben vergeten of iets onpractisch te hebben ingericht en ook overigens met de taal enz. allerlei moeilijkheden heeft en men kan dan nog voor het definitieve vertrek uit de stad de zaak verhelpen. „Onderlinge Hulp” was

destijds een der beste magazijnen voor inkoop van allerlei aard, behalve *schoenen*, die men bij een Chinees kan laten aanmeten en van 1 c.m. dikke zolen laten voorzien. De beste schoenen verslijten soms in een maand en men moet dus vele paren meenemen en ook wat reserve spijkers koopen. De schoenen moeten onder de veters gesloten zijn met een apart stuk leer, niet zoo zeer tegen het water, dat toch binnen dringt, als men de schoenen ten deele van het zoo prettig zittende zeildoek laat maken, maar meer tegen de „patjets” (bloedzuigers) die in den regentijd in de buitenbezittingen zoo buitengewoon hinderlijk kunnen zijn en dan o.a. door de vetergaten den voet bereiken, als men niet deze leertjes in de schoenen heeft. Vooral het schoeisel probeere men eerst op een „week-end” uitstapje en late bijmaken, als ze goed zijn. Men moet ze 's avonds in laten smeren met vaseline en ze nooit in de zon, doch alleen in den wind laten drogen en den huisjongen bij deze dingen controleeren. Men kan inderdaad niet genoeg letten op zijn schoenen, want goede schoenen zijn even onmisbaar als hamer en compass. Daarom neme men reserve hamer en reserve compass steeds mede.

Het is noodzakelijk als beenbekleeding de zgn. beenwindsels of „puttéés” te gebruiken, welke niet zoo vermoeien als lederen beenkappen, maar ook de eenige beenbekleeding vormen, welke aan patjets afdoende belet om onder in de broekspijpen te dringen.

Dikke sokken zijn in den beginne aan te bevelen. Steeds neme men een Burberry-regenjas mede, die men immers toch niet hoeft te dragen.

Werktijd-Vrije tijd.

Hieromtrent verschillen de smaken. Persoonlijk heb ik in al de jaren, dat ik òf op de Buitenbezittingen òf op Java werkte steeds den dag als volgt ingedeeld: opstaan om 5.30, het veld in om 6.15 (als de dagen het langst zijn al om 6.00, bij regen eerst om 6.30) en dan aan een stuk doorwerken tot 1.30 à 2 uur, meestal het naar het bivak terugkeeren inbegrepen. Als eenig voedsel, tevens drank, gebruikte ik een blik melk om ± 11 uur 's-morgens.

Men kan wel is waar nog langer werken en doet dit ook wel eens, als de aard der excursie het medebrengt of bijv. de gevonden resultaten spannend zijn, doch 8 uren is meer dan genoeg en men

is dan toch reeds na 12 uur niet meer tot observeeren met de volle scherpte, zooals 's morgens vroeg, in staat. Slappe thee en koffie zijn ook goede dranken voor onderweg, voor honger zijn kwattareepen of hopjes goed.

Thuis onmiddellijk baden en zich omkleeden in pyama en dan eten en onmiddellijk daarna slapen, één of anderhalf uur lang. Om half vijf is men dan weer opgefrischt en uitgerust en kan men, zij het ook met tegenzin, zijn kaarten en notities bijwerken. Men moet niet alleen alles afmaken en het *nooit* tot den volgenden dag uitstellen, maar bovendien nog een goeden tijd nemen voor het overpeinzen der verkregen gegevens op de kaart nadat ze gereed is.

Werkwijze.

Deze verschilt aanmerkelijk, al naar de *kaarten* die van het gebied al of niet beschikbaar zijn. Op de *buitenbezittingen* heeft men in gunstige gevallen kaarten op schaal 1 : 200.000 of 100.000 waaraan men bij het dagelijksch werk niets heeft, tenzij bij meer globaal pionierswerk.

Men moet er zijn eigen topografische kaart maken en eerst later, als men een groot gebied zodoende zelf bewerkt heeft, meestal op schaal 1 : 10.000, kan men de verkregen kaarten reduceeren tot de schaal der beschikbare topografische kaart 1 : 100.000 of 1 : 200.000. Men bemerkt dan somtijds, dat deze kaart nog foutief was.

Het maken der eigen kaart 1 : 10.000, die bij allerlei speciale onderzoekingen in concessies enz. noodig is, geschiedt op verschillende wijze.

- 1e. door een inlandschen opnemer na afloop van het eigen werk.
- 2e. door een inlandschen opnemer voorafgaande aan de eigen excursie.
- 3e. door den geoloog zelf tijdens de geologische excursie.
- 4e. door den geoloog zelf na de geologische excursie.

Het werk *onder 1e.* is wel het verkieselijkst, doch men zal verbaast staan over de ellende, die men erbij beleeft, als de opnemer voor ons wordt uitgezocht door een niet-deskundige of door een deskundige, die zijn goede inlandsche krachten liever zelf houdt.

Daarom eische men met véél nadruk *goede* en dus ook goed betaalde inlandsche opnemers. Europeesche zijn haast niet te krijgen.

Contrôle der opname geschiedt door rondmeting, waarbij na het in kaart brengen de veelhoek gesloten moet zijn.

Om den opnemer te oriënteren moet men alle punten, waar men zelf iets geobserveerd en genoteerd heeft, van nummers voorzien, die men op piketjes, in het bosch gekapt, of op ontschilde boomstammen schrijft met inktpotlood, boven het peil van eventuele „banjirs”. Bij kleine rivieren met veel kronkels kan men ook eenvoudig de geheele rivier met al haar kronkels laten opnemen en kan dan, als men zelfs bij de geologische opname een schets heeft gemaakt, de observatiepunten zelve intekenen. Het maken van een schets met lengteschatting, zonder meting der lengten dus, kost bijna geen tijd.

Meestal zijn langs rivieren de waarnemingen niet zoo talrijk en langs voetpaden en wegen nog minder en kan volstaan worden met het opmeten der geplaatste piketten met de boussole tranchemontagne en kunnen de tusschen gelegen ontsluitingslooze rivier- of padgedeelten zonder details worden opgenomen. Opname van hoogtelijnen heeft zelden nut. Als men haast heeft, is dit het beste; als men tijd heeft en voorziet dat later een ander op het werk moet voortbouwen, in de meeste gevallen dus, is het veel beter de ontsluitingslooze gedeelten van kronkelende rivieren en wegen ook heel nauwkeurig met inbegrip van alle kleine bochten op te nemen, omdat dan later een ander de ontsluitingspunten, die zich vooral bij rivieren sterk wijzigen, kan terugvinden.

Vooraf is het ook goed, omdat deze opvolger dan nieuwe waarnemingen bij nieuwe ontsluitingen in dezelfde rivieren of door graafwerken verkregen op de oude kaart kan intekenen, of, als men een nieuwe grootere kaart maakt, bijv. 1 : 5.000, kan men de oudere gegevens zonder fout op de nieuwe kaart overbrengen.

Het is mij opgevallen, hoe weinig geologen, die een kaart maken, *rekening houden met hun opvolgers* en hoe zelden zij trachten het dezen laatsten gemakkelijk te maken, als zij hun gegevens te velde willen terug vinden. Daardoor is het tevens te verklaren hoe dikwijls men zelf de oudere gegevens, die omtrent een terrein bestaan,

niet gebruiken kan, omdat men op de excursies niet precies kon vaststellen waar de punten lagen, waar de voorgangers hadden waargenomen. Het lastigst is dit bij graafwerken (meest putten) wijl deze gegevens, meestal richting- en hellingmeting van lagen, niet dan met veel tijdverlies en kosten weer opnieuw te krijgen zijn. Langs rivieren gaande, kan men natuurlijk ook alleen met veel tijdverlies de geologische en fossielwaarnemingen herhalen die onze voorganger deed. Op het belang van dit punt, het maken van goede topografische opnamen, zij het ook slechts van enkele rivieren en paden, kan niet genoeg gewezen worden. Elke bocht en liefst ook elke bijzonderheid moet worden ingetekend. Van veel nut is een uniforme zeer korte wijze van noteeren en zooveel mogelijk schrijve men alles op de kaart.

Wanneer de geologische opname vooral steunt op *graafwerken* in den vorm van putten, zooals in zachte tertiaire lagen veel het geval is als groote nauwkeurigheid vereischt wordt bij *tectonische* opnamen, bijv. van petroleum houdende zadels, waarbij de putten meer dienen voor het meten van richting en helling der lagen, dan voor het observeeren der gesteenten, worden deze putten gemakshalve op een reeks rechte lijnen (gekapte paden, rintissans) geplaatst, welke alle gekapt worden van uit een hoofdrintis, welke bij voorkeur evenwijdig aan de plooiing loopt en op bekende punten der bestaande topografische kaarten aansluit.

Hier nummert men dan de putten op dezelfde wijze en geeft ook nummers aan de enkele andere observaties, die men in kleinere beken of paden nog kon doen.

In zijn notitieboek heeft men reeds lang geleden deze putten met hun nummers en de gedane waarnemingen genoteerd en dank zij het eenvoudige rechtlijnige verloop der rentissans kon men ook reeds een schets maken en behoeft de opnemer desnoods eerst te komen, als men zelf het terrein reeds verlaten heeft.

Natuurlijk blijft het ten allen tijde *beter de kaart onmiddellijk op het terrein zoo spoedig mogelijk door den opnemer te laten uitwerken* op een medegenomen opvouwbaar teekenplank en millimeterpapier. Men maakt dan niet de zoo veel voorkomende fout, dat uit de kaart later thuis de vraag oprijst, die alleen op het

terrein door extra werk nog had kunnen worden beantwoord en waarvoor men dan, met soms een week tijdverlies, terug behoort te keeren, als men zulks nog doet.

Onder 2e. werd topografische opname genoemd, die aan de eigen geologische excursie voorafging. Dit loont alleen, als men détailopnamen doet langs rivieren of wegen, welke zeer veel ontsluitingen toonen en ook voldoende bochtig zijn om ons in staat te stellen bij de latere opname met de kaart in de hand op elk oogenblik precies te weten, waar we ons bevinden. Lange rechte wegen zijn er niet geschikt voor, rivieren met lange rechte stukken zijn zeldzaam, doch de intekening van talrijke waarnemingen langs zoo'n lang recht stuk is meestal toch gemakkelijk als de kaart goed is, want dan zijn er door een goeden opnemer wel bijzonderheden, als steilwanden, mondingen van meestal zeer talrijke kleine zijriviertjes, genoteerd.

Het is een wijze van werken, die men vooral voor opname van *stratigraphische detailprofielen* toepast, bij welke men de schaal 1 : 5.000 of 1 : 2500 gebruikt. Men werkt met de kaart in de hand en kan bij 1 : 2500 alles noteeren op de kaart, hoevéél het ook is.

De opnemer teekent zijn opname eerst op millimeterpapier en calqueert ze dan. Daarna laat men dan twee witdrukken maken, een *veldkaart* en een *netkaart*.

Onder 3e. noemden wij het maken van de kaart door den geoloog zelf tijdens de excursie.

Dit komt telkens voor en elk geoloog, niet alleen in Indië, dient hierin eenige routine te hebben. Het beste is, dat men opneemt op de schaal 1 : 10.000. Men teekent zijn schetskaart op millimeterpapier, dat in een notitieboek-vorm gebracht is en met blanco bladen doorschoten, ingebonden is. De richtingen van den op te nemen veelhoek meet men met het compas, de afstanden met een in het bosch gesneden rottan van 10 M. lengte, met een meetband (kettingen zijn volumineuzer maar duurzamer) of met het oog door schatting. In het laatste moet men zich oefenen, zoowel op het land als op kleine en groote rivieren. Bij de laatste is het moeilijk en overschat men steeds. Het afpassen te velde van de gemeten afstanden en azimuthen op de kaart vordert te veel tijd; men

schetst beide in en schrijft desnoods bij elke zijde van den veelhoek afstand en azimuth, voor het geval men de kaart thuis wil overteekenen of wil laten overteekenen. Men bereikt al vrij spoedig tamelijke nauwkeurigheid bij directe intekening zonder dubbele decimeter te velde, wijl men de afstanden schat in tientallen meters en steeds de millimeters voor zich heeft op het millimeterpapier, zij het ook slechts in twee richtingen. Het gemeten azimuth kan men vrij nauwkeurig inschetsen volgens de *spiegelbeeld methode*. Dit is een handigheidje, dat even beschreven dient te worden. Men houde nml. het Noorden op kaart en compasrand steeds aan elkaar evenwijdig door omklemming van beide met de hand en bij meting van een azimuth richte men de N.Z.-lijn van den compasrand en dus ook die van de kaart op het veelhoekpunt voor ons (een opvallende boom, een inlander, een ontsluiting, een groote steen of iets dergelijks). Als men nu op de kaart van uit het veelhoekpunt, waar men staat, een lijn trekt (op het oog) in een richting, die het spiegelbeeld is der richting, door de noordhelft der naald van het compas aangenomen, heeft men het betreffende veelhoekstuk ingetekend, mits men aan dit lijntje nog zooveel millimeters lengte geeft, als het tientallen meters (rottanlengten) lang is. Men kan zich in zijn huis of tuin in deze methode oefenen, en zichzelf controleeren, omdat men bij rondwandeling en intekening van een gesloten veelhoek weer op hetzelfde punt uitkomen moet.

Bij het *karteeren in een bootje op een snelstroomende rivier* heeft men handen vol werk, als men geologie en topografie tegelijk verzorgen moet. Men gaat op een plankje zitten en legt op een kistje dat men tusschen de knieën zet, de kaart en het compas, welker noordrichting men steeds parallel houdt en tevens in de richting der rivierstukken, die men als veelhoekzijden in lengte schat en intekent.

Onder 4e. stipten wij het maken van de topografische kaart aan door den geoloog zelf na de geologische excursie. Dit wil feitelijk zeggen dat hij tegelijk topograaf wordt. M.i. moet men dit à tout prix vermijden, het is vervelend werk, en als men geologensalaris heeft en topografenwerk doet, is dat ook niet in het

belang van den opdrachtgever, die het werk betaalt, dat zooveel goedkooper kan gebeuren.

Dit waren eenige bijzonderheden over de wijze van werken bij het maken der topografische kaart. Op *Java* heeft men dikwijls goede kaarten, bijna steeds zulke 1 : 50000, soms heele goede van 1 : 25000, en in boschdistricten kaarten 1 : 10000, wel is waar zonder hoogtelijnen.

Voorts komen gaandeweg voor geheel *Java* van de gebieden buiten de bosschen landrentekaarten op de schaal 1 : 5000 gereed, welke evenals de boschkaarten prachtig geschikt zijn voor detailopnamen voor speciale doeleinden (petroleumterreinen, bouwsteen-terreinen, bruinkoolterreinen).

Werkwijze bij het geologisch gedeelte.

1e. *Op Java.* Dit werk is geheel van den aard als dat in Europa. Men heeft overal wegen en overal uitzicht en beschikt meestal over kaarten, die minstens zoo goed zijn als de Europeesche. Het verschilt alleen wat betreft het gebruik van inlanders, die heel goedkoop zijn en bijzonder veel nut kunnen afwerpen. Men neme een betrouwbaar inlander, die Maleisch en Javaansch of Soendaneesch spreekt en leide deze tot *geologisch mandoer* op. Als de man niet in een week tijd weet wat ontsluitingen zijn en wat alluvium is en niet in denzelfden tijd een tiental gesteentesoorten kent, wil dat alleen zeggen, dat hij niet slim genoeg is en men een ander nemen moet. Voor gesteentesoorten, schelpsoorten e.d. die men speciaal zoekt, kieze men eenvoudige voor hem sprekende namen, die hij gemakkelijk onthoudt. Zoo noemde ik een Pecten-soort, die ik steeds zocht, voor zijn gemak „sipoet garis” d.w.z. „gestreepte schelp” en lithothamnium noemde ik in gesprekken met hem voor zijn gemak „lito”. Het kan zijn dat ik het erg getroffen heb, maar mijn mandoer heeft mij buitengewone diensten bewezen; hij vond steeds weer schelpen, koralen e.d., waar ik ze over 't hoofd had gezien, hij vergrootte laagvlakken, wier helling en richting ik wilde meten, met behulp van een schopje en sloeg alle gesteenten aan, om monsters te nemen. Als hij een klein zijbeekje langs geweest was, terwijl ik in de hoofd-

beek werkte en mij rapporteerde dat er geen ontsluitingen waren, kon ik dat onbepaald vertrouwen, hij ontdekte menige gasbron, zwavelbron, zoetwaterbron, lette op speciale rolstenen en maakte mij attent op ontsluitingen, als ik tegen twee uur naar huis ging en te moe was om nog alles op te merken. Toch was hij een gewone inlander, die alleen cijfers las en niet lezen, laat staan met kaarten overweg kon.

Ook is door mij later een *Menadoneesch topografisch opnemer tot assistent-geoloog* opgeleid en, hoewel de opleiding van dezen man, die ik meer dan een half jaar met mij mede liet loopen en in het Hollandsch allerlei uitlegde, langer geduurd heeft, zoo waren zijn ijver en zijn bekwaamheden buitengewoon. Over hem wil ik niet uitwijden, omdat de meesten uwer geen tijd en gelegenheid zullen hebben voor de opleiding van zoo'n inlandschen assistent-geoloog.

Werkwijze bij het geologische gedeelte in de buitenbezittingen.

Dit werk wijkt alleen sterk af, als kaarten 1 : 100.000 en derg. ontbreken, wat in het overgrootste deel der buitenbezittingen het geval is, en het gebied, zooals veelal, geheel met oerbosch is bedekt.

Men begint hier steeds met de opname door beken, eerst de grootte, dan de kleine, althans in onbekend gebied en zoekt bij voorkeur dwarsdalen uit. Men krijgt al veel vermoedens omtrent de plooiing, minder omtrent de breuken en voorts gegevens omtrent de laaggroepen welke in het relief van het land een rol zullen spelen. Het vreemde is, dat men dat nooit direct zien kan omdat men zoo *hoogst* zelden goed uitzicht heeft en dan nog de egale boschmassa alle reliefdetails en alle naakt gesteente en ook de meeste kleine ruggen onzichtbaar maakt. Voor de reliefstudie is het beter eenige *doorkruisingen te maken buiten de beeken*, liefst over hooge en moeilijk beklimbare gedeelten, wijl men daar de reliefvormende banken het duidelijkst aantreft. Men meet op de gewone wijze op en noteert de hoogteverschillen met een barometer. De absolute hoogte kan ons meestal weinig schelen. Bij latere opname met tranchemontagne levert deze ook de hoogten.

Zoowel voor het volgen der kleine beken, als voor de door-

kruisingen, heeft men 6 *koelies* en een *mandoer* noodig, alle voorzien van scherpe kapmessen. De scherpte zie men elke morgen zelf na. Deze menschen loopen vooruit en kappen zooveel als noodig is voor den geoloog, om zonder veel bukken of waden door diepe gedeelten van beken vooruit te kunnen komen. Een goed mandoer weet ook vaak met een enkelen messlag een tak, die het gezicht op een rotswand verspert, dien we juist willen zien, op te ruimen. Een koelie loopt onmiddellijk voor ons en waarschuwt voor kolken in de rivier of stronken, waar wij tegenaan zouden loopen bij het kijken en zoeken naar ontsluitingen rechts en links. Deze man helpt ook bij het beklimmen van den oever, dat af en toe noodig is als het water te diep wordt. Men voelt zich op den duur alleen prettig als men slechts tot even boven de knieën nat is en vermijde dus diepere gedeelten. De voorlopende koelie draagt tevens den kleinen patjol en af en toe den hamer. Als men veel monsters neemt, kan men zich nog een volgkoelie aanschaffen, die het pak papier, de etikettenboekjes en de monsters draagt.

Het is zeer moeilijk enkele *hoofdrelieflijnen* vast te leggen door het volgen en opmeten van de ruggen gevormd door harde banken, omdat deze ruggen soms sterk begroeid zijn, hoewel enkele grootere ruggen soms gemakkelijk te volgen zijn omdat er olifantpaden overheen loopen, die ook juist de waterscheiding volgen. In het oerbosch wordt het volgen en vastleggen van deze hoofd-ruggen meestal nagelaten, waardoor dikwijls breuken over het hoofd gezien worden en nooit goed inzicht in de morfologie verkregen wordt.

Een speciale werkwijze, die vooral in het oerbosch, maar ook in open terrein wordt toegepast bij tectonisch detail onderzoek in losse ontsluitingslooze jongtertiaire lagen, is het *putten graven*.

In deze putten, die men bij voorkeur door Chineezen laat maken, graaft men door de verweerde laag heen om in de diepte van 5 à 7 M. op gesteente te komen, dat nog weinig verweerd is en dientengevolge meestal nog gelaagdheid toont, met uitzondering van enkele heel losse zandafzettingen. De putten worden geplaatst op hellingen, op heuveltoppen, omdat in de dalen, ook al zijn zij

beekloos, toch dikwijls het grondwater al verschijnt voor men door de verweerde laag heen is en ook deze laag zelf soms bijzonder dik is. Overigens plaatst men ze gemakshalve op rechte lijnen, langs opengekapte rentissans, die op 100 à 200 M. afstand zijn gekapt naar rechts en links vanuit de reeds vroeger genoemde hoofdrintis.

Omtrent het proefputwerk zijn nog veel wenken te geven, die echter in dit bestek te veel plaats zouden innemen.

Men make ze steeds goed diep, ook al kost het wat meer, want zodoende ontgaat men het effect van het „creeping”-verschijnsel en zodoende kan men ook een beter gemiddelde nemen bij het meten van hellingen in zanden met diagonaalstructuur. Als men de putten steeds 7 M. diep laat maken, heeft men dikwijls 2 à 4 meter goed gelaagd gesteente voor oogen en kan bovengenoemde storende factoren beter herkennen en beoordeelen, afgezien van het feit, dat men bij weinig gelaagde gesteenten veel meer kans heeft op het vinden van een voegvlak als het over eenige meters goed onverweerd te zien is.

Werkwijze in vulkanische gebieden.

Deze wijkt erg af van die in Europa. De verweering is zoo intensief, dat men op de flanken van den vulkaan in het algemeen nooit agglomeraten van lavastroomden onderscheiden kan. In de beken alleen kan men de harde gesteenten, met name dus de lavastroomden herkennen aan de watervallen. Deze beken liggen verder vol met reusachtige blokken lava van kamer- of huisgrootte en zijn ook wegens de vele watervallen, moeilijk te volgen.

Vervoermiddelen.

Op Java kan men bij zijn werk dikwijls gebruik maken van auto's, zooals men in Europa zoo dikwijls van uit een comfortabele standplaats per trein naar zijn excursieterrein gaat en weer terugkeert. Op Java zijn niet zooveel treinen, maar bereikt men hetzelfde met auto's, waarmede men wel is waar in den drogen tijd bijzonder veel meer kan doen dan in den regentijd. De droge tijd is er in 't algemeen een prachttijd voor geologisch werk.

Voor cartearing op 1 : 25000 kan men veel *werken vanuit groote*

plaatsen, die op het te bewerken kaartblad liggen; voor detailwerk in een speciaal gebied, bijv. een concessie, die soms ver van groote plaatsen en hotels ligt, *woont men ook steeds het best op het te carteerden gebied* en neemt dan zijn intrek ten huize van den een of anderen inlandschen gouvernementsambtenaar, bijv. een assistent wedono, een dessahoofd, een mantri of wachter van het boschwezen, een politie mantri, opium mantri, enz. Deze menschen helpen ons het best, als men zich door hun Chefs per brief bij hen introduceeren laat en staan dan een kamer van hun huis af met soms nog een tafel en eenige stoelen. Zelve plaatst men dan daar zijn veldbed, veldstoel en verder gereedschap en steeds voert men eigen menage en kookt de huisjongen voor den geoloog met diens ingrediënten zijn eigen eten. Een badgelegenheid ontbreekt soms en kan men laten maken, waarbij een paar petroleumblikken als mandibak en voor wateraanvoer een speciale koelie dienst doen.

Tenten dragen de meeste geologen niet mede, omdat elke drager meer een colonne minder mobiel maakt. In de buitenbezittingen neemt men niets mede dan eenige lappen imitatieleer (zeildoek), die men over een „pondok” geraamte van versch gekapte dunne boomstammetjes plaatst. Zoo'n huisje is in een half uur klaar en neemt men natuurlijk niet mede den volgenden dag.

Op Java maakt men zelden pondoks, omdat er zooveel dessa's zijn en veel inlanders wonen in goede huizen, waarvan zij een kamer of deel van de voorgalerij kunnen afstaan. Ook treft men nog wel eens leegstaande gouvernementshuizen aan.

Seizoenen en regen.

Op Java is in den drogen tijd geen regen en raken bijna alle beken droog in October en November. Dan kan men schitterend werken. In den regentijd, althans in Oost Java, heeft men tot 's morgens voor 12 uur weinig regen, en dikwijls begint deze eerst om 2 uur, zoodat men bij de door mij genoemde werkindeeling nog dikwijls droog blijft of anders hoogstens den regen treft bij het naar huis loopen.

Deze aangename omstandigheid doet zich op de buitenbezittingen weinig voor, daar regent het 's morgens even veel als 's middags en dan in den regentijd dikwijls elken dag. Als men veel

te schrijven of op zijn compas af te lezen heeft kan men beter thuis blijven, moet men daarentegen banken van harde gesteenten opzoeken en over land naloopen, dus speciaal het relief bestudeeren, dan kan men bij regen bijna even goed werken, al is het ook onaangenaam.

In zachte jonge klei- en zandgesteenten van het tertiair kan men bij regen bijna niets doen, want de beken banjiren en kan men niet volgen en op het land is niets te zien behalve in putten, die met regen niet te bestudeeren zijn, terwijl de koelies ze dan ook niet afwerken en schuilen voor den regen en niet tot werken te krijgen zijn.

Wijze van leven bij geologisch werk in Indië.

Als men niet dicht bij groote plaatsen op Java moet werken, is men zoowel daar als in de buitenbezittingen op alleen wonen in de dessa of in de wildernis aangewezen. In de dessa is het leven gemoedelijker en kan men soms veel praten met zijn gastheer, in de buitenbezittingen daarentegen is men van alle afleiding verstoken en absoluut alleen, als men niet toevallig een collega of anderen Europeaan bij zich heeft.

Op Java kan men dikwijls 's Zaterdags per auto 's-middags naar huis en 's-Maandags naar zijn werk terug keeren; in de buitenbezittingen blijft men 9 à 10 weken of nog langer aan een stuk in het bosch, tot het werk af is. Dit doet men vrijwillig al even zeer, als wanneer onze opdrachtgever het eischt, want de thuisreis neemt zooveel tijd, dat men doorwerkt tot alles af is en men niet meer terug hoeft.

Bij lang verblijf in de wildernis voelen zij zich het best, die natuurbewonderaars zijn en blijven, ondanks de harde proef waarop hun natuurliefde hier gesteld wordt. Zij die van jagen houden kunnen daarvan op den vrijen dag, dien men om de 5 of 10 dagen neemt, veel afleiding vinden als zij niet te vermoeid zijn. Het komt wel veel voor, dat speciaal de beenen moe zijn en men op den vrijen dag geen voet wil verzetten.

Zin voor botanische studie en voor ethnographische bijzonderheden veraangenamen het verblijf in de bosschen.

Belangstelling in de inlanders en gevoel voor zijn humor is ook

van veel waarde. Deze belangstelling leidt tot wat degelijker taalstudie, zonder welke men wel de dagelijksche bevelen van het werk kan geven, doch niet met den inlander gemoedelijk praten kan. Gevoel voor zijn humor leidt tot meer gemak in den omgang en maakt dat men meer gedaan krijgt, want de tijd van slaan is in Indië voorbij en als men er slag van heeft grappen te maken, ten koste van een koelie, die lui of onwillig is en de anderen om hem laat lachen, krijgt men meestal alles gedaan.

Mijn algemeenen indruk van den inlander was een zeer goede. Hij moet echter voor alles behandeld worden met rechtvaardige vriendelijkheid en gestrengheid komt eerst in de tweede plaats.

Den Haag, Nov. 1920.

Dr. W. C. KLEIN.

EEN EN ANDER OVER EVOLUTIE-THEORIËN.

*Kort verslag der lezing, gehouden voor de Mijnbouwkundige
Vereeniging op 5 Februari 1920*
door Dr. J. P. LOTSY.

Spreker begon zijn boeiend betoog met een historisch overzicht van de veranderingen, die het begrip „soort” heeft ondergaan vanaf het oogenblik dat Linnaeus dit voor het eerst scherp omlijnde. Tevens bracht hij daarbij de verschillende evolutie-theoriën ter sprake, die met deze definitie in nauw verband staan omdat zij het ontstaan van nieuwe soorten uit oude beoogen te verklaren.

Linnaeus bracht, onafhankelijk van alle evolutiegedachten, tot ééne soort alle individuen die meer op elkaar dan op eenig ander individu geleken. Hij rangschikte ze dus naar uiterlijke gelijkens. Dientengevolge komen onder ééne soort individuen voor, die meer of minder van elkaar en van den vorm, die als het eigenlijke type dier soort beschouwd wordt, afwijken. L. verwaarloosde van deze met recht die vormen, die slechts door niet erfelijke kenmerken afwijken (aangezien deze het soortstype niet beïnvloeden), doch cijferde later ten onrechte eveneens de wel degelijk binnen zijn soorten aanwezige erfelijke verschillen weg. Zoo kwam men er toe grootere verschillen tusschen individuen als soortsverschillen, kleinere als variëteitsverschillen op te vatten en de laatste voor niet erfelijk te houden. Soorten waren dus constant, variëteiten niet.

Lamarck bestreed de opvatting dat de soort constant zou zijn. Volgens hem kon het soortstype blijvend veranderd worden door lang aanhoudende gewijzigde levensomstandigheden, die de soort direct aan deze wijziging aanpasten. Deze leer is later meer al-

gemeen bekend geworden als die der vereeniging van verkregen of verworven eigenschappen. Nooit is echter eenig experimenteel bewijs van de erfelijkheid van verkregen eigenschappen geleverd, dat den toets der kritiek kon doorstaan. Later beschouwde Darwin in tegenstelling met Linnaeus alle verschillen binnen de soort als min of meer erfelijk. Volgens hem kunnen individuen in alle richtingen varieeren (in gunstigen, indifferenten en ongunstigen zin). Als richtende kracht treedt nu volgens Darwin en (onafhankelijk van hem) ook volgens Wallace de „natuurlijke teeltkeus” op, zich uitend in het te gronde gaan van ongunstige en het overleven van gunstige varianten in „den strijd om het bestaan”. Zoo wordt dus de soort *indirect* aan de veranderde omstandigheden aangepast, de gunstige varianten verdringen tenslotte de soort, hun erfelijkheid stijgt, zij worden tot soorten, tot nieuwe soorten: varieties are incipient species. Beide theoriën, die van Darwin en die van Lamarck leiden uit het feit dat de Linnésche soort uit een aantal verschillende vormen bestaat foutievelijk af dat deze verschillen het gevolg zijn van een variabiliteits vermogen van de soort, zij verwarren multipliciteit met variabiliteit.

Alex Jordan (midden 19e eeuw) was de eerste die de vraag zuiver stelde: binnen de Linnésche soort zijn verschillen aanwezig, van welken aard zijn deze? Hij trachtte die vraag experimenteel op te lossen. Daartoe zonderde hij één exemplaar van alle morphologisch onderscheidbare vormen van de Linnésche soort *Draba verna* af en won hiervan zaad door zelfbevruchting (om bastaardvorming te voorkomen). Tenslotte verkreeg hij op deze wijze uit deze ééne Linnésche soort meer dan 300 zaadvaste vormen (dat zijn vormen waarvan de nieuw gezaaide planten op elkaar en op de moederplant gelijken). Daarom wordt thans de Linnésche soort als een grootere eenheid beschouwd en Linnéon genoemd, waarbinnen dus een aantal kleinere eenheden bestaan, die Jordanonten of kleinsoorten heeten. Jordan beschouwde deze kleinsoorten als constant en als zoodanig geschapen, meende dus het ideaal der toenmalige systematici, het vinden der werkelijke eenheden van het systeem, bereikt te hebben.

Gregor Mendel ging een stap verder, hij onderzocht niet

de vererving van het individueele type maar van de afzonderlijke kenmerken der individuen en vond nu dat er twee soorten van individuen bestaan en wel: fokzuivere, wier nakomelingen onderling en aan de ouders gelijk zijn en fok-onzuivere of bastaarden waarbij dit niet het geval is. Bij de eerste individuen zijn alle voortplantingscellen van denzelfden, bij de laatste van verschillenden aard.

De Vries neemt aan, dat behalve Jordanonten binnen het Linnéon ook nog variëteiten bestaan, van elkaar te onderscheiden doordat door kruising van variëteiten bastaarden zouden ontstaan die bij zelfbevruchting in de volgende generaties zich in een groot aantal verschillende vormen splitsen — variëteitsbastaarden splitsen! —, terwijl men bij kruising van Jordanonten constante bastaarden zou verkrijgen — soortsbastaarden zijn constant! —. De Vries controleerde het eerste en nam het laatste op gezag van Mendel aan. Dit laatste nu is gebleken onjuist te zijn, en soorten en variëteiten gedragen zich bij kruising op overeenkomstige wijze, men gaat in de systematiek voort deze uitdrukkingen te gebruiken om grootere en kleinere morphologische verschillen tusschen individuen-groepen aan te duiden; fundamenteel bestaat tusschen beide geen verschil. Volgens de Vries' meening kunnen kleinsoorten door een proces van erfelijke variabiliteit, dat hij mutatie noemt, aan nieuwe variëteiten en kleinsoorten het aanzijn geven, beter is het nu te zeggen aan nieuwe kleinsoorten alleen. Zoo ontstaat dan een lange reeks van kleinsoorten van welke evenwel vele te gronde gaan. De overige worden nu door de systematici in groepen bijeen genomen en als soorten (beter: Linnéonten) aangeduid, wat alleen mogelijk is doordat de ontstane gapingen zoodanige begrenzing mogelijk maken.

Mutatie kan men natuurlijk alleen dan met zekerheid aantoonen als men deze in fokzuiver materiaal aantoonen kan. Blijkt intuschen dat de uitgangsvorm niet fokzuiver was, dan is het waarschijnlijk dat de nieuwe vormen splitsings-producten dezer bastaarden geen mutanten zijn.

Naar de meening van dr. Lotsy is tot nu toe in geen enkel geval bewezen dat een vorm die aan nieuwe vormen het aanzijn

schenkt fokzuiver is, m.a.w. het bestaan van mutatie is niet bewezen. Ook bestaat er nog geen hulpmiddel om met zekerheid soortszuiverheid vast te stellen zoodat, zelfs al bestond mutatie, men deze niet zou kunnen bewijzen omdat noch van den ouden noch van den nieuwen vorm de absolute soortszuiverheid aangetoond zou kunnen worden.

Spreker keert nu terug tot het Linnéon samengesteld uit een aantal Jordanonten en komt thans aan zijn kruisingstheorie.

Uit naast elkaar levende afzonderlijke Jordanonten bestaan echter slechts zelfbevruchtende Linnéonten, zooals de door Jordan onderzochte *Draba verna*; verreweg de meeste Linnéonten zijn geen zelfbevruchtters en zulke bestaan hoofdzakelijk uit hybriden, zooals uit het wild gehaalde en verder gekweekte bramen, wilgen en ook vele dieren, b.v. muizen en ratten toonen.

Bij zijne proeven ging dr. Lotsy uit van twee vormen tot verschillende Linnéonten behoorend n.l. van *Antirrhinum glutinosum*. Met elkaar gekruist gaven deze eene vrijwel eenvormige, ongeveer intermediaire eerste generatie, die bij zelfbevruchting in een ongelooflijk aantal vormen uiteenvalt. Hieronder zijn er enkele die bloemen bezitten wier vorm aan die van *Rhinantus* bloemen herinnert. Bij isolatie en bevruchting met eigen stuifmeel splitsen in de volgende generaties nog een aantal vormen af, totdat in één geval in de vijfde (soms ook in een vroegere) generatie de bloemvorm constant geworden is. Evenwel bestaan dan nog wel kleinere verschillen tusschen de bloemen van verschillende individuen die door systematici ten opzichte van den hoofdvorm als variëteiten zouden worden beschouwd. Het nieuwe Linnéon, door Dr. Lotsy *Antirrhinum rhinantoides* gedoopt, is gevormd.

Bij het ontstaan van een nieuwe Linnéon door kruising van twee reeds bestaande Linnéonten, ontstaan dus niet eerst variëteiten die zich, zooals Darwin meende, daarna tot den soortsrang opwerken, maar de variëteiten ontstaan tegelijk met de soort.

Nu is het zeer goed denkbaar dat uit kruising van twee andere *Antirrhinum* Linnéonten individuen van het type *A. rhinantoides* zouden kunnen ontstaan, welke dan eveneens tot dit Linnéon gerekend zouden worden, want niet de oorsprong bepaalt de sys-

tematische plaatsing van een individu in dit of dat Linnéon, daarover beslissen slechts de uiterlijk waarneembare kenmerken.

Uit een en ander volgt, dat Linnéonten (Linnésche-soorten) en — à plus forte raison — grootere groepen dan deze, polyphyletisch kunnen ontstaan.

Maar er volgt nog iets anders uit n.l. dit, dat de genealogie der soorten, die men in stamboomen pleegt samen te vatten, volstrekt niet den gang der evolutie behoeft aan te geven, a priori is dit zelfs onwaarschijnlijk, omdat de soorten der systematici willekeurige samenvattingen van op elkaar gelijkende individuen zijn, de basis der evolutie echter de gameet is.

Nog meer geldt dit voor groote groepen: eene uitspraak als vogels ontstonden uit reptielen is, in deze algemeenheid, wel bijna zeker onjuist, mogelijkerwijze liggen de gameten waaruit een *Archæopteryx* ontstond op de afstammingslijn van de gameten, die aan vogels het aanzijn gaven, terwijl de gameten waaruit een *Ichthyosaurus* ontstond, nooit op die afstammingslijn gelegen hebben. Wij moeten ons aan een veel polyphyletischer afstammingsgedachte gewennen dan tot nu toe, want — voor zooverre wij thans kunnen beoordeelen — ontstaan nieuwe vormen, evenals b.v. zoutkristallen, ter plaatse waar en ten tijde wanneer de voor hun vorming noodige ingrediënten (zoutmoleculen bij de kristallen, gameten van bepaalde aard bij de organismen) samenkomen.

Het ware zeer te wenschen, dat palaeontologen bij hun studiën hiermede rekening hielden.

Ten slotte legt de spreker er den nadruk op, dat hij de *mogelijkheid* van andere evolutiewijzen b.v. van mutatie niet ontkent, maar meent dat tot heden slechts ééne evolutiewijze *bewezen* is: de kruising. In ieder geval meent hij het recht te hebben te constateeren dat aan deze een veel grootere rol in het evolutie-proces moet worden toegeschreven dan gemeenlijk geschiedt.

VERSLAG VAN DE EXCURSIE NAAR SPANJE

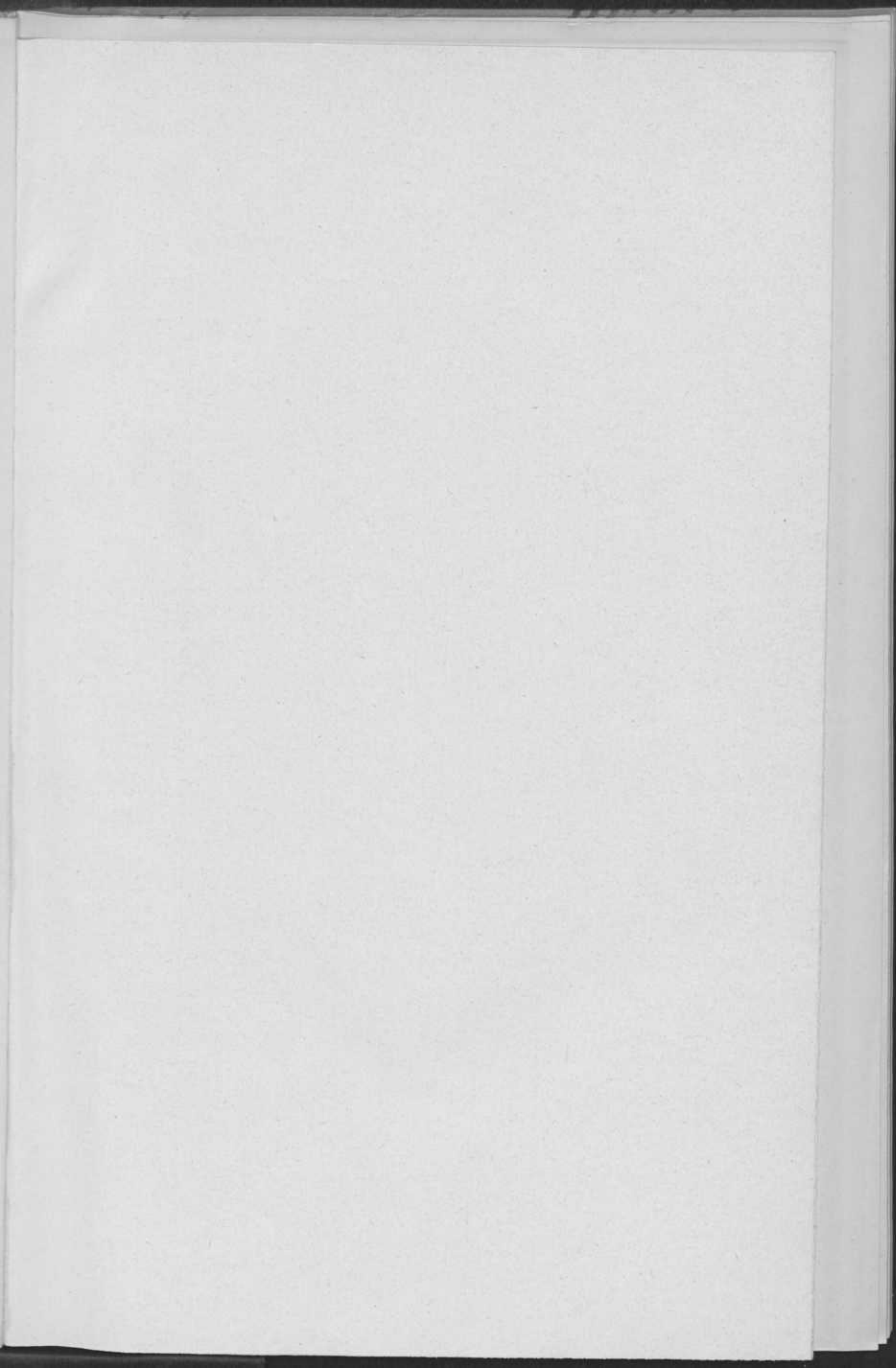
gehouden in den zomer van 1919, onder leiding van
de hoogleeraren Prof. R. W. VAN DER VEEN m. i. en
Prof. Dr. H. A. BROUWER m. i.

Voorwoord.

In het voorwoord van het verslag over de geologische excursie naar Zuid-Limburg in het Jaarboek 1917-'18 werd de hoop uitgesproken, dat deze weldra gevolgd mocht worden door een buitenlandsche reis. Niet lang daarna heeft zich deze hoop verwezenlijkt in een excursie naar Spanje, gehouden van 29 Juni tot 4 Augustus 1919, onder leiding van de hoogleeraren Prof. Dr. Ir. H. A. Brouwer en Prof. Ir. R. W. Van der Veen. Hierbij is niet een speciaal gebied ter nadere bestudeering uitgekozen, maar werd een groot gedeelte van Spanje bereisd, waardoor een goeden indruk verkregen werd van het vele interessante dat dit land op ons gebied oplevert. Ik heb echter gemeend door van enkele onderwerpen een meer uitvoerige beschouwing te geven, den lezer van meer nut te zullen zijn dan met een globaal overzicht van het tijdens de geheele excursie in oogenschouw genomene te volstaan.

Ik zal beginnen met een geologisch historische schets, voorafgegaan door een geografische inleiding; daarna volgen de enkele onderwerpen uit de excursie en zal besluiten met een verslag over de ijzermijnen bij Serón (provincie de Almería), welks meerdere uitvoerigheid gemotiveerd zij door mijn langer verblijf hier ter plaatse.

Ik kan dit voorwoord niet beter besluiten dan door mijn oprechten dank te betuigen aan onze leiders, Prof. Dr. Ir. H. A. Brouwer en Prof. Ir. R. W. Van der Veen; ik ben overtuigd dat mijn



tochtgenooten hiermede van harte zullen instemmen. Door de prettige wijze waarop de excursie geleid werd, zal deze reis voor mij één mijner aangenaamste herinneringen uit mijn studietijd zijn.

Inleiding.

Afrika begint ten zuiden van de Pyreneeën, heeft V. Hugo gezegd. Spanje is dan ook wel het minst Europeesche van de drie zuidelijke schiereilanden van ons werelddeel. Door het massale karakter van zijn hoofdvorm, de Meseta, met haar steppenklimaat waardoor zij tot een half-woestijn wordt, vormt het Iberisch schiereiland de overgang tusschen Europa en Afrika. In het noorden is Spanje van Europa gescheiden door een hooge barrière, de ketens van de Pyreneeën, terwijl het in het zuiden samenhang heeft met Afrika, daar de Penibetische ketens en de Sierra del Rif in Marocco samen één orografisch geheel vormen.

De geologie van het schiereiland is nog zeer onvoldoende bestudeerd. Enkele gebieden als de Pyreneeën en de Subbetische zone zijn wat beter bekend geworden door de onderzoekingen van Léon Bertrand en Bresson en de resultaten van de Mission d'Andalousie van R. Nicklès en R. Douvillé; het onderzoek van Ch. Barrois in Asturias heeft alleen maar de ingewikkeldheid van de tectoniek van het Cantabrisch-Asturisch gebergte in het licht gesteld, zonder echter zijn bouw op bevredigende wijze te verklaren.

Geologisch Historische Schets van het Iberisch Schiereiland.

Geografische Eenheden.

Als men op de geologische kaart de verdeeling van Mesozoïsche afzettingen beschouwt, ziet men dat ze een grooten band vormen, die begint bij de Kaap de Peñas in Asturias en onder den naam van Iberisch Systeem naar het Z.O. loopt tot Valencia; naar het Z.W. gaande komt men de hooge bergketens van het Penibetisch systeem tegen, die bij Cádiz eindigen; zij vormen de afsluiting naar het zuiden van de depressie van den Guadalquivir (zie fig. 1).

Deze heele band speelt een belangrijke rol in de onderverdeeling van het Iberisch Schiereiland. Hij vormt de waterscheiding tusschen Atlantische Oceaan en Middellandsche Zee. In het concave gedeelte stroomen de Duero, Taag, Guadiana en Guadalquivir naar den Atlantischen Oceaan en in het convexe gedeelte ontspringen de rivieren naar de Middellandsche Zee als Ebro, Guadalaviar, enz. welke alle, behalve de Ebro, zeer waterarm zijn. Van de eerst genoemde rivieren doorstroomt de Guadalquivir een zeer gepreciseerde vallei in een uiterst constante richting (afgezien van de meanders, die het gevolg zijn van zijn profiel in evenwicht). Daarentegen zijn de evenwijdige dalen van den Duero, Taag en Guadiana geen werkelijke dalen, maar onregelmatige depressies, waarin de rivieren telkens van richting veranderen, soms zelfs geheel, zooals de Duero, die oorspronkelijk van het N.W. naar het Z.O. stroomt, maar vanaf de stroomversnellingen van Soria naar het W. vloeit.

Het concave gedeelte van dezen band (Gijón-Valencia-Cádiz) wordt ingenomen door de *Meseta*, de oorspronkelijke kern van het schiereiland, waaraan zich de andere deelen later hebben bij gevoegd. De *Meseta* is verdeeld in de twee *Submeseta's* de noordelijke of Oud-Castillië en de zuidelijke of Nieuw-Castillië, gescheiden door het Carpetanisch gebergte (Hauptscheidegebirge van Théobald Fischer), dat begint bij Kaap de Roca, ten N. van Lissabon en zich naar het O.N.O. voortzet als Sierra de la Estrella, -de Gata, -de Gredos, -de Guadarrama, -de Somosierra, en zich in de Hoogten van Medinaceli met het Iberisch systeem verbindt. De beide *Submesetas* vertoonen groote analogie; beide zijn geheel door gebergten omgeven:

- Oud-Castillië: N.: Cantabrisch-Asturisch gebergte.
 O.: Iberisch systeem.
 Z.: Carpetanisch gebergte.
 W.: verheven Galicisch-Lusitanisch massief.
- Nieuw-Castillië: N.: Carpetanisch gebergte.
 O.: Iberisch systeem.
 Z.: Sierra Morena.
 W.: Plateau van Extremadura.

De Sierra Morena heeft een typisch karakter; dit is geen plooïingsgebergte, maar slechts de iets verheven rand van de Meseta, een werkelijke trap vanaf de Meseta naar de vlakte van den Guadalquivir. Dus vanuit deze vlakte ziet men haar als een vrij hoog gebergte, waarvan men niets meer bespeurt als men zich op de Meseta bevindt.

De Z. Submeseta is totaal afgesloten van de Ebrovlakte. Ze wordt bevoeid door twee rivieren, de Taag en de Guadiana, gescheiden door de Bergen van Toledo. De Taag weet zich door de W. barrière heen te breken; de waterarme Guadiana lukt dit niet maar buigt zich naar het Z. om en mondt niet ver van den Guadalquivir in den Atlantischen Oceaan uit.

Het hier beschrevene vormt een robust massief van groote hoogte die een onregelmatigen driehoek vormt, welks hoekpunten vallen in Kaap San Vincente (Portugal), Kaap de la Nao (Valencia) en Kaap Ortegal (Galicië). De beide Submesetas vormen twee hoogvlakten (de noordelijke van 700 M. en de zuidelijke van 600 M. hoogte), volkomen gescheiden door het Carpetanisch gebergte, steiler vallende naar het Z. dan naar het N. Het massief daalt geleidelijk naar het W. en nog minder beaccentueerd naar het Z.

In het N.O. is de Meseta door de Ebrodepressie gescheiden van de Pyreneeën, die een afzonderlijke eenheid van het schiereiland vormen. In het midden bereiken ze een hoogte van 3404 M. in de Maladettagroep en nemen naar het W. snel in hoogte af. Van het Cantabrisch-Asturisch gebergte blijven ze gescheiden door de Baskische depressie, welke den natuurlijke weg tusschen Spanje en Frankrijk vormt. De Pyreneeën en het Cantabrisch-Asturisch gebergte vormen geen eenheden van hetzelfde systeem. De Baskische depressie vormt de verbinding tusschen de as van de Golf van Biscaye en de Ebrovlakte.

In het Z. is de Meseta door de laagvlakte van den Guadalquivir gescheiden van het Penibetisch systeem, dat in de Mulhacén (3482 M.) het hoogste punt van het schiereiland bereikt. Ook dit is, evenals de Pyreneeën, een werkelijke gebergteketen, echter niet zoo geïsoleerd, daar het in het N.O. moeilijk te scheiden is van het Iberisch systeem. De Pityusen en Balearen schijnen als

de noordoostelijke voortzetting te moeten worden beschouwd, terwijl in het Z. de Penibetische ketens zich over de Straat van Gibraltar voortzetten in die van de Sierra del Rif, langs de N. kust van Marocco.

De Ebrovlakte daalt geleidelijk naar het Z.O.; is echter gescheiden van de Middellandsche Zee door het Catalaansche Kustgebergte. Hoewel schijnbaar van onbeteekenend belang, is dit toch een integreerend gedeelte van Spanje, daar het waarschijnlijk de rest is van een in de Golf van Lyon verzonken land. De Ebrovlakte is dus eigenlijk een bekken.

Behalve dan de reeds meermalen genoemde depressie van den Guadalquivir treft men verder in het Iberisch Schiereiland geen laagvlakten van beteekenis meer aan.

Daar de basisniveau's van den Ebro en Guadalquivir vrij laag liggen, zullen de zijrivieren met groote snelheid hun dalen insnijden en daardoor rivieren, die over de Meseta stroomen, onthoofden en zich aldus ook Mesetawater tributair maken. Zoo bijvoorbeeld de Jalón, die water aan den Taag ontroofd ten behoeve van den Ebro; de Jucar, die, inplaats van in de Guadiana uit te monden naar de Middellandsche zee stroomt. Tenslotte de vele rechter zijrivieren van den Guadalquivir, die op de Z. Submeseta ontspringen en liever de Sierra Morena doorbreken dan hun water naar de Guadiana voeren; hun terugsnijdende erosie wordt bovendien nog bevorderd doordat de zuidelijke helling van de Sierra Morena zich bijna al het regenwater toeëigent, waardoor haar noordhelling zeer droog is.

De Meseta doet zich aan ons voor als een massief van Archæisch en Palæozoïsch materiaal, die, in elk van de beide Submeseta's een gesloten bekken draagt, opgevuld met Tertiair gesteente. De sedimenten uit dezen tijd vormen eveneens den bodem van Ebro- en Guadalquivir-depressie.

Pyreneeën en Penibetische ketens toonen duidelijk te bestaan uit alpine plooiingen.

Naar het W. zoowel als naar het N.O. heeft de Meseta een Mesozoïschen band, die bewijst, dat de Mesozoïsche zeeën wel niet de geheele Meseta bedekt hebben, maar haar toch volkomen

gescheiden hebben van de Europeesche en Afrikaansche continenten.

De moderne marineafzettingen zijn weinig belangrijk en alle bevinden zich in onmiddellijk contact met de tegenwoordige zee. Of ze vormen kleine banden, zooals bij Aveiro (ten Z. van Oporto) òf het zijn opgevulde golven, zooals de mond van den Guadalquivir.

De drie Kwartaire gebieden ten Z. van het Cantabrisch-Asturisch- en ten N. en ten Z. van het Carpetanisch gebergte zijn zoetwaterformaties, gevormd uit door stortbeken van de bergketens in de vlakke meegevoerd puin.

Archaeïcum.

Don José Macpherson, Spaansch geoloog, beschouwt de Archaeïsche terreinen in Spanje als de resten van een groot Præ-cambrisch massief, dat de kern van het schiereiland vormde en waaromheen later de thans integreerende deelen van Spanje en Portugal zijn ontstaan.

Men heeft vier kristallijne gebieden, welke oorspronkelijk door de Spaansche geologen als Archaeïcum werden beschouwd.

1e. Het Galicisch-Lusitanisch massief, beslaande heel Galicië en het noordelijkst gedeelte van Portugal.

2e. Het centrale massief, vormende de Sierras de Gredos en de Guadarrama; hieraan kunnen toegevoegd worden Extremadura en de Bergen van Toledo.

3e. De as van het Penibetisch systeem.

4e. Het centrum van de Pyreneeën.

De kristallijne gesteenten van het Carpetanisch gebergte zijn het best bekend door de onderzoekingen van José Macpherson. Hij onderscheidt van beneden naar boven, de volgende drie horizonten:

Glanduleuze gneis.

Micagneis.

Kristallijne leien.

Glanduleuze gneis, aldus genoemd naar overal verspreide veldspaatnodulen, vertweelingd volgens Karlsbad.

Micagneis, meer glimmer en meer bladerige structuur. Groote dikte, rijk aan mineralen als sillimaniet, toermalijn, granaat, pyroxeen

amfibool. Dikwijls ingeschakeld kristallijne kalken met veel metamorfosemineralen.

Kristallijne leien; zeer dun in het Carpetanisch massief. Ze bestaan voornamelijk uit glimmer- en chlorietschisten, veel sporen van metamorfose. Op deze leien rusten direct de Cambrische en Silurische sedimenten, waarin zij ongemerkt overgaan. Ze kunnen ook wel Algonkisch zijn, dat in Spanje nog niet is gemeld.

In dit gebied komen veel eruptieve inpersingen voor:

a. microgranieten en kwartsporfieren.

Waarschijnlijk zijn zij de apofysen van een onderliggende granietmassa.

b. Minder zure gesteenten als diabazen, porfierieten, lamprofieren.

Deze zijn jonger dan de sub. a genoemde gesteenten, daar ze die doordringen.

Ook het Galicisch-Lusitanisch massief bevat de drie bovengenoemde gesteentehorizonten, de kristallijne leien echter zijn hier zeer slecht ontwikkeld.

Als bijna zeker heeft men aangetoond, dat de kristallijne gebieden van de Pyreneeën en Andalusië niet tot het Archaeicum behooren. Ook heeft men den Archaeïschen ouderdom van de kristallijne gebieden van de Meseta willen ontkennen. In de feiten dat de glanduleuze gneis naar beneden een onmerkbaaren overgang vormt met het graniet en dat de apofysen steeds talrijker worden, hoe lager men komt, zag men bewijzen dat dit geheele Archaeicum niets anders was dan later door het granietmassief gemetamorfoseerde sedimenten. Deze opvatting heeft men echter verlaten daar in de afzettingen van de Meseta Cambrium en Siluur direct op de kristallijne leien volgen; bovendien rust de kwartsietische basis van het Cambrium niet direct op het Archæicum, maar op eenige fijnkorrelige leien van het fylletentype, die overgaan in grauwacken en conglomeraten. Men heeft dus zonder twijfel met een kustformatie te doen, waaruit volgt dat dit massief reeds vóór het Cambrium boven zee verheven was. In deze tijden was er dus in het N.W. land, een groot eiland, of een groep van eilanden, dat als de oorspronkelijke kern van het Iberisch Schiereiland opgevat wordt. Dit eiland heeft zich ver

naar het N.W. uitgestrekt, welks grenzen nu niet meer, ook niet bij benadering, zijn vast te stellen. Volgens José Macpherson heeft men hierin te zien het diepste gedeelte van een groote geosynclinaal, georiënteerd van het Z.W. naar het N.O., van onbekende lengte en met een breedte gaande van den Z. kant van de Meseta tot ver voorbij de tegenwoordige Galicische kust. De tangentiëele druk in deze geosynclinale was gericht van het Z.O. naar het N.W. De diepe plooiingen van den bodem der syncline markeeren twee groote anticlinale zonen: — het Carpetanisch- en het Galicisch-Lusitanisch massief — tusschen welke een synclinale zone de Spaansch-Lusitanische depressie aanwijst, die gedeeltelijk het stroomgebied van den Duero uitmaakt. Waarschijnlijk is de Taagdepressie, gelegen tusschen het Archaeïsch materiaal van de Bergen van Toledo en van het Carpetanisch gebergte van analogen oorsprong. Het Carpetanisch systeem vormt dus de werkelijke as, de „ruggegraat”, zooals José Macpherson zich uitdrukt, van den oorspronkelijken Iberischen grond.

Echter is de bouw van de Meseta veel ingewikkelder dan José Macpherson het aldus voorstelt. Behalve in het Carpetanisch systeem is de tectonische oriëntatie Z.O.—N.W. Op de geologische kaart ziet men de aldus gestrekte bergketens van de Z. Submeseta scherp afgesneden door de groote breuk van den Guadalquivir, welke in één onafgebroken, rechte lijn doorloopt van Kaap San Vincente, tot waar ten N. O. van Jaen deze breuk bedekt wordt door de Mesozoïsche afzettingen van de Sierra de Gazorla. In de N. Submeseta vindt men weer dezelfde oriëntatie terug, tot de ketens als het ware door het Galicisch-Lusitanisch massief naar het N.O. worden omgebogen en hier het Cantabrisch-Asturisch gebergte uitmaken, welk in het W. een Z.W.—N.O., — naar het O. gaande echter een W.O. richting heeft.

Ook de ketens van den Iberischen boog hebben een Z.O.—N.W. gerichte strekking. Zij blijken Hercynisch geplooid te zijn (evenals het Cantabrisch-Asturisch gebergte, waarvan later nog het een en ander vermeld zal worden bij de beschrijving van de tocht naar den Picos de Europa) daar men in de Sierra de la Demanda

zwak hellend Stéfaniën heeft zien rusten op steil opgericht Siluur.

Palaeozoïcum.

Hiervan is in Spanje nog minder bekend dan van het archaeïcum. Alleen het Carboon is door zijn industriële interesse beter bestudeerd. Cambrium en Siluur zijn slecht gescheiden. Het Devoon, dat weer iets beter bekend is, komt in twee typen voor en wel in het N. zuiver marien met bathyale facies en belangrijke dikte. Meer in het centrum en vooral in het Z. heeft het Devoon weinig beteekenis; het komt hier voor in kleine bekkens van geringe dikte en sterk aangetast door de erosie. Het heeft hier nerietische facies. Het Perm heeft een geringe verbreidheid, zoo gering dat men zelfs zijn bestaan een tijd lang ontkend heeft, totdat men het met zekerheid heeft geconstateerd in de provincies Cuenca en Málaga.

We hebben reeds gezien dat aan het eind van het Archaeïcum en het begin van het Cambrium het groote eiland van de Meseta, naar het N.W. verlengd, boven zee verheven was, welks materiaal aanleiding gaf tot de vorming van de conglomeraten en grauwacken, die de basis van het Cambrium vormen. In dit terrein hooger komende in de stratigrafie ziet men deze sedimenten verdwijnen en geleidelijk overgaan in satijnachtige leien met diepere facies. Daarna komen eenige leien en kwartsieten, die de toppen vormden van de Silurische gebergten; tenslotte volgt hierop een dik horizont van fossielvoerende leien. In dit laatste gedeelte komen niet alleen overvloedig diorieten en diabazen voor, maar ook tuffen, die het bestaan van eruptief materiaal aantoonen; zoo is de bekende „piedra frailesca” van Almadén door Calderón gekwalificeerd als diabasische tuf.

Uit deze reeks afzettingen volgt, overeenkomende met de algemeene Cambrische transgressie, welke gedurende het Cambrium en den oudsten tijd van het Siluur plaats had, een voortdurende zakking van de Præcambrische terreinen, die gedeeltijk geheel onder zee verdwenen. Deze daling werd langzamer aan het eind van het Siluur en gedurende het Devoon, vooral in het Z. en het centrum van de Meseta, waar alleen sporadisch enkele kleine af-

zettingen het tot den tegenwoordigen tijd hebben uitgehouden. In het N. zijn de Devonische sedimenten nog van dieptefacies. Gedurende het Carboon zet zich de langzame daling in het N. en Z.W. van de Meseta voort, aldus aanleiding gevende tot de vorming van het Asturisch-Leonesische koolbekken en van dat in Z. Portugal. In het Z.O. van de Meseta zetten zich nerietische afzettingen af, wijzende op een lage en moerassige kust, waarin zich de Andalusische koolbekkens vormden. Dit moet verklaard worden òf door een basculebeweging van de Meseta òf door een momenteele rijzing van de Penibetische syncline. Deze koolbekkens zijn de zuidelijkste van Europa. Ze hebben geen industriële beteekenis; echter zijn ze uit een theoretisch oogpunt wel interessant, doordat ze op tegengestelde wijze ontstaan zouden zijn als alle andere Europeesche koolafzettingen. Ze zouden immers niet door daling maar door rijzing van de kust gevormd zijn. Dit zou dan ook de reden zijn, waarom ze van geringe dikte zijn en een economische beteekenis missen.

Mesozoïcum.

Het Trias komt met zijn drie onderverdeelingen in Spanje voor. Het is interessant om na te gaan hoe zich in het schiereiland de twee facies van het Trias verdeelen. Dan blijkt dat in het N. de Germaansche- of kustfacies en in het centrum en Z. O. de Alpine- of bathyale facies optreedt; tusschen beide bevindt zich een zone, waarin de twee facies in elkaar overgaan. We zien hierin dus in het Mesozoïcum juist het tegengestelde van hetgeen we in het Palaeozoïcum in het Devoon en Carboon hebben waargenomen n.l. dat de bathyale facies zich in het N. en de nerietische in het Z. heeft afgezet. De Thetys sneed het Iberisch territorium van het Z.W. naar het N.O.; in den loop der tijden heeft zich de as van de Thetys meer naar het Z. verplaatst. In het Palaeozoïcum liep de as over het N. van de Meseta en hiermede komt de bathyale facies van de Devonische sedimenten overeen, terwijl in het Z. zich een kustformatie afzette. In het Trias had de as zich al veel meer naar het Z. verplaatst en hierdoor correspondeeren de noordelijke sedimenten met meren of ondiepe randzeeën, terwijl in het Z.O. de diepzee-afzettingen gevormd werden.

Het Jura bestaat uit kalk, vooral ontwikkeld in den Iberischen boog en in de Balearen en Pityusen, waar het door zijn fossielen en het karakter van zijn afzettingen aantoonde, dat de dalende beweging van het land reeds in het midden-Jura afnam. Vanaf het Bajocien neemt men in Soria een 800 M. dikke afzetting van detrietisch materiaal waar met zoetwaterfauna. Dit bewijst de rijzing van het land overeenkomende met de intermitterende regressie tusschen dit en het volgend tijdperk.

Het Krijt, met leien en zandsteen in de basis en kalk in den top, is zeer verbreid. In geen enkel ander gebied van Europa bereikt de Cenomane transgressie een zoo groote amplitude als in Spanje. De zee bedekte toen plaatsen, die nu ruim 1200 M. boven zee liggen, drong het schiereiland binnen van uit het O. en W. en bereikte zelfs het hartje van het Carpetanisch gebergte. De kustlijn van het Iberisch schiereiland in het Mesozoïcum vóór de Cenomane transgressie was ongeveer de volgende: Kaap de Creus (in provincie Gerona) — Kaap de Peñas (Asturias) — ongeveer langs de grenzen van de provincies Santander en Burgos tot de Hoogten van Medinaceli (bij Soria), van hier buigt de lijn zich naar het Z. en is voor het grootste gedeelte bedekt door Tertiair gesteente van Guadalajara, Cuenca en Albacete en bereikt het oostelijkste punt van de depressie van den Guadalquivir, volgt deze, loopt door tot Algarvië, buigt zich naar het N. om, loopt ongeveer parallel met de tegenwoordige Portugeesche kust en komt bij Aveiro (ten Z. van Oporto) in zee uit. De Pityusen en Balearen, voornamelijk uit Mesozoïsch materiaal opgebouwd, bevinden zich in het verlengde van de afzettingen ten Z. van den Guadalquivir.

In het heele gebied tusschen deze kustlijn bevindt zich geen enkel Mesozoïsch terrein van marienen oorsprong. De Meseta bestond dus geheel uit Archaeïsch- en Palaeozoïsch gesteente in een richting N. W. - Z. O., omringd door Mesozoïsche zeeën en met een naar het O. gericht schiereiland, welks as door de Sierra de Guadarrama wordt ingenomen. Zooals steeds onttrekken zich ook nu aan het onderzoek de grenzen er van naar het N. W. en weet men dus niet of de Meseta een deel van een groot eiland, volgende op het Noord-Atlantisch continent, of van een schier-

eiland hiervan uitmaakte. De ontdekking van rijke zeeboezem-deposito's, gedetermineerd als Weald, in de provincies Santander, Burgos en Logroño toonde aan dat een groote rivier zich in de Mesozoïsche zee, op de plaats van de tegenwoordige Ebrovallei uitstortte. Analoge afzettingen, hoewel niet zoo groot, zijn aangetroffen in Portugal, ten N. van den Taag. De waterstroomen, die al dit materiaal hebben aangevoerd, moeten zeer groot geweest zijn en dit spreekt dus wel voor een groote uitgebreidheid van het land naar het N.W.

De Mesocretaceïsche transgressie strekte zich uit, zooals men uit het aantreffen van Cenomane gesteenten heeft kunnen concluderen, over de geheele Meseta vanaf het N. tot aan Balisa (bij Avila) en vanaf het Z. tot Quijorna (bij Toledo), zoodat dus in de Krijtzeë de Sierra de Guadarrama zich als een lang gestrekt schiereiland van het W. naar het O. uitstreckte. Het land was zoo ver gedaald, dat de zee in talrijke inhammen het gebergte binnendrong en op één plaats zelfs een uitgestrekte, breede, kronkelende straat vormde, in vorm overeenkomende met de Noorsche fjorden en hiermede het gebergte in twee deelen scheidde. Dit was op de plaats van de tegenwoordige vallei van Lozoya, waar men op 1240 M. hoogte Cenomane kalk heeft aangetroffen, die later geen enkele storing heeft ondergaan. Dit spreekt wel voor de grootte van deze transgressie, de laatste belangrijke in de geschiedenis der aarde.

Tertiair

Het Ebrobekken is in het Nummuliticum nog door zee bedekt, maar is al veel ondieper geworden, zooals de overvloedige, korrelige sedimenten en puinmateriaal-afzettingen langs de geheele Pyreneeënreeks aantoonen. Deze bergketen, welke zich toen begon te vormen, was in dezen tijd een archipel of een groot eiland, in het W. met den rand van de Meseta verbonden en in het O. met het Catalaansche kustgebergte, zoodat de Eoceenzee van het Ebrobekken bijna geheel afgesloten was. Alleen door de depressie van den Segre en Tet had het verbinding met de Middellandsche zee uit die dagen.

Het Catalaansche Kustgebergte vormde waarschijnlijk een deel van een uitgebreid gebied, tegenwoordig verzonken in de Golf van Lyon. Dit land had een groote hoogte en in de machtige conglomeraten van den Monserrat heeft men dan de resten van zijn W. kust te zien. De tegenwoordige hoogte dezer resten kan verklaard worden uit een bascule beweging van dit gezonken land, tengevolge waarvan zijn O. helft onder zee verzonk en zijn W. kust opgericht werd. Deze beweging moet dan als een tegen-effect van de opheffing der Pyreneeën worden opgevat.

Tusschen den Z. rand van de Meseta en de N. kust van Afrika bevond zich een zee, die de Middellandsche Zee met den Atlantischen Oceaan verbond. Haar resten zijn nog bij Córdoba en Sevilla aangetroffen. Langs de N. Afrikaansche kust bevond zich waarschijnlijk een rij eilanden, waarvan één vertegenwoordigd werd door de Sierra Nevada.

Van de W. kust der Meseta is ons, als steeds, weinig bekend. Waarschijnlijk heeft de Meseta zich veel verder naar het W. uitgestrekt; later is dit gezonken, weer een basculebeweging veroorzakende.

We zien dus in het Tertiair een begin optreden van het samenvoegen aan de oude Meseta van de Pyreneesche en Penibetische kern.

Het Oligoceen is in het schiereiland nog weinig verschillend van het Nummulithicum. Op het laatst treedt de eigenlijke opheffing der Pyreneeën op en als gevolg hiervan de rijzing van den bodem van de Nummulithicumzee en de daling van het O. gedeelte van het Catalaansche massief. Aldus ontstond de groote, tectonische depressie van den Ebro, besloten tusschen de Pyreneeën, Catalaansch kustgebergte en het materiaal door de Mesozoïsche zeeën aan den N.O. rand van de Meseta gedeponneerd.

Tegelijk met de daling van het Catalaansch massief — en waarschijnlijk als gevolg hiervan — trad er een locale transgressie op, waardoor de zee zelfs de provincie Albacete bedekte en met eenige diepe inhammen de Meseta binnendrong tot vlak bij Toledo en in Burgos. Een ander waarschijnlijk gevolg van deze daling is de druk, die daardoor tegen de Meseta werd uitgeoefend en welke

druk, althans gedeeltelijk, kan hebben meegeholpen aan de bascule-beweging van de Meseta, waardoor het W. onder zee verdween en zijn O. rand opgeheven werd. Aldus verkregen de hier afgezette Mesozoïsche sedimenten een individualiteit, als ze tot nog toe niet bezeten hebben en gingen zich verheffen tot een serie van orografische bogen, aldus het Iberisch systeem vormende en in oorsprong verschillende van alle andere Spaansche bergketens. Bovendien kreeg ze een bijzondere rol en wel die van waterscheider van het Schiereiland, deze overnemende van het Carpetanisch gebergte, welke tot nog toe die taak op zich genomen had. Het speelt echter zijn rol zeer partijdig ten opzichte van den Atlantischen Oceaan; de Middellandsche Zee krijgt niets, behalve den Ebro en enkele, minder belangrijke rivieren als o.a. de Guadalaviar.

In de Betische Straat begint zich de tangentiëele druk tegen de Meseta te ontwikkelen, waardoor Andalusië gevormd zal worden. Hierop zal nader worden ingegaan bij de behandeling van het Penibetisch systeem.

De bewegingen van het oligoceen zetten zich voort in het Mioceen, n.l. die, waardoor het Iberisch systeem opgeheven wordt en de Hercynische as naar beneden gedrukt wordt, waardoor tusschen beide een uitgestrekte, ongeveer Z.N. gerichte depressie ontstond. Zij wordt door het Huronisch Carpetanisch gebergte in tweeën verdeeld. Bovendien werd het Ebrobekken gevormd.

De Meseta is dus verrijkt met het N.O. region en bestaat uit drie gesloten of bijna gesloten bekkens, corresponderende met Nieuw- en Oud Castilië en Aragón. Alleen tusschen de bekkens van Oud Castilië en Aragón bestond nog eenige communicatie. Spanje nam dus toen deel aan het algemeene, lagunaire type dat in Europa heerschte. Voor de voeding dezer meren nam men het bestaan aan van groote, ultrapeninsulaire rivieren, komende uit het N.W. Als bewijs hiervoor voerde men aan het bestaan van enkele conglomeraten met groote steenen, die door machtige rivieren aangevoerd moesten worden. Maar deze conglomeraten hebben meer locale verbreidheid, waardoor het waarschijnlijker is dat zij door kleinere stortbeken zijn aangevoerd. Bovendien zijn zij later van Kwartairen ouderdom gebleken. Tenslotte is de groote uit-

gebreidheid naar het N.W. van de Meseta, tijdens het Palaeo- en Mesozoïcum zeer waarschijnlijk, maar niet meer tijdens het Tertiair. Door de basculebeweging der Meseta immers moet dit gedeelte gedaald zijn, waarvoor nog spreekt het Portugeesche kustgebied, waar een transgressie uit dezen tijd duidelijk te constateeren is.

Prof. Calderón nu heeft aangetoond, dat de voeding dezer meren onderhouden werd door een toen heerschend, buitengewoon regenachtig klimaat. Het einde van deze meren is gekenmerkt door een droger regime, oorzaak van een groote, chemische sedimentatie, waardoor de uitgestrekte kalk- en dolomietafzettingen ontstaan zijn, die hier overal, waar ze niet reeds door de erosie zijn weggenomen, het zoo monotonen, mioceenen oppervlak vormen.

In het Pliocéen werd de samenvoeging van den Andalusischen grond aan het Iberisch territorium voltooid.

Verder dient nog vermeld te worden dat in het Tertiair de vulkanische gesteenten ontstaan zijn, die als een eruptieve ring twee derde van de Meseta omgeven. Die ring begint ten Z. van Lissabon, loopt over Kaap San Vincente naar Sérra de Monchi-que; in de vallei van den Guadalquivir schijnt hij onderbroken te zijn om bij Kaap de Gata weer te voorschijn te komen; van hieruit is hij naar het N. te vervolgen over Cartagena en Murcia, Valencia (Cofrentes), Aragón (Nuévalos) en Catalonië (gebied van Olot). De in den Z. rand van de Meseta bij La Mancha voorkomende nefelienbasalten zouden eveneens uit dezen tijd moeten stammen.

Kwartair.

Hierover valt op deze plaats weinig te vermelden. De twee belangrijkste gebeurtenissen uit deze periode zijn de glaciaties en de epirogenetische bewegingen. Beide hebben voor Spanje weinig beteekenis.

Van de glaciaties is hier nog weinig bekend. Alleen in het Cantabrisch-Asturisch gebergte is dit iets gedetailleerd onderzocht door Obermayer, die de sporen van twee ijstijden heeft kunnen ontdekken. Een verband met de vier groote, Europeesche ijstijden heeft hij niet kunnen aantonen.

Wat de epirogenetische bewegingen betreft, deze zijn zeker nog in het Iberisch Schiereiland werkzaam, zooals men dit op enkele plaatsen heeft kunnen constateeren. Zoo b.v. aan de N. Kust, bij Santoña en Ondárroa, bevinden zich ijzeren ringen, nu een heel eind van zee afgelegen, waaraan in den tijd van Karel V de zeeschepen meerden. Bovendien zijn de Cantabrische bergketens door een terras van zee gescheiden, in welk terras men een opgeheven strand heeft te zien. Aan de O.kust in Catalonië is een spoorweg aangelegd, oorspronkelijk 50 M. van zee af; men heeft dezen al naar binnen moeten verleggen, daar hij reeds door zee bedreigd werd. Tenslotte wil ik nog vermelden dat de Straat van Gibraltar zich nog steeds schijnt te verdiepen en te verbreden.

De Excursie.

De excursie werd aangevangen op Zondag 29 Juni 1919 te Bilbao, van waaruit twee tochten in de omgeving werden ondernomen.

Op de eerste werden de zoo belangrijke ijzerts-voorkomens bezocht; hiervoor verwijs ik naar de voordracht „De ijzerertsen van Biscaye” gehouden door prof. Ir. R. W. Van der Veen in de vergadering van de Afdeeling voor Mijnbouw, Tak Nederland, van het Kon. Instit. van Ingenieurs van 16 Januari 1920, afgedrukt in „De Ingenieur” van 10 April 1920, No. 15.

Het doel van de tweede tocht was de bezichtiging van de hoogovens der Spaansche maatschappij Altos Hornos de Vizcaya, waarvan een kort overzicht eveneens in bovengenoemde voordracht te vinden is.

Van Bilbao werd ons hoofdkwartier verlegd naar Santander, van waaruit vier excursies werden ondernomen.

Eerst werden de zinkmijnen bij Peña de Castillo bezocht.

Het doel van de tweede excursie was de ijzermijnen der Sociedad Minera Cabarga-San Miguel, behoorende tot de Algemeene

MERREM & LA PORTE
TECHNISCH BUREAU
AMSTERDAM - BANDOENG

Vertegenwoordigers o.a. van:

Fried. Krupp A. G. te Essen.

Gietstalen- en smeedstukken, Stevens, Asleidingen, Wielstellen, Ketelmateriaal, enz.

Fried. Krupp A. G. Germaniawerft te Kiel.

Scheepsbouwwerf, Stoommachines, Turbines, Dieselmotoren, Luchtcompressoren, Scheepsketels enz.

I. Pohlig A. G. te Keulen.

Los- en Laadinrichtingen, Kabelbanen en grijpers, enz.

Machinenfabrik Baum A. G. te Herne.

Kolenwasch-, Sorteer- en Briketteerinrichtingen, Bouw van Chemische Fabrieken enz.

Heinrich Koppers te Essen.

Inrichtingen voor Veredeling van brandstoffen, Cokesovens, enz.

Saechsische Machinenfabrik vorm. Rich. Hartmann A. G. te Chemnitz.

Locomotieven, Gascompressoren, Stoomketels, Werpstokers, werktuigmachines, Weeftouwen, enz. enz.

Gesellschaft Harkort te Duisburg.

Bruggen, Dakconstructiën, IJzeren gebouwen enz.

Mijnbouwmaatschappij Wm. H. Müller & Co. te Den Haag, gelegen in den Peña de Cabarga, ten Z. van Heras. Het ijzer komt hier voor o.a. in den vorm van een boonerts, hier „chirta” genoemd, over welks genese zich dien dag een geanimeerde discussie ontspan. Na afloop der excursie heeft de heer Ir. J. H. Steggewentz m.i. deze kwestie nader bestudeerd, naar aanleiding waarvan ik hieronder het een en ander wil laten volgen.

Het Boonerts van den Peña de Cabarga.

Het ijzererts, steeds limoniet, komt hier voor als:

ijzerleem (arcilla), waarin boonerts, (chirta) en groote, ongerolde blokken.

Deze laatste maken slechts 3% van het geheel uit en daar ze zeer ijzerarm zijn, zijn ze dus het onbelangrijkst. De chirtas zijn het ijzerrijkst. Ze zijn glad van oppervlak en bezitten een hoogen glans. De deskundigen ter plaatse konden ons geen nadere opheldering geven over hun ontstaanswijze. Hun polijsting deed denken aan een allochtone ligplaats en zou dan veroorzaakt zijn door rolling tijdens hun transport. Hiertegen echter spreekt dat sommige exemplaren (*fig. 2*), die concave gedeelten bezitten, hier even hoog glanzend zijn. Prof. Van der Veen sprak toen de meening uit, dat ze van concretionairen bouw zijn. Dit werd bevestigd door de vondst van een individu als afgebeeld in (*fig. 3*).

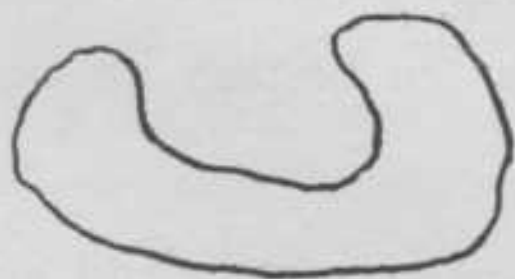


Fig. 2

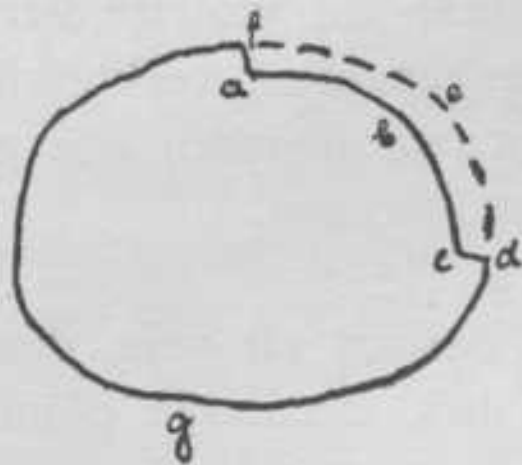


Fig. 3

Het stuk a b c d e f moet als een afgebroken stuk van de buitenste schil worden opgevat. Het hierdoor bloot gekomen oppervlak a b c had nu een even hoogen glans als de rest van het oppervlak f g d. Later zijn nog zuiver concentrische knollen ge-

vonden en zelfs enkele druiventrosvormige aggregaten, waardoor dan eindelijk de geheele excursie zich met de concretietheorie kon vereenigen.

Het later door den heer Steggewentz verrichte onderzoek heeft ook een ten opzichte van deze theorie gunstig verloop gehad. Hetgeen nu volgt is geheel aan zijn verslag hierover ontleend.

De ijzermijnen, welke alle in dagbouw worden ontgonnen, zijn gelegen op den top, het bovenste deel van de N. helling, op de geheele Z. helling en aan den Z. voet van den Peña de Cabarga.

(Fig. 4 stelt schematisch een profiel van den Peña de Cabarga voor).



Fig. 4

Stratigrafie.

Trias.

Dit bestaat geheel uit zandsteen en conglomeraten, beide gekarakteriseerd door een gehalte aan kleurlozen glimmer. De zandsteenen zijn grijs, geel of groen van kleur, dikwijls met roodbruine tot violette verweeringskorst. Ze bevatten soms niet te determineeren, verkoolde plantenresten.

De conglomeraten zijn grijs van kleur en bestaan uit zand met kwartsrolsteenen.

Jura.

Dit bestaat uit vele, dunne mergelbanken, afwisselend met mergelchalties. Sommige plaatsen zijn zeer rijk aan fossielen, vooral aan belemnieten en ammonieten (harpoceras en amaltheus), verder nog terebratula, retzia, rhynchonella, pecten aequalvis, ostrea. Vaak zijn ze geheel omkorst met pyriet, dat soms ook als in het gesteente verspreide spikkels voorkomt.

Onder Krijt.

Dit bestaat voor het grootste deel uit fossielrijke kalksteenen

(meest met moeilijk te determineeren mollusken en soms koralen); de kalksteen is onregelmatig gedolomitiseerd. Deze dolomiet geeft bij verweering aanleiding tot ijzererts-uitbloeiingen, ijzererts-concreties en lateriet, welke concreties zich later nog ten koste van het ijzergehalte van de lateriet kunnen aanrijken.

Het geheele kalksteen- en dolomietgebied is door roodbruine lateriet bedekt; de hoogste kalksteentop uit het gebergte hier maakt hierop een uitzondering.

Het liggende van deze kalk- en dolomietpartij wordt gevormd door drie banken, platig-splijtende gesteenten, bestaande uit sterk verweerde, glimmerhoudende mergelschalies en leemige zandsteen, welke van elkaar gescheiden zijn door twee kalkbanken.

Ten N. van het kalksteen- en dolomietgebied liggen van beneden naar boven:

- 1e. blauwe mergels en mergelschalies;
- 2e. afwisselende dunne en dikke glimmerhoudende zandsteenbanken;
- 3e. kalksteenbank;
- 4e. roodbruin verweerde, glimmerhoudende zandsteenbanken, ijzerconcreties bevattende, afwisselende met blauwe mergelschalies;
- 5e. bruinachtig grijze kalksteen.

De ligplaatsen van het hier behandelde erts bevinden zich uitsluitend op de beide hellingen en op den top van den Peña de Cabarga, die voor haar geheele Z. helling en bovenste deel der N. helling uit kalk en dolomiet uit het Onderkrijt bestaat. Er is geen scherp contact tusschen beide gesteenten aan te wijzen, maar kalk en dolomiet gaan geleidelijk in elkaar over. Zeer waarschijnlijk is deze laatste ontstaan tengevolge van dolomitiseering der kalksteen door opstijgende oplossingen. Niet ver hier vandaan, bij Peña de Castillo en Elechas, liggen zinkmijnen en het is voor de hand liggend de dolomitiseering van de kalksteen als een perifeer verschijnsel van de zinkertsvorming op te vatten, te meer daar dit overal in N. Spanje samengaat. Voor deze opvatting spreekt nog de verrassende overeenstemming der in die beide plaatsen voorkomende dolomieten.

Voorkomen van het erts.

Het erts, sterk roodbruin van kleur, bevindt zich steeds tusschen dicht bij elkaar staande, kegelvormige kalk- en dolomietpunten. Daar deze punten hier op den Peña de Cabarga reeds van uit de verte ieder onttertst plekje aanduiden rijst het vermoeden dat er tusschen die en het erts een genetisch verband moet bestaan. Het erts is echter niet alleen tot de mijnen beperkt, maar de berg zou veeleer geheel met het bruine, ertshoudende leem bedekt zijn, indien niet overal de ondergrond (kalksteen, resp. dolomiet) door het, wegens zijn geringe dikte, niet ontginbare ertskleed kwam heen kijken; ook de vele bergpaadjes zijn als 't ware geheel met gladde, glanzende, ertskorreltjes bezaaid. Een gebied met een oppervlakte van ongeveer 0,1 K.M.² maakt hierop een uitzondering; het bestaat geheel uit kalksteen en is door zijn helderwitte kleur al van verre te herkennen. De aarde, die hier de holten van het gesteente vult, is zwart, grijs of wit van kleur en heeft dan ook geen ijzergehalte; ook mist men hier de ertskorrels op de paadjes.

Neemt men de voor de hand liggende opvatting aan dat de tusschen de gesteenteblokken liggende aarde door verweering uit deze ontstaan is, dan demonstreert de natuur hier zelve, dat de dolomiet wel, de kalksteen echter niet bij verweering overgaat in de bruine, ertshoudende lateriet. Maar ook chemisch is het den heer S. gelukt, het verband tusschen de dolomiet, ertsleem en erts aan te toonen, welk verband uit de drie onderstaande analyses moge blijken:

	dolomiet	ertsleem	erts
Ca CO ₃	58,68	—,—	—,—
Mg CO ₃	36,06	—,—	—,—
Al ₂ O ₃	1,82	21,97	—,—
Fe ₂ O ₃	2,68	36,42	55,2(°/oFe)
Si O ₂	0,76	28,97	4,77

Blijkbaar heeft dus de verweering aan den dolomiet het Ca en Mg en tevens daarbij zijn eigenschappen als vast gesteente onttrokken.

Het boonerts is niet alleen ontstaan door concentratie van het ijzergehalte uit het ertsleem. Op enkele plaatsen is n.l. aangetroffen

fraaie uitbloeiingen en concreties van limoniet in den dolomiet, waaruit dus blijkt dat de boonertsvorming reeds begint, voordat de dolomiet in lateriet is overgegaan. Later mogen dan de reeds ontstane concreties zich aangerijkt hebben ten koste van het ijzer uit den lateriet.

Ook de heer S. kwam dus tot de conclusie dat voor de genese der chirtas de concretie-theorie moet worden aangenomen.

Uitgaande van de veronderstelling dat het erts ontstaan is door verweering der dolomieten, heeft de heer S. deze gedachte nader uitgewerkt.

Op plaatsen waar de erosie sterker werkt dan de verweering, zal de terreinoppervlakte steeds hoofdzakelijk uit vaste rots bestaan. Hier ter plaatse werkt de verweering sterker dan de erosie; hierdoor zal zij diep den grond indringen en geeft zij in ons dolomietgebied aanleiding tot de reeds genoemde pyramiden, welke zoo'n karakteristiek aanzien geven aan alle op den Peña de Cabarga gelegen ontginningen. Het erts, verweeringsproduct van de dolomieten, komt te liggen in de zakken, „bolsadas", tusschen deze pyramiden. (*Zie Fig. 5*).

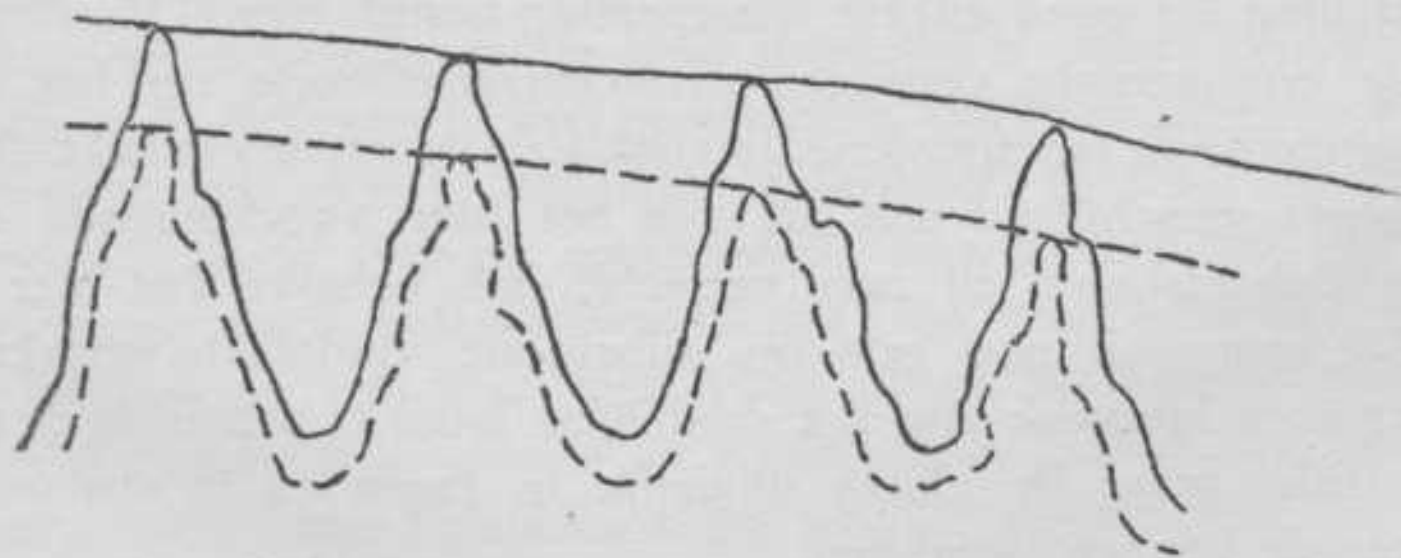


Fig. 5.

Zij op een gegeven oogenblik het oppervlak der pyramiden door de getrokken lijn aangegeven, dan moet na eenigen tijd dit door de gestippelde lijn worden aangegeven. Het erts is dan vermeerderd met het ijzergehalte uit de tusschen deze beide lijnen gelegen hebbende hoeveelheid dolomiet. Door de even boven het terreinoppervlak uitstekende pyramidepunten wordt verhinderd, dat

het erts door de erosie geheel wordt weggenomen.

Wordt de onder den dolomiet liggende kalksteen aangetast, dan gaat het proces op geheel dezelfde wijze door, alleen met dit verschil, dat er geen nieuw erts wordt aangevoerd.

Wanneer echter de verweering gekomen is aan de onder het kalk- en dolomiet-pakket liggende onoplosbare gesteenten, zal zich dit proces wijzigen. De pyramiden zullen dan hoe langer hoe kleiner worden, tot ze tenslotte geheel verdwenen zijn. Op de plaatsen, waar de erosie het terreinoppervlak verlaagt, zal het erts geheel weggespoeld worden. Dit is dan ook de reden waarom de tusschen Somarriba en Peñagos liggende berg, die geheel uit Trias bestaat, niet door erts bedekt is, ofschoon uit de stratigrafie blijkt dat vroeger dolomiet hierop gelegen moet hebben.

Door den heer F. F. Montes is reeds vroeger een andere verklaring voor dit erts gegeven; hij stelde zich voor, dat vóór de plooiing van het Onderkrijt een ertslaag, overeenkomende met het erts-voorkomen van Bilbao, boven het Onderkrijt heeft gelegen, welke na de plooiing door erosie, transport en sedimentatie het nu hier voorkomende erts heeft gevormd. Behalve dat deze veronderstelling op geen enkele waarneming berust, terwijl daartegenover de continentale verweeringsconcentratietheorie op het hier voor aangevoerde feitenmateriaal steunt, is de structuur van het Bilbao-erts geheel verschillend met die van het hier voorkomende erts.

Volledigheidshalve zij nog vermeld, dat behalve het hier behandelde erts, ook nog erts op allochtone vindplaats voorkomt. De bewijzen hiervoor zijn het duidelijkst waar te nemen in de mijn Inadvertida, waar de chirta duidelijk in lagen en in afwisseling met steriele banken voorkomt.

Ook de ouderdom van het erts is het beste in de genoemde mijn te bestudeeren, daar er hier een zeer fossielrijke laag optreedt. Men heeft hierin gevonden: Cervus, Rhinoceros, Bos primigenius, Elefas primigenius en resten van den mensch. Het geologisch jongste voorwerp was een bronzen pot, welke, evenals zijn ligging, archaeologisch onderzocht zijn; hij werd aangetroffen 6 M. onder het aardoppervlak. Uit al deze recente vondsten blijkt wel dat de ertsvorming steeds, tot op heden toe, zich doorzet.

Den volgenden dag stond op het program de bezichtiging van de praehistorische grot, Caverna de Altemira, bij Santillano. Deze is op last van den vorst van Monaco beschreven in het uitgebreide werk, „Caverne d' Altemira” door Cartailhac et Breuil in 1906. Inwendig was een sterke watererosie te constateeren; het is dus waarschijnlijk een onderaardsch rivierdal geweest. De wanden der grot waren beschilderd met afbeeldingen van paarden, bisons en herten, roodbruin van kleur, primitief in uitvoering maar sprekend voor een hoogartistiek peil, dat deze holbewoners hebben ingenomen. Als verfstof werd waarschijnlijk een mengsel van limoniet en urine gebruikt.

Tenslotte werd vanuit Santander een tocht van enkele dagen ondernomen, gewijd aan de beklimming van den Peña Vieja, hoogsten top van het massief van den Picos de Europa, waarin het Cantabrisch-Asturisch gebergte zijn hoogtepunt bereikt.

Met den trein werd van Santander naar Unquera gespoord. Van hier begaven we ons per rijtuig 45 K.M. diep het gebergte in tot Camaliño, waarbij onderweg gepleisterd werd in de badplaats La Hermidad. Van Camaliño wandelden we door een uiterst schilderachtig ravijn naar Espingama, waar overnacht werd. Gedurende dezen tocht was opmerkelijk, hoe het landschap wisselde, naarmate men zich in kolenkalk of kolenlei bevond; bij de eerste werden woeste cañons gepasseerd, terwijl men bij de tweede breede, golvende valleien waarnam. Den volgenden morgen werd de beklimming van den Peña Vieja (2642 M) ondernomen. Het massief zelf bestaat vrijwel uit steilstaande, grijsblauwe kolenkalk, waarin zeer fraaie crinoïdenstelen werden aangetroffen.

Zooals zoo vaak in Spanje zijn ook hier geologische details nog niet bekend. Ik meen dan ook met het onderstaande over dit gebied te kunnen volstaan.

Zooals reeds in de Geologisch Historische Schets vermeld is, hebben de Palaeozoïsche sedimenten in het N.W. van de Meseta een Z.O. - N.W. gerichte strekking, verkregen onder den invloed van groote tangentiële krachten, die in een richting, Z.W. - N.O. gewerkt hebben. Uit de stratigrafie leert men dat de geheele

Palæozoïsche sedimentenserie tot aan het Stéfaniën concordant is, terwijl het Stéfaniën discordant op deze oude geplooidde terreinen rust. De ketens zijn dus Hercynisch geplooid, evenals de klassieke gebieden van Midden-Europa.

Naar het N. gaande veranderen ze hun strekkingsrichting geleidelijk in een Z.W. - N.O. gerichte, waarbij als 't ware het kristallijne Galicisch-Lusitanisch massief hierbij als stootbuffer heeft dienst gedaan en de ombuiging bewerkstelligd.

Men vermoedt dat oorspronkelijk deze ketens hun weg hebben vervolgd door de tegenwoordige Golf van Biscaye en zich in het Plateau van Auvergne met de Variscische- en Armorikaansche ketens hebben vereenigd.

Suess heeft gewezen op de analogie van deze ombuiging met die van het Penibetisch systeem, welke laatste zijn Z.W. - N.O. richting geleidelijk in een N. - Z. gerichte strekking (bij Gibraltar) verandert en in dit opzicht deze Alpine plooiing de Hercynische plooiing dus precies navolgt.

Uit de onderzoekingen van Ch. Barrois in Asturië is gebleken, dat de Mesozoïsche formaties in het Cantabrisch-Asturisch gebergte zich steeds als lange, O. - W. gerichte banden voordoen; zij zijn sterk geplooid en hebben dikwijls een helling naar het N. Het Stéfaniën, dat na de Hercynische plooiing is gevormd, vindt men dikwijls op groote hoogten, tot zelfs 2000 M. toe, afgezet. Uit deze feiten volgt dat dit geheele gebied, na de Hercynische plooiing nog eens onder den invloed heeft gestaan van orogenetische bewegingen en deze in de richting van de meridianen.

Uit het feit, dat de hellingen der anticlinaalkoppen meest naar het N. worden waargenomen, leidde Barrois af, dat de druk van het N. naar het Z. gewerkt heeft. Bij den tegenwoordigen staat van onze kennis der tectoniek, kunnen we zoo'n aanname niet meer toelaten. We hebben hier waarschijnlijk te doen met naar het N. duikende, liggende plooiën, veroorzaakt door vanuit het Z. komende tangentiële krachten.

Voordat de resultaten van de pas begonnen onderzoekingen van den Picos de Europa bekend zijn, kunnen we hier niet veel meer aan toevoegen; alleen zou het wel verwonderlijk zijn, indien Post-

Eocene en Prae-Aquitane drukken, die de opheffing van de Pyreneeën hebben bewerkstelligd, ook niet hier hun invloed hadden doen gevoelen. In elk geval is het zeker, dat het Eoceen sterk geplooid is en dat het Mioceen hier niet vertegenwoordigd schijnt te zijn. De gedetailleerde studies van het Aquitanien en Stampien in de omstreken van Santander door Mengaud zal misschien later een vergelijking tusschen de orogenetische Cantabrische bewegingen en die van de Pyreneeën mogelijk maken.

Hiermee hadden de omstreken van Santander afgedaan en begaven we ons naar Oviedo. Van hieruit was ons doel kennis te maken met de ijzerafzettingen en koolbekkens van Quiróz bij Trubia, ten Z. O. van Oviedo gelegen, waaraan een bestudeering van de geologie van dit terrein voorafging.

Hierna begaven we ons van Oviedo naar Gijón om de stratigrafie van de omgeving na te gaan. Ik wil hiervan alleen even vermelden dat in een insnijding van den spoorweg, tusschen Candas en Mosel, ten W. van Gijón, zich een ongeveer 40 cM dik horizont in het Midden-Devoon bevond, geheel opgebouwd uit koralen. Op dezelfde plaats, maar beneden aan de kust werden in het Onder-Devoon talrijke fossielen als brachiopoden en koralen aangetroffen.

Hierbij was de tocht langs de N.kust van Spanje afgeloopen en werd naar een geheel ander gedeelte van het land gereisd, naar de Z. Submeseta, om daar kennis te maken met twee van de vele ertsafzettingen, die hier zoo overvloedig voorkomen. Deze geheele breukzone van de Meseta is gemetalliseerd. Bij Linares, Plena, Belmez en Peñarroya komen lood- en zinkerts voor; samen vormen zij één der belangrijkste looddistricten der wereld; bij Almadén treft men het grootste kwikgebied aan en eindelijk wordt ook het koperhoudende pyrietlichaam van Rio Tinto door geen enkel ander overtroffen. Verder kan nog vermeld worden de aanwezigheid van mangaan bij Ciudad Real en van zilver bij Guadalcanal.

Door de excursie werd het kwikgebied van Almadén en de loodertsen van Peñarroya bezocht.

Het kwikgebied van Almadén.

Door gebrek aan plaatsruimte kon ik tot mijn spijt geen uitvoeriger beschouwing van dit onderwerp geven en heb mij tot het onderstaande moeten beperken.

Het kwikerts van Almadén komt voor als drie steil opgerichte met cinnaber geïmpregneerde kwartsietlagen, welke zich bevinden in Silurische schisten en zandsteen. In deze schisten komen lenzen voor van de z.g. „piedra frailesca” (aldus genoemd naar hun grauwe kleur, overeenkomende met die van de pijpen van de Franciscaner monniken Frailes Franciscos), die door Helmacker en Calderón als een diabasische tuf wordt opgevat. Het Siluur wordt geheel omringd door Devoon. Tien K.M. ten N.O. komt melafier voor van Prae-Tertiairen ouderdom en ten Z. van Almadén bevindt zich een granietlichaam, dat naar de diepte een grootere verbreiding schijnt te bezitten. (Zie figuur 6).

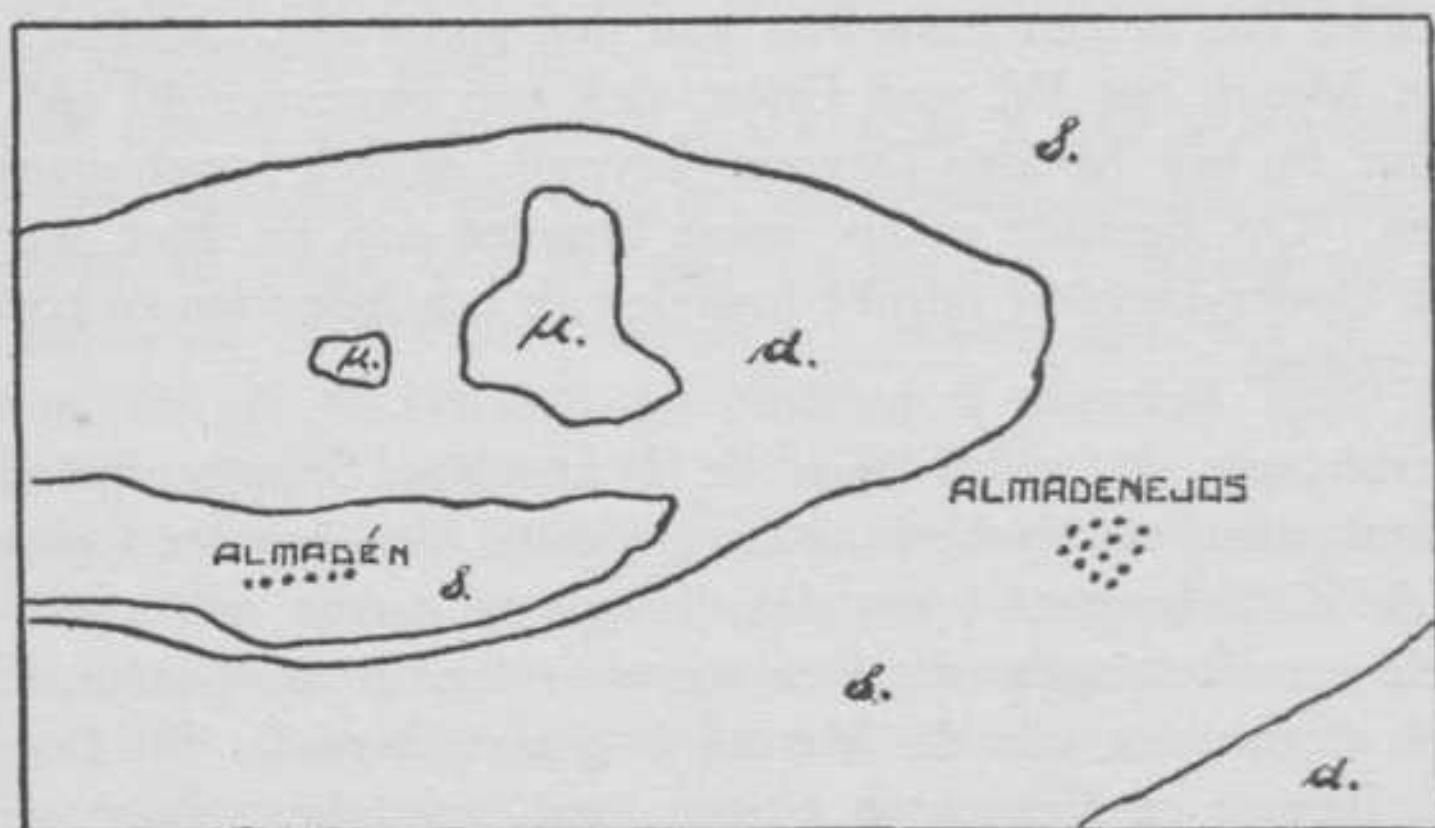


Fig. 6.

μ = melafier; S = Siluur; d = Devoon.

Geologisch kaartje van de omgeving van Almadén (naar L. De Launay, *Gîtes Minéraux et Métallifères*, III, 1913).

De kwartsietlagen hebben een O.—W. gerichte strekking. Bij de zuidelijkste gang — San Pedro y San Diego, 12 M. dik — is de geheele kwartsietlaag geïmpregneerd; de twee noordelijke lagen daarentegen — San Francisco y San Nicolas genoemd, met

gemiddelde dikten van 8 M. — bevatten slechts met cinnaber opgevulde spleetjes en adertjes; zij zijn bitumineus en daardoor donkerder van kleur dan de zuidelijkste gang. (Zie Fig. 7)

Het maximum ertsgehalte is 20% met een minimum van 2,5% en een gemiddelde van 8%.

In den laatsten tijd heeft men in San Pedro y San Diego iets aangeboord, dat eruptief bleek te zijn; een nader onderzoek hiervan zou kunnen uitmaken in hoeverre het vermoeden, dat deze afzettingen met eruptiva verband houden, juist is.

Omtrent den ouderdom van het erts tast men nog in het duister. Men kan slechts zeggen, dat ze jonger dan Devoon zijn, daar het cinnabervoorkomen van het naburige Almadenejos, waarmee het wel een genetisch verband zal hebben, aan Devonische kalksteen gebonden is.

In tegenstelling met de meeste andere kwikgebieden zijn deze cinnaberafzettingen waarschijnlijk niet aan Alpine maar aan Hercynische plooiingen gebonden, is hun ertsgehalte vrij regelmatig en wordt dit gehalte naar de diepte toe rijker.

De exploitatie der mijnen was nog zeer primitief, waarin nu echter veel verbetering schijnt te komen. Tijdens ons bezoek was men reeds begonnen met de electrificatie van het bovengrondsche bedrijf. Bij de ontginning van het erts werden de afgebouwde gedeelten der ertsgangen met gewelven dichtgemetseld. Ook dit wordt nu vervangen door een goedkoopere wijze van opvullen.

Voor de destillatie van het kwik uit het erts zijn twee batterijen van vier „hornos de cubo” (letterlijk vertaald: kubusovens) en 6 Czermak-Spirekovens in gebruik. Als brandstof wordt cokes gebruikt, dat 7% van de charge uitmaakt. De „hornos de cubo” leveren 80-85 frazcos per dag (frazcos zijn ijzeren flesschen van 34,507 Kg. kwik inhoud, waarin het metaal afgeleverd wordt). De Czermak-Spirekovens werken continu en hebben een gezamenlijke capaciteit van 120 frazcos per dag.

De mijnwerkers hebben diensten van slechts 4,5 uur per dag; zij werken verder maar acht dagen per maand en drie van de vier maanden ondergronds. Met dit geringe aantal werkuren heeft men zoo goed als geen last van de „beefziekte”, de gevreesde beroeps-

ziekte der kwikarbeiders. In 1919 verdienden zij \pm 14 pesetas per dag, hetgeen voor een Spaanschen arbeider toen zeer veel genoemd mocht worden. Bovendien zijn zij in het bezit van een eigen huis en een lap grond; vroeger waren ze nog vrij van dienstplicht.

Den volgenden dag brachten wij een bezoek aan de loodmijn Luisa bij Peñarroya. Het erts bevindt zich hier te midden van Silurische kwartsieten en schisten. Het karakteristieke van dit loodgebied is dat galeniet verreweg overweegt en met weinig sfaleriet samen voorkomt. In de buurt van het ertslichaam bevindt zich intrusieve graniet en tusschen de Cambriumschalies, eveneens intrusieve, rhyolietlagen. Van het erts weet men verder weinig af; het heeft contact met de schisten en is jonger dan de graniet.

Met deze twee bezoeken aan dit groote ertsdistrict moesten we ons tevreden stellen en werd nu het derde en laatste gedeelte van de excursie aangevangen, een doorkruising van Andalusië, waarbij we iets zouden leeren kennen van het groote, Alpen geploide, Penibetisch Systeem.

Deze tocht werd begonnen bij Jaen, waar de door de noordelijkste Subbetische ketens gevormde dekbladen bestudeerd werden. Daarna werd per rijtuig van hier naar Granada gereden, waarbij de ongeveer 100 K.M. lange weg ons dwars door alle Subbetische ketens voerde en we een indruk konden krijgen van hun tectonisch vrij eenvoudigen bouw. Vanuit Granada werd de Sierra Nevada, de grootste Betische keten, beklommen. Vervolgens begaven we ons naar Almería, van waaruit het 50 K.M. ten O. van deze stad gelegen eruptief massief van de Kaap de Gata, het belangrijkste der vele in Andalusië voorkomende eruptiva, bezocht werd. Tot slot van de excursie maakten we kennis met het ijzerertsvoorkomen bij Serón, dat een deel is van de groote mineraalzone, welke zich uitstrekt van de Sierra de Gador, ten N.W. van Almería, tot aan Cartagena en Murcia toe.

Ik zal de beschrijving van dezen tocht beginnen met een korte

inleiding over Andalusië; daarna volgt een meer uitvoerige beschouwing over het dekbladengebied van Jaen; vervolgens zullen eenige woorden gewijd worden aan de Subbetische Ketens, Sierra Nevada en massief van de Kaap de Gata, waarna als slot van dit verslag zal volgen een beschrijving van de geologie en de ontginning van het ijzerdistrict van Serón.

Het geheele kustgebied in het Z.O. van Spanje wordt ingenomen door een reeks machtige ketens, die zich van Gibraltar tot aan Kaap de la Nao, tusschen Alicante en Valencia, uitstrekken. Zij worden gewoonlijk onder den naam van Penibetisch Systeem samengevat; het stijgt vrij snel uit zee op en heeft gemiddeld steilere hellingen dan de Pyreneeën en Alpen. De algemeene strekkingsrichting der ketens is Z.W.—N.O., welke zich echter, naar het Z.W. gaande, geleidelijk verandert, tot zij bij Gibraltar Z.—N. geworden is. Over de Straat van Gibraltar zetten zij zich voort in de Sierra del Rif langs de N. kust van Marocco, terwijl de Balearen en Pityusen als de noordwestelijke voortzetting van het Penibetisch Systeem moeten worden beschouwd. De grootste ketens worden gevormd door de Sierra Nevada, welke in de Mulhacen (3482 M.) het hoogste punt van het Iberisch Schiereiland bereikt.

Evenals het Catalaansch Kustgebergte moet het Penibetisch Systeem waarschijnlijk worden opgevat als de rest van een kristallijn massief; dit heeft oorspronkelijk het meest westelijk gedeelte van de Middellandsche Zee ingenomen en is nu onder haar wateren verzonken, waarschijnlijk hierbij gelijktijdig aanleiding gevende tot de vorming van de Straat van Gibraltar.

In de Geologisch Historische Schets werd reeds vermeld, dat zich tijdens het Carboon in het Z.O. van de Meseta nerietische afzettingen gevormd hebben. Dit werd toen verklaard óf door een basculebeweging van de Meseta óf door een momenteele rijzing van de Penibetische zone. In dit laatste geval vormde zich op de plaats van de tegenwoordige vallei van den Guadalquivir een uitgestrekte, maar nauwe golf, een voorlooper van de latere Subbetische Straat, waarvan het bestaan met zekerheid kan worden aangenomen vanaf het Trias tot aan het Aquitanien. De N. kust

van deze golf moet zeer weinig geaccidenteerd geweest zijn, als overeenkomt met de bruuske afsnijding van de Meseta; de Z.kust daarentegen zal voorgesteld moeten worden met talrijke golven en inhammen, die binnendrongen in het Penibetisch massief, toen nog vereenigd met Afrika.

De afzettingen uit deze geosyncline rusten in het N.O., tusschen Alicante, Valencia en Albacete, transgressief op de Meseta en dragen hier een nerietisch karakter, terwijl de ten W. hiervan afgezette sedimenten der geosyncline juist een Alpine facies bezitten. Dit contrast is vooral duidelijk waar te nemen in Trias en Krijt.

In begin Pliocéen begonnen de groote Alpine plooiingen ook hier hun invloed te doen gelden. Het kristallijne massief werd door de tangentiëele drukken tegen de afzettingen van de vroegere Andalusische Straat geperst, welke in het N. door het Mesetamassief werden tegengehouden. De Meseta speelde dus de rol van voorland. De Subbetische afzettingen werden hierdoor geplooid en opgeheven, waarbij de noordelijke ketens aanleiding gaven tot de vorming van dekbladen. Zij kunnen vergeleken worden met de Zwitschersche Voor-Alpen. Tegelijkertijd zonk het grootste gedeelte van het Penibetisch massief onder de wateren van de Middellandsche Zee, waardoor zijn tot de Betische ketens verheven N. rand van Afrika, waarmee het tot nog toe één geheel had uitgemaakt, gescheiden werd en inplaats daarvan aan de oude Meseta werd toegevoegd. Als een gevolg van de zakking van het tusschen de tegenwoordige Spaansche en Afrikaansche kusten gelegen land moet de vorming van de Straat van Gibraltar en van de vele breuken in het Andalusische gebied beschouwd worden. Door deze konden de eruptieve gesteenten naar boven dringen, die aanleiding gaven tot het ontstaan der talrijke intrusiva en effusiva, die men in deze terreinen aantreft. De Sierra del Cabo de Gata is één der belangrijkste dezer effusiva.

Na dit algemeene exposé kan ik overgaan tot enkele details van het tijdens de excursie waargenomene.

Subbetische Zone.

De stratigrafische serie van dit gebied is de volgende:

Trias; iriseerende mergels en dolomieten.

Jura; compacte kalken met fossielvoerende horizonten in het Lias en Tithoon.

Onder-Krijt (Valanginien-Aptien); mergels met pyrietische ammonieten met bathyale facies.

Albien-Cenomaan; seminerietische kalkzandsteen.

Senoon;

Maastrichtien-Danien; } met echinieden en cefalopoden.

Midden-Eoceen; discordant op zijn substratum.

Aquitaniën; pelagische facies met nerietische tusschenschakelingen.

Burdigaliën; nerietische facies. (De Burdigaliënzee schijnt de meest recente te zijn, die de Noord-Betische Straat bedekt heeft.)

Plaisanciën; discordant op zijn substratum.

Quaternair; met el. primigenius.

Men kan de Subbetische zone onderscheiden in een oostelijk-, midden- en westelijk gedeelte. In het midden- en westelijk gedeelte kan men weer twee regionen onderscheiden:

in het N.: de laagvlakte van den Guadalquivir;

in het Z.: de Subbetische kalkketens die haar van de Betische ketens scheiden.

In het oostelijk gedeelte komen de Subbetische ketens in direct contact met de Meseta, welke Zuidrand zij bedekken.

Jaen bevindt zich in het middengedeelte van deze zone. Een N.-Z. profiel levert hier, vanaf het N., de drie contrasten op;

1. Oude, sterk geplooid schisten van de Meseta, recht afgesneden door de breuk van den Guadalquivir.

2. De groote vlakte van den Guadalquivir, bedekt met horizontale molassen.

3. Subbetische ketens.

De successie in het dal van den Guadalquivir is:

Trias; iriseerende, gipshoudende mergels en dolomietbanken.

Aquitaniën; pelagische mergels met globigerinen en met nerietische tusschenschakelingen met lepidocyclinen.

Burdigaliën; nerietische kalken met groote clypeasters.

Plaisanciën; horizontale mergels eindigende in molassen.

In het Z. van de vlakte van den Guadalquivir, in de nabijheid

HADFIELD'S LTD.

WORKS AREA
200 ACRES

East Hecla and Hecla Works
SHEFFIELD, ENGLAND

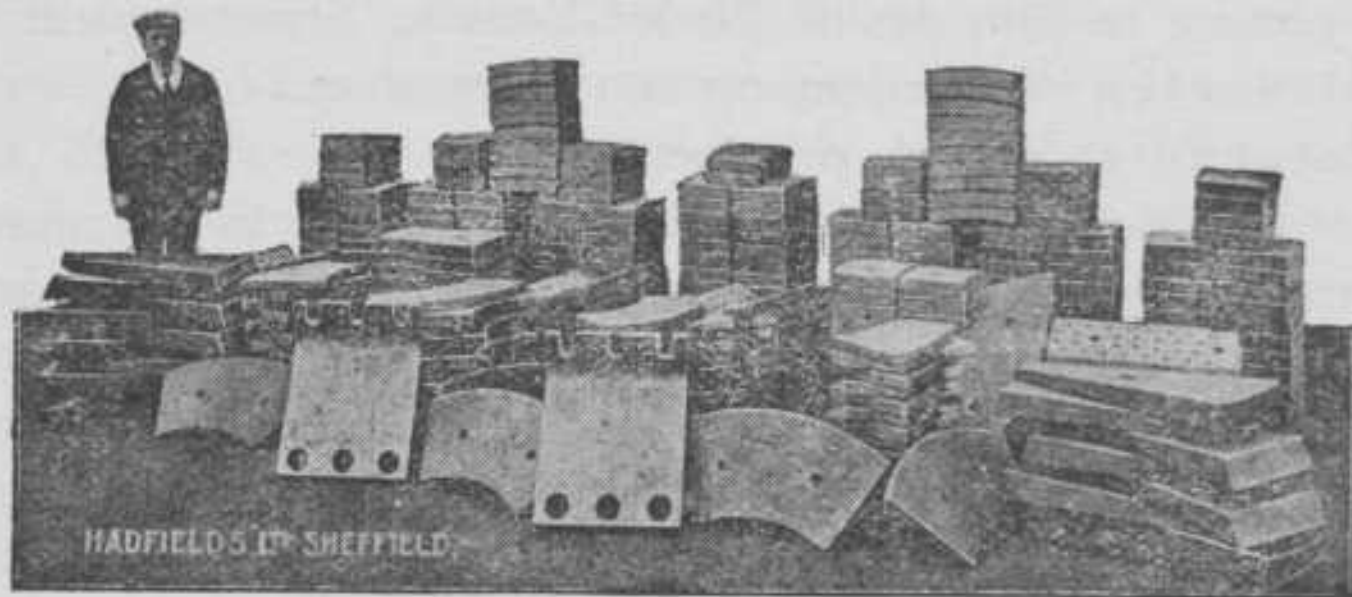
WORKMEN EMPLOYED
DURING THE WAR
15,000

Agents: P. M. DEKKER, Stadhouderslaan 114, Den Haag, HOLLAND

Modern
Stone Breaking & Ore Crushing Machinery

of every description including Jaw Crushers
Made in SECTIONS FOR TRANSPORT PURPOSES

Renewals and Wearing Parts supplied for all types
of Crushers, also for Ball Mills and Tube Mills



MINING REQUISITES *of all kinds*

Shoes and Dies, Cam Shafts, Jaw Faces, Crushing
Rolls Grizzly Bars, Cones, Concaves, Elevator
and Conveyer Links, Steel Wheels and Axles etc.

Special Forged Steel Balls
all sizes for Ball Mills and Tube Mills



Trade Mark

SOLE MAKERS OF HADFIELD'S PATENT

Manganese Steel

THE SUPREME MATERIAL

for the Wearing Parts of Stone Breaking and Ore Crushing
Machinery, Railway and Tramway Special Track-work, etc.

van de Subbetische kalkketens, kan men een zeer merkwaardig verschijnsel waarnemen. Het Pliocene dek is geheel verdwenen door erosie (of nooit afgezet geweest); het Aquitanien en Burdigalien zijn sterk aangetast en overal kan men het algemeene Triadische substratum waarnemen. Op een groot aantal plaatsen in de omstreken van Jaen, Jodar à Alcaudete bevinden zich tusschen Trias en Aquitanien talrijke, sterk gereduceerde brokstukken van Cretaceïsche mergels met pyrietische ammonieten en orbitolinen of van mergels en zandsteen uit het Eoceen met nummulieten. Deze brokstukken hebben dikwijls een oppervlakte van slechts enkele vierkante meters. Al deze brokstukken, van telkens verschillenden ouderdom, worden opgevat als de door de onderzeesche erosie van het Subbetische Nauw gespaarde laatste resten van het Eoceen-Mesozoïsche dek van het Trias.

Onmiddellijk ten Z. van de laagvlakte verheffen zich de Subbetische ketens van Jaen tot Granada, die vergeleken kunnen worden met de Zwitsersche Vooralpen. Zonder onderbreking strekken zij zich naar het Z. uit tot de oude, metamorfe terreinen van het Penibetisch Systeem. Dit gebied is veel slechter bestudeerd kunnen worden, doordat men hier de diep ingesneden ravijnen mist, die ons in Zwitserland de profielen toonen. We moeten dus hier gebruik maken van abnormaliteiten als het wortelloos rusten der plooien.

Het contact van de Subbetische en Betische ketens is bijna overal door Tertiair bedekt, hetgeen de studie van dit gebied weer zeer bemoeilijkt. Dank zij echter de traceeringen van Bertrand en Kilian van de Mesozoïsche anti- en synclinalen in de omstreken van Granada is echter duidelijk gebleken dat de orientaties der beide ketenreeksen parallel aan elkaar zijn.

De noordelijkste ketens worden gevormd door een reeks van wortellooze, liggende plooien of kleine dekbladen van Post-Aquitaniënschen ouderdom. De wortelgebieden zijn nog zeer slecht bekend.

De dekbladen in de omgeving van Jaen zijn gedetailleerd bestudeerd door Robert Douvillé.

Wandelt men in de omgeving van Jaen dan valt onmiddellijk op dat de groote bergtoppen tot op een zeker niveau geheel om-

ringd zijn door Mioceen (dit is vooral daardoor goed waar te nemen doordat alleen het Mioceen beplant is met olijfboomen; aan de grens der olijfboomgaarden herkent men dus direct de grens van het Mioceen). Zoo'n bergtop rust dan met Krijt op het Mioceen, dus wortelloos. Het Mioceen is hier vertegenwoordigd door Aquitanien. Bovendien heeft een mijngalerij, gedreven in het massief van den Cerro de Jaen, rechtstreeks aangetoond dat het Aquitanien zich onder het massief voortzette.

De omstreken van Jaen zijn voorgesteld in figuur 8, (*zie uitslaande plaat*).

Het hier schuin geharceerde stelt voor een van het Z. gekomen dekblad, welks wortel nog onbekend is.

Oorspronkelijk werd dit dekblad gevormd door Jura, Krijt en Eoceen. Jura is vertegenwoordigd door den kop van een groote, liggende anticlinal, welke de Era de la Mesa vormt. (*Zie fig. 9, uitslaande plaat*).

De omgekeerde vleugel van deze anticline is bijna geheel uitgewalst. De meest recente lagen behooren tot het Vraconnien en bedekken in het algemeen niet meer het Boven Jura.

Op het oogenblik dat de hoofdmassa van dit dekblad in het N. werd tegengehouden en tot stilstand gebracht, had er op den normalen vleugel een afschuiving plaats op het contact van de Cenomane kalkzandsteenen en mergels en van de Senone compacte kalken. Hierdoor hebben de Cenomane en Boven-Cretaceïsche lagen van den normalen vleugel hun voortschuiving naar het N. voortgezet en zijn op het Trias en Aquitanien van de laagvlakte, vóór de Juradische kern van de anticline komen te liggen. Dit gedeelte vormt dus een tweede dekblad, dat van het tot nog toe beschouwde dekblad afgeschoven werd en welks wortelgebied zich dus op dit eerste dekblad bevindt. Douvillé neemt aan dat een mergellaag van Cenomanen ouderdom bij deze afschuiving als glijlaag heeft dienst gedaan. Het eerste dekblad noemde Douvillé *nappe inférieure* en het tweede, kleinere, hiervan afgeschovene *nappe supérieure*, hetgeen ik met beneden- en bovendekblad vertalen zal.

De Era de la Mesa en de Jabalcux behooren tot het beneden-

dekblad, de Fuente de Jamilena, de Cerro- en Peña de Jaen en de Zumbel Bajo tot het bovendekblad.

De Jabalcux (gestippeld aangegeven in fig. 10 zie *openslaande teekening*) bevat een zwart gekleurde Jura, welke in de naburige autochtone ketens niet voorkomt. Hierdoor bewijst de Jabalcux in een voor hem vreemde omgeving te liggen. De omgekeerde vleugel is hier niet zoo mooi ontwikkeld als bij de Era de la Mesa; er is hier geheel geen Krijt meer aanwezig.

Van het benedendekblad is een profiel gegeven in fig. 9, volgens de lijn P-Q in fig. 8. Het Vraconnien, Aptien en Neocoom van den omgekeerden vleugel zijn fossielhoudend. Men ziet duidelijk het Oligo-Mioceen van de vlakte van den Guadalquivir onder het dekblad wegduiken. In dit Oligo-Mioceen komen in de Aquitanische globigerinenmergels ingebedde kalkschubben voor met lithothamnium en groote clypeasters. Zij toonen de sporen van een sterke, mechanische werking, welke hier heeft plaats gehad, te wijten aan een soort van verbrijzelende sleeping van het tweede, hier overgeschoven, dekblad. In de lijn van dit profiel is reeds alles van dit dekblad door de erosie verdwenen maar de ten O. er van gelegen massieven van de Fuente de Jamilena en van den Cerro- en Peña de Jaen stellen nog de laatste resten er van voor. Het zijn dus echte klippen, die als zoodanig geheel vergeleken kunnen worden met het massief van de Mythen in Zwitserland, dat eveneens een door de erosie gespaarde klip van het Klippendekblad voorstelt.

In de Oligo-Miocene vlakte tusschen den Jabalcux en den Cerro de Jaen vindt men gesleepte blokken of dunne sleepingsschubben, bestaande uit Eocene kalk- en zandsteen met nummulieten, welke zich bevinden in de globigerinenmergels van het Aquitanien.

Een profiel van het massief van den Cerro- en Peña de Jaen langs A-B (fig. 8) geeft, van Z. naar N. en van boven naar beneden:

1. Oölitische Senvoonkalken,
2. Kalkzandsteen uit het Midden-Krijt,
3. Compacte Aptienkalken.

(Alle zijn forsielvoerend).

Deze drie horizonten rusten wortelloos op het Mioceen, dat het massief schuin afsnijdt.

Langs C-D in fig. A krijgt men, in dezelfde volgorde:

1. Oölitische Senoonkalken, N.-Z. gestrekt, overhellende naar het O.; gescheiden door een verschuiving V van
2. Kalk uit het Middenkrijt, O.-W. gestrekt, en overhellende naar het Z.; door een tweede verschuiving V gescheiden van
3. Verticale Aptienkalken, gestrekt W. 10° Z.

Het verschil van deze twee profielen wordt veroorzaakt door die twee verschuivingen V in de lijn C-D. Het geheel is dus te beschouwen als een reusachtige, tectonische breccie. Het massief is n.l. uit hardere en zachtere lagen opgebouwd. De hardere lagen zullen zich in de richting van de stuwkracht willen bewegen, terwijl de zachtere lagen veeleer de neiging hebben zich loodrecht op die richting te plaatsen. Hierdoor ontstaat er een torsie en om haar spanningen op te heffen, zijn die breuken ontstaan.

Fig. 10 geeft een profiel volgens R-S van fig. 8. Dit profiel moge nog het bovengezegde verduidelijken. We zien Cerro- en Peña de Jaen en Zumbel Bajo geheel wortelloos op Mioceen rusten. De Cerro- en Peña de Jaen is geheel door Mioceen omringd en is dus een echte klip, daar het zelf uit Krijt is opgebouwd. Hij is over den Jabalcux gegleden en heeft hierbij wat Eoceen meegesleept. Ten Z. van den Zumbel Bajo is de Salto de la Yegua aangegeven, welke de zuidelijkste rest is van het bovendekblad, dat gedeeltelijk op een autochtoon massief rust, bestaande uit Lias. Tusschen beide bevindt zich een groote gipslens, die ontgonnen wordt.

Het is waarschijnlijk dat het Aptien, de basis van het bovendekblad, oorspronkelijk continu volgde op het Aptien van den top van het benedendekblad. In dit geval zou de afschuiving in het Aptienhorizont hebben plaats gehad.

Op fig. 8 ziet men nog de twee verschuivingen f aangegeven, welke den Jabalcux begrenzen. Zij behooren tot de z.g. transversaalverschuivingen. Zij komen in deze streken vrij veelvuldig voor. Zij zijn ontstaan ten tijde van de verplaatsing en masse van de lagen. De aandacht hierop is vooral gevestigd door R.

Nicklés en R. Douvillé bij hun onderzoekingen van de Mission d' Andalousie.

Betische Ketens.

Vanuit Granada werd per muilezel de tocht naar de Sierra Nevada, de grootste der Betische Ketens, aangevangen. Als einddoel gold de Picacho de Veleta (3300 M), dicht bij den hoogsten top, den Mulhacen (3482 M.) gelegen.

Het Andalusische, kristallijne gebied bestaat uit een dunne glimmergneislaag en voor de rest geheel uit kristallijne leien; in deze komt een horizont van fylleten voor, die men niet in de andere kristallijne gebieden van Spanje aantreft.

Sedimenten van Palaeozoïschen ouderdom heeft men niet kunnen constateeren: direct op de kristallijne gesteenten rust Mesozoïcum. Op enkele plaatsen heeft men kunnen afleiden dat de kristallijne gesteenten van Palaeozoïschen en gedeeltelijk zelfs van Mesozoïschen ouderdom zijn. Waarschijnlijk hebben deze sedimenten door de orogenetische bewegingen een sterke metamorfose ondergaan, zooals men dit op verschillende plaatsen in de Alpen met zekerheid heeft geconstateerd.

Onze kennis van geheele Penibetisch Systeem is nog maar zeer gering, vooral wat zijn tectoniek betreft. Wel zijn verschillende onderzoekers hier bezig geweest, maar hun resultaten zijn tot nog toe zeer onbevredigend. Bij de eerste kennismaking van dit gebied wordt men getroffen door de oogenschijnlijke eenvoudigheid van zijn bouw.

Barrois en Offret hebben een overzicht gegeven van de Sierra Nevada. Zij beschouwden haar principiëel te bestaan uit een zwak hellende, uit min of meer glimmerhoudende schisten opgebouwde, anticlinaal. Volgens hen kon men de Sierra Nevada zich voorstellen als een opgeheven anticlinale plooï, welke op een gegeven oogenblik haar dek van kalken en schisten doorbroken had.

Later heeft men echter in deze kristallijne schisten tusschenschakelingen van gesteenten als amfiboliet en dolomiet aangetroffen. Andere theoriën zijn er door even zoovele onderzoekers opgesteld.

Echter allen stellen zich den bouw van deze ketens te eenvoudig

voor. Robert Douvillé zegt dan ook in La Péninsule Ibérique (Espagne): „La Sierra Nevada et les chaînes qui la relayent vers l'est, Sierras de los Filabres, de Oria, de las Estancias, etc., pourraient fort bien être constituées par des paquets de nappes empilées, presque horizontales par conséquent, d'où l'énorme épaisseur (1500M!) des schistes cristallins”.

Bij onze terugtocht van den Picacho de Veleta naar Granada werden op het pad achtereenvolgens de volgende lagen waargenomen (van boven naar beneden):

fyllieten
 granaatglimmerschisten
 kwartsieten
 epidootglimmerschisten
 serpentijn
 granaatglimmerschisten
 amfibolieten
 granaatglimmerschisten
 porfyroïd gesteenten (Verrucano?)
dolomieten
 granaatglimmerschisten
 kwartsietfyllieten
dolomieten
 granaatglimmerschisten
 kwartsietfyllieten
dolomieten
 Trias

Ook deze successie toont wel duidelijk aan dat de Sierra Nevada niet zoo eenvoudig gebouwd is als door vroegere onderzoekers werd aangenomen.

Sierra del Cabo de Gata.

Van Almería werd in koetsen de tocht naar den Cabo de Gata ondernomen. Onderweg passeerden we eerst Diluvium, daarna Pliocene kalk en grinden. In een insnijding van den weg werden prachtige fossiele exemplaren van pecten, terebratula, ostrea, echniden, bryozoa, enz., zoo overvloedig aangetroffen dat het ons moeite kostte van deze plek te scheiden.

Het massief van den Cabo de Gata bestaat uit Tertiaire eruptiva, vnl. effusiva. Vroeger lagen deze ketens als eilanden in de Pliocceenzee.

Bij de beklimming van één der ketens werd fraaie hoornblendesandesieten aangetroffen; later nog kwartsporfieren en dacieten. Er kwam een geheel gemetalliseerde, sterk verweerde strook voor, dooraderd met talrijke kwartsgangen met psilomelaan, calamien, sfaleriet en galeniet. In het gesteente kwam vrij veel pyriet voor, wat malachiet en een sterke kaoliniseering. Ook vrij groote brokken bariet werden gevonden. Onze beide leiders vermoedden de aanwezigheid van goud.

Aan den voet van den berg bevonden zich verschillende kleine, exploitaties, welke alle, op één na, bij ons bezoek stil lagen. Zij werkten op calamien, galeniet en mangaanerts. Met een meer energieke opzet van exploitatie zou in deze streek veel meer te bereiken zijn.

Ijzerdistrict van Serón.

Het ijzerdistrict van Serón, gelegen in het Z.O. van Spanje, maakt een deel uit van een uitgebreide mineraalzone (volgens Douvillé één van de rijkste der wereld), die zich uitstrekt van de Sierra Almjara in Málaga tot dicht bij Murcia.

De ijzerafzettingen worden geëxploiteerd door drie buitenlandse maatschappijen ¹⁾.

Het ontgonnen erts wordt door middel van een 8 tot 15 K.M. lange kabelbaan naar het spoorwegstation Serón en van hier naar de uitvoerhaven Aguilas (101 K.M.) getransporteerd, van waar het naar Engeland verscheept wordt.

¹⁾De namen dezer maatschappijen zijn; *Sociedad Minera Cabarga-San Miguel*, deze staat onder beheer van de firma Algemeene Mijnbouwmij. van Wm. H. Muller & Co., te Den Haag; *Sociedad de Minas Y Caminos de Hierro Bcares Almería Y Extenciones*, welke met Belgisch kapitaal werkt, en tenslotte de Engelsche maatschappij *Bcares Iron Ore Co.*

Het ijzerdistrict van Serón bevindt zich in de Sierra de los Filabres, gelegen in het centrum van de provincie Almería, deze van het W. naar het O. doorsnijdende. Aan zijn N.- en Z. zijden wordt het gebergte begrensd door de riviertjes de Almanzora en de Almería, naar het W. gaat het over in de Sierra de Baza en zijn O. grens wordt gevormd door de Sierra de Bayabona y Lubrín.

Zoowel uit economisch als geologisch oogpunt is het noordelijkste gedeelte van de Sierra de los Filabres verreweg het meest interessante.

Dit gebergte is het hoogste van de provincie en bereikt in de Tetica de Bacares¹⁾ zijn culminatiepunt (2081 M).

Door zijn groote niveauverschillen is het gebergte zeer onbegebaar waardoor dan ook geen enkele straatweg door het gebergte voert; het is veelvuldig doorsneden door diepe ravijnen — hier „barrancos” geheeten —, die dikwijls ware afgronden vormen, waarlangs zich smalle en gevaarlijke paadjes als eenige wegen in het gebergte slingeren. Eén er van heet de „Vereda de las Oraciones” (weg der Gebeden) daar men fluistert dat men moet bidden, alvorens het pad te betreden, wil men levend den overkant bereiken. Deze ravijnen vormen de beddingen van riviertjes, die gedurende den grootsten tijd van het jaar droog zijn. Enkele smalle waterloopjes treft men echter wel aan; deze worden gevoed door bronnetjes op de contacten van glimmerschisten en marmer en van Triaskalk en blauwe leien. Waarschijnlijk hebben ze hun ontstaan te danken aan de permeabiliteit van de bovenliggende sedimentdekken; het in deze dekken gefiltreerde regenwater wordt door de waterkeerende schisten en leien tegengehouden en zal hierdoor aan den dagzoom van het contact naar buiten treden. Deze bronnetjes maken het aanleggen van tuintjes in dit dorre gebied mogelijk; zij worden door de bevolking dan ook zooveel mogelijk uitgebuit door het aanleggen van irrigaties, waardoor zij er in slaagt vrij groote oppervlakten grond te bevoeien.

¹⁾ Deze heeft als triangulatiepunt voor de aansluiting van het Spaansche driehoeksnet aan dat van Marocco gediend.

In dit heele gebied komt zoo goed als geen geboomte voor, slechts hier en daar enkele kleine, slecht opgegroeide, dennen en bergeiken, terwijl af en toe, bij een of andere bevoeiing, het oog aangenaam verrast wordt door een groepje van een paar hoog opgeschoten populieren en wat flinke berken, die dat plekje dan tot een kleine oase maken.

Het klimaat is zeer wisselvallig, vooral in den winter. 's Zomers heeft men wel temperatuursverschillen gemeten van 17° C.; 's winters kunnen dagen, waarin men zich niet kan voorstellen December of Januari te schrijven, afwisselen met die met 13° C. vorst en met zware sneeuwstormen. Door deze groote temperatuursverschillen in zoo korte tijden ontstaan dan overal op de berghellingen woeste stortbeken, groote overstromingen veroorzakende, waarbij alles meegesleept wordt wat het water op zijn weg ontmoet. Bij het beschouwen van uitwerkingen van dergelijke watervloeden staat men verbaasd over het woeste karakter dat deze anders zoo onschuldige waterstroompjes kunnen aannemen.

Geologische gegevens van het terrein.

De terreinen in deze streek zijn nog zoo goed als onbestudeerd. Hoewel ze oppervlakkig zeer eenvoudig van bouw schijnen, leveren ze bij een iets diepgaand onderzoek al spoedig zeer groote moeilijkheden op en dit voor een niet gering gedeelte door hun absoluut gebrek aan fossielen. Het geologische gedeelte moet dan ook met een zeker voorbehoud aanvaard worden.

Men onderscheidt de volgende horizonten.

Archæicum	{	Glimmerschisten, Cipolienmarmers.
Trias	{	Basaal conglomeraat, Blauwe leien, Kalken en dolomieten, Jong-conglomeraat.
Plioceen		Op enkele plaatsen langs de Almanzora en in het Z. van het gebergte.

Plistoceen.

Daar deze beide laatste tijdperken zeer onbelangrijk zijn, zullen we ons uitsluitend met het Archæicum en Trias bezig houden.

Archaeicum.

Glimmerschisten.

Men kan ze in twee soorten verdeelen, welker scheidingslijn niet scherp te trekken is, daar ze geleidelijk in elkaar overgaan.

Tot de eerste behooren de eigenlijke glimmerschisten, donker grijs van kleur, met karakteristieke glimmerglans; splijting evenwijdig aan de laagvlakken. Ze zijn zeer rijk aan granaten, welke een gemiddelde doorsnee van 5 m.M. bereiken; soms kunnen ze tot 20 m.M. groot worden.

De tweede soort is meer vet aanvoelend, verschillend getint van kleur, meest van blauw tot groen, sterker glanzend dan de vorige, bladerige structuur, zeer zacht en verweert makkelijk onder de inwerking van de lucht en vooral door vocht. De leien nemen hierbij sterk in volume toe en gaan over in gewone kleien, welke dikwijls gevaarlijk kunnen zijn voor de mijnwerken in deze streek. Ook hier komen granaten voor, echter in geringere hoeveelheid dan in de hardere schisten van de eerste soort.

In enkele schisten en leien komen mangaandendrieten voor en bijna overal kwartsietaders, die soms een dikte van 0,5 M bereiken.

De hardere glimmerschisten komen het meeste voor. Ze bedekken dit horizont in het geheele zuidelijk gedeelte van de Sierra de los Filabres en reiken tot aan den barranco del Barrancón, Collado del Conde en zetten zich naar het N. W. voort tot aan Aldeire, waar de zachtere schisten de overhand beginnen te krijgen.

Cipolienmarmers.

Deze rusten concordant op de vorige gesteenten. Zooals hun naam reeds aanduidt, zijn ze glimmerrijk. Ze zijn wit van kleur met fraaie, blauwe banden, soms wat geelachtig. De marmers zijn vrij hard, splijten volgens de laagvlakken, ze zijn grofkorrelig en sterk kiezelhoudend. Ze ontleden zich aan het contact van de glimmerschisten, verliezen hierbij hun hardheid, nemen een bladerige structuur aan en worden meer geel van kleur.

In de marmerdekken komen dikwijls intergestratifiëerd kleirijke glimmerschistlagen voor met dikten, wisselende van enkele centimeters tot 1 M., soms tot 2 M. toe. Soms treedt er in de plaats

van één enkele laag een reeks van deze oude schisten op. In enkele gevallen treden ze boven de marmers op, dan echter nooit als één samenhangende laag. Daar deze schisten makkelijk verweeren, kunnen zich verschillende verschijnselen in de marmers voordoen; soms zal de positie der bovenliggende sedimenten er niet door veranderd worden, terwijl in andere gevallen kleinere schollen marmer over de schisten bergafwaarts gegleden zijn.

Het intergestratifiëerd voorkomen van deze schisten tusschen de marmers is daarom van belang omdat dit feit iets bewijst voor den Archaeïschen ouderdom der marmers. Het kristallijne karakter dezer gesteenten toch is niet voldoende om tot hun Archaeïschen ouderdom te concludeeren. Nu ze echter alterneerend voorkomen met de oude schisten lijkt me een andere aanname niet meer goed mogelijk.

De cipolienmarmers komen voor in de meeste barrancos in de zone van Serón en Bacares, waar zij een gemiddelde dikte van 20 à 30 M. bereiken. In het W. van de Sierra de los Filabres in El Manzano kunnen ze tot 70 M. dik worden, en zijn hier niet bedekt door jongere sedimenten, terwijl ze in het O. een veel kleinere rol hebben.

In deze marmers komen bijna uitsluitend alle ertsafzettingen uit deze streek voor.

Trias.

Daar, zooals reeds is opgemerkt, in dit gebied geen enkel fossiel bekend is, is de bepaling van den ouderdom dezer gesteenten zeer moeilijk. Men heeft ze tenslotte als Triadisch gedetermineerd in analogie van den habitus van hun gesteenten met die van de Sierra de Gador, ten Z.O. van de Sierra Nevada gelegen. Uit dit gebergte zijn enkele fossielen bekend, die door hun onderzoekers, o.w. Verneuil, van Triadischen ouderdom zijn herkend.

Basaalconglomeraat.

Dit rust op marmers, of, waar deze ontbreken, op de glimmerschisten.

De conglomeraten bestaan uit stukjes marmer, kwarts, glimmer-

schisten, (deze laatste in geringere hoeveelheid) en stukjes iriseerende lei, die veel aan de blauwe leien doen denken, en zijn door een mergelig cement verkit. Ze zijn van geel tot rood van kleur; hun hardheid is gering en wisselend met de structuur en met het kleigehalte. In hun contact met de marmers, eventueel glimmerschisten, zijn ze zachter en meer kleihoudend, hebben een korrelig uiterlijk en zijn de gesteentefragmenten kleiner van afmeting.

Elders kunnen de conglomeraten overgaan in echte kalken; ze nemen toe in hardheid, worden geler van kleur terwijl de gesteentefragmenten dan doorgaans grooter zijn. Nog elders treft men ze aan als makkelijk uiteenvallende gesteenten, door de geringe vastheid van het cement.

De dikte der conglomeraten is ook zeer wisselend. Meer in het zuiden bereiken hun afzettingen dikten van 15—30 M., terwijl ze naar het N. gaande geleidelijk hierin toenemen, tot ze in de zone van Serón en Bacares tot 80 M. dik kunnen worden.

Tusschen deze conglomeraten kan men soms gipsmassa's aantreffen, wit van kleur en van amorfe structuur. Dagzoomen van deze gips heeft men nooit aangetroffen hetgeen verklaard kan worden doordat dit mineraal uitgewasschen werd, waarna de ontstane ruimte door puin werd opgevuld.

Ze bereiken soms een dikte van 25—30 M.

De conglomeraten strekken zich uit tusschen Serón, Bacares, Tijola en Purchena en zijn steeds bedekt door de Blauwe leien. In het O. van dit gebied, bij Macael en Olula del Rio ontbreken ze.

Naar aanleiding van de bepaling van den ouderdom dezer gesteenten als Triadisch wil ik nog even het volgende opmerken. De analogie met Triadische gesteenten uit de Sierra de Gador, waarover boven gesproken is, geldt niet voor deze conglomeraten. Een discordantie tusschen dit horizont en de marmers zou echter al veel voor deze opvatting beteekenen; deze discordantie is echter niet direct te constateeren door het absolute gebrek aan gelaagdheid der conglomeraten (dit is wel iets vreemds, hun dikte in aanmerking genomen¹⁾).

¹⁾ Zoals de heer Van Bevervoorde mededeelde wekken zij op sommige plaatsen op ontsluitingen in de mijn den indruk van een paradiscordantie.

Dit kan verklaard worden doordat de marmers, na hun ontstaan, boven zee verheven werden en toen dus aan de erosie werden bloot gesteld. Deze erosie heeft natuurlijk de marmers in zeer verschillende mate aangetast, waarvan het gevolg is dat ze zich nu in zoo verschillende dikte aan ons voordoen en soms geheel ontbreken.

Een beter bewijs voor onze aanname wordt geleverd door het feit dat zich stukjes van de Blauwe Triasleien hierin voorkomen. Echter brengt dit weer een nieuwe moeilijkheid mee en wel dat die Blauwe leien, waarvan dus stukjes in het basaalconglomeraat voorkomen, steeds *boven* dit horizont liggen. Men zou dan moeten concludeeren hier met een abnormale successie te doen te hebben. Deze conclusie is echter tot nog toe nooit getrokken en heeft men dientengevolge nooit deze terreinen van uit dit standpunt bekeken. Zooals we bij de bespreking van het volgende horizont zullen zien, komt men ook hier op moeilijkheden te stuiten, die ook aantoonen hoe onvoldoende de eenvoudige aannamen van stratigrafie en tectoniek hier nog zijn.

Blauwe leien.

Deze rusten op de clongomeraten. Ze zijn glanzend, zacht aanvoelend, iriseerend en gewoonlijk blauwviolet van kleur, echter alterneerende met enkele lichter, meer rood gekleurde zones. Ze hebben alle uitgesproken bladerige structuur en zijn zeer zacht. In aanraking met water verweeren ze snel en gaan dan over in echte kleien, blauw van kleur. Deze worden door de bevolking aangewend om hun daken er mee te bedekken.

Op sommige plaatsen komen lensachtige massa's voor van groene, chloriethoudende fylleten.

Al deze leien bevatten in lagen kwartsaders; op sommige plaatsen komen intergestratifiëerd verspreide kalklagen voor van geelwitte kleur, geringe hardheid en vlakke breuk.

Kalken en Dolomieten.

Aan het contact van de Blauwe leien hebben ze soms bladerige structuur, hebben dan een geringe hardheid en zijn ze geel van

kleur; aan hun contactvlakken zijn ze vaak glanzend en glad.

Elders treft men ze aan als grijsblauwe, bitumineuze kalk, rijk dooraderd met een dicht netwerk van met calciëet opgevulde spleten.

Hooger in het terrein komen de eigenlijke kalk- en dolomietdekken voor van zeer uiteenlopende kleur en structuur. Ze zijn van geel tot rood getint, soms grijs; hier zijn ze hard en taai, daar weer vrij broos. Op de toppen der bergen zijn ze witter met een lichtgrijze toon, hard en caverneus met een vrij hoog magnesiumgehalte.

Deze gesteentedekken bereiken een dikte van 200 M. in de barrancos van Menas, Cerro del Pocico, van den Río Bolonor en Río Bacares; naar het N. nemen ze in dikte af.

Bij Macael zijn ze afgezet op de marmers of soms zelfs al op de glimmerschisten door het ontbreken van de tusschenliggende sedimentdekken.

Jonge Conglomeraten.

Deze komen niet zeer verbreid boven het vorige horizont voor. Ze toonen soms wel overeenkomst met de basaalconglomeraten; als regel zijn ze er goed van te onderscheiden door het voorkomen van, soms vrij groote, fragmenten van Triaskalken of -dolomieten. Ze zijn geel tot rood van kleur en veel zachter dan de Triaskalken, waaraan waarschijnlijk hun geringe voorkomen te wijten is, daar ze hierdoor veel gemakkelijker door de erosie worden aangetast. Ze onderscheiden zich van het basaalconglomeraat doordat stukjes blauwe leien veel veelvuldiger in hun gesteente-fragmenten voorkomen en ook daardoor dat het cement voornamelijk uit kalk bestaat.

Ze zijn meest fijnkorrelig; daarentegen bestaan voorkomens, die uit groote gesteentebrokken zijn opgebouwd en veel meer een breccieus karakter vertoonen.

Eruptiva.

Deze komen hier vrij veelvuldig voor en dikwijls in den vorm van laccolieten.

In het basaalconglomeraat komen soms stukjes intrusiva voor;

op andere plaatsen kan men doordringingen van deze intrusiva in de conglomeraten waarnemen. Deze beide feiten kunnen slechts verklaard worden door de aanname dat de inpersingen vóór en na het ontstaan der conglomeraten hebben plaats gehad.

In den barranco de Rascador, even ten N. van de concessie San Miguel, bevindt zich een ontsluiting van een fraaie laccoliet van ofiet. De bovenliggende lagen waren duidelijk door het ingeperste gesteente opgewelfd; het gesteente is hier ofiet met een uitgesproken ofietische structuur. Het bevat augiet, dat later geamfibolitiseerd is. Verder bevinden er zich gangetjes in, geheel opgevuld met biotiet; er hebben dus later waarschijnlijk zure inpersingen plaats gehad. Ook was het eruptivum hier doordrongen met talrijke kwartsaders, welke vrij veel ijzererts als haematiet en magnetiet bevatten.

Naar aanleiding van het profiel op fig. 11 (overgenomen van den heer Ir. K. Ter Haar, m.i.) wenschte ik nog het volgende op te merken.

Het profiel is niet bedoeld een indruk te geven van de verhoudingen der dikten der verschillende sedimenten.

We zien hier te doen te hebben met een opengespleten zadel hetgeen in het terrein niet waar te nemen is. Daar de algemeene helling der lagen in dit gebied naar het N. W. is, meende men dat dit ook links van het dal het geval zou zijn; men heeft daarom voor nieuwe onderzoekingswerken de gang Galería Gioconda I aangezet in het basaalconglomeraat, vermoedende men aldus in de marmers zou komen, die hopenlijk verertst zouden zijn. In het basaalconglomeraat boorde men één dier gipsmassa's aan welker voorkomens in dit horizont boven reeds vermeld is. Daarna kwam men in de blauwe Triasleien, waardoor toen de begane fout duidelijk werd. Daarna werden boringen verricht (op het profiel aangegeven) en bleek dat verertst marmer zich slechts rechts van het dal bevond, hetgeen met de Galería Gioconda II spoedig aangetroffen werd.

Rechts van het dal, boven in de Blauwe Triasleien, zien we een ertslaagje voorkomen; door de kleine verschuiving in het terrein kunnen we hiervan twee dagzoomen waarnemen. Het is niet uit-

gesloten dat dit erts van eruptieven oorsprong is; het bestaat voornamelijk uit haematiet en wat limoniet (dat dan door verweering uit het eerste ontstaan is). Bovendien bevat het glinsterende adertjes van haematiet en magnetiet, terwijl men er verder nog biotiet en kwarts aantreft.

Zooals we zien bevindt zich boven dit ertslaagje eerst een horizont van granaatglimmerschisten en daarna een laag dunbladige marmer. Deze marmer nu onderscheidt zich in niets van sommige in de oude marmers voorkomende gedeelten en bovendien zijn de granaatglimmerschisten te paralelliseeren met de oude schisten. We staan dus hier voor iets dat zeker niet zoo maar voorbij gegaan mag worden. Zeer jammer is dat er hier in het terrein geen ontsluitingen aanwezig waren, waar men den aard van het erts beter kon bestudeeren. Zou namelijk blijken dat het erts inderdaad van eruptieven oorsprong is en hier als gang voorkomen dan is de verklaring dat granaatglimmerschist en dunbladige marmer door contactmetamorfose ontstaan zijn, zeer voor de hand liggend. Zou het onderzoek echter uitmaken dat het erts op andere wijze, b.v. metasomatisch, ontstaan is, dan staat men hier voor een heel ander geval. Dan kan een verklaring van een contactmetamorfe ontstaanswijze dezer granaatglimmerschisten en dunbladige marmers ons niet meer helpen en moet ons hun analogie met de twee Archaeïsche horizonten frappeeren; men zou dan rekening kunnen gaan houden met een ingewikkelden tectonischen bouw dezer terreinen en een zoeken naar gegevens die voor dekbladen zouden kunnen spreken, zou dan niet meer al te fantastisch zijn.

De IJzerertsafzettingen.

Men kan de ijzerertsen hier onderscheiden in twee groepen en wel in de metasomatische afzettingen, en die, ontstaan door precipitatie in spleten.

De eerste groep is verreweg de belangrijkste; hiertoe behoort de zone van Serón en Bacares, welke hier alleen behandeld zal worden.

Het erts is ontstaan door metasomatose van de marmerdekken. De ijzerhoudende oplossingen zijn door spleten in het gesteente

omhoog gestegen en hebben bij het bereiken van de marmers deze op twee wijzen verertst; òf ze hebben het contact van de glimmerschisten en marmers gevolgd en de verertsing dezer laatste heeft dan van hieruit plaats gehad òf ze hebben hun loop naar boven in de spleten vervolgd en dan van hieruit de marmers aangegrepen. Deze laatste verertsingswijze is duidelijk in de mijn San Miguel waar te nemen, waarover bij de behandeling der ontginning dezer concessie nog het een en ander zal worden opgemerkt.

Primair is ontstaan sideriet; door oxydatie en hydratisatie heeft zich dit later in limoniet omgezet, dat het meest karakteristieke erts hier is. Voor deze opvatting spreekt wel het feit dat er brokstukken limoniet zijn aangetroffen, waarvan de kern nog uit sideriet bestond. Het limoniet komt dikwijls voor in den vorm van fraaie glaskop, vaak voorzien met mooie stalactieten. Verder treft men nog aan haematiet, onveranderd gebleven sideriet en soms okererts, met allerlei overgangen naar haematiet.

Het mineraal van deze ertsen is vrij zuiver, zooals door onderstaande vier analyses wordt aangetoond.

	I	II	III	IV
Fe	53,07	49,93	48,38	52,57
Si	5,13	6,19	5,98	6,40
S	0,19	0,01	0,016	0,017
P	0,013	0,009	0,008	0,009
Ca	2,76	2,10	2,12	2,31
Mn	1,38	1,65	1,58	1,72
H ₂ O	1,33	4,53	7,97	—

Analyse I stelt zuiver mineraal voor; no. III geeft het gehalte van het erts weer als gemiddelde van het over het heele jaar gewonnen erts, uitgezonderd de zomer, gedurende welken tijd men erts wint met een gemiddeld gehalte van analyse II. Kolom IV correspondeert met III, geanalyseerd in drogen toestand.

Mn is niet regelmatig door de geheele ertsmassa verbreid; de analyses stellen slechts het gemiddelde mangaangehalte van het gewonnen erts voor. Er zijn ertsstukken gevonden, welke een analyse van 53,30 % Mn en slechts 1,53 % Fe opleverden; deze

bevonden zich dan in kleinere gedeelten van het ertslichaam, waar een concentratie van dit metaal heeft plaats gehad. In het algemeen gaat een stijging in het percentage Mn samen met een daling in het ijzergehalte.

Het sideriet is ook van vrij goede kwaliteit; het heeft een gehalte van ongeveer 50% ijzer. Het erts wordt bij de ontginning apart gehouden, daar het, vóór zijn transport, gecalcineerd wordt om op de vervoerkosten te bezuinigen.

Het gewone geval is dat men het erts aantreft in het onderste gedeelte van de marmerbank. Soms, zooals bij de concessie Menas, is de marmerbank over haar geheele dikte verertst; in enkele gevallen kan men het erts slechts vinden in het bovenste deel der marmers. Deze verschillen in ligging is een gevolg van min of meerdere compactheid en hardheid der marmers, daar het gesteente des te gemakkelijker wordt aangetast naarmate hun compactheid geringer is.

't Is haast onnoodig nog op te merken dat de in dit horizont intergestratifiëerde glimmerschisten, ook waar ze midden in ertslichamen voorkomen, steeds geheel onaangetast door de mineraliseerende oplossingen zijn gebleven.

Bij een beschouwing van bijgaand kaartje (*zie fig 12 op uitslaande plaat*) van de ertsafzettingen blijkt, dat ze alle georiënteerd zijn in één bepaalde richting, n.l. N. 42° O. De reden hiervan is waarschijnlijk dat de spleten, waarin de oplossingen gecirculeerd hebben, breuken zijn, door orogenetische bewegingen ontstaan.

Verder kan men opmerken dat onze zone van Serón en Bacares een Z.O.—N.W. richting heeft en dat verertsingen in deze zone zoodanige afmetingen verkrijgen dat men van ertsdekken zou kunnen spreken. Hierin zouden zij zich dan onderscheiden van de andere, ten Z.W. en N.O. van deze zone gelegen, ijzervoor-komens. Dit onderscheid bestaat echter niet, daar zelfs in de rijkst verertste gedeelten nog steriele marmerzones voorkomen, die hier alleen veel smaller zijn. In deze zone van Serón en Bacares bevinden zich de belangrijkste spleten van het terrein, waardoor de activiteit der metasomatose hier zooveel grooter is geweest.

Ik wil nog even opmerken dat in de Sierra de los Filabres, behalve ijzer nog andere metalen voorkomen als lood, zink, koper en kwik; alle echter zonder eenige economische beteekenis. Alleen kwik is hier ten tijde der Romeinen ontgonnen en werd hier ter plaatse ook op metaal verwerkt. Overblijfselen dezer oude werken zijn nog te vinden.

Ontginning der IJzerertsen.

De keuze der afbouwmethoden hangt af van de wijze van voorkomen van het erts, waarin men in dit verband drie soorten onderscheidt:

- a. kleine ertsdekken, vrij regelmatig van vorm (Coto Dulce María)
- b. onregelmatig gevormde lenzen met doorgaans kleinere afmetingen dan de voorgaande (b.v. San Miguel).
- c. „kanalen”, welke op te vatten zijn als aaneenrijgingen van lenzen als sub b. bedoeld (Menas).

Voor a. en c. is een algemeene afbouwmethode aan te geven en zal deze in het kort beschreven worden. De afbouw der sub. b. bedoelde lenzen is meer willekeurig; hiervan zal ik als voorbeeld een meer uitvoerige beschrijving geven van de ontginning van het erts van concessie San Miguel.

Menas.

Op de kaart der concessies (fig. 12) is de vorm dezer ertslichamen geteekend. De vrijwel horizontale marmerbanken zijn hier over hun geheele dikte, tot maximaal 32 M., verertst. Het ertslichaam wordt in horizontale sneden van 2 M. hoogte verdeeld en van onderen af gewonnen. Deze sneden worden door parallelgalerijen in strooken van 40 M. verdeeld en deze strooken eindelijk door dwarslagen in blokken van 20 M. breedte. Elk zoo'n blok van $40 \times 20 \times 2$ M. wordt dan van de doorslagen uit van twee kanten aangepakt en in strooken van 2 M. breedte weggenomen en opgevuld. Deze opvulling wordt door schachtjes vanaf de oppervlakte aangevoerd.

Coto Dulce María.

De ertslaag neemt hier naar het W. in dikte af van 5—2 M.

In het ertslichaam wordt een remhelling gedreven, van waaruit naar beide richtingen om de 20 M. parallelgalerijen gedreven worden, waardoor de ertslaag in strooken verdeeld wordt. Deze strooken worden verder door dwarsslagen, hier „schoorsteenen” genoemd, weer om de 20 M., in blokken verdeeld. Deze blokken worden van boven af strooksgewijze weggenomen en opgevuld.

De naast de remhelling liggende blokken laat men als veiligheidspijlers staan en pas nadat de mijn uitgeput is, worden deze blokken, te beginnen met de onderste, gewonnen, waarbij dan telkens het onderhoud van het er bij behorende stuk der remhelling vervalt.

Iets meer gedetailleerd wil ik ingaan op de ontginning van het erts van de concessies San Sebastian en Ultima Prueba, daar zich hier eenige complicaties voordoen door het optreden van verschuivingen. (Zie plattegrond fig. 13 en profiel 14).

Verkenning S_1 .

Vanuit Coto Dulce María werd naar het O. grondgalerij a gedreven naar het door boringen in San Sebastian aangetoonde erts, wat door de grondgalerij gesneden wordt in het in fig. 13 geteekende deel. De galerij werd nog een heel eind naar het O. doorgedreven volgens het contact van oude schisten en marmers, zonder echter verder nog erts aan te treffen.

Vanuit a werd naar beneden en boven, volgens de laaghelling schoorsteentjes ter verdere verkenning aangezet. In beide richtingen stootte men op verschuivingen, waardoor men het erts kwijt raakte. Door deze twee verschuivingen verkreeg men als het ware drie schollen, welke van het N. af S_2 , S_1 en O genoemd worden. De in S_1 aangetoonde ertsvoorraad was groot genoeg om tot winning over te gaan. Onderwijl werden de verkenningen in S_2 en O voortgezet.

Afbouw S_1 .

Vanuit grondgalerij a werd naar beneden en boven de ertslaag in strooken verdeeld. Ten Z. van grondgalerij a werden

twee deelgalerijen d en e aangelegd. Vanuit grondgalerij a werden remhellingen b en c gedreven, welke dienen moesten voor het transport van het op d en e gewonnen erts. Remhelling b werd naar boven tot aan den dag doorgedreven. Het bij de voorbereiding verkregen gesteente, dat nog niet voor opvulling kon dienen werd met een aan den mond der remhelling b geplaatste motor naar buiten opgetrokken, waar het direct op het terrein werd uitgestort. Het gewonnen erts werd tot grondgalerij a opgetrokken en van hieruit met ezels naar de opslagplaats van Coto Dulce Maria gebracht. Door de parallelgalerijen en schoorsteenen werd het ertslichaam in blokken verdeeld, welke door schwebenden of streichenden Stossbau ontgonnen worden. Waar het laatste wordt gebruikt, wordt hier in tegenstelling met hetgeen tot nog toe werd toegepast, de strooken van beneden af weggenomen. De reden hiervan is dat hier de helling veel steiler is, waardoor het werken met de opvulling boven zich niet meer van gevaar ontbloot is. Bovendien heeft men het groote voordeel dat het bij den afbouw gebruikte hout terug gewonnen kan worden.

Op het oogenblik is S_1 bijna geheel ontgonnen, zooals in fig. 13 door harceering is aangegeven.

Toen de ontginning in S_1 zoodanige afmetingen had aangenomen dat alle verkregen steen in de opvulling kon worden verwerkt, heeft men de motor aan den mond van remhelling b overgeplaatst naar grondgalerij a en kon dit stuk van de remhelling vervallen.

Verkenning O.

Met een verkenningsschoorsteentje werd verschuiving W_1 doorbroken en kwam men in naar het Z. hellende oude schisten terecht. Hieruit volgde dat men door een horizontale galerij te drijven, hopenlijk verertste, marmers zou treffen. Daartoe werd vanuit deelniveau 2 galerij f aangezet, welke bij 1 (fig. 13) het erts aantrof. Nu werd ook nog galerij h op een iets lager niveau gedreven en van hieruit i aangezet, die als grondgalerij voor deze ontginning moest dienen. Van hieruit werd het erts weer met schoorsteenen verkend; naar boven werden deze doorgezet tot aan dezelfde verschuiving W, hier voorgesteld door W_2 , daar dit op een hooger niveau gelegen is dan W_1 .

Afbouw O.

Als afbouwmethode heeft men (daar de oppervlakteterreinen hier geen waarde hebben) het gewaagd Pfeilerbau zonder opvulling toe te passen. Men won het erts van boven af en liet dan de afgebouwde ruimte achter zich instorten. Deze ontginningswijze heeft zeer goed voldaan, waarbij ook geen enkel ongeluk te betreuren viel.

Zooals op fig. 14 te zien is heeft het erts bij de verschuiving een belangrijke sleeping ondergaan, waarbij mooie verschuivingspiegels en wrijfkrassen ontstonden. De geheele verschuiving bestaat uit een samenstel van kleinere verschuivingen, waardoor de totale spronghoogte in trappen verdeeld is. Op deze wijze doen zich de meeste, hier voorkomende verschuivingen voor.

Het steriele gedeelte op fig. 13 aangegeven, stelt niets anders voor dan de horizontale projectie van het verschuivingsvlak W, tusschen de niveau's W_1 en W_2 .

Verkenning S_2 .

Nadat men verschuiving V met een galerij doorbroken had, stootte men eindelijk op een nieuwe verschuiving (niet in fig. 13 aangegeven). Men heeft toen met boringen het terrein verkend en werkelijk ten N. dezer verschuiving erts aangeboord. De galerij werd nu doorgedreven en men trachtte met een daling het erts te bereiken. Men kreeg toen echter met zoo'n grooten watertoevloed te kampen, dat men deze poging heeft moeten opgeven.

Men wil nu het erts ontsluiten met een galerij van buiten af. Hiervoor moet men echter door de zich in exploitatie bevindende concessie San Pedro der Engelsche maatschappij heen, waarvoor men haar toestemming noodig heeft. Het erts zal dan met behulp van een remhelling van den mond dier galerij naar de bunkers van Coto Dulce María gebracht worden.

Coto San Miguel.

Deze concessie wordt door den barranco de Rascador in twee deelen verdeeld. Het W. deel, dat het grootste is, heeft de rijkste verertsing, terwijl die van het O. deel zeer ondergeschikt is.

De marmerbanken bereiken hier aan de oppervlakte een dikte van 50 M., hetgeen abnormaal is voor deze streek. De glimmer-

schisten treden in de concessie zelf niet aan den dag, maar zoodra men de Z. grens er van overschreden heeft, vindt men ze in den barranco aangesneden. Boven de marmers liggen hier alleen de conglomeraten.

Door het terrein loopen eenige N.O.—Z.W. gestrekte spleten, die niet aan de oppervlakte, maar wel in de mijn op verschillende plaatsen zeer fraai te zien zijn. De verdringing is zonder twijfel van deze spleten uitgegaan. De onregelmatige verertsing treedt duidelijk te voorschijn en vertoont alle eigenschappen van de hydrometasomatose: het grillige contact met het onverertste marmer vaak met bruine of bruinzwarte kalksteen die het soms zeer moeilijk kan maken een juiste grens tusschen het erts en het waardeeloos product te trekken. Deze kalken kunnen als een onvolmaakte verertsing beschouwd worden. Verder treft men vele ingesloten marmerlenzen met oorspronkelijke structuur en in ongestoorde ligging aan. Op het onderste niveau heeft men nog onveranderd gebleven sideriet aangetroffen.

In het erts komt een kleiachtige substans voor, hier „fursa” genoemd. Deze kan men beschouwen als ontstaan uit de silikaten uit de marmers, die zeer glimmerrijk zijn; misschien is door de oplossingen ook nog kleisubstans toegevoerd. Dikwijls is duidelijk glimmer in het erts te zien.

In 't W. deel van de concessie zijn duidelijk twee spleten te onderscheiden, waardoor men in een Z. O.—N. W. profiel drie schollen kan markeeren. (zie profiel fig. 16). Met de oude, thans zoo goed als ontgonnen niveau's 1' en 2' en ook met het niveau 0 (zie fig. 15) werden ertsnesten in schol A ontgonnen. (Deze schol telt zelf verscheidene, kleinere spleten). Van deze ontginningen, die zonder opvulling geschied zijn, kan men nu nog de groote holen zien, dank zij het het stevigen dak dat geen instortingen veroorzaakte.

Thans ontgint men slechts in schol B, die tusschen de twee verschuivingen gelegen is. Het ertslichaam heeft hierin een onregelmatig, massaal verloop. De massa is thans door galerijen geheel tot het contact met de schisten ontsloten. Hier ziet men dat de lagen hun regelmatige helling naar het N. W. bezitten; bij de

verschuiving is echter een belangrijke sleeping waar te nemen en wordt de helling tegengesteld, zoodat het contact van erts en schisten komvormig is. Het best ziet men de spleten op niveau 2a bij put 3, waar men het erts van schol B in contact ziet met de schist van schol C; een gemarkeerd verschuivingsvlak met spiegels en wrijfkrassen treedt op. In het heele O. deel van niveau 2 ziet men het erts ophouden en de spleet in het dak gapen. Deze galerij heeft de spleet een heel eind gevolgd als exploratie om te zien of de verertsing op nieuw in zou zetten; men heeft hier geen resultaat gehad.

Door de verschuiving W (zie fig. 16) breekt men thans met galerij G heen. Eenmaal goed in de schist, zal dan, door één of meerdere boringen naar boven, de schol C verkend worden. Echter zijn deze soort ertsvoorkomens door boringen slecht te verkennen; het middel wordt hier dan ook slechts toegepast door gebrek aan beter.

In het deel der concessie, ten O. van den barranco gelegen, wordt ook een spleet vervolgd. Het ertslichaam heeft hier echter geen groote dikte; deze is zeer wisselend met als maximum ongeveer 3 M. en als minimum nihil.

In plattegrond van fig. 15 is de wijze van ontginning te volgen, (zie fig. 15 uitslaande plaat).

De ontginning begon op niveau 1¹, daarna niveau 2¹, gedeeltelijk gelijktijdig. Deze niveau's, evenals het later begonnen niveau 0, zijn thans geheel ontgonnen.

De remhelling, verbindingsgalerijen en de thans nog naar het W. vervolgde galerijen 2a en 2 dateeren van de laatste drie jaren.

De niveau's beginnen op de volgende hoogten:

Niveau 2 ¹	. . . . .	1485 M.
„ 1 ¹	. . . . .	1476 „
„ 0	. . . . .	1460 „
	en	
„ 1	. . . . .	1441 „
„ 2a	. . . . .	1435 „
„ 2	. . . . .	1432 „

De niveau's 2 en 2a vervolgen het contact van schist en erts.

De ertsvoorraad bestaat thans in hoofdzaak uit het massale ertslichaam in schol B; dit is gelegen in horizontale projectie tusschen galerijen 2 en 2a, in verticale projectie tusschen galerijen 2 en 1. Galerij 2a volgt de verschuiving W op een afstand van ongeveer 2 M.; het tusschen deze verschuiving en de galerij gelegen erts wordt later afzonderlijk gewonnen; men laat het voorloopig daar om de galerij tegen de sterkdrukkende verschuivingsschisten te beschermen.

De ertsmassa heeft een ontgonnen hoogte van 6 M, een variëerende breedte met een maximum van 20 M. en een gemiddelde van 12 M. en een lengte van ongeveer 50 M. Na aftrek van een zeker percentage voor onvererfde marmerlenzen, levert dit een ertsvoorraad van rond 50.000 ton.

De ontginning van dit ertslichaam geschiedt door dit blok in 3 sneden van 2 M. hoogte te verdeelen. Te beginnen met de onderste snede, wordt het erts strooksgewijze ontgonnen; de strooken ter breedte van 3 M., worden van uit galerij 2 begonnen. Is een strook geheel onttertst, dan wordt opgevuld vanaf de galerijen 2 en 2a. Aan den kant van het erts wordt dan een muur van broksteen opgetrokken, hetgeen dient om het erts rein te houden en menging met opvulling te voorkomen.

Het erts wordt vervoerd door galerij 2, waar het in wagens geladen wordt door jongens, die het er in korfjes van ongeveer 25 K.G. inhoud op hun rug vanaf het werkfront brengen¹⁾.

Van daar gaat het erts naar de remhelling, waar het met een elektrische lier naar niveau 0 wordt opgetrokken. Door ezels wordt het van hier naar den ingang van de mijn gebracht, van waar het door een kabel zonder eind naar het tusschenstation van de kabelbaan wordt opgetrokken. Deze helling wordt gedreven door een deel van het surplus van de kracht van de kabelbaan. Thans is men bezig deze helling ondergronds te verlengen tot niveau 2, zoodat dan de nu bestaande remhelling met elektrische lier kan vervallen.

¹⁾ Deze jongetjes, hoogstens 17 jaar oud, verrichten het meest vermoeiende werk in deze mijnen. De geheele dienst door, doen zij niets anders dan draven van het werkfront naar de galerij met de ertskorven op hun rug en dit door nauwe, meestal steil hellende gangetjes.

De productie van de mijn bedraagt 50 t per dag; bij deze productie biedt dus de reserve een levensduur aan van drie jaar.

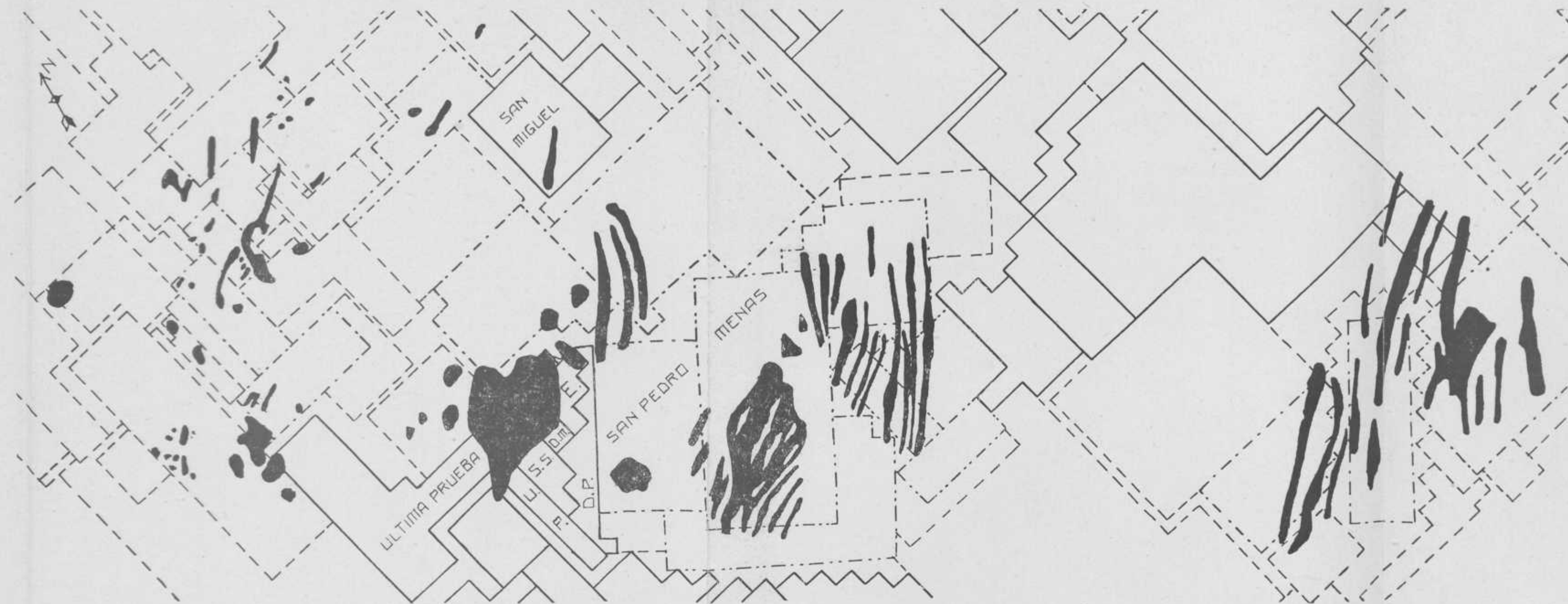
Aan Prof. Ir. R. W. Van der Veen en Prof. Dr. Ir. H. A. Brouwer wil ik nog van deze plaats mijn dank betuigen voor de bereidwilligheid, waarmede zij het manuscript van dit verslag hebben doorgelezen en mij daarbij met verschillende waardevolle wenken ten dienste waren.

Zéér groote erkentelijkheid ben ik ook den heer Ir. W. F. C. Engelbert van Bevervoorde verschuldigd voor zijn groote hulpvaardigheid, waarmede hij mij zijn vele aanwijzingen verschafte, die mij van zeer veel waarde waren voor het schrijven van het verslag over het ijzerdistrict van Serón.

Z. v. E.

Gebruikte litteratuur:

- D. Luis Fernandez y Navarro — La História Geológica de la Península Ibérica.
- Robert Douvillé — La Péninsule Ibérique. A. Espagne — Handbuch der Regionalen Geologie.
- D. Gabriel Puig en D. Rafael Sánchez — Datos para la Geología de la Provincia de Santander — Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España Tomo XV (1888).
- L. Mallada — Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo V (1904).
- D. Alfonso de Sierra — Reseña Geológico de la Sierra de los Filabres. — Boletín del Instituto Geológico de España, Tomo XVI 2o. Serie (1915).
- D. Pablo Fabrega. — Estudio sobre los Criaderos de Hierro de Almería — Revista Minera — (1912, Marzo, Abril).



U. P. = Ultima Prueba.
S. S. = San Sebastian.
D. M. = Dulce Maria

Fig. 12.
Plattegrond der belangrijkste concessies bij Serón.

Schaal 1 : 5000



Fig. 14.

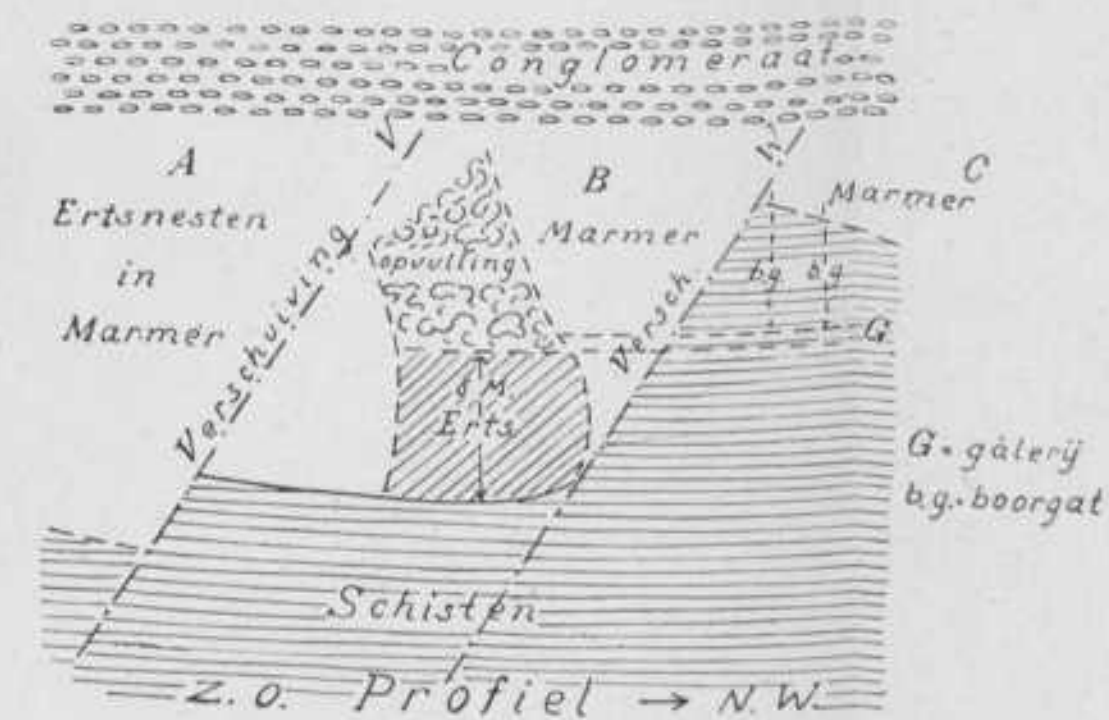


Fig. 16.
San Miguel.

E. = Eustaquio.
D. P. = Demasia Pensamiento.
■ = ijzererts.

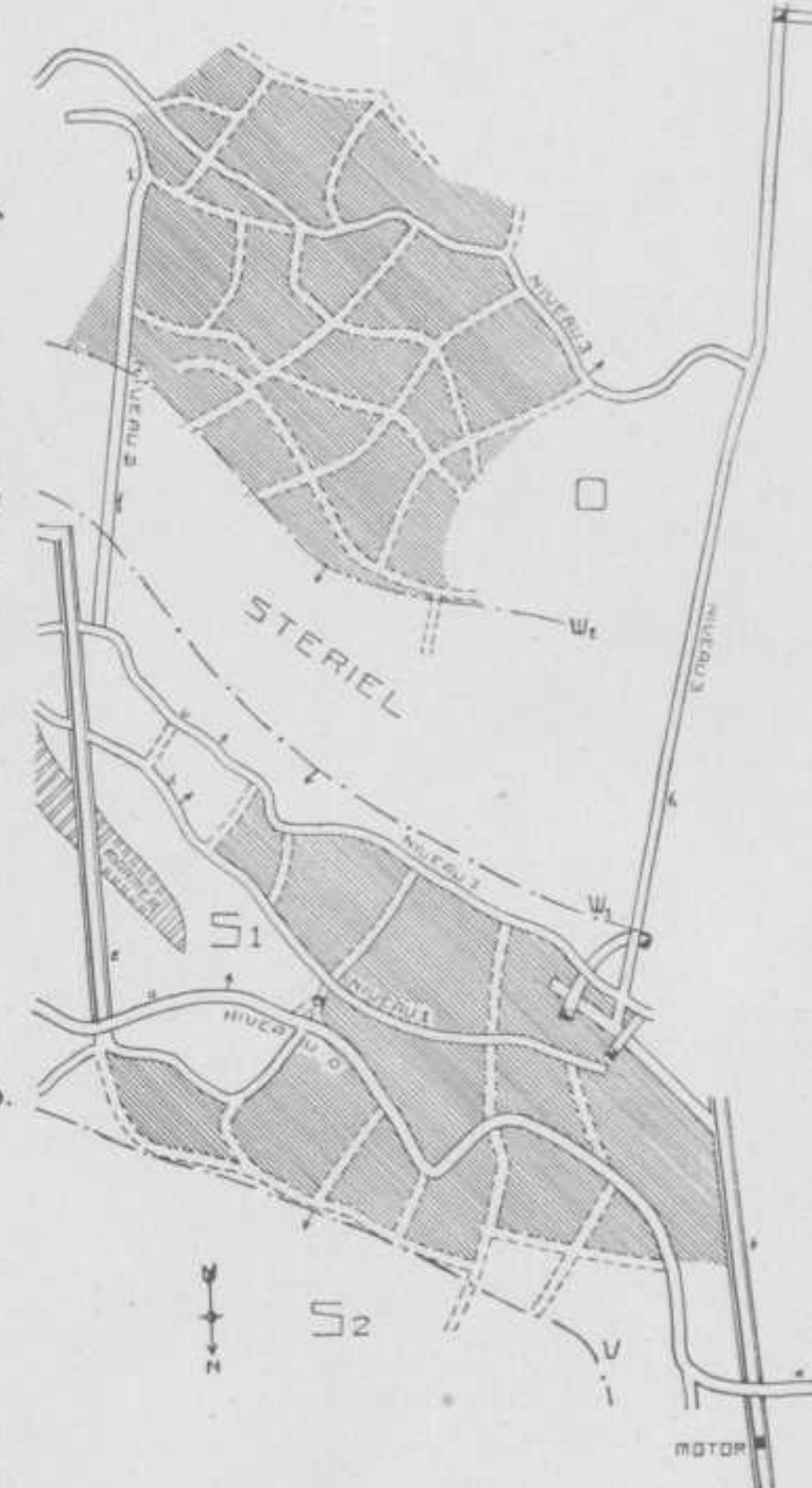


Fig 13.

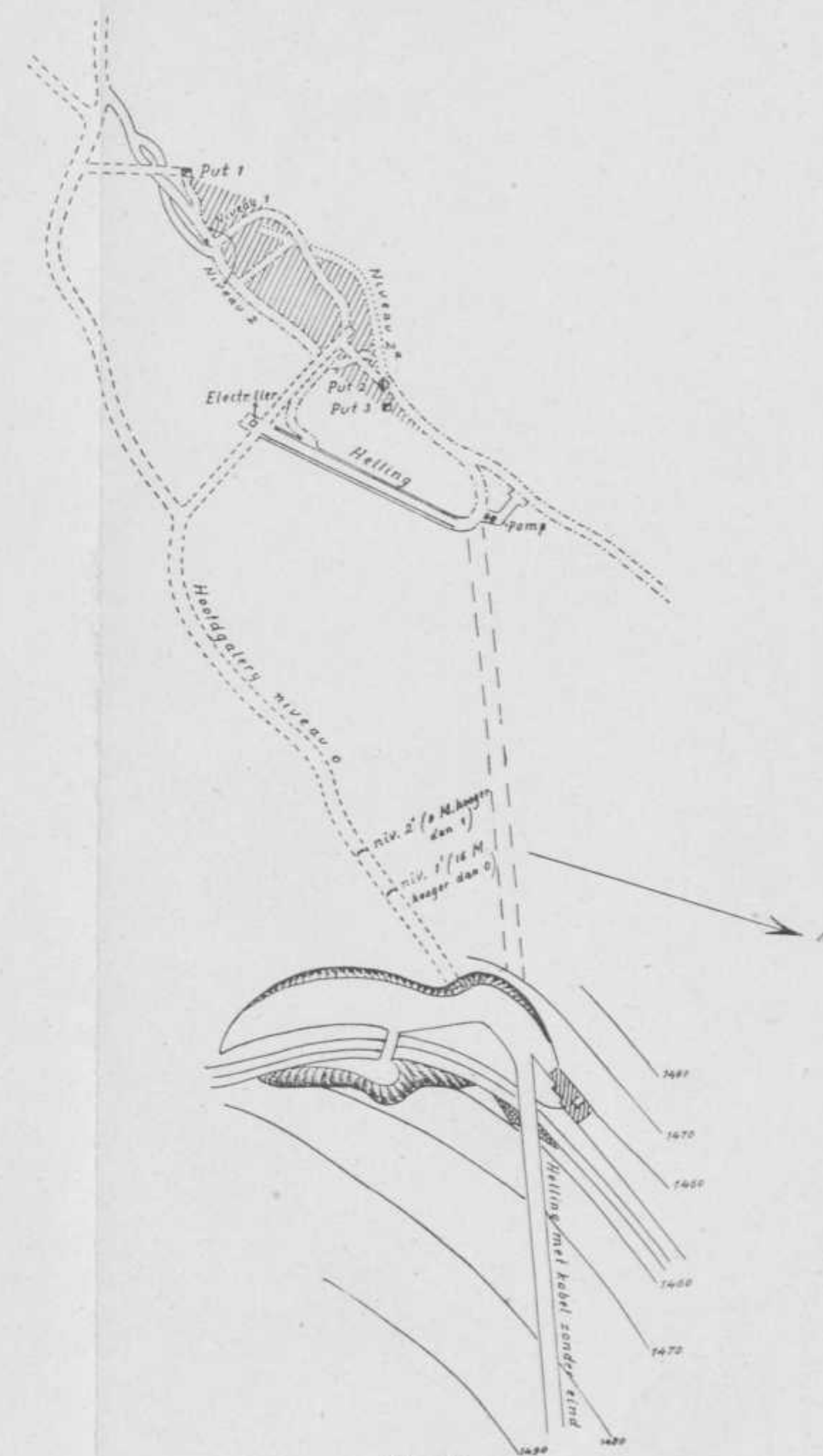
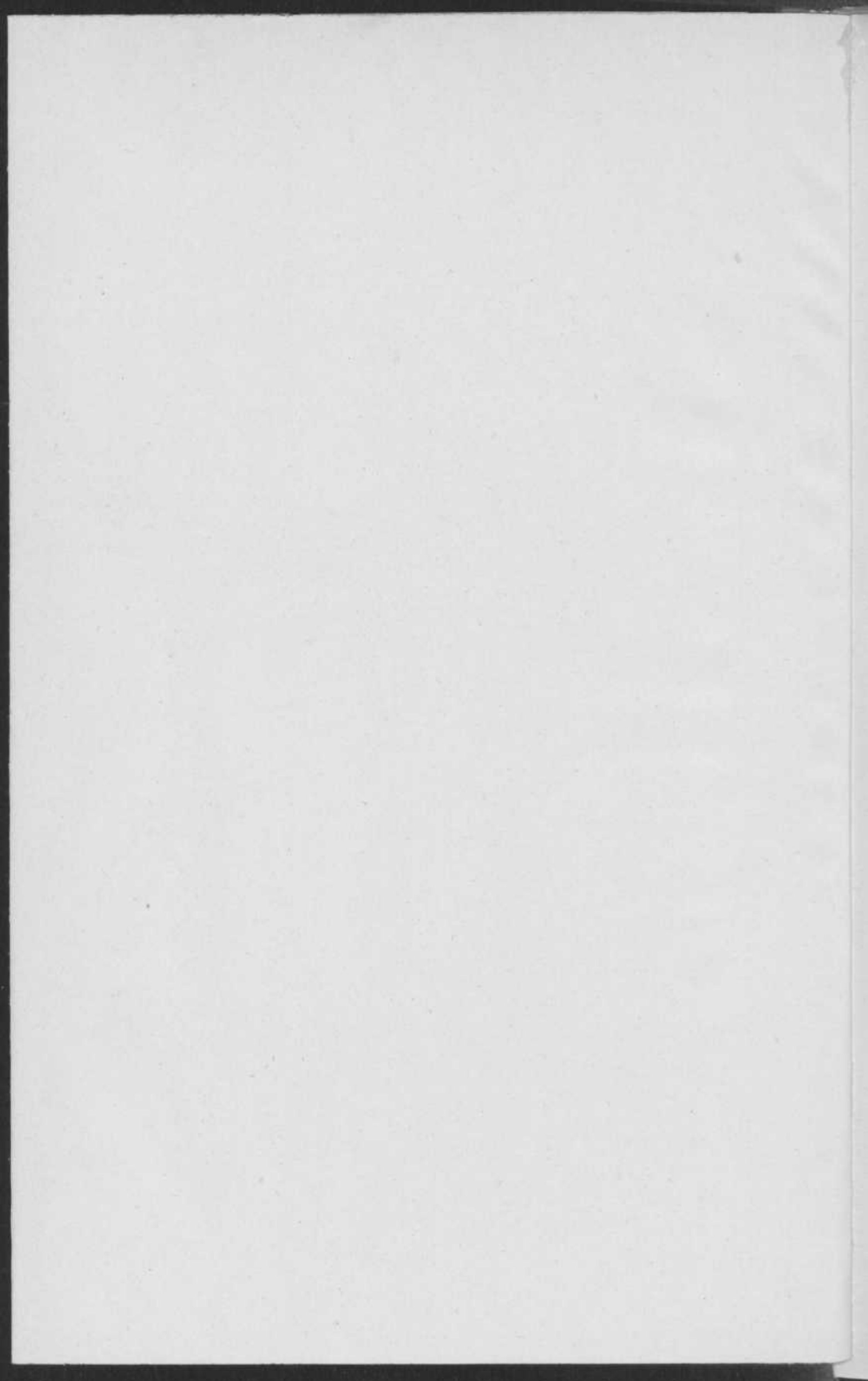


Fig. 15.
Plattegrond San Miguel.



LIJST VAN DEELNEMERS.

Prof. Ir. R. W. VAN DER VEEN m.i.
Prof. Dr. Ir. H. A. BROUWER m.i.
Ir. I. VAN HOOGSTRATEN w.i.
Ir. W. C. BENSCHOP KOOLHOVEN m.i.
Ir. K. TER HAAR m.i.
Ir. J. H. STEGGEWENTZ m.i.
G. POTT cand. m.i.
J. J. M. SENGERS cand. m.i.
A. VERSTEGE cand. m.i.
C. P. M. FRIJLINCK
G. E. MATHIJSEN GERST
C. P. A. ZEIJLMANS VAN EMMICHOVEN
J. H. DRUIF
TAN TEK TJOAN

DE BEREKENING VAN HET SPANNINGSLOOZE VLAK VAN DAVISSON.

*Verslag der lezing, gehouden voor de mijnbouwkundige
Vereeniging op 10 Mei 1920,
door Dr. W. F. GISOLF m.i.*

Mijne Heeren,

Elke wetenschap wint aan innerlijke waarde, zoo men de erin optredende grootheden kan binden aan rang en getal. Het is te betreuren, dat door de ver doorgedreven arbeidsverdeeling, de beoefenaren der onderscheidene wetenschappen, de mathesis niet in die mate beheerschen, dat zij, onafhankelijk van anderen, de mathematische deducties en conclusies kunnen beoordeelen. Het is b.v. te betreuren, dat het zoo grootsche werk, als het „Antlitz der Erde” is, ontsierd wordt door een bestrijding van de leer der isostasie gebaseerd op een misvatting van de zgn. correctie van Bouguer; welke bestrijding men ook aantreft in het bekende leerboek van Tornquist; meer volledige wiskundige kennis zou zulk eene bestrijding in de pen hebben doen houden.

Onder de wiskundige deducties, die ook het terrein van den geoloog betreden, behoort de theorie van de temperatuurverdeeling in de aardkorst. Lord Kelvin heeft de hierop betrekking hebbende theorie afgeleid uit het beroemde theorema van Fourier over warmtegeleiding, uitgaande van de veronderstelling, dat de aarde eens geheel in gesmolten toestand verkeerde en door en door eenzelfde temperatuur bezat. Zijne formules:

$$\frac{dv}{dx} = \frac{V}{\sqrt{\pi kt}} e^{-\frac{x^2}{4kt}} \quad (1)$$

$$\text{geïntegreerd: } v = v_0 + \frac{2V}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{kt}}} e^{-z^2} dz. \quad (2)$$

gelden voor een in alle richtingen uitgestrekte ruimte, waarin op een bepaald oogenblik, ten tijde $t = 0$, een scheidingsvlak aanwezig is; ter eene zijde is de temperatuur $v_0 - V$, aan de andere zijde is die grootheid $v_0 + V$; op het scheidingsvlak zelve heerscht de temperatuur v_0 ; de tweede formule geeft aan hoe hoog de temperatuur v is ten tijde t op een afstand x van het scheidingsvlak; x positief gerekend naar de zijde met aanvangstemperatuur $v_0 + V$. De eerste formule geeft aan het verloop van de temperatuur met den afstand x ; dus de toeneming van de temperatuur per lengte-eenheid. Hoewel alleen geldig voor een oneindig uitgebreid gedachte ruimte, heeft Kelvin bewezen, dat de oorspronkelijke temperatuur $v_0 + V$ nog moet heerschen op een diepte van 568 mijlen als t gelijk duizend millioen jaren genomen wordt; een diepte zoo gering ten opzichte van den aardstraal, dat men voor groote arealen der aardkorst, de kromming ervan verwaarloozen mag.

We mogen in deze formules v_0 gelijk denken aan de heerschende temperatuur aan de aardoppervlakte; $v_0 + V$ is de temperatuur, waarbij gesteenten stollen; Kelvin stelde deze in zijne berekeningen gelijk 7000° F .

Uit deze theorie heeft Kelvin verder afgeleid, dat de geothermische dieptemaat in lengte moet toenemen, naarmate men dieper in de aardkorst doordringt.

Uit de formules van Kelvin heeft G. H. Darwin afgeleid, dat de snelheid van afkoeling niet het grootst is aan de aardoppervlakte, maar op een diepte van ca. 71 mijlen. De snelheid van afkoeling op een bepaalde plaats, is de afneming van de temperatuur per tijdseenheid, zoo de daling eenparig zou plaats vinden; zij is in het algemeen gelijk aan $\frac{dv}{dt}$ op het tijdstip t . Men vindt uit de formule (2)

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{V}{2\sqrt{\pi k}} \times \frac{x}{t^{\frac{3}{2}}} \times e^{-\frac{x^2}{4kt}}$$

Vraagt men nu naar de plaats, waar deze afkoelingsnelheid het grootst is, dan moet het eerste differentiaalquotient naar x gelijk nul zijn. Men vindt dan:

$$\frac{V}{2\sqrt{\pi k}} \times \frac{1}{t^{\frac{3}{2}}} \times \left[\frac{x^2}{4kt} - 1 \right] e^{-\frac{x^2}{4kt}} = 0$$

of $x = \sqrt{2kt} = 71$ mijlen voor $t = 174$ miljoen jaren
 $k = 400$ per voet en per jaar 1)

De grootte k stelt voor het geleidend vermogen van het gesteente, uitgedrukt in de warmtecapaciteit van de massa-eenheid.

Tengevolge van de ligging dezer laag van snelste afkoeling vindt men er samenkrimping om een bol, die minder samenkrimpt; het gevolg ervan is, wat Mellard Reade aanduidde met den naam van „compressive extension”; „compressive” tengevolge van den druk der hooger gelegen lagen; extension tengevolge van de rekking dier lagen bij het omhullen van den in mindere mate krimpenden bol.

Naar aanleiding van een debat, in het bekende tijdschrift „Nature” tusschen verschillende onderzoekers geopend, heeft Davison bevestigd, dat er boven deze laag van compressive extension, een andere laag moest bestaan, waar de tangentiële rek moest overgaan in een tangentiële druk; ontstaande, doordat de buitenste lagen te ruim werden om den krimpenden kern te omhullen; zoodat er een gewelddruk moet gaan heerschen, die verantwoordelijk gemaakt kon worden voor de opplooiing der gebergten. Deze laag, waar derhalve noch rek, noch druk heerschen zou, werd door Davison bestempeld met den naam „layer of no stress”, waarvoor ik den naam „neutrale spanningslaag” gekozen heb. De in deze publicatie vervatte gegevens zijn voor het meerendeel in de geologische litteratuur overgenomen, ofschoon de mathematische moeilijkheden door Davison werden ontlopen door grafische voorstellingen met ten deele onjuiste conclusies. Van meer belang is echter de mathematische theorie, ontwikkeld door Darwin in een op de verhandeling van Davison onmiddellijk volgende publicatie.

1) Het is wel eigenaardig, dat de ligging van deze laag nagenoeg samenvalt met de compensatielaag der isostasie.

De mathematische deducties van Darwin kenmerken zich door een zoodanige eenvoud, dat ik het gewaagd heb, deze onder Uw aandacht te brengen.

Beschouwen wij een bolschil, met straal r , dikte dr en dichtheid ρ ; de temperatuur worde verhoogd met β graden, en tegelijkertijd worde de schil gerekt; de lineaire uitzettingscoëfficiënt zij ε , de rek-coëfficiënt zij K (zoodat de lengte-eenheid vermeerderd worde met K lengte-eenheden). Tengevolge dezer beide veranderingen, wordt de lengte-eenheid vermeerderd met a lengte-eenheden, zoodanig dat:

$$a = K + \varepsilon \beta$$

Als de rek geen invloed heeft op de dichtheid van de stof, wordt de dichtheid $\rho (1 - 3 \varepsilon \beta)$.

De straal r wordt dus vermeerderd met $r a$, wordt derhalve $r (1 + a)$ lengte-eenheden. De uitwendige straal $r + dr$ wordt

$$r (1 + a) + d (r (1 + a)) = r (1 + a) + dr \left[1 + \frac{d (r a)}{dr} \right]$$

De massa van de schil was $4 \pi r^2 \rho dr$; deze wordt, grootheden als a^2 , $\varepsilon \beta a$ en dergelijke verwaarloozend

$$4 \pi \rho r^2 \times dr \times \left[1 + 2a + \frac{d (r a)}{dr} - 3 \varepsilon \beta \right]$$

Aangezien geen massa verloren is gegaan, krijgt men de continuïteitsvergelijking:

$$2 a + \frac{d (r a)}{dr} - 3 \varepsilon \beta = 0$$

Deze vergelijking wordt herleid als volgt:

$$2 a r^2 + r^2 \frac{d(r a)}{dr} = 3 \varepsilon \beta r^2$$

$$(a r) \times 2r + r^2 \frac{d(r a)}{dr} = 3 \varepsilon \beta r^2$$

$$(a r) \frac{d r^2}{dr} + r^2 \frac{d (r a)}{dr} = 3 \varepsilon \beta r^2$$

Het linkerlid is nu van de gedaante $u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx} = \frac{d(uv)}{dx}$

derhalve:
$$\frac{d(r^3 \alpha)}{dr} = 3 \varepsilon \beta r^2$$

Indien men nu α vervangt door $K + \varepsilon \beta$, vindt men:

$$\frac{d(K r^3 + \varepsilon \beta r^3)}{dr} = 3 \varepsilon \beta r^2$$

$$\text{of } \frac{d(Kr^3)}{dr} + \frac{d(\varepsilon \beta r^3)}{dr} = 3 \varepsilon \beta r^2$$

Nu is β te beschouwen als een functie van r , zooals in het geval van de aarde; ε , de lineaire uitzettingscoëfficiënt zij standvastig gedacht. Men vindt dan:

$$\frac{d(Kr^3)}{dr} + 3 \varepsilon \beta r^2 + r^3 \varepsilon \frac{d\beta}{dr} = 3 \varepsilon \beta r^2$$

$$\text{of } \frac{d(Kr^3)}{dr} = - r^3 \varepsilon \frac{d\beta}{dr} \quad (3)$$

$$Kr^3 = - \varepsilon \int r^3 \frac{d\beta}{dr} dr$$

$$K = - \frac{\varepsilon}{r^3} \int r^3 \frac{d\beta}{dr} dr \quad (4)$$

Indien wij deze integraal uitstrekken vanaf r tot een zoodanige diepte, waar de oorspronkelijke temperatuur nog heerscht, verkrijgen wij de lengteverandering per eenheid van lengte aan de oppervlakte van een bol met straal r . We wenschen te leeren kennen de variatie van deze lengteverandering met den tijd en differentieeren dus (4) naar t , in de veronderstelling dat dit, mathematisch gesproken, geoorloofd is en krijgen

$$\frac{dK}{dt} = - \frac{\varepsilon}{r^3} \int r^3 \frac{d \frac{d\beta}{dt}}{dr} dr$$

$\frac{d\beta}{dt}$ stelt nu voor de temperatuurverhooging per eenheid van tijd d. i. $\frac{dv}{dt}$ uit de notatie van Lord Kelvin.

Beschouwen wij thans den bol, concentrisch met den aardbol, ter diepte x onder de oppervlakte.

Blijkbaar wordt $r = c - x$, $dr = -dx$. Men vindt dan

$$\frac{dK}{dt} = \frac{\varepsilon}{(c-x)^3} \int_x^c (c-x)^3 \frac{d^2v}{dx dt} dx \quad (5)$$

De integraal wordt uitgestrekt gedacht vanaf de diepte x tot het middelpunt der aarde. De uitdrukking stelt dus voor de vermeerdering van de lengte-eenheid door rek per tijds-eenheid op een bol, concentrisch met den aardbol, ter diepte x onder het aardoppervlak.

Ter vereenvoudiging vervangt Darwin de uitdrukking $(c-x)^3$ vóór het integraalteeken door c^3 ; en de uitdrukking $(c-x)^3$ onder het integraalteeken vervangt hij door $c^3 - 3c^2x$, omdat, als x niet klein is, $\frac{d^2v}{dx dt}$, d.i. de variatie van den temperatuurgradiënt $\frac{dv}{dx}$ per tijdseenheid, volgens Kelvin's theorie zéér onbeduidend is; terwijl als x klein is, de uitdrukkingen x^2 en x^3 tegenover de aardstraal c onbeduidend zijn.

Men krijgt dan:

$$\frac{dK}{dt} = \varepsilon \int_x^c \left[1 - \frac{3x}{c} \right] \frac{d^2v}{dx dt} dx.$$

Bovendien wordt nu de bovenste grens c vervangen door oneindig, hetgeen de berekening vereenvoudigt en het resultaat niet beïnvloedt daar $\frac{dK}{dt}$ op een zekere diepte, tot waarop de afkoeling nog niet is doorgedrongen, toch nul is, en verkrijgt:

$$\frac{dK}{dt} = \varepsilon \int_x^\infty \left[1 - \frac{3x}{c} \right] \frac{d^2v}{dx dt} dx \quad (6)$$

Indien men nu deze uitdrukking integreert vanaf $t = 0$ tot $t = t$, dan vindt men voor de totale rek ter diepte x vanaf de stolling:

$$K = \varepsilon \int_x^\infty \left[1 - \frac{3x}{c} \right] \frac{dv}{dx} dx \quad (7)$$

Nu is, in Kelvin's notatie

$$\int_x^\infty \frac{dv}{dx} dx = \int_x^\infty v = V - v$$

en daar $\frac{dv}{dx} = \frac{V}{(\pi kt)^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{x^2}{4kt}}$ vindt men voor (7)

$$\begin{aligned} \frac{K}{\varepsilon} &= \int_x^\infty \left[1 - \frac{3x}{c} \right] \frac{dv}{dx} dx = \int_x^\infty \frac{dv}{dx} dx - \frac{3}{c} \int_x^\infty x \frac{dv}{dx} dx = \\ &= V - v - \frac{3V}{c(\pi kt)^{\frac{1}{2}}} \int_x^\infty x e^{-\frac{x^2}{4kt}} dx = V - v - \frac{6Vkt}{c(\pi kt)^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{x^2}{4kt}} = \\ &= V - v - \frac{6kt}{c} \frac{dv}{dx} \text{ of} \\ K &= \varepsilon \left[V - v - \frac{6kt}{c} \frac{dv}{dx} \right] \end{aligned} \quad (8)$$

Deze uitdrukking stelt voor het totale bedrag van den rek per lengte-eenheid, ter diepte x vanaf het oogenblik van stolling, uitgedrukt in de temperatuur v , de temperatuur gradiënt $\frac{dv}{dx}$ het geleidingsvermogen k en de lineaire uitzettings-coëfficiënt ε .

Indien men de uitdrukking (8) wederom naar den tijd differentieert en daarin voegt de volgende formules, die men uit die van Kelvin kan afleiden:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{x}{2t} \frac{dv}{dx} \text{ en } \frac{d^2v}{dx dt} = \frac{1}{2t} \left[\frac{x^2}{2kt} - 1 \right] \frac{dv}{dx}$$

dan vindt men na eenige herleidingen:

$$\frac{dK}{dt} = \frac{\varepsilon}{2t} \cdot c \cdot \frac{dv}{dx} \cdot \left[\frac{x}{c} - \frac{3x^2}{c^2} - \frac{6kt}{c^2} \right] \quad (9)$$

Als x nu weer grooter is dan een kleine fractie van den aardstraal, dan is $\frac{dv}{dx}$ wederom zeer klein; verwaarloozen we daarom $\frac{x^2}{c^2}$, dan vindt men

$$\frac{dK}{dt} = \frac{\varepsilon}{2t} c \frac{dv}{dx} \left[\frac{x}{c} - \frac{6kt}{c^2} \right]$$

$$\text{of } \frac{dK}{dt} = \frac{\varepsilon}{2t} \frac{dv}{dx} \left[x - \frac{6kt}{c} \right] \quad (10)$$

Als $x = 0$, d.w.z. aan de aardoppervlakte, vindt men voor $\frac{dK}{dt}$ een negatieve waarde, zoodat aan de oppervlakte een opplooiing moet intreden. Dit opplooiën gaat voort tot op een diepte, waarvoor de uitdrukking (10) nul wordt d.w.z. tot op een diepte $x = \frac{6kt}{c}$.

Indien men nu met Kelvin, den Engelschen voet en het jaar als eenheden aanneemt, dan is $k = 400$; indien t is uitgedrukt in τ miljoen jaar, dan vindt men $x = 114\tau$ voet en voor $\tau = 100$ is $x = 2$ mijl.

Indien k een grootere waarde heeft, ligt de neutrale laag dieper.

Trachten wij nu nog het totale bedrag van de plooiing en het totale bedrag van den rek te vinden.

Wij gaan daartoe uit van de boven afgeleide vergelijking voor den rek ter diepte x .

$$K = \varepsilon \left[V - v - \frac{6kt}{c} \frac{dv}{dx} \right]$$

$$\text{Hierin is } \frac{dv}{dx} = \frac{V}{(\pi kt)^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{x^2}{4kt}}$$

Als x klein is en t groot, dan is $e^{-\frac{x^2}{4kt}} \div e^0 = 1$. Maar dan is $\frac{dv}{dx} = \frac{V}{(\pi kt)^{\frac{1}{2}}}$ Dit gesubstitueerd in bovenstaande vergelijking geeft

als resultaat:

$$k = \varepsilon \left(V - v - \frac{6(kt)^{\frac{1}{2}}}{c \pi^{\frac{1}{2}}} V \right) \quad (11)$$

Nu is $\frac{6kt}{c} = 2$ mijlen, dus $\frac{6kt}{c^2}$ is een zeer kleine grootheid.

Voor de bovenste lagen der aardkorst geldt dus bij benadering

$$K = \varepsilon (V - v) \quad (12)$$

Deze uitdrukking is positief, d.w.z. het totale resultaat is rek, of wel de rek overtreft de plooiing. Daar de factor „tijd” in deze formule niet voorkomt, wil dat zeggen, dat de rek daarvan onafhankelijk is. Als dus de aardbol plotseling afgekoeld was, door en door, dan zouden in hare oppervlakte, kloven en barsten het heerschende beeld geweest zijn.¹⁾

Deze uitkomst, dat de totale rek de totale plooiing overtreft is van eminent geologische beteekenis.

Wij zullen thans afleiden uit de boven gevonden formule (10), n.l.

$$\frac{dK}{dt} = \frac{\varepsilon}{2t} \frac{V}{\sqrt{\pi kt}} \left[x - \frac{6kt}{c} \right]$$

hoe groot ongeveer de plooiing of de rek is in de bovenste aardlagen.

Om dit bedrag te vinden, beschouwen wij twee tijdstippen:

1e. een tijdstip t waarop de neutrale laag ter diepte $x = \frac{6kt}{c}$ gelegen is.

2e. een eerder tijdstip t' , waarop die laag ter diepte $x' = \frac{6kt'}{c}$ gelegen was.

Het verschil in aardstraal op beide oogenblikken worde verwaarloosd.

¹⁾ Deze uitkomst voor K beteekent, dat na de plooiing in een zekere laag ter diepte x , de voorafgaande rek numeriek van grootere waarde was dan de daaropvolgende plooiing. Het zal echter niet moeilijk vallen in te zien, dat, indien men de verschillende lagen nu tegelijkertijd in beschouwing neemt, de rek in de dieper gelegen lagen te zamen genomen, de plooiing in de boven gelegen lagen overtreft. Immers, wachten de lagen onder de neutrale laag nog op hunne plooiing, zoodat hun rek tot op het oogenblik meer per lengte-eenheid heeft bedragen, dan in het geheel het geval is geweest met de boven gelegen reeds geplooiide lagen. Het verschil in straal van deze verschillende lagen wordt ruimschoots opgewogen door het groote verschil in dikte tusschen de geplooiide lagen en tusschen de gerekt wordende lagen; de laatste hebben een minstens $35 \times$ zoo groote dikte (71 mijl is de diepte van de grootste afkoelingsnelheid, 2 mijl is de diepte van de neutrale laag).

De totale rek ter diepte x , gerekend vanaf de stolling hebben wij berekend op

$$K = \varepsilon \left[V - v - \frac{6kt}{c} \frac{dv}{dx} \right]$$

Nu is nabij de oppervlakte $V = V_0 + x \frac{dv}{dx}$ hetgeen niet anders zeggen wil, dan dat, nabij de oppervlakte, de temperatuur gelijkmatig toeneemt.

Tevens vervangen we alweder $\frac{dv}{dx}$ door $\frac{V}{(\pi kt)^{\frac{1}{2}}}$ en men vindt:

$$K = \varepsilon (V - v_0) - \frac{\varepsilon V}{(\pi k)^{\frac{1}{2}}} \left[\frac{x}{t^{\frac{1}{2}}} + \frac{6kt^{\frac{1}{2}}}{c} \right] \quad (13)$$

Deze formule geeft dus aan den rek ter diepte x ten tijde t . Vroeger op het tijdstip t' was op die diepte gelegen de neutrale laag. Men vindt dien tijd t' uit $t' = \frac{cK}{6k}$ (zie form. 10). Toen bedroeg de rek dus in die laag

$$K' = \varepsilon (V - v_0) - \frac{\varepsilon V}{(\pi k)^{\frac{1}{2}}} \left[2 \times \left(\frac{6k}{c} \right)^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} \right] \quad (14)$$

Wij vinden deze formule uit (13) door daarin t te vervangen door $\frac{cx}{6k}$.

Indien wij nu (14) van (13) aftrekken, vinden wij het bedrag van den rek, vanaf het oogenblik, dat de neutrale laag ter diepte x lag, tot op heden. Men vindt dan

$$\begin{aligned} K - K' &= - \frac{\varepsilon V}{(\pi kt)^{\frac{1}{2}}} \left[x - 2 \left(\frac{6kt}{c} \right)^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} + \frac{6kt}{c} \right] \\ &= - \varepsilon \frac{dv}{dx} \left[x^{\frac{1}{2}} - \left(\frac{6kt}{c} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2 \end{aligned} \quad (15)$$

Deze uitdrukking is per se negatief. Dus die laag is vanaf het oogenblik, dat zij ex-neutrale laag was, geplooid, althans aan tangenteelen druk onderhevig geweest.

Het totale bedrag der opplooiing aan de oppervlakte der aardkorst vindt men door in de uitdrukking (15) $x = 0$ te stellen. Men vindt dan

$$K - K' = - \varepsilon \frac{dv}{dx} \times \frac{6kt}{c}$$

Nu is $\frac{6kt}{c} = 114 \tau$ voet en $\frac{dv}{dx} = 0,02^\circ$ F per voet (Eng) dus

$K = - \tau \varepsilon \times 2,28$. Is nu $\varepsilon = 5 \times 10^{-5}$, dan is dus de omtrek van een grooten cirkel verminderd met $2 c K = 2,85 \tau$ mijlen. Het oppervlak van het gesteente, dat zijn plaats heeft moeten vinden boven op het blijvende, is dus $4 \pi c^2 \times 2 K = 22800 \tau$ vierkante mijlen; τ uitgedrukt in millioenen jaren.

Tot zoover de theorie van Darwin. De gebruikte getallen zijn onnauwkeurig; hunne afhankelijkheid van de temperatuur, zooals bij ε wordt niet in aanmerking genomen. Aan de getallen uitkomsten is dus niet te groote waarde te hechten.

Bovendien wordt de bol beschouwd te zijn homogeen, hetgeen de aardbol althans in zijn bovenste lagen in het geheel niet is. De heterogeniteit van den aardbol vormt juist het onderwerp van studie van den geoloog.

Dezulken, die de plooiing der aardkorst, op grond van de afkoelingstheorie, ontkennen, omdat zij het uiterlijk zou moeten hebben van een gerimpelden appel, veronderstellen dan de aarde homogeen in hare uiterste lagen; hetgeen in strijd is met de ervaring.

Is dan deze theorie nutteloos, omdat hare cijferuitkomsten geen vertrouwen verdienen? Ik meen van niet, en wil u dat in het volgende ontvouwen.

Uit de geschetste theorie volgt, dat zij blijft gelden, als men groote homogene arealen beschouwt, waarvan de massa binnen den bolsector, die het areaal als buitenst oppervlak bevat, standvastig blijft. Zulke in zeker opzicht homogene arealen bezitten wij eenerzijds in de continentale blokken (de vlakzee daarbij gerekend), anderzijds in de oceaانبekkens.

De getallenuitkomst van Darwin voor de diepte der neutrale laag is zeer zeker niet juist; het geleidingsvermogen is niet onaf-

hankelijk van de temperatuur; convectie speelt een groote rol bij het omhoogbrengen van hoeveelheden warmte; terwijl radio-actieve processen omgekeerd den warmte-uitvoer belemmeren. Indien wij echter zeggen: *de diepte der neutrale laag is een grootheid die te vergelijken is naar orde van grootte met het verschil in hoogte tusschen zeebodem en landoppervlak*, dan kan deze grootheid zeer zeker in rekening worden gebracht bij het verklaren van tectonische verschijnselen.

De neutrale laag zal onder den zeebodem dieper liggen dan onder de continentale massieven; omdat die zeebodem lager is en en omdat de warmtecapaciteit van het circuleerende water grooter is dan die van de lucht boven de continenten; door convectie wordt dus veel meer warmte afgevoerd; de zeebekkens zullen meer dan de continentale massieven, het tooneel zijn van plooiing en inzinking (omdat de totale rek de totale plooiing te boven gaat). Het proces van de vorming der zeebekkens leidt dus tot verdieping van de oceaانبekkens.

De neutrale laag, onder de continenten en onder de oceaانبekkens aanwezig zijnde, is een continu doorlopende laag; zij zal echter daar knikken of flexuren vertoonen, waar zij overgaat van oceaan-laag naar continent-laag. Indien dan echter de lagen boven deze laag tot plooiing zullen komen, vormen deze flexuren strooken op de aardkorst, waar die plooiing het eerst tot uiting zal komen. Plooiingsgebergten zullen dus ontstaan aan den rand van continentale massieven en de druk zal in het algemeen vanuit zee gericht zijn, ofschoon bij groote continenten de druk ook wel zeewaarts gericht kan zijn.

De continenten, immers, zullen ook willen gaan passen om den slinkenden kern; daar echter de diepte der neutrale laag een grootheid van dezelfde orde is als het verschil tusschen landoppervlak en zeebodem, zullen zij in het algemeen geen belemmering vinden aan hunne randen; de bodems der zeeën echter, opgesloten tusschen de sokkels der continenten, zullen bij hunne aanpassing om den kern hunne randen opplooien tegen de continenten; terwijl het bedrag hunner opplooiing per lengte-eenheid dat van de continenten overtreft.

Daar echter de totale rek de totale plooiing overtreft, zullen de continenten, niet aan plooiing deelnemende, het tooneel zijn van verticale bodembewegingen, van de vorming van horsten en slenken.

Meer nog; de plooiingsgebergten zullen ontstaan, daar waar de neutrale laag flexuren vertoont; en dan bij voorkeur, waar deze flexuren op hunne beurt weer zwakke plaatsen bezitten; dat is daar, waar door de vorming van geosynclinalen (wier ontstaanswijze men zich naar het bovenstaande kan duidelijk maken) en hunne vulling met sedimenten de voeging der gesteentelagen zwakker is geworden.

Daar de diepte der neutrale laag een grootheid is van dezelfde orde van grootte als het niveauverschil tusschen landoppervlak en zeebodem, zullen hare flexuren in de nabijheid der kusten dichter aan de oppervlakte komen te liggen, dan ergens elders. Nu eens zal rek overheerschen, dan weer eens plooiing; het zullen zijn uiterst labiele gebieden van den aardkorst, met aardbevingen en vulkanen; vooral, zoo de flexuur reeds in den zeebodem begint te rijzen en dan in de ongestoorde neutrale laag van het continent, vlak achter de kust overgaat.

Men kan de opvatting huldigen, dat het binnenste van de aarde in vasten toestand verkeert; dat het magma, met zijn groot gehalte aan vluchtige bestanddeelen, onder een zoodanigen druk verkeert, dat het vast blijft; maar dat een drukontlasting de vloeibaarwording tengevolge heeft; en zoo daartoe gelegenheid zich biedt, scheiding in de vloeibare phase en in de gasvormige phase. Zeer zeker zullen dergelijke processen zich afspelen op die plaatsen, waar de afkoelingsnelheid de grootste is, dat is op een diepte van ongeveer 71 mijlen; immers in de nabijheid van die laag is ook de rek zoo groot mogelijk; de scheuren, die zich daar eventueel in de korst zouden vormen, worden onmiddellijk geheeld, van beneden uit, door vloeibaar geworden magma. Wel in een eigenaardig licht verschijnt nu het feit, dat de compensatielaag der isostasie zich op ongeveer dezelfde diepte bevindt! Daar ligt

immers dan een gebied, waar de vloeibare phase en de vaste phase elkaar afwisselen!

Deze magma-massa's zullen in het algemeen de aardoppervlakte niet bereiken; hunne gassen zullen de boven gelegen lagen oplossen, opslorpen, maar daardoor ook onwerkzaam gemaakt worden; zij worden gesmoord. Slechts in enkele gevallen zou het kunnen gelukken tot de oppervlakte der aarde door te dringen. Welke zullen de plaatsen zijn, welke door deze magma-massa's, ziedend en gloeiend, in de eerste plaats zullen uitverkoren worden om door te dringen tot aan de oppervlakte?

Dat zal zijn, daar waar de flexuur in de neutrale laag het dichtst aan de aardoppervlakte komt. Dat zal dus zijn aan de randen der continenten, tusschen het plooiingsgebergte en den oceaan, als de flexuur het boven beschreven verloop heeft; welk verloop wel het meest voorkomende zal zijn, omdat de neutrale laag in zee in eenzelfde tijdsverloop vlugger daalt dan op het land. Er is zelfs kans, dat door de vorming van de vulkanen de neutrale laag tot dicht bij de oppervlakte komt. Men krijgt nl. bij de gewone inkrimping door afkoeling in de magmabassins onder de vulkanen daarenboven de inkrimping door stolling.

Ook andere plaatsen behalve deze flexuren zullen echter worden doorbroken. Op de continenten zelve, waar de rek het heerschende beeld is, kunnen breuken ontstaan en slenken, die ongeacht de plaatselijke samenstelling der korst, recht doorloopen en hun wortel zullen hebben tot diep in de oppervlaktelagen. De voegvlakken dier slenken zullen zijn zwakke plaatsen, waar bij een gunstige gelegenheid de magmatische massa's, gas en vloeistof, zich een weg zullen banen, om het aanzijn te geven aan vulkanen, welke, diep wortelend, de machtigste zullen zijn onder hunne soortgenooten!

VERSLAG VAN DE EXCURSIE NAAR LIMBURG EN BRABANT,

gehouden op 29, 30 en 31 Maart 1920

Onder leiding v. d. Hoogleeraren Prof. W. A. KNOL m.i. en
Prof. R. W. VAN DER VEEN m.i. en van den Heer L. L. J.
Baron VAN LIJNDEN, Assistent T.H.

Deze excursie, waarvoor het initiatief uitging van de Mijnbouwkundige Vereeniging, had ten doel een bezoek aan de bevrieschachten der staatsmijn Maurits, de bezichtiging van de bovengrondsche werken van de staatsmijnen Emma en Hendrik en een kijkje in de zinksmelterij te Budel in het zuiden van Brabant.

De hoogleeraren Prof. W. A. Knol m.i. en Prof. R. W. van der Veen m.i. waren zoo vriendelijk de wetenschappelijke leiding gedurende de eerste twee dagen op zich te nemen, terwijl de heer L. L. J. Baron van Lijnden zich bereid verklaarde de excursie te leiden bij het bezoek aan de zinksmelterij te Budel.

De heer A. van Overstraten Kruysse heeft het verslag samengesteld van het bezoek aan staatsmijn Maurits. Dit verslag sluit geheel aan bij mededeelingen over den stand der schachtdelving op de Maurits, in vorige jaarboeken der M. V. opgenomen. De heer J. F. van Dorp heeft de bovengrondsche werken van de Emma en de Hendrik beschreven, waaraan de tweede excursiedag besteed werd. In het bijzonder wijdt hij zijn aandacht aan het bedrijfscontrolesysteem van staatsmijn Emma. Wij meenen, dat dit deel van het verslag een zeer oorspronkelijke bijdrage voor ons jaarboek vormt. Tenslotte nam de heer W. F. de Jong op zich, een overzicht te schrijven van de metallurgie van het zink, in aansluiting aan hetgeen we daarvan in Budel te zien kregen. Voor de beschrijving

van dit bedrijf, eenig in Nederland, stonden wij een belangrijke plaats in het jaarboek af. Het artikel, waaraan een geheel bijgewerkt literatuuroverzicht is toegevoegd, is in het bijzonder bestemd voor hen, die een opgave of ontwerp, het zink betreffende zullen hebben uit te werken. Wij gelooven bovendien, dat ieder mijnbouwkundig student deze bijdrage bij zijne studie uitstekend zal kunnen gebruiken.

Wij danken de schrijvers der verslagen hartelijk voor alle moeite en tijd in het belang der Mijnbouwkundige Vereeniging besteed en laten hen verder aan het woord voor het eigenlijke verslag dezer welgeslaagde excursie.

DE REDACTIECOMMISSIE.

DE WERKEN VAN DE IN AANLEG ZIJNDE STAATSMIJN MAURITS.

(Voorjaar 1920)

Waar vorige excursies in het voorjaar van 1915 en in Augustus 1917 naar de S. M. Maurits voornamelijk konden aanschouwen het maken van de voorschachten en het boren der diverse gaten, (waarvan verslagen zijn opgenomen in de jaarboeken der Mijnbouwkundige Vereeniging van 1915—1916 en 1917—1918) was het voornaamste wat op deze excursie te zien was, wel het afdiepen en bekleeden der bevriesschacht I.

Nadat begin Maart 1919 met het boren van alle gaten en het monteeren en beproeven der diverse leidingen was gereed gekomen, werd op 21 Maart 1919 met bevriezen begonnen. In midden Juli van dat jaar bleek door de stand van het water in de ontlastingsbuizen, dat de bevriescirkel gesloten was. Bij het daarop volgende afdiepen bleek echter na $1\frac{1}{2}$ M., dat uit een kieslaag toch nog water vloeide. Dicht bij de rand werden toen in de schacht nog een 14-tal extra gaten geboord tot 30 M. diepte (10 M. onder de waterspiegel). Hierin werden ook weer bevriesbuizen en valpijpen geplaatst en deze aan de loogleidingen aangesloten. Er werd toen nog bevroren van eind Augustus tot 16 September.

Op laatstgenoemde datum werd het afdiepen voortgezet. De weeke kern van $1\frac{1}{2}$ —2 M. straal werd gewoon los gewerkt met pikhouweel en schop. Het bevroren gedeelte werd bij het schachtafdiepen op de S. M. Hendrik en Emma weggeschoten met een niet bevriezende ammonium salpeter springstof; nadat de gaten waren geboord met de werpboor of met een draaiende luchtboorhamer en waarbij gespoeld werd met verdunde loog. Deze springstof was echter moeilijk te krijgen en op de Maurits werden toen proeven genomen met buskruit, die echter niet voldeden. Toen werden de zware Flottmanboorhamers (type E—33 K.G.) ingericht als afbouwhamer. De resultaten hiermee bereikt overtroffen zelfs de prestaties die vroeger bij het schieten waren verkregen. In

zand en grint werden de beste resultaten verkregen met een afgespitste prismatische boor en in klei met een soort beitelboor. De maximum prestatie in zand was 3,5 M. per dag en in klei 2 M. bij een schachtdoorsnede van 6,80 M. Daar de samengeperste lucht, benodigd voor het aandrijven der boren, vochtig is kan deze bevriezen en de luchtbuis verstoppem. Daarom werd er door de leidingen geregeld stoom doorgeblazen, of de lucht werd voorgewarmd door de luchtleding bovengronds te laten loopen door een stoomleding.

Op deze wijze werd afgediept tot 160 M. en werd de eerste mergelbank bereikt waarop besloten werd de eerste draagring te leggen.

Tijdens het afdiepen werd de wand voorloopig bekleed. In de wand werden 8 ijzeren steunhaken ($1\frac{1}{4}$ ") geslagen, waarop 8 segmenten van een bekleedingsring (□16) verbonden door 8 lasschen (□14) met $\frac{5}{8}$ bouten komen te liggen. Elke meter (of bij zware druk van de wand elke $\frac{1}{2}$ M.) daaronder, komt weer zoo'n ring, die aan de vorige opgehangen is door 8 dubbel omgebogen ijzeren haken ($\frac{3}{4}$ ") Achter deze ringen worden ijzeren platen van 100×50 c.M. (waarop geklonken is een platijzer van $140 \times 5 \times 0,6$ c.M. aan een zijde haakvormig omgebogen) gehangen en daarachter komen voor een stevige aansluiting met de wand houten wiggen en takkenbossen. De zware steunhaken worden om de 6 M. aangebracht.

De schacht wordt verder tegelijkertijd uitgerust met een voorloopige ladderafdeeling. Om de 6 M worden daarom op de □ ringen 6.20 M. lange balken gelegd van 25×12 c.M. en daarmee verbonden door 2 lasschen waarin 2 schroefbouten van 1" en 60 c.M. lengte, zoodat de balk niet over de □ ring kan verschuiven. Bovendien wordt de balk nog gedeeltelijk in de wand ingelaten. Over deze hoofdbalk komen nu te liggen 4 ribben van 10×10 c.M. De middelste, beide lang 3.40 M. en de beide uiterste ieder 3.10 M. lang. Hierop wordt nu een planken vloer getimmerd van planken van 6 c.M. dikte, terwijl verder de ruimte tusschen 2 hoofdbalken bekleed wordt met planken van $2\frac{1}{2}$ c.M. dikte. In de planken vloer wordt een ruimte uitgespaard voor het plaatsen der ladders. Deze ladders zijn opgebouwd uit 2 □ ijzers (N. P. 6)

lang 7.25 M. verbonden door sporten van rondijzer van $\frac{3}{4}$ ".

Het vervoer van het losgewerkte gesteente geschiedt met tonnen die elk $\frac{3}{4}$ M³. gesteente kunnen bevatten (130 c.M. hoog en 90 c.M. diameter) en die voorzien zijn van 4 handvaten. De ton is door een beugel bevestigd aan een karabijnhaak met kogelgewricht die hangt aan een hijskabel van 2,5 c.M. De maximum snelheid is 6 M. per seconde. De geleiding der ton geschiedt door een geleidingsslede die op de karabijnhaak met een veer rust. Deze slede loopt tusschen 2 strak gespannen op 115 c.M. van elkaar hangende geleidingskabels van 2 c.M. middellijn. Deze kabels zijn onder in de schacht bevestigd aan zware houten spanbalken van 2.30 M. lengte en een doorsnede van 20×30 c.M. Deze worden gedrukt tegen het z.g. „spanlager” wat bestaat uit 1 profielijzer (I 36) van 7.80 M. lengte, ingelaten in de wand en 2 profielijzers (I 26) van 4.20 M. lengte. Deze kabels worden nu gespannen door 2 in de boorbok opgestelde lieren. In het geheel zijn er 4 geleidingskabels, daar er dubbel-transport is. In de boorvloer zijn luiken aangebracht die door een hefboom geopend kunnen worden. Er bestaat nu bij het ledigen der ton geen gevaar dat gesteente in de schacht terugvalt. Het ledigen der ton geschiedt door 2 handvaten der ton vast te haken aan 2 vaste kettingen en de ton te laten zakken, waarna de inhoud wordt gekiept in kipwagens. Het spanlager (waar beneden dus de ton zonder geleiding loopt) mag volgens het werkreglement niet verder dan 50 M. van den schachtbodem verwijderd zijn. Bovendien dient dit spanlager (door het te beleggen met planken) als veiligheidsdak voor de werklieden en dat volgens het reglement om de 50 M. in de schacht aanwezig moeten zijn. Dit reglement bevat verder nog bepalingen over breukvastheid en buigzaamheid der diverse kabels en verbindingsstukken, geregelde controle der kabels. beteekenis der seinen etc.

De ventilatie geschiedt door 2 ventilatoren, waarvan er een zuigend en de ander persend kan werken. De een of de ander werkt naarmate de temperatuur der buitenlucht laag of hoog is. De capaciteit is 100 M³. per minuut. De luchtkokers hebben een diameter van 50 c.M., zijn lang 4 M. en worden geplaatst tusschen de balken der ladderafdeeling.

De verlichting geschiedt door een rozet van 5 elektrische lampen (ieder 200 kaars), die liggen onder een rond gebogen scherm dat het licht naar beneden kaatst en de lamp tegen neervallende steenen beschermd. Deze lamp hangt aan een schachtlampkabel die bestaat uit 2 draden van $2\frac{1}{2}$ c.M. en die bevestigd is aan een handlier. De arbeiders hebben bovendien open carbidlampen.

Zooals gezegd werd nadat tot 160 M. diepte was afgediept, besloten over dat stuk de definitieve bekleeding aan te brengen. Daar de weeke kern in de mergel nogal groot was, werd eerst een ring van beton gemaakt, wat bovendien het horizontaal stellen der draagring vergemakkelijkte. In het centrum der schachtbodem werd een houten klos van $1\frac{1}{2}$ M. lengte ingelaten en stevig met cement bevestigd. Hierop werd een waterpasinstrument geplaatst en met behulp hiervan de op uitschroefbare klossen geplaatste draagring nauwkeurig waterpas gesteld. Daarna werd de nog onder de draagring aanwezige ruimte met beton aangevuld. Op de draagring worden nu de cuvelageringen geplaatst en de ruimte tusschen wand en tubbings opgevuld met beton. Deze beton wordt droog aangevoerd door een 7" buis in de juiste verhouding n.l. 1 deel cement, 2 deelen zand en 3 deelen grint. Op de werkvloer wordt dit mengsel gemengd met een 2 0/0 warme sodaoplossing (aangevoerd door de ton) en achter de cuvelage geworpen.

Deze cuvelage is geleverd door de Gelsenkirchener Bergwerks A.—G. Iedere cuvelagering is 150 c.M. hoog en bestaat uit 11—12 segmenten. De wanddikte der cuvelage wisselt van boven naar beneden tusschen 2,5 en 11 c.M. Het materiaal der cuvelage bestaat uit grauw gietijzer met een trekvastheid van 16 K.G. per m.M.² en een soortelijk gewicht van 7,25. De geheele cuvelage weegt 4.194.035 K.G. (gecuveleerd tot $305\frac{1}{2}$ M.) De hoogte der draagring is 28,5 c.M. Bovendien zijn er nog aansluitingen tusschen cuvelage en de bovengelegen draagring. De middellijn tusschen de flenzen is 5.80 M.

Deze levering door de Gelsenkirchener Bergwerks A.—G. aan de Staatsmijnen in Limburg is geschiedt bij contract waarin behalve een nauwkeurige opgave van de vorm, afmetingen en gewichten

der diverse ringen, toe te laten afwijkingen, doorboringen hoedanigheid materiaal etc. ook zijn opgenomen bepalingen omtrent keuringen, waarborgen (voorziening tegen roest) verpakking, vervoer, leverings-termijn etc.

Tusschen de horizontale en verticale voegen van ieder segment komen voor de goede aansluiting over de geheele flensbreedte loodplaten van 2 m.M. dikte te liggen.

De segmenten van iedere ring afzonderlijk en de ringen onderling zijn verbonden door schroefbouten. Daarvoor zijn in de horizontale en verticale flenzen gaten geboord van 35 m.M. waardoor bouten van 32 m.M. komen. Per ring komen ongeveer 180 bouten. Deze bouten worden eerst voorloopig aangedraaid nadat er nog 2 ijzeren drukringen aan bevestigd zijn. Wanneer nu de geheele cuvelage is opgebouwd en aangenomen kan worden dat de temperatuur der cuvelage geworden is beneden 0° C., dan begint men met het z.g. koken d.i. het indrijven van het lood in de voeg. Dit geschiedt met losgeschroefde bouten. Daarna worden de bouten definitief vast aangedraaid, nadat de ijzeren ringen nog vervangen zijn door loodringen van 18 m.M.

Deze methode van werken, aangegeven door Ir. C. L. van Nes, wordt hier voor het eerst toegepast en beoogd een meer waterdichte afsluiting van de cuvelage wanneer de bevrieswand aan het ontdooien is. Vroeger werd n.l. gekookt direct nadat de beton achter de tubing was hard geworden. Deze beton houdt echter nogal lang een temperatuur van $\pm 10^{\circ}$ C. en de voegen zouden dus alleen dicht zijn bij die temperatuur en niet bij de temperatuur die vlak na het ontdooien er is en die $\pm 0^{\circ}$ C. bedraagt, want dan is de tubing gekrompen. Men moet dus koken wanneer de tubing is afgekoeld tot minstens 0° C. dat is 20—30 M onder de werkvloer. Om al deze werkzaamheden uit te voeren, zijn er 2 vaste werkvloeren (waarvan de balken rusten op de cuvelage) met een bijbehorend stel losse balken en 1 schrikvloer opgehangen aan de uitrustingsbalken, die tegelijkertijd met het cuveleeren worden aangebracht. Om de 3 M worden n.l. 2 \perp ijzers (N. P. 26) lang 460 cM tusschen de cuvelage geplaatst.

De tijdelijke ladderafdeeling wordt bij het hooger bouwen der

cuvelage afgebroken; tegelijkertijd echter worden in de geplaatste cuvelageringen de definitieve laddervloeren gelegd en door ladders verbonden. De verdere schachtuitrusting, wordt eerst later aangelegd.

Nadat op deze wijze het eerste deel is gecuveleerd, wordt weer met afdiepen op de gewone wijze voortgegaan en daarna weer een deel gecuveleerd.

De aansluiting met de bovengelegen draagring geschiedt zoo ver mogelijk met aansluittubbings en de overblijvende ruimte wordt gepicoteerd.

Om het mogelijk te maken dat ook de beton goed aansluit, zijn in de bovenliggende draagring gaten aangebracht, waardoor het mogelijk wordt de beton toe te voeren.

Om den watertoevloed uit het steenkolengebergte tijdig te keeren, moet nog voor het intreden van den dooi een betonblok van ± 5 M. dikte op den bodem van de schacht worden aangebracht (beton aangemaakt met Ca.Cl_2 loog, met het oog op 't afbinden der beton in de vorst).

Tevens worden hier ingebetonneerd de standbuizen voor het latere cementinjecteeren bij het afdiepen in de vaste steenkoolrots.

Het plan bestaat om de ontthooing te laten geschieden van binnen uit, door de schacht te vullen met op temperatuur gehouden water. Nu ontthooit dus eerst de beton achter de cuvelage en kan zich dus verharderen. Daarna laat men door de bevriesbuizen warme loog stroomen en zal het gebergte ontthooien. Deed men dit laatste direct, dan is er gevaar dat het water uit de beton vloeit en deze dus niet hard wordt.

Het is wel interessant om de prestaties in afdiepen en cuveleeren der eerste periode te vergelijken met die op de S.M. Emma en Hendrik waar dezelfde schachtdiameter is.

Alleen afdiepen + voorl. bekleeden gedurende 1e periode:	Emma	1,74	M.	per	dag.
	Hendrik	2,45	"	"	"
	Maurits	1,74	"	"	"
Cuveleeren en betonneeren	Emma	1,97	M.	per	dag.
	Hendrik	3,46	"	"	"
	Maurits	2,66	"	"	"

Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat in 36 dagen op de Maurits de cuvelage over de eerste periode was opgebouwd, wat een dagprestatie is van 3,67 M. Er komen echter 24 dagen bij voor het kooken en aanschroeven der bouten wat de prestatie doet verminderen tot 2,66 M.

De ondergrondsche bezetting bedroeg op de Maurits: 4 voorbazen, 36 houwens, 46 sleepers, 10 hulphouwens over 4 diensten van 6 uur verdeeld.

De ijsmuur om de te maken schacht, wordt dus gemaakt en blijft in stand door in 36 gaten, staande in een cirkel om de schacht, waarvan de diameter 12 M. is en dus de onderlinge afstand der gaten ongeveer 1 M., een koude loog te laten circuleeren. In de gaten worden daarom 2 pijpen geplaatst n.l. de bevriesbuis van 127 mM. onderaan gesloten, waardoor de vloeistof naar boven stijgt en de valpijp van 70 mM., die geïsoleerd is, en waardoor de loog naar beneden stroomt.

Alle valpijpen zijn aangesloten op een verdeelring. De loog uit de bevriesbuizen stroomt ieder door een afzonderlijke pijp naar de loogbak die boven in de boortoren, 8 M. boven de boorvloer, is opgesteld. Vandaar gaat de loog naar de verdamper in het koelhuis, wordt dan weer afgekoeld en door een loogpomp weer naar de verdeelring gevoerd. De samenstelling der loog is 25 K.G. CaCl_2 op 42 L. water; soortelijk gewicht 1,25—1,3.

De afkoeling geschiedt in de verdamper door plotselinge verdamping van ammoniak die door de compressor wordt aangevoerd en afgezogen.

In het koelhuis zijn 3 installaties geplaatst, waarvan 1 installatie bestaat uit:

- 1 electromotor, 225 P.K., 2000 volt, 50 ampère.
- 1 compressor, 380 Ø, slag 600, n 75, perst N.H_3 tot 8 atmosfeer die hier een temperatuur heeft van 32°C .
- 1 Condensator, temp. uitstroomende N. H_3 ; 17°C ., temp. koelwater 15°C .
- 1 nakoeler, temp. uitstroomende N H_3 ; 16°C .
- 2 verdampers, elk 2900 mM. Ø en 3500 mM. hoogte, temperatuur instroomende loog — $22,6^\circ \text{C}$., temperatuur uitstroomende

loog — $24,8^{\circ}$ C., spanning $N H_3$ 0,1 atmosfeer, temperatuur $N H_3$ — 31° C. Het roertoestel in de verdamper maakt 22 omw. per minuut.

1 loogpomp. 250 \varnothing , slag 200, n 50, verplaats 33 L. Loog per slag (pomp andere installatie 75 L. per slag) druk loog perszijde 4 atmosfeer.

De totale capaciteit per installatie is 250.000 frigorieën per uur bij — 20° C. Voor een schacht zijn regelmatig 2 installaties aan het werk.

Het op- en neerhalen der ton in de schacht geschiedt met een trommelophaalmachine die gedreven wordt door een gelijkstroommotor van 275 P. K.

De draaistroommotor, waaraan de gelijkstroomdynamo direct gekoppeld is, heeft een vermogen van 200 P.K. Hier is toegepast het Leonard-reguleersysteem als aanwezig bij de groote ophaalmachines op S. M. Emma¹⁾. De ophaalmachine is verder voorzien van een luchtrem en noodrem. De snelheid van ophalen is 4 M. per seconde.

Ten slotte dient nog iets gezegd te worden over de compressoren die de samengeperste lucht van 7 atmosfeer leveren voor de boorhamers. In de werkplaats zijn opgesteld 1 groote compressor van 2500 M^3 per minuut die gewoonlijk alleen werkt en 2 kleinere die samen 1550 M^3 per minuut leveren. De diameter der drukluchtbus die de schacht ingaat is 150 m.M en deze wordt zooals reeds gezegd door stoom voorgewarmd.

Ofschoon de excursie, niet in de gelegenheid was het te zien, zij hier nog even vermeld dat de bevriesgaten van schacht II met een ander toestel werden gecontroleerd op hun verticaalheid, dan die van schacht I, waar immers de clynograaf Smitt was gebruikt.

Hier werd gebruik gemaakt van het toestel van de „Gesellschaft

¹⁾ Een recent artikel over deze elektrische ophaalmachines is te vinden: Polytechnisch Weekblad 1921, no. 1 en 2.

für Nautische Instrumente G. m. b. H.," te Kiel en waarvan een beschrijving is te vinden in aflevering 24 van het Electrotechnisch Zeitschrift van 1920: der Kreiselkompassz im Schachtbau van Prof. O. Martienssen. Ook hier wordt weer gebruik gemaakt van de richtkracht van een gyroscoop, die in draaiing komt door een kleine draaistroommotor. Het geheele toestel is echter practischer en betrouwbaarder dan dat van Smitt. Nadat op deze wijze het nauwkeurig verloop der boorgaten is bepaald, werd vroeger, nadat b.v. geconstateerd was dat twee gaten te ver van elkaar waren gekomen op groote diepte, en er dus kans bestond, dat de bevrieswand zich niet zou sluiten, een hulpgat geboord. Een patent van dezelfde firma maakt het nu mogelijk om een atgeweken boorgat zoodanig verder te boren dat de afwijking gecompenseerd wordt. Te dien einde wordt in het boorgat neergelaten en zuiver geplaatst een schuin afgesneden, met cement opgevulde bekleedingsbuis, langs welke op deze wijze ontstane wig, de beitel bij het daaropvolgende boren glijdt.

Eenige figuren in het aangehaalde artikel verduidelijken dit principe, ofschoon er geen gedetailleerde beschrijving verder bijgegeven wordt.

Wel werd nog door de excursie bekeken een toestel waarmee de heer van Goudoever de Jong voornemens was een aantal proefnemingen te doen over de sterkte van de ijsmuur in analogie met de proeven daarover verricht te Beeringen (Belgisch Kempen) beschreven in de Annales des Mines (Paris), Tome IX, 1e livraison de 1920. M. L. Sauvestre, Traversée dans le creusement de deux puits d'une assise de sables boullants soumise à une pression de 63 atmosphères.

Het toestel bestond uit een rechtopstaande holle stalen cilinder versterkt door 2 uitwendige series stalen ringen, waarin neergelaten werd een looden cilinder van 3 mM. dikte en waarvan de uitwendige straal 5 mM. kleiner was dan de inwendige straal der stalen cilinder. Aan de beide uiteinden der stalen cilinder boog echter de looden cilinder over deze heen. Beide cilinders werden gesteld op een stevige bodem en boven op de cilinder werd een

ring geplaatst voorzien van een overstekende rand. Door lange schroefbouten werd deze ring verbonden met de bodem en door de moeren flink aan te draaien, werd een absoluut dichte verbinding verkregen met de 2 cilinders en de bodem eenerzijds en een geheel gesloten ruimte tusschen de 2 cilinders anderzijds. In deze laatste ruimte zou nu later olie geperst worden.

In deze cilindervormige bak, werd nu gehangen een dunne, heel licht conische, buis en de ruimte daartusschen opgevuld met, met water gesatureerd zand, welke later bevroren, onze ijsmuur voorstelt.

In de zandcilinder werd nu nog een stalen ring gelegd die de laatste cuvelage ring van de af te diepen schacht representeert.

Het geheele toestel werd nu geplaatst in een bak waarin koude loog circuleert. Is de zandcilinder bevroren, dan wordt de binnenste buis er uit getrokken en de proefnemingen met de kunstmatige schacht kunnen beginnen.

Daartoe wordt tusschen de looden en de stalen cilinder olie geperst en het gedrag der ijswand, voor iedere druk gedurende een bepaalde tijd, waargenomen. De vernauwing van de ijsmuur wordt waargenomen met een 4 armige multiplicateur.

Zooals reeds gezegd waren, toen de excursie de Maurits bezocht, nog geen proefnemingen met dit toestel gedaan.

Het is echter misschien niet ondienstig hier even te vermelden tot welke slotconclusies de heer Sauvestre in zijn belangrijk en goed geïllustreerd artikel is gekomen, belangrijk te meer, omdat in de toekomst ook in Nederland zeer diepe schachten in drijfzandlagen gemaakt zullen moeten worden.

De situatie in Beeringen was, dat op 622 M. diepte het Carboon eerst aanwezig was. Daarboven lag een drijfzandlaag van 14 M. dikte en daarboven Cretaceische en Tertiaire lagen. De onderste krijtlagen waren vrij hard. De drijfzandlaag stond onder een druk van 63 atmosfeer. De schacht was afgediept tot 500 M. en men besloot op die diepte tot een herhaling van de bevriezing, door daar opnieuw bevriesgaten te boren. Ging men echter volgens de formule de dikte der ijsmuur berekenen, dan kwam men tot een in de practijk niet te verkrijgen wand.

Dit is dan ook de aanleiding voor de proeven geweest, waaruit de volgende conclusies werden getrokken:

1e. De ijswand is vrij plastisch. De ongelukken die vaak voorkomen bij het afdiepen van diepe schachten, zijn niet het gevolg van het breken van de wand, doch van het scheuren der bevriesbuizen, waardoor loog in de ijswand komt. De cuvelage komt door de plasticiteit der ijsmuur vrij spoedig onder druk en na een lange periode van cuveleeren waarbij er niet verder afgediept wordt, ziet men als gevolg daarvan een soort kwellen van de schachtbodem.

2e. Het verdient aanbeveling om schachten waarvan de ijsmuur onder groote druk staat direct te bekleeden met z.g. „Unterhänge-tübbings” en dadelijk daarop volgend betonneeren, omdat dan de ijsmuur geen gelegenheid krijgt nauwer te worden.

Ook moet dan de afstand tusschen de laatste cuvelagering en de schachtbodem, in verband met het oppersen van de laatste, niet kleiner genomen worden dan 1,20 à 1,50 M.

3e. De toe te laten belasting van de ijswand wordt grooter met het lager worden van de temperatuur. Men kan rekenen dat 1 graad vermindering in temperatuur, een vermeerdering van de druk van 2 K.G. per cM.^2 toelaat.

4e. De vervorming wordt grooter met de tijd, doch gaat ten slotte asymptotisch verlopen aan een lijn die met de abscis der tijd evenwijdig loopt. Hoe verder men van de limiet af is, des te grooter zal de aangroeiing der vervorming zijn en snel werken zal dan gewenscht zijn.

Het artikel beschrijft dan verder nog de wijze van uitvoering van de herhaalde bevriezing op 500 M. diepte, waarbij vooral de wijze waarop tijdens en na het boren de druk van 63 K.G. per cM.^2 in de drijfzandlaag werd gecompenseerd de aandacht verdient. Het moet voor den heer Sauvestre zeker een groote voldoening zijn geweest, toen eind 1919 in schacht I het Carboon werd bereikt en dus met de bevriesmethode een record werd bevestigd.

Aan het eind der excursie dankte Prof. W. A. Knol namens allen den heer C. A. van Goudoever de Jongh, hoofdingenieur

der Staatsmijnen, die zich op deze excursie weer deed kennen als een prettig en hulpvaardig leider.

Ik eindig mijn beknopt verslag van een ontwikkelingsstadium van de Staatsmijn Maurits, met de hoop uit te spreken, dat ook volgende Jaarboekredactiecommissies een artikel over een volgend stadium zullen opnemen, opdat op deze wijze wordt verkregen een volledig beeld van den aanleg van een mijn.^{1) 2)}

v. O. K.

1) Hier zij nog vermeld het feit, dat einde 1920 in Schacht I het Carboon bereikt is, dat ook de bekleeding is aangebracht en met het ontdooien reeds is begonnen.

2) In „de Ingenieur” van 26 Febr. 1921 verscheen een uittreksel van een voordracht door den heer van Goudoever de Jongh, gehouden in de vergadering van de afdeeling voor Bouw- en Waterbouwkunde van 3 September 1920.

DE BOVENGRONDSCHER WERKEN VAN DE STAATSMIJNEN EMMA EN HENDRIK.

De wandeling naar het station Geleen bleek dank zij de lagere temperatuur aanmerkelijk minder ver dan bij aankomst, zoodat ondanks het vroege uur alle deelnemers op tijd aanwezig waren. Nadat in den trein de laatste sporen van slaap verdwenen waren, kwamen we om half negen op de Staatsmijn Emma aan, waar we door den bedrijfsingenieur, den heer C. van Nes ontvangen werden.

Op weg naar de Cokesfabriek werd eerst nog een kort bezoek gebracht aan de elektrische centrale, waar de hoog- en laagdruk-cylinderscompressoren en de turbocompressoren en -generatoren bezichtigd werden. Naast de 3 aanwezige turbocompressoren (7 atm.) van 9000 M³. aangezogen lucht per uur zal er nog een van 20000 M³. worden opgesteld, die evenwel tijdens ons bezoek nog niet in montage was. Voor hen die omtrent de compressoren meer wenschen te weten, verwijs ik naar het verslag van een lezing van Prof. F. K. Th. van Iterson, opgenomen in „de Ingenieur” van 13 Maart 1920.

Na de centrale passeerden we het ketelhuis waar speciaal aandacht werd geschonken aan de wijze van stoken; terwijl aan den voorkant bruinkool wordt gestookt op kettingroosters, zijn aan de achterzijde groote Bunsenbranders opgesteld, waarmee het gasoverschot van de cokesfabriek wordt opgebruikt.

Voor de beschrijving van de Cokesfabriek meen ik te moeten verwijzen naar het artikel van den bedrijfsingenieur, ir. D. P. Ross van Lennep in „de Ingenieur” van 21 Februari 1920. Slechts is in dit verslag opgenomen een overzicht van het procédé voor zoover dit continue verloopt. Speciaal voor het uitstooten van de ovens bleek veel belangstelling te bestaan, de hitte scheen bovendien uitdrogend te werken, want spoedig daarna was een deel der excursianten in het casino der S. M. Emma terug te vinden. Anderen waren intusschen reeds begonnen met de bezichtiging van de kolenwasscherij- en zeeverij.

De Nederlandsche Staalindustrie

Keilehaven.

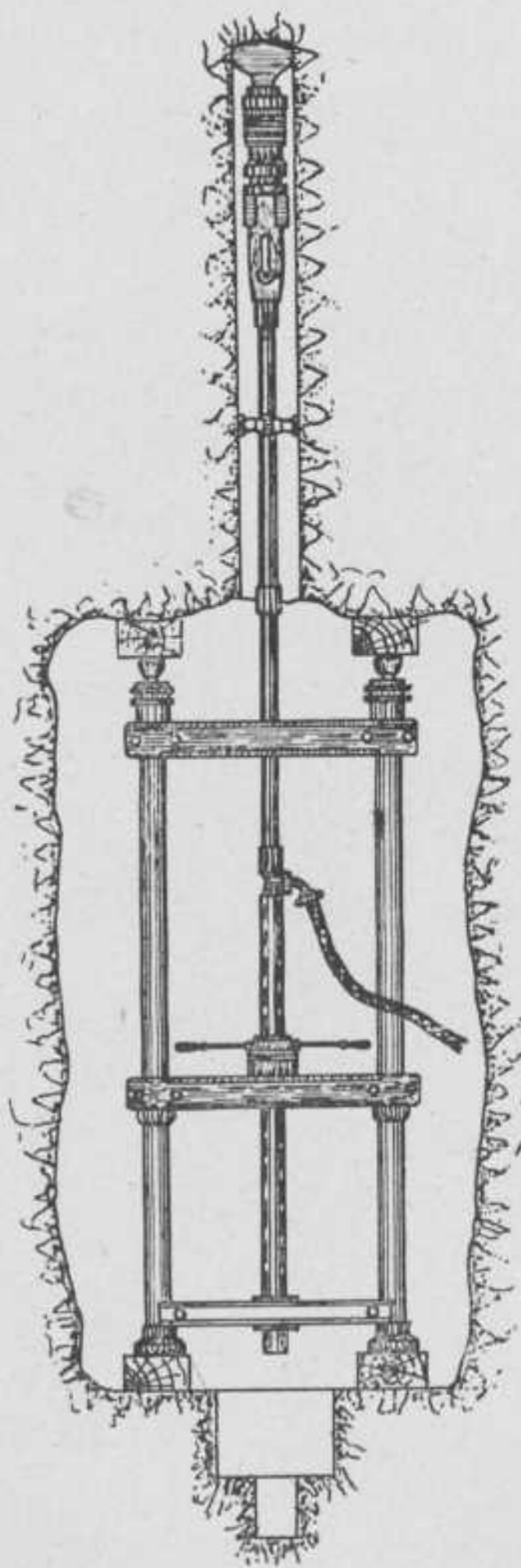
Rotterdam.

Zeeftrommels.

Schudgoten.

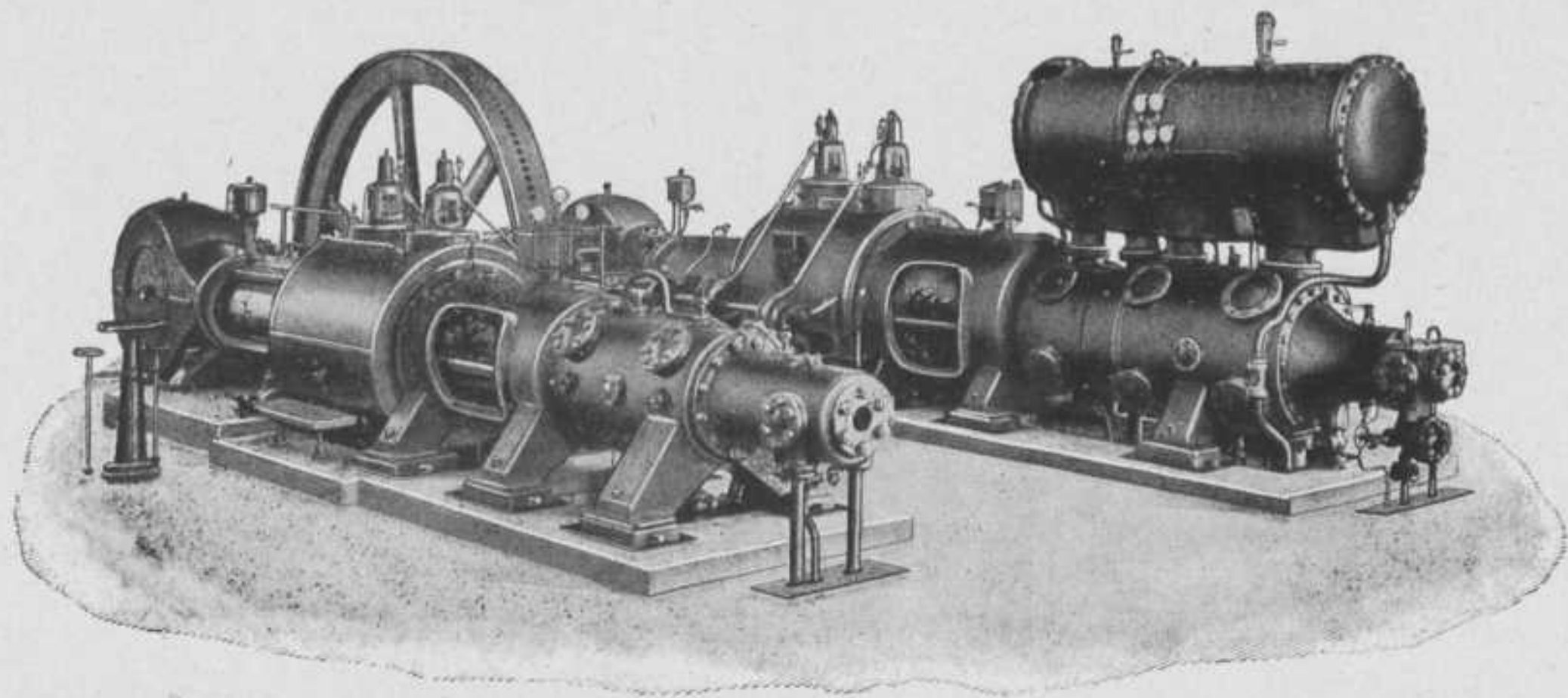
Stempels.

Boorgereedschap.



Kranen = Vzerboum = Liften.

BERLINER MASCHINENBAU-A-G.
VORMALS
L. SCHWARTZKOPFF.



CHAUSSEE-STR.23.

BERLIN N.4.

CHAUSSEE-STR.23.

Om aan de eischen die de afnemers aan de qualiteit van hun brandstof stellen te kunnen voldoen, moet de uit de mijn opgehaalde kool die ongeveer 30 % steen bevat, hiervan zooveel mogelijk bevrijd worden. De verbruiker wil het aschgehalte natuurlijk liefst zoo laag mogelijk hebben, echter is er een praktische grens, want hoe meer we reinigen des te koolrijker wordt het afvalproduct, waardoor de kosten sterk stijgen. De S. M. Emma levert als regel een product met 7 % asch, terwijl de steen 68—70 % asch bevat.

De verschillende bewerkingen die de kool ondergaat kunnen we het best nagaan aan de hand der stamboom. De met kool gevulde wagens (schachtkolen) worden in tuimelaars gereden, die de inhoud werpen op schudzeven van 80 mM. opening, waarvan de beweging plaats heeft door een scharnier aan het onder- en een excentriek aan het bovineinde. Hetgeen grooter is dan 80 mM. gaat over de zeven naar leesbanden, waar de steen door jongens eruit wordt verwijderd. Bij deze groote stukken is een dergelijke zuiveringsmethode afdoende zoodat een vrij zuiver product als „stukkool” in den handel kan worden gebracht.

Alles wat door de schudzeven valt z.g. gruiskool wordt door een jacobs ladder verder de wasscherij in gebracht. Voor tijdelijke bedrijfsstoringen is een gruiskoolbunker aangebracht, vanwaaruit weer een jacobs ladder naar de wasscherij voert. Is de bunker vol dan is men genoodzaakt de schachtkolen in wagons te storten en, hetzij als zoodanig te verkoopen wat onvoordeelig is, hetzij op het emplacement op te slaan.

De wasscherij bevat twee gelijke installaties ieder met een capaciteit van 160 ton per uur, terwijl er een derde installatie in montage is. Een van de twee wordt uitsluitend voor Emmakool gebruikt, naar de andere wordt Hendrikkool opgevoerd met een jacobs ladder vanuit een onder het spoorwegemplacement gelegen gruiskoolput. De gruiskool wordt in zelfontladende 30-tons Talbotwagens aangevoerd vanaf de Hendrik, en op de Emma in een goot gestort, waar een transportband onderdoor loopt, die de kool in de gruiskoolput brengt.

De beide in gebruik zijnde installaties werken volgens het systeem

„Baum”, dat gekenmerkt wordt door het „Erst wasschen, dann klassieren”, en door het gebruik van perslucht in de deintoestellen. Alle kool wordt hierbij in een zelfde deintoestel gebracht; de beschrijving van een dergelijk toestel kan men vinden in „de Ingenieur” van 1908.

De gewasschen kool wordt nu naar een sorteertrommel gevoerd, die uit vier concentrische zwak conische trommelzeven bestaat, de middelste met de grootste opening. In de trommelzeef wordt nog wat water toegevoerd om de zeefopeningen schoon te houden. De kool wordt aan het nauwste eind van de binnenste zeef toegevoerd, en verdeeld in 5 grootten n.l. 80-50, 50-30, 30-20, 20-8 en kleiner dan 8 mM. De eerste vier soorten (Nootjes I-IV) worden over ontwateringszeven naar de bunkers gevoerd. Vanhier worden ze verladen na eerst nog eens afgespoten en een ontwateringszeef gepasseerd te zijn.

De fijnkool die uit de trommelzeef komt passeert eerst groote ontwateringszeven, vanwaar het waschwasser direct naar de sliktorens gaat, terwijl de kool in een put komt, en vanhier naar de fijnkooldeintoestellen wordt gevoerd om nog eens gewasschen te worden. Deze deintoestellen zijn geheel als de andere, alleen is de verdeeling in twee afdeelingen vervallen. De fijnkool wordt hier dus tweemaal gewasschen, waardoor de capaciteit van de installatie verminderd wordt met 27⁰/₀, het fijnkoolpercentage.

Bij de in montage zijnde installatie wordt dit in zooverre gewijzigd, dat vóór het eerste deintoestel een trommelzeef met mazen van 8 mM wordt geplaatst, en de fijnkool direct van hier naar de fijnkooldeintoestellen wordt gevoerd. Achter de fijnkooldeintoestellen staat weer een ontwateringszeef, waarna de fijnkool op droogbanden komt. Deze bestaan uit geperforeerde bakken met een scharnier in het midden van den bodem. Ze loopen langzaam onder 45 graden omhoog over rollen, die verder van elkaar zijn geplaatst dan de lengte der bakken bedraagt. Hierdoor zakt de bodem van iederen bak tusschen twee rollen iets door om het scharnier, waardoor de bovenranden dicht bij elkaar komen en het water uit de kool wordt geperst. Tusschen de droogbanden is een jacobs ladder voor aanvoer van Wilhelminafijnkool, die met de Emmafijnkool

gemengd wordt, teneinde een goede koolsoort te krijgen voor de cokesfabrikage. De droogbanden storten de fijnkool op een transportband die ze naar een bunker of naar de cokesfabriek voert.

Het met kool- en steendeeltjes beladen waschwater van de ontwateringszeven gaat naar een pompput, vanwaaruit het naar de sliktorens wordt opgepompt. Dit zijn groote kegelvormige reservoirs waarin een cylinder tot halfweg hangt. In het midden van den eersten toren wordt het slikwater ingelaten, een groot deel van het slik bezinkt tijdens de langzame beweging van het water, dat aan de buitenzijde van de cylinder weer omhoog stijgt; bovenaan is een overloop die het water voert in een van de twee ernaast opgestelde sliktorens, geheel als de eerste ingericht. De overloop van de tweede torens is z.g. gereinigd waschwater, dat weer in de wasscherij wordt gebruikt.

In den eersten toren bezinkt slik met ongeveer 20 % asch, dit wordt onderaan afgetapt en in slikdeinstellingen gewasschen. Deze zijn weer volgens het systeem Baum ingericht, echter veel kleiner dan de gruis- en fijnkoolwaschmachines, en voorzien van een veldspaatbed daar het slik niet op zeven kan worden verwasschen. Het product met 11—12 % asch gaat over vaste- en schudzeven naar droogbanden, vanwaar het in bunkers wordt gestort om verkocht te worden. In de slikwaschmachines wordt veel pyriet uit het slik gehaald.

Het bezonken slik uit de beide andere trechters (ong. 30 % asch) wordt naar de slikbassins en -vijvers gevoerd, waar het bezinkt, om dan verkocht te worden. Vroeger werd dit slik veel in het ketelhuis gebruikt, thans echter stookt men daar bruinkool, daar deze minder transportkosten kan hebben dan de slik, zoodat het voordeliger is de laatste te verkoopen. Ter contrôle van het wasscherijbedrijf worden 3 × daags ongev. 30 monsters genomen, die allen op aschgehalte onderzocht worden. Teneinde betere monsters te krijgen, waren reeds enkele automatische monsternemers aangebracht, terwijl meerdere zullen volgen.

Nadat in de wasscherij de noodige boordjes en handjes waren vuilgemaakt, werd een bezoek gebracht aan het pas in werking getreden bureau „Bedrijfscontrole”.

BEDRIJFSCONTROLE OP MODERNE KOLENMIJNEN.

De leider van het bureau Dr. Ch. Th. Groothoff deelde ons zelf een en ander mede over het ontstaan van het tegenwoordig controlesysteem. Ik meen er even op te moeten wijzen dat het begrip „contrôle” hier zeer ruim genomen is, en het juister is te spreken van wetenschappelijke bedrijfsleiding (scientific management). Behalve de contrôle achteraf, wordt ook zeer veel preventieve contrôle uitgeoefend (speciaal in de straks te bespreken werkplannen), daarnaast ressorteert ook het wetenschappelijk onderzoek van diverse problemen die zich in het bedrijf voordoen onder het bureau.

Het doel dat Dr. Groothoff zich gesteld heeft is:

- 1e. het vergemakkelijken van de bedrijfsleiding,
- 2e. het verbeteren van de arbeidscondities,
- 3e. het bevorderen van een economisch beheer,
- 4e. het verzamelen van gegevens.

Het komt me gewenscht voor deze 4 punten ook in dit verslag aan te houden.

1. *Het vergemakkelijken van de bedrijfsleiding.*

Bij een omvangrijk bedrijf als dat der S. M. Emma, is het onmogelijk, dat de bedrijfsingenieur de geheele leiding aan zich houdt. Het is de groote verdienste van den bedrijfsingenieur van de S. M. Emma, den heer van Nes, dat hij niet alleen ruitelijk erkende dat hij op de oude wijze geen voldoende leiding aan het bedrijf kon geven, doch tevens dat hij in groote lijnen den juisten weg tot de oplossing van het vraagstuk der wetenschappelijke bedrijfsleiding voor den kolenmijnbouw heeft gewezen. In plaats van aan ieder der adjunct-ingenieurs de leiding te geven over een onderdeel van het bedrijf, is hier alles onder één bureau gebracht, dat systematisch werkt en voor een goede harmonie van alle onderdeelen zorg draagt. De directe leiding blijft bij den bedrijfsingenieur berusten, het bureau is hierbij zijn rechterhand; steeds kan hij de noodige gegevens van het bureau verkrijgen, en nieuwe opdrachten eraan geven.

Reeds voor de eigenlijke oprichting van het bureau was een

aanvang gemaakt met het bestudeeren van de voor een kolenmijn zoo belangrijke vraag der accoordzetting. Men meende dat de lagen regelmatig genoeg waren om normaal prestaties vast te stellen, teneinde aan de willekeur van de opzichters bij het accoordzetten een einde te maken. Bovendien werd voor eenige soepelheid gezorgd door voor ieder werk een minimum, een gemiddelde, en een maximum prestatie vast te stellen. Door het vaststellen van normaalprestaties is men onafhankelijk van de veranderingen in den loonstandaard; door een eenvoudige berekening worden hieruit de accoorden bepaald.

Deze normalisatie heeft echter niet het succes gehad dat men ervan verwachtte, in de praktijk bleek het systeem te stug te zijn, en waren herhaaldelijk toeslagen noodig, terwijl aan den anderen kant ook wel te hooge accoorden zullen zijn voorgekomen.

De kern van het systeem is echter toch juist, namelijk de normalisatie van de prestaties. Voor men daartoe overgaat moet men echter over vele gegevens beschikken, waaruit vanzelf zal blijken waar normalisatie mogelijk zal zijn. Voorloopig is nu aan de meesteropzichters opgedragen op elke post afzonderlijk met den opzichter en den voorman de prestatie voor de komende maand vast te stellen, waarna het accoord door berekening wordt verkregen. Deze prestaties worden vergeleken met de door het bureau vastgestelde normalen; afwijkingen moeten door den mr. opzichter worden toegelicht en zijn dan zoo noodig te controleeren. De verkregen prestaties in de reeds afgebouwde gedeelten worden in kaart gebracht, en blijkt daaruit dat enkele lagen of gedeelten van lagen (bv. door storingen begrensd) zoo uniform ontwikkeld zijn, dat de prestaties nagenoeg constant blijven, dan kunnen daarvoor bindende normalen worden vastgesteld, m.a.w. men geeft in zoo'n gedeelte van een laag een accoord op langen termijn. Het vaststellen van prestaties inplaats van accoorden heeft naast het feit dat dit eigenlijk de constante is en niet het accoord, het voordeel dat het eergevoel van den werkman meewerkt om het eens te worden over een niet te lage prestatie; zoo noodig komt er nog een voorwerker van het contrôlebureau om aan te toonen wat op die post te bereiken is.

Een van de voornaamste bezigheden van het bureau vormen thans de werkplannen. Daar dit een geheel nieuw idee is, wil ik er wat uitvoeriger over zijn. Hetgeen vroeger als losse gedachten in de hoofden van ingenieurs en opzichters ronddwaalde wordt in werkplannen vastgelegd en tot een geheel vereenigd. Ze worden vervaardigd door den leider van het bureau in samenwerking met de mr. opzichters, en wel met ieder van hen voor zijn eigen afdeelingen. Van iedere afdeeling wordt op millimeterpapier een kaart 1 : 1000 gemaakt, waarop in teekening wordt gebracht wat gedurende het eerstvolgende jaar in die afdeeling zal worden verricht. Achtereenvolgens worden nu behandeld:

1e. de koolwinning en den aanleg van galerijen.

Bij iedere galerij en kolenpijler wordt op de kaart ingeschreven: *a.* het galerij- of afbouwtype (deze typen zijn door het bureau vastgelegd), *b.* de bezetting op ieder der 3 diensten, *c.* de te verwachten productie en *d.* het tijdstip van aanvang en einde der werkzaamheden op die post. Tusschen *b.* en *d.* bestaat een nauw verband, daar het aantal werklieden in de afdeeling ongeveer constant blijft; een pijler kan pas worden aangezet zoodra de bezetting beschikbaar is. Ook het verband tusschen voorbereiding en afbouw komt hier voor den dag, de ontkoling kan pas een aanvang nemen als op dien datum de voorbereiding ver genoeg gevorderd is. Is de voorbereiding te ver voor, dan blijkt dit direct uit de data, waarop de galerijen klaar zijn, en waarop de pijlers worden aangezet; voordat het werk wordt uitgevoerd is er dus een zuivere contrôle op het verband tusschen voorbereiding en afbouw.

2e. het transport. Achtereenvolgens wordt hier nagegaan: het benodigde aantal sleepers bij de posten en in de galerijen, het aantal paarden en de vereischte schudgootmotoren en lieren. Dit alles wordt hetzij in cijfers, hetzij met teekens op het werkplan aangegeven.

3e. het onderhoud. Bij iedere galerij wordt het aantal te verwachten stutters aangegeven.

4e. de luchtverversching, waarbij het gebruik van ventilatoren en luchtbuizen wordt nagegaan en opgeteekend.

Bij ieder werkplan behooren een aantal begrootingsstaten, waar-

op de resultaten overzichtelijk worden vereenigd; zoo is er een kolenbegrooting, een arbeidersbegrooting, een houtbegrooting (berekend uit de prestatie maal het houtverbruik per M. galerij of per M². afbouw van het bijgeschreven type), een materiaalbegrooting enz.

Uit deze begrotingsstaten wordt nu door sommatie de begrooting voor de geheele mijn opgemaakt.

De voordeelen die deze werkplannen bieden zijn talrijk, ik wil er de voornaamste van noemen:

1. De kolenbegrooting geeft de te verwachten productie voor ieder tijdstip van het komende jaar, we kunnen nu bv. nagaan of de capaciteit van schachten en steengangen steeds groot genoeg zal zijn, zoo noodig zullen we in het werkplan moeten gaan snoeien. In normale tijden hebben we in de kolenbegrooting tevens een middel om met de te verwachten vraag op de kolenmarkt mee te gaan.

2. De arbeidersbegrooting mag niet een te sterk varieerend cijfer aangeven daar men niet naar willekeur arbeiders kan aannemen of ontslaan. Is dit toch noodig in verband met de productie, dan is men tenminste van te voren gewaarschuwd.

3. Uit de kolen- en arbeidersbegrooting kan de te verwachten prestatie per man per dienst worden nagegaan. Ook dit cijfer is zeer belangrijk; daalt de prestatie dan moet hiervan de oorzaak worden nagegaan, er is dan bv. een wanverhouding tusschen het aantal koolhouwers en stutters, zoodat naar een betere uitbouw-methode gezocht moet worden; of een afbouwmethode blijkt voor een bepaald deel niet te deugen en een te lage prestatie te geven.

4. Men weet van te voren hoeveel hout, hoeveel materiaal enz. men zal noodig hebben en op welk tijdstip ze aanwezig moeten zijn, zoodat alle bestellingen op tijd kunnen worden gedaan en er niet te veel of te weinig besteld wordt. Dit voordeel is werkelijk niet te overschatten, vroeger was men eenvoudig aangewezen op gissingen, en op wat in dezelfde periode van een vorig jaar was gebruikt, beide zeer onbetrouwbare gegevens.

Maandelijks heeft er een contrôle plaats in hoeverre de werkelijkheid in overeenstemming is gebleken met de werkplannen, en

welke wijzingen daarin voorloopig noodig zijn in verband met nieuw bekend geworden omstandigheden. Halfjaarlijks worden de werkplannen en alle daarbij behorende staten opnieuw opgemaakt.

Het gebied waarover de werkplannen zich uitstrekken breidt zich nog steeds uit, een der eerste zaken die ter hand zal worden genomen is de steenbegroting, waarbij zal worden nagegaan waar en in welke hoeveelheid de steen beschikbaar komt. Pas als men hiervan een overzicht heeft kan de verdeeling van de steen over de posten plaats vinden, en de steenopvoer beperkt worden. Vooral dit laatste is zeer belangrijk, want voor iedere wagen steen kan een wagen kool in de plaats worden opgetrokken, zoodat de productie kan worden opgevoerd.

Van de verdere werkzaamheden tot het vergemakkelijken van de bedrijfsleiding wil ik noemen: het maken van voorschriften voor galerijen en andere uit te voeren werken, het samenstellen van instructies voor de beambten, het maken van kostenberekeningen, de zg. kleine bedrijfsrekening, en de contrôle over productielijsten en verschillende andere registers.

Hoewel dit niet direct onder invloed van de bedrijfscontrôle heeft plaats gehad, wil ik hier toch melding maken van de gewijzigde uitbouwmethode voor galerijen, die in den laatsten tijd zijn ingevoerd. 't Voornaamste is wel het drijven van de galerijen met breed front (8—10 M.), waarbij aan weerszijden houtblokken worden geplaatst (2,50 M. diep), waarop de kappen (3 en 3½ M. lang) komen te rusten. Achter de houtblokken blijft een breedte gelijk aan de halve laagdikte vrij, zoodat de kool niet direct de houtpijlers naar binnen kan drukken. Zoonoodig wordt onder de kap nog een zg. polygoonbouw aangebracht, bestaande uit een of twee kappen in de lengterichting der galerij, gedragen door schoren die op de rollen der houtbokken rusten. 't Geheel vormt een uitstekende samendrukbare ondersteuning, doordat geen houten loodrecht op de laag aanwezig zijn; breken van het dak langs de galerij is bij deze betimmering vrijwel uitgesloten. De aanleghoogte der galerij wordt nu zoo groot genomen dat na zetten van het dak een ruime transportgalerij overblijft.

De kwestie van aanleg- en onderhoudskosten treedt hier naar

voren, de aanlegkosten stijgen enorm door het groote houtverbruik, doch de onderhoudskosten dalen in de meeste gevallen nog belangrijker. Het aantal stutters is door het volgen van deze uitbouwmethode sterk gedaald, wat zeker niet onbelangrijk heeft bijgedragen tot de stijging van het prestatiecijfer der S. M. Emma. Ook wil ik nog wijzen op het gebruik van aangepunt hout, speciaal in afbouwgaleries. Zoodra de punt begint te kwasten komt er een z.g. aanpunter, die er een nieuwe punt aan hakt, wat slechts een oogenblik duurt, terwijl het breken van stempels wordt vermeden. Het verminderen van de galerijhoogte is geen bezwaar, daar bijna overal schudgoten gebruikt worden.

2. *Het verbeteren van de arbeidscondities.*

Hieronder vallen in hoofdzaak:

1. de contrôle over de posten,
2. „ „ „ „ transportwegen,
3. „ „ „ „ helling van galeries,
4. „ „ „ „ ventilatie,
5. de gereedschapscontrôle,

De eerste twee punten zijn voorloopig weer afgeschaft en aan de Mr. opzichters overgelaten. Voor het controleeren van de ventilatie is een opzichter bij het bureau werkzaam („Wettersteiger”), die tevens waterpassingen uitvoert ter contrôle van de hellingen der galeries.

Op het gebied van gereedschappen is door het bureau veel verbetering tot stand gebracht. In de eerste plaats is bepaald welke stukken gereedschap gebruikt zullen worden en van welk fabrikaat. Hierbij is steeds het beste materiaal gekozen, daar dit in het gebruik toch het goedkoopste zal blijken te zijn. Verder is vastgesteld wat iedere categorie van arbeiders voor gereedschap moet hebben. Ieder arbeider is verplicht te zorgen dat hij het voorgeschreven gereedschap bezit, dit wordt de eerste maal en bij normale slijtage door de mijn verstrekt. Met de gereedschapscontrôle is een meesterhouwer met een helper belast, die bevoegd zijn alle gereedschapskisten te openen en het daarin aanwezige te controleeren. Door een streng toezicht wordt nu bereikt, dat ieder arbeider steeds zelf het gereedschap heeft dat voor zijn werk

noodig is, zoodat geen tijd voor zoeken hoeft worden besteed; en in de tweede plaats worden onderlinge diefstallen voorkomen, mede door 't feit dat ieder stuk genummerd is, en er geen gereedschap met een vreemd nummer in een kist mag worden aangetroffen.

3. *Het bevorderen van een economisch beheer.*

Hiertoe dienen diverse contrôlesystemen, waarvan de voornaamste hier volgen.

De materiaalcontrôle. Men is begonnen met een volledige inventarisatie van het aanwezige materiaal zoowel boven- als ondergronds. Daarna heeft men de noodige maatregelen getroffen om een blijvend goed overzicht van het materiaal te krijgen. Er zijn 4 materiaalcontroleurs (mr. houwens) aangesteld, die voortdurend de veranderingen ondergronds nagaan en deze in registers inschrijven.

Geen nieuw materiaal wordt verstrekt, dan nadat een bon door het bureau is afgeteekend. Al het verbruikte materiaal komt zoodoende onder de oogen van den Mr. opz. der bedr.contr., die in hoofdzaak met deze materiaalcontrôle belast is. De distributie van het materiaal ondergronds geschiedt door de vervoerafdeelingen, alles is hiertoe van een geleidbriefje voorzien. Ook het houtverbruik valt hieronder.

Door aan deze maatregelen streng de hand te houden kan er vrij goed voor gezorgd worden dat iedere afdeeling steeds voldoende materiaal heeft. Over eventueele fouten kunnen de opzichters in een klachtenboek schrijven; doen ze dit niet, dan zijn ze zelf aansprakelijk voor tekortkomingen. Dit klachtenboek toont duidelijk aan hoe groot de verbetering is, die geleidelijk bereikt werd.

Ook op de materiaalbestellingen wordt voortdurend contrôle uitgeoefend, zoowel wat betreft de qualiteit als de quantiteit, het laatste aan de hand van de werkplannen. Door normalisatie is het aantal stuks sterk verminderd, waardoor de contrôle op de qualiteit veel gemakkelijker is geworden, en tevens voor zoover het betreft materiaal dat in de eigen werkplaats wordt vervaardigd, de werkwijze daar vereenvoudigd.

Op de onderhoudskosten van galerijen wordt contrôle uitgeoefend door het aantekenen van het aantal stuttersdiensten per 100 M galerij per maand. Door hiervan een grafische voorstelling te maken

krijgt men een duidelijk overzicht der galerijen wat betreft hun onderhoud.

Verder wordt o.a. contrôle uitgeoefend op het sleepersgebruik, op het houtverbruik en op het drukluchtverbruik. Het aantal luchtlekken wordt halfmaandelijks door de materiaalcontroleurs opgegeven, welke gegevens in handen van den Hoofdopzichter worden gesteld. Hoe uitstekend dit werkt, blijkt doordat thans ongeveer een constant cijfer voor het aantal gerapporteerde luchtlekken bereikt is, dat slechts 15 0/0 bedraagt van het oorspronkelijke cijfer.

Bij het sleepersgebruik dient nog vermeld te worden dat men is overgegaan tot het invoeren van sleepersaccoorden. Hiertoe zijn de sleepers ingedeeld in groepen, die als 't ware kleine maatschappijen vormen en voor het vervoer van meerdere posten zorg dragen. Het sleepersloon is nu 3-deelig: 1° een vast bedrag afhankelijk van leeftijd en geschiktheid voor het werk, 2° een bedrag per gesleepte wagen (voor wisselen, afhaken en derg.) en 3° een bedrag per tonkilometer voor het eigenlijke sleepen. Dit accoordstelsel is een sterke prikkel om de sleepers aan het werk te krijgen, waar ze vroeger beweerden het werk niet af te kunnen, wordt nu gevraagd er een man minder te plaatsen, opdat diens loon over de anderen verdeeld kan worden. Ongetwijfeld zullen de sleepersloonen nu omhoog gaan, doch de prestatie per sleeper-dienst is eveneens gestegen. Ook de in kolenprestatie per man per dag zal het verminderd aantal sleepers tot uitdrukking moeten komen.

Tot het bevorderen van een economisch beheer dienen ook nog andere werkzaamheden van het bureau. Als voorbeeld wil ik noemen het geval dat zich heeft voorgedaan, waarbij men het niet eens was over de te volgen afbouwmethode voor een bepaalde laag. Op de bedrijfscontrôle is toen een volledig werkplan voor die laag gemaakt volgens ieder der beide methoden. Uit deze werkplannen konden zonder veel moeite de ontginningskosten worden nagegaan, waaruit direct bleek welke der twee methoden in dit geval het meest economisch was.

4. *Het verzamelen van gegevens.*

De bedoeling hiervan is zonder meer duidelijk, als voorbeeld wil ik aanhalen het groot aantal profielen van de koollagen dat

aanwezig is en nog steeds wordt uitgebreid; en waaruit men een inzicht in den plaatselijken toestand van een laag kan krijgen, zonder gebruik te hoeven te maken van de vaak weinig betrouwbare inlichtingen der opzichters.

Hiermede ben ik gekomen aan het einde van m'n verslag over de bedrijfscontrôle, waar in den korten tijd sinds haar oprichting zooveel belangrijk werk is verricht. Aan den Heer Groothoff, die dit alles op zoo tactvolle wijze heeft ingericht, wil ik hier dank brengen voor de aangename manier waarop hij ons omtrent zijn interessant werk heeft ingelicht.

Nadat aan den zeer geanimeerden lunch, ons door de Staatsmijnen aangeboden, door onzen voorzitter woorden van dank waren gericht tot den Heer van Nes, werd afscheid genomen van dit gastvrije oord, om nog een kort bezoek te brengen aan de bovengrondsche werken der S.M. Hendrik.

De automatisch werkende losvloer was hier het eerste doel waarop we afstevenden. In tegenstelling met andere mijnen, waar de heele losvloer gevuld is met wagens en menschen, treffen we hier slechts enkele werklieden aan, terwijl alle wagens binnen de rails blijven. De heele losvloer is iets hellend in de richting waarin de volle wagens loopen. Deze worden door de leege wagens uit de kooi geduwd om dan naar de tuimelaars te loopen. Vooraan staat de tuimelaar voor steenwagens; deze wordt in beweging gesteld door het gewicht van den wagen, de koolwagens zijn nu niet zwaar genoeg om de veer in te duwen die de nok aandrukt, waarmee de tuimelaar wordt vast gehouden. De koolwagens passeeren dus zonder gekipt te worden naar de kolentuimelaars, die eenvoudig alle wagens rondraaien die erdoor komen, dus ook de leege steenwagens. Is er een wagen in de tuimelaar dan gaat er een rem werken die den volgenden wagen even vasthoudt. De verdeeling van de wagens over de tuimelaars heeft met de noodige wissels plaats.

De leege wagens komen op een kettingbaan die ze weer naar de andere zijde van de schacht optrekt, hier loopen ze weer even omlaag, om dan door een meenemer van onderen gepakt en in de kooi geduwd te worden.

Verder zijn hier te memoreeren: een inrichting om wagens over den kop te kippen, een gelegenheid om wagens uit den cirkelloop te nemen (o.a. voor smeren) en de wagenaf- en aanvoer van de andere schacht, die door een kettingbaan geschiedt.

Na het bezichtigen van den losvloer werd de schachtbok beklimmen, waar bovenin de ophaalmachines zijn opgesteld. De voor- en nadeelen van het Koepesysteem en speciaal van de uitvoering met ophaalmachines boven de schacht werden hier besproken, daarnaast werd ook de noodige aandacht besteed aan het fraaie uitzicht vanaf den 60 M. hoogen bok.

Na weer tot op den beganen grond te zijn afgedaald, werden nog de scheuren in het hoofdgebouw bekeken, die onze onbekendheid met den aard en oorzaak der bodemverzakkingen zoo duidelijk demonstreeren.

Ook hier bleek bij de deelnemers weer een algemeenen trek naar het casino te bestaan, vooral nu ze den smaak eenmaal te pakken hadden. De tijd die ons nog restte voordat het extratreintje ons weer naar Nuth zou brengen werd hier dan ook nuttig doorgebracht. De treinreis en het diner te Roermond bleken beiden zeer genoeglijk te zijn, welke genoegens de diverse deelnemers daarna nog zochten en vonden vermag ik hier helaas niet mede te deelen.

v. D.

DE METALLURGIE VAN HET ZINK.
DE ZINKSMELTERIJ TE DORPLEIN BIJ BUDEL (gem. Weert)

A. Beteekenis van het Zink.

Het wereldgebruik van zink is ongeveer gelijk aan dat van koper; in 1913 was de productie van de voornaamste metalen:

	In tonnen van 1000 K.G, ¹⁾	In M ³	Waarde in mill. guldens.
Fe	80.000.000	10.240.000	3700
Pb	1.186.700	104.400	427
Cu	1.085.900	126.300	1737
Zn	997.900	142.500	600
Sn	128.900	17.640	600
Al	68.200	26.600	100
Ni	30.000	3.340	10
Sb	17.000	2.540	12,7

Eenige cijfers voor zink worden op blz. 183 gegeven.

B. Bedrijf te Dorplein (Gemeente Weert).

Van de 1000 hect. terrein der maatschappij beslaan de fabrieksgebouwen er bijna 15. (*fig. 1.*) De ligging is gunstig:

1. goedkoop terrein; geen hinder van dichtbij gelegen woningen;
2. waterverbinding met Luik, Antwerpen en Rotterdam,
3. aan de groote lijn Antwerpen—Roermond—Gladbach, dus tusschen het Rijnlandzinkdistrict en Antwerpen.

Ten tijde van de vestiging gaf de tegemoetkomendheid van de Nederlandsche Regeering den doorslag bij de beslissing over plaatsing in Nederland of België.

Eenige cijfers van 1913 (nadien was de industrie te zeer ontredderd):
Kapitaal f 2.208.000; productie 24.323 ton, ertsverbruik 64.810 ton, personeel 850 à 900 man, loonen f 548.646.—.

Er is tijdens den oorlog ongeveer 150 H.A. van de woeste

¹⁾ Gemeindefaszliche Darstellung des Eisenhüttenwesens p. 197.

	Productie ¹⁾ in tonnen van 1000 K.G.					VERBRUIK				Import van erts in 1913
	1904	1910	1913	0/0 van to- taal 1913	Zinkerts 1913	1904	1910	1913	0/0 van to- taal 1913	
Duitschland ²⁾	191.060	227.747	283.113	29,4	637.308	151.600	184.500	232.000		315.000
België	139.982	172.578	197.703	19,8	1.100	52.000	76.500	76.400		305.000
Frankrijk	49.082	59.141	71.023	7,1	174.831	67.200	56.300	81.000		176.000
Spanje										
Gr. Brittanië	46.216	63.078	59.146	5,9	17.294	129.100	177.800	194.600		66.000
Nederland	13.099	20.975	24.323	2,4	—	3.700	4.000	4.000	0,4	
Rusland	10.606	8.631	7.610	0,8	20.000	23.500	24.900	33.300		
Hongarije					406	25.300	33.800	40.400		51.000
Oostenrijk	9.248	13.305	21.707	2,2	34.225					
Italië									158.278	5.100	8.100	10.900
Noorwegen	—	—	9.287	0,9	897					
Griekenland					15.363					
Zweden					50.752					
Europa	459.293	565.455	673.912	67,5	1.142.279				78,6	
V. S. Amerika	165.850	250.627	320.293	32,1	11.740.595	157.100	244.500	313.300	31,4	
Overig Amerika					27.611					
Australie	290	508	3.724	0,4	506.660					
N. Afrika					112.556					
China					1.550					
Japan		41.503 (in 1916)			45.200					
Totaal	625.400	816.600	997.900			629.300	827.000	1012.700		
Gem. prijs. £	22.11.10	23.—.—	22.14.3							

1) Liebig p. 580 van 1850 tot 1910 met Grafiek; van 1910—1913, Smith Ch. II en pag. 157. Van de latere jaren Mineral Industry. (Zie fig. 2).

2) Silezië 2/3; Rijnland 1/3.

grond in cultuur gebracht; plannen van uitbreiding voor de naaste toekomst zijn:

zinkwalserij, cokkerij met verwerking der distillatieproducten, oprichting van een zwavelzuurfabriek.

C. Ertsen¹⁾.

De ertsen worden veelal als concentraten — flotation, verwassching, magnetische²⁾ en elektrische²⁾ scheiding — aangevoerd; in Budel werden eenige silo's met stukblende van Broken Hill getoond. Wel eigenaardig, op de hei in Brabant Australisch erts reduceeren met Roerkolen en het metaal leveren in Engeland of België! Maar niet alleen te Budel is men aangewezen op geïmporteerde ertsen; daar het gewicht van de benoodigde kool belangrijk grooter is dan dat van het erts (kool: erts: klei = 50 : 35 : 15), voert men algemeen het erts naar de kool toe. Opgave van import en ertsproductie van verschillenden landen in 1913 op blz. 183³⁾.

Het voornaamste erts is tegenwoordig de blende. Daarnaast hebben galmei (smithsoniet) en calamien⁴⁾ een plaats. Het eerste is tot het midden van de vorige eeuw voor de zinkproductie zeer belangrijk geweest in Opper-Silezië, waar het een 20 à 30% Zn houdend, gemakkelijk reduceerbaar erts was⁵⁾. In New-Yersey is de frankliniet van groot belang. De overige mineralen als zinkiet, hydrozinkiet, willemiet, goslariet zijn als erts van geringe beteekenis.

D. Markten.

De groote markten zijn Londen, Breslau, Parijs (Marseille) en New-York, die ieder eigen verkoopseenheden hebben, resp. 1 ton (1016 K.G.) in p. St., 50 K.G. in Mk., 100 K.G. in Fr., 1 pond (453 gr.) in cents.

1) Een uitvoerige beschrijving van de voorkomens in Ingalls Ch. IX & X.

2) Glück Auf 1907 p. 305.: Overzicht van deze scheidingsmiddelen met fig.

3) Mineral Industrie; opgaven tot 1900 in Ingalls p. 64; Smith p. 56.

4) Voorbeelden van samenstellingen van rijke blende, loodh. blende, gemengd erts en galmei: Prost. p. 4; Hildebrandt p. 394 geeft analyses van blende van Beuthen en andere vindplaatsen, van frankliniet.

5) Prod. in 1906, 1908 en 1909 in Prost p. 8.

Het metaal komt in verschillende kwaliteiten in den handel ¹⁾:

In Amerika bv.:	hoogste %	Pb	Fe	Cu	Totaal
A. High grade		0.07	0.03	0.05	0.10
B. Intermediate		0.20	0.03	0.05	0.50
C. Brass special		0.75	0.04	0.75	1.20
D. Prime Western		1.50	0.08	—	—

In Engeland: Good ordinary brands (G.O.B.); Special brands; English Swansea;

terwijl de grootste Belgische maatschappij, de „Société de la Vieille Montagne” geeft:

1. Extra pur A van 99,9 % voor fijn messing en patroonhulzen.
2. Fonte d'Art voor kunstwerken.
3. Ruwzink voor messing.
4. „ voor galvanisatie van ijzer.

E. Prijs.

De waardebeoordeling van erts is beschreven in Metall und Erz 1920 p. 439; ²⁾ 1912/1913 pag. 131; Ingalls Ch. XII ³⁾, Smith p. 73 en Liebig p. 5. Over de economische concentratie van vergroeide ertsen zie Metall und Erz 1916 p. 372.

Te Londen was de gemiddelde prijs van het metaal van 1900 tot 1913 per ton G. O. B. vrij constant 22 p St.; in 1916 noteerde het de hoogste prijs 110 pSt. Voor volledig overzicht zie Smith p. 153 en uitvoeriger Metall und Erz 1912/13, p. 131; 1916, p. 372.

Smith p. 155 bespreekt het Europeesch zinksyndicaat van 1909.

F. Theorie van de versmelting.

1. Algemeen.

Het overgrootste deel van het zink wordt nog bereid volgens het droge proces; dit omvat de calcinatie van $ZnCO_3$ of roosting van ZnS tot zinkoxyde en daarna de reductie door kool. De calamien kan direct met kool worden behandeld: $(Zn OH)_2 SiO_3 + 2 C = 2 Zn + H_2O + 2 CO + (SiO_2)$.

¹⁾ Smith. Ch. IX.

²⁾ Über der Wert des Zinks in Erzen und die wirtschaftliche Grundlagen der Zinkgewinnung.

³⁾ Ook het nemen van een monster wordt uitvoerig beschreven.

Een klein deel van de productie geven electrolyse en andere reductiemethoden.

2. *Calcinatie van galmei.* De bewerking vindt in den regel bij de wasscherijen plaats om de transportkosten te verminderen. Het carbonaat verliest tot 33⁰/₀ van zijn gewicht.

De druk van de CO₂ bij verschillende temperaturen is nog niet bepaald, de ontleding verloopt vanaf 450° vlot. De bijgemengde carbonaten vereischen hooger temperatuur:

Mg CO₃: 650°; Fe CO₃: 800°; CaCO₃¹⁾: 812°. Ze moeten alle ontleed worden, daar de koolzuurafgifte bij het reductieproces de zinkdampen zou oxydeeren.

Toch mag de temp. ook niet te hoog zijn, omdat ZnO tamelijk vluchtig is, bij 1000° verdampen sporen; in 2 uren verdampt bij 1200° ± 0.1⁰/₀, bij 1300° ± 1.0⁰/₀, bij 1400° ± 13⁰/₀. De eindtemperatuur is zelden hooger dan 900°, zoodat eventueel ook maar weinig zilver kan vervluchtigen.

3. *Roosting van blende.* De roosting van blende is theoretisch nog niet geheel onderzocht. De hoofdreactie is:

Zn S + 3O = Zn O + SO₂. De omzetting is exotherm, ingeleid bij ongeveer roodgloeihitte²⁾, gaat de roosting zonder warmtetoevoer verder. De gelijktijdige sulfaatvorming doet echter de reactie bij ongeveer 8⁰/₀ S ophouden, zoodat dan voor de roosting warmtetoevoer noodig wordt.

Zn S + 4O = Zn SO₄. Deze reactie heeft beneden de ontledings-temperatuur steeds plaats naast de oxydevorming.

3 Zn SO₄ + ZnS = 4 ZnO + 4 SO₂. Het evenwicht ligt pas bij witgloeihitte meer naar rechts.

Zn SO₄ + H₂O = ZnO + H₂ SO₄ begint bij 600°³⁾

Zn SO₄ = Zn O + SO₂ + O begint bij 528°⁴⁾. Is bij 935° volledig⁵⁾.

Zn O + Si O₂ = Zn SiO₃ bij 1400°⁶⁾.

1) Journal of the Am. Chem. Soc. 32 1910, pag. 938.

2) Metallurgie VI 1909, p. 169.

3) Transactions of the Am. Inst. Min. Eng. 1903.

4) id. 1903; Eng. and. Min. Journ. p. 698.

5) Stahl und Eisen 1911, p. 1909.

6) Prost. p. 14.

$Zn S + Fe_2 O_3 + 3 O = Zn Fe_2 O_4 + SO_2$ (ferrietvorming¹); tot 20% van het zink kan gebonden worden, wat de goede reductie zeer belemmert, waarschijnlijk omdat de zich vormende zinkijzeralliage moeilijk het zink laat vervluchtigen. Lindt reduceert het ferriet in nog warmen toestand dadelijk na de roosting door heet generatorgas over te leiden: $3 Zn Fe_2 O_4 + CO = 3 ZnO + 2 Fe_3 O_4$. De reductie door kool, zooals in de retort, is pas bij veel hooger temp. mogelijk²).

Ook de andere metalen oxydeeren zich; b.v.:

$Fe_2 O_3$ vorming bij 700°³). Sulfaat ontleedt zich bij 590°. IJzergehalte maakt algemeen hogere temperaturen voor oxydatie noodig⁴).

$Pb SO_4$ en $Pb SiO_3$ vormen zich.

$Ca CO_3 + SO_2 + O = Ca SO_4 + CO_2$. Slechts $\frac{3}{4}$ van de kalk wordt sulfaat⁵).

$Ca SO_4 = CaO + SO_2 + O$ bij 1200 à 1300°⁶).

$Ca SO_4 + SiO_2 = Ca Si O_3 + SO_2 + O$ bij 1000°, volkomen bij 1250°.

$Ca SO_4 + Fe_2 O_3 = CaO Fe_2 O_3 + SO_2 + O$ bij 1100°.

Verder ontleding van carbonaten en oxydatie van sulfiden (Cu As Sb Cd)⁷).

$Ca F_2 + SO_2 + H_2O + O = Ca SO_4 + 2 HF$. Het zuur ontwijkt, gebonden aan kiezelzuur, en kan in de Glovertoren zeer verwoestend werken⁸).

De roosting moet zooveel mogelijk alleen oxyden geven, andere verbindingen veroorzaken bij de reductie moeilijkheden, laten zich pas bij te hooge temp. ontleden of vormen slakken die de retortwand aantasten. De temp. mag echter in de roostoven ook niet te hoog zijn, daar anders door vervluchtiging van $Zn O$ en ZnS ⁹) te groote verliezen ontstaan.

1) Eng. and. Min. Journ. 94 p. 700. Ferrietvorming bij gemengde ertsen: Metall und Erz. 1918, p. 11.

2) Metall und Erz. 1914, p. 34.

3) Metallurgie VII 1910 p. 323.

4) Metallurgie VI 1909 p. 169 en Chem. Ztg. 1889 p. 1602.

5) Liebig p. 226.

6) Trans of the Am. Inst. Min. Eng. 1909, p. 628.

7) Prost p. 30.

8) id. p. 32.

9) Metallurgie III 1906 p. 212.

In de moffeloven gaat men daarom zelden hooger dan 850°, soms 900°, in de andere probeert men ook de temperatuur beneden 900° te houden. Daardoor is geheele ontleding van de sulfaten (Pb Ca enz.) niet mogelijk, het roostproduct bevat nog 1 à 2 % S.

Resumeerende zien we dus dat het roostgoed zal bestaan uit:

Zn O; Zn SO₄; Zn S; Zn Fe₂ O₄

Fe₂ O₃; Ca O; Ca SO₄; MgO; Mg SO₄; Pb O; Pb SO₄.

Ba SO₄; Cd en Cu verbindingen;

Si O₂ en sillicaten van zink, lood, ijzer, calcium, enz.

De reacties verlopen het snelst bij kleine ertskorrelgrootte; volgens Friedrich¹⁾ beginnen korrels van 0,1 m.m. zich bij 647° te oxydeeren, die van 0,2 m.m. bij 810°.

4. Reductie.

Bodenstein en Schubart²⁾ hebben over het evenwicht tusschen ZnO en CO eenerzijds en Zn, C en CO₂ anderzijds onderzoeken gedaan, echter geen volledige.

Zij maakten gebruik van de thermische methode om het verloop van de omzetting na te gaan.

In een thermostaat worden de stoffen langzaam op hogere temp. gebracht, twee thermoëlectrische pyrometers³⁾, één in de ruimte der reageerende stoffen, de andere daarbuiten in de thermostaat, geven het verloop der temperatuurstijging aan. Zoodra een omzetting — waarbij warmteëffect — plaats heeft, wijken de lijnen der pyrometers uit elkaar; (zie fig. 3).

Het midden C van A B bleek het best de temp. van de reactie aan te geven.

De proeven gaven voor de ligging van C voor de druk van 760, 266, 86 en 28 mm. resp. de temp. 1028, 982, 946 en 905° C.

Uit deze data kwam men voor het warmteëffect der reactie tot onwaarschijnlijke waarden, zoodat aangenomen moest worden, dat

1) Metallurgie VI 1909 p. 169.

2) Metall und Erz 1917, p. 177.

3) Burgess Chatelier - Messung hoher Temperaturen. Kap. IV.

de proeven niet het evenwicht, maar de maxima van omzettingssnelheden gaven.

Een nieuwe serie proefnemingen gaf betere cijfers. Er werd nu in een kolf een mengsel ($\text{ZnO} + \text{C}$) aan een bepaalde temp. blootgesteld en gewacht tot de spanning der zich ontwikkelende gassen constant was — hetgeen dikwijls dagenlang duurde —.

Men vond toen als werkelijke evenwichten bij:

596	627	665	695	729	756	795 °C
4,6	10,3	24,9	55,4	160	387	1253 mm. kwik.

Hadden de onderzoekers bovendien nog de samenstelling van de gasfase bepaald dan was de ligging van de lijn $abcd$ — *fig. 5* — voldoende nauwkeurig bekend geweest om vele theoretische afleidingen mogelijk te maken.

In *Metall und Erz* 1919 p. 247 geeft prof. Jänecke een overzicht van het evenwicht $\text{Zn} - \text{C} - \text{O}$, zonder evenwel bepaalde cijfers te noemen.

Boven 419° treden in het evenwicht vier fasen op: C_{vast} ; ZnO_v ; Zn_{vl} en gas uit de drie bestanddeelen Zn , C en O . Er is dus één vrijheid $V = B - P + 2$, de temperatuur. Bij bepaalde temperatuur heeft dus het gas een constante samenstelling; $[\text{C} + y\text{Zn} + x\text{O}]$ of $[y\text{Zn} + (2 - x)\text{CO} + (x - 1)\text{CO}_2]$, wanneer we aannemen, dat geen gasvormig O , C of ZnO aanwezig is. De waarde van x varieert tusschen 1 en 2, die van y is onbeperkt bij verandering van temperatuur.

Volumevergrooting doet de reactie $x\text{ZnO}_v + \text{C}_v \rightleftharpoons [y\text{Zn} + \text{CO}_2] + (x - y)\text{Zn}_{\text{vl}}$ naar rechts verlopen. Het hangt van de grootte van y af of er zich dan zink zal afscheiden of niet.

Bij lagere temperatuur is y klein, we krijgen dan dus zeker zink gevormd.

Laat a in *fig. 4* de samenstelling van de gasfase bij deze T_a zijn, dan hebben we $y < x$; is daarentegen bij een hogere temperatuur de gasfase d , dan is $y > x$ en zal van het aanwezig veronderstelde vloeibare zink in dampvorm overgaan.

Van de lijn $abcd$ weten we alleen, dat ze in het punt van zuiver CO_2 begint en asymptotisch de lijn $\text{Zn} - \text{CO}$ nadert,—

tenzij CO zich mocht dissociëren. Ook een afwijken van de lijn door optreden van ZnO-damp naast C is niet waarschijnlijk. Ongemotiveerd lijkt het, dat prof. Jänecke snijding met de lijn Zn O — C à priori uitsluit.

Uit de ligging van de gasfasenlijn kunnen we o.m. nagaan:

1. Tot welke temp. (T_c) in een oven als van Lungwitz (blz. 197) en wellicht in te ontwerpen elektrische ovens aftappen van vloeibaar zink mogelijk is.

II. De inwerking van CO op ZnO. Noemen we de temperaturen, waarbij a enz. de gasfasen voorstellen, T_a enz., dan zien we, dat bij afkoeling van een mengsel b van T_b tot T_a zich vloeibaar zink en vaste kool afscheiden en het gas van de samenstelling a wordt.

Een mengsel q, dat bij T_b uit gas b en Zn O_v bestaat, wordt bij afkoeling [a] en vloeibaar zink. Quantitatief:

$$\frac{a}{s} \frac{v}{t} (q s \text{ Zn O} + q t \text{ CO}) = a q \text{ Zn} + v q [a]$$

Wordt r afgekoeld, dan krijgen we

$$r s \text{ Zn O} + r t \text{ CO} = \frac{s}{q} \frac{t}{t} (r q \text{ Zn O} + r t [q])$$

$$[q] = a q \text{ Zn}_{vl} + q v [a].$$

Een deel van het Zn O gaat dus reageeren.

Bij temperatuur boven T_b kan nog meer Zn O door het CO opgenomen worden.

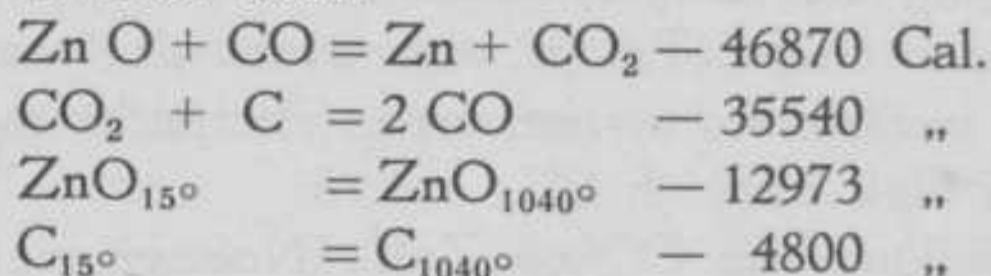
Uit de ligging van het punt b is dus kwantitatief de inwerking van CO op ZnO na te gaan (zie voor toepassing van deze reactie blz. 196).

III. Op gelijke wijze is de invloed van CO₂ op zink af te leiden.

Het valt uit de proeven omtrent het evenwicht op, dat de reductie in de retort bij een temp. plaats heeft, die ver boven de theoretisch noodige ligt. Niet alleen dat hierdoor het geheel van reagerende stoffen te hoog verwarmd moet worden en het verlies door straling enz. veel grooter wordt, ook volgt uit de veronderstelde ligging van de evenwichtslijn, dat de reductie bij a minder kool nodig heeft. Het blijkt dus wel degelijk van belang naar middelen te zoeken om de evenwichtstoestand bij zoo laag mogelijke

temperatuur te kunnen gebruiken. Een geschikte katalysator is echter nog niet gevonden.

Voor het warmteëffect berekent Clerck¹⁾ voor 81 K.G. Zn O met 12 K.G. kool:



100183, of voor 1 ton erts

ongeveer 1.000.000 Cal. 1 Ton steenkool geeft ongeveer 7.000.000 Cal. Bij verbruik van 1,4 Ton is dus het rendement van de verwarming 10%. Zie blz. 219.

Zn S wordt ook door C gereduceerd en wel bij 1300°. Het proces vindt geen toepassing. Integendeel, practisch blijkt het rendement van de reductie kleiner naarmate het erts minder goed afgeroost werd²⁾. Waarschijnlijk komen de kernen van Zn S der korrels dan onvoldoende in aanraking met het reductief, zeer innige menging met C is daarom voor slecht gerooste ertsen dubbel aan te bevelen.

De reactie $\text{Zn S} + 2 \text{ Zn O} = 3 \text{ Zn} + \text{SO}_2$ is van geringen invloed³⁾.

Zn SO_4 gedraagt zich bij de reductie als $\text{Zn S} + 4\text{O}$.

$\text{Fe}_2 \text{O}_3$ geeft Fe, dat bij 1200° reageeren zal $\text{Fe} + \text{Zn S} = \text{Fe S} + \text{Zn}$ ⁴⁾ (désolfateur), maar ook licht smeltbare en moeilijk te reduceeren silicaten vormt, die de ertskorrel tegen reductie beschermen en vooral de de retortwand aantasten.

Mn silicaten zijn nog gemakkelijker smeltbaar, dus gevaarlijker.

Ca SO_4 gaat over in Ca S, dat vermoedelijk niet direct het Zn O omzet tot sulfide, maar bij aanwezigheid van silicaat, evenals Mg en Pb, de zwavel wel afstaat:

1) Metall. Chem. Eng. 1912 Bd X p. 401.

2) Revue univ. des Mines XLIV 3e série 1900 p. 247.

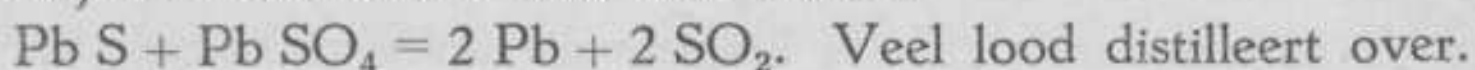
3) Prost. p. 16.

4) „ p. 15.

$\text{Ca S} + \text{silicaat} + \text{Zn O} + = \text{Zn S} + \text{CaO-silicaat}$. Het Mg S kan overigens ook direct op Zn O inwerken:



terwijl het loodsulfide zich ook omzet:



Ba SO₄ wordt bij 600° gereduceerd. Het vormt met Zn O geen Zn S¹⁾.

Cd is gemakkelijker reduceerbaar dan zink, zie blz. 232.

5. *Condensatie van het Zink*. Waar de temp. in de reductie-retort tot 1300 à 1400° wordt opgevoerd, kan het zink daar alleen in vloeibaren vorm optreden bij verhoogde druk (blz. 235). Bij een druk van 1 atm. zal het zink als damp ontwijken naar een met de retort verbonden condensatieruimte. Volgens Roitzheim²⁾ is de meest geschikte temp. aan de ingang van dezen ontvanger 865°, aan de mond 500°, gemiddeld 725°.

6. *Raffinage*. Veelal verlangt men het zink in zuiverder vorm dan zooals het afgetapt wordt uit den ontvanger.

1. Het wordt geraffineerd, b.v. ingesmolten.

Bij het smeltpunt van Zn kan het loodgehalte 1% zijn, het ijzergehalte 0,02%³⁾. Deze metalen scheiden zich dus met een gering zinkpercentage in het bad af, het ijzeralliage drijft als „hard zink” op het lood.

Cd, Sb en As gaan in het zinkoxydeschuim.

2. De redistillatie wordt minder toegepast maar geeft, vooral in elektrische oven onder verminderde druk, heel goed product. Van 1% Pb en 0,03 Fe is het werkzink gemakkelijk tot 99,8 % Zn te brengen⁴⁾

3. Electrolytische zuivering vindt alleen toepassing voor de afscheiding van zink uit alliages.

7. *Bijproducten*. Niet alleen vloeibaar zink wordt in de conden-

1) Metallurgie VI 1909 p. 450.

2) Metallurgie 1910 p. 609.

3) Bij hogere temperatuur stijgen de percentages sterk, zoodat de verwarming maar weinig boven het smeltpunt mag zijn. Diagrammen in Landolt Börnstein: Phys. Chem. Tabellen 1912 p. 680 en 692.

4) Chem. Ztg. 1916 p. 885 „Manufacture of pure spelter”.

sator opgevangen. Door te snelle afkoeling aan de wanden ontstaan altijd korsten, die een klein gehalte ZnO bevatten. Ze worden geraffineerd of bij een volgende charge gevoegd.

Op den wand van den ontvanger, waar de zuurstof door de poriën diffundeert, zet zich een laagje vrij zuiver zinkoxyde af.

Een minder toevallig bijproduct is het zinkstof, een mengsel van fijne metaalkorreltjes en zinkoxyde, dat als een huidje het metaal omhult. De samenstelling is bv.: Zn 89,90 %; Zn O 7,50; Cd 0,50; Fe 0,10; Pb 2,00.

Het vormt zich steeds in plaats van vloeibaar zink, wanneer het dampvolume kleiner is dan $\pm 1/150$ van de bijgemengde gassen.

Volgens Roitzheim zal zich theoretisch dus 0,662 % van het gereduceerde zink als zinkstof condenseeren.

Gemiddeld 50 % van de charge blijft in de retort achter.

8. *Gemengde ertsen.* De economische versmelting van gemengde ertsen laat nog te wenschen over. Wel slaagt men er b.v. in, loodhoudende blenden te verwerken, maar van werkelijk complexe ertsen is ondanks de talrijke patenten, de versmelting op metaal ¹⁾ praktisch niet uitvoerbaar. Waar mogelijk worden de vergroeide ertsen dan ook steeds mechanisch geconcentreerd. Smith p. 82 geeft op, dat erts van Broken Hill met 40 % Zn, 15 % Pb en rhodonietgehalte zich in een moffeloven goed laat roosten en dat de reductie daarna vlot verloopt.

1. In Amerika probeert men het loodgehalte van het condensaat te verminderen door in den mond van de retort een cokesfilter of een dam van vuurvaste steen te plaatsen. Het resultaat schijnt bevredigend ²⁾, ofschoon de verstopping van de retort zeker een gevaar is (blz. 231).

2. Sulman en Picard³⁾ briketteeren de charge met bitumineuze lei en pek; het vloeibare lood trekt dan in de poreuze rest.

3. Het Phoenixproces van Swinburne en Ashcroft⁴⁾ is een

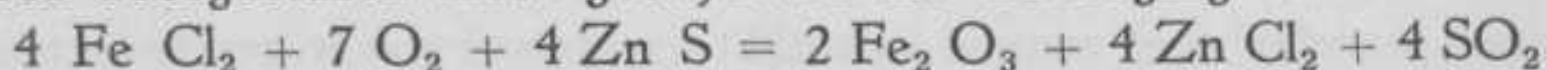
¹⁾ Clark en anderen concentreeren het zink door gemengde ertsen te verblazen en het oxyde verder te verwerken. Eng. and Mining Journ. 93 p. 127 en 95 p. 222: „Ingneous concentration”. Zie onder: „Winning van Zn O”.

²⁾ „Zinc refining” Am. Inst. of Min. Eng. 1917; Liebig p. 478.

³⁾ Liebig p. 443.

⁴⁾ Berg- und Hüttenm. Zeitung 1901 p. 456 en 532; Liebig p. 550.

inwerking van chloor in een convertor bij een temp. van minstens 650°. Vorming van chloriden, S ontwijkt (niet SCl_2). Uitscheiding uit de vloeibare chloriden van de edele metalen door lood, wat daarna uitgestooten wordt door metallisch zink. Fe en Mn worden door doorgeblazen lucht geöxydeerd na toevoeging van Zn S:



Electrolyse van het gesmolten chloorzink; het chloor gaat weer naar de convertor.

Zink mag in de smelt voor niet meer dan 28 % aanwezig zijn, het bad moet dus zeer verdund worden (met Na Cl, Ca Cl₂).

4. Bartlett¹⁾ (Colorade) voert het zink in oxyde, het lood in sulfaat over en brengt het mengsel als verfstof in den handel. Het zilver wordt in een kopersteen opgenomen.

5. Wetherill verblaast frankliniet, blz 208.

6. Fry²⁾ onderwerpt de loodhoudende ertsen aan een oxydatie, voegt dan natriumsulfaat, pyriet en kool toe en smelt in een gasvlamoven in. Het lood scheidt zich met de edele metalen af, het zink vervluchtigt.

7. Ellershausen³⁾ mengt het erts met 50 % ijzeroxyde en 25 % kool en verhit. De ontwijkende dampen komen in aanraking met stoom, die Zn SO₄ en Pb SO₄ vormt, welke door oplossen gescheiden worden. Zn SO₄ geeft daarna de zuurstof af aan Na₂ S.

2. De Becchi briketteert het erts met Na Cl en verhit in een schachtoven beurtelings oxydeerend en reduceerend. Boven in de oven wordt dan het zink tot Zn Cl₂ gevormd, dat met andere chloriden vervluchtigt en in water wordt opgevangen.

9. Babé⁴⁾ vervluchtigt het loodsulfide door in werking van H₂ S.

10. Banes⁴⁾ scheidt de metalen als Zn O en Pb₃ S₂ O₉.

11. Hyde⁵⁾ smelt de ertsen in een silicaatbad.

12. Woltereck⁴⁾ scheidt door oxydeeren met oververhitte waterdamp en reduceerend gas.

1) Hildebrandt p. 189.

2) Liebig p. 528.

3) Liebig p. 557; Schnabel II p. 291.

4) Glückauf 1918 p. 197.

5) Metall. & Chem. Eng. 1915 p. 63 met fig.

13. Fiévet¹⁾ smelt arme gemengde ertsen met ijzererts en Cu-afval en verdampt dan in een convertor het zink.

14. Korda²⁾ behandelt zinkhoudende koperertsen met cokes in een convertor.

15. Hall²⁾ laat de sulfidische ertsen reduceerende vlammen passeeren, zoodat veel zwavel ontwijkt en de vervluchtigende metaaldampen gefractionneerd opgevangen kunnen worden.

16. Fingland²⁾ mengt de sulfiden met roostgoed en kalk, vervluchtigt het Pb O en reduceert de kalkzinkijzersteen.

17. Langguth²⁾ smelt ijzerrijke loodhoudende sulfiden met $Zn Cl_2$.

18. Ganelin verhit het erts met $Zn Cl_2$ en Na Cl in ijzeren pannen. $Pb (Ag_2) S + Zn Cl_2 = Pb (2Ag) Cl_2 + Zn S$.

Toevoeging van metallisch zink geeft uitscheiding van Pb en Ag. $Zn Cl_2$ wordt met water uitgetrokken en in het proces teruggebracht. Van gemengde ertsen is het rendement niet mooi.

19. Projahn probeerde voor zinkhoudende ijzerertsen een oven met schuinliggende retorten, waar naar willekeur lucht of lichtgas doorgeblazen kon worden. Na een flinke roosting werd lichtgas doorgelaten en het zink vervluchtigd. De achterblijvende ijzerspons kon electrolytisch worden versmolten.

9. *Andere verwerkingsmethoden.* De gangbare distillatie in retorten of moffels is vrij omslachtig en gaat met groote verliezen gepaard. Vele proefnemingen voor verbetering zijn gedaan, maar alleen toepassing van electriciteit schijnt op den duur in de praktijk goed succes te beloven.

I. *Winning in een schachtoven.*³⁾ 1. Hempel⁴⁾ mengt het ge-rooste erts met kool, vercookt, en reduceert dan in een hoogoven met perslucht.

Bezwaren zijn evenwel, dat het CO_2 veel zink oxydeert en de hoogovengassen de zinkdamp te zeer verdunnen, zoodat veel

1) Metall. Chem. Eng. 1915 p. . . met fig.

2) Glückauf 1918 p. 198.

3) „Schachtöfen”. Glück Auf 1917 p. 912 met fig.; Liebig p. 508.

Aftapping van vloeibaar metaal, zooals bij ijzer, is technisch niet mogelijk. Oesterreichische Ztschr. 1914, p. 573.

4) Prost 135 met fig. van centrifuge.

zinkstof gewonnen wordt. Die stofafscheiding vindt plaats in een centrifuge.

2. Armstrong¹⁾ construeerde een schachtoven met twee verticale schotten.

3. Sébillot²⁾ patenteerde een hoogoven met één schot.

4. Schmieder's³⁾ oven is een van boven gasdicht afgesloten schachtoven waarin geroost erts met kool wordt gebracht. Door een generatorgasverhitting in de ovenmantel vervluchtigt het zink en ontwijkt door openingen in de wand. Allengs zakt de massa en worden door de warmte, door van onderen ingeblazen lucht veroorzaakt, de laatste zinkresten verdampt.

5. In Zweden, New-Yersey en ook elders is het zinkoxyde vaak een waardevol bijproduct van de ijzerhoogovens⁴⁾. Opdat de slak niet te veel zink opgelost houdt, moet ze zeer kalkrijk³⁾ zijn en is een hoge temp. van 1500° noodig.

II. De reductie van het sulfide door kool of ijzer is dikwijls geprobeerd. Liebig p. 522.

1. Biewend⁵⁾, mengt het erts met beide, maar kan niet verhinderen dat veel zink door het CO₂ en SO₂ weder wordt geoxydeerd.

2. Grauman⁶⁾, verhit bij 1300° met ijzerzwam.

3. Zavelberg probeert de reductie in een elektrische oven⁷⁾. Hij verhit $Zn S + Fe_2 O_3 + C$. De zich vormende S + CO₂ oxydeeren de ontstaande zinkdampen.

Met ijzerzwam alleen was het zink goed te reduceeren.

III. Andere bewerkstelligen de reductie met: 1. watergas⁸⁾; 2 kooloxyde⁹⁾; 3. aardgas; 4. oliegas, Glückauf 1918 p. 294; Liebig p. 530; 5. Dorsemayer laat chloor direct op Zn S in draaiende

1) Zeitschr. f. angewandte Chemie 1902, p. 766.

2) Liebig p. 516 en Hildebrandt p. 426.

3) Liebig p. 519.

4) Moulden p. 501.

5) Liebig p. 517.

6) Metallurgie 1907, pag 69; 1912, p. 154.

7) Zts. f angewandte Chemie 1911 p. 374 met fig.

8) Oker (Harz), Prost p. 137.

9) Eng. and Mining Journal 1910 vol 89 p. 974.

trommels inwerken; het $Zn Cl_2$ wordt uitgeloogd, ingedampt en met metaaloxys — b.v. $Cu O$ — en $Ca C_2$ gesmolten, waardoor metaallegeringen ontstaan; 6. Clerc¹⁾: $Zn O + C$ op vloeibaar Zn ; 7. Buddens¹⁾: $Zn O + C$ -stof in CO atmosfeer; 8. Burgess¹⁾: dampv. $Zn O + CO$; 9. Queneau¹⁾: menging $Zn O + C$ bij 1000° ; 10. Fulton, Glückauf 1918, p. 193, briketteert met teer; 11. Turner, Inst. of Metals. Jan. 1912; Revue Metall. 1912 Bd. 9 Extr. p. 179, distilleert onder verminderde druk; 12. Lungwitz, Berg-und Hüttenm. Ztg. 1896 p. 329; Eng. and Min. Journ. 80 p. 113; Gordon, Eng. Min. J. 1906, p. 795 en Cutter, Glück Auf 1918, p. 193, distilleeren onder verhoogde druk; 13. Peacock, Glückauf 1918 p. 193, behandelt met $Si C$: $3 Zn O + Si C = 3 Zn + SiO_2 + CO$; weinig gas, gering percentage zinkstof; 14. Betts, evenals Vuigner, Glückauf 1918 p. 294, Liebig p. 530, reduceert oxyde met Si of Si houdend ijzer; 15. Vautin, Glückauf 1918 p. 194, reduceert met Al of legering hiervan met Mg of Ca ; 16. Birkeland laat $Zn S$ met waterdamp door een electr. lichtboog gaan: $Zn S + 3 H_2 O = ZnO + 3 H_2 + SO_2$ en gebruikt de waterstof om ZnO te reduceeren; 17. Bullier, Glückauf 1918 p. 195, reduceert in groote retorten met $Ca C_2$; 18. Gemengde ertsen geven na de roosting met water en SO_2 : $Zn O + H_2 O + SO_2 = Zn H (SO_3)_2$. Dit gaat in oplossing, de andere metalen blijven achter. Het wordt als sulfiet neergeslagen en geroost; 19. „Fransch procedé”, zie blz. 243.

Over de verwerking van minderwaardige ertsen en zinkhoudende andere ertsen Glückauf 1918, p. 198.

IV. De productie langs den *natten weg* is evenmin nog practisch bruikbaar geleen. Het neerslaan van zink uit een oplossing is technisch eigenlijk alleen mogelijk door een base, b.v. kalk²⁾. De verdere verwerking van het hydroxyde is dan nog moeilijk en kostbaar.

Van de uiterst talrijke projecten³⁾ mogen genoemd worden: Bermont extraheert de fijne galmei met ammoniakwater, slaat met

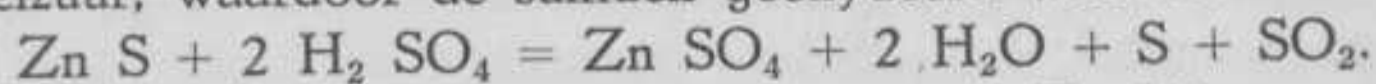
1) Glückauf 1918, p. 192.

2) Boven zink staan in de spanningsrij de metalen $K Na Mg Al Mn$.

3) Hildebrandt p. 430.

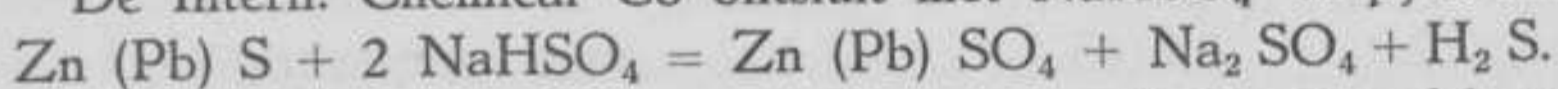
Na_2S het Zn S neer. Ammoniak wordt uit de vloeistof afgedistilleerd, de gekristalleerde soda met zwavel weer in Na_2S omgezet.

De Societa de Monteponi ontsluit gemende ertsen met koud sterk zwavelzuur, waardoor de sulfiden geoxydeerd worden:



Behandeling met water geeft oplossing van Zn SO_4 en achterblijven van de andere sulfaten.

De Intern. Chemical Co ontsluit met NaHSO_4 of pyrosulfaat:



H_2S wordt verwerkt op zwavelzuur voor de bisulfaat-fabricage; Zn SO_4 door oplossing gescheiden van Pb SO_4 , dan neergeslagen met Ba(OH)_2 en het mengsel Zn(OH)_2 en Ba SO_4 verkocht als verfstof.

Wel worden echter in het groot zinkrijke loodertsen e.d.¹⁾ uitgetrokken met water na sulfatisering, wat b.v. aan de lucht gedaan wordt²⁾.

V. Verhitting in een *electrische oven*³⁾, die het voordeel heeft minder gassen te geven en in den regel continue werkt.

VI. *Electrolyse* van een waterige oplossing⁴⁾ van sulfaat, chloride, hydroxyde⁵⁾ of van gesmolten zout⁴⁾. Er is voor sulfaat en chloride resp. 2.35 en 2.43 volt voor ontleding van de oplossing noodig⁶⁾, practisch gebruikt men 3 à 3.5 Volt. 1 K.G. zink eischt 3 à 4.5 P.K. - uur.

Het procedé wordt bemoeilijkt door de omstandigheid, dat het zink vaak sponsachtig neerslaat en dan veel ZnO en O bevat, (waardoor het zelfs vóór het smeltpunt ontvlamt). Kiliiani heeft nauwkeurig de vorming ervan onderzocht. Hij vond, dat bij een kleine stroomsterkte aan de kathode veel waterstof werd ontwikkeld, die de regelmatige afzetting van het zink belemmerde. Bij op-

1) Versuche zur Verarbeitung zinkhaltiger Kiesabbrände.

Metall und Erz 1913 p. 607.

2) Prost p. 137. (Rammelsbergerts te Oker).

3) Stansfield. Electric. furnaces as applied to non-ferrous metallurgy. Journ. Inst. of Metals 1916 p. 289; W. R. Ingalls. The electric smelting of zinc ores, proeven te McGill university. Eng. and Min. Journ. 94, p. 7.

4) Glück Auf 1915 p. 609 en 610.

5) Schnabel II p. 272.

6) Prost p. 138.

voering van de stroomsterkte verminderde de waterstofafscheiding en werd het metaal meer en meer compact. Alleen bij te verdunde oplossingen gelukte de richtige neerslag niet.

Bij stijging van de temperatuur moet de stroomdichtheid groter worden (Schnabel II p. 253).

Stroomsterkte in Amp. p. M ² .	Zink per minuut per cm. ² in m. gr.	cm ³ gas aan de kathode per 1,5 gr. Zn.	gedaante van het zink
7.2	0.0145	2.40	zeer sponsachtig
158.5	0.3196	0.43	compact behalve aan de randen.
1848.3	3.7274	0	zeer compact.

De afscheiding van sponsachtig zink is te wijten aan vorming van basisch oxyde, basisch sulfaat en zink hydruur. Ook oefenen Cu, As, Sb en Ag invloed uit (Prost p. 140). Ter vermijding van minder goede afscheiding wordt ook opgegeven stootsgewijze verandering van stroomsterkte en snel roteerende kathode.

Bij de electrolyse van gesmolten Zn Cl₂ blijkt uit proeven¹⁾, dat een goed compact metaal verkregen wordt bij een temperatuur van 262°, stroomdichtheid aan de kathode 1000 à 2000 amp. per M², spanning 3 à 4 volt.

Een oplossing van ZnS in silicaten of in dubbelsulfiden blijkt te verdund voor samenhangende zinkafscheiding.

VII. Winning van *zink uit alliages* — b.v. uit de zilverzinklegering van het Parkes loodzuiveringsproces — door electrolyse van een Zn SO₄ opl. met als anode het alliage. Zn gaat wegens het hoge electropositief karakter het eerst in oplossing. Toegepast b.v. in Silezië²⁾.

G. ROOSTPERIODE.

1. Opslag van de ertsen.

Te Dorplein zijn een aantal silo's elk van misschien 100 M³ inhoud, die mechanisch bediend worden. De opslagplaats ligt niet tussen aanvoer en gebruikspunt. Daardoor is niet te vermijden,

¹⁾ Prost. p. 143, Schnabel II p. 284.

²⁾ Schnabel II p. 279; Prost, p. 148.

dat alle voorraden een langeren weg afleggen dan strikt noodig is en dus grootere onkosten medebrengen.

Er moet voor worden gezorgd, dat de blenden tegen de regen beschut liggen om sulfateeren en uitloogen te voorkomen. Bovendien doet water de roostmassa samenbakken, wat onvolledige roosting ten gevolge kan hebben.

2. *Calcinatie van galmei.* Een enkele maal gebruikt men nog de oude methode van verhitting in een hoop¹⁾. Beter en met minder brandstofverbruik werkt een schachtoven²⁾, die in den regel het erts en de brandstof—bruinkolen, magere steenkool— in ± 15 cM dikke lagen beurtelings opneemt, maar ook, om vermenging met asch te vermijden, de haard(en) zijdelings heeft (*fig. 5*). Het erts moet uit grovere stukken bestaan, die gedurende het proces niet te veel poederen. Men mag 15-20 % fijn erts bijmengen. Is de charge ijzerrijk, dan is een weinig aschgevende brandstof noodig om de vorming van gemakkelijk smeltbare ijzersilicateen te voorkomen.

Per 100 ton erts is 4 à 6 ton brandstof noodig, gemiddeld bevat een oven 40 ton en brandt tot 20 ton galmei per etmaal. Hildebrandt blz. 398 geeft b.v. op dat een oven van 5 M. schachthoogte en 2.25 M grootste wijdte 20 ton per uur verwerkt. Bij zijdelings aangebrachte haard of haarden is het brandstofverbruik 6 à 9 %

Voor kosten geeft Prost op in 1912 fr. 2.50 à 5.— per ton gebrand erts.

Fijnere ertsen worden in een vlamoven gecalcineerd, in den regel een „Fortschaufelungsoten”³⁾, die soms (Ferraris *fig. 7*)⁴⁾ een hellende bodem heeft en met generatorgas gestookt kan worden.

Hij verwerkt tot 10 ton per dag bij een koolverbruik van 10—18 % van het ertsgewicht⁵⁾.

De cylinderoven van Oxland, *fig. 8*⁶⁾, brandt 15 à 20 ton per dag met verbruik van 14 à 15 % kool.

1) Liebig p. 209 en 213 met fig.

2) Prost. p. 21. met fig.

3) Prost p. 176 met fig.

4) fig. Liebig p. 218; Schnabel p. 41 e.v.

5) Hildebrandt p. 399.

6) fig. Prost p. 24.

In 1912 waren de kosten voor deze oven: kool fr. 3.25; loon 0.74; kracht 0.50; onderhoud 0.26; totaal fr. 4.75 per ton roostgoed.

Ook is in Italië een Spirekoven¹⁾ in gebruik, die 8 % van het roostgoed aan kool noodig heeft en economisch werkt²⁾, *fig. 9*.

Evenals bij de roosting van zinksulfide is ook bij galmei een zoo volledig mogelijk doodbranden van belang, omdat anders in de reductieretorten koolzuur en water het zink oxydeeren, veel warmte absorbeeren en bij snelle ontwikkeling zelfs de charge explosief kunnen uitdrijven. Toch is b.v. het Ca CO_3 zoo moeilijk ontleedbaar, dat vaak 15 % CO_2 achter blijft.

Scheiding en verdere behandeling van galmei, vergroeid met galeniet, zooals het op Sardinië voorkomt, is uitvoerig beschreven met teekeningen en voorbeelden in *Revue universelle des mines et de la métallurgie* 39 p. 49.

3. Roosting.

a. *Algemeen.* Ook de roosting van de blende vond vroeger meer dan tegenwoordig in hoopen³⁾ plaats, hoewel ook nu b.v. in de Harz en in Amerika nog een gedeelte van de roosting van gemengde ertsen in hoopen verloopt.

In de ovens kan de korrelgrootte praktisch niet kleiner zijn dan ongeveer 2 mm., omdat anders bij het voortbewegen en het storten op een lager liggende vloer te veel van het erts als stof door den schoorsteen verloren zou gaan.

Waar geen concentraten verwerkt worden, is een inrichting voor het vergruizen van de ertsen en het eventueel scheiden van vergroeide mineralen noodig⁴⁾. Te Budel is ook een volledige installatie, die daar bestaat uit steenbreker, walswerk en zeeven. De vroeger gebruikte kollergang vindt weinig toepassing meer, een wals maakt minder poeder dan wel splinters, die goed voor de oxydatielucht bereikbaar zijn.

1) figuren in Schnabel p. 32.

2) Liebig p. 221.

3) Liebig p. 235.

4) Ingalls Ch. XI behandelt aan de hand van figuren deze bewerkingen uitvoerig.

Het voortschrijden van de oxydatie, b.v. in de oven van Hasenclever-Helbig, blijkt uit de volgende tabel:

roosting na uren	% in geroerd erts		in ongeroerd erts	
	S	SO ₃	S	SO ₃
0	24,2	—	24,2	—
2	17,36	1,46	22,03	1,02
4	10,33	2,22	19,06	1,75
6	6,76	3,52	17,20	2,66
8	6,59	5,23	15,30	4,09

Normaal mag voor een roostoven genoemd worden:

100 K.G. roostgoed per 2 M². haardoppervlakte in 24 uur,
700 K.G. roostgoed per werkmans per 8-urigen dienst.

b. Voorroosting. Behalve de voorroosting door de verbrandingsgassen op de bovenste roostvloeren van de te beschrijven ovens zelf, worden de stukertsen wel in Kilns¹⁾ (schachtovens met rijen boven elkaar liggende werkopeningen) tot op ongeveer 8 % S door eigen warmte afgeroost, om daarna in een oven met haard verder geöxydeerd te worden. Men heeft dan als voordeel, dat de breekarbeid gemakkelijker is en de haardlengte in een vlamoven belangrijk korter kan zijn.

Behalve een gewone Kiln, die er per dag 1,2 ton blende tot 8 % afroost (Liebig p. 265) kan ook een Gerstenhöfer²⁾ oven (ongeveer als die van Spirek) gebruikt worden.

Vroeger bezigde men de warmte van de verbrandingsgassen der reductieovens wel voor calcinatie en roosting, sinds de invoering van de regeneratoren geschiedt dit nog maar bij uitzondering.

*c. Roostovens.*³⁾ Het gebruik van moffelovens, in plaats van de vroeger toegepaste vlamovens, neemt hand over hand toe.⁴⁾ Een kort overzicht van de voornaamste roostovens moge volgen:

1) Schnabel II p. 52.

2) Liebig p. 258 met fig.

3) „Die Entwicklung der Zinkblenderöstung”. Metallurgie 1911 p. 635.

4) Eertijds was ook de schachtoven voor afroosting in gebruik; zelfs na tweemaal doorvoeren was het zwavelgehalte nog groot. Liebig p. 238.

- A. Vlamovens. a. voortbeweging van het erts met de hand; alleen in Europa in gebruik.
 b. mechanische. Vooral in Amerika.
- B. half vlam-, half moffeloven.
- C. moffelovens.
 a. voortbewegen van het erts met de hand.
 b. mechanische.

A. a. 1. De Fortschaufelungsofen, zooals deze te Budel gebruikt wordt, heeft drie verdiepingen; *fig. 10*.

Vier van deze ovens, haardlengte 15 M., breedte 2.5 M. en 0.5 M. hoogte, zijn in een blok vereenigd, die de verbrandingsgassen op één schoorsteenkanaal S loozen, *fig. 11*. De bediening van de bovenste rijen werkopeningen vindt plaats met behulp van een werkvloer, die over rails langs de ovens gevoerd wordt. Eén oven roost circa 3 ton per etmaal. De verhitting geschiedt met langvlammige kolen, het brandstofverbruik is 20—30 % van het ertsgewicht.

Behalve de vlamoven met drie verdiepingen kent men met twee en één¹⁾; de warmtebenutting zal dan bij gelijk lange ovens kleiner zijn, de door eigen warmte onderhouden voorroosting komt dan minder tot haar recht.

Voorbeeld van een oven met twee verdiepingen is die van de Hohenlohehütte²⁾ in Silezië, waar bij een haardlengte van 7.30 M., het brandstofverbruik op 25 % komt. Op de bovenverdieping ligt 2 ton erts, beneden 1 ton, afgeroost wordt 5 ton per 24 uur.

Bevinden zich in de oven aan beide kanten werkopeningen, dan is de maximale haardbreedte 4 M.

b. 2. Het voortbewegen van de erts in de vlamoven geschiedt ook mechanisch, zoo in de oven van Ropp³⁾ door middel van harken, die op wagens, welke in een centrale verdieping van den ovenvloer gevoerd worden, gemonteerd zijn. (*Zie fig. 12.*)

1) Prost p. 176 met fig.; Liebig p. 239 met fig.

2) Prost p. 36 met fig.; Schnabel p. 57 met fig.

3) Prost p. 37; Liebig p. 249 met fig.

De oven wordt in Amerika nog al gebruikt omdat weinig werkvolk noodig is. Capaciteit bij 47×4.30 bodemoppervlakte 20 ton per etmaal bij erts van 30 % S. Voor het voortbewegen van de harken is 6 P.K. noodig.

De constructie is een vereenvoudiging van die van:

3. Brown¹⁾, waar de wagens over rails, die buiten de oven zijn gelegd, loopen. De oven is cirkel- of ellipsvormig. Per etmaal kan 12 ton 30 % S bevattend erts tot 0.5 % afgeroost worden.

B. De oven van Hasenclever-Helbig, afgebeeld in Liebig, p. 261, werd vroeger veel in Rijnland gebruikt, maar is tegenwoordig door de moffeloven vervangen. (*Zie fig. 13*).

C. Terwille van de zwavelzuurfabricage worden nieuwe werken uitsluitend met moffelovens uitgerust en worden oudere vaak omgebouwd.

Het beste is de moffel voor de helft met erts gevuld te houden.³⁾

a. Voortbeweging met de hand. 1. De Hasenclever of Rhenaniaoven²⁾ (1855 voor het eerst gebouwd) (*Zie fig. 14*), is op het continent een veel gebruikte. Normaal is de lengte 11 M., hoogte 4 M., moffelbreedte 1.20 M.; de capaciteit in 24 uur 4 à 4.5 ton bij een kolenverbruik van 20 à 25 % van het ertsgewicht. In elke moffel zijn 5 werkopeningen. De gang van de roosting³⁾ blijkt: erts 26,8; einde 1ste vloer 20; einde 2de vloer 13; einde 3de vloer 1,2; afgeroost 0,8 % S.

2. Een oven van Liebig⁴⁾ met 3 moffels, of beter één moffel met drie verdiepingen, waarvan alleen de onderste verhit wordt, is beschreven in Prost p. 40. Ze verwerkt per etmaal 4 ton bij een brandstoffenverbruik van 18 % (*Zie fig. 15*).

3. Eenzelfde type oven is die van Delplace, die een zes verdiepingen-moffel bezit.⁵⁾ Het brandstoffenverbruik is zeer klein: 9 à 12 % van het erts, d.i. 10—14 % van het roostgoed. Vóór de kool op het rooster gebracht wordt, onderwerpt men ze aan ontgassing in ruimte A. (*Zie fig. 16*).

1) Liebig p. 246 met plaat; Schnabel p. 66 met fig.

2) Met fig. Prost p. 38.

3) Eng. and Min. Journ. 94, p. 697 en volgende.

4) Liebig p. 291 met fig.

5) Prost p. 41 met fig.

4. De oven van Eichhorn en Liebig¹⁾ heeft vier roostvloeren in de moffel. Het kolenverbruik is 27 % van het erts; de capaciteit bedraagt 4 ton erts met 30 % zwavel per etmaal. Zonder fundamente beliepen de inrichtingskosten in 1885 Mk. 10.000. Wegens de hooge reparatiekosten van de roostvloeren is hij niet meer in gebruik.

b. 5. Van de mechanische ovens is die van Kaufmann²⁾ verouderd. Ze verbruikt 40 % brandstof, maar eischt weinig toezicht; (*fig. 17*).

6. De Hegeler³⁾ oven is een specifiek Amerikaansche; *fig. 18*, die de oven, door A-B in tweeën gesneden, perspectievisch geeft.

Het erts wordt door een samenstel van harken, die aan platen bevestigd zijn, voortbewogen. Zeven van deze platen liggen op het gestel g' klaar om tegelijk door de zich mechanisch openende deuren in de voorste ovenhelft geschoven te worden. De ijzeren staven a zijn dan door de moffels heen naar rechts gevoerd, zoodat ze de platen kunnen grijpen. Het windwerk b trekt de platen in anderhalve minuut over het erts, dat daardoor gelijkmatig omgeploegd wordt, legt ze dan op het gestel g, dat ze vóór de achterste ovenhelft zwenkt, waar de inmiddels afgekoelde staven a' ze grijpen.

De oven neemt een groote oppervlakte in, maar vraagt weinig handenarbeid. Bij een lengte van 25 M. wordt 48 ton erts in 24 uur tot een gehalte van 1,25 % afgeroost met een kolenverbruik van 30 %. Het erts doorloopt een weg van 160 M. Voor kosten zie blz. 228.

7. De oven van Schroër⁴⁾ is kleiner dan die van Hegeler, overigens eenvoudiger. Hij is echter opgegeven.

8. De oven van de Spirlet⁵⁾ is minder in gebruik. Hij bestaat uit een ronde schacht, waarin horizontale vloeren, die om de andere om de verticale as draaibaar zijn. Door doornen aan de onderkant van alle vloeren wordt het erts geroerd en naar de openingen bewogen, zoodat het langzaam de geheele oven doorloopt. De capaciteit is gering: 3 à 3,5 ton per 24 uur.

1) Liebig p. 280 met fig.

2) met fig. Prost 510.

3) Liebig p. 301 met vele fig.

4) Liebig p. 310 met fig.

5) Metall und Erz 1915 p. 111 met fig.

9. Betere toekomst heeft de Ridge oven¹⁾, waarvan o.a. te Broken Hill er een van 12 ton per 24 uur met een koolverbruik van 10 % werkt; *fig. 19*.

Concentraten met 14 % lood of 17 % Fe roosten goed af.

De oven van Merton²⁾ wijkt weinig van deze af.

10. Een tijdlang was de draaiende cylinderoven van Köhler³⁾ in gebruik, de capaciteit was echter te klein.

11. Met teekening worden in Liebig p. 315 nog de patenten beschreven van: *a.* Heberlein en Hommel. Een draaiende vloer; vaststaande roerinrichting; *b.* Zelewski. Neemt voor de voor- en afroosting twee ovens, ongeveer gelijk aan die van Spirlet; *c.* Daniël en Römer. Een aantal boven elkaar liggende, om horizontale assen draaiende, zwak konische trommels; *d.* Pfaal. Een spiraaloven; *e.* Wedge. Een oven gelijkend op die van Spirlet; na de voorroosting wordt echter fijne kool bij het erts gemengd, waardoor de sulfaten reeds bij 650° ontleed moeten worden; *f.* Heinz en Freeland. Willen in een dergelijke oven de warmte van de voorroosting gebruiken voor de afroosting.

Van de na 1911 gepatenteerde mechanische roostovens worden in Metall und Erz 1915 p. 109 beschreven de ovens van: *a.* Aktiengesellschaft zu Stolberg, waarin de ertsen verblazen worden op een geperforeerd rooster, waar overheen zich harken bewegen; *b.* Schmieder⁴⁾. Cylinderoven met dubbele wand; *c.* L'Union d'Hemixem en Belgique. Een liggende trommeloven met vele langsverdeelingen; *d.* Dohet. Gelijk op de Delplace oven; *e.* Keszler. Vaste convertor; *f.* Spinzing en Hommel. Met eigenaardige ertsroerinrichting.

Van de constructie van de ovendeuren geeft Liebig p. 229 afbeeldingen.

d. Brandstofverbruik. Over het algemeen is het koolverbruik

1) Smith p. 90 met fig.

2) Eng. and Min. Journ. 94 p. 752.

3) Liebig p. 312 met fig.

4) Metallurgie 1912 p. 327.

15 à 25 % van het ertsgewicht, Stolzenwand blz. 20 geeft op, dat voor de winning van 100 K.G. zink uit blende in het geheel 120 K.G. kool noodig is.

e. *Roostresultaat.* Het roostproduct, circa 87 % van het ertsgewicht, bezit nog 1 à 2 % zwavel, meest in den vorm van sulfaat. Als nog sulfide aanwezig is, dan merkt men dit bij het doorslaan van de korrels, die een ruwe kern vertoonen. Het gehalte aan sulfide is gemakkelijk tot op $\frac{1}{4}$ % te schatten door een proefje fijn te maken en met zwavelvrij zink en eenig verdund zoutzuur in een reageerbuis te verwarmen. De bruinkleuring van een loodacetaatpapiertje is een maat voor het sulfide gehalte¹⁾.

Voorbeeld van een roostanalyse²⁾:

	voor de roosting	na de roosting
Zn	49,0	60,0
Pb	10,0	11,0
Fe	1,1	1,5
CaO	0,5	0,6
MgO	0,4	0,5
SiO ₂	0,2	1,5
S	19,0	2-2,5

Het totale zwavelgehalte mag zijn:

$$[1 + 0,57 \times \text{CaO-gehalte} + 0,8 \cdot \text{MgO} + 0,15 \cdot \text{BbO}] \%.$$

Zie Metall und Erz 1912/13 p. 131 en 1918 p. 385.

f. *Zinkverliezen.* In het algemeen bezorgt de roosting een verlies van 2 à 2,5 % zink. Bij heel gemakkelijk te verwerken blende van Boven-Silezië is het wel 0,6 %.

g. *Invloeden op de roosting.* Om de sulfaatvorming tegen te gaan, moet het erts niet te vochtig zijn en mag het niet te zeer oxydeerend worden verhit. Tegen het eind van het proces wordt de temperatuur even scherp opgevoerd om de sulfaten te ontleden. Kuschel en Hinterleben geven op, dat waterdamp het doodroosten

1) Stolzenwand p. 20.

2) Hildebrandt p. 403.

bespoedigt, tot de uitdrijving van As en S bijdraagt, de stuifaschvorming tegengaat en ongeveer 2⁰/₀ meer zink doet winnen ¹⁾). Ook Thomas ²⁾) acht de werking van waterdamp gunstig. IJzer, als pyriet b.v. aanwezig, bevordert de vorming van ZnSO₄. Bij ijzergehalte moet de roosttemperatuur voortdurend stijgende worden gehouden. Lood, koper en antimoon als sulfiden, doen de massa samensinteren en bevorderen de sulfatiseering. In den beginne is dus zacht roosten noodig. Kwarts doet bij lage temperatuur veel sulfaat ontstaan, doorlopend is dus een hoge temperatuur gewenscht. Bij aanwezigheid van kalk en leem moet ook op een hoge temperatuur worden afgeroost, opdat zoo weinig mogelijk S teruggehouden blijft. Een fluorgehalte van 0,02⁰/₀ werkt reeds storend bij de zwavelzuur fabricage ³⁾). Bij een zilveragehalte is een lage roosttemperatuur voordeelig om zoo weinig mogelijk edel metaal te laten verdampen.

4. *Winning van ZnO.*

In vele gevallen zijn de zinkhoudende producten — slak van de reductieretorten, oude retortwanden — niet voldoende metaalhoudend om ze direct in een retort aan de reductie te onderwerpen, het warmteverbruik is groot en de ontstaande slak tast de retortwand aan. Daarom wordt dan veelal het zink in een schacht- of vlamoven vervluchtigd, en als oxyde verder verwerkt.

Hetzelfde doet men wel met gemengde ertsen, b.v. met frankliniet in New-Yersey, waar in schachtovens het Zn wordt uitgedreven, in zakken opgevangen, en de rest op zeer zuiver mangaanijzer verwerkt.

Wetherill ⁴⁾) neemt hiervoor ovens, waarvan de gietijzeren bodemplaat van konische gaten voorzien is; *fig. 20*. Op een bed van cokes van een 15 cM dikte ligt een even dikke laag van 60⁰/₀ erts en 40 ⁰/₀ kool (of cokes). De door de roosterplaat geperste lucht werkt door het CO gehalte reduceerend op het erts en drijft metallisch zink uit, dat verbrandt waar het in aanraking komt met

¹⁾ Berg- und Hüttenm. Ztg. 1871 p. 321.

²⁾ Liebig p. 322.

³⁾ Metall. und Erz 1917 p. 407.

⁴⁾ Smith p. 191; Schnabel II p. 297 met fig; Liebig p. 495 met fig. en analyse van frankliniet; Glückauf 1917 p. 900 geeft cijfers.

de lucht. Het oxyde wordt in zakfilters opgevangen. Per M² zak wint men 0,5 KG ZnO per etmaal. 83 % van het zink wordt gewonnen.

Bij het Bartlett¹⁾ proces worden de lood-zink ertsen geoxydeerd door perslucht in een convertor te voeren, het lood vervluchtigt als PbSO₄ en zink als ZnO, het mengsel komt als verfstof²⁾ in den handel. Door zijdelingsche toevoer van erts is het proces continu; *fig. 21*.

Winning door oxydatie in een convertor³⁾ van Huntington en Heberlein is geprobeerd door Blum en anderen. Eng. and. Min. Journ. 93 p. 603; Liebig p. 500.

Middleton gebruikt een vlamoven zonder vuurbrug, zoodat het cokesvuur onmiddelijk naast het erts ligt. Na roosting trekt men de ertsen op de cokeslaag, waardoor reductie plaats vindt, het zink vervluchtigt, en dadelijk tot ZnO verbrandt.

Over andere vlamovens zie Glückauf 1917 p. 919. Voor schachtovens blz. 195.

5. Roostgassen⁴⁾.

De verwerking van het SO₂ neemt sterk toe, eensdeels omdat vaak door de overheid voorgeschreven wordt de gassen onschadelijk te maken, anderdeels wijl de vraag naar zwavelzuur in verschillende takken van nijverheid zeer is gestegen.

In Silezië b.v. was de productie van zuur van 50° Bé uit ZnS gestegen van 21.013 ton in 1887 tot 254.008 ton in 1912.

Amerika produceerde 60° Bé in 1915 440.000 ton, in datzelfde jaar België 400.000 ton⁵⁾.

Het SO₂ gehalte van de ovengassen moet liggen tusschen 5,5 en 8 vol. % opdat niet het zwavelzuurproces of de roosting minder goed verloopt. De absorptie van het SO₂, veelal in kalkmelk⁶⁾, die langs steenen in torens afdruppelt, kost groote moeite. — Liebig p. 269 —.

Zinkblende is in den regel arseenvrij, in tegenstelling met pyriet, doch bevat vaak fluoriden (blz. 188).

¹⁾ Schnabel II p. 308 met fig.

²⁾ Hildebrandt p. 189.

³⁾ Glückauf 1917 p. 793, uitvoerig artikel met fig.

⁴⁾ Ridge, Journal of the Soc. of Chem. Industry 1917 p. 676 „The utilisation of the sulphur of zinc ores”.

⁵⁾ Smith Ch. VI.

⁶⁾ Schnabel II p. 74.

Reductieperiode.

H. Menging.

1. *Reductiemiddel.* Men maakt voor reductiemiddel gebruik van magere steenkool (7-12 vluchtige bestanddeelen), anthraciet¹⁾, cokes en vaak van de half vercoekte deelen die door het roosten van de generator in de waterbak vallen. Veelal neemt men mengsels om gewenschte eigenschappen zooveel mogelijk vereenigd te krijgen. Het cokespercentage is zelden hooger dan 25 % van het totaal der reductiemiddelen, het doet anders de slak aan de retort vastbakken.

De kool mag niet gasrijk zijn, omdat dan de gasstroom in de ontvanger te snel en te verdund wordt t.o.v. de zinkdamp. Ook neemt de gasontwikkeling te veel warmte.

Een asch van louter Al-silicaat is het verkieslijkst. Anthraciet is in dit opzicht uitstekend, maar in den regel te duur. Bevat de kool veel S (pyriet) en weinig kalk, dan kan de zwavel aanleiding geven tot de vorming van ZnS²⁾. Is er te veel asch en vooral een Fe-rijke, dan is het optreden van dun vloeibare slak te vreezen, die de te reduceeren korrels omhult en voor de retortwand gevaarlijk is.

40 à 45 % van het gewicht van het roostproduct wordt aan kool genomen, d.i. 2½ à 3 maal de voor de reductie noodige hoeveelheid. Voor slagen van het proces is echter in de retort zelfs een weinige % CO₂ houdende atmosfeer ongeschikt, zoodat een overmaat kool noodzakelijk is.

Om een goede slak te krijgen en het zinkgehalte passend bij de ligging van de retort (in de warmste, beneden, het grootste Zn gehalte) te krijgen, mengt men de ertsen veelal. (blz. 213).

Volgens Leslie³⁾ is voor de reductie noodig:

	totaal aantal tonnen kool op 1 ton zink per ton roostgoed		
New Jersey		5,8	per ton
Silezië	1,1		erts
Rijnland	1,2		2¼—3½
België	1,5	5,2	ton kool
Swansea	2,45	5,81	

1) „Anthrazit als Reduktionsmittel für Zinkerze“. Metall u. Erz 1918 p. 163.

2) Prost p. 52.

3) Glückauf 1918 p. 177.

2. *Toevoegingen.* Vóór het inbrengen wordt de massa iets vochtig gemaakt om het stuiven tegen te gaan en de lading compacter te doen zijn. Zelfs wordt een kneedmachine¹⁾ gebruikt.

Overigens wordt te Budel niets toegevoegd. Soms echter mengt men eenig keukenzout bij, ongeveer 2 KG per ton roostgoed; de beteekenis hiervan wordt verschillend beoordeeld, katalysator schijnt het weinig te zijn, misschien is het nuttig om den werkman beter de kleur van de vlam aan de allonge zichtbaar te maken, zoodat gemakkelijker het verloop van de reductie is na te gaan.

Hildebrandt geeft op, dat 15 % soda de reductie vergemakkelijkt, zoodat men dan met 10 % kool kan volstaan; een ander recept spreekt van toevoeging van 2 % soda en 0,5 % keukenzout als middel om de reductie vollediger te maken en de zinkstofvorming tegen te gaan.

3. *Menging.* De korrelgrootte van het blende roostproduct moet ongeveer 2 mm zijn, die van galmei kan 5 mm zijn. De gesinterde of geklonterde massa wordt gemalen en gezeefd. Geschikt hiervoor is de desintegrator van Vapart¹⁾. Voor de koolkorrel wordt 5 à 6 mm genomen. Ze moet des te kleiner zijn, naarmate de reductie moeilijker is; bij te fijne kool is echter de doorgang voor de Zn dampen te moeilijk en maken de reductiegassen kanalen, waardoor hun werking beperkt blijft.

Bij de eene groep ovens was te Budel de dooreenwerking van het roostgoed en het reductief nog zooals bij vele smelterijen, met de schop. Men werpt de bestanddeelen in ongeveer horizontale lagen op en steekt dan verticaal af.

De menging geschiedt in het nieuwe gedeelte van het bedrijf met de mechanische menger van Dor-Delattre²⁾. Deze berust op het principe, dat door verdeeling van een hoeveelheid in verticale strooken en gelijktijdige aftapping van alle strooken in horizontalen zin, de verschillende deelen van de massa, vooral bij eenige malen herhalen van de bewerking, snel in kleine deelen gesplitst is, die systematisch door het geheel verspreid liggen. *Zie fig. 22.*

¹⁾ Glückauf 1918 p. 158 en 159, met fig.

²⁾ met fig. Liebig p. 379.

Behalve deze menger zijn er nog vele in gebruik ¹⁾.

Voor heel groote hoeveelheden is de inrichting van de „Tellus” A. G. für Bergbau und Hüttenindustrie ²⁾ geschikt. Een plan voor aanleg van 20—25 ton capaciteit per uur is beschreven in Metall und Erz 1912-13 p. 899.

De menger van Raps ³⁾, een horizontale afgeknotte kegel met axiale bladen aan den binnenwand, geeft wel stof en slijtage. De Ransome menger is afgebeeld in Liebig p. 378.

4. *Chargeberekening.* Om de hooge verhitting van de retorten rendabel te maken, is het natuurlijk geboden het zinkgehalte van de charge zoo hoog mogelijk te nemen; in het algemeen besteedt men dan ook veel zorg aan het verwijderen van alles wat geen zinkoxyde is. Door zorgvuldige scheiding van vergroeide mineralen en van ganggesteente is een gehalte van 60 à 70 % ZnO te bereiken. Galmei wordt niet geconcentreerd, bevat het minder dan $\pm 20\%$ Zn, dan wordt het niet ontgonnen. De zinkoxyde van hoogovens, van het Wetherill proces enz. is bijna zuiver.

Het lood- en zilveragehalte van de charge moet of laag zijn, zoodat de slak niet verwerkt wordt, of moet zooveel mogelijk de 10 % (= 10,8 % PbO) naderen; het metaal is dan voor de retortwand nog ongevaarlijk en het loont de moeite de slak te verwasschen.

Ijzer (met mangaan) mag in het algemeen tot 10 % (= 14,2 % Fe₂O₃) onschadelijk geacht worden. Het kiezelzuurpercentage zal men voor een verder te verwerken slak zoo laag mogelijk trachten te houden.

Het fluoridengehalte moet zooveel mogelijk door menging met andere ertsen verlaagd worden. In het algemeen geldt natuurlijk zooveel mogelijk dat zure charge niet in een meer basische retort verhit wordt, en omgekeerd.

Teneinde aan deze beginselen zoo goed mogelijk te voldoen, verwerkt men de voorradige ertsen niet afzonderlijk, maar gemengd. Prost p. 59 geeft een voorbeeld; heeft men:

¹⁾ Voor Amerikaansche zie Metall. Chem. Eng. 1917 p. 377.

²⁾ Metall und Erz 1915 p. 472 met fig.

³⁾ Prost p. 55 met fig.

	calamien	blende A	B	C	D
ZnO	60,8	56,2	54,0	48	65,6
Pb(Ag)O	3,2	7,1	13,1	5,4	1,6
Fe ₂ O ₃ (MnO)	15,6	8	14,1	25,6	2
SiO ₂	13	2	9,8	13,5	8,8
Ba enz. O	5,2	14,3	4,2	1,9	4,5
S enz.	0,5	5,5	4,8	2,2	4,2

dan kan men b.v. nemen van calamien 8, C 6, D 5 deelen; deze geven met eenig zinkstof, korsten enz. een loodarme charge, waarvan de slak niet verwasschen wordt, terwijl calamien 9, A 9, B 7 een lood- (en zilver)rijke vormen:

	loodarm	loodrijk
ZnO	60	58,5
Pb(Ag)O	2,8	7,6
Fe ₂ O ₃ (MnO)	13,4	12,7
SiO ₂	10,6	8,2
Ba enz. O	3,6	7,4
S enz.	2,2	3,2

5. *Inbrengen der charge, reinigen van de retorten.* Het inbrengen in de retorten geschiedt nog veelal met behulp van schoppen met half cilindrische lepel. Het vullen vereischt routine en kost veel arbeidstijd. Een vooruitgang is in vele opzichten het machinale inbrengen, zooals we ook in een nieuwe afdeeling der fabriek konden bekijken. De retorten bevatten dan merkbaar (tot 25 %) meer erts, de lading neemt $\frac{1}{3}$ van den tijd bij handwerk. Nadeelen zijn echter, dat het fijne concentraat gemakkelijk tusschen de bewegende deelen van de machine dringt, zoodat vaak reinigen noodzakelijk is, en dat de retorten door de compacte vulling verstoppen en soms spoedig na het laden de geheele charge uitblazen.

Hier en daar briketteert men de charge, waardoor soms een vergrooting van 30 % te bereiken is ¹⁾.

De laadinrichting van Dor²⁾ (fig. 23 en 24) bestaat uit een

¹⁾ Eenige getallen en voorbeelden Glückauf 1918 p. 160.

²⁾ met fig. Prost p. 95.

trechter a, die de charge gelijkmatig door c in de trommel g laat loopen, waar ze door het schoepenrad, door k en het beweegbare deel l in de retort geblazen wordt. Bij de geheele vulling van een ovenblok blijft de electromotor in gang, de werkman bedient slechts klep b. Voor het doorblazen bij verstopping beschikt men over gecompriëerde lucht.

Een andere mechanische inbrenger, is die van Saeger¹⁾, (*fig. 25*) Het is een groot gevaarte, dat een geheele serie retorten gelijktijdig bedient. Een gestel, dat op rails langs de ovens rijdt, draagt in de richting van de as der retorten een tweede spoor, waarop een machinehuis M met groote voorraadtrecter T en een aantal inbrengarmen A, zich beweegt. Het laden geschiedt door M enz. naar voren te brengen, waardoor de boven elkaar gelegen armen in de bovenhelft van de retorten reiken, zoodat de benedenhelft gevuld wordt. Automatisch stort de bepaalde hoeveelheid vulling in de armen, die dan door de transportschroef in den arm in de oven geschoven wordt. Is de onderhelft van de retort gevuld, dan wordt het geheel achteruit gereden en zodoende de vulling in de bovenhelft ingebracht. Een gelijksoortige machine wordt toegepast, om de retorten te reinigen²⁾. De arm ontbreekt dan echter, alleen een transportschroef reikt in de retort.

Gemiddeld is de ladingstijd per retort 10 sec., de reinigingstijd 15 seconden.

Als ander middel om de retorten gemakkelijker en vlugger dan met een ijzeren haak³⁾ uit te halen, is een waterstraal aanbevolen.

De bewerking is echter gevaarlijk voor de duurzaamheid van de retorten en geeft natuurlijk veel stof bij het uitblazen. Toch wordt het in Amerika toegepast.

Een machine, waar veel van verwacht wordt, is die van Simmonds⁴⁾, waarvan het essentiële is een ketting zonder eind voorzien van krabbers, ongeveer als bij de ketting-ondersnijd-

1) Metall. VII 1910 39. samengevat Prost p. 98.

2) Prost p. 100. Beschrijving van een sinds 1913 in werking zijnde te Oklahoma in „Mineral Industry” 1915.

3) Zie voor gereedschap Liebig p. 435.

4) Glückauf 1917 p. 898 met fig.

machine. Ze schijnt uitstekend te voldoen ¹⁾, de retorten worden beter gereinigd, haar slijtage is niet grooter, de tijdwinst is belangrijk.

Een beschrijving van de gepatenteerde machine van Mejuin en Müller geeft Liebig pag. 432 met fig. Zie ook het artikel in Glückauf 1917 p. 897 met fig.

I. Reductie.

1. Algemeen.

a. *Ovens*. Uit de beschouwingen op blz. 188 volgt, dat bij de temp., waarbij de reductie met voldoende snelheid optreedt, zink een grotere dampspanning dan 1 atm. heeft, dat het dus in het open reductievat niet als vloeistof kan bestaan. Daarom wordt de damp naar een koelere ontvanger geleid, waar zich het metaal vloeibaar verzamelt.

De rechthoekige ovenkamers, bekleed met vuurvaste steen ²⁾, bevatten aan één of twee zijden een wisselend aantal retorten (50—1000) van uitstekend vuurvast materiaal, (*fig. 33*). Waar de mond van de retort in de voorwand rust is een ontvanger, een reservoir van gebakken leem, aangebracht.

Naar de vorm en het aantal van de retorten onderscheidt men volgende oventypes:

1. Belgische met ronde cilindervormige retorten, die in serieën van 5—7 boven elkaar in lange rijen de ovenruimte vullen; 2. De Rijnlandsche met retorten van elliptischen doorsnede, die in serieën van 3 boven elkaar geplaatst zijn; 3. De Silezische, waarbij de moffels, die in een enkele rij staan, van veel langwerpiger doorsnede zijn en over de geheele bodem op de vloer van den oven rusten. 4. Eenige afwijkende constructies.

Vergelijken we de Belgische en Rijnlandsche ovens eenerzijds met de Silezische anderzijds, dan blijkt, dat de eerste: minder, maar langvlammige brandstof nodig hebben, wanneer de verhitting door een kolenvuur plaats vindt; dat ze meer en betere vuurvaste klei vragen, de kosten voor het verkrijgen van reductievaten verhouden zich als 3: 2; dat de verwerking van arme ert-

¹⁾ Metall und Erz 1917 p. 117.

²⁾ Ofenbaustoffe. Glückauf 1917 p. 854.

sen door de hoogere retortkosten niet loonend is; dat de bekwaamheid van den werkman grooter moet zijn, en dat de ovenreparatiekosten hooger zijn.

Hier staat tegenover, dat het reductieproces zelf 2 à 3 maal zoo intensief verloopt en het koolverbruik minder hoog is.

	Belgische ¹⁾	Rijnlandsche ¹⁾	Silezische ¹⁾
inhoud van de retorten in K.G.	30—70	28—32	100—140
charge in K.G.	28—32	30—70	tot 150
aantal retorten.	(54—400) × 6	(120—252) × 3	36 × 2
levensduur der retorten in dagen.	25—35	30—50	20—30
per ton erts in tonnen:			
kool voor verhitting	1,2—2,2	1—1,6	1—3
kool voor reductie	0,2—0,7	0,3—0,5	0,4—0,6
aantal retorten	1,2—2,4	0,8—1	0,2—2,4
diensten van 1 man	1,2—2,4	2,1—3,9	4—4,5

b. Ovenbouw. De hoogte van de oven moet zoodanig zijn, dat ook de hoogstgelegen retorten voldoende verhit worden; de ovenlengte is beperkt, omdat ook de verst van het vuur gelegen retorten genoeg warmte moeten ontvangen: zelfs bij gasstoking kan de lengte niet willekeurig zijn, daar toch niet onbepaald veel lucht en gas ingevoerd kan worden. Bij verhitting door een kolenvuur is b.v. 10 serieën wel maximum, bij aardgasgebruik is men in Amerika wel tot 100 gegaan.

De retorten, die vrij opgelegd zijn, van achteren op een uitstekende rand van ± 6 cm. breedte, van voren in een nis van vormsteen die tegen een ijzeren geraamte rust²⁾ — *fig 26* — liggen iets naar voren hellend om het reinigen te vergemakkelijken en hebben 7 à 10 cm. onderlinge tusschenruimte, zoodat de ovenkamer voor ongeveer $\frac{1}{6}$ met retort-volume gevuld is.

Vele ovens hebben dubbele breedte en zijn dan door een muur in twee langshelften verdeeld, de retorten monden aan twee wan-

¹⁾ voor uitvoeriger zie Guillet, Progrès des metallurgies autres que celles du fer; ook Prost p. 114.

²⁾ Liebig p. 408 met fig.; Prost p. 76 en plaat II op p. 78.

den uit; vaak zijn de ovens in blokken van 2 tot 6 vereenigd en tegen elkaar gebouwd.

De gemiddelde levensduur is zes jaar, soms echter acht of tien ¹⁾. Grondige reparatie is in den regel om het halve jaar noodig.

	Verhitting	retorten		
		per oven	op 1 man personeel	op 1 man per dienst
België	kolenvuur	140	18	23
id.	generatorgas	400	22	28
Kansas	kolen	224	19	28
La Salle	gas	864	27	33
Indiana	aardgas	424	22	30

c. *Bescherming van de werklieden; stofafzuiging* ²⁾. Het tijdens de reductie uit de retorten tredende gas verbrandt wel grootendeels aan den mond van de allonge, d.i. een bus van ijzerblik, die de verlenging van den ontvanger vormt, maar door poriën en lekken geraakt nog vrijwat CO in het lokaal. Nog veel meer is dit het geval bij het reinigen van de retorten, waar bovendien groote hoeveelheden stof met loodgehalte optreden.

Vroeger vergenoegde men er zich mee boven de voorzijde van de oven een groote stofvanger ³⁾ aan te brengen die via eenige stofkamers onder trek van een steenen of ijzeren schoorsteen stond. De slak werd in een goot langs de oven uitgehaald ⁴⁾.

Tegenwoordig heeft men algemeen tijdens het reinigen de trek omgekeerd door onder de ovens de stofkamers aan te leggen en deze dan onder verminderde druk te houden ⁵⁾. De slak wordt door een sleuf vóór de ovens direct in de stofkamers gelaten, *fig. 33*.

1) Gilbert, Mining Journal (London) 1916, p. 496.

2) Uitvoerige beschrijving in Metall und Erz 1915 p. 403 met fig.

3) b.v. Centralblatt der Hütten- und Walzwerker 1912, p. 522.

4) Liebig fig. 48, p. 184.

5) Waar geen ruimte voor dergelijke kamer is, behelpt men zich met filters e. d. In Glückauf 1918, p. 172, worden o.m. beschreven de inrichtingen: a. „Vakuum-apparat mit Separator“ von Simon Bühler en Baumann; b. van Niedner (Metall und Erz, 1913, p. 257).

De groote trek in de stofkamers wordt verkregen door een ventilator of zooals te Budel¹⁾, door een schoorsteen g, waarin een ijzeren pijp h, die verbrandingsgassen afvoert, tot bijna boven aan de mond reikt. De zuigwerking komt tot stand door de verwarming van de lucht in de schoorsteen en het meesleepen aan de uitmonding van de pijp in de schoorsteen.

Het neerstrijkende luchtgordijn is bij een hooge Belgische oven slechts bij een groote luchtverplaatsing tot stand te brengen. Daarom is ook in dit opzicht het gebruik van een scherm van Dor²⁾ dat de sterke warmtestraling van de geopende retorten beperkt, doelmatig. Het scherm is samengesteld uit zes horizontale reepen, die de ovenvoorwand voor ongeveer vier meter bedekken. *fig. 27a*, Elke reep, bestaande uit een asbestlaag die door een luchtkussen gescheiden is van het ijzeren lichaam, kan afzonderlijk door pennen aan weerszijden aan een verticaal beweegbare stijl b worden verbonden. Het aldus samengestelde scherm wordt door ijzeren staanders a geleid en op en neer bewogen door aan de stijlen bevestigde kettingen, die de beweging van een hydraulischen pers overbrengen. In *fig. 27a links* is de stand aangegeven bij het uithalen van de bovenste rij retorten, *rechts* bij het reinigen van een willekeurige rij. Het scherm is iets opgetrokken geworden, de bovenste reepen van de stijlen losgemaakt en met de uitgetrokken pennen aan de leijzers vastgezet *fig. 27b*. Daarna zijn de kettingen gevierd.

Tijdens de reductie is het scherm achter een voorhang opgehaald, waardoor tusschen beide een luchtweg gevormd wordt, die de gassen naar buiten wegleidt; *fig. 33a*.

In Liebig p. 416 is een scherm beschreven, dat langs een luchtrail horizontaal verschuifbaar is. Het wordt in Amerika gebruikt.

*d. Verhitting.*³⁾ De verhitting geschiedt of direct door een kolenvuur onder de retortenruimte of door een aantal gasbranders

1) Liebig p. 467 met fig.

2) Prost p. 116 met fig.

3) Beheizung. Glückauf 1917 p. 869 met. fig. Die Grundlagen der Wärmeverluste metallurgischer Ofen, — breede theoretische opzet — Metall und Erz 1920 p. 463.

(generator- of aardgas) op den bodem of elders in de oven aangebracht. Vaak maakt men gebruik van de warmte der verbrandingsgassen door ze door middel van regeneratoren de lucht en het gas te laten voorverwarmen.

Het kolenvuur, waarbij de brandstof in een dunne laag op den rooster direct geheel verbrandt, wordt weinig meer toegepast; men maakt nu van de haard een half-generator, door een dikke laag kool op te brengen, die onvolledig verbrandt. Op verschillende plaatsen in de oven wordt dan verwarmde secundaire lucht toegevoerd.

Zie voor de temperatuurverdeling in de oven Metall und Erz 1913 p. 767 en 1920 p. 137. De trek wordt klein, b.v. 2 cm. water, genomen, om de zinkverliezen tengevolge van de retort-doorlaatbaarheid gering te houden.

Het verloop van de temperatuur in de oven en in de retort onderzocht Mühlhäuser in Metall und Erz 1920 p. 209, zie fig. 39.

Eulenburg. Betrachtungen über die Wärmebilanz eines Siemenszinkofens (met regeneratoren), Diss. Halle; Metallurgie 1912 p. 328. Op p. 360 en 402 zijn getallen gegeven voor galmei in een Rijnlandsche oven.

Het gunstigste warmterendement van $12\frac{1}{2}\%$ wordt verkregen bij 50% Zn bevattende ersten; in den regel werkt men in Amerika met $4-6\%$, in Europa met $8-10\%$ (verg. blz. 190).

In het algemeen is voor de reductie van 1 ton roostgoed in totaal 1000 à 1700 K.G. kool noodig.

2. *Belgische methode.* De retorten bevatten ongeveer 25 K.G. roostgoed en 11 K.G. kool, fig. 45. De ontvangers zijn meestal eenvoudig kegelvormig, soms met uitbuiking.

Ovens. Ongeveer in 1810 moet de eerste oven met een stelsel van 18 horizontale, ronde retorten (lengte 90 cM., middell. 17 cM.) nabij Luik zijn opgericht door Dony, nadat hij eenige jaren een oven met één moffel geprobeerd had, fig. 28. Er werd $2 \times$ per dag charge (half roostgoed, half fijne kool) ingebracht, per retort 7 KG. Het brandstofverbruik was 700% van het ertsgewicht.

Omstreeks 1850 wordt een oven met aan twee zijden retorten

gebouwd in Engis aan de Maas. Het aantal retorten is 8×6 , rendement bij 40 % ertsen 88,72 %. De lengte van de retorten bedraagt 108 cM., de middellijn 16 cM.; het brandstof-verbruik voor verhitting is tot $5,8 \times$ het zinkgewicht gedaald, zoodat met deze oven de huidige constructie haar intrede doet. Niet lang duurt het (1860) of ook de verwarming wordt verbeterd door het aanbrengen van een halfgasstoking, d.i. een verhitting door een kolenvuur met een brandstoflaag van een halve meter of meer en met toevoer van secundaire lucht voor verbranding van de half geoxydeerde gassen (in fig. 30 bij l.). Hierdoor daalt het kolenverbruik voor de oven op $4,5 \times$ het zinkgewicht.

De ovens te Bleyberg¹⁾, die spoedig daarna ingericht worden, krijgen ook een halfgas-verhitting met trappenrooster. Door vergroting van de retorten wordt het niet meer mogelijk de bovenste vier rijen — er zijn er zeven — nog twee maal per 24 uur te laden, zoodat deze oven de overgang geeft naar de tegenwoordige werkwijze van één reductiegang per etmaal. Het kolenverbruik is totaal, inbegrepen de chargekolen, 3400 Kg. per 2000 Kg. dagelijks in de 84 retorten gereduceerd roostgoed.

I. De oven van Dor²⁾ te Laminne. De retort is langer — 120 cm. — de verwarming verbeterd door een gebroken trappenrooster, *fig. 29*, te nemen en de secundaire lucht niet alleen onder maar ook tusschen de retorten in te laten treden. De ovenlengte is 3.50 M., er zijn 10 serieën van 6 zwak elliptische retorten, die elk 35 Kg. charge bevatten. Het totale brandstofverbruik is 1500 à 1600 Kg. per ton erts.

In 1867 wordt voor het eerst verhitting met generatorgas toegepast in een Siemensoven met regeneratoren te Auby, maar de regeneratoren zijn te klein en men kan de slakkenvorming in de mondingen van de gaskanalen niet verhinderen.

Met de invoering van de gasverhitting begint een nieuwe periode in de oventechniek. We noemen van deze ovens:

1) Liebig p. 134 met fig.

2) Lodin p. 439 met fig; Prost p. 78 met platen.

II die te Corphalie ¹⁾ (1884). De generator is in de achterwand van de oven, die 10 serieën van 7 retorten bevat, ingebouwd, *fig. 30*.

III te d' Angleur ²⁾. Een dubbeloven waarin tweemaal 20 serieën van 4 of 5 retorten. De generator bevindt zich onder een der vleugels van den oven.

IV van Loiseau. Bij deze enkelvoudige oven staat de generator geheel afzonderlijk. Hij bestaat uit vier afdeelingen, waarvan elk 9 (12) serieën van 6 (5) elliptische retorten bevat.

Het brandstofverbruik is 1600 KG per ton erts, de slijtage van de retorten gering, wat door de gelijkmatige temperatuur verklaard wordt. De eerste afdeeling ontvangt de secundaire lucht koud, de tweede iets warmer enz., pas in de vierde afdeeling in de verbranding volledig.

V Een dubbeloven met regeneratoren is beschreven in Prost blz. 88. De 12 serieën retorten worden verwarmd door de op den bodem van de eene ovenzijde verbrandende gassen. De verbrandingsgassen trekken langs de retorten omhoog, strijken dan over de centrale muur en verhitten dalende de andere ovenzijde; na een half uur keert de stroom om.

Het is duidelijk, dat de verhitting zeer onregelmatig is, bij de oven van:

VI Siemens ³⁾, die in Amerika gebruikt wordt ⁴⁾, heeft men getracht aan dit euvel tegemoet te komen, *fig. 31*.

Het komt echter nog voor, dat de gasknalen verstoppem door langs den achterwand aflopende slak van de vuurvaste bekleeding.

VII De oven van Dor-Delattre ⁵⁾, die we te Budel bekeken. Het brandstofverbruik is tot 900 K.G. per ton erts teruggebracht.

Fig. 33, geeft een overzicht van het geheel. Het gas en de lucht treden door g en l links binnen, strijken omlaag en bereiken door d de retorten rechts om door g' en l' naar de generatoren

1) Prost p. 81.

2) id. p. 84.

3) Prost p. 88.

4) The Mineral Industry 1907.

5) Prost p. 89 met plaat.

te ontwijken. Deze staan naast de ovens, bij elken oven twee voor gas en twee voor lucht. Na een half uur keert de stroom om. De grootte van de vlammen kan door de blokjes c, die de werkman bij e inschuift, (zie fig. 33b en c) in alle deelen van den oven geregeld worden. De gassen die tijdens de reductie de retorten verlaten, strijken achter langs het scherm f naar a, waar zich het zinkoxyde afzet; a staat onder trek door een verbinding met de ruimte g. De slak wordt door m in de stofkamer i gestort, die eveneens op g uitmondt.

IX De verwarming met aardgas is in Joplin op groote schaal mogelijk. De oven — b.v. Hegeler ¹⁾ — die overigens ook met generatorgas wordt gestookt ²⁾, is dan eenvoudiger; er zijn er met eenige honderden serieën, elk van 5 of 6 retorten; aan de ovenvoorzijde bevinden zich de toevoerbuizen voor gas en lucht, die in groote pijpen door ventilatoren worden aangevoerd, fig. 34.

Het verbruik is ongeveer 1500 M³ gas per ton geroost erts.

X Convers en de Saules ³⁾ construeerden een oven met recuperatoren.

XI Een poging van Dähne ⁴⁾ om zijn oven met kolenstof te stoken (1868) mislukte door den hinder van verslakkende asch.

3. *Rijnlandsche methode.* De nieuwere ovens zijn eigenlijk wel alle op dit systeem ingericht. Het essentiële is de vereeniging van de voordeelen van de beide andere methodes: zoo groot mogelijke retortinhoud en zooveel mogelijk retorten boven elkaar. Op deze wijze is de verhitting het meest rendabel. Er zijn in een serie drie retorten. De aftapping van het zink geschiedt meestal eenmaal aan het eind van het reductie-proces.

Verwerking van ertsen met 45 à 50 % Zn is goed mogelijk ⁵⁾.

Fig. 45 geeft den retortvorm. De ontvangers zijn ongeveer

1) Metall und Erz 1920 p. 1; Glückauf 1917 p. 885.

2) Liebig p. 154 met fig.

3) Liebig p. 184 met fig.

4) Berg-und Hüttenm. Zt. 1868 p. 766.

5) Verwerking van een concentraat van Broken Hill in Smith p. 99.

gelijk aan die bij de Belgische methode in gebruik, maar hebben vaak een uitbuiking. Lynen heeft voorgesteld alle uitstroomende gassen en dampen in een langs den geheelen oven loopend kanaal te verzamelen in plaats van in talloze ontvangers ¹⁾).

De ontwikkeling van de Rijnlandsche oven wordt beschreven in Liebig p. 170 e.v. De in België ingevoerde Silezische moffels bleken ongeschikt voor de versmelting van blendeërtsen. In 1864 bouwde men te Viviez een oven ²⁾) met regenerator, waarin een rij kleine moffels en daarboven 2 rijen ronde retorten, verhit werden. Op deze wijze werd de vermindering in de lading in de kleinere moffels gecompenseerd, terwijl de warmte goed benut werd. Uit deze combinatie ontstonden spoedig naast de moffelovens met 2 of zelfs 3 rijen kleinere moffels, de huidige Rijnlandsche ovens, waarvan wel van de eerste waren die te

I. Valentin Cocq ³⁾) *fig. 35*. Deze hebben een kolenvuur met dikke brandstoflaag, het brandstofverbruik is 1400 Kg. per ton erts. Er zijn aan weerskanten 18 serieën retorten. De verbrandingsgassen stijgen in het midden op en strijken dan langs de retorten omlaag naar S.

II. Een oven met generator en recuperatoren is nog in gebruik bij Stolberg. De bouw eischt veel zorg, maar de bediening blijkt gemakkelijk ⁴⁾). *Zie fig. 36*.

III. Een groote oven met 4 regeneratoren en 240 retorten, die 15 ton kunnen verwerken in 24 uur, is gegeven in Prost p. 111 (met plaat en *fig.*). Brandstofverbruik ongeveer 1000 Kg. per ton.

De gassenstroom wordt om het halve uur omgezet.

Zie nog Glückauf 1917 p. 886 met *fig.*: „Neuere Zinköfen und Zubehör”.

4. *Silezische methode*. Deze vindt nog toepassing bij de verwerking van de gemakkelijk te reduceeren galmeiroost. De moffels,

¹⁾ Hildebrandt p. 424.

²⁾ Liebig p. 171 met *fig.*

³⁾ Prost p. 108 met *fig.*

⁴⁾ Liebig p. 184 met *fig.*

die afgebeeld zijn *fig. 45*, staan in enkele rij in de oven. Haar inhoud is meer dan het dubbele van die van een retort. Verwerking van rijkere ertsen dan 25 à 30 % Zn is niet goed mogelijk.

Nieuwe ovens worden niet meer naar dit systeem gebouwd, de voorkomens van het galmei raken meer en meer uitgeput, zoodat de charge sinds 1868 hoe langer hoe grooter gehalte blenderoost bijgemengd wordt, en voor de verwarming is men niet meer aangewezen op verhitting met Silezische—kortvlammige—kool; na vergassing kan nu evengoed met deze kool een Rijlandsche oven verwarmd worden.

Hier en daar is een Silezische oven in gebruik die twee of drie boven elkaar gelegen rijen moffels bevat¹⁾, de verhitting geschiedt dan door generatorgas.

Het kolenverbruik bedraagt: reductiekool 300% van het gewonnen Zn, verwarmingskool 700% van het ertsgewicht.

Ovens. De eerste ovens, omstreeks 1800, hadden 4 groote moffels, die door een kolenvuur verhit werden. (*Zie fig. 32*). 24 % van het zink werd gewonnen, het brandstofverbruik was 61 maal het gewicht van het zink.

De in 1811 gebouwde oven met twee rijen van 8 moffels rende al veel beter, zoodat men tegen 1830 algemeen de ovens met 8 of 10 moffels inrichtte. De laatste was in staat 2100 KG. gecalcineerde galmei per week te reduceeren. Het rendement kon 47 % zijn, bij een brandstofverbruik van 600 K.G. per 100 KG. gerooste galmei. De warmte van de verbrandingsgassen werd in den regel benut om moffels te temperen en galmei te calcineeren.

Sinds 1833 zijn de tegenwoordige maten voor de moffel gebruikelijk. Bij de geringe breedte werd het mogelijk meer retorten onder te brengen (20-30) en voordeelijker te werken. Maar vooral de invoering van de generator en zijn voorganger, de halfgenerator, brachten aanmerkelijke vooruitgang.

Mentzel gebruikte in 1846 reeds een dikke kolenlaag met voorverhitte druklucht, maar de ventilatoren bleken te zwak. Het duurde tot 1888 voor algemeen de halfgenerator met toevoer van secundaire lucht toegepast werd. Sinds 1867 begint de Siemens

¹⁾ Liebig p. 174 met fig.

oven met regeneratoren meer en meer op den voorgrond te treden, (*fig. 37*). Een oven met 56 moffels verwerkt dagelijks 5414 K.G. erts; koolverbruik 8100 KG., slijtage per dag 1,42 moffels.

Cijfers over de economie van de ovens worden gegeven in Schnabel II p. 198.

5. *Andere methoden*. I. Engelsche¹⁾ (1743—1850). In een soort achthoekige glasoven staan zes gebakken pannen, waarin de charge gereduceerd wordt. Het brandstofverbruik was voor deze methode 2500 % van het gewonnen zink. Ze vindt geen toepassing meer.

II. Karinthische²⁾. Verticale retorten van 1.10 M. lengte, 8,5 en 12 cM. middellijn, waarvan b.v. 144 dicht naast elkaar staande, in een oven verhit werden. Aftapping door poreuze steenen, die beneden afsloten. Zeer groot houtverbruik.

III. Geen taepassing vinden meer de ovens van Chaote³⁾, Francisci³⁾, Ferraris³⁾, Steger⁴⁾, Schneemilch⁵⁾, Richter en Lorenz⁵⁾, Lynen⁵⁾.

Voor nieuwe patenten van cylinderovens zie Glückauf 1917 p. 777 met fig.

IV. *Continubedrijf*. De continue verwerking is reeds lang gezocht⁶⁾. De oven van Binon en Grandfils⁷⁾ b.v. bevatte twaalf verticale retorten; de vulling geschiedde door de open bovenkant, de uitlaat van de slakken door een inrichting onder aan de retort. De zinkdampen ontweken in een ontvanger dicht onder de bovenrand.

Hetzelfde principe gebruikt Roitzheim-Remy in recenten tijd

1) Liebig p. 68 met fig.

2) Liebig p. 70 met fig.

3) Korte beschrijving Hildebrandt p. 424 en Liebig p. 72.

4) Zts. f. Berg, Hütten und Salinenwesen 1900 p. 404.

5) Liebig p. 200 e. v. met fig.

6) Bulletin of the Imperial Institute 1916 Vol. XIV p. 17.

7) Oesterreich. Zeitschr. 1881 p. 325; Liebig p. 73 geeft nog eenige patenten met fig.

te Hamborn, naar het schijnt met succes¹⁾, fig. 38. Het opgevangen metaal is van 98,6 tot 99 % Zn. De oven is even duur als een gewone en bespaart op 15700 ton zink £ 20.000. Ook Ingalls verwacht hiervan een goede toekomst²⁾.

De Rhein-Nassau-Ofen te Stolberg, die in principe gelijk is aan de oven van Roitzheim-Remy, wordt uitvoerig besproken in Metall und Erz 1915 p. 96 met fig.³⁾ De resultaten moeten beter zijn dan die van een andere oven.

Een samenvattend artikel met fig. over staande retorten geeft Glückauf 1917 p. 765.

6. *Kosten*⁴⁾. Onderstaande opgave⁵⁾ heeft betrekking op den aanleg van een installatie met Rhenaniaroostovens en reductieovens met regeneratoren en ongeveer 100 retorten, in 1912. De productie is dagelijks 30 à 33 ton (ruw zink en zinkstof), d.i. 12000 à 13000 ton per jaar.

Aanlegkosten van de gebouwen, ovens, enz.

per ton erts per dag Mk 10000.—

„ „ zink „ „ „ 25000.—

Aanleg van de retortenfabriek: per ton zink per dag Mk. 6000.—

Vorbereiding voor de roosting totaal

per ton zink per dag Mk 5000.—

Silooanleg, breekarbeid, machines „ „ „ „ „ 2000.—

12 roostovens 12 × Mk 25000.— „ „ „ „ „ 10000.—

verdere onkosten per ton zink per dag „ 8000.—

terreinen „ 6000.—

kracht „ 6000.—

Totaal per ton zink, Mk 62000, per ton erts per dag dus Mk 28500.—

Zwavelzuurfabriek per ton zink per dag Mk 23000.—

De geheele aanleg kost dus $(30 \text{ à } 33) \times 85000 = \text{Mk } 2\,500\,000.—$

Voorraden. 2500 ton erts Mk. 250 000.—; 3000 ton roostgoed,

1) M. Liebig in Metall und Erz 1916 p. 143 met fig.; zie ook Metall und Erz 1916 p. 417 (critiek).

2) Engineering and Mining Journal 1916 p. 623.

3) Zie ook Metall und Erz 1916 p. 417.

4) Liebig p. 459.

5) Uitvoeriger zie Metall und Erz 1912|13 p. 164.

galmei Mk. 360 000.—; 5000 ton kool (6 weken voorraad) Mk. 60 000.—; moffelmateriaal Mk. 32 000.—; reserves Mk. 48 000 totaal Mk. 750 000.—.

Benodigd kapitaal alzoo 3,5 mill. Mk. = 2 mill. gulden.

Amortisatie 5⁰/₀, rente van de voorraden 5⁰/₀, geven per ton zink Mk. 13.—.

Andere kosten zijn per 100 K.G. zink: *destillatie*: loonen ¹⁾ Mk. 2.14; kool Mk. 3.93; ovenherstel Mk. 0.05; vuurvast materiaal ²⁾ Mk. 1.12; diversen Mk. 0.89; menger Mk. 0.17; algemeen Mk. 0.70; totaal Mk. 9.—

roosting: per ton erts: loonen Mk. 5.85; kool Mk. 2.70; reparatie Mk. 0.10; diversen Mk. 1.35; breekarbeid Mk. 0.50; totaal Mk. 10.50.

1 retort kost aan loon Mk. 2.50; aan materiaal Mk. 1.80; totaal Mk. 4.30. 1 ton zwavelzuur van 60° Bé kost met 4 à 5 Mk. afschrijvingen Mk. 13.—. Voor winstberekening (normaal 10 à 15 ⁰/₀) en rentabiliteit zie het oorspronkelijk.

Metall und Erz 1915 p. 370 geeft een uittreksel uit Min. Sc. Pr. 31 Juli 1915, waarin o.m.:

roostkosten per ton erts: bij aardgas verwarming Mk. 6.20; bij kolen verwarming Mk. 7.20; totaal reductiekosten resp. Mk. 42.— en Mk. 55.50.

Aanleg van een bedrijf per ton ruw zink per jaar in: België-Rijnland Mk. 66.50; Amerika aardgas Mk. 46,—; Amerika kolen Mk. 73—83; Kansas aardgas Mk. 32—37.

Met zwavelzuurinstallatie alles plus 21—25 Mk.

Verder nog vele detailprijzen.

Liebig p. 323 neemt eenige getallen op over de kosten van een Hegeler roostoven en komt tot de conclusie, dat de bereiding van één ton roostgoed kost Mk. 6.15 tegen Mk. 7.75 in een niet-mechanische roostoven.

¹⁾ Liebig p. 440.

²⁾ Zie ook Glückauf 1917 p. 736.

7. Reductie.

a. *Temperatuur.* De warmtebenutting kan in de retort moeilijk groot zijn: de slecht geleidende wand bezorgt aanmerkelijke verliezen, terwijl ook de steeds dikker wordende ontzinkte massa tegen de wanden, weinig warmte doorlaat. De temperatuur blijkt in de retort dan ook gemiddeld 150° lager te zijn dan in den oven ¹⁾, zie fig. 39. Men streeft er dus naar beter geleidend materiaal voor de retorten te zoeken (carborundum) en de wand zoo groot mogelijk oppervlak te geven, d.w.z. de doorsnede zoo gerekt mogelijk te maken. In dit verband blijkt dus de Rijnlandsche retort de voorkeur te verdienen boven de Belgische.

Vóór de reductie van het zink aanvangt, is een volledige uitdrijving van water en koolzuur noodig, ook is het van belang het grootste deel van de vluchtige koolwaterstoffen verwijderd te hebben om de concentratie van de zinkdampen zoo groot mogelijk te krijgen.

Na het inbrengen van de lading, waarmee men te Budel om zes uur v.m. aanvangt, wordt in het eerste half uur waterdamp, daarna hydraatwater en CO_2 van de carbonaten uitgedreven bij matige temperatuur. Is dit afgelopen, dan wordt de temperatuur scherp opgevoerd, de kool grootendeels ontgast en het ijzer tot ferro gereduceerd. Vijf uur na de lading vangt de reductie van zinkoxyde aan. De zware teer, die zich dan in de ontvanger afzet, moet vóór de eigenlijke condensatie van het zink begint, uitgehaald worden.

De reductie-eindtemperatuur is voor galmei 1400° , voor blende-roost 1500° .

Vermindert men plotseling de temperatuur in de oven, omdat er b.v. reeds tijdens de ontgassing zink overdistilleert, dan „zet” zich de charge, en vormt zich een taaie dikke slak, die voor de reductie een veel hogere temperatuur noodig maakt. De temp. verandering mag daarom slechts geleidelijk plaats hebben.

Sterk ijzerhoudende ertsen worden het best dadelijk na het inbrengen snel verhit, zoodat de temperatuur na $1\frac{1}{2}$ —2 uur 1000° is. De ferri reduceert dan vlot, het ZnO wordt daarbij nog weinig gereduceerd.

¹⁾ Metall und Erz 1920 p. 209.

Temperatuur van de condensator. Daar de temperatuur van den ontvanger gemiddeld het best 725° is, komt men tot een warmteafvoer van 0,21 cal. per cm^2 wandoppervlakte per uur. Dit kan het zich condenseerende zink alleen niet leveren, de warmte, die nog toegevoerd moet worden, is in het algemeen voldoende van de overstraling en van de afkoeling der reductie gassen te krijgen.

b. *Invloeden op de reductie.* Boven werd de bemoeilijking van de reductie bij plotselinge temperatuurdaling vermeld.

Volgens Johnson¹⁾ reduceert het oxyde zich na voorafgaande verhitting lastiger wegens de vorming van zinkzinkaat.

Van de bijmengselen van het ZnO (blz 189) verminderen ZnS en ZnSO₄ veelal het rendement van de productie²⁾; het voor de retort zeer gevaarlijke (Mn + Fe) mag voor niet meer dan 10% in het erts voorkomen³⁾; de sulfaten en sulfiden van Ca, Mg en Pb bevorderen de ZnS-vorming, terwijl ze bovendien en ook het BaSO₄, SrSO₄ enz. voor hunne reductie zeer veel warmte nemen⁴⁾.

Fluorverbindingen zijn in den regel bij de roosting uitgedreven, zijn ze nog aanwezig, dan is menging met F-vrije ertsen noodig, zoodat de ontstaande slak niet dunvloeibaar blijft en dan de retortwand bereikt.

Kiezelzuur en silicaten zijn te vreezen, wanneer licht vloeibare slakken kunnen ontstaan (overmaat Mn en Fe), „verdunnen” overigens alleen de charge.

c. *Gassen*⁵⁾. De snelheid van de gassen moet in den ontvanger 5,5–8 cm. per seconde zijn, opdat het zink tijd heeft neer te slaan.

1) Glückauf 1918 p. 154.

2) Revue universelle des mines 44 3e série 1900 p. 247. Kort verslag Prost p. 46. Lindt in Metall und Erz 1915 p. 335 vond, dat bij een klein percentage van een der twee een corresponderende hoeveelheid van het ander gunstig werkt, misschien door de omzetting $\text{ZnS} + \text{ZnSO}_4 = 2\text{Zn} + 2\text{SO}_2$. Bij gering ZnS gehalte werkt eenig ijzer gunstig: $2\text{ZnS} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} = 2\text{Zn O} + 2\text{FeS} + \text{CO}$.

3) Prost p. 52. In enkele gevallen schijnt een hooger Fe gehalte toelaatbaar, b.v. van 20%; echter blijkt bij de beschrijving niet of ook voldoende SiO₂ aanwezig was voor slakvormig. Zie The Mineral Industry Vol. 14 1907.

4) Prost p. 48.

5) Gasmeszgeräte. Metall und Erz 1919 p. 273.

De samenstelling van de gassen is onderzocht door Mühlhäuser ¹⁾. Dadelijk na het inbrengen van de charge treedt aan den ontvanger een zwak lichtende roode vlam op (water), die na korten tijd groen gezoomd wordt, om daarna zuiver geel te verschijnen (koolwaterstoffen). De gele vlam gaat over in een blauwe (CO en Zn), zoodra het reductieproces aanvangt. De allonge wordt dan opgezet. Bij sterke doorlaatbaarheid (breuk) van de retort blijft echter de vlamkleur geel.

De samenstelling van de gassen is in vol % b.v.

	CO ₂	O	CO	CH ₄	H ₂	N ₂
5 uur na de lading	1,3	0,1	64-85*)	3	6,5	22-3*)
22 " " " "	0,8	0,1	47-72*)	2	9	40-8*)

Gedurende het geheele proces blijft de ontgassing van de kool vrij gelijkmatig doorgaan.

d. *Doorlaatbaarheid van de retort.* De doorlaatbaarheid van de retorten²⁾ blijkt sterk afhankelijk van haar deugdelijkheid.

1. Rij gave retorten is onderdruk in de verbrandingsruimte weinig schadelijk, bij gescheurde treedt echter veel gas (Zn damp) in de ovenruimte.

2. Veel verlies wordt geleden, wanneer de mond van de retort verstopt is, zoodat groot drukverschil ontstaat. De verstopping vindt veelal plaats doordat in het koudere vóórdeel Zn en ZnO tusschen de ganggesteenten zich vastzetten.

Mühlhäuser controleerde de doorlaatbaarheid door de bepaling van het gehalte stikstof, die door de retortwand diffundeerde, na te gaan bij overdruk in de oven.

Bij normale retorten zal overal in den oven dit gehalte ongeveer gelijk zijn, want: 1. de overdruk in de ovenruimte is bij den schoorsteen ongeveer de helft van vóór in den oven, 2. bij den schoorsteen is de atmosfeer veel N-rijker, omdat aan de gasstroom telkens nieuwe verbrandingslucht wordt toegevoerd.

Inderdaad was deze controle op breuk en poreusheid heel aar-

¹⁾ Metall und Erz 1918 p. 431. Zie ook Prost p. 45 voor analyses van gas voor en tijdens de reductie.

^{*)} Getallen van 1ste tot 8ste dag na het in gebruik nemen van de retort.

²⁾ Metall und Erz 1919 p. 191, 219 en 323.

dig. Het bleek, dat nieuwe retorten geleidelijk dichter worden en na 8 dagen ongeveer normaal zijn geworden (N-gehalte 5,3 vol %). Na ruim 60 dagen vermindert de dichtheid sterk. Door het uitkrabben van de massa slak en metaal, die zich bij den mond vastzetten, werd de poreusheid telkens veel verhoogd.

e. *Zinkaftapping*. Het zich in den ontvanger verzamelende zink wordt bij de Belgische ovens meerdere malen afgetapt, bij de Rijnlandsche en Silezische in den regel éénmaal aan het einde van de reductie.

Te Budel werd de ontvanger te 6 en 11 uur n.m. en 5 uur v.m. geledigd van de charge, die om 6 uur v.m. ingebracht was. Het eerste distillaat is het zuiverst en kan direct op messing verwerkt worden, het tweede is geschikt voor walsing, terwijl het laatste nog voor galvanisatie van ijzer gebezigd kan worden. Meestal echter gaat men tot raffinage van het ruwzink over.

Het aftappen geschiedt veelal in ijzeren pannen van eenige liters inhoud, bevestigd aan een lange steel. De geheele inhoud van de retort wordt met een soort lepel in de pan gehaald, de korsten enz. afgetrokken en het zink in rechthoekige ijzeren vormen tot ± 20 K.G. zware baartjes gegoten.

Soms acht men ook bij de aftapping een beschutten van den werkman noodig en brengt op de langs rails gevoerde ijzeren pannen schermen of iets dergelijks aan ¹⁾.

De zinkkorsten en het zinkoxyde worden bij de volgende charge gevoegd en in de bovenste retorten gereduceerd.

f. *Zinkverliezen*. De verliezen aan metaal zijn grooter dan bij andere metallurgieën, hoewel ze gaandeweg belangrijk kleiner geworden zijn. In 1844 was het rendement 62 %, in 1875 75 %, tegenwoordig normaal minstens 87 %.

1°. Het metaal blijft gedeeltelijk in de reductierest achter als sulfide, silicaat of in een omhulling van slak. Verlies van 1 à 2 %.

2°. Zn vormt met het alminiumslicaat van de retort zinkspinel. Oude retorten bestaan voor 7 à 8 % uit Zn.

¹⁾ Glückauf 1917 p. 899; Metall und Erz 1915 p. 9. Eng. Min. Journal 1912 Bd. 3 p. 849; Eng. Min. Journal 1914 Bd. 98 p. 1034.

3°. De retortwand laat Zn damp door. De hoeveelheid is sterk van de hoedanigheid van de retort afhankelijk. Verg. blz. 230.

4°. Een klein gedeelte van de damp condenseert niet en bereikt de atmosfeer.

In totaal gaat minstens 7 à 8 % van hetgeen in de retort gebracht is, verloren. Telt men hier het verlies tijdens de roosting bij, dan komt tot 10 % als minimum verlies; soms belooft het tot 30 %!

Een samenvattend artikel is opgenomen in Bull. Am. Inst. Eng. 91 p. 1411. Losses of zinc in mining, milling and smelting.

g. *Zinkstof*¹⁾. Dit product, welks gemiddelde samenstelling op blz. 194 gegeven is, vormt 7—10 % van de geheele zinkproductie. Vaak mengt men het met de volgende charge; zijn de ertsen cadmiumrijk, dan distilleert dit metaal in het eerste uur over en vindt men in het zinkstof, waaruit het gewonnen wordt²⁾.

Overigens komt het zinkstof in den handel, de waarde wordt bepaald door het gehalte aan metallisch zink. Het is een krachtig reductiemiddel — benzidinebereiding —, drijft vele metalen uit hunne verbindingen — zuivering van electrolyten —, slaat Ag en Au in het cyanideproces neer. Voor „Sherardiseering” zie blz. 236.

Onder druk vloeien de zinkdeeltjes in het stof samen; in de praktijk gelukt deze zinkwinning toch niet goed³⁾.

h. *Reductierest*. De rest in de retort is gemiddeld 40 à 50 % van de charge. Ze bevat behalve kool in België 4,1 % Zn; 5,6 % Pb; 0,021 % Ag; in Amerika vaak 7 % Zn⁴⁾. Het Zn is aanwezig als ZnS, ZnO en circa $\frac{3}{4}$ % zinkspinel. Het lood is maar voor een klein gedeelte metallisch, veel komt voor als silicaat⁵⁾. In het voorste gedeelte van de retort, waar deze opgelegd is, dus over 5—8 cM., verzamelt zich veel zink, dat niet uitgedreven

1) Glückauf 1918 p. 229. Die Verwertung des Zinkstaubes.

2) Liebig p. 485 met fig.

3) Liebig p. 482 met fig. van de pers.

4) Prost p. 130 geeft eenige slakanalyses.

5) Prijsbepaling van loodh. slak Metall und Erz 1912|13 p. 136.

kan worden. Dit deel van de slak vangt men apart op ¹⁾ en voegt het aan de volgende charge toe. Achter in de retort is het zinkgehalte van de slak $\pm 2.9\%$.

Vaak wordt de slak verwerkt: fijn gemaakt — te Budel in een kogelmolen — en gezeefd. De grove deelen bevatten aanzienlijke hoeveelheden onverbruikte kool en worden verstookt. De fijnere deelen ondergaan een verwassching ²⁾, maar meer dan 40% van het lood en zilver is toch niet te winnen. Te Budel is een volledige wasscherij met deinmachines, spitskasten en roteerende tafels.

Stolzenwald wint het zink van de slak door ze in een vlamoven te verhitten en het oxyde op te vangen in filters.

Ook werpt men wel de geheele slak ongemalen in de generator; tusschenschakeling van een rij filters tusschen generator en oven is dan natuurlijk noodig. Metall und Erz 1920 p. 13.

Samenvattend artikel in Glückauf 1918 p. 205.

Behalve de rest, die bij het reinigen uitgehaald wordt, vormt zich vooral bij de tegen het einde van het proces opgevoerde temperatuur een aanzetting tegen en in de retortwand, die voortdurend dikker wordt en op den duur de retort onbestand tegen temperatuurverandering maakt.

Deze korst is door Mühlhäuser ³⁾ onderzocht: SiO_2 67%; Al_2O_3 13,6; FeO 11; CaO 5,5; ZnO 3,5; andere oxyden 0,5%.

Ze is dus een trisilicaat $\text{MO} : \frac{1}{2} \text{SiO}_2 = 1 : 3$, een zout van $\text{H}_2\text{Si}_3\text{O}_8$. Als beschutting van den wand tegen de dun vloeibare slakken is ze van belang.

In het algemeen wordt na de korstvorming de wand nog maar weinig aangetast. In den beginne treedt echter verslakking op, als het voornaamste vloeimiddel, FeO , dat met SiO_2 fayaliet Fe_2SiO_4 vormt met smeltpunt 1075° en temperatuur van dunvloeibaarheid 1155° , opgezogen wordt in de poreuze wand en zich met kiezel-

1) Liebig p. 468 met plaat.

2) Dor-Delattre vangt de zinkrijkste resten op in wagentjes, die mechanisch op een verzamelhoop ledigen.

Chem. Zt. 1912 Bd. 36 Repert. p. 388 met fig.

3) Metall und Erz 1918 p. 303.

zuur verbindt tot FeSiO_3 , welks smeltpunt bij 1500° ligt. Door bovendien Al_2O_3 te assimileeren, wordt de ingedrongen vloeïende massa steeds strooperiger en eindelijk vast. Dit doortrekken van de wand met ijzerverbindingen maakt haar heterogeen en minder bestand tegen de temperatuurwisseling.

Ook na de vorming van de trisilicaatkorst vindt een doorbreken naar de wand van FeS (smp. 1194°) of FeSiO_4 nog wel plaats, wanneer b.v. in de charge niet voldoende kiezelzuur aanwezig is voor de binding van het ijzer tot hooger silicaat.

i. *Raffinage*¹⁾. 1. Deze heeft op eenvoudige wijze plaats door insmelten van de baartjes ruwzink in een vlamoven met een flauw naar achteren hellenden bodem van 2×3 M. Het diepste deel ligt 0,5 M. beneden de werkopening in den achterwand, de inhoud is circa 30 ton³⁾, *fig. 40*.

Het ingesmolten zink wordt, nadat het eenigen tijd rustig zich van de bijmengselen heeft kunnen scheiden, uitgeschept in ijzeren vormen ongeveer van gelijke inhoud (± 25 K.G.) als die voor ruwzink, die veelal radiaalsgewijs gerangschikt zijn op een voor den oven rondgaanden cirkelvormige plaat²⁾. Per oven kan 10 à 15 ton zink dagelijks worden gewonnen. Het kolenverbruik is 8 à 10 % van het zinkgewicht.

Het lood-zilver bad op den bodem bevat ongeveer 6 % Zn. Het wordt in een grafietmoffel gedistilleerd of toegevoegd bij een loodbad, dat naar de methode van Parkes³⁾ van edel metaal wordt ontdaan. Het hardzink met 90 % Zn laat men nog eens het reductieproces doorloopen. De aan de opp. van het zinkbad drijvende korsten van ZnO met Cu, Sb en As, die door eenig toegevoegd MgCl_2 als chloriden aanwezig zijn, worden ook weer in de retorten gebracht.

De raffinage geschiedde eertijds in ijzeren pannen. Deze losten echter op den duur op en waren duur door het groote kolenverbruik.

Geraffineerd handelszink bestaat b.v. uit⁴⁾:

1) Glück Auf 1918 p. 231. Die Reinigung des Rohzinks.

2) Liebig p. 474 met plaat en Prost p. 128 met fig.

3) Prost p. 307.

4) Prost p. 2.

Zn 98,82 %; Pb 1,00; Fe 0,07; Cd 0,10; Sn As Sb sporen.

2. Redistillatie in gewone retorten is geprobeerd in Amerika, het zinkverlies is 10 à 12 %¹⁾. Alleen in elektrische ovens schijnt de bewerking loonend (Skandinavië-Trollhättan).

j. *Eigenschappen van het zink*²⁾. Smeltpunt $419,4^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$. Kookpunt $920^{\circ} \pm 5^{\circ}$. Verandering van $0,15^{\circ}$ geeft wijziging van 1 m.m. kwik. (Burgess en Le Chatelier) p. 422. Begin van sublimatie in luchtledig 184° . Dampdruk³⁾.

T in ° C:	500°	600°	700°	800°	900°
dampdruk in m.m. kwik:	5	20	70	225	580
T in ° C:	920°	1120°	1230°	1280°	1510°
dampdruk in atm.:	1	6,3	11,7	21,5	53

S.G. van gegoten zink 6,915—7,158, gehamerd tot 7,3; S.W. van 0—100°: 0,0956; lineaire uitz. coëff.: $29,1 \cdot 10^{-6}$; trekvastheid gegoten 2, in draad tot 16 K.G. per m.m.; pletbaar bij 100—150°, broos bij lagere temperatuur en bij 200°.

Spanningsverschil Zn—Zn SO₄ 0,52 Volt.

Spanningsrij: Cs Rb K Na Mg Al Mn Zn Cd enz.

De invloed van allieerbare metalen is voor:

lood. tot 1 % onschadelijk, bevat het zink meer dan 2 %, dan gaat de marktwaarde snel achteruit. Voor fijne bronzen (patroonhulzen) is meer dan 0,1 % niet toelaatbaar.

cadmium. tot 0,5 % van geen invloed; in fijnere bronzen laat men tot 0,15 % toe, bij grotere hoeveelheden wordt het zink onpletbaar.

ijzer. maakt hard en bros; tot 0,1 % is het echter niet hinderlijk. In bronzen is meer dan 0,05 % schadelijk.

tin. weinig meer dan zelfs sporen maken het zink onpletbaar. Andere elementen maken het zink in het algemeen bros.

Uitvoerige beschouwingen over de veredeling van zink door allieeren met ijzer, tin, aluminium en koper, waarbij minstens

1) Metall und Erz 1915 p. 430.

2) Voor andere constanten zie Smith Ch. VIII.

3) Tables annuelles de constantes etc. I 1912 p. 112.

90 % van het alliage zink is, geeft Schulz in Metall und Erz 1916 p. 279 — met talrijke metallografische fotografieën —.

Metallografie van te walsen zink in Revue universelle des mines, etc. 1913 II p. 31.

k. *Toepassing van het zink.*

Als metaal: gewalste platen¹⁾ productie in 1900 59922 ton gegoten voor beelden, zuilen, luxeartikelen; vaak verkoperd, verbronsd enz. in galvanische elementen. voor de zincografie.

voor ontzilvering van lood volgens Parkes. Het zink moet zoo mogelijk ijzervrij zijn, zie Ingalls p. 60.

Als deklaag op ijzer (procédé uitgevonden in 1837). Smith geeft op dat 70 % van het totale verbruik op deze post komt.

Het opbrengen van het zinklaagje²⁾ geschiedt door: 1. indompeling van het ijzer in Zn bad³⁾; 2. electrolyse³⁾; 3. „sherardiseering⁴⁾”, d.i. door het plaatsen van de ijzeren voorwerpen in een ruimte waar bij 400° zinkstof verdampt; 4. opspuiten van fijn zink. (methode Schoop⁵⁾).

In alliages⁶⁾ Zn en Cu mengen zich in nagenoeg alle verhoudingen. Messing en brons nemen ongeveer 20% van de geheele productie.

	Zn	Cu	
antifrictiemetalen	75—85	5—10	Sb 9—10
messing	30—45	45—60	
bronzen	0—10	80—90	Sn 5—15
nieuw zilver	15—35	50—65	Ni 10—35

1) Walstemp. 100-150°, korte beschrijving Prost p. 148.

2) Handelsmaten, kosten en historie van plaatzink Ingalls p. 50. Productie Ingalls p. 90.

3) Fr. Hartemann. Verzinnen, Verzinken, enz. Chemisch-technische Bibliothek Bd 76.

4) Smith p. 164 en 165.

5) Smith. p. 164.

6) Kaiser. Zusammensetzung der gebräuchlichen Metalllegierungen. 1911.

Vosmaer. Metalen en legeringen. L. Guillet. Etude théorique des alliages metalliques. Guillet. Etude industrielle des alliages metalliques.

Als verbinding.

ZnO. verfstof (zinkwit).

ZnS + Ba S O₄ lithopoon¹⁾ (1874). verfstof.

ZnCl₂. houtimpregnatie, textiel.

ZnSO₄. mordant in de katoendrukkerij.

Praeparaten in de geneeskunde.

7. Retorten enz.

a. *Belgische en Rijnlandsche retorten.* De fabricage van de retorten is aan de smelterij verbonden, omdat het vervoer ongebakken zou moeten geschieden. Het is nl. voor de duurzaamheid van de retort niet mogelijk haar na tempering bij nagenoeg 1000°, af te koelen, in den oven te plaatsen en weer te verhitten. Het inbrengen moet in gloeienden toestand geschieden.

En dat het retortenbedrijf geen geringe factor in de zink-metalurgie is, bewijzen de cijfers: op de totaalkosten van de bewerking van 1 ton erts van £ 2.4.3½ valt 0.4.8½ op retorten of 10,6 % (Smith p. 112). De lang gevolgde wijze van het met behulp van vormen²⁾ uit de hand bereiden der retorten, is nu dan ook algemeen vervangen door de mechanische fabricage.

De samenstelling is gewoonlijk (Al₂O₃)_n(SiO₂)_m, met kleine hoeveelheden ijzer, kalk, magnesia, kool. Gebakken is dit mengsel poreus, maar wordt na een dag of acht vrij dicht, ondergaat dus goed temp. wisseling, want de korrels hebben gelegenheid zich uit te zetten. De vastheid is voldoende om een charge van ± 80 K.G. toe te laten.

Al-silicaat is te moeilijker smeltbaar naarmate het basischer is: het smeltpunt wisselt van 1690° voor Al₂O₃ 10 SiO₂ tot 1890° voor Al₂O₃ SiO₂³⁾.

Theoretisch moet de retort, opdat aantasting zoo weinig mogelijk plaats heeft, kiezelrijk zijn bij zure ganggesteenten en veel Al₂O₃

1) „Lithopone”. Journ. of the Society of Chem. Ind. 1909 p. 403.

2) Die Herstellung der Zinkmuffel in Rheinland und Belgien. Metall und Erz 1913 I p. 78.

3) Prost p. 61.

bevatten bij basische; in de praktijk houdt men zich in den regel bij een vaste gemiddelde samenstelling.

Men neemt bij voorbeeld¹⁾:

50 deelen gebrande klei (chamotte) ter korrelgrootte van 2 à 3 mm.

40 deelen ongebrande, goed verweerde en gezeefde klei.

10 deelen gemalen cokes.

Te veel Al_2O_3 maakt de wand weinig bestand tegen temp. wisseling. Het gehalte varieert van 30 tot 10 0/0. In België maakte men retorten van de samenstelling ongeveer als de Dinassteen met 94 0/0 SiO_2 , die zeer vast waren en goed bestand tegen de bedrijfsomstandigheden²⁾. Ook te Budel neemt men hoog SiO_2 gehalte.

De ingrediënten worden na droging en zeping gemengd³⁾, onder walsen gemalen en met ± 8 0/0 water plastisch gemaakt.

De massa wordt in een strengpers tot ballen („ballots”) gesneden⁴⁾ en naar de retortenpers gevoerd. De klei moet dan homogeen en zonder luchtinsluitels zijn.

De oorspronkelijke retortenpers is van Dor⁵⁾; Delattre en anderen brachten verbeteringen aan, die wel hoofdzakelijk hierop berusten, dat er vermeden wordt dat tijdens de persing lucht in aanraking met klei is. Het principe van de pers is eenvoudig, (zie fig. 41).

De bal a wordt tusschen B en C geschoven bij neergelaten stand van C: I; C opgeschoven; dan p en p' gezamenlijk bij afgenomen A opgeperst, zoodat hij in B terecht komt, het uitstekend deel wordt afgesneden en A opgezet; daarna gelijktijdig p naar boven en p' naar beneden bewogen, waardoor de onderhelft van de retort gevormd wordt: II; ten slotte wordt bij afgenomen deksel A de geheele massa tusschen p en B doorgeperst door opwaarts

1) Eenige algemeene opmerkingen in Glückauf 1917, p. 733. Samenstelling van kleien geeft Schnabel II p. 116. Het onderzoek is beschreven in Zt. f. angew. Chemie 1903 p. 148. Prijsbepaling Metall und Erz 1912|13 p. 137.

2) Stolzenwand p. 50.

3) Prost p. 53, Liebig p. 344.

4) Kneedmachine in Glückauf 1917 p. 734 met fig.

5) Uitvoerige beschrijving Prost p. 66.

bewegen van p' , terwijl in de retort lucht door een kanaal in p kan intreden: III. De capaciteit van de pers is 30 stuks per uur.

De pers van Mehler is afgebeeld in Liebig p. 352 en Glückauf 1917. p. 734. Ze wijkt weinig van de beschrevene af.

De retorten worden verticaal in de eerste droogkamer ¹⁾ opgesteld; na een maand ²⁾ op 17° gedroogd te zijn, gaan ze een maand naar de tweede op 25° om daarna nog gelijken tijd in een derde bij 40° te verblijven. Na nog 8 dagen op 50° gestaan te hebben is de droging voldoende om ze naar de temperoven ³⁾ te brengen ⁴⁾.

Hier verliest ten slotte de klei het moleculair gebonden water; er moet evenwel voor worden gezorgd, dat geen der vuurvaste bestanddeelen gaat vloeien, daar een glasmassa niet tegen temperatuurswisseling bestand is.

15 uren laat men de oven zonder verhitting bij $\pm 100^\circ$. Alle niet gebonden water is dan zeker uitgedreven. In de volgende 24 uur verhoogt men langzaam de temperatuur tot 800° en brengt in dezen roodgloeienden toestand de retorten in de reductieoven.

fig. 42. geeft het temperatuurverloop in de temperoven.

De klei van de retorten verandert, verliest water:

$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9\text{H}_4 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{SiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ bij 500° ; de chamotte blijft onveranderd. Pyriet, sideriet, limoniet en gips ontleden.

Bij 800° polymeriseert de Al_2O_3 zich. Verg. Proske, Dissertatie; Zts. v. angew. Chemie 1903 16 p. 151.

In de reductieoven verandert de retortwand aanmerkelijk, zie ook blz. 234. Zink wordt door het Al_2O_3 opgenomen als zinkspinel $\text{Zn}(\text{AlO}_2)_2$. Cokes gaat deze vorming tegen ⁵⁾. Schnabel II geeft als gemiddelde samenstelling

¹⁾ Liebig p. 365 met platen.

²⁾ In de oven van Möller en Pfeiffer, beschreven in Glückauf 1917 p. 735, 6 dagen.

³⁾ Schnabel II p. 143 met fig.; Liebig p. 371 met fig.

⁴⁾ Metall und Erz 1918 p. 202.

⁵⁾ Metall und Erz 1914 p. 333. Einwirkung von Schlacken und Dampfen auf Muffeln.

	van oude Belgische retorten	van moffels in Silezië
ZnO	15 %	16 %
Si O ₂	48	50
Al ₂ O ₃	33	32
Fe ₂ O ₃	3	1
overig	1	1

Over de klei en de retorten tijdens de reductie zie Zeitschr. f. angewandte Chemie 1919 p. 53.

Glazuur. Vóór het temperen brengt men vaak aan den binnenkant, soms ook aan binnen- en buitenkant, een laagje glazuur aan om de dichtheid te bevorderen.

Vooraf wanneer de retort cokes bevat is het raadzaam het uitbranden op deze wijze tegen te gaan.

Men gebruikt b.v. een dunne brij van 50 gewichtsdeelen klei, 40 deelen glas, 10 deelen soda of ook leembrij met eenig keukenzout.

In de reductieoven vormt zich door afzetting op de retort van stuifasch en diffundeerende zinkdamp, aan den buitenkant een glazuur¹⁾, vooral bij gebruik van generatorgas.

De samenstelling van de stuifasch enz. is door Mühlhauser nagegaan; in het glazuur blijkt de verhouding $M_2O : \frac{1}{2}SiO_2 = 1 : 2$ te zijn, het is dus een bisilicaat ($H_2 SiO_3$).

Buckey patenteerde een binnenbedekking van de retort van carborundum²⁾.

Levensduur. Bij gemakkelijk reduceerbare ertsen gaan de retorten 60 à 70 dagen mee. Voor moeilijker ertsen, die meer dan 1375° nodig hebben, is de levensduur aanmerkelijk korter, b.v. 25 dagen. Gemiddeld kan 30 à 35 dagen worden gerekend.

Afwijkende retorten. Hoewel geenszins ideaal, is de aloude

¹⁾ Metall und Erz 1918 p. 393.

²⁾ Glückauf 1917 p. 736.

wijze van samenstellen der vuurvaste massa niet noemenswaard gewijzigd.

Magnesia schijnt weinig te voldoen en is te duur; carborundum, dat prachtige resultaten gaf — dunne wand, zeer bestand tegen de bedrijfsinvloeden — brengt ook te hooge kosten mee.

Quesneau fabriceerde onlangs in New-Yersey retorten, die aan den binnenwand bekleed werden met een laag van 1 cM magnesia, wat weer beschermd werd door een laag van gelijke samenstelling als de buitenste wand. De resultaten schijnen vrij goed.

Clerck maakte retorten met koperen onderkant¹⁾.

Borgnet voorzag de retorten van de onderste rij van een luchtkanaal evenwijdig aan de as, om de retortentegen de groote warmte van het kolenvuur te beschermen²⁾.

Andere patenten geeft Glückauf 1917 p. 736 en 737.

b. *Silezische moffels*. De moffels, worden nog uit de hand gemaakt, eenige dagen gedroogd en dan naar de droog- en temperoven³⁾ gebracht, als bij de Belgische. Ook is de samenstelling ongeveer gelijk. Hildebrandt geeft b.v. op 45% Al_2O_3 53% SiO_2 . De plastische massa wordt tot platen gekneed, die om vormen gelegd en zorgvuldig aan elkaar verbonden worden, *fig 45*.

c. *Ontvangers*⁴⁾. De ontvangers van de Belgische retorten zijn in den regel conisch, soms ook met een kleine uitstulping, waarin het zink zich verzamelt.

Ze worden vaak nog uit de hand vervaardigd met behulp van een houten kern, echter is ook reeds mechanische bereiding mogelijk, waarbij per uur 120 worden gemaakt.

Levensduur 8 à 12 dagen. Smith (1918) geeft op voor kosten per stuk £5 à £6.

Voor nieuwere patenten zie Glückauf 1917, p. 749.

De Silezische⁵⁾ zijn dikwijls eenvoudige ronde of elliptische buizen tot 1 M. lang, met of zonder uitbuiking.

1) Glückauf 1917 p. 737.

2) Liebig p. 126.

3) Schnabel p. 170 met fig.

4) Schnabel II p. 171.

5) Hildebrandt p. 418.

Dagner¹⁾ vervolmaakt de condensatie door de ontvangers van twee naast elkander gelegen moffels in een derde condensator uit te laten monden, die zich nog voortzet in een vierde en vijfde. Het rendement is bevredigend.

Ook de ontvanger van Kleeman²⁾, die in plaats van een allonge een dikke opgaande verticale buis heeft, waarin de dampen en gassen een rooster met cokesvuur moeten doorstrijken, voldoet in de praktijk vrij goed.

d. *Allonges*. Deze worden op de ontvangers geschoven tegen het begin van de zinkreductie om de rest van het zink te condenseren. Het zijn kegelvormige pijpen van ± 75 cm. lengte met open top.

Verschillende meer samengestelde vormen worden gebruikt, ze bedoelen alle de weg van de gassen langer te maken.

Zie voor patenten Liebig p. 396.

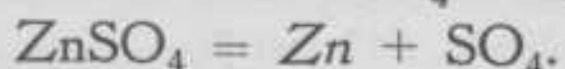
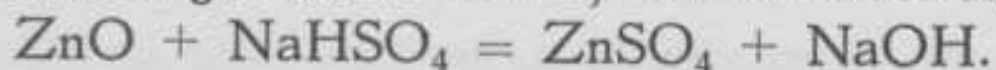
J. *Andere bereidingswijzen* (vergelijk blz. 196).

I. Voor gemengde Rammelsbergertsen gebruikt men te Oker schachtovens³⁾. Het zink kan echter niet als vloeibaar metaal worden afgetapt.

III. Het onder 18 genoemde procédé wordt gebruikt voor gemengde ertsen in Tasmanië.

19. Het „Fransche procédé”, toegepast te Silverton, Britsch Columbia, schijnt goede resultaten te geven. Geroost erts wordt behandeld met een oplossing van natriumbisulfaat met een klein Mn-sulfaatgehalte. Na een uur is al het zink in oplossing gegaan, Fe, Pb en Ag blijven achter.

Electrolyse met Zn en Pb elektroden doet MnO_2 op het Pb neerslaan, zoodat dit in het proces kan terugkeeren. Het Na-bisulfaat regenereert zich tijdens de electrolyse:



1) Liebig p. 404 met fig.

2) Liebig p. 401 met fig.

3) Liebig p. 505 met fig.

Het heet toepasbaar te zijn voor alle gemengde ertsen.

IV. 1. De oven van Laval¹⁾ wordt verwarmd door een lichtboog, *fig. 43* waarin: a. afvoer van Zn-dampen, b. slak, c. erts, e. elektroden.

Het fijne erts wordt gemengd met ijzer en kalk om de ganggesteenten te verslakken. De verliezen zijn 3% Zn, in de slak blijft 0,5%.

De oven is in gebruik te Trollhättan en Sarpsborg (Zw.); 18000 P.K., 6000 ton zink per jaar. Veel zinkstof. De versmelting van 1 ton 30%-erts neemt 1000 K.W.U. De kosten van 1 K.W.U. zijn 11 cts. (Smith. p. 127). Een korte beschrijving ook in Eng. a. Min. Journ. 93 p. 314.

2. In de oven van Côte en Pierron²⁾ reduceert door de warmte in de als krypophoor optredende massa, ijzer het sulfide tusschen de polen p en p' (*fig. 44*).

In a verzamelt zich lood, ijzersulfide en slak, terwijl het zink in b condenseert. Gedeeltelijk stijgt de damp naar boven in ruimte d, die met in petroleum gedrenkte cokes, gevuld is. De slak bevat 3% Zn.

Te Arundy in de Pyreneeën is een oven van 350 K.W. met wisselstroom van 55 Volt in praktijk. Per ton 35% erts is noodig 100 P.K. - dagen.

De installatie te Ugine is beschreven in Berg-und Hüttenmännische Rundschau 1914 p. 101.

3. Johnson³⁾ en anderen⁴⁾ hebben weinig succes, de stroom is in het algemeen te duur. De oven van Nathusius wordt beschreven in het Metall und Erz 1918 p. 87.

1) Prost p. 145.

2) Glasers Annalen 1919, p. 63: Electriccher Ofen zur Herstellung von Zink nach Côte-Pierron; Schnabel II p. 429 met fig.; Liebig p. 542 met fig.

3) Liebig p. 536; Mining World 40 p. 48. Johnson's el. zincprocess; Journ. of the Royal Soc. of Arts 1916 p. 513.

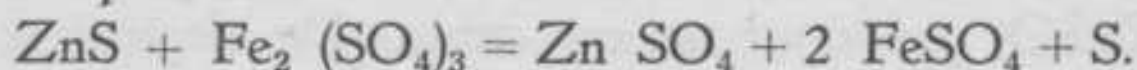
Hij verwerkt gemengde ertsen; lood enz. worden in de slak opgenomen.

4) Liebig p. 532 met fig.; Smith. p. 130; uitvoerig artikel in Glückauf 1915 p. 584 met fig.

VI. ¹⁾ 1. Het procédé Höpfner ²⁾ vindt toepassing — te Duisburg — bij de verwerking van afgerooste pyriet, die tot 20 % Zn bevat. Gedurende 20 uren worden deze resten in moffels chloreerend geroost met ongeveer 20 % keukenzout bij 600°. De oplossing in water bevat ZnCl₂ met eenig ZnSO₄ en keukenzout. Door afkoeling op 5° kristalliseert het Na₂SO₄ nagenoeg geheel uit. IJzer en mangaan slaan neer met CaCl₂ en CaCO₃, terwijl de rest der verontreinigingen verwijderd worden door behandeling met zinkstof.

In de aldus gezuiverde oplossing met 0.08 à 0.12 % vrij zuur, wordt zink van 99.96 % afgescheiden op een draaiende zinkelektrode. Als anode dient een koolplaat. Stroomdichtheid 100 amp. per M², spanning 3.3 à 3.8 volt.

2. Siemens & Halske ³⁾ gebruiken als electrolyt ZnSO₄, dat in het algemeen in de praktijk beter voldoet dan ZnCl₂ ⁴⁾. De oplossing wordt verkregen door inwerking van ferrisulfaat en zwavelzuur op blende:



Bij electrolyse oxydeert het vrijkomende SO₄ het ferrosulfaat weer. Met een kleine anode meent men door vorming van ozon of persulfaat de hydruur-afscheiding aan de kathode tegen te gaan. De methode wordt toegepast in Silezië; stroomdichtheid aan de kathode 150, aan een anode 3000 à 7000 amp. per M², spanning ruim 3 volt; per K.G. zink is 3 K.W.U. noodig. Het neerslag is voor 99.96 % Zn en mooi compact.

3. Te Anaconda, waar sinds 1916 groote werken opgericht worden, electrolyseert men een oplossing van ZnSO₄, die verkregen wordt, door het erts ⁵⁾ zorgvuldig bij een temperatuur van maximaal 730° te roosten, zoodat het ijzer geen ferrietvorming geeft.

¹⁾ Kershaw. Die elektrochemische und elektro-metallurgische Industrie Groszbritanniens.

²⁾ Liebig p. 570.

³⁾ Metall und Erz 1913 p. 60.

⁴⁾ vgl. Hildebrandt p. 434.

⁵⁾ Zn 17%, S 14%, Pb 2%, Cd 0.5%, Fe 6%, ganggesteente 40%. Het wordt niet geconcentreerd.

Uitloosing met 6 % H_2SO_4 bij 60°C doet ZnO en eenig Fe , Pb en Cd oplossen. Door toevoeging van CaCO_3 neutraliseert men de overmaat zuur en slaat Fe en Pb neer. Sporen Cu en Cd worden door inbrengen van ZnO geprecipiteerd.

De oplossing bevat nu: Zn 6 %; Mn 0.1 — 0.3 %; Pb sporen; Ca ; en wordt geëlectrolyseerd in met lood bekleede houten bakken; kathode is Al of Zn , anode Pb . Spanning 4 Volt, stroomdichtheid 325 Amp. per M^2 . 1 P.K.-dag geeft 4.5 K.G. zink. Metall und Erz 1917 p. 203; Mining World 43 p. 1013.

Descriptive flow-sheet of the electrolytic zinc plant of the Judge Mining and Smelting Co Park City, Utah, in Eng. and Min. Journ. 1920 II p. 1120. Zie ook Min. and Scient. Press 1920 vol. 121 p. 795.

Andere wijzen van bereiding der electrolyt zijn gegeven door:

4. Létrange. Hij roost het sulfide voorzichtig tot een mengsel ZnO en ZnSO_4 en loogt uit met zuur. De electrolyse met een zink- en koolectrode geeft weer zuur, dat nieuwe roostmassa kan oplossen.

Toepassing b.v. in Trail, Canada, waar in 1916 30 à 40 ton zink per dag bereid werd. Voor 1 K.G. zink is 17 K.G. kool noodig.

5. Stadtler maakt door electrolyse van keukenzout NaClO en lost hiermee zinksulfide als natriumzinkaaf op.

Dit geeft in de NaCl -oplossing bij ontleding Zn en Cl , dat weer NaClO vormt.

7. Strzoda¹⁾ brengt de oxydische of carbonaat-ertsen in aanraking met de negatieve poolplaat, zoodat de ontwikkelende waterstof het zink reduceert, hetwelk in de alkalische vloeistof oplost en op de anode neerslaat.

¹⁾ Liebig p. 575.

BESLUIT.

Reeds in de oudheid was het zink in gebruik, niet als zoodanig, maar in brons en messing. Ongeveer 1400 schijnt in de ovenwanden van de loodsmelterijen te Goslar in de Harz het metaal zelf gevonden te zijn. Al eerder, misschien sinds in 1200, kenden de Chineezers het zink; het was grootendeels hun product, dat in Europa tot in het laatst van de achttiende eeuw voor de messingfabricage diende, toen de ontdekking van de mogelijkheid om uit galmei het zink te bereiden in Silezië verschillende groote smelterijen deed ontstaan. Weinige jaren later werd aan den apotheker Dony vergunning verleend om nabij Luik de galmei van Moresnet te verwerken, terwijl in het midden van de vorige eeuw de werken in Rijnland en Westfalen opgericht werden. Na de zestiger jaren is men dan meer en meer overgegaan tot de verwerking van de rijkere blendeërtsen. In Amerika werd de zinkindustrie pas na 1890 met het toepassen van het Wetherillproces (blz. 209) van grooten omvang. (Liebig hoofdstuk 4, Geschiedte des Zinks).

Hoewel de voorkomens van goed te verwasschen blende nog geenszins uitgeput zijn, zal het in de toekomst toch van groot belang zijn, de veel verbreide complexe ertsen, die met een hoog ijzer- of loodgehalte, te kunnen versmelten. Van de eerste komen ook in Indië rijke gangen voor, alle met erts van 20—30% Fe S. Van scheiding schijnt geen sprake te kunnen zijn, het is voorloopig nog waardeloos.

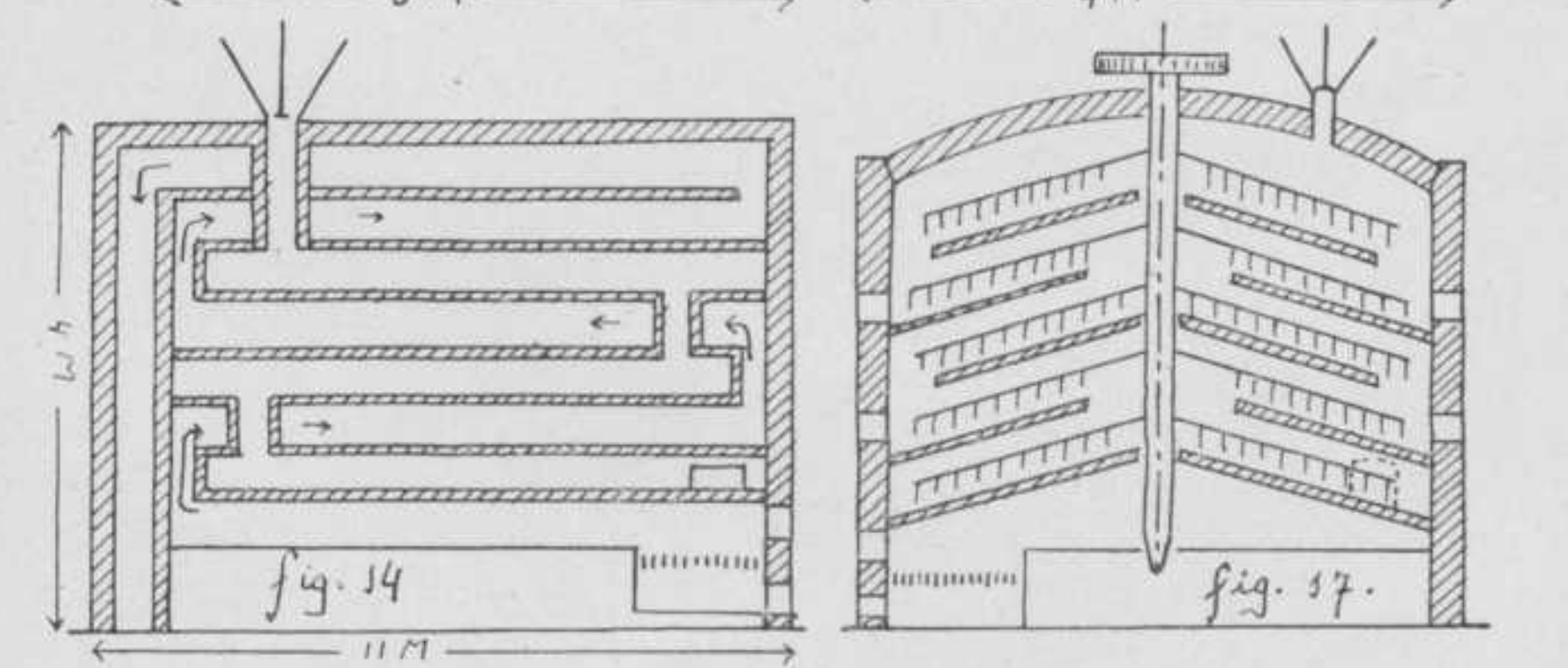
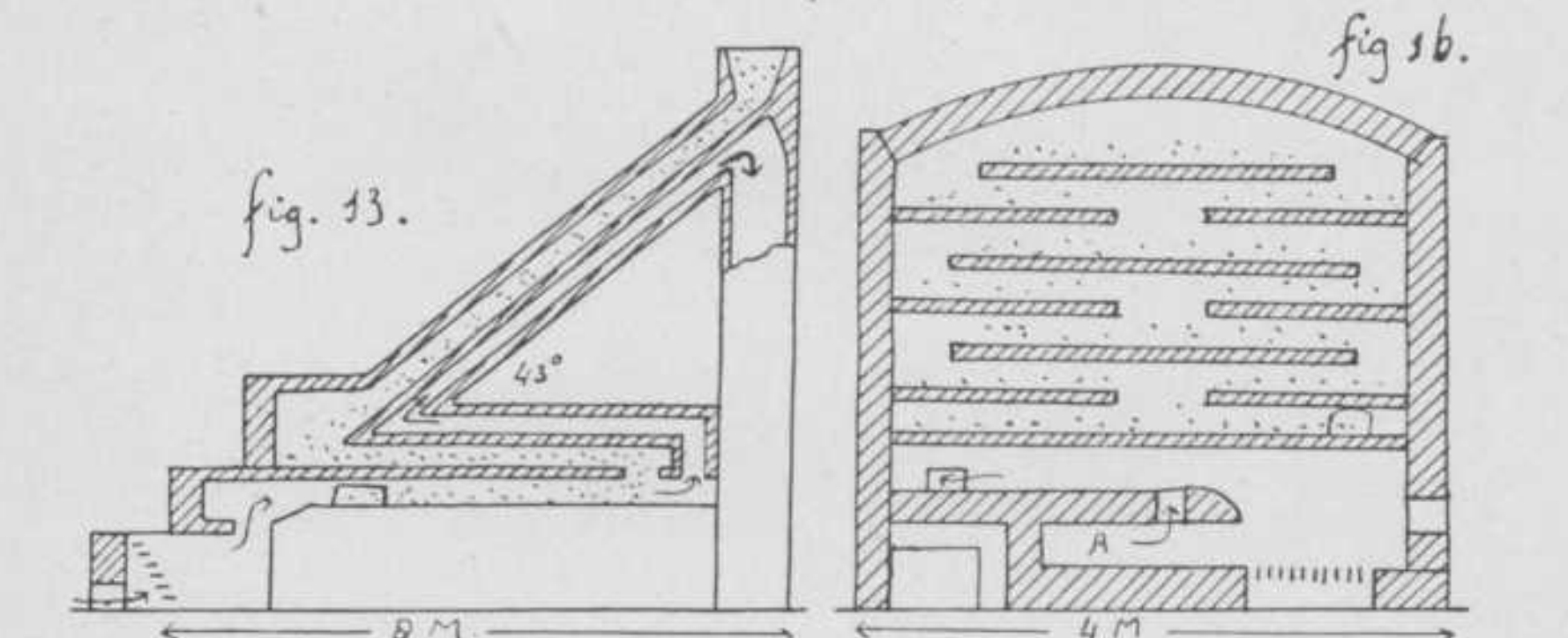
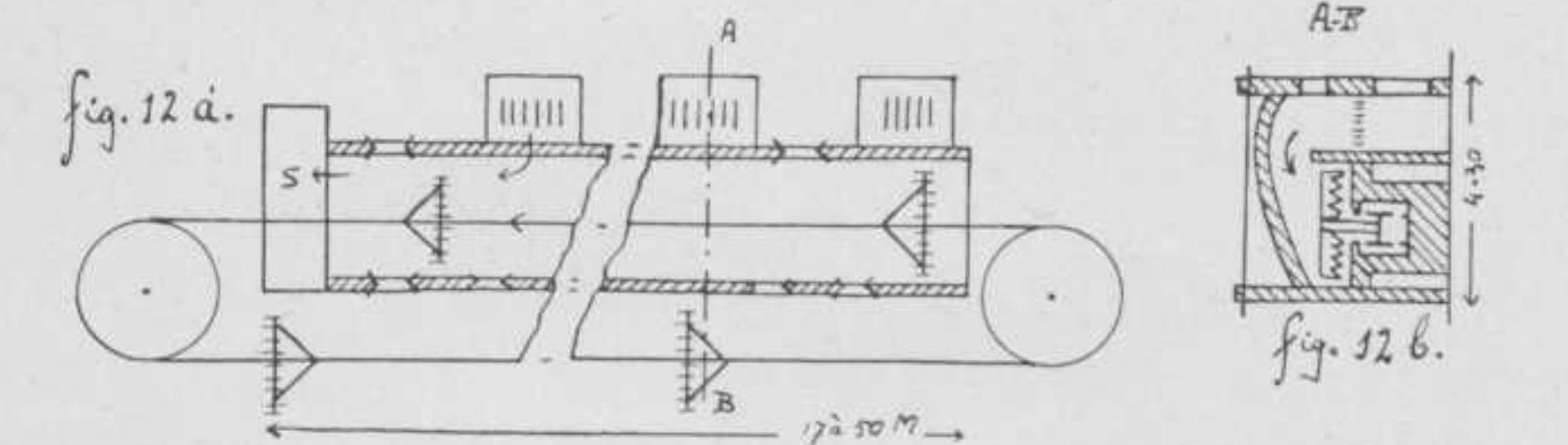
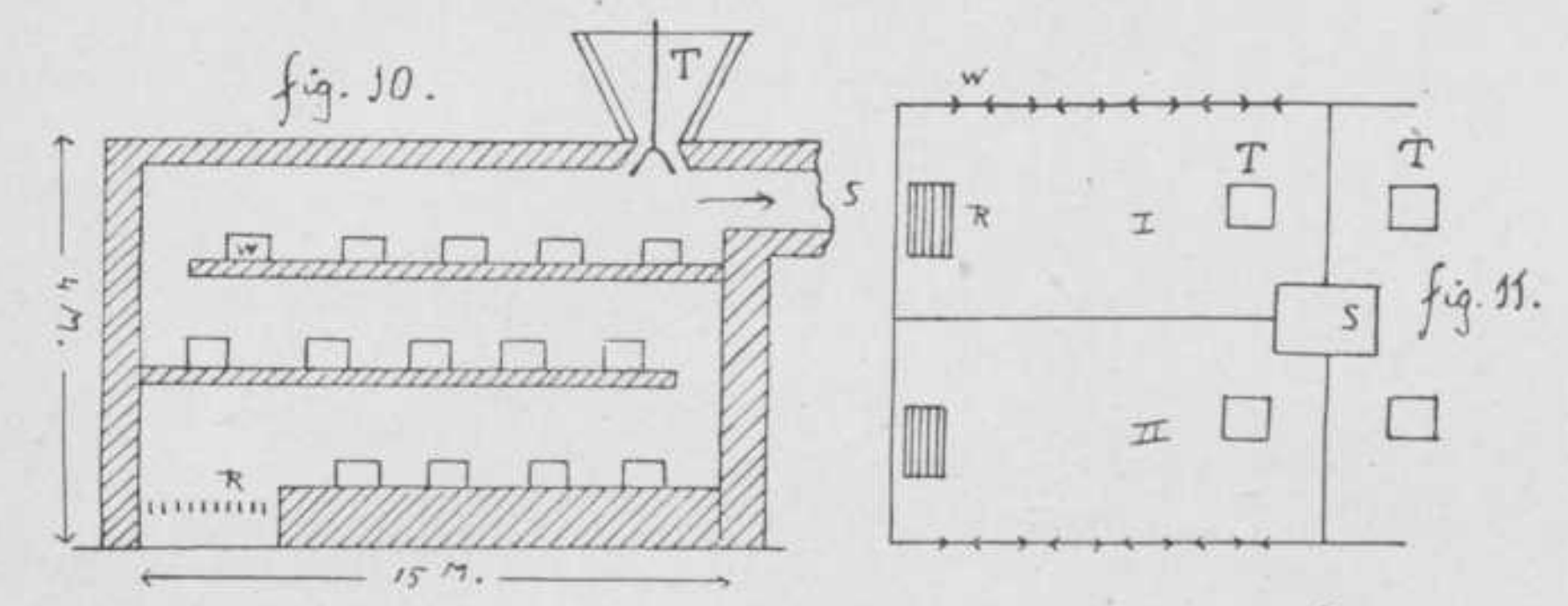
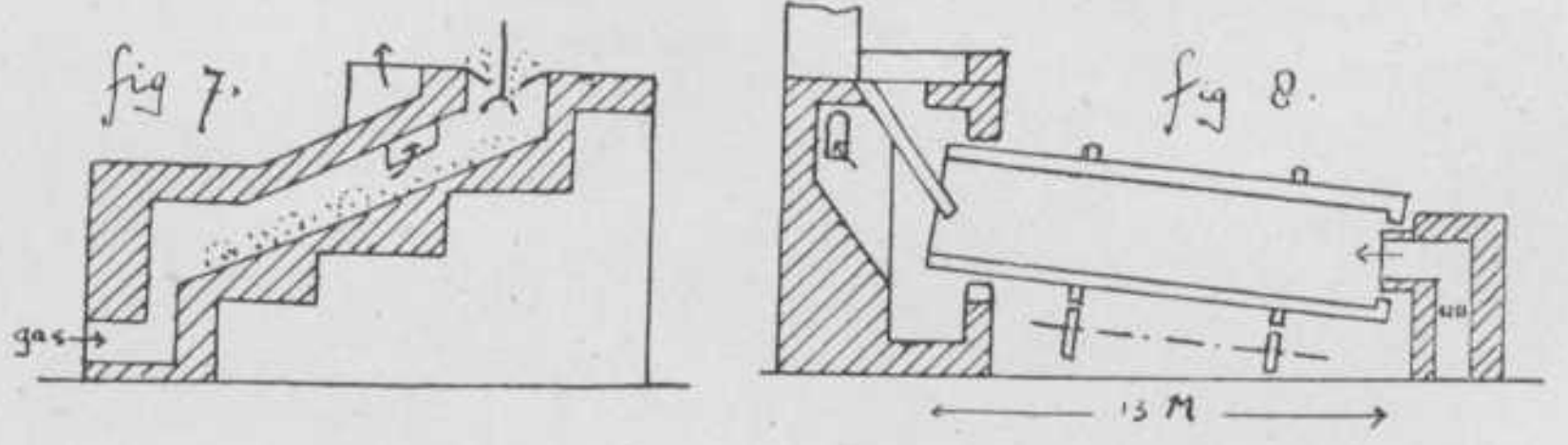
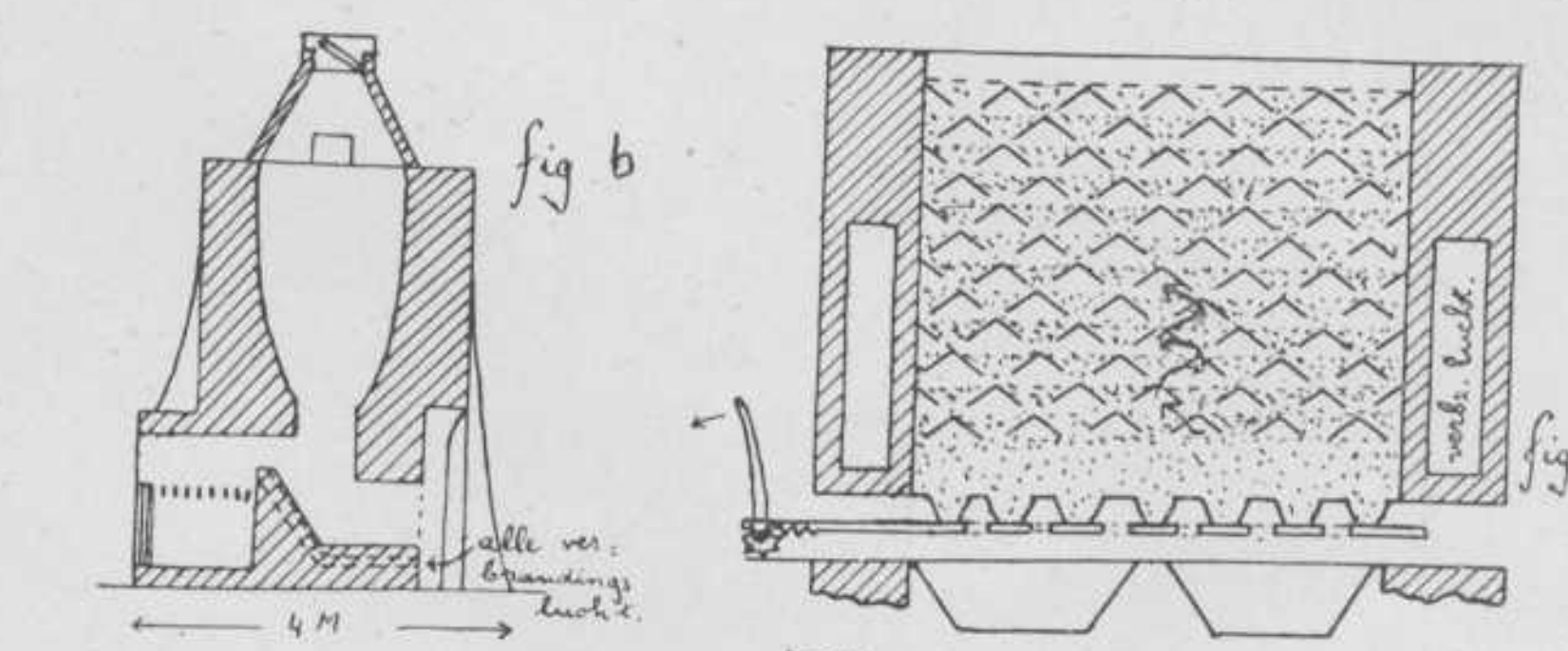
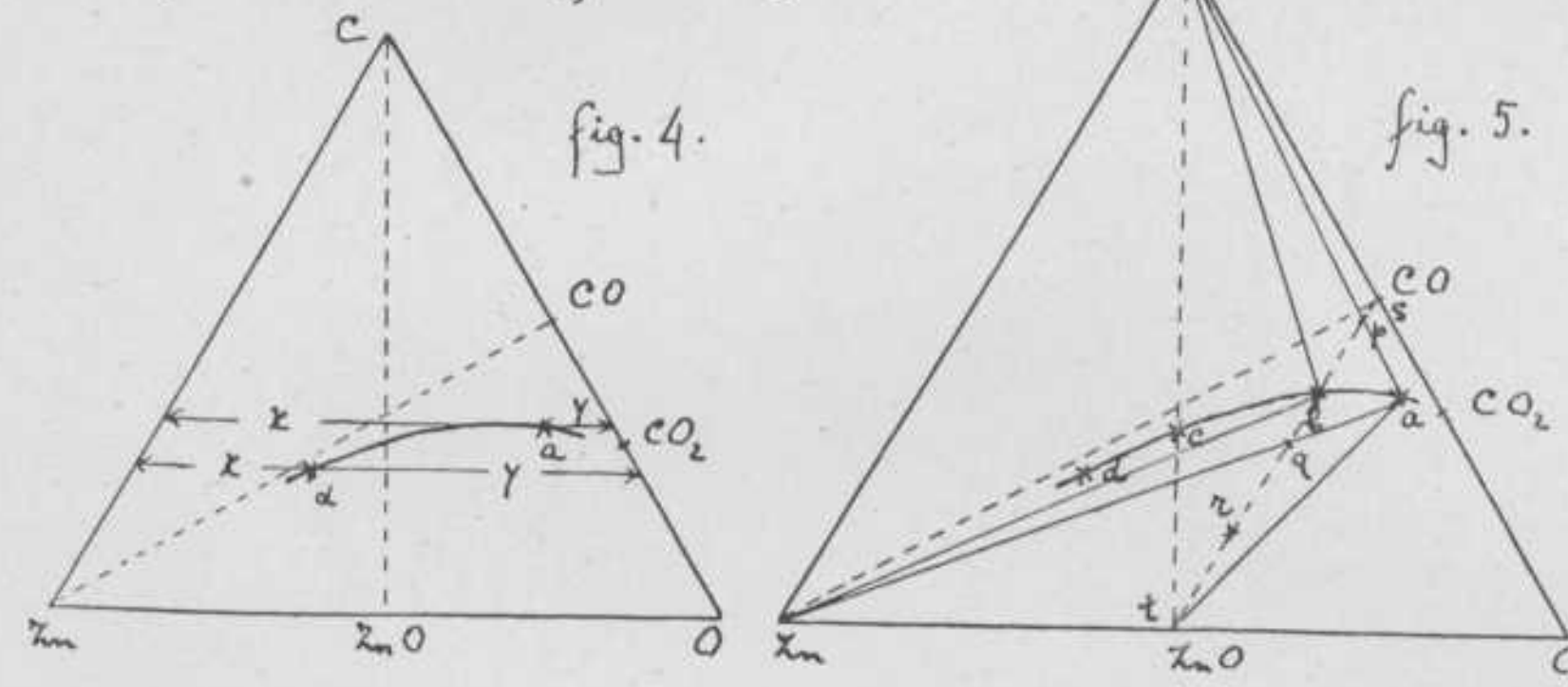
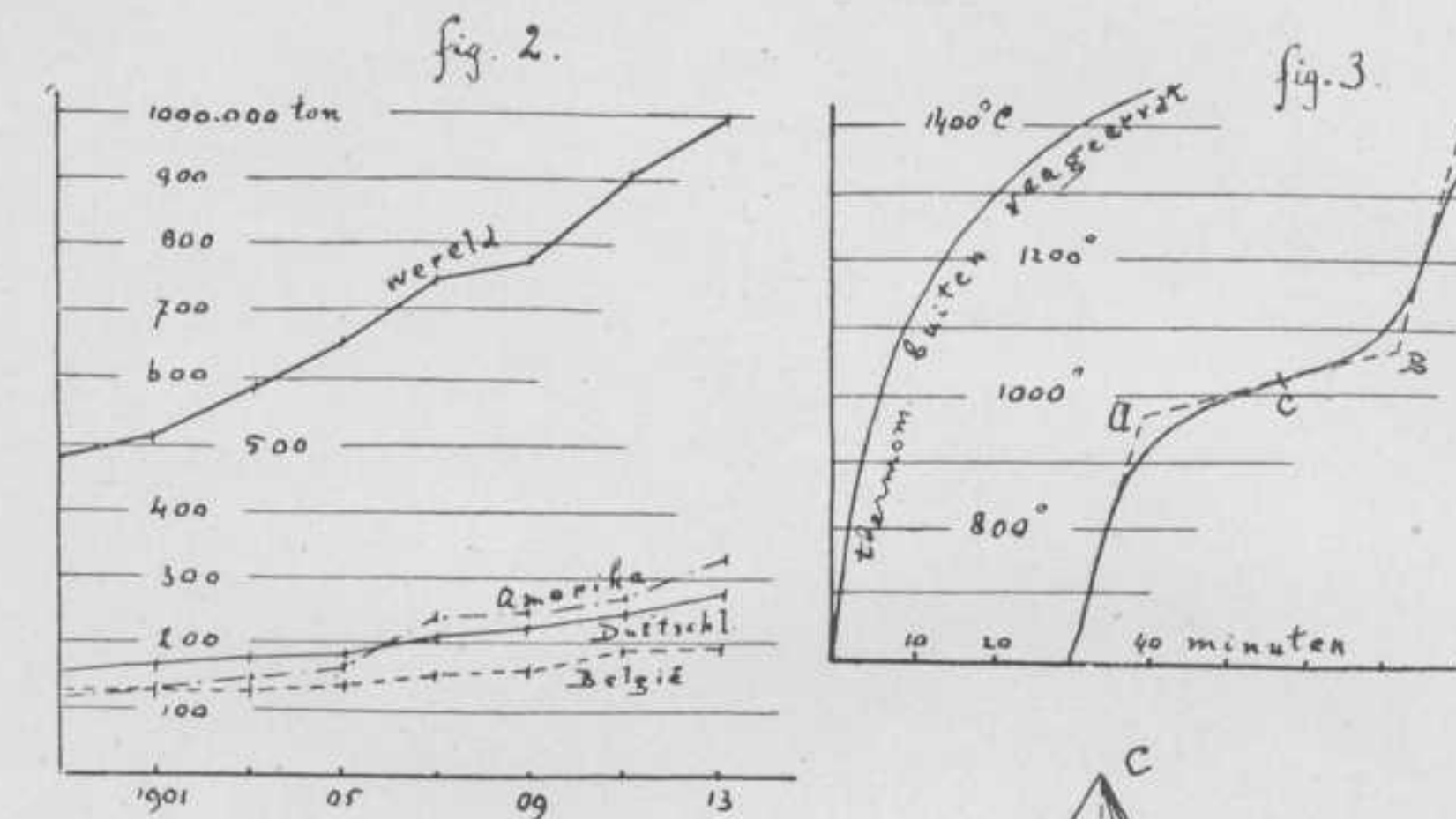
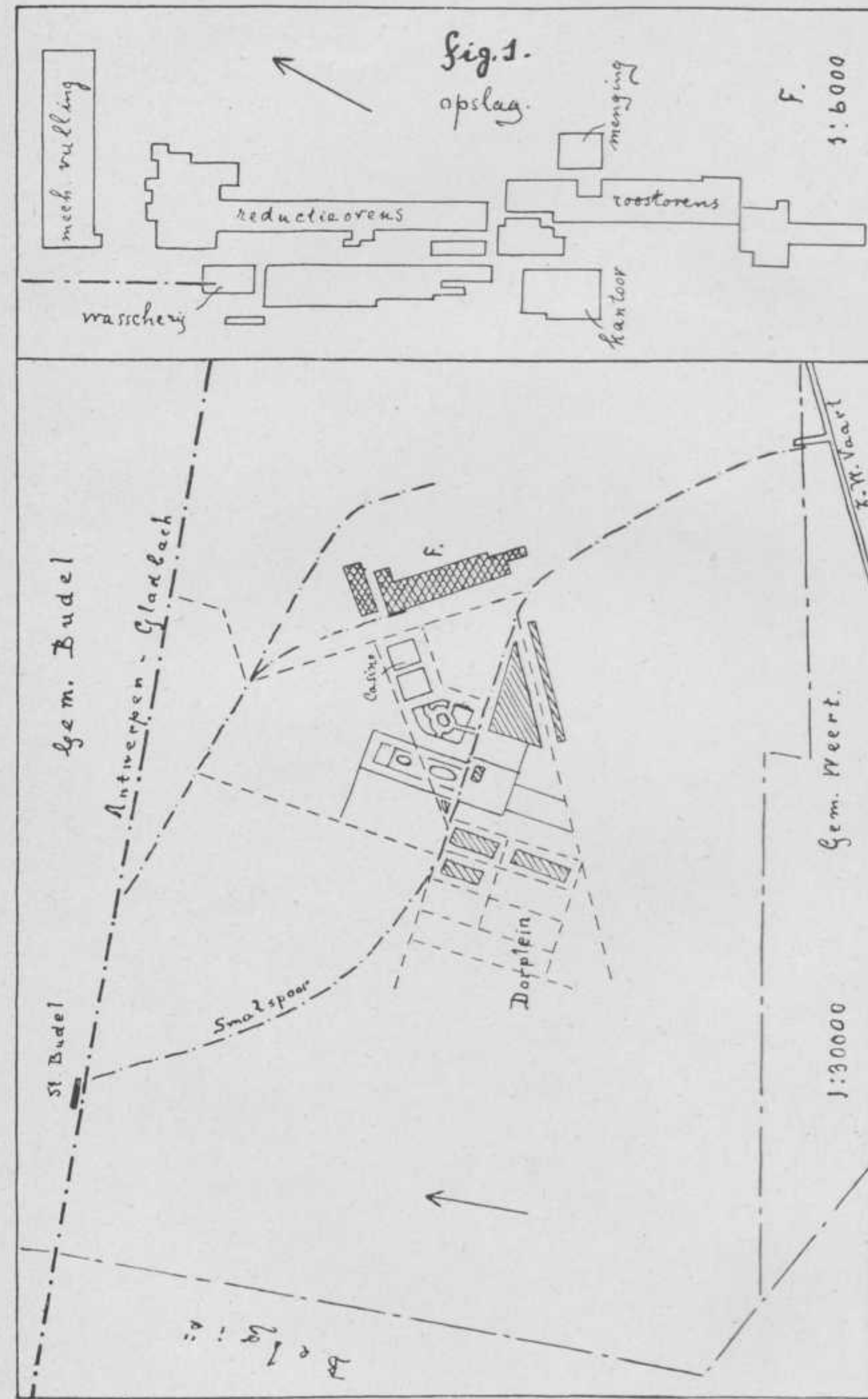
Wellicht biedt ook voor zulke ertsen de electrolytische winning op analoge wijze als te Anaconda een goede mogelijkheid tot verwerken. De moeilijkheid geeft echter het ijzersulfaat, dat bij roosting onder lage temperatuur zich naast het $ZnSO_4$ vormt en oplost. Beter zal het daarom misschien zijn hooge temperatuur te gebruiken, er ontstaat dan naast het in zwavelzuur onoplosbare ijzeroxyde weliswaar ook een groot quantum zinkferriet, maar dit kan als in het Wetherillprocedé verblazen worden op ZnO .

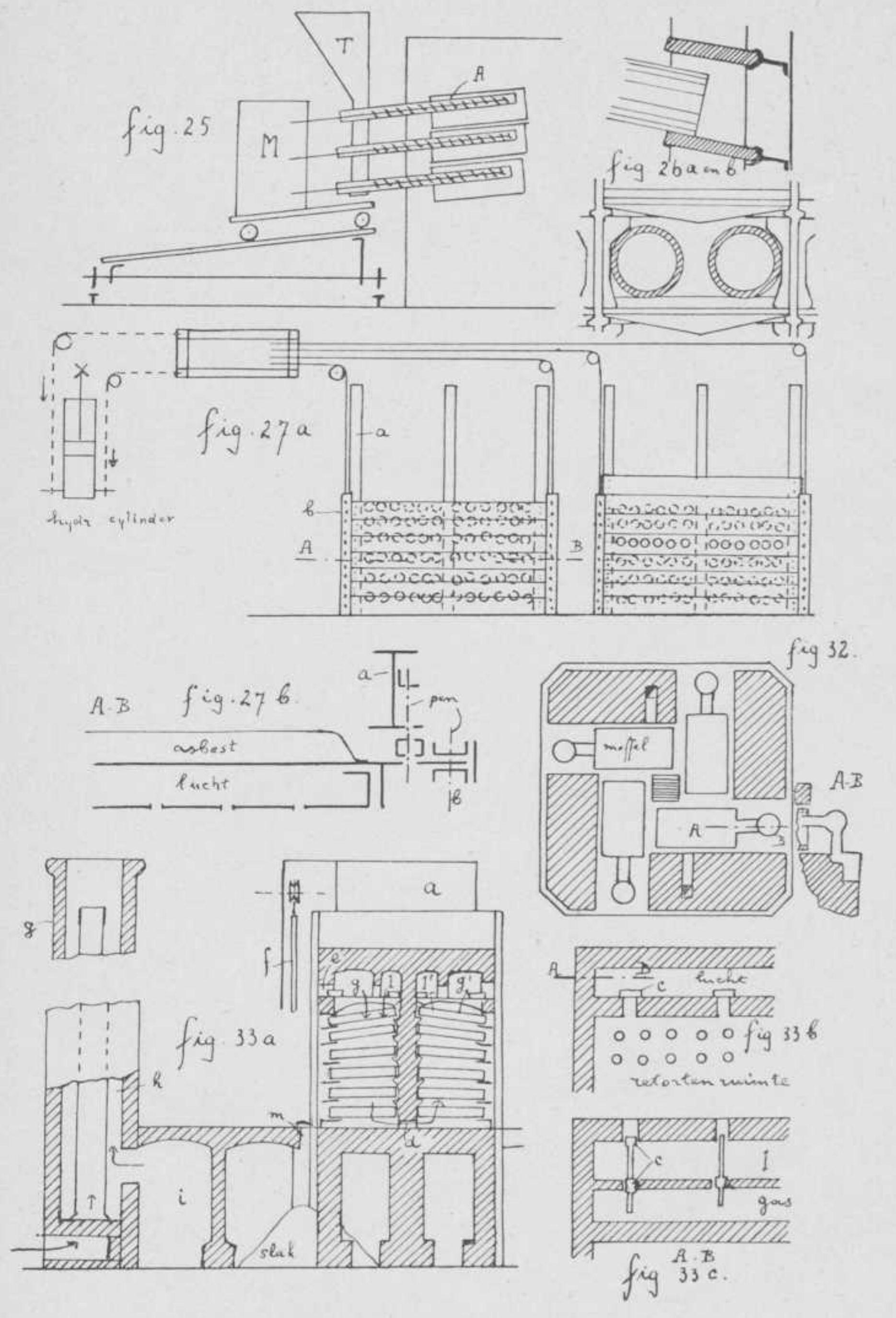
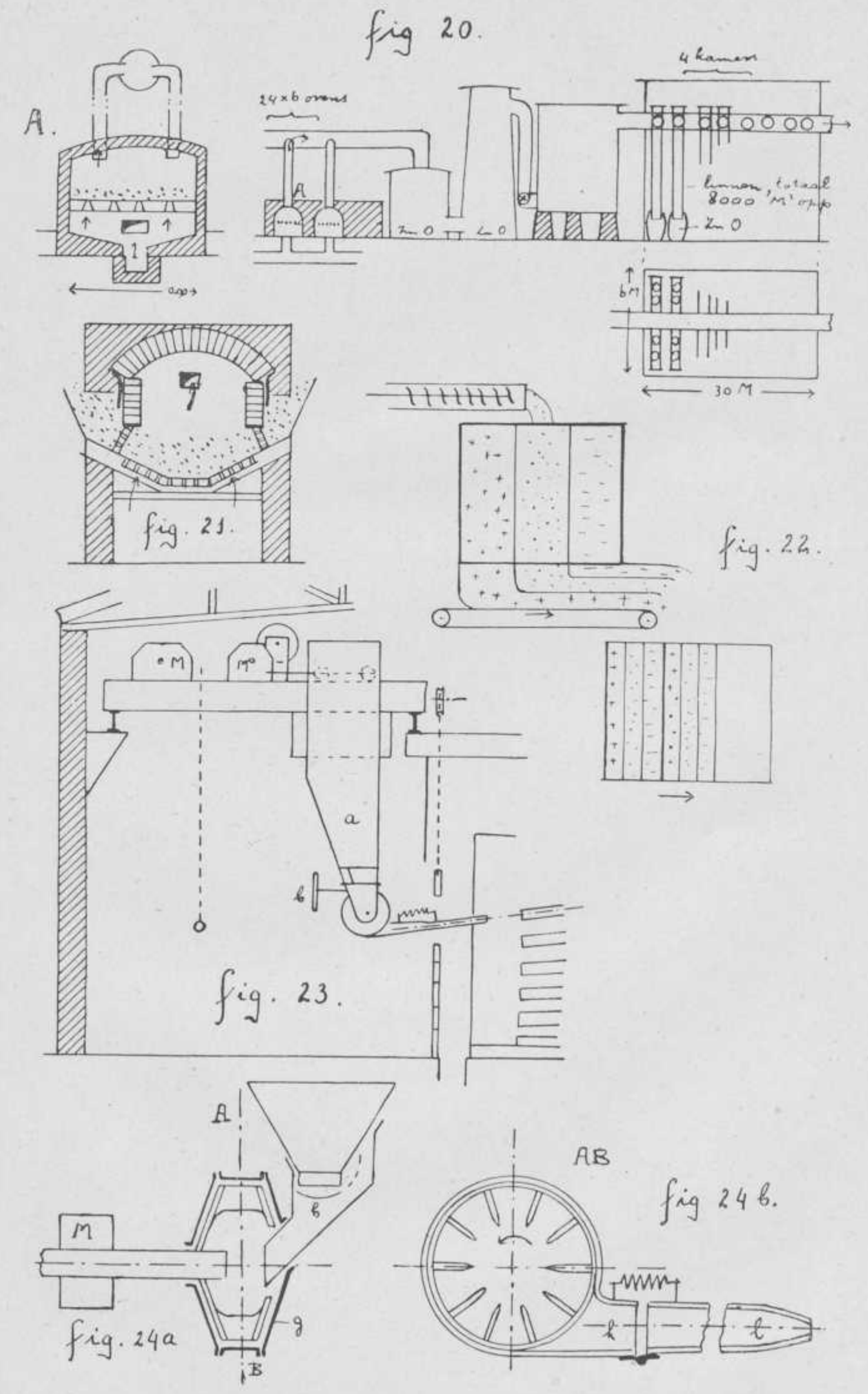
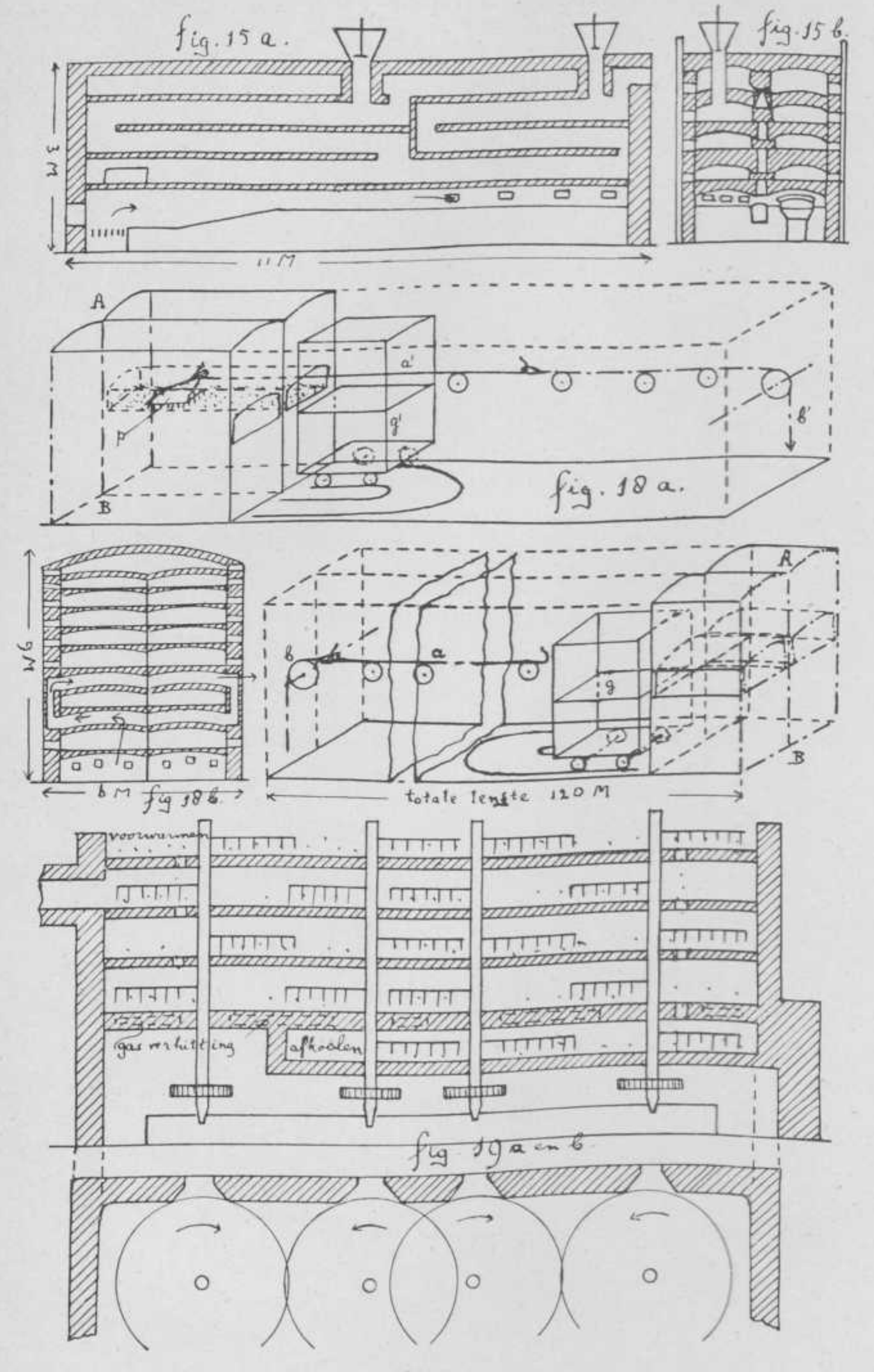
Uit de loodzinkertsen is in de Bartlettoven ZnO en $PbSO_4$ uit te drijven, die verder het Anacondaproces volgen.

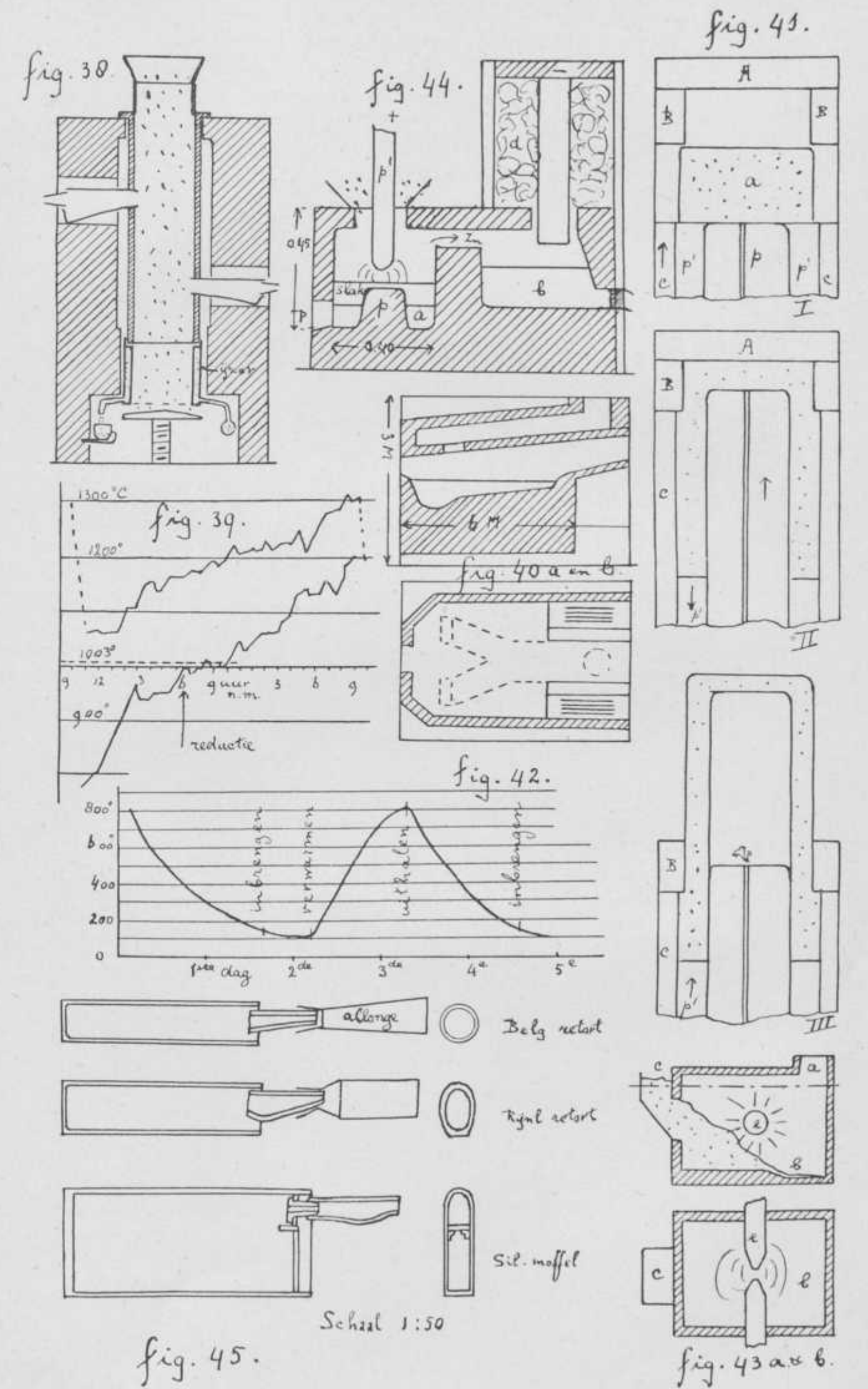
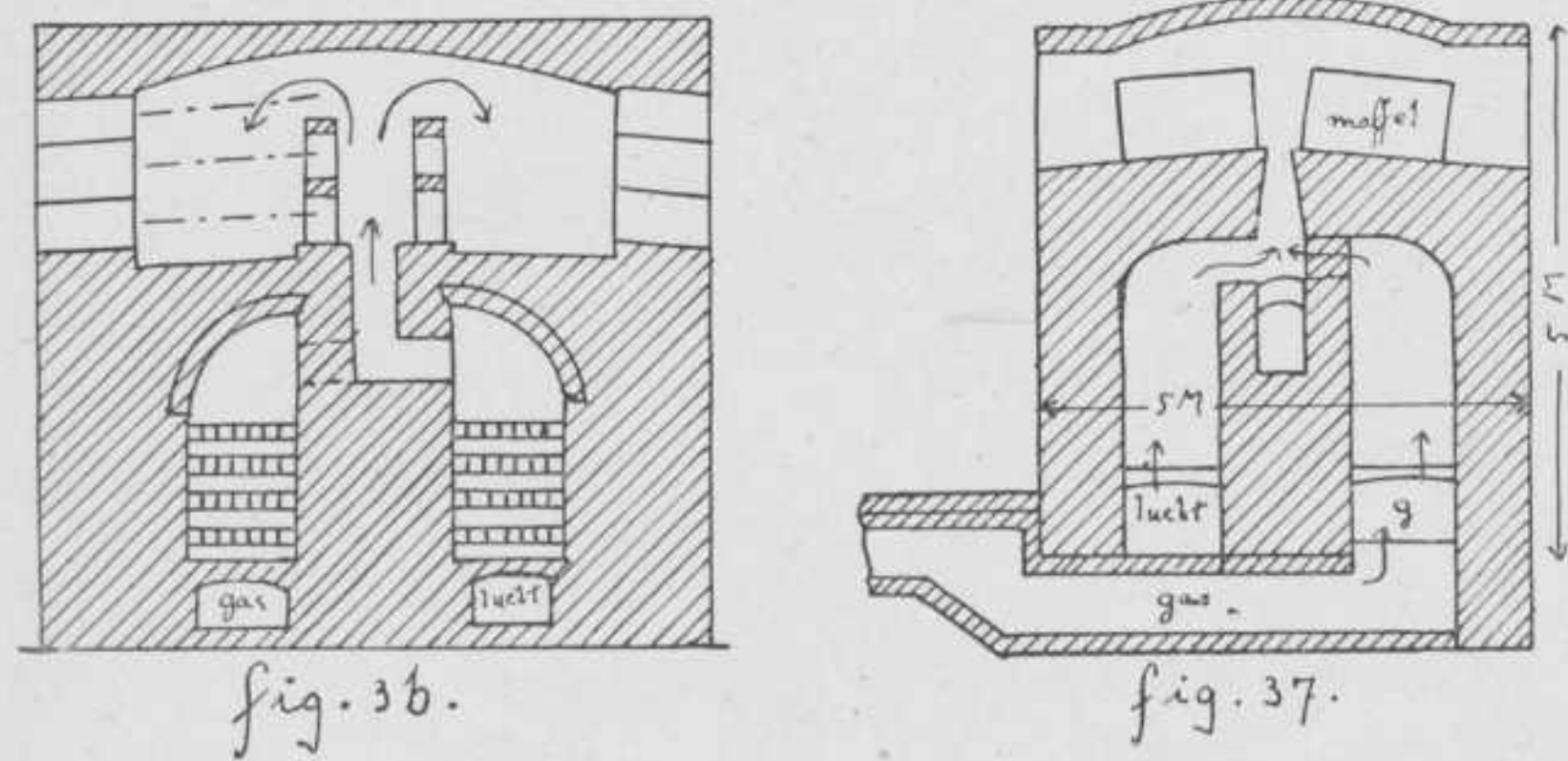
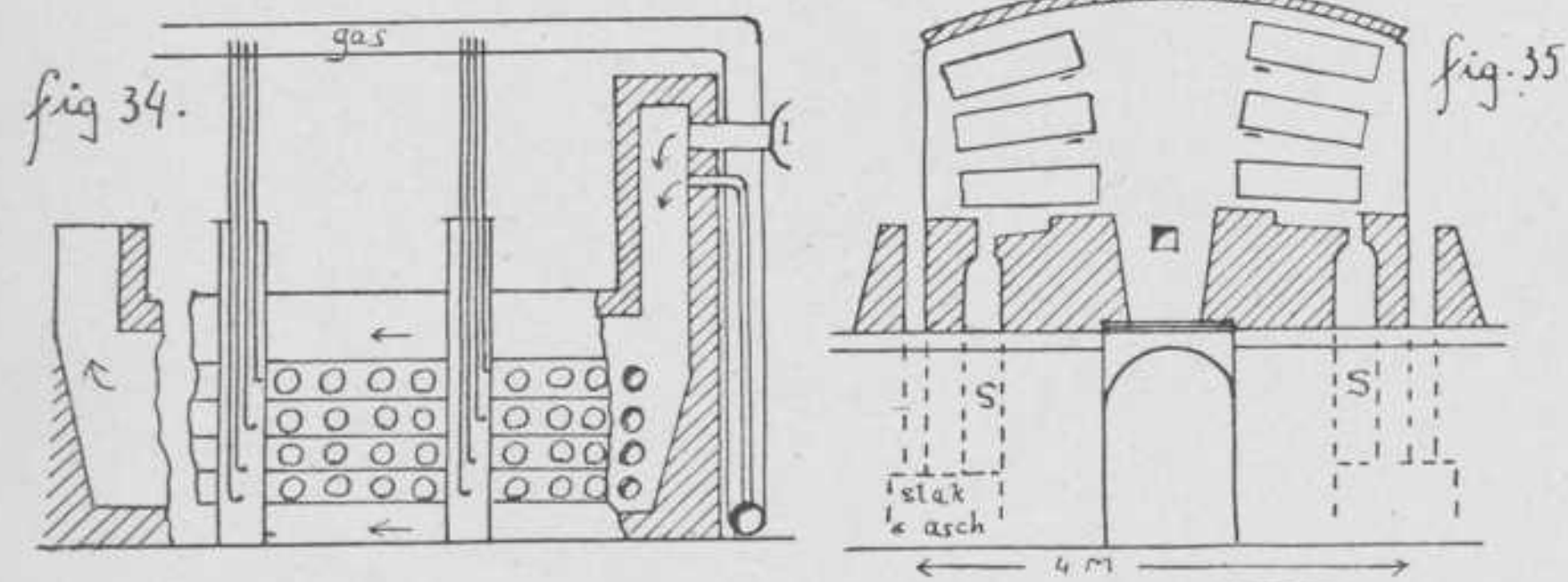
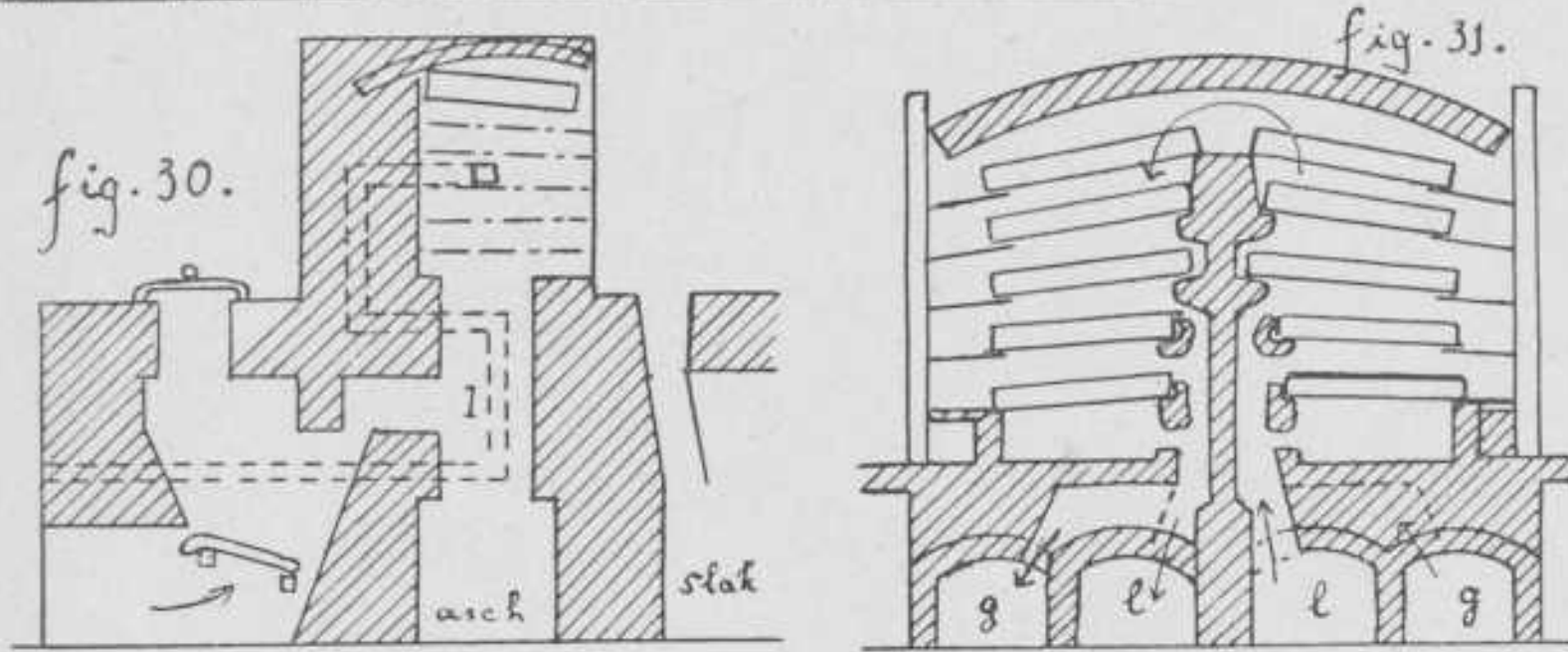
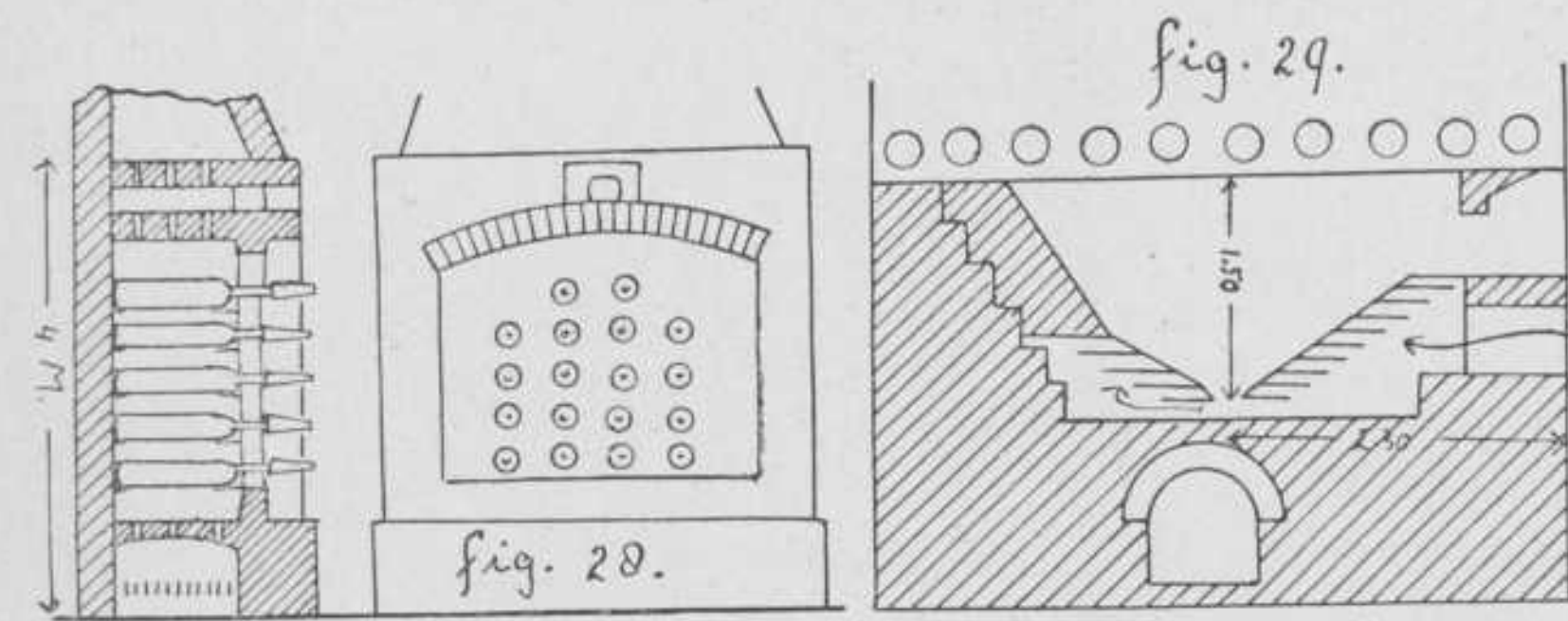
Er wordt van deze verblazingsmetallurgie, hoewel ze nog betrekkelijk weinig ontwikkeld is, meer verwacht dan van verbetering der oude retortenreductie, vooral omdat ze een voorafgaande scheiding van het ganggesteente overbodig maakt.

Voor de retortreductie is het vinden van een geschikte katalysator, die de reactie $\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$ bij lager temp. snel doet verlopen (blz. 192), maar de retort niet aantast, van veel gewicht, vooral ook omdat dan de kosten van het hoogvuurvaste materiaal waarschijnlijk belangrijk lager zullen worden.

Overigens lijken nadere onderzoeken over electrolyse van ZnS in gesmolten zouten of silicaten en de winning van vloeibaar zink in een electrischen oven nog van waarde.







LITERATUUR.¹⁾

- R. W. Ingalls. Metallurgy of zinc and cadmium.
A. Lodin. Métallurgie du zinc.
R. W. Ingalls. Production and properties of zinc. 1902. (aangehaald als Ingalls).
R. G. M. Liebig. Zink und Kadmium. 1913. (Liebig).
E. A. Smith. The zinc industry. 1918. (Smith).
J. C. Moulden. Zinc: its production and industrial applications. Journ. of the Royal Soc. of Arts 1916 p. 495. (Moulden).
E. Prost. Cours de métallurgie des métaux autres que le fer. 1912. (Prost).
C. Schnabel. Handbuch der Metallhüttenkunde II. 1904 (Schnabel II).
L. Guillet. Les industries métallurgiques à l'avant-guerre. 1917.
H. Hildebrandt. Lehrbuch der Metallhüttenkunde 1906. (Hildebrandt)
G. Stolzenwand. Zinkgewinnung. 1907. 86 blz. (Stolzenwand).
J. W. Richards. Metallurgische Berechnungen. 1913.
Das Laboratorium der Zinkhütte. Liebig Kap. 3.
Analyse. Metall und Erz. 1912/13 p. 136.
Zinkalliages. Zie blz. 237.
Chem. Technologie in Einzeldarstellungen: Naske. Zerkleinerungsvorrichtungen und Mahlanlagen. Fischer. Mischen, Rühren, Kneten.
W. Borchers. Elektrometallurgie.
E. Günther. Darstellung des Zinks auf electrolytischem Wege.
O. C. Ralston. Electrolytic deposition and Hydrometallurgy of zinc. 1921.
A. J. Diescher. Amerikanische Zinkindustrie. Zts. für angewandte Chemie 1905 p. 653.

¹⁾ Uitvoerige opgave in Smith p. 213.

LIJST VAN DEELNEMERS.

Prof. W. A. KNOL m.i.
Prof. R. W. VAN DER VEEN m.i.
Ir. L. L. J. Baron VAN LIJNDEN m.i.
M. J. A. BERGSTEIN.
J. F. VAN DORP.
A. H. DOUW.
J. F. FOCK.
C. P. M. FRIJLINCK.
H. A. D. GRAVENDEEL.
W. H. HETZEL.
J. W. A. v. d. HORST.
W. F. DE JONG.
N. J. KONIJNENBURG.
S. H. VAN KUIJK.
K. F. DE LEEUW.
P. H. LEFEBVRE.
J. NASH.
H. OOLBEKKINK.
A. VAN OVERSTRATEN KRUIJSSE.
O. M. PLANTEN.
K. G. P. POST.
C. P. M. RAEDTS.
G. ROOS Jr.
J. SALM.
G. SNOECK HENKEMANS.
S. J. VERMAES Hzn.
A. VERSTEGEN.
M. D. Th. VIS.
G. J. WALLY.
Ch. J. WILHELM.
P. F. DE ZEE.

VERSLAG VAN DE EXCURSIE NAAR ZWITSERLAND

gehouden van 5 tot 25 September 1920

onder leiding der Hoogleeraren Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF
en Prof. Dr. H. A. BROUWER m. i.

*Verstandenes zu schauen ist ein weit edlerer gröszerer Genuss
als Unverstandenes anzustauen.*

Alb. Heim.
(Geologie der Schweiz).

VOORWOORD.

In vele opzichten geleek deze excursie op die welke in 1909 gehouden werd. Voordat de eigenlijke Alpen bestudeerd werden met hunnen gecompliceerden dekbladenbouw, werd de meer gemakkelijk te begrijpen Zwitschersche Jura bezocht.

Behalve de tektoniek en stratigrafie waren meerdere dagen voor de bestudeering van de werking van het ijs uitgetrokken. Dank zij de prettige leiding en uitstekende organisatie is deze excursie een succes geworden en heeft bij de deelnemers zeer zeker het besef versterkt, dat geologie niet *alléén* uit boeken geleerd kan worden. Veel hebben wij in deze dagen geleerd en gezien en niet snel zal de herinnering aan dezen tijd vervlogen zijn. Welk een indruk maakte het niet op ons, toen we voor het eerst na vier excursiedagen van af den Hazematt de witbesneeuwde toppen van het Berner Oberland zich tegen den helderen hemel zagen afteekenen, hoe genoten wij niet bij den tocht door het Maderanertal, hoe niet op den tocht naar de Windgällen, hoe niet

Maar ook: werd dit genot niet in hooge mate versterkt, doordat we iets begrepen van de wijze hoe dit alles zoo gevormd werd?

Dit verslag is in hoofdzaak bedoeld als eene aanvulling van het verslag van de excursie van 1909 door den Heer GROOTHOFF naar welk verslag dikwerf zal worden verwezen.

Daar mij een beperkte ruimte in dit jaarboek werd toegestaan, moest een meer gedetailleerde bespreking van vele interessante kwesties achterwege blijven.

Mocht ik er echter in geslaagd zijn, de deelnemers der excursie weer voor enkele oogenblikken in den Zwitscherschen tijd te hebben verplaatst en bij de andere lezers een meer dan oppervlakkige belangstelling voor de geologie van dit schoone land te hebben gewekt, dan beantwoordt dit verslag aan de bedoeling.

Aan Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF en Prof. Dr. H. A. BROUWER betuig ik hierbij mijnen hartelijken dank voor de bereidwilligheid, waarmede zij mij bij het samenstellen van dit verslag terzijde stonden; evenals aan diverse vrienden en kennissen, die met hunne belangstelling en opmerkingen er toe bijdroegen mijn arbeid te doen slagen.

DELFT, December 1920.

W. H. HETZEL.

PROGRAMMA.

Eerste dag. (Tafeljura).

Per trein van Bazel Hbh. naar Bazel Augst.

Bazel V. 7.16, Augst A. 7.39. De Ergolz stroomop vanaf hare monding. Stratigraphie van de Tafeljura.

Schelpkalk bij Augst aan den linker Rijnsoever; *Keuper* (bonte mergels) bij Riedacker; *Lias* (Onder-Lias: Grypheenkalk en Obtusus-*klei*) bij Schöntal; *Onder-Dogger* in den Kessel bij Liestal (Murchisonae en Sowerbyi-lagen); *Midden-Dogger* (Bathonien) langs den weg naar den top van den Schleifeberg (met Belvédère, daarvoor noodig het meenemen van een 20 centimestuk). Uitzicht over Tafel- en Ketenjura en bij helder weder op de Alpen. Afdalen naar Liestal, tweede ontbijt in Hôtel Engel. Des namiddags langs de Ergolz en de Frenke naar Bubendorf; *Onder-Dogger*: Opalinus- en Murchisonaelagen.

Bij het huis Weid: Varianslagen (Boven-Bathonien) op bovenste Hauptrogenstein. Dicht ten Zuiden van het huis Weid verschuiving van belangrijk bedrag. Van Bubendorf naar den Mürenberg: *Argovien* met daarop rustend coralligeen *Séquanien* en daarop een grof blokconglomeraat.

Plateauwandeleling naar Lampenberg en vandaar afdalend naar Hölstein over Malm. Langs het dal van de Vord. Frenke over Niederdorf en Oberdorf naar Waldenburg. Overschuiving van Trias van de Ketenjura op Malm van de Tafeljura.

Overnachten te Waldenburg in Hôtel zum Löwen.

Tweede dag. (Ketenjura).

Afmarsch van Waldenburg 7 u. v.m. Proviand medenemen. Men volgt den steilen Hauptrogensteinwand in oostelijke richting langs een dal, dat in de zachtere gesteenten (*Keuper*, *Lias*, *Opalinuslagen*) tusschen *Schelpkalk* en Hauptrogenstein is ontstaan. Stijgen naar Rehhag (Hauptrogenstein). Over den Lauchberg en vandaar over den noordvleugel der Passwangketen. De *Keuperkern* is ontbloot. Naar den top (*Bölchenfluh*) over steeds jongere en zuidwaarts hellende lagen (*Lias*, *Onder-Dogger*, Hauptrogenstein). Van den top uitzicht over Tafel- en Ketenjura.

Zuidelijk van den *Bölchenfluh* trog in de zachtere lagen van bovensten *Dogger* en *Onder-Malm*. *Keuperkern* van de *Farisbergketen* aan de oppervlakte.

Volledig Juraprofiel langs den Zuidvleugel van de *Farisbergketen*. Achter het Sanatorium Allerheiligen zeer fossielrijke *Varianslagen*. Verder zuidelijk is de oostelijke voortzetting van de *Weis-*

sensteinketen nog slechts zwak ontwikkeld. Door den Köhlersbachgraben (Teufelsschlucht) met steile Kalkwanden van Séquanien en Kimmeridgien afdalen over den zuidvleugel van de Weissensteinketen naar Hägendorf.

Per trein of te voet naar Olten, van Olten per spoor naar Bazel. Overnachten te Bazel in Hôtel Jura.

Derde dag. (Ketenjura).

Per trein van Bazel naar Courrendlin. Bij Courrendlin (444) *erratische blokken*; hier het einde van den diluvialen Rhône-gletscher, die uit het Zuiden door de Cluse van Moutier binnendrong, maar het Delémontbekken niet bereikte.

Wandeling langs de Birs door de Cluse van Moutier. *Fluhs, Combes*. Middel ter oriëntering: „Fluhs” bestaan meestal uit rotskranen of zijn met bosch bedekt; „Combes” vormen grasrandjes of Alpenweiden. Voornaamste Fluhs: 1. Kimmeridge en Séquanien, 2. Hauptrogenstein; voornaamste Combes: Argovien tusschen 1 en 2; Homomyen-mergel, die 2 in een onderste en bovenste helft verdeelt. *Verklaring van den interessanten loop der Birs. Verweeringsnissen*. Tusschen de Tertiairbekkens van Delémont en Moutier passeeren we twee ketens: *Vellerat- en Raimeuxketen*. De eerste in het zadel van *Choindez*. Na een paar kleine zadels (Kimmeridge) als voorloopers der Velleratketen volgt diens noordvleugel: *Kimmeridge, Séquauien, Rauracien* (Koraalkalk), *Oxford*, verschillende lagen van het *Bathonien*, eindelijk *Bajocien*. Bij station Choindez (467) groeve in *Koraalkalk* met *Diceras* en *Nerinea*. In Choindez hoogoven (boonerts van Delémont).

Ten Zuiden van Choindez groeve in *Doggermergel* met *Ostrea acuminata* Sow. Daarna in den Zuidvleugel der *Velleratkeren* de even genoemde Jurazones in omgekeerde volgorde. Dan volgt de *trog der Verrerrie* (480), zich naar het Oosten verbreedend tot het *Tertiairbekken van Rebeuvelier*, naar het Westen in de smalle en diepe *Combe Pierre* overgaand, doordat de Raimeuxketen zich hier dadelijk aansluit. De noordvleugel dezer keten begint met Séquanien en Rauracien in het smalle dal vòòr La Garde (482); daarna links de *Combe Chopin* en verder links een mooi zadel in *Hauptrogenstein*. De Raimeuxketen vormt geen enkelvoudig zadel, maar vier nevenzadels; daardoor blijven we tot na La Roche (503) voortdurend in *Dogger* (Hauptrogenstein en Bajocien), terwijl in de kern van het zadel van La Roche zelfs *Lias* (Gryphitenkalk) en *Keuper* (Gips) ontbloot zijn (evenwel slecht ontsloten). Daarna weer Hauptrogenstein en Oxford (Combe). In den zuidvleugel volgt verder weer Rauracien, Séquanien (Verenakalk) en Kimme-

ridge (Combe du Pont), eindelijk het laatste zadel der Raimeuxketen, prachtig zichtbaar in de nu volgende eigenlijke Cluse van Moutier: Florigemmalagen. Midden- en Boven-Séquanien (oölitisch) en tot slot de Boven-Kimmeridge (dichte, gele kalksteen). De bij den uitgang der Cluse aanwezige eoceene lagen; boonerts en zoetwaterkalk met *Limnaea longiscata* Sandb., zijn niet ontsloten. Uit de cluse treden we in het tertiairbekken van Moutier (532).

Het bekken van Moutier bestaat uit:

Plicsoceen: moraine en grint. *Mioceen*: Molasse Lausannienne. *Oligoceen*: Delsberger kalk, Delémontien (bonte mergel met gips), Molasse alsacienne. *Eoceen*: Zoetwaterkalk van Moutier, Boonertsformatie (Bolus met Boonerts).

Avondeten en overnachten te Moutier in Hôtel de la Couronne.

Vierde dag. (Ketenjura, Weissensteinketen).

Van Moutier met den trein naar Gänsbrunnen. Van het station naar de Cluse van Gänsbrunnen, waarin de Raus het buitenste deel van den zuidvleugel der Graiterketen doorsnijdt. Zadel van Hauptrogenstein; duidelijke verticale verschuiving in de cluse. Dan naar Gänsbrunnen (langs Gasthof Rössli) in den trog tusschen Graiter- en Weissensteinketen; vandaar beklimming van den noordvleugel dezer keten langs de Rüschraben. De lagen zijn gekanteld. Groote bergstortingen. In Kleinkessel kern van het noordelijke zadel van den Weissensteinketen (Stahlfluhzadel); steil staande lagen van Kimmeridge-Bajocien. In de Rüschraben 2 *erratische blokken van Arollagneis* op 945 en 975 M. hoogte, daar of liever nog hoogerop gedeponeed door den Rhône-gletscher in den Riss-ijstijd. (Het ijs omgaf den Weissenstein tot op 1150 M. hoogte als een 35 K.M. breede nunatak).

Vervolgens beklimming van de Hasematt, waarvan de top gevormd is door de harde lagen van het Séquanien-Kimmeridge. We bevinden ons op den zuidvleugel van de Weissenstein-anticline. De lagen hellen hier 30 graden naar het Noorden. Van de Hasematt begeven wij ons naar het Kurhaus Weissenstein en doorkruisen de combe van het Argovien dat hier met den Hauptrogenstein de kern van de Weissenstein-anticline vormt. We volgen dan het Argovien van den Noordvleugel en bereiken het Kurhaus dat op den Hauptrogenstein van den Noordelijken vleugel der Weissenstein-anticline gebouwd is.

Avondeten en overnachten in Kurhaus Weissenstein.

Vijfde dag. (Ketenjura, Weissensteinketen).

Opmarsch in den ochtend. Van Kurhaus Weissenstein (1287) in de richting der zadelas naar Rötiflüh (1398). Op den top panorama.

Prachtig zadel van Hauptrogenstein, de oudere lagen der kern schaalvormig omsluitend: *Bajocien, Lias, Keuper, Schelpkalk* (Trigonodusdolomiet en Anhydrietgroep-mergel met gips). Vandaar naar het Kurhans Ober-Balmberg (1060); onderweg nog profielen in Boven-Dogger van den Noordvleugel der keten met talrijke fossielen, vooral in Homomyenmergel en Macrocephaluslagen.

Van Ober-Balmberg naar Solothurn (436). Eerst naar een *Gips-groeve in Schelpkalk*. Daarna langs den weg alle lagen in den zuidvleugel der Weissenstein-keten nogmaals van Schelpkalk tot Kimmeridge.

Zuidelijk van de Balmfluh, in het voorland, in het bed der beek tusschen Säget en Dählen een profiel in zandsteen en bonte mergels van het *Delémontien*, met helling *noordwaarts*, onder de vlak bijzijnde Kimmeridgelagen. Daaruit blijkt volgens Buxtorf de onderschuiving van het tertiaire voorland onder den *zuidvleugel van den Weissensteinketen*. Vandaar naar beneden door moraines van den Rhônegletscher uit den Würm-ijstijd. Daarna bezoek aan een groeve in „Solothurner marmer” (Kimmeridgekalk met veel Nerineën) met prachtig bewaarde geschaafde en gekraste oppervlakte (Gletscherbodem uit den Würmijstijd).

Van Solothurn met den trein naar Amsteg.

Avondeten en overnachten te Amsteg in Hôtel Stern und Post.

Zesde dag. (Maderanertal).

Van Amsteg te voet het Maderanertal op langs Bristen (797) en vervolgens langs den nieuwen weg. Sterke „Übertiefung” van het Reussdal. Het Maderanertal is het vroegere bed van den Hüfigletscher; het bestaat uit gneis en amphiboliet. De verbreding en verdieping van het dal voor Lungenstutz is afkomstig van een vroegeren zijgletscher uit het Staldental, welke zich met den hoofdgletscher vereenigde. Verder talrijke interessante erorieverschijnselen, morainenresten, lawinensporen.

Avondeten en overnachten in het hôtel S. A. C.

Zevende dag. (Hüfigletscher).

Opmarsch vroeg in den ochtend. Proviand medenemen. Van Hôtel S. A. C. langs den linkeroever van den Kärstelenbach naar den Hüfigletscher. Gletscher sterk gereduceerd; onderzoek van het verlaten terrein. Hier en daar grondmoraire-resten met vele goed gekraste schuifsteenen van kalksteen (Malm) en Taveyannaz-zandsteen (Eoceen), afkomstig van de graten van den firntrog. Gletscherbeek in een canon in dogger- en Malmlagen. Zij- en eindmoraines uit de jaren 1850 en 1870. Enkele groote erratica, duidelijk afgeslepen. Alleenstaande rotsen (malmkalk, echinodermenbreccie en

ijzeroölith) rundhöckerachtig geslepen: bewijs voor geringe gletschereronie. De rotsen vlak aan den voet van den gletscher prachtig geslepen: Dogger met middendoor geslepen Belemnieten en Ammonieten. Daar goed *Doggerprofiel*: zandige schisteuse leien, echinodermenbreccie en ijzeroölith met Belemnieten. Daaronder gneis en schisten. Schijnbaar duidelijke discordantie. De druksplijting, die de gneis en schisten zeer scherp gelaagd doet schijnen met steilen stand der lagen, zet zich in den Dogger voort; zeer duidelijk in de onderste lagen van de zandige lei en dan met snel afnemende duidelijkheid in de daarop volgende echinodermenbreccie en ijzeroölith.

Dan wat terug en vervolgens op den weg naar den Hüfi-Alp en Hüfi-Clubhütte. Eerst op gneis en dan hier en daar op den weg Malm, die op verschillende plaatsen door druk gemarmoriseerd is. De Hüfi-Alp bestaat weer uit gneis. Hier overzicht over de liggende Windgelle-plooi. Dan den weg naar de Clubhütte vervolgen; hier weer de heele Dogger- en Malmserie. De lagen zijn eerst horizontaal, dan verticaal en vervolgens weer horizontaal bij de Clubhütte, die op Dogger staat. De verandering van stand der lagen komt hierdoor, dat de weg over dit gedeelte het Doggerscharnier van den Windgelle-plooi, die zich op den Hüfi-Alp projecteert, vervolgt. Van Clubhütte mooi uitzicht op Hüfigletscher.

Vervolgens terug naar het Hôtel. Overnachten in het Hôtel S.A.C.

Achtste dag, (Autochtone plooiing, Windgelle).

Van Hôtel S. A. C. langs den Eselsweg naar Staffelalp (1916). Van hier naar Bernhardsmatt (1998). Diluviale Rundhöcker. Onderweg mooi uitzicht op een Gletschermeer (Golzerensee).

Van Bernhardsmatt steil bergop naar de Eisengrube. Eerst in gneis, daarna door Dogger en Malm tot in het Eoceen. Dit eoceen is het smalle uiteinde der kern van de syncline der liggende Windgelleplooi. Daarna in omgekeerde volgorde: Malm, Dogger, Rötidolomiet en ten slotte de Windgelle-porphyr. De Eisengrube bevindt zich in den Dogger van den omgekeerden vleugel der plooi. Het ijzeroölith bevat hier Belemnieten.

Van de Eisengrube naar het Furggeli (2750). Van hier over de moraines van den Staffelgletscher, dan over Ortliboden terug naar Staffelalp en van daar weer langs Eselsweg naar het Hôtel S.A.C. Daar middagmaal en overnachten.

Negende dag. (Vierwaldstättersee, Maderanertal-Brunnen).

Afmarsch des ochtends. Van het hôtel terug naar Amsteg. Van hier met den trein tot Flüelen. Dan per boot naar Brunnen.

Van de boot gezicht op het profiel langs de Axenstrasse. Het bestaat uit drie gedeelten:

I. Van Flüelen naar Gruontal: *Autochtoon Eoceen*.

II. Van Gruontal naar Sisikon: plooien van het *onderste Helvetische blad* (Axenblad), bij Axenmättli door ingeklemd Eoceen gescheiden in een noordelijke en zuidelijke lob, met kern van Malm. In de Noordelijke lob vooral de Schratten-Kiezelkalklagen duidelijk; nà het *Tertiair* in de zuidelijke lob vooral de intensief geplooiden lagen van het Onder-Krijt opvallend.

III. Van Sisikon naar Brunnen: liggende krijtplooien van het *Bovenste Helvetische blad* (Bauen-Frohnapblad). Niveaus van Schrattenkalk en Kiezelkalk vooral goed te vervolgen. Heel boven aan de Frohnapstock Gault. Bij Morschach plooiverschuiving. Frappante overeenstemming met het profiel aan den overkant.

Avondeten en overnachten te Brunnen in Hôtel Eden.

Tiende dag. (Rustdag).

Met den trein van Brunnen naar Elm.

Avondeten en overnachten te Elm in Hôtel Elmer.

Elfde dag. (Glarneroverschuiving, Segnespas).

Afmarsch 's morgens vroeg van Elm (900). Eerst door het uitgestrekte blokveld van de bergstorting van Elm (uit het jaar 1881), daarna door de Tschingelkloof naar den Tschingelalp. Het pad gaat steeds door Flysch, die in de kloof sterk geplooid en gestoord is. In de zwarte schallie zijn banken van zandsteen en kalksteen met Nummulieten ingesloten.

Steeds door Flysch naar boven tot den Segnespas, tusschen den Piz Segnes en de Tschingelhörner. De laatste bestaan uit Verrucano, waaronder in omgekeerde volgorde Malm en dan Flysch. De Malm is sterk uitgewalst tot Lochseitenkalk. Flarden van Flysch zijn wigvormig in den Malm ingeklemd; waar een van die Flyschwiggen doorsneden wordt door een verschuiving, is door het afbrokkelen van den Flysch het Martinsloch (2636) ontstaan. De Verrucano vormt de oude kern van het Glarner dekblad.

Eerst over den Segnespas (2625) een eindweegs in de richting van Flims. Daarna terug over den pas en op den Mörderhorn (2391). Van hier hier panorama over Piz Segnes, de Tschingelhörner en de noordelijke voortzetting van het Glarner dekblad in de richting van den Glärnisch en den Mürtschenstock. De Mörderhorn bestaat uit Flysch.

Van den Mörderhorn weer over Tschingelalp en door Tschingelkloof terug naar Elm. Hier avondeten en overnachten in Hôtel Elmer.

Twaalfde dag. (Walensee. Overschuiving van het Säntisdekblad over het Mürtschendeblad).

Van Elm met den trein naar Weesen. Lunch te Weesen in Hôtel

Speer. In den namiddag van Weesen langs den noordoever van Walensee naar Betlis.

Groeve in Seewerkalk van het Mürtschendekblad bij Fli. Trog in het Säntisdekblad.

Stratigraphie: *Valanginien, Hauterivien en Barrémien* (Schrattenkalk), langs beide vleugels van den trog. Bij Gänsenstad stratigraphie van het Mürtschendekblad: *Barrémien en Turoon. Schrattenkalk* met Orbitolinenmergels en oesterbanken aan den basis. Over Betlis naar een waterval, die neerstort over het contact van Säntis- en Mürtschendekblad. Valanginienkalk van het Säntisdekblad rustend op eoceenen Flysch van het Mürtschendekblad. Sterke verdrukking en ombuiging van Flyschschallies nabij het overschuivingscontact,

Terug naar Betlis en van daar, stijgend langs den zuidoostvleugel van den trog in het Säntisdekblad, naar Amden.

Avondeten en overnachten te Amden in Kurhaus Alpenhof.

Dertiende dag. (De Mattstock).

's Morgens vroeg afmarch uit Amden naar den Mattstock. Deze bestaat uit een centralen Schrattenkalktrog; het zuidoostelijke deel wordt gevormd door een zadel waarvan de Valanginienkern ontbloot is. Het noordwestelijk deel is over de Molasse geschoven.

Van Amden naar de zuidoostzijde van den Mattstock. Uitwiggingslagen in den zuidvleugel van het zuidoostelijke zadel, als gevolg van den sterken druk. Aan het oostelijke einde van den Mattstock fraaie verschijnselen van tectonische blokvorming, doordat hier de zuidvleugel bovendien nog uit elkaar is getrokken. Duidelijke dynamometamorphose in de sterk uitgewalschte gesteenten.

De Noordzijde van den Mattstock bestaat uit een steilen wand, waarin van boven naar beneden zichtbaar zijn: *Schrattenkalk, Kiezelkalk* (Hauterivien) en *Valanginienkalk*, hellend naar het Zuidoosten. Het contact van den sterk uitgewalsten middenvleugel met de Molasse van het voorland der Alpen is duidelijk zichtbaar bij de Matthöhe.

Bij Brunnenegg rust Valanginien op Flysch en men ziet dus dat de Mattstock een volkomen geïsoleerd massief is, als een fatoe op te vatten. Aan alle zijden rust zijn Krijt op Molasse of op Flysch, dus op het Tertiair.

Langs het dal van den Flibach naar Weesen; middagmaal en overnachten in het Hôtel Speer.

Veertiende dag. (Rustdag).

Treinreis van Weesen naar Grindelwald. Avondeten en overnachten te Grindelwald in Hôtel Schöneegg.

Vijftiende dag. (Unterer en oberer Grindelwaldgletscher. Geplooid autochtoon).

's Ochtends vroeg van Hôtel Schönegg (1057) naar den Unteren Grindelwaldgletscher. Eerst naar de Lutschinenschlucht: interessante verschijnselen van erosie door water en ijs. Vandaar langs den rechteroever — aan de westzijde van den Mettenberg — naar boven. Eind- en zijmoraines van 1822 en 1855. Rndhöcker landschap. „Glättende und spitternde Eiserosion” (Baltzer). Op naar Bäregg (1649) langs de *liggende plooï van autochtone Malmkalk in gneis* aan den Mettenberg. Van Bäregg naar Stieregg, het einde van de liggende plooï. Contact van Gneis met „Zwischenbildungen” (Verucano, Dogger, Rötidolomiet). Onderweg *prachtig gletscher-panorama*.

Daarna terug naar Grindelwald. Lunch in Hôtel Schönegg.

's Namiddags naar den Oberen Grindelwaldgletscher. Hier kunnen wij waarnemen, hoe deze gletscher in den laatsten tijd sterk is toegenomen en nog toeneemt.

Dan terug naar Hôtel Schönegg. Avondeten en overnachten.

Zestiende dag. (Rustdag).

's Morgens met den trein van Grindelwald naar Kandersteg. Bezichtiging van de omgeving van Kandersteg.

Overnachten in Hôtel Schweizerhof.

Zeventiende dag. (De Gemmi).

's Morgens vroeg van Kandersteg den weg naar den Gemmipas volgen. Voorbij Hôtel Bären wat Valanginienkalken. Iets verder in een beekje gestreepte Hauterivienkalken. Hoogerop nog meer Hauterivien. Op 1500 M. een vlak gedeelte, waar zich een open plaats in het bosch bevindt. Hier zijn blokken van Eoceenkalken met Nummulieten. De weg volgt hier het Eoceen (Lithothamniën-kalken), dat de jongste lagen van het Balmhorndekblad vormt. Daarop ligt het Valanginien van het Diableretsdekblad.

De weg gaat dan buitenom den Stock (1902) door Hauterivienkalken van het Balmhornblad en vervolgens nog door Valanginienkalken. Nu komt de weg in een groote met morainen gevulde vlakte. In de richting van Spitalmatte (1902) gaande, ziet men rechts de Valanginienmergels en -kalken van het Diableretsdekblad overgeschoven over het Eoceen van het Balmhorndekblad. Links bevindt zich een omgekeerde serie van Malm, Valanginien en Hauterivien. Meer nog naar het zuiden toe, wordt deze serie weer normaal in den wand van den kleinen Rinderhorn. De top van dezen berg is gevormd door Valanginienkalken, die in groote hoeveelheid neergestort zijn en nog neerstorten langs een helling,

gevormd door de zachte en glibberige Valanginienmergels (Berriasien).

Men bevindt zich hier in het frontale gebied van het Balmhorndekblad. De plooien, die wij hier in dit dekblad waarnemen, waarvan ook het bestaan van de omgekeerde serie een gevolg is, zijn veroorzaakt door plooiingen in het front van dit blad.

Van Spitalmatte naar Schwarenbach (2067), waar geluncht wordt.

Vlak boven het Schwarenbachhôtel, overschuiving van het Diableretsdekblad op het Balmhorndekblad. Hier liggen de Valanginienmergels van het Diableretsdekblad op het Eoceen van het Balmhorndekblad. Tusschen Eoceen en Valanginien bevindt zich nog een Malmlens.

De weg naar de Daubensee en den Gemmipas gaat dan eerst op den grens tusschen Valanginien en Hauterivien van het Balmhorndekblad, vervolgens door de Valanginienkalk. Hier een prachtig uitzicht op de wanden van Felsenhorn en Roter Totz. Drie dekbladen liggen daar boven elkander: eerst het Balmhornblad; op het Eoceen van dit blad het Diableretsblad, dat hier nog slechts bestaat uit Valanginienmergels en -kalk; het bovenste gedeelte van den wand wordt gevormt door Dogger en Malm van het Wildhorndekblad.

Dan gaat de weg langs de Daubensee en vervolgens over Malmkalken naar den Gemmipas (2329).

Van hier zeer lange en steile daling naar Leukerbad (1411). Hier bevindt de weg zich in sterk geplooide Dogger van het binnenste van de kern van het Balmhorndekblad.

Middagmaal en overnachten te Leukerbad.

Achttiende dag. (Rhônedal).

Van Leukerbad met den trein naar Fiesch (1071); van Fiesch op naar Hôtel Jungfrau (2193). Aldaar avondeten en overnachten.

Negentiende dag. (De Eggishorn).

's Morgens opmarsch. Proviand meenemen. Van Hôtel Jungfrau (2193) naar den top van den Eggishorn (2934). Panorama over den grooten Aletschgletscher met zijne nevengletschers (Ober-Aletschgletscher en Mittel-Aletschgletscher). De teruggang der gletschers weder gemakkelijk waarneembaar aan het nog onbegroeid zijn der verlaten terreinen. Het Aletschlakkolith.

Terug naar het Hôtel Jungfrau; avondeten en overnachten aldaar.

Twintigste dag. (De groote Aletschgletscher).

's Morgens opmarsch. Proviand meenemen. Van Hôtel Jungfrau (2193) naar de Concordia-Hütte (2897), met gidsen. Onderweg prachtig gezicht op den Fieschergletscher met duidelijke midden-

moraine. Dan naar de *Märjelensee* (2367), een *gletscherstuwmeer* aan de oostzijde van den grooten Aletschgletscher, met ijsschotsen. Het niveau van dit meer is kunstmatig verlaagd door een onderaarsch kanaal, dat afvloeit naar de zijde van den Fieschergletscher; daardoor wordt het plotseling leegloopen van het meer onder den Aletschgletscher voorkomen. Door dit dal, waarvan de bodem nog onbegroeid is en uit een aaneenschakeling van „roches moutonnées” bestaat, zond de groote Aletschgletscher vroeger een zijgletscher, die Aletsch- en Fieschergletscher verbond.

Langs den noordoever van het meer op den gletscher, en over den gletscher naar boven naar de Concordia-Hütte (2807) bij den Concordiaplatz. *Panorama*; hier vereenigen zich vier firnvelden: Grosser Aletsch-Firn, Kransberg-Firn, Jungfrau-Firn en Ewig-Schneefeld; samen vormen ze den grooten Aletschgletscher.

Van hier terug naar Hôtel Jungfrau. Daar avondeten en overnachten.

Eenentwintigste dag. (De terugtocht).

's Morgens van Hôtel Jungfrau terug naar Fiesch.

ONTBINDING DER EXCURSIE te Fiesch. Van Fiesch per spoor over Brig en Lötschberg naar Bazel.

DELFT, 3 Juni 1920.

OPMERKINGEN.

De in den tekst tusschen haakjes geplaatste getallen zijn hoogtecijfers.

Bij dit programma waren 3 tabellen en 22 figuren gevoegd.

GEBRUIKTE LITERATUUR.

Alb. Heim. Geologie der Schweiz. Band I Molasseland und Juragebirga, Band II Die Schweizer Alpen. (nog niet geheel verschenen.)

Hierbij te gebruiken: Geologische Karte der Schweiz 1: 500.000 (2e Auflage Bern. A. Francke 1912.)

Clubführer der Schweizer Alpen-Club, Geologische Wanderungen durch die Schweiz. Deel I, II en III (Rascher & Co., Zürich.)

Arn. Heim. Monografie der Churfürsten-Mattstockgruppe. (met atlas.) Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz. 50ste Lieferung. Hierbij: Geolog. Karte der gebirge am Walensee 1: 50.000 Spezialkarte No. 44.

M. Lugeon: Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: Les hautes alpes calcaires entre la Licerne et la Kander. Hierbij: Carte spéciale No. 60.

ALGEMEEN OVERZICHT VAN DE GEOLOGIE VAN ZWITSERLAND.

Zoowel topografisch als geologisch kunnen we Zwitserland in drie hoofdzones verdeelen n.l.: het Molasseland, de Jura en de Alpen. Het Molasseland is het tusschen de sterk geplooiden Jura- en Alpenketens gelegen vlakke, ongestoorde gebied; het wordt naar het Z. W. steeds smaller, naar het O. breeder en gaat daar over in de Zwabisch-Beiersche hoogvlakte. De Jura is eigenlijk een zijtak van de Alpen, die in de buurt van Chambéry hiervan wordt afgescheiden ¹⁾. Beginnende met het Molasseland, zullen we ieder gebied in het kort bespreken. (Hierbij fig. 1 te raadplegen, die een profiel loodrecht op de lengte richting der ketens voorstelt). ²⁾

¹⁾ zie fig. 195. Dr. B. G. Escher: De gedaanteveranderingen onzer aarde.

²⁾ Overgenomen uit Heim: Geol. der Schweiz.

I. MOLASSELAND.

Met molasse wordt de uit conglomeraten en zandsteen bestaande Tertiaire Zwitsersche afzetting aangeduid. Zij werd gevormd uit de afbraakproducten van enorme gebergtemassa's. Dicht bij den rand der Alpen overheerschen de grofkorrelige conglomeraten van de nagelfluh, naar het N.W. verdwijnen deze en worden vervangen door de zandsteen met geringe korrelgrootte, die op hun beurt weer plaats moeten maken voor fijnere mergels, terwijl in de buurt van de Jura kalken optreden. Deze afzettingen komen dus overeen met de ons bekende psephieten (conglomeraten), psammieten (zandsteen) en pelieten (slibsteen), die als afbraakproducten van het vaste land aan een kust worden afgezet. De molasse is dus een randvorming der Alpen en bedekte eens ook de Jura geheel. Bij den Alpenrand is zij minstens 2500 M. bij de Jura 1000 M. dik geweest en moet dus gevormd zijn aan een kust, waarvan de bodem in dalende beweging verkeerde (zgn. geosynclinaal gebied).

Onder nagelfluh verstaat men de grofkorrelige conglomeraten van de molasse aan den Alpenrand; de rolsteen waaruit zij bestaan komen niet voor in de W. Alpen, die direct aan de molasse grenzen, doch wel in de O. Alpen en andere ver weg gelegen gebieden. Het is hier niet de plaats om dit te verklaren, bij de bespreking van de Alpen zal hierop nog nader worden ingegaan.

Uit fig. 1 blijkt dat het Molasseland te verdeelen is in een 30—40 KM breed, vlak, ongestoord gedeelte, en een veel smallere aan den Alpenrand grenzende, gestoorde strook, de zgn. subalpine zone van de molasse, waarvan de lagen eene helling naar het Z. O bezitten. Hiertoe behooren bijv. de Rigi en Rossberg (bij de Vierwaldstättersee), Speer (bij de Walensee) e.d. Hoe deze gestoorde zone gevormd werd, is een later te bespreken kwestie.

Tenslotte zij nog opgemerkt, dat ook aan de zuidzijde van de Alpen een nagelfluh voorkomt, die op analoge wijze gevormd werd als de nagelfluh aan den N. rand der Alpen.

II. ZWITSERSCHE JURA.

Deze bestaat uit twee zeer verschillende gedeelten:

1o. Tafel- of Plateaujura.

Een uit Trias, Jura en Tertiair samengesteld tafelland, dat eene helling naar het Z. bezit en doorsneden wordt door een N—Z gericht systeem van verschuivingen.

2o. Ketenjura.

Dit is een, eveneens uit Trias, Jura en Tertiair bestaand ketengebergte, dat mooie plooien vertoont en een stelsel van horizontale transversaalverschuivingen bezit (zie Escher fig. 33). In het Z.W. deel van den Ketenjura komt ook Krijt voor. De N.O. plooien van de Ketenjura liggen tegen den Tafeljura aan. We moeten den Tafeljura opvatten als den voet van het Schwarzwald, waartegen de Alpen in den vorm van hunnen zijtak: de Ketenjura, „brandden”. In het O. (aan den Z. kant van den Tafeljura) is de Ketenjura zeer smal, naar het Z.W. wordt zij veel breeder en bij het Meer van Genève, waar zij van de Alpen afgetakt wordt, weer smaller. Het is een boogvormige plooi bundel, die in het midden het breedste is en aan beide einden is ingesnoerd.

De eigenlijke Tafeljura bestaat uit 2 gedeelten:

één ten zuiden van het Schwarzwald gelegen plateau en één ten Z. van de Vogezes, beide gescheiden door de Rijnslenk; Schwarzwald en Vogezes bestaan uit in Carbonischen tijd geplooiden gesteenten (zgn.: „Hercynische massieven”), die daarna door de erosie werden aangetast en later weer met Mesozoische sedimenten bedekt. Tijdens het Oud-Tertiair (vermoedelijk Oligoceen) werden door bergvormende bewegingen Schwarzwald en Vogezes naar boven gedrukt, terwijl het tusschengelegen stuk daalde en de Rijnslenk vormde. De afscheiding tusschen Schwarzwald en Rijnslenk bestaat uit een geweldige verschuiving, de zgn. Schwarzwaldbruch, een dergelijke groote verschuiving is vermoedelijk ook tusschen Vogezes en Rijnslenk aanwezig. De verticale spronghoogte dezer verschuivingen bedroeg vermoedelijk ± 1500 M. De ten Z. van het Schwarzwald gelegen sedimenten werden bij het naar boven komen van het Schwarzwaldmassief hiervan ook gescheiden door een verschuiving, die over Kandern-Säckingen verloopt.

Als nawerking van de vorming van de Rijnslenk werden van Boven-Oligoceen tot Onder-Mioceen in het gebied, dat nu Tafel-

jura heet, een systeem verschuivingen gevormd met N.Z. strekking. De verticale spronghoogte dezer verschuivingen varieert van 20—60 M.; een enkele bereikt een bedrag van \pm 150 M.

De vorming van de Juraketens heeft na dien tijd plaats gevonden en wel tijdens het Pontien (= Boven-Mioceen) en Pliocéen. Zij zijn dus jonger dan de Tafeljura en blijken even oud te zijn als de jongste dislocatiephase van het moedergebergte: de Alpen.

Waar nu bij de plooiing van den Ketenjura een bergvlakte in het voorterrein lag, konden de lagen in mooie „open” vouwen geplooid worden (bijv.; Rijnslenk; gebied tusschen Vogezen en Centraal-massief); bevond zich echter een hindernis op den weg (Schwarzwald en Vogezen met voorgelegen Tafeljura) dan liggen de plooien in de meest gecompliceerde vormen tegen deze hindernissen aan. De Ketenjura is in het algemeen naar het N.W. convex, naar het Z.O. concaaf gebogen; de meeste plooien hellen iets naar het N.W. over, terwijl eventueele overschuivingsvlakken tusschen de plooien onderling naar het Z.O. hellen. Al deze feiten wijzen dus op een horizontale beweging naar het N.W.: de krachten, die de Juraketens vormden zijn dus harmonisch met de Alpenvormende krachten.

Tengevolge van de rekking in de strekkingsrichting van de Ketens werden tijdens de laatste phase der plooiing een stelsel horizontale transversaalverschuivingen gevormd. Deze hebben dus, wat de genese betreft, niets te maken met de verschuivingen van den Tafeljura.

Voor de stratigrafie van Keten- en Tafeljura zij verwezen naar de tabellen XXVI, XXVII, XXVIII V. '09 ¹⁾.

De oudste aanwezige lagen bestaan uit Roodliggende (Onder-Perm), waaronder vermoedelijk met het Schwarzwald-massief samenhangelend kristallijn ligt.

De Trias is ontwikkeld in de Germaansche facies, d.w.z. als Bontzandsteen, Schelpkalk en Keuper, en bezit vele fossielen. Bij de Alpen zullen we zien, dat deze drieledigheid van de Trias gedeeltelijk blijft bestaan (zgn. gereduceerde Germaansche Trias =

1) V. '09 = Verslag van de Zwitsersche Excursie in 1909.

Helvetische Trias, zonder fossielen) voor een ander gedeelte echter geheel anders ontwikkeld is (zgn. Oostalpien). Voor de ontwikkeling van Jura en Tertiair verwijs ik naar de stratigrafische tabellen.

III. DE ALPEN.

Deze vormen geologisch-tektonisch het meest interessante gebied van Zwitserland en zullen daarom iets uitvoeriger besproken worden.

De ontwikkeling van de theorie der dekbladen, die in het verslag der excursie van '09 uitvoerig besproken werd, mag hier bekend worden verondersteld. Dat deze thans algemeen wordt aangenomen, mag blijken uit het kort geleden verschenen boek van Heim „Geologie der Schweiz”, waarin deze in het deel over de Zwitserse Alpen geheel deze theorie aanhangt. Terwijl hij in \pm 1900 de schitterende theorie van Bertrand - Schardt - Lugeon der „nappes de recouvrement” nog niet tot de zijne maakte, is het tot nu toe verschenen deel van zijn standaardwerk geheel hierop gegrondvest. De mooiste overwinning door deze theorie behaald noemt hij de erkenning van Suess hiervan in het laatste deel van het beroemde „Antlitz der Erde” (1910) en zegt hierover:

„Der Schlussstein in der geologischen Literatur für den Sieg der Deckenlehre liegt darin, dasz unzer grösster Meister den Deckenbau als eine durchgreifende Beobachtungstatsache und nicht mehr als eine Theorie auffaszte und darstellte”.

Alvorens nader in te gaan op de bewijzen voor den dekbladenbouw en de eigenschappen der dekbladen, zal eerst een overzicht gegeven worden van de tektonische indeeling der Alpen.

Men onderscheidt de volgende tektonische eenheden:

1. *Autochtoon*; 2. *Dekbladen*; 3. *Wortelzône*; 4. *Dinariden*.

1. *Autochtoon* is het gebergte, dat ter plaatse geplooid, opgeheven enz. is zondere verdere horizontale verschuiving. Tot het autochtoon behooren de centrale massieven der Alpen met hunnen sedimentmantel. Deze massieven zijn van O \rightarrow W: Aar-, Gotthard-, Aiguilles Rouges-, Belladonna-, Pelvoux- en Mercantour-massief, en zijn in denzelfden boogvorm gerangschikt, die ook de Alpenketens vertoonen. Ten O. van het Aarmassief komen geene massieven meer aan de oppervlakte, maar zijn hier vermoedelijk

wel aanwezig onder de dekbladen. Deze hebben ook eens de nu ontbloote massieven bedekt, doch zijn daar door erosie verdwenen. Deze centraal-massieven zijn evenals Scharzwald en Vogezen in Hercynischen tijd geplooid en vertoonen een waaivormigen bouw van de lagen. Zij vormen een storende zone in de Alpen, waartegen de Penninische dekbladen vanuit het Z. tegenop geloopt zijn, terwijl de Helvetische en Oostalpine-dekbladen er overheen zijn gekomen.

De autochtone sedimentmantel bestaat uit Trias, die slecht ontwikkeld is, echter nog in de Germaansche facies; verder Jura als Lias (alleen in het Z.W.) Dogger en Malm, welke laatste als „Hochgebirgskalk” tot 100 M. dik wordt; het Krijt is meestal door erosie verdwenen, terwijl Tertiair als nummulietenkalken, zandsteenen en dikke Flysch ontwikkeld is.

Parautochtoon noemt men de plooiën, die volgens facies en tektoniek onmiddellijk met den autochtonen sedimentmantel samenhangen, dan wel van daar door hogere dekbladen afgescheurd en passief vervoerd zijn geworden.

2. Dekbladen.

Van het N naar het Z onderscheiden we de volgende dekbladen:

1. Helvetische bladen.

Deze hebben hun wortelgebied in het Rijn-Rhône dal aan de Z.-zijde van het Aar-Mt.Blanc massief, en vindt men voornamelijk ten N. van het Aarmassief; zij worden hier in vele deelbladen aangetroffen; tot de Helvetische bladen behooren o.a. de bladen aan de Vierwaldstättersee, bij de Walensee, het Glarneroverschuivingsblad enz. Meer naar het O. worden zij bedekt door de Oost-Alpine bladen, waarvan de wortels zuidelijker liggen. Het zijn de Helvet. bladen, die met hunne koppen op de molasse-nagelfluh gestooten zijn en deze door hunne opstuwende kracht geplooid hebben.

Wat de stratigrafie betreft vinden we een sterke ontwikkeling van het Krijt, terwijl in het O. deel de Verrucano (Perm) zeer dikke lagen vormt.

2. Penninische bladen.

De wortels dezer bladen liggen zuidelijker dan die van de Hel-

vetische bladen en wel in de lijn Sezia-Bellinzona-Novale. De bladen zelf stooten tegen den Z. rand van de centrale massieven aan. Het zijn geweldige dekbladen, die een veel grooter volume innemen dan de Helvetische bladen. Argand, die deze dekbladen bestudeerde, onderscheidt 6 bladen boven elkaar; van onder naar boven: a. Antigorio-, b. Lebendun-, c. Monte Lione. (a—c in het Simplon-massief gevonden), d. Grand St. Bernard-, e. Monte Rosa-, f. Dent Blanche-dekblad.

De stratigrafie der Penninische dekbladen is ongeveer als volgt: Kristallijn, Carboon, Trias (ongeveer als de Helvet. Trias), de Jura is hier als de zgn. Bündner Schiefer (= schistes lustré's) ontwikkeld die karakteristiek zijn voor de Penninische zone. De Bündner Schiefer bevatten vele groensteen, d.z. basische ophiolitische eruptiva (zgn. pietre verdi); Dogger en Malm ziet men weinig, Flysch is daarentegen zeer dik ontwikkeld.

3. Oost-Alpine bladen.

Het wortelgebied dezer bladen ligt nog zuidelijker dan dat der Penninische bladen, zij vormen de bovenste en grootste dekbladen der Alpen. Onder hen is het bovenste blad, het Silvrettadekblad, het geweldigste. Het grootste deel der Oostalpen wordt door de Oost-Alpine bladen ingenomen.

Staub verdeelt deze bladen in:

a. Onder-Oost-Alpine bladen.

Deze zijn ten O. van de Boven-Rijn in de Oost-Alpen geheel anders dan ten W. van den Rijn.

Ten O. van den Rijn vormen zij een samenhangend dekblad bestaande uit kristallijne gesteenten, Trias en Jura. De Trias is in de echt Oost-Alpine Trias ontwikkeld, terwijl de Malm als radiolarienhoornsteen ontwikkeld is. Ten W. van den Rijn tot den Aar komt het Onder-Oost-Alpine blad nog slechts op enkele punten voor (Mythen, Buochserhorn, Chablaisbergen enz.) en vindt men hier overal het Helvetische blad aanwezig. Tusschen de Aar en de Arve en in de Chablais-zone is het Onder-Oost-Alpine blad weer samenhangend aanwezig. Men beschouwt thans deze klippen enz. als door de onderliggende Penninische en Helvetische bladen van hunne kernen afgescheurde en naar het N. getransporteerde

deelen van het Onder-Oost-Alpine blad. Deze dekbladen noemde men vroeger de Lepontische of Klippendekbladen; zooals gezegd vormt de Boven-Rijn een scherpe grens tusschen Oost- en West-Alpen.: ten O. hiervan de vrijwel onaangetaste Oost-Alpine bladen met hunne karakteristieke Oost-Alpine facies, ten W. de Helvetische dekbladen met hunne geheel andere West-Alpine facies (zie tabel pag. 273).

De scherpe afscheiding tusschen O. en W. Alpen in de lijn Chur-Bodensee werd vroeger als een breukzone beschouwd, thans is het duidelijk, dat we te doen hebben met een erosierand van de Oost-Alpine bladen op de Helvetische en Penninische dekbladen. Deze is hier gevormd, omdat de as van het Oost-Alpine blad hier in W. richting hooger wordt, ten W. van de Aar waar het Oost-Alpine blad weer samenhangend aanwezig is, duikt de as weer naar beneden. Ten W. van den Rijn komt ook Krijt in het Oost-Alpine blad voor, waarvan het Boven-Krijt als couches rouges ontwikkeld is.

b. Boven-Oost-Alpine bladen.

Hiervan is in Zwitserland alleen het bovenste blad, het geweldige Silvrettablad aanwezig, dat vooral ten N. van de Inn samenhangend wordt aangetroffen, het bestaat uit Kristallijn, Verrucano en zeer dikke Trias. In de zgn. „vensters” zien we dat tusschen de Bündner Schiefer van het Penninische blad en het Silvrettablad van het Onder-Oost-Alpine blad nog slechts enkele stukken overgebleven zijn.

3. Wortelzone.

Deze is gelegen aan den Z. rand der Alpen en vormt hier een 100 K.M. lange en 15 K.M. breede zone in de buurt van Locarno. Men vindt hier steilstaande kristallijne schisten en metamorfe Bündner Schiefer, dolomieten enz. en beschouwt deze als door de erosie blootgelegde wortels der Penninische en Oost-Alpine dekbladen. De eersten hebben hun wortelgebied in het N. deel, de andere in het Z. deel der zone.

De Helvetische dekbladen (zie pag. 268) hebben hunne wortels niet in dit gebied, doch in de tusschen Gotthard- en Aarmassieven gelegen smalle strook.

4. *Dinariden.*

Ten Z. van de Wortelzone vindt men een gebied, dat Hercynisch geplooid is en discordant bedekt is met Perm, Trias enz. Wij bevinden ons hier in den autochtonen Zuid-rand van de Alpen, door Suess Dinariden genoemd, doch ook wel Zuid-Alpen, Insubrisch gebied of Zeegebergte geheeten.

Nu we in het voorgaande de tektonische eenheden der Alpen hebben leeren kennen, wordt de indeeling zooals deze in fig. 1 aangegeven is, begrijpelijker. Volgens deze figuur worden de Alpen van het N. naar het Z. gaande in de volgende zones verdeeld:

1. Noordelijke Kalkalpenzone.

Deze is gelegen ten W. van de centrale massieven en bestaat uit de volgende tektonische eenheden: Helvetische dekbladen, Onder-Oost-Alpine dekbladen en den autochtonen sedimentmantel aan den N. rand der centrale massieven.

2. Zone, waarin de kristallijne schisten overheerschen.

Dit gebied bestaat uit 3 verschillende gedeelten:

a. Kristallijne autochtone centrale massieven.

Aar-, Gotthard-, Aiguilles Rouges-, Mont Blanc-, Belladonna-, Pelvoux- en Mercantour-massieven.

b. Kristallijne dekbladen massieven.

Hiertoe behooren de Pennische dekbladen, dit zijn de ons reeds bekende Simplondekbladen, de Grand St. Bernard-, Dent Blanche-, Monte Rosa-dekbladen en bovendien de gneisdekbladen in het Tessiner-gebied.

c. Kristallijne wortelzone.

Dit zijn de ten Z. van de Penninische bladen gedenudeerde wortelgebieden der Penninische en Onder- en Boven-Oost-Alpine dekbladen (zooals reeds bekend liggen de wortels der Helvetische dekbladen direct aan de binnenzijde der centrale massieven).

3. Zone der Oostelijke Kalkalpen.

Deze bestaat uit de ten O. van den Boven-Rijn gelegen Oost-Alpine dekbladen.

4. Zone der Zuidelijke Kalkalpen (Dinariden).

In Zwitserland vindt men deze geweldige zone alleen in de omgeving van het meer van Lugano.

Vergelijkt men deze indeeling der Alpen en dekbladen met die in het excursieverslag '09 gegeven, dan blijkt het dat sedert dien tijd de opvattingen van den bouw der Alpen wel eenige veranderingen hebben ondergaan.

Bij de bespreking van de dekbladen werd reeds het een en ander over facieele verschillen in de Alpen opgemerkt. Daar een goed begrip der verschillende facies noodzakelijk is voor een juist inzicht in de stratigrafie en tektoniek der Alpen, moge er hier nog wat dieper op worden ingegaan.

Wat men onder facies verstaat, mag bekend worden verondersteld: in de facies zijn de omstandigheden uitgedrukt, waaronder een laag gevormd werd. Men onderscheidt bij afzettingen in zee gevormd: neritische facies (in zee van 0—200 M. diepte) bathyale facies (200—1000 M.), abyssale facies (> 1000 M.) Ieder dezer facies heeft zijn bepaalde kenmerken, waaruit blijkt met welke facies we te doen hebben: zoo is in de neritische zone in hoofdzaak terrigeen materiaal tot bezinking gekomen (conglomeraten, zandsteenen, kleisteenen), verderop in de bathyale zone zijn het in hoofdzaak de kalkschalen van organismen die opbouwend werken, terwijl op groote diepte slechts kiezelskeletjes en wat terrigeen materiaal sedimenteeren.

Terzelfder tijd kunnen dus in een zeebekken conglomeraten en zandsteenen, kalksteenen en diepzeeafzettingen (bijv. radiolariënhoornsteen) worden afgezet; verschillende faciesgebieden liggen naast elkaar. Het is nu karakteristiek voor de bathyale zone, dat hier in een bepaalden tijd veel dikkere sedimenten worden afgezet dan in de neritische en abyssale zone. Terzelfder tijd kunnen dus zeer dikke bathyale kalkafzettingen gevormd worden en heel dunne abyssale radiolariënhoornsteenen. We moeten dit wel in het oog houden, wanneer we de verschillende facies der Alpen met elkaar willen vergelijken. De volgende tabel geeft een overzicht van de verschillende afzettingen in de Alpen, waaruit duidelijk de facieele verschillen blijken.

Zones	Kristall. Grond-geb.	Palaeozoicum	Trias	Jura	Krijt	Tertiair
Dinariden en Boven-Oost Alp. D.	Ortho- en Parageesteenten in groote hoeveelheden.	Perm	Oost-Alpien	Radiolariet Rifkalk Dogger Lias	Scaglia Biancone	Macigno Numm. kalk Flysch
Onder-Oost Alp. en Klippen D.					Cenom. breccie	
Penninische D.		gedeeltel. Limnisch Carboon	Helvetisch (gereduceerde Germ. facies)	Bündner Schiefer met Ophiolieten	?	Niesenflysch Prättigau flysch
Helvetische D.	Geen	Perm (Verucano) alleen in het O.		Dogger en Hochgeb. Kalk	Lias	Helvet Krijt	Wild flysch
Autochtoon	Granitische gesteenten en Krist. schisten (veel)	Limnisch Carboon en iets Perm.	Lias (alleen in het W)		Voor Eoceen door erosie verdwenen	Numm. gesteenten.	Taveyannazandst. Boonerts
Jura	Schwarzwald.	Perm.	Germ. facies	Malm Dogger Lias	B. Krijt als relict O. Krijt in het O verdwenen	Molasse over boonerts

Vooraf een nadere beschouwing der Triadische en Jurassische sedimenten is leerrijk. De Trias is in de Jura in de Germaansche facies ontwikkeld (Bontzandsteen, Schelpkalk, Keuper) en bereikt hier een dikte van ± 140 M., dus minder dan in Zuid-Duitschland, waar de Trias ± 1200 M., dik is.

In het Autochtoon, de Helvetische en Penninische dekbladen is de Trias veel dunner (± 50 M.) en in de zgn. Helvetische facies = gereduceerde Germaansche facies aanwezig. Zij bestaat ook uit 3 deelen, die hier Kwartszandsteen, Röthidolomiet, Quartenschiefer genoemd worden. Hoe geheel anders is de Trias in de Oost-Alpine bladen ontwikkeld! Hier vinden we geweldig dikke kalkafzettingen (2000—3000 M. dik) de zgn. Oost-Alpine facies van de Trias.

Dat op de eene plaats nu zulke dikke lagen gevormd werden, en op een andere veel dunnere, wordt nu verklaard door in het eerste geval een bathyale zone (met geosynclinaal karakter!) in het tweede geval een neritische zone aan te nemen. Daar nu de Oost-Alpine bladen uit het verre Zuiden kwamen, de Helvetische en Penninische uit een meer noordelijke zone, neemt men dus aan dat de Trias-zee naar het Z. dieper werd.

Minstens even interessant als de Trias is de Jura. Terwijl in het Juragebergte de Lias, Dogger en Malm in een ondiepe zee zijn afgezet, blijken in het Autochtoon en de Helvetische bladen de Lias en Dogger als in de Jura, de Malm als Hochgebirgskalk echter geweldig ontwikkeld te zijn. Deze Hochgebirgskalk werd in een diepere zee afgezet. In de Oost-Alpine bladen is de Malm als zeer dunne radiolariet afgezet en de zee dus zeer diep geweest. Ook de Jura-zee werd naar het Z. steeds dieper.

Wat het Krijt en de Flysch betreft zij verder naar de tabel verwezen.

Wanneer men in de lengterichting der Alpenketens in eenzelfde keten de gesteenten van gelijken ouderdom vervolgt, zal men waarnemen, dat de facies over zeer groote afstanden óf dezelfde blijft dan wel slechts zeer weinig verandert. Kiest men evenwel zijn weg dwars op de ketens, dan vindt men van den eenen keten naar den anderen gaande een zeer sterke, dan wel sprongsgewijze faciesverandering. Ja, hetzelfde neemt men waar wanneer men in denzelfden keten van dieper gelegen naar hoogere laagcomplexen gaat.

Blijkens hetgeen we reeds over facies zeiden is het onmogelijk, dat op zulken korten afstand in een zeebekken tegelijkertijd zulke sterk verschillende lagen zijn afgezet; noch kan men dit verschijnsel

verklaren door de wortels van de plooï in den ondergrond aan te nemen; gesteenten, die oorspronkelijk op grooten afstand van elkaar werden afgezet, kunnen hierdoor niet zoo dicht bij elkaar gebracht worden. Er komt nog iets bij. Wanneer men van het N.W. naar het Z.O. door de Alpenketens gaat, vindt men de facies in geheel verkeerde volgorde op elkaar volgen. Was het waar, dat iedere plooï den wortel in den ondergrond had, dan moest men in het N.W. eerst neretische afzettingen vinden, die dan naar het Z.O. in bathyale en tenslotte in abyssale zoudens moeten overgaan. Dit is echter in geen deele het geval, de facies liggen kris-kras door elkaar. In fig. 2 wordt dit nader geïllustreerd. Het is een schema door Alb. Heim samengesteld en stelt voor de verschillende facies van het Krijt in een profiel door de O.-Zwitsersche Alpen. Terwijl de eigenlijke oorspronkelijke volgorde 0, 1, 2, 3, enz. was, werd nu aangetroffen 0, 2, 4, 3, 6, 1, 5, 7, 8. Lijkt dit een raadsel, wanneer we de plooïen als autotochtoon beschouwen, bij de accepteering van de dekbladentheorie, waarbij de lagen door overschuivingen ver uit het Z. gekomen zijn is dit alles volkomen te verklaren.

Gaat men een bepaalde laag in eenige boven elkaar gelegen dekbladen na, dan blijkt het dat de facies van de laag in het Z. deel van een blad direct aansluit aan de facies van dezelfde laag in den N. koprand van het daarboven gelegen blad, terwijl de facies in ieder blad afzonderlijk van het N. naar Z. dienovereenkomstig verandert.

Al deze feiten wijzen er op, dat we het gebied waar de hoogere bladen gevormd werden ten Z. aan moeten nemen van hetzelfde gebied der onderliggende bladen. De wortels der hoogere bladen moeten ook nu ten Z. van de wortels der lagere bladen gelegen zijn. Voor de meeste sedimenten, in het bijzonder die van het Eoceen, Krijt, Jura en Trias wordt van het N. gaande de facies meer bathyaal en abyssaal. Dit wijst er op, dat zij afgezet werden in een geosynclinaal gebied („Tethys”) die in het Mesozoicum hier bestond en naar het N.W. dieper werd. De zones van dezelfde facies strekte zich in deze „Tethys” ongeveer // aan de toenmalige kustlijn uit en liepen ongeveer van W. Z. W. — O. N. O.

terwijl ze van het N. — Z. gaande het sterkst veranderen. De tertiaire samenschuiving der enorme sedimentmassa's had van Z. — N. ongeveer loodrecht op de kustlijn plaats en werden de sedimenten in die richting tot op $1/3$ à $1/4$ van den oorspronkelijken afstand samengedrukt, terwijl de afstanden in de richting loodrecht er op uit den aard der zaak ongeveer hetzelfde bleven. Nu moesten noodzakelijk: de tektonische zones tegelijk facieszones worden. Loodrecht op de ketens vinden we dus sterk wisselende facies, evenwijdig aan de ketens blijven deze op soms enormen afstand gelijk.

De resultaten van de studies op facieel- stratigrafisch gebied hebben dus gevoerd tot vele bewijzen voor den dekbladenbouw der Alpen.

Dat de bestudeering van de tektoniek tot de dekbladentheorie voerde, werd reeds in het excursieverslag van 1909 aangetoond. Hier zij nog vermeld, dat de theorie van de „Pilzfalte” door Heim, aangenomen om de eigenaardige successie van oud en jong bijv. in de trog van Amden te verklaren, op onoverkomenlijke bezwaren stuitte (op pag. 298 zijn deze bezwaren nader omschreven).

Deze bezwaren worden geheel weggenomen, wanneer we den dekbladenbouw aannemen.

Doch ook andere tektonische feiten leveren bewijzen voor de theorie der dekbladen.

Soms is een geheel dekblad tot de wortelzone te vervolgen en is dus de dekbladenbouw direct bewezen. Dit is bijv. het geval bij de Helvetische dekbladen, waar deze over het hooge Aarmassief zijn heengegaan kwam hun as hoog te liggen en zijn zij ter plaatse door erosie verdwenen. Ter weerszijden van dit massief duiken de assen naar beneden en zijn nu de dekbladen voor de erosie bewaard gebleven. Aan deze asduiking („pitch”), die in alle dekbladen voorkomt hebben we het te danken, dat aan de eene zijde de dekbladenstructuur door de erosie is blootgelegd, aan de andere zijde de bladen gespaard gebleven zijn. Aan de Z.W. zijde van het Aarmassief duikt nu de as v.d. Helvet. dekbladen naar beneden en heeft Lugeon deze tot aan het wortelgebied kunnen vervolgen. Analoge bewijzen zijn voor de Pennische en Oost-Alpine dekbladen geleverd.

In het algemeen moeten we dus verwachten, dat op de plaatsen, waar het geheele dekbladensysteem hoog kwam te liggen (bijv. boven de massieven in Centraal-Zwitserland) de erosie veel heeft weggenomen, terwijl daarentegen waar de assen naar beneden duiken ook de hoogere dekbladen (Oost-Alpine) bewaard zijn gebleven. Dit komt inderdaad uit; ter weerszijden v/d centrale massieven duiken de assen naar beneden en komen nu ook de hoogere bladen te voorschijn, die dan de diepere bedekken. Waar nu plaatselijk de as hoger ligt, heeft de erosie een gat (zgn. „venster”) in de hoogste bladen gemaakt, waardoor men in de onderliggende bladen „kijkt”.

Dikwijls kan men waarnemen, dat de kop van een dekblad op een voorgelegen hindernis stuit en door deze „branding” een tektonisch gecompliceerden bouw vertoont. Dit is bijv. het geval bij den Rigi-Hochfluh, die op de Molasse van den Rigi stoot en bij den Mattstock, die tegen den Speer opgelopen is.

Ik heb hier slechts enkele feiten aangehaald, die den dekbladenbouw aantonen; in werkelijkheid bestaan er nog vele andere bewijzen.

In het voorgaande is getracht een geologisch overzicht te geven van Zwitserland; in het bijzonder van de Alpen, terwijl de dekbladen iets uitvoeriger besproken werden.

Bij de bespreking van de Jura werd vermeld, dat deze ketens tijdens de laatste phase van de Alpine plooiing gevormd werden. Nu doet zich de vraag voor, wanneer werden de Alpenketens (dekbladen) gevormd?

Volgens Alb. Heim is de eigenlijke Alpenplooiing op zijn vroegst in het Krijt begonnen (eerder in het Eoceen en Oligoceen), de Oost-Alpine dekbladen werden toen het eerst gevormd. De intensiteit van de plooiing nam tijdens het Mioceen sterk toe en eindigde aan den N.-rand der Alpen eerst in het begin van het Diluvium. Het zijn de Oost-Alpine dekbladen geweest, die het materiaal leverden voor de molasse-nagelfluh. Na vastwording der Molasse konden de later gevormde Helvetische dekbladen hiertegen oplopen en de Molasse opduwen tot een naar het Z. hellende bergrug, waartoe o.a. de Rigi, Roszberg en Speer behooren.

Wat de phasenvolgorde der dekbladenbewegingen betreft kan men niet zeggen, dat de onderste bladen het eerst gevormd zijn en daarna de daarboven gelegen bladen, evenmin is het omgekeerde juist. Nu eens gingen de diepere bladen sneller vooruit, dan weer de hoogere.

Dat reeds gedurende het Mesozoicum de vorming der dekbladen werd voorbereid is aangetoond door de onderzoekingen van Argand in de West-Alpen. Hij vond dat een bepaalde laag in den kop van een blad een meer ondiepe facies vertoont dan in de beide vleugels van hetzelfde blad. Dit gaat voor ongeveer alle lagen van het Mesozoicum op.

Argand neemt nu in de „Tethys” een reeks geosynclinalen aan, van elkaar gescheiden door geanticlinalen; deze laatste zouden dan met de koppen der dekbladen corresponderen en de „embryonale” voorloopers hiervan zijn.

Tenslotte een enkele opmerking over het mechanisme van de gebergtevorming.

Het lijkt wel wonderlijk, dat zoovele stugge lagen en conglomeraten in de Alpen en Jura zulke mooie en dikwijls sterke plooien vertoonen zonder te breken. Dit is alleen te verklaren door een hooge druk en temp. tengevolge van dikke bovenliggende sedimenten aan te nemen, waardoor de dieper gelegen lagen veel gemakkelijker deformeerbaar waren. De erosie heeft de bovenste, in stukken gebroken lagen weggenomen, zoodat de nu aan de oppervlakte gekomen mooi geplooiden lagen ons onwaarschijnlijk toelijken. Dat de bij gebergtevorming optredende geweldige krachten de verschillende gesteenten onaangetast gelaten zouden hebben is zeer onwaarschijnlijk; alle feiten wijzen op een diepgaande metamorfose, die zelfs de kleinste deeltjes niet onaangetast heeft gelaten. Zeer treffend zegt Heim hiervoor:

„Die Alpen sind eine Region ungeheurer Zerknitterung in der Erdrinde in allen Gröszen, von den Ueberschiebungen die ganze Gebirgsmassen 50 bis über 100 K.M. übereinander verstellt haben, von den Gewölben die himmelhohe Berge auftürmen bis zu den Gesteinsumformungen, die wir erst unter dem Mikroskop sehen können”.

Eerste dag.

Tafeljura.

Evenals in 1909 werd de excursie begonnen met de bestudeering van de Tafeljura; werd toen het Dichterbachdal gevolgd, thans was het de Ergolz, waarlangs in hoofdzaak de stratigrafie werd nagegaan. De Ergolz is een linkerzijrivier van den Rijn en doorstroomt de Tafeljura, die ten Z. van het Schwarzwald gelegen is. Dit gebied noemt men ook wel Oostelijke Tafeljura, ter onderscheiding van de Tafeljura, die ten Z. van de Vogezen is gelegen. Deze Oostelijke Tafeljura wordt in het N. begrensd door den Rijn en de Wutach, in het W. door de groote verschuiving van het Schwarzwald, in het O. door de zgn. verschuiving van Randen-Höhgan en in het Z. door de Ketenjura.

We moeten de Tafeljura opvatten als een plaat van Permische, Triadische en Jurassische sedimenten die met een helling van $1-10^\circ$ naar het Z. helt. Deze plaat is echter niet geheel onaangetast bewaard gebleven, doch door vele N-Z loopende verschuivingen en flexuren in stukken verdeeld, terwijl de erosie vele voren in het terrein ingesneden heeft. Het relief van de Tafeljura wordt niet beheerscht door de verschuivingen, doch door de erosie, hetgeen hieruit blijkt, dat de rivieren meestal niet de verschuivingen volgen doch er dwars door heen gaan.

Verscheidene vondsten wijzen er op, dat ook op het Schwarzwaldmassief een sedimentbedekking gerust heeft, die echter doordat dit massief zoo sterk naar boven gekomen is, door de erosie bijna geheel is weggenomen. In de Tafeljura echter, waar de verticale spronghoogte der verschuivingen veel minder groot was, had de erosie gelegenheid, de door deze verschuivingen teweeggebrachte niveauverschillen uit te wisschen, de sedimenten bleven echter voor een groot gedeelte gespaard.

Zooals reeds werd opgemerkt, helt de Tafeljura zwak naar het Z. en zal men dus, het plateau van het N. naar het Z. doorkruisende steeds jongere lagen ontmoeten. Het beste zijn de verschillende lagen in rivierbeddingen waar te nemen, zoodat een Z-N stroomende rivier, zooals de door ons gevolgde Ergolz, de meeste kans biedt voor goede profielen. Vanaf Augst waren aan

de overzijde van den Rijn de horizontale Schelpkalkbanken van het Dinkelbergplateau goed zichtbaar. De Ergolz nu stroomopwaarts gaande, werd in den linkeroever eene ontsluiting in den Schelpkalk aangetroffen, waarin een Crinoïdenbankje te zien was. Verderop had men vanaf een hooger gelegen punt een prachtig gezicht op de verschillende terrassen van den Rijn terwijl de scherpe afscheiding van het Schwarzwald met den Rijnslenk goed waarneembaar was. Naar het Z. gaande werden in de beekbedding het eerst de bontgekleurde letten van de Keuper aangetroffen; deze is hier dus in de Germaansche facies ontwikkeld, terwijl de Alpine vorm hiermede sterk verschilt.

Ook in vele andere opzichten zullen we in de Alpen verschillen aantreffen met Tafel- en Ketenjura, de Hauptrogenstein o.a. die in de Jura zoo belangrijk is, is dit in veel mindere mate in de Alpen. Het Krijt, dat in de Alpen zoo sterk ontwikkeld is, treffen we in de Jura bijna niet aan. (Vergelijk de tabellen XXVI, XXVII en XXVIII met tabel XXIX V. '09).

Terwijl de Keuper mergelig is, heeft de Lias een meer kalkig karakter, hetgeen meer bovenstrooms werd opgemerkt. In de tot de Onder-Lias behorende Arietietenkalken werd *Gryphaea arcuata* aangetroffen, welke karakteristieke lamellibranchiaat we den volgende dag weder in de Lias van den Ketenjura zouden terugvinden. De nu volgens het stratigrafisch profiel (tabel XXVI V. '09) volgende lagen van Midden- en Boven-Lias werden niet gevonden, hetgeen, gezien de sterke vegetatie niet te verwonderen is. De lagen, die we het eerst aantreffen behoorden tot de Murchisonae- en Sowerbyilagen van den Onder-Dogger. Deze direct als zoodanig te herkennen was onmogelijk, daar zij zich ver beneden ons in de zgn. Kessel bij Liesthal bevonden. Ook het Bajocien werd niet ontdekt, daarentegen werd de nu volgende Hauptrogenstein prachtig waargenomen op den geheelen weg naar den top van den Schleifenberg (bij Liesthal). Voor het eerst maakten we kennis met dezen fraaien oölitischen kalksteen, die ongeveer de dikste laag van de Tafeljura vormt.

De belvédère op den top van den Schleifenberg bleek niet toegankelijk, zoodat het uitzicht hiervan op Tafel- en Ketenjura

(zooals in het programma vermeld) ons bespaard moest blijven. Daarentegen hadden we bij de afdaling naar Liesthal naar het N. een mooi panorama over de Juraketens, waarvan de wegduiking naar het O. duidelijk waarneembaar was, zoodat meerdere ketens tenslotte verdwijnen. Ook de branding van den Ketenjura op den Tafeljura was goed zichtbaar; zelfs waren enkele beboschte kopjes op den Tafeljura te zien iets ten N. van de overschuivingszône, welke kopjes in den laatsten tijd worden opgevat (Mühlberg) als „Überschiebungsklippen” van den Ketenjura op den Tafeljura. Ze komen dus in zeker opzicht overeen met de ons bekende fatoe's uit Timor. De begrenzing tusschen Keten- en Tafeljura draagt niet overal hetzelfde karakter, het is vooral Mühlberg geweest die dit terrein onderzocht en met een serie uitstekende profielen dit wisselende contact illustreerde.

In den namiddag werd in het dal van de Frenke, een zijrivier van de Ergolz, wederom Onder-Dogger gevonden in den vorm van bruingekleurde Murchisonæ- en Sowerbylagen. Meer naar het Z. werd bij het huis Weid een beekbedding bezocht, waarbij aan den linkeroever de varianslagen uit den Midden-Dogger werden aangetroffen; in groote hoeveelheden werden hier exemplaren van *Rhynchonella varians*, vele *Terebratula's* e. a. aangetroffen. Aan den rechteroever van de beek was echter op dezelfde hoogte der varianslagen het contact van Onder-Hauptrogenstein met het onderliggende ontsloten. Waar nu het stratigrafisch hoogteverschil tusschen de varianslagen en de Onder-Hauptrogenstein $\pm 70 - 80$ M. bedraagt (zie tabel XXVI V. '09) moet dus hier een verschuiving aanwezig zijn, waarvan het verticale bedrag $70 - 80$ M. is. Dit is nu een der verschuivingen waarvan er zoovele in den Tafeljura (vooral in het W. deel), voorkomen. De verticale spronghoogten dezer verschuivingen varieeren van $20 - 100$ M., terwijl alle mogelijke overgangen voorkomen tusschen flexuur en scherp afgesneden verschuiving. Iedere verschuiving heeft natuurlijk een begin en een einde, in de nabijheid der uiteinden neemt het bedrag af en gaat de scherpe breuk over in een flexuur, zoodat bij één en dezelfde verschuiving ook alle overgangen voorkomen tusschen een scherp afgesneden verschuiving en flexuur (vergelijk fig. 36 Escher).

Het dal van de Frenke werd nu bij Bubendorf verlaten en de Mürenberg beklommen, waar de Onder-Malm ontsloten is als mergelige oölitische banken van het Argovien, waarop Sequanien rust. Op dit Sequaan werd in een ontsluiting een rood gekleurd nog niet verhard blokconglomeraat aangetroffen, waarin rolsteenen van lichtgrijze Malmkalk. In deze afzetting zijn tot nu toe nog geen fossielen gevonden, zoodat de juiste ouderdom niet bekend is. Vermoedelijk is het een Boven-Oligoceene (Aquitaniën) afzetting. Behalve een fraai Malmprofiel, dat bij de afdaling naar Hölstein aangetroffen werd, leverde deze eerste excursiedag geen geologische bijzonderheden meer op.

Tweede dag.

Ketenjura.

De tweede excursiedag werd besteed met de bestudeering van het terrein gelegen tusschen Waldenburg en Olten (*zie fig. 3*). We bevinden ons hier in het Oostelijk deel van den Ketenjura en zooals bekend mag worden verondersteld, zijn hier de verschillende ketens, die bij hunne opplooiing in het N. werden tegengehouden door het Schwarzwaldmassief met den daarvoor gelegen Tafeljura, dicht op elkaar gedrongen. Het gebergte maakt hier dan ook een geheel anderen indruk dan in het meer W. deel van den Ketenjura, waar deze hindernis in het vóórland niet bestond en de ketens vrijuit gevormd konden worden.

De ketens bijv. die ten Z. van den Rijnslenk gelegen zijn, konden zich naar het N. vrij uitbreiden daar hier het Hercynische massief in het N. niet aanwezig was. De plooien liggen daar dus ook veel verder uiteen, hunne onderlinge afstand is grooter en tusschen de ketens bevinden zich duidelijk uitgesproken synclinen zgn. „troggen”, waartoe bijv. de bekkens van Delémont en Moutier behooren. Deze troggen zijn nu in het op dezen dag bezochte deel van den Ketenjura veel smaller, dan wel geheel verdwenen, doordat de ketens hier dicht op elkaar gestuwd zijn. Bovendien is de plooiing hier niet zoo regelmatig geschied als in de meer

W. Jura; door de „branding” op den Tafeljura vertoonen de ketens hier vele tectonische complicaties als verschuivingen, „overkiepte” vleugels enz. Vanzelf komt men nu tot de voor de hand liggende opvatting, dat de actieve druk die de plooiing teweegbracht uit het Z. O. kwam en een begeleidend verschijnsel is van de groote krachten die de Alpenketens vormden. In dit gebied vinden we van het N. naar het Z. gaande achtereenvolgens de volgende ketens: (Tafeljura), Mt. Terrible-keten (= verlengde van den Rangiers-keten), Passwang-keten, Farisberg-keten en Weissenstein keten, ten Z. hiervan ligt het ongeplooid Molasseland (zie *fig. 3*).

Iets ten N. van Waldenburg (bij Oberdorf) ligt de Mt. Terrible-keten tegen den Tafeljura aan. Het contact bestaat hier in een overschuiving, waarlangs de Zuidelijke vleugel van een anticline op den Tafeljura geschoven werd (*fig. 4*).

Bij het station van Waldenburg was een ontsluiting in den Mt. Terrible-keten te vinden, de hoogte van den keten was hier betrekkelijk gering, terwijl we meer naar het O. den keten veel hooger zagen, hetgeen dus een bewijs is dat de keten hier naar het W. duikt.

In profiel bij het station waren als oudste lagen de Keuper ontsloten, terwijl de jongste door den Hauptrogenstein gevormd waren. Daarentegen heeft de erosie in het hogere O. deel van den keten oudere lagen dan de Keuper blootgelegd en komt daar de Anhydrietgroep van den Schelpkalk voor den dag (in den Edlisberg).

De weg ging nu naar het Z.O. over het hogere deel van den Mt. Terrible-keten heen, van hieraf waren de beboschte fluhs van Hauptrogenstein en Schelpkalk met de ertusschen gelegen, met weiden bedekte, groote combe van vereenigd Keuper, Lias en Onder-Dogger duidelijk te zien (zie *ter vergelijking fig. 4*). De Mt. Terrible-keten werd nu verder naar het O. gevolgd langs een pad dat over de harde en steile Hauptrogenstein van den Zuidvleugel van dezen keten loopt, tenslotte werd het hoogste punt, de Rehhag, bereikt, vanwaar een prachtig uitzicht op Keten- en Tafeljura. Vanaf dit hoogste punt was de scherp geteekende kam van Hauptrogenstein waarop de Rehhag staat, duidelijk te vervolgen.

Vanaf den Rehhag werd de tocht naar het Z. voortgezet waarbij eerst de sterk verdrukte trog tusschen Mt. Terrible- en Passwangketen werd overgestoken en daarna de Passwangketen beklommen. In deze trog komen verschillende opschuivingen voor, zoodat de Hauptrogenstein meermalen aan de oppervlakte gebracht is, en de normale successie verloren geraakt is.

In de kern van de Passwangketen zijn door de erosie Keuper, Lias en Onder-Dogger open gekomen. De weg voerde door deze depressie naar den Z.-vleugel van deze anticline, zoodat we vanaf den Keuper in steeds jongere lagen kwamen en tenslotte de jongste afzetting, de Hauptrogenstein, bereikten, (*fig. 5*). Zooals steeds in den Ketenjura, vormt de Hauptrogenstein met zijne harde resistente kalk een hoogen scherp rug, zoodat we daar de hooge terreinpunten moeten zoeken.

De Bölchen vormt nu het hoogste punt van den Z-vleugel van den Passwangketen. Vanaf den Bölchen werd nu de trog tusschen Passwang- en Farisbergketen bekeken, in dit lagere deel is het Argovien (Onder-Malm) bewaard gebleven in den vorm van de Effinger- en Birmensdorferlagen, die we als geelachtige klei aantreffen.

Van de nu volgende Farisbergketen is de kern zichtbaar, de oudste ontsloten lagen behooren hier tot de Boven-Keuper, waarvan we de Rhätzandsteen vonden. Deze zandsteen is een suikerachtige zandsteen met weinig cement en verweert gemakkelijk tot een gele cementarme zandsteen.

In den Hauptrogenstein van den Z-vleugel van de Farisbergketen werden bij het Sanatorium Allerheiligen de reeds bekende varianslagen aangetroffen, die hier zeer veel fossielen bleken te bevatten, als *Rhynchonella varians*, Belemnieten, zeeegels, *Terebratula*'s, enkele Ammonieten enz. De laatste keten, de Weissenstein, vormt hier een zwakke plooi, die weldra naar het O. verdwijnt onder het Molasseland, evenals de andere hier nog aanwezige ketens verder naar het O. verdwijnen, totdat ten slotte van den geheelen Ketenjura niets meer overblijft dan de Lägernketen.

Door de Teufelsschlucht, die door een zijriviertje van de Aar in het Kimmeridge-Sequaan van den Weissensteinketen ingesneden

is, werd de tocht naar Hägendorf voortgezet, vanwaar we per trein over Olten naar Bazel terugkeerden.

Derde dag.

Ketenjura.

Het terrein van onderzoek was nu gelegen ten Z. van den Rijnslenk, de lagen zijn hier veel minder gestoord en vertoonen plooien van een regelmatigheid als zelden wordt waargenomen. Terwijl de vorige dag de Hauptrogenstein voor de plooiing de voornaamste laag was, wordt deze hier beheerscht door het Kimmeridge-Sequaan (Boven-Malm).

Daar deze dag geheel beschreven is in het excursieverslag '09, is een gedetailleerde beschrijving hier overbodig. Wat wij ditmaal meer waarnamen, of waar eene opvatting zich gewijzigd bleek te hebben, moge dit even gememoreerd worden.

De erratische blokken, die men nog in '09, bij Courrendlin had gevonden bleken verdwenen te zijn en daarmee dus tevens deze bewijzen voor de plistoceene vergletschering.

Voor de verklaring van den merkwaardigen loop van de Birs loodrecht op de verschillende ketens neemt men nu niet meer de theorie der antecedentie aan (die ook in het excursieverslag '09 gehuldigd wordt) doch beschouwt de Birs als een geërfde rivier (= superimposition). Men denkt zich de vorming als volgt:

De plooiing van de Jura-ketens heeft onder water in de Tertiair zee plaats gevonden. De jongste lagen, het Tertiair, waren zeer dik (vermoedelijk enkele 100 M), plooden mede en kwamen gedeeltelijk boven water. De zee vormde nu een plat abrasievlak op het Tertiair. Bij de latere algemeene opheffing van dit gebied verkreeg dit vlak eene helling naar het N.W. en lag het hoogste gedeelte ongeveer daar, waar nu de Birs ontspringt (op den Weissensteinketen). Op dit platte vlak stroomde nu de Birs consequent naar het N.W. en werd het Tertiair langzamerhand weggeërodeerd. Tenslotte was al het Tertiair boven de anticlinen gelegen verdwenen, en begon de Birs zich hier in te snijden, terwijl in de synclinen het Tertiair gedeeltelijk bewaard bleef. Het resultaat werd dus een rivier die inconsequent ten opzichte van het relief

stroomt en de ketenen in clusen doorsnijdt. (Zie ook Escher pag. 213-215).

Een bewijs als op pag. 23 V. '09 aangevoerd om de antecedentie van de Birs te bewijzen, kan niet als doorslaggevend beschouwd worden. In de geologische wetenschap is een enkel verschijnsel niet om een theorie te staven; eerst wanneer vele bewijzen gevonden zijn, die alle tot dezelfde conclusie voeren, mag men tot eene theorie besluiten; anders gezegd: er moeten „convergeerende bewijsgronden” aanwezig zijn.

In de groeve bij Choindez, in de Rauracienkalk van den Vellerat-keten, konden we een interessant tectonisch verschijnsel waarnemen. Ten gevolge van de sterke plooïing zijn hier verschillende lagen over elkaar heen geschoven, zoodat duidelijke tektonische spiegels, voorzien van vele krassen in de bewegingsrichting, gevormd werden. Bovendien is het gesteente hier overal gebroken, hetgeen bewijst dat het materiaal niet plastisch, doch refractair was; er werd een zgn. tektonische breccie gevormd.

In de clusen waren de vormen van de plooïen duidelijk te zien, zij bleken geen zuivere sinusoiden te zijn, doch meer \cap -vormig, zoodat de vleugels vrij steil staan en de bovenkant vrijwel horizontaal is. Dikwerf treft men ook „overkiepte” vleugels aan. Volkomen recht zijn de plooïen meestal niet, de symmetrieas vertoont veel een helling naar het Z, O.

Het Onder-Malm is in de Jura ontwikkeld in 2 facies; de Rauracische en de Argovische (zie V. '09 pag. 16 en 17), in het algemeen komt de Rauracische voor in het N.W. en de Argovische in het Z. O. Dit bleek ook bij de wandeltocht van Courrendlin naar Moutier. In de eerste gepasseerde ketens de Vellerat- en Raimeux-keten was de Onder-Malm als kalkig Rauracien ontwikkeld, terwijl we in de keten van Moutier het Rauracien reeds iets mergelig vonden. In den Weissenstein-keten is de Onder-Malm geheel in de mergelige Argovische facies ontwikkeld.

In de cluse van Moutier werd in den steil staanden Z.-vleugel van het Kimmeridge een prachtig voorbeeld van selectieve erosie aange troffen. Enkele lagen van Kimmeridge zijn hier harder dan de tusschenliggende, zoodat zij als scherpe kammen uitgeprepareerd werden.

Vierde dag.

Ketenjura (Weisensteinketen).

Werd in de keten van Moutier het Rauracien reeds mergelig aangetroffen, in de Graitery-keten bij Gänsbrunnen vonden we reeds de Argonische facies. Het Argovien vormt hier met het zachte onderliggende Oxford een combe tusschen de fluhs van het Kimmeridge-Sequaen en van den Hauptrogenstein. In de cluse zien we nu een witte wand van Kimmeridge-Sequaen en een van Hauptrogenstein, beiden gescheiden door een breede groene strook van Argovien-Dogger. Dit vormt dus een verschil met de cluses van den vorigen dag waar we 3 witte wanden zagen, Kimm.-Sequaen, Rauracien en Hauptrogenstein waartusschen groene randen van Boven-Rauracien en Dogger.

Behalve de fluvioglaciale afzetting (V. '09 pag. 29) leverde de trog van Gänsbrunnen weinig merkwaardigs op. Na een beklimming van den N. vleugel van den Weisensteinketen leidde de weg door een tunnel door den Kimmeridge-Sequaen-wand en lag nu de zgn. „Grosz-kessel” voor ons (*fig. 6*). Dit is een groot bekken dat door terugschrijdende erosie in den Weisenstein-keten uitgeprepareerd werd, in den kern van dit bekken zijn als oudste lagen Lias ontbloot. Als door boogvormige muren wordt deze Kessel door een wand van Hauptrogenstein begrensd, het riviertje dat dit bekken ontwatert heeft in den Hauptrogenstein en Kimmeridge een diepe „gorge” uitgesneden, waardoor het in de vlakte van Gänsbrunnen stroomt. In het zachte Argovien-Oxford heeft de Rüschraben zijn bedding uitgeslepen. In deze bedding werden 2 groote blokken van Arollagneis gevonden, een bijzonderheid van dezen gneis is, dat hij afkomstig is van het Dent-Blanche massief (dat aan de linkerzijde van den Rhône is gelegen) en toch in de Jura terecht is gekomen. De Rhône-gletscher splitste zich n.l. in 2 takken, de linker boog naar Frankrijk, de andere naar de Jura en zou dus het materiaal van het Dent-Blanche massief naar Frankrijk vervoerd moeten hebben (*Zie fig. 117 Escher*). Dat de stukken Arollagneis nu toch in de Jura terecht gekomen zijn, zou men kunnen verklaren door òf een sterke menging van het moraine-materiaal van den Rhône-gletscher aan te nemen, dan wel aan te

nemen, dat de Arollagneis van het Dent-Blanche massief door tektonische oorzaken (bijv. dekbladenvorming) aan de rechterzijde van den Rhône terecht gekomen is en later door den Rhône-gletscher volkomen normaal naar de Jura getransporteerd werd.

Nu werd de hooge Kimmeridge-Sequaan wand van den Zuid-vleugel van den Weissensteinketen beklommen en tenslotte na een moeizamen tocht het hoogste punt, de Hazenmatt (1447 M) bereikt. Dank zij het prachtige, heldere weer, hadden we een schitterend gezicht op de hooge besneeuwde toppen van het Berner-Oberland, scherp afstekende tegen den horizon.

Het wegduiken van het Stahlfluhzadel en het naar boven komen van het Röthifluszadel was vanaf den Hazenmatt duidelijk te zien (zie fig. 15 V. '09).

Na een wandeling van ongeveer een uur langs de Argovien combe van den Noord-vleugel werd het Kurhaus Weissenstein bereikt, dat op den Hauptrogenstein gelegen is. In de onmiddellijke nabijheid van dit hotel bevindt zich de Homomyamergel, waarin we talloze exemplaren van de *Homomya gibbosa* vonden.

Vijfde dag.

Ketenjura (Weissensteinketen).

Voor wat de Ketenjura betreft kan geheel verwezen worden naar V. '09.

Op de reis van Solothurn naar Amsteg hadden we in Luzern nog even gelegenheid de Gletschergarten te bekijken. De treinreis langs het Vierwaldstättermeer bracht ons door het terrein van den Goldauer Bergsturz, bestaande uit groote blokken nagelfluh die van den Roszberg zijn afgekomen (zie V. '09 pag. 75—76). Duidelijk was nog de moet in den Roszberg te zien, waarlangs de bovenliggende lagen op de onderste zijn afgeschoven. Ten Z. van Flüelen bij Erstfeld was duidelijk te zien hoe de lichtgekleurde Malmkalken op de donkere gneis van het Aarmassief liggen. Hier is men juist aan de N. zijde van het Aarmassief, waar de autochtone sedimentmantel dit bedekt.

Te Amsteg, dat iets meer zuidelijker gelegen is, bevindt men zich geheel in het Aarmassief; we zouden kunnen zeggen: in de

„kern” van de Alpen. Over deze kern zijn in Tertiairen tijd reeksen van dekbladen geschoven en hebben zich ten N. daarvan neergelegd, Ten Z. hiervan liggen de wortelgebieden der Helvetische dekbladen en der ingewikkelde Penninische bladen. Aan den N. rand bevindt zich nog de autochtone sedimentbedekking, die in de autochtone plooï aan den Windgälle en bij den Hüfigletscher de sporen toont van den invloed, door de naar het N. overschoven dekbladen ondergaan.

Zesde dag.

Maderanertal.

Het Maderanertal is door den Hüfigletscher en den Kärstelenbach in het Aarmassief uitgeërodeerd en vormt een der meest schilderachtige dalen in Centraal-Zwitserland. De Kärstelenbach voert veel slib van den Hüfigletscher naar den Reuss af en is door dit slib grijs gekleurd. Bij Amsteg stort zij zich in de blauwgroen gekleurde Reuss, die nu benedenwaarts over een flinken afstand aan de rechterzijde grijs gekleurd is door het water van den Kärstelenbach, aan de linkerzijde blauwgroen blijft.

Het Aarmassief bestaat hier uit verschillende zônes (*fig. 7*) van het N. naar het Z. onderscheiden we: gneis, sericietphylliet met amfiboliet, Aargraniet, tusschen welke zônes alle mogelijke overgangen bestaan. In het Maderanertal dat in het N. deel van het Aarmassief ligt, is duidelijk de helling dezer lagen naar het Z. waarneembaar. Aan de Z. zijde van het massief zijn dezelfde lagen naar het N. hellend waargenomen, zoodat we dus te doen hebben met een waaiervormige plooï.

De nieuwe weg naar het S. A. C. hotel gaat langs den linkerkant van het dal (aan de zijde van de kleine Windgälle) en valt ongeveer samen met de strekkingsrichting der buitenste zônes.

Zevende dag.

Hüfigletscher.

Zie V. '09.

Het Maderanertal ligt ongeveer in de strekkingsrichting van de autochtone plooï in den sedimentmantel, die het N. deel

van het Aarwassief bedekt. Bij den Hüfigletscher wordt deze plooï echter gesneden door het U-vormige dal en zien we nu in de wanden daarvan de Dogger- en Malmlagen.

Om nu de autochtone plooï hoed te begrijpen moeten we ons deze gesneden denken door de gebogen vlakken van het dal. Hier blijkt duidelijk dat men om de tektoniek te bevatten, stereometrisch moet kunnen zien.

De Malm van den onderliggenden vleugel van de plooï is sterk aan druk onderhevig geweest en daardoor gemylonitiseerd en gemarmoriseerd. Deze typische gemylonitiseerde Malmkalk was duidelijk herkenbaar.

Achtste dag.

Autotochtone plooïing (Windgälle).

In 1909 was tengevolge van een zwaren nevel de plooïing in de Windgälle niet te zien, nu werd deze dag door helder weer begunstigd.

De groote en de kleine Windgälle zijn gelegen ten N. van het Maderanertal en vormen aan de Noordzijde van het Aarmassief een prachtig voorbeeld van een autotochtone plooï. Oorspronkelijk was het Aarmassief bedekt met de volgende serie sedimenten Dogger, Malm, Eoceen, die een helling naar het N. bezaten. Bij de Windgälle is deze naar het N. omgebogen en vormt dus een liggende plooï, waarvan de syncline naar het Z. gericht is. Bij deze plooïing is een gedeelte van het kristallijn van het Aarmassief medegenomen, dat nu in den vorm van een kwartsveldspaatporfyr (de zgn. Windgälleporfyr) op den omgekeerdenvleugel rust (zie fig. 7 en 9).

Deze autotochtone plooï bestaat natuurlijk niet alleen bij de Windgälle, doch is op meerdere plaatsen aan de Noordzijde van het Aarmassief te vinden en werd door de excursie reeds bij den Hüfigletscher opgemerkt en zou later ook bij den Mettenberg en den Eiger te zien zijn.

Bij deze autochtone plooïingen is de porfyr niet steeds aanwezig; in andere gevallen is de aanwezige porfyr dikwijls weer bedekt met een normale serie van Dogger-Malm-Eoceen doordat de N.

vleugel van de plooï zich weer naar het Z. ombuigt (deze ombuiging is in fig. 1 plaat XXV V, '09 met stippellijn aangegeven). Dit geval doet zich o.a. voor bij den Scheerhorn ten O. van den Windgälle.

De krachten die deze plooï gevormd hebben zijn te zoeken in de overschuiving van de Helvetische dekbladen (die uit de zône ten Z. van het Aarmassief gekomen zijn) over het Aarmassief en de daarop gelegen sedimenten, die nu wat werden medegesleurd.

Na deze inleiding wil ik een meer gedetailleerde bespreking geven van dezen dag.

Het Hotel S.A.C. is gelegen op den N. rand van het Aarmassief en voert dus de weg hiervan naar de Windgälle (Ezelsweg) eerst door de gneis langs den wand van U-dal, dat door den Hüfigletscher in plistoceenen tijd uitgeslepen is. Deze wand gaat vrij steil naar boven, zoodat de eerste „epaule” een dankbaar rustpunt op onze klimpartij vormde. Als „epaule” benoemt men de vlakke schouder-vormige stukken, die van een hooger gelegen U-dal overgebleven zijn, nadat een latere vergletschering hierin een nieuw kleiner U-dal gevormd heeft.

Vanaf deze „epaule” zagen we in het benedenliggende Maderanertal de Golzerensee liggen, een door gletschererosie gevormd meer, dat aan de zijde van de Kärstelenbach begrensd is door een harde rug van amfiboliet, die door den Hüfigletscher minder afgeslepen werd dan de zachtere lagen er naast; terwijl de gletscher een stuwwal vormde die het water van het meer verhindert dal afwaarts te vloeien (*fig. 7*).

De vele stortbeken, die langs de wanden van het dal naar de Kärstelenbach toevloeien hebben ontelbare V-vormige voren in de U-wanden ingesneden. Het is nu karakteristiek voor een door ijserosie gevormd U-dal, dat de tusschen deze voren gelegen scherpe ruggen alle in hetzelfde vlak liggen, dat eens door den Hüfigletscher gevormd werd.

De Ezelsweg gaat nu verder langs den steilen wand van het bovenste U-dal; bij een bocht zagen we plotseling de kleine Windgälle voor ons. Duidelijk konden we de verschillende lagen vervolgen: op den gneis volgt eerst de Dogger, daarna de Malm en in het

midden de Flysch, hierop volgt de omgekeerde vleugel van Malm en Dogger, waarop de donkere Windgälle-porfyr ligt, die den top van den berg vormt en scherp afsteekt tegen de lichter gekleurde onderliggende lagen.

Een profiel in de autotochtone plooï bij den weg gaf een andere successie te zien zooals afgebeeld is in *fig. 8*. Hier ligt de Malm direct op den gneis en ontbreekt dus de Dogger, men neemt nu aan dat deze lagen bij de autotochtone plooïing uitgewalst zijn.

Bij Bernhardsmatt hadden we den gneis van het massief achter ons gelaten en waren we in den Dogger van den onderliggenden vleugel van de plooï aangekomen. De Dogger is hier als Boven-Dogger ontwikkeld en bestaat uit ijzeroöolith (zie tabel XXIX V. '09), die een vrij hoog percentage aan ijzer bevat en daarom vroeger in een open groeve ontgonnen werd, (de zgn. Unter-Eisensteingrube, zoo genoemd in tegenstelling met de Ober-Eisensteingrube die den ijzeroöolith in den omgekeerden vleugel ontgon). In deze öolith komen vele kleine glanzende magnetiet-octaedertjes voor, die vermoedelijk secundair ontstaan zijn. Evenals dit bij den autochtonen plooï aan den Hüfigletscher het geval was, is ook hier de Malnkalk gedeeltelijk gemylonitiseerd. Al stijgende werd eerst de Malm gepasseerd en daarna in de kern van de plooï het Eoceen bereikt, de hierin voorkomende nummulieten laten geen twijfel over omtrent den ouderdom van dit gesteente.

Een gedeelte der excursie volgde nu Prof. Brouwer hoogerop naar de Grosze Windgälle, teneinde de porfyrconglomeraten te zoeken, die volgens Alb. Heim zich moeten bevinden op het contact van Dogger en kristallijn. In *fig. 9* is met * de plaats aangegeven, waar dit conglomeraat inderdaad gevonden werd. Het conglomeraat bestaat uit mooi afgeronde, ten deele groote rolstenen, van een der variëteiten van de Windgälle-porfyr, die op den Dogger ligt, ingesloten in de ijzeroöolith van den Dogger. De porfyr moest dus reeds vóór de Jura vastgeworden zijn om het conglomeraat in den Dogger te kunnen leveren en is dus *ouder* dan de Dogger. De jongste medegeplooide lagen in de autochtone Windgälle-plooï behooren tot het Eoceen, zoodat de plooïing *jonger* is dan het Eoceen. Het is nu onmogelijk dat de porfyr

actief medegedaan heeft aan de plooivorming, zooals vroeger werd aangenomen; integendeel, de porfyr is passief bij de plooiing medegesleurd en op de tegenwoordige plaats gebracht (zie Alb. Heim Geologie der Schweiz Band I pag. 6 en 7).

Vanaf den scherpen kam tusschen Windgälle en Roter Hörner is in de diepte het Maderanertal zichtbaar, in het N. steekt in de verte de top van den Rigi uit boven het vlakke Molasseland. Het bergterrein tusschen onzen standplaats en den Rigi wordt ingenomen door de Helvetische dekbladen, die eens in Tertiären tijd ook hoog boven onze hoofden lagen en tengevolge van de hooge ligging hier geheel door de erosie verdwenen zijn.

De terugweg ging over den Furggeli naar de Windgälleehütte, waar het avondeten gebruikt werd. Onder leiding van 2 gidsen werd in het donker de afdaling naar het S.A.C. hotel volbracht.

Negende dag.

Zie hiervoor het programma en V. '09.

Tiende dag.

Zie programma.

Elfde dag.

Glarner overschuiving.

Reeds lang geleden had de eigenaardige volgorde der lagen in de Glarner-Alpen (Kanton Glarus) de aandacht der geologen getrokken. De hoogste toppen worden gevormd door de horizontaal liggende Permische Verrucano, daaronder ligt de Malm en weer lager Flysch. Deze omgekeerde volgorde komt niet op enkele plaatsen voor, doch strekt zich uit over een oppervlakte van enkele 100 KM². De oude opvatting verklaarde deze abnormaliteit door een hangende steelplooi aan te nemen, waarbij dan de bovenliggende lagen door erosie, verdwenen zouden zijn (*Zie fig. 35 V. '09*).

Ondanks de vele bezwaren hieraan verbonden, werd de theorie van de „Glarner Doppelfalte” algemeen aangenomen, totdat in 1884 door den Parijschen professor Marcel Bertrand het idee van één groote van het Z—N gerichte overschuiving geopperd werd. Vond dit denkbeeld in den beginne weinig of geen aanhangers, sedert het oogenblik dat de theorie der dekbladen door den genialen

Lugeon en anderen verdedigd werd, beschouwt men de Glarner Alpen algemeen als één groote overschuiving, waarvan de bovenliggende lagen (Flysch en Malm) door erosie verdwenen zijn. En niet alleen deze lagen zijn verdwenen, ook de beide dekbladen, die boven op het Glarner-blad lagen, (Mürtschen- en Säntisdekblad) zijn door de erosie geheel weggenomen. Maar naar het N. in de buurt van de Walensee, waar deze bladen naar beneden duiken en dus op een orografisch lager niveau komen, zijn zij gedeeltelijk gespaard gebleven.

Fig. 10 geeft schetsmatig aan, hoe men zich deze dekbladen over elkaar gelegen denkt. Evenals de bladen aan de Axenstrasse behooren deze dekbladen tot de Helvetische bladen, waarvan de wortels gelegen zijn ten Z. van het Aarmassief.

Het uitgangspunt van de excursie was *Elm*, dat gelegen is op de Flysch¹⁾ van den onderliggenden vleugel van het Glarner dekblad. De Flysch is een karakteristieke Eoceene afzetting der Alpen, bestaande uit zandsteen, kwartsieten en conglomeraten; deze afzettingen bereiken soms een aanmerkelijke dikte, zoodat ze waarschijnlijk aan dalende kusten gevormd werden.

De weg voerde het eerst door het gebied van de bergstorting van Elm; in het jaar 1881 kwam hier een groote hoeveelheid Flyschblokken naar beneden, waarbij 115 menschen den dood vonden. De oorzaak van deze bergstorting was het uitgraven van Flysch in een leisteengroeve, zoodat de Flysch erboven afbrak en in het dal stortte.

Om den Segnes-pas te bereiken moesten we ongeveer 1700 M. stijgen en bleven hierbij steeds in de Flysch, die dus een zeer dikke afzetting vormt. Langs den weg vinden we vele stukken van verdrukte Malmkalken (zgn. Lochseitenkalk) en van rood en groen gekleurde Verrucano, die van bovenaf hier naar toch toe zijn gekomen. Reeds van verre is de Segnes-pas zichtbaar als een duidelijk lager gedeelte van den bergrug, ter weerszijden begrensd

¹⁾ Het is moeilijk uit te maken of deze Flysch behoort tot den ondervleugel van het Glarner dekblad, dus van elders afkomstig is, dan wel ter plaatse is gevormd: zgn. „autochtoon” is. In verband hiermede onderscheidt men wel 2 soorten van Flysch:

1e. Wildflysch. Bestaat uit Flysch van het dekblad, waarbij een deel van het Krijt ook als Flysch ontwikkeld is.

2e. Autochtone Flysch.

door de Tschingelhörner en den Piz Segnes. De pas bevindt zich nog in de Flysch, terwijl in de aangrenzende bergen de lichtgekleurde Malmkalken horizontaal op de Flysch liggen waarop de donkere Verrucano, die de toppen van Tschingelhörner en Piz Segnes vormt. Bijzonder fraai, als met een mes gesneden ziet men de donkere Verrucano op de grijze Malm rusten (*fig. 11*). In de Malm zijn hier en daar wiggen van Flysch ingeklemd. In een aanwezige verschuiving in de flyschwig werd de Flysch gemakkelijker uitgebrokeeld en weggespoeld dan elders, zoodat daar een gat in de Tschingelhörner ontstond, het zgn. Martinsloch.

Een gedeelte der excursie zette nu over den Segnes-pas den weg naar Flims voort. Naar de zijde van Flims toe duikt de Verrucano naar beneden evenals de Flysch, terwijl de daarop gelegen Malm dikker ontwikkelde lagen vertoont dan in de Tschingelhörner. Bovendien begint Krijt op te treden, dat als lenzen in de Malm ingeplooid is. Meer naar het Z. komt men langzamerhand in het wortelgebied der Glarner overschuivingsbladen, dat in het dal van den Voor-Rijn gelegen is. In deze zône vindt men verscheidene wigvormige lenzen van Malm en Krijt, die vanuit het Z. uit het wortelgebied in de Flysch gedrongen zijn.

Men denkt zich deze zgn. „digitaties” gevormd, doordat onder het Glarner dekblad, nadat dit gevormd was, andere plooien uit het wortelgebied worden opgestuwd, welke plooien het echter niet verder dan wigvormige inpersingen brachten.

De bergstorting van Flims (vóór-historisch) bracht een groote hoeveelheid puin in het door ons gevolgde zijdal van den Voor-Rijn en sloot dit dal af, waardoor een afdammingsmeer ontstond. Door diverse stortbeken, die slib en rolsteen aanvoerden, werd een sediment in het meertje gevormd. Later zocht het water van het meertje zich een uitweg door de afdamming heen en er kwam nu een horizontale vlakte bloot, bestaande uit slib en rolsteen, een vreemd contrast vormende met het sterke relief der omringende bergen. In deze vlakte vormen nu de stortbeekjes rolsteenafzettingen en zijn gedwongen een bed te vormen in hunne eigen afzetting. Het zijriviertje van den Voor-Rijn, door deze stortbeken gevoed, meandert in deze vlakte.

Bij de Segneshütte aan het einde dezer vlakte gelegen, heeft men een mooi gezicht op den zgn. Flimserstein (*fig. 12*). Hier ligt onder de Verrucano het Krijt en daaronder de Malm; deze successie is vooral merkwaardig wanneer we een vergelijking maken met de Tschingelhörner, waar onder de Verrucano de Malm ligt. Het is duidelijk, dat we de successie in den Flimserstein niet alleen met de Glarner-overschuiving kunnen verklaren. Dan zou nl. onder de Verrucano eerst de Malm en dan het Krijt gevonden moeten worden. Men neemt nu aan, dat Malm en Krijt behooren tot den bovenzweugel van een naar het N. overhangende plooï, waarmede dan een in het N. van den Flimserstein waargenomen ombuiging in overeenstemming is. De Verrucano (op het Krijt) zou hier dan door een groote overschuiving, de Glarner-overschuiving, gebracht zijn. (*vergelijk ook fig. 10.*) Deze complicatie in den Flimserstein is een gevolg van de nabijheid van de wortelzone der Helvetische dekbladen in het dal van den Boven-Rijn.

Bij de Segnes-hütte hadden we gelegenheid de ontzaglijke hoeveelheid puin van den Flimser „Bergsturz” in oogenschouw te nemen, het materiaal bestaat in hoofdzaak uit Malm (Hochgebirgskalk) en is van den Flimserstein naar beneden gekomen. Tijdens het Wümstadium van de plistoceene vergletschering werd een ijstong in het Rijndal bij Chur uitgezonden en de laagste deelen van het bergstortingspuin hierdoor aangeslepēn. De bergstorting moet dus daarvoor hebben plaats gevonden. Door het materiaal van de bergstorting zoekt het rivierje met watervallen en stroomversnellingen zijn weg naar het dal van den Voor-Rijn.

Vanaf Flims werd de tocht naar Reichenau per auto voortgezet, waarbij we de prachtige terrassen van den Rijn konden bewonderen. De treinreis van Reichenau naar Chur besloot dezen dag.

Twaalde dag.

Walensee. (Overschuiving van het Säntisdekblad over het Mürtschendeblad).

Op pag. 294 werd er reeds op gewezen dat bij de Walensee het Mürtschen- en Säntisdekblad door de erosie gespaard bleven.

Aan den noordoever van dit meer zijn deze bladen goed te

bestudeeren in de nabijheid van Weesen. Het Mürtschen- en het Säntisdekblad behooren met het ons reeds bekende Glarnerdekblad tot de Helvetische dekbladen, waartoe het Axendekblad (op de boottocht van Flüelen-Brunnen waargenomen) ook toebehoort. De Helvetische bladen worden verdeeld in onder-, midden- en boven-Helvetische bladen; het Säntisdekblad behoort tot de boven-Helvetische, de Glarner- en Mürtschen-dekbladen tot de onder-Helvetische bladen, zoodat de midden-Helvetische bladen (waartoe o.a. het Axenblad behoort) ontbreken. Deze zijn hier bij de voortstuwing der complexen over het Aarmassief vermoedelijk achtergebleven (*Zie ook fig. 10*). Van O—W gaande zien we dus verschillen in de dekbladen optreden, een bepaald blad zet zich naar het O en W niet onbepaald voort doch heeft een zekere uitgebreidheid en wordt verderop vervangen door een ander blad.

Fig. 13 geeft aan hoe bij de Walensee het Säntisdekblad op het Mürtschendekblad is gelegen. Bovendien is hier aangegeven, dat de bladen in de Amdener Mulde eene synclinale ligging hebben. Bij Weesen vindt men een normale successie van Krijt op de jongere Flysch, waaronder weer Krijt ligt, hetzelfde ziet men ook meer naar het ZO echter met tegengestelde helling der lagen. Vroeger toen men den wortel van iedere plooi in den directen ondergrond aannam, iedere plooi „wortelecht” noemde, was deze merkwaardige successie, Krijt — Eoceen — Krijt, een moeilijk te verklaren feit. Heim verklaarde dit met zijn zgn. „Pilzfalte” die hij ook voor de Axenstrasse had aangenomen. *Fig. 14a* geeft aan op welke wijze hij zich de Amdener Mulde gevormd dacht, De wortel van de plooi zou zich dus ongeveer midden onder de Mulde moeten bevinden. Aan deze theorie waren verscheidene bezwaren verbonden o.a.:

1. Ter weerszijden van de Mulde schiet het Eoceen zoo diep en met zulk een geringe helling onder het Krijt weg, dat de steel van de plooi te dun zou worden en plaatselijk geheel verdwenen moest zijn.

* Zie voor de algemeene tektoniek van het gebied ten N van de Walensee: Escher „Gedaanteveranderingen onzer aarde” pag. 328-339.

In de fig. 201-203 (Escher) is dekblad I = Säntisdekblad.

„ II = Mürtschendekblad.

2. Terwijl naar het N. de ombuiging der lagen van het Krijt te vinden is, ontbreekt dit in het Z. geheel.

3. De Flysch toont aan de zuidzijde ook eene drukgelaagdheid naar het N; volgens de theorie van de Pilzfalte moest dit naar het Z. zijn (zie pag. 300).

4. Het bovenste complex verschilt in facies sterk van het onderliggende (zie stratigrafie) en zou minstens 15 KM. verder in zee moeten zijn afgezet. Bij aannahme van de wortel in de diepte zouden deze deelen dus dichter bij elkaar afgezet zijn dan met de faciesverschillen overeenkomt.

Uit de volgende tabel blijkt duidelijk het verschil tusschen Sântis- en Mürtschendekblad,

Stratigrafie van het Sântis- en Mürtschendekblad.

Totale dikte van het krijt (excl. Berriasien) 1100 M.	Sântisdekkblad.	Wildflysch.	}	
		Senoonmergel.		
		Seewerkalk en Seewerschiefer.		
		Turrilitenlagen (<i>arm</i> aan fossielen).		
		Albien.		
		Brisislagen.		
		Schrattenkalk.		
		Drusberglagen (<i>arm</i> aan fossielen; <i>mergelig</i>).		
		Kiezelkalk.		
		Valangienkalk (lichtgrijs; öolithisch).		
		Valangienmergel.		
		(Oerlikalk is <i>niet</i> aanwezig).		
		Totale dikte van het krijt (excl. Ber- riasien) 350 M.			Mürtschendekblad.	Stadschiefer	}	Eoceen.
Assilinen groenzand				
(<i>geen</i> Senoon).	}			
Seewerkalk.				
Turrilitenlagen (<i>rijk</i> aan fossielen).				
Albien.				
(<i>geen</i> Brisislagen).				
Schrattenkalk.				
Drusberglagen (<i>kalkig</i> , litorale facies met <i>oesterbanken</i>).				
Kiezelkalk.				
Valangienkalk (bruine Echinodermenkalk).				
(Valangienmergel <i>niet</i> aanwezig).				
Oerlikalk.				

De bovengenoemde bezwaren (1—4) worden direct uit den weg geruimd, wanneer we het Krijt op de Flysch aannemen als wortelloos te zijn en van uit het Z. te komen (*fig. 14b*). Hier kunnen we dus het bewijs, dat de bovenste Krijtlagen tot een dekblad behooren, als geleverd beschouwen. Van de onderste Krijtlagen is dit bewijs niet hier doch elders te vinden.

In den Säntis en den ten Z. daarvan gelegen Mattstock vindt het Säntisblad zijn einde, dit gebergte stelt dus de kop van het dekblad voor; het Mürtschenblad komt hier niet te voorschijn. Bij zijn opplooiing stootte het Säntisblad tegen de reeds van te voren gevormde molasse-nagelfluh aan. Deze nagelfluh konden we mooi als naar het Z. hellende lagen in den Speer waarnemen, zoodat deze berg een equivalent van Rigi en Roszberg is. Of nu de molasse deze helling dankt aan een plooiing van te voren, dan wel aan de opstuwende kracht der bekbladen is eene kwestie, waarover de Zwitsersche geologen het nog niet eens zijn.

Vanaf Weesen werd in Z.O. richting de noordoever van de Walensee gevolgd en aan den wegkant eene groeve in de Seewerkalk van het Mürtschendekblad bezocht. Deze kalk is een globigerinen-kalksteen, waarin de kleine globigerinen met de loupe zichtbaar waren als vettige kleine puntjes. Op deze kalk volgt de Flysch, die tusschen beiden dekbladen inligt. Van deze Flysch kunnen we niet zeker zeggen, of zij behoort tot den uitgewalsten vleugel van het Säntisdekblad, dan wel tot den bovenvleugel van het Mürtschendekblad. De Flysch was niet te zien, daar zij bedekt was met bergstortingspuin.

Op de Flysch volgt de Säntisplooi, waarvan de onderste laag de Neocoom-kiezelkalk werd aangeklopt. Dit is een door kiezelzuurgehalte zeer harde kalksteen, waarin echinodermenresten voorkomen. Behalve door de hardheid onderscheidt hij zich door de lichtbruine verweringskorst van de Schrattenkalk, die een grijze korst heeft. De Kiezelkalk bevat met de loupe waarneembare groene glauconitische korrels, die dus een bewijs zijn voor de bijlandsche afzetting van deze kalk. De Drusberglagen werden niet gezien, de hierop volgende Schrattenkalk zeer goed. Dit is een groföolitische kalksteen met vele foraminiferenresten, gemakkelijk

van de Kiezelkalk te onderscheiden. De Schrattenkalk ligt ongeveer horizontaal, we bevinden ons dus in het diepste punt van de syncline. Verderop buigen de lagen weer naar boven en was het dus niet mogelijk de lagen boven de Schrattenkalk te onderzoeken. Het is nu duidelijk, dat de reeds waargenomen Drusberglagen en Kiezelkalk van het Sânttsblad weer te voorschijn komen. Ook hier was de Flysch tusschen beide bladen door hellingpuin bedekt en het directe contact van Sântis- en Mürtenblad niet te zien. De reeds bekende Seewerschichten van het Mürtschenblad werden weder aan de globigerinen herkend. Hierop volgt de Gault, ontwikkeld als groenachtige glauconiet-zandsteen; daarna de Schrattenkalk, waarvan we de Boven- en Onder-Schrattenkalk onderscheiden kunnen, gescheiden door de met gras begroeide Orbitulina-mergel. De Boven-Schrattenkalk bevat ook vele orbitulina's. In de Onder-Schrattenkalk, die aan de oever van de Walensee aangetroffen werd, werden duidelijke oesterbanken gevonden. Dit is dus een bijlandsche (litorale) afzetting. Hiermede was het onderzoek van de stratigrafie der beide dekbladen afgelopen; het meest interessante, de Flysch tusschen de beide Krijtafzettingen hadden we nog niet waargenomen, daartoe moest een hooger gelegen punt uitgezocht worden, waar dit contact goedte zien was.

Dit is het geval bij den waterval van *Betlis*, waar het contact van Flysch met Valangien van het Sântisblad prachtig ontsloten is. De afscheiding is zoo scherp, dat we de hand kunnen leggen op het contact. De Flysch vertoont een zeer mooie uitgesproken, naar het N. gerichte, drukspleijing (volgens Alb. Heim „Schleppung”, dus sleuring) die dicht bij het verschuivingsvlak steeds meer pallel aan het contact gaat verlopen (*zie fig. 15*).

Bij de „Pilzfalte” van Heim, die de structuur van de Amde-
nermulde moest verklaren, was deze naar het N. gerichte „Schleppung” een der hoofdbezwaren, de Z. plooi zou volgens deze theorie toch naar het Z. over de Flysch zijn geschoven, waardoor eerder een sleuring naar het Z. had moeten zijn ontstaan. De aanname van een uit het Z. komend wortelloos dekblad maakt de richting van deze sleuring veel duidelijker. In de door Arn. Heim geschreven „Monografie der Churfürsten—Mattstock gruppe”

bevindt zich in den Atlas van het 1e deel, een uitstekende photo van dit contact (pl. IV), waarvan hij o.a. zegt: „Das Bild führt den schönsten Überschiebungscontact der Gebirge am Walensee vor Augen Der fast horizontale Überschiebungscontact ist messerscharf”.

Hiermede was het geologische gedeelte van dezen dag besloten.

Van den Betlis-waterval ging de tocht naar Amden, waarbij nog een flink stuk geklommen moest worden voordat de Mulde bereikt was.

Dertiende dag.

De Mattstock.

De Mattstock is een, in ongeveer W. O. richting verloopende bergrug, gelegen aan de N. zijde van de Amdener Mulde (zie *fig. 13*); met het meer O. gelegen Säntisgebirge vormt het de kop van het Säntisdekblad, waar dit tegen de autochtone molasse-nagelfluh werd opgestuwd. (vergelijk ook: *Escher fig. 203*). In het Z. wordt de Mattstock dus begrensd door de Mulde van Amden, in het N. door de molasse (Speer), terwijl naar het W. en O. de bergrug onder de omgevende Flysch verdwijnt. Het is gebleken, dat die aan alle zijden van den Mattstock wordt aangetroffen en hieronder met een geringe helling wegschiet, zoodat men wel moet aannemen dat de geheele Mattstock op de Flysch rust. Arnold Heim, die dit gebied nauwkeurig bestudeerde drukt dit als volgt uit: „Der Mattstock ist eine tektonisch losgetrennte, auf allen Seiten abgerissene, auf Flysch und Molasse überschobene Gebirgswelle”. *)

Daar dit blad tegen molasse, als een golf op een strand, opgeworpen werd is het haast vanzelf sprekend, dat deze bergrug een tektonisch gecompliceerd karakter vertoont. Het beste wordt dit wel geïllustreerd door de profielen door den Mattstock van Arn. Heim, waarvan hier 2 zijn overgenomen, *Fig. 16a* is een profiel genomen door het uiterste O. deel, *fig. 16b* door het W. gedeelte van den Mattstock (bij de Matthöhe). Een nadere beschouwing dezer profielen leert ons nu het volgende:

Wat de stratigrafie betreft bestaat de Mattstock geheel uit

*) Arn. Heim: Monografie der Churfisten-Mattstock gruppe IV deel pag. 601.

Krijt, waarvan de oudste aanwezige lagen tot het Valangien behooren. Van jong-oud is de opeenvolging:

(Seewerschichten).

(Gault).

Schrattenkalk.

Drusberglagen.

Kiezelkalk.

Valangienkalk en -mergel.

Dus ongeveer hetzelfde als het Säntisblad.

De Mattstock wordt gevormd door een groote centrale syncline, in het O. deel in hoofdzaak uit Kiezelkalk bestaande, in het W. deel uit Schrattenkalk. De Z. vleugel dezer syncline is aangesloten aan een anticline, die meest sterk verdrukt is en waarvan de ombuiging naar den synclinalen vleugel nergens bewaard is gebleven. In de anticlinale kern zijn dan ook verscheidene lagen sterk gereduceerd, dan wel geheel verdwenen; dit is vooral het geval in het O. deel bij den Rahberg, naar het W. wordt deze anticline duidelijker. Uit fig. 16a blijkt, dat de Schrattenkalk in de sterk verdrukte anticline naar boven gekomen is, terwijl in fig. 16b deze veel lager ligt. Tusschen deze beide plaatsen zien we in het terrein de ruggetjes van Schrattenkalk en Kiezelkalk opkomen en naar het O. steeds hoger worden. De anticline duikt dus naar het W. weg, de syncline doet hetzelfde; in het O. ligt de Kiezelkalk op een hooger orografisch niveau dan in het W. (*zie de profielen*). De as van den geheelen keten duikt dus naar het W. weg.

De Z. O. vleugel van de syncline is in het O. deel van den Mattstock bijna verticaal, soms zelfs iets naar het N. W. overkiept. Het contact met de molasse-nagelfluh vertoont een zeer gecompliceerd karakter, als een geweldige wals heeft de bergrug Eoceen en jongere lagen van Krijt voor zich uitgeduwd en deze zijn op alle mogelijke manieren door elkaar gekneed. Bij de Matthöhe werd dit later goed waargenomen.

Een andere tektonische complicatie, die in de profielen niet te zien is, is deze: de bergkam bleef bij de plooiing geen rechte lijn, doch nam een gebogen vorm aan, en wel met de holle kant naar het Z. O. Daardoor traden sterke spanningen op in de

lengterichting van de plooi, terwijl door de opstuwing loodrecht hierop een druk uitgeoefend werd. Deze beide krachten werden vooral in het O. deel van den keten opgelost, doordat hier de Schrattenkalk in vele blokken uiteengescheurd werd, terwijl de zachtere Seewerschichten in de open ruimten geperst werden.

Na deze inleiding, die reeds in hoofdtrekken het op dezen dag waargenomene bevat, wil ik hiervan een meer geregeld verslag geven.

De weg voerde ons van Amden door de Amdener Mulde naar de Z. O. zijde van den Mattstock, welke zijde we volgden tot het O. einde toe. Duidelijk zagen we den rand van Schrattenkalk uit het terrein opkomen. Bij den Rahberg werden de verschillende lagen onderzocht: het eerst passeerden we de Z. vleugel van de verdrukte anticline en vonden de Seewerschichten, herkend aan de globigerinen. Hierop volgde de glauconitische Gault en daarna de steile wand van Schrattenkalk. De beklimming van den Rahberg leidde ons eerste door de Valangien-combe, daarna volgde de Valagienkalk en ten laatste de Kiezelkalk, die ook de top van de Rahberg vormt. Al deze gesteenten werden gemakkelijk herkend daar ze den vorigen dag bij de Walensee aangeslagen waren. Na een oogenblik rust op den top werd de afdaling weer begonnen. Hierna werd de reeds besproken Schrattenkalk bekeken: op één plaats was de Schrattenkalk geheel verdwenen en rustten de Seewerlagen direct tegen het Valagien.

We volgden nu den weg om het O. einde van den Mattstock heen en zagen de steilstaande wand in den Schrattenkalk duidelijk zich afteekenen tegen de naar het Z-O hellende lagen (*zie fig. 16a*). Van boven → beneden volgen nu op elkaar Schrattenkalk, Drusberglagen, Kiezelkalk, Valangienkalk en -mergel en ten slotte de Flysch. Ieder van deze lagen was goed te vervolgen. Van de hooggelegen Schrattenkalk zijn vele brokken door bergstortingen naar beneden gekomen en liggen in groote hoeveelheid aan de N.W. zijde van den Mattstock. (Deze kalken bevatten Hippuriten).

Langs de N.W. zijde naar het N. gaande werd de Matthöhe bereikt, waar het contact met de Molasse zichtbaar is. De lagen hellen hier alle naar het Z. O., hunne volgorde is aangegeven in *fig. 17* dat een profiel over de Matthöhe aangeeft.

Van laag 2—9 is de successie abnormaal. terwijl de eigenlijke volgorde zijn moest: Valangien, Seewerkalk, groenzand, Flysch, komen de Seewerkalk, groenzand en Flysch meermalen terug en hebben we dus hier voor ons een schubstructuur, ontstaan door meerdere kleine overschuivingen.

De Matthöhe achter ons latend werd de terugtocht langs de N.W. zijde van den Mattstock aanvaard en na een flinke wandeling en daling Weesen bereikt.

Veertiende dag.

Zie programma.

Vijftiende en Zestiende dag.

Unterer- en Oberer-Grindelwaldgletscher.

Volgens het programma zouden op den 15den dag de Untere- en de Obere- Grindelwaldgletscher bezocht worden, Tengevolge van het slechte weer moest de bestudeering van de Untere Gr. gletscher tot den volgenden morgen uitgesteld worden.

Voor de verklaring van de vorming van den imposanten Lutschinenschlucht, zie V. '09 pag. 77-79. Hierbij zij nog opgemerkt, dat deze kloof geslepen is in de autochtone Malm, die hier aan de noordzijde van het Aarmassief ligt. Op een enkele plaats is de „Schlucht” aan de bovenzijde veel smaller dan beneden, hetgeen te verklaren is doordat de gletscherbeek beneden zachtere lagen ontmoette dan boven. Daarna werd de Obere-Grindelwaldgletscher bezocht, de weg erheen voerde langs den Mettenberg, waarin de autochtone plooi duidelijk te zien was (zie fig. 34 V. '09). Deze plooi is geheel analoog met de bij den Hüfigletscher en de Windgälle waargenomen plooi in het autochtoon. De Obere Grindelwaldgletscher is één der weinige gletschers, die zich nu uitbreiden, men heeft dit willen demonstreeren door op het alleruiterste gletschereinde een steen te leggen, die met een draad over een schijfje aan een gewichtje verbonden is. Aan de schijf is een wijzer bevestigd, die nu vooruit gaat. Het is echter zeer de vraag of deze inrichting wel een juist beeld geeft van het vooruitgaan van den gletscher en niet bedoeld is als een goedkoope manier om toeristen van dit vooruitgaan te overtuigen.

Volgens ooggetuigen, die den gletscher ± 5 jaar geleden waarnamen, zijn stukken rots, die toen nog boven den gletscher uitstaken, thans geheel hierdoor bedekt. Dit is dus, wel degelijk een bewijs voor de aangroeiing van den gletscher. De gletschertong breidt zich waaivormig uit en vertoont daardoor een serie langspleten. Bij deze uitbreiding traden n.l. krachten op // rand van den tong, en daar ijs bros is t.o.v. rek vormde het overlangsche spleten (zie Escher fig. 104).

In het uiteinde van den gletschertong heeft men een ± 30 M. lange gang aangelegd, waarin prachtig de blauwe kleur van het gletscherijs waar te nemen is.

In hoofdzaak werd van den Unterer Gr. W. gletscher hetzelfde gezien als bij de excursie V.'09, zoodat ik naar het verslag hiervan kan verwijzen.

Enkele aanvullingen of nieuw waargenomen feiten wil ik even aanstippen.

Vanaf den Mettenberg naar Grindelwald terugblikkend ziet men het door ijsererosie bewerkte landschap voor zich en krijgt een uitstekenden indruk van de erodeerende kracht van het ijs. Ten gevolge van zijne plasticiteit ruimt het ijs de hindernissen op zijnen weg niet op, doch schuift er over heen en rondt ze tot „Rundhöcker” af. Het door een gletscher verlaten bed vertoont dan ook niet de regelmatig vloeiende dalende lijn, die door watererosie verkregen wordt, doch bezit meestal meerdere „Rundhöcker” en drempels.

De untere Gr.W. gletscher is gelegen tusschen den Eiger en den Mettenberg in. Vanaf den Mettenberg is de autochtone plooï in de Malm van den Eiger mooi te vervolgen. Toen de gletscher zich verder uitstreckte, heeft hij deze malmkalken als met een schaaaf afgeslepen, zoo scherp dat van de voegvlakken niets meer te zien is. Bestaat de top van den Eiger ook geheel uit de Hochgebirgskalk (Malm) de top van den Mettenberg bestaat uit gneis, die op de autochtone Malm rust en de plooï verder geheel omvat. Tusschen de gneis en de Malm zijn hier als oudste lagen de Trias (Röthidolomiet en Quartenschiefer) ingeschakeld, waarop Lias en Dogger volgen. Vanaf het kristallijn hebben we dus de volgende successie: gneis-Trias-Lias-Dogger-Malm.

De Trias, Lias, Dogger vormen hier de zgn. „Zwischenbildungen” en zijn slechts in een dunne afzetting aanwezig.

Ik wijs hier even op het verschil met de autochtone plooï van den Windgälle, waarin de Trias en Lias mankeerden.

In de kern van de plooï in den Mettenberg zijn in den steilstaanden Dogger vele secundaire plooïen gevormd, die zeer mooi te vervolgen waren. (*fig. 18*). De Trias maakt deze plooïen ook mede en werd in een profiel duidelijk waargenomen.

Zeventiende dag.

De Gemmi.

Over den Gemmipas voert de weg van Kandersteg naar Leukerbad. Wederom bevinden we ons hier in het gebied ten N. van het Aarmassief en wel in de Helvetische bladen. Reeds meermalen werd er op gewezen, dat deze dekbladen hun wortelgebied direct ten Z. van het Aarmassief hebben liggen, dat zij over dit massief zijn heengeschoven en ten N. daarvan zijn neergekomen. Op pag. 297 is ook vermeld, dat de Helvetische dekbladen uit meerdere dekbladen bestaan, die in de breedte een beperkte uitgebreidheid bezitten en elkaar vervangen. Deze dekbladen ontleenen hunnen naam aan plaatsen, bergen, enz. Zoo vonden we bij de Vierwaldstättersee het Axenblad, bij de Walensee: Säntis- en Mürt-schenblad en bij den Segnespas het Glarnerblad. Tusschen Kandersteg en Leukerbad heeten de dekbladen (3): van onder – boven: Balmhorn-, Diablerets- en Wildhorn-dekblad. Het wortelgebied dezer bladen is weer gelegen in het dal van de boven-Rhône ten Z. van het Aarmassief in de omgeving van Loèche.

Bij de Walensee zagen we reeds 2 dekbladen boven elkaar, nu er hier 3 dekbladen zijn behoeft dit niets bijzonders te zijn. Er komt echter een complicatie bij, die wel een bijzonderheid is. Bij den Mettenberg zagen we dat de Dogger in het verticale deel van de autochtone plooï secundaire plooïen vertoonde. Een dergelijk verschijnsel doet zich voor in de dekbladen, die dezen dag bestudeerd zouden worden. De koppen dezer bladen zijn hier vóór elkaar geplooid, waarbij dan de lagen in die koppen ongeveer verticaal voor elkaar staan en secundair geplooid zijn. Die

secundaire plooien moeten we ons als zeer groot voorstellen. Ter verduidelijking diene *fig. 19*, dat een profiel voorstelt loodrecht op de strekkingsrichting der bladen en genomen is over den Altels, Spitalmatte en Grosz-Lohner. Uit deze figuur blijkt, dat de Balmhorn uit het Balmhorndekblad bestaat, de Gr.-Loher uit het Wildhornblad, terwijl op de Üschinengrat het smalle Diableretsdekblad te voorschijn komt. (Vergelijk ook de plattegrond van *fig. 20*).

De stratigrafie van het Balmhorndekblad is de volgende:

Toarcien, Aalenien. Dogger, Malm en Argovien, Valangien vaseux, Valangien calcaire, Hauterivien, Flysch.

Het Diablerets-blad is zeer dun en bestaat alleen uit Malm, Valangien vaseux en -calcaire, terwijl dit blad naar het Z.W. nog meer gereduceerd wordt en alleen Valangien vaseux en -calcaire bevat.

De strekkingsrichting dezer dekbladen is ongeveer NO—ZW, van Kandersteg tot den Gemmi gaat de weg ongeveer in de strekkingsrichting, terwijl hij van den Gemmi tot Leukerbad er dwars door heen gaat (*zie ook fig. 20*). Dit schetsje geeft in grove trekken het terrein aan; van het W. naar het O. gaande moeten we dus achtereenvolgens het Wildhorn-, Diablerets- en Balmhorndekblad aantreffen. Het Wildhornblad is bijv. aanwezig in den Gr. Lohner, het Diableretsblad in den Gellihorn en het Balmhornblad in den Stock en den Balmhorn.

Het Wildhornblad is tektonisch zeer gecompliceerd en werd op onzen tocht niet waargenomen, zoodat een nadere bespreking hiervan achterwege kan blijven.

Zooals reeds gezegd ligt den weg naar den Gemmi ongeveer in de strekkingsrichting der dekbladen; hij voert ons in het gedeelte waar de koppen over elkaar zijn geschoven en de reeds besproken groote secundaire plooien vertoonen. In die plooien ligt dus nu eens eene normale serie, dan weer eene abnormale serie sedimenten boven elkaar. Wat we te zien zullen krijgen hangt nu van af van hetgeen door de erosie is blootgelegd: een normale serie sedimenten dan wel een omgekeerde serie.

Op den weg naar den Gemmi kwamen wij het eerst bij den *Stock* die uit den kop van het Balmhorndekblad bestaat, waarvan hier

de Malm, Valangien (vaseux en calcaire), Hauterivien en Flysch voorkomen. De weg voert on den Stock heen en bracht ons het eerst in de Valangien calcaire, daarna in de Valangien vaseux en Hauterivien. (zie fig. 21). De Hauterivien komt hier „gebändert” voor en wordt Hauterivien litheux of rubané genoemd, het echte kiezelige van de Kiezelkalk is hier verdwenen, het karakter is meer spatiger. Hieruit volgt dus, dat zelfs in eenzelfde faciesgebied verschillen optreden bij eenzelfde laag, wat te verklaren is door een verschillende diepte van de zee aan te nemen. Na de Hauterivien kwamen we in het Eoceen, waarin we al stijgende zeer lang bleven, omdat we in het gebied zijn waar de lagen ongeveer verticaal staan. Het jonge Eoceen wordt vertegenwoordigd door lithothamniumkalken, die behalve lithothamnium ook koralen bevatten. Hierop volgde de nummulietenkalk waarin vele exemplaren van nummulieten werden aangetroffen. Vanaf den Stock zouden we bij helder weer een mooi gezicht gehad hebben in het Gasterntal, de sterke nevel belette ons veel te zien. Aan de overzijde van het dal zouden we dan de geplooiden lagen van het Balmhorndekblad hebben kunnen waarnemen, die daar over den graniet van het Aarmassief geplooid zijn. Deze graniet heet hier Gastern-graniet en is ook hoogerop in het dal aanwezig. Tijdens de plistoceene vergletschering werd ook het Gasterntal uitgeslepen, waarbij de graniet minder werd aangetast dan de zachtere sedimenten. Bovendien werd op den bodem van het dal een dik pakket van los grondmorainemateriaal afgezet. Zij, die niet op het standpunt der glacialisten staan, nemen een veel minder diep uitgeslepen bed en een dunnere lossere afzetting aan. Zoo ook Alb. Heim, die bij het projecteeren van den Lötschbergtunnel adviseerde den tunnel op een diepte aan te leggen, die met deze opvatting overeen kwam. De harde rots bleek echter veel dieper te liggen dan Heim dacht; bij het drijven van den tunnel stootte men op de losse afzetting, zoodat een doorbraak volgde, die aan 24 menschen het leven kostte. Men heeft toen den tunnel door den hooger gelegen Gastern-graniet gelegd, zoodat thans de Lötschbergtunnel een bocht vertoont. Uit dit moge blijken, hoe gevaarlijk het is wanneer men zich angstvallig aan een theorie wil vastklampen.

In den zgn. Abri des Roches vonden we een zeer mooi tektonisch contact tusschen het Eoceen en de daaronder gelegen platige leisteen van het Hauterivien, vermoedelijk is dit contact door een overschuiving gevormd. Om den Stock heenlopende kwamen we weer in de Hauterivien en Valangien terug. Op den weg naar de Spitalmatte doorkruisten we een sterk met morainemateriaal bedekte vlakte. Aan den rechterkant (N.W.) lag de Üschinengrat (zie *fig. 22*), die uit het Diableretsdekblad bestaat, de lagen hierin komen als horizontale banken te voorschijn en bestaan uit Valangien vaseux, -calcaire en Malm, terwijl de weg over de Valagien calcaire van het Balmhorndekblad loopt. Hier-tusschen is dus het Diableretsdekblad overschoven over het Balmhorndekblad. Aan de linkerzijde van den weg zien we in de verte de Altels en wat dichterbij de Kleine Rinderhorn, beide bestaande uit het Balmhornblad. We zijn nu op een plaats waar de lagen verticaal staan en secundaire plooien vertoonen.

In de Altels is nu een abnormale serie door de erosie blootgelegd, van boven af: Malm, Val. vaseux, Val. calcaire terwijl in den Kl. Rinderhorn een normale serie aanwezig is; Val. calcaire, Val. vaseux en Malm beneden. (*fig. 23*). Een bergstorting bracht van den Altels een groote hoeveelheid puin naar beneden, de stukken vertoonen een duidelijke druksplijting in verschillende richtingen.

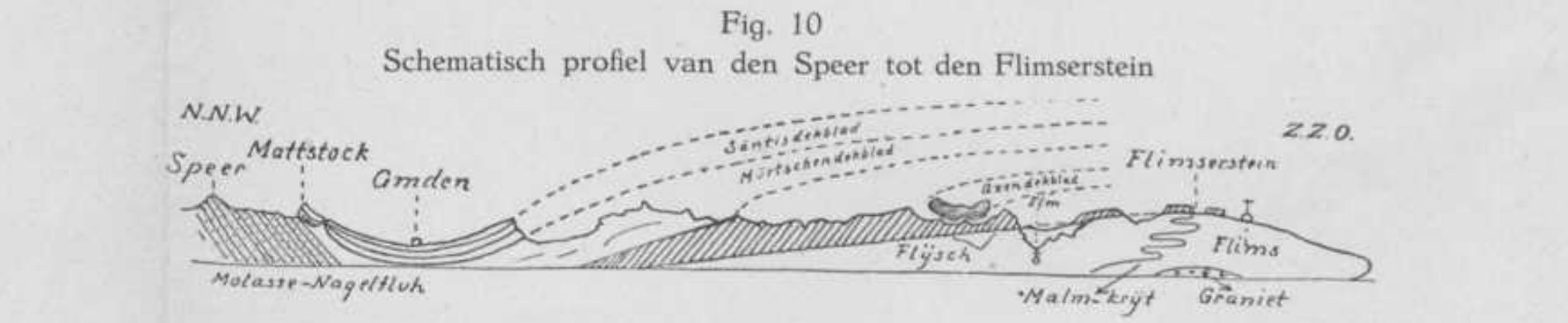
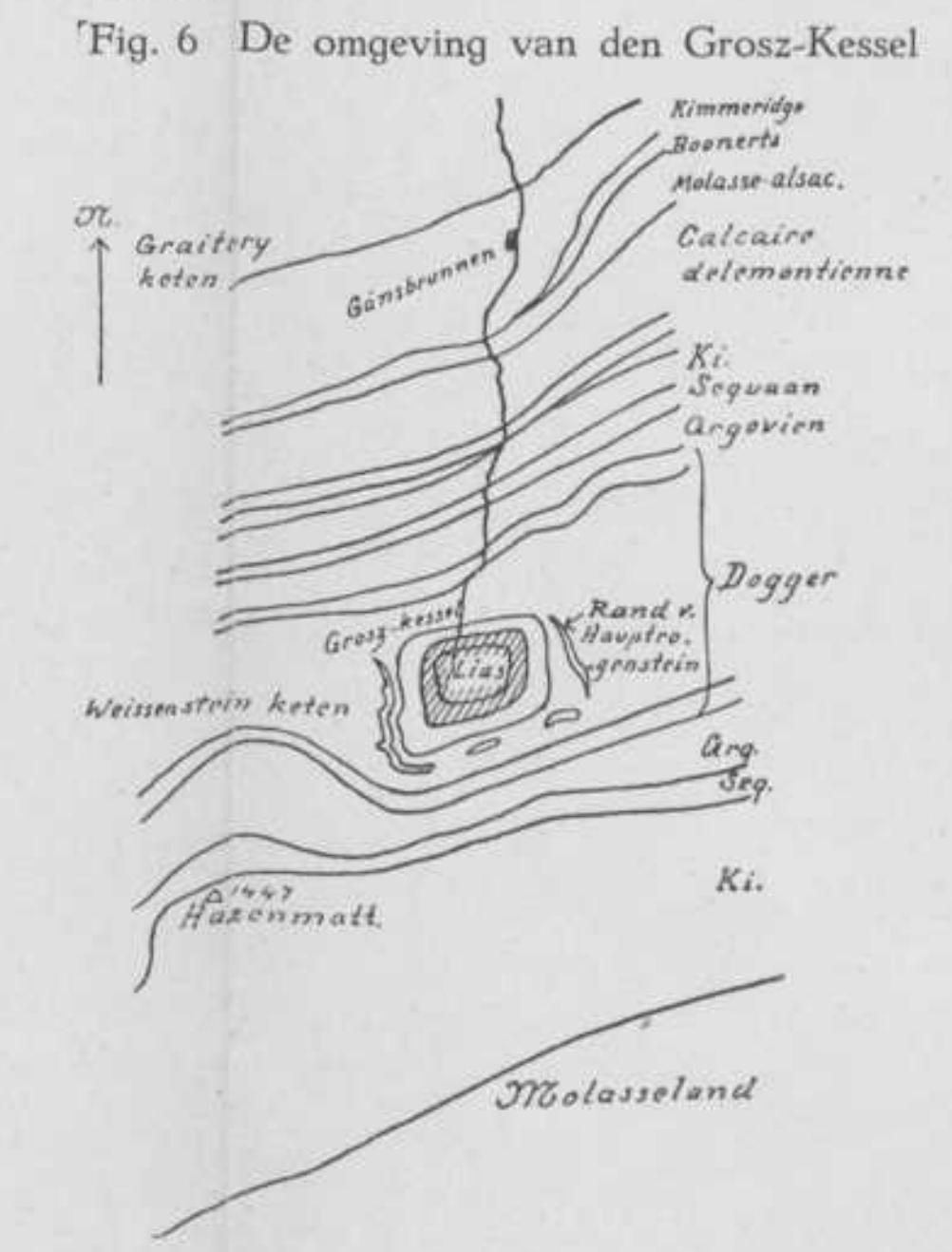
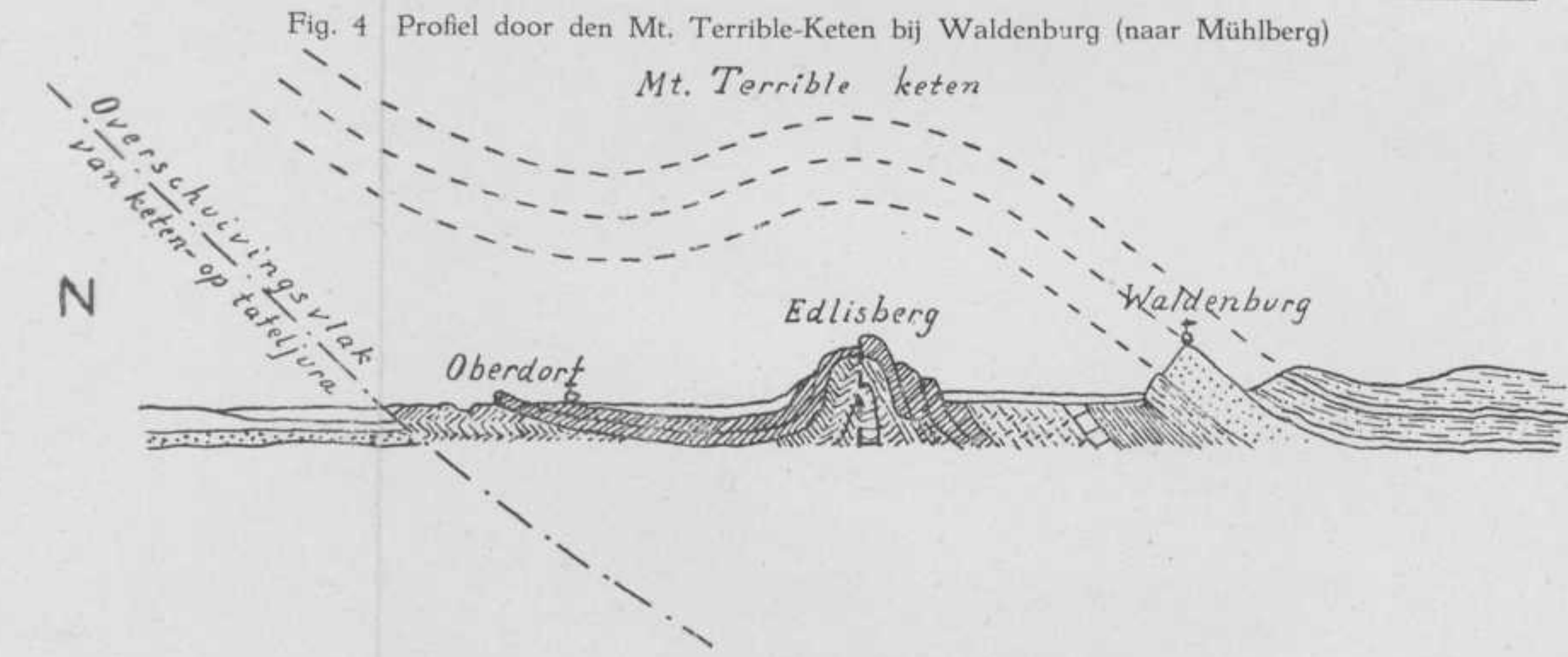
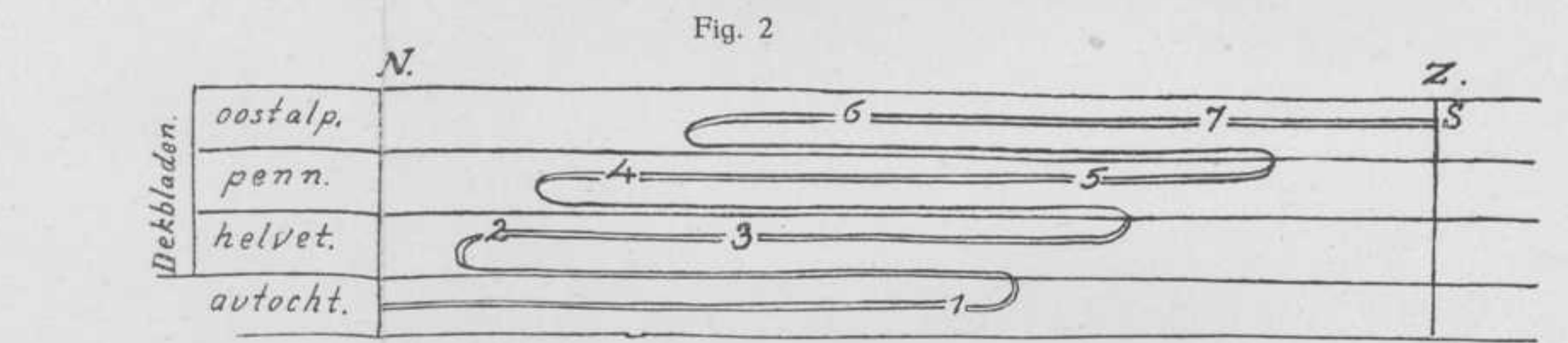
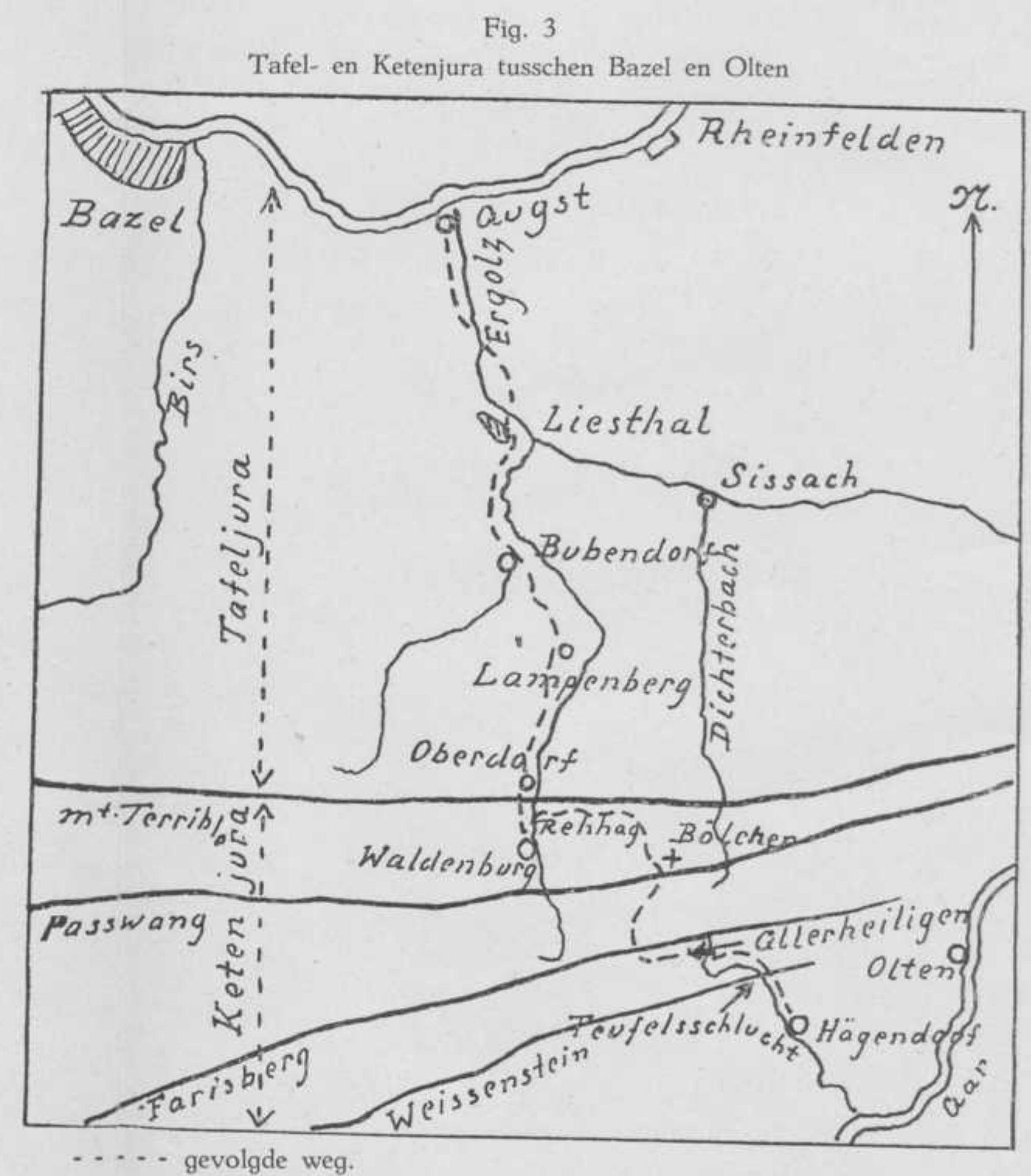
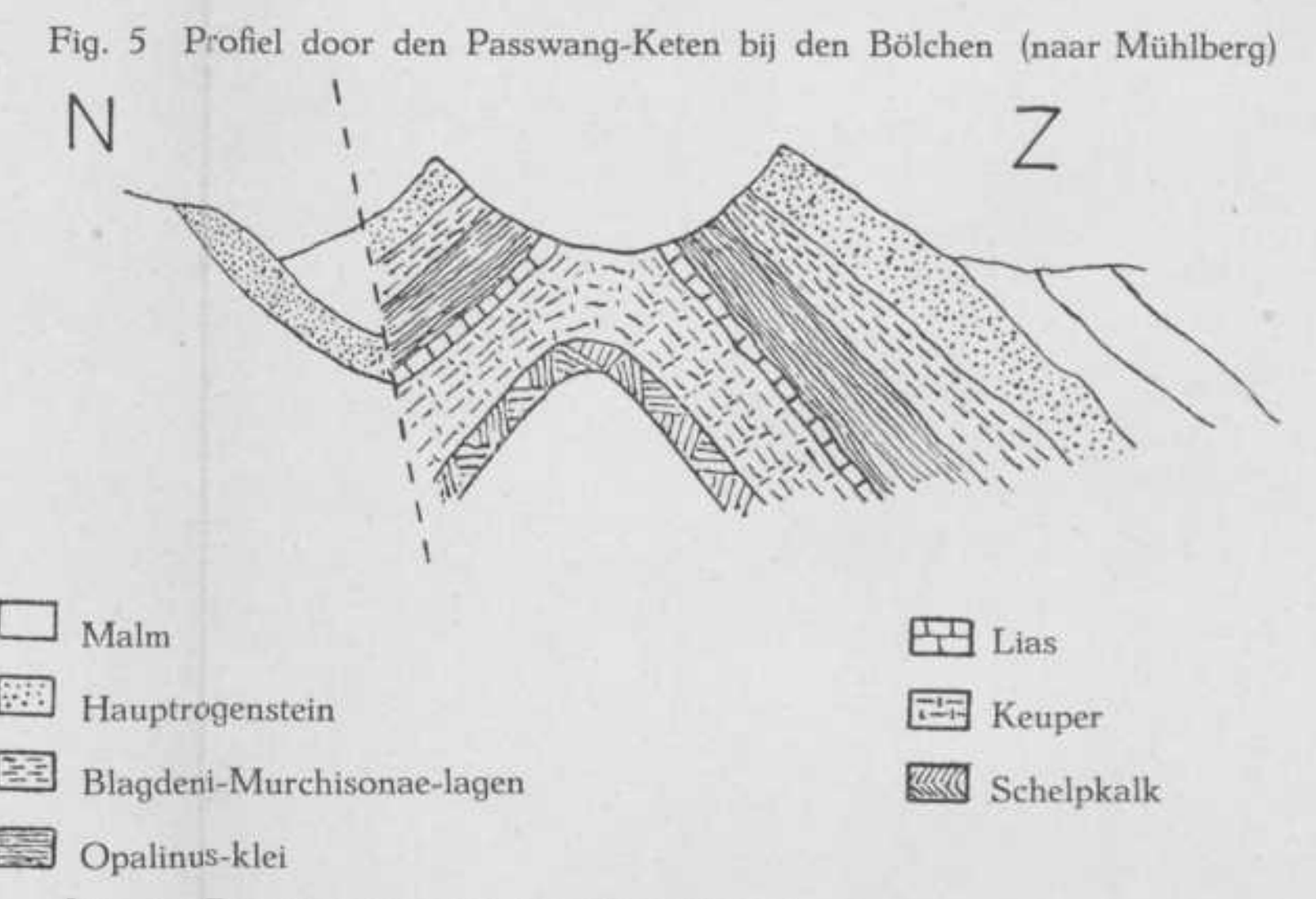
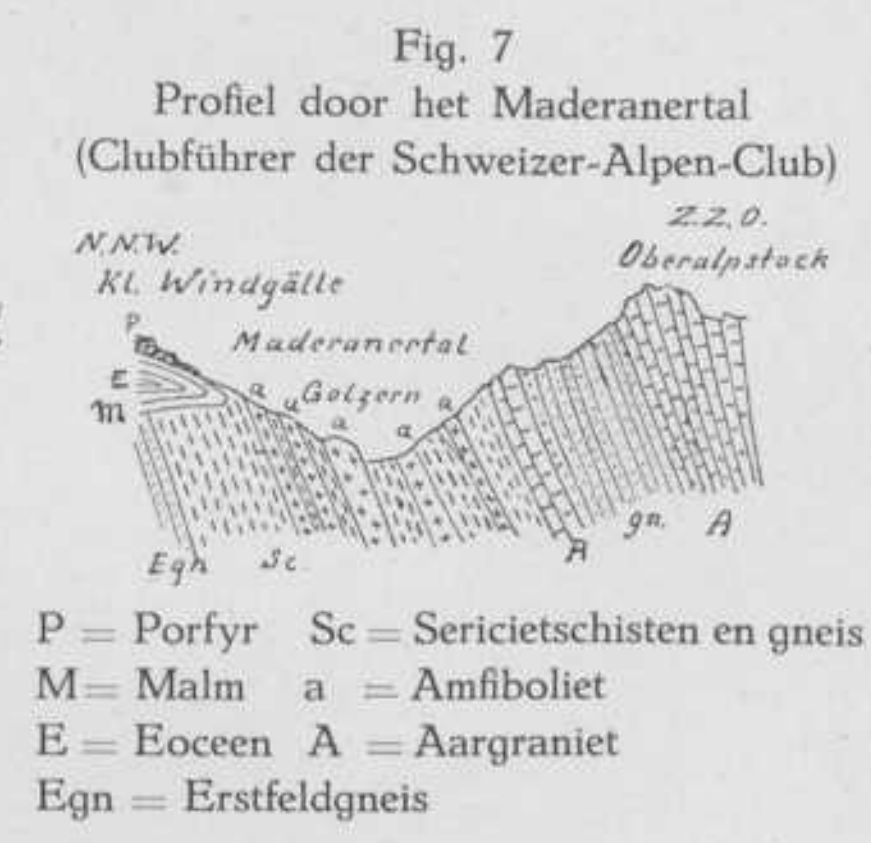
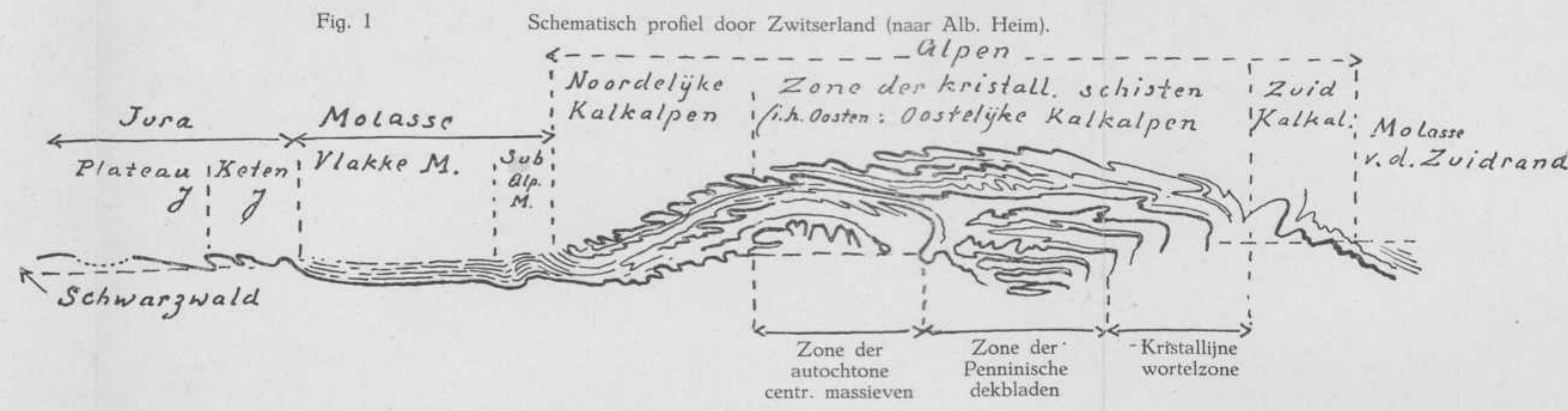
In den Kl. Rinderhorn boven Schwarenbach hellen de lagen van Valangien calcaire van de secundaire plooï naar het dal toe; doordat de daaronder gelegen zachtere Val. vaseux, vooral na wateropname, plastisch werd, diende dit als smeermiddel waarover de Valangien calcaire afgleed (*fig. 24*). M. Lugeon, die dit gebied bestudeerde en dit verschijnsel goed kende, zegt daarover in „Les Hautes Alpes calcaires entre la Licerne et la Kander” deel I pag. 93: „J'avoue n'avoir jamais dormi tranquillement dans l'auberge de Schwarenbach, au pied d'une masse, qui semble devoir se détacher sans effort”.

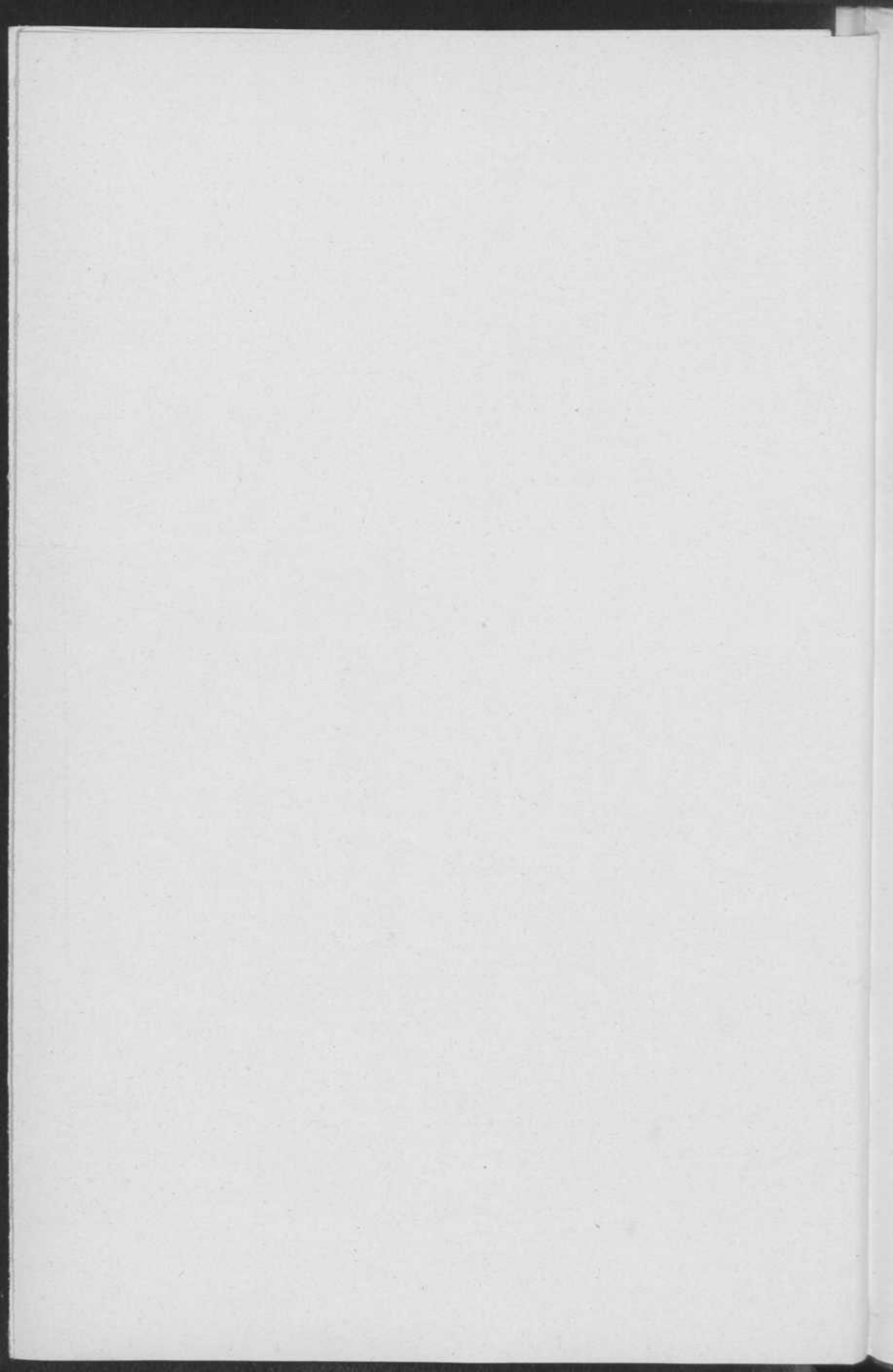
Deze stukken van Valagienkalk laten een prachtige druksplijting zien, waardoor de gelaagdheid bijna niet meer is waar te nemen. Ten Z. van het Schwarenbachhotel is, (zooals bij de Spitalmatte) aan de rechterzijde van den weg het Diableretsdekblad over-

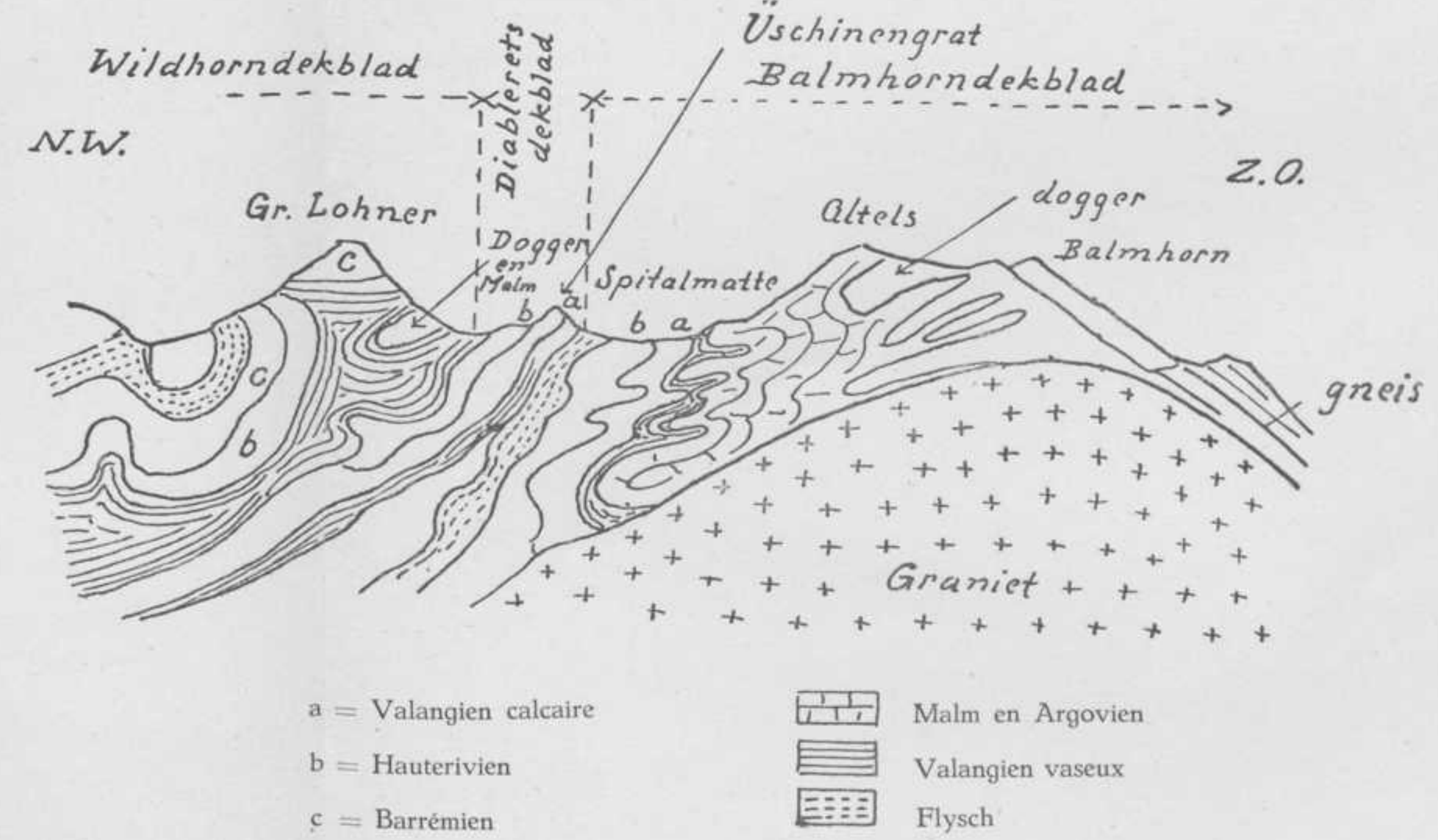
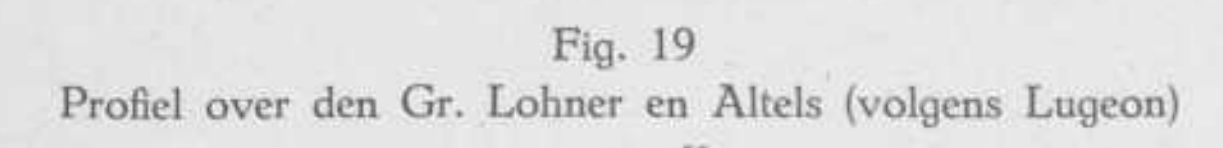
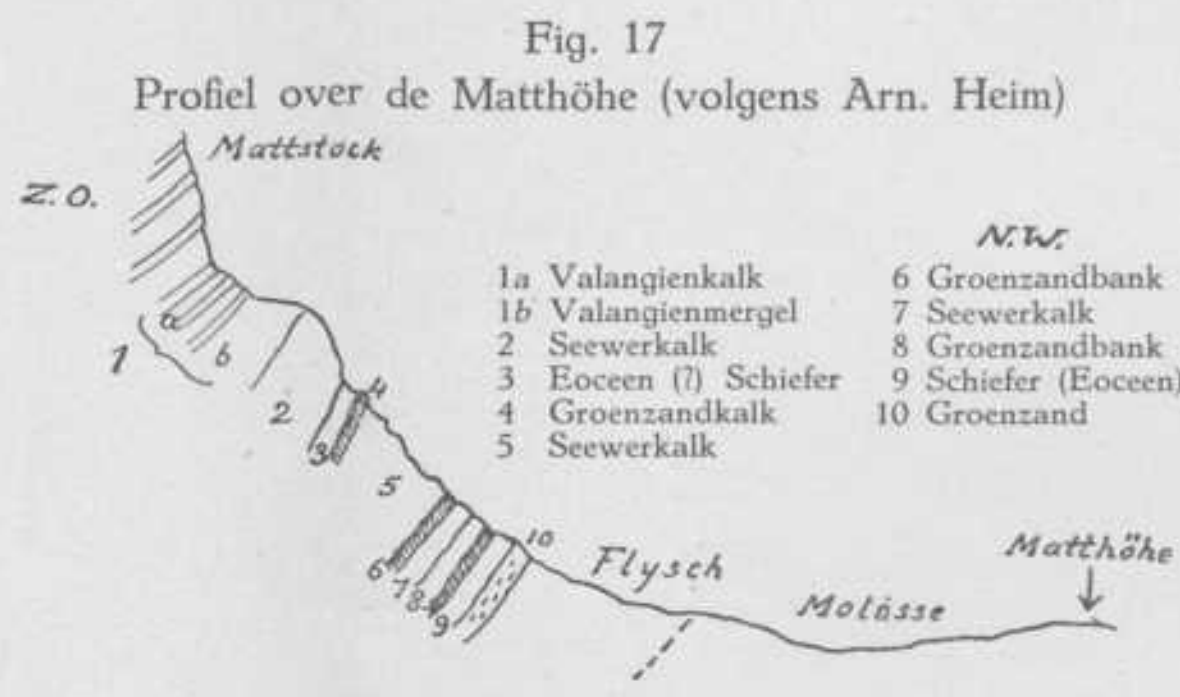
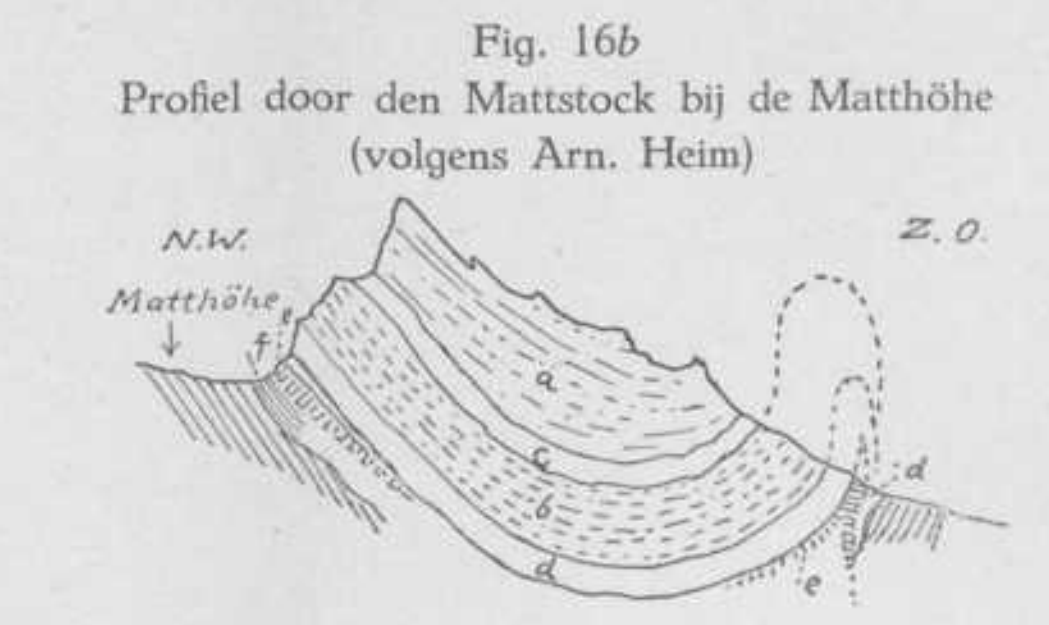
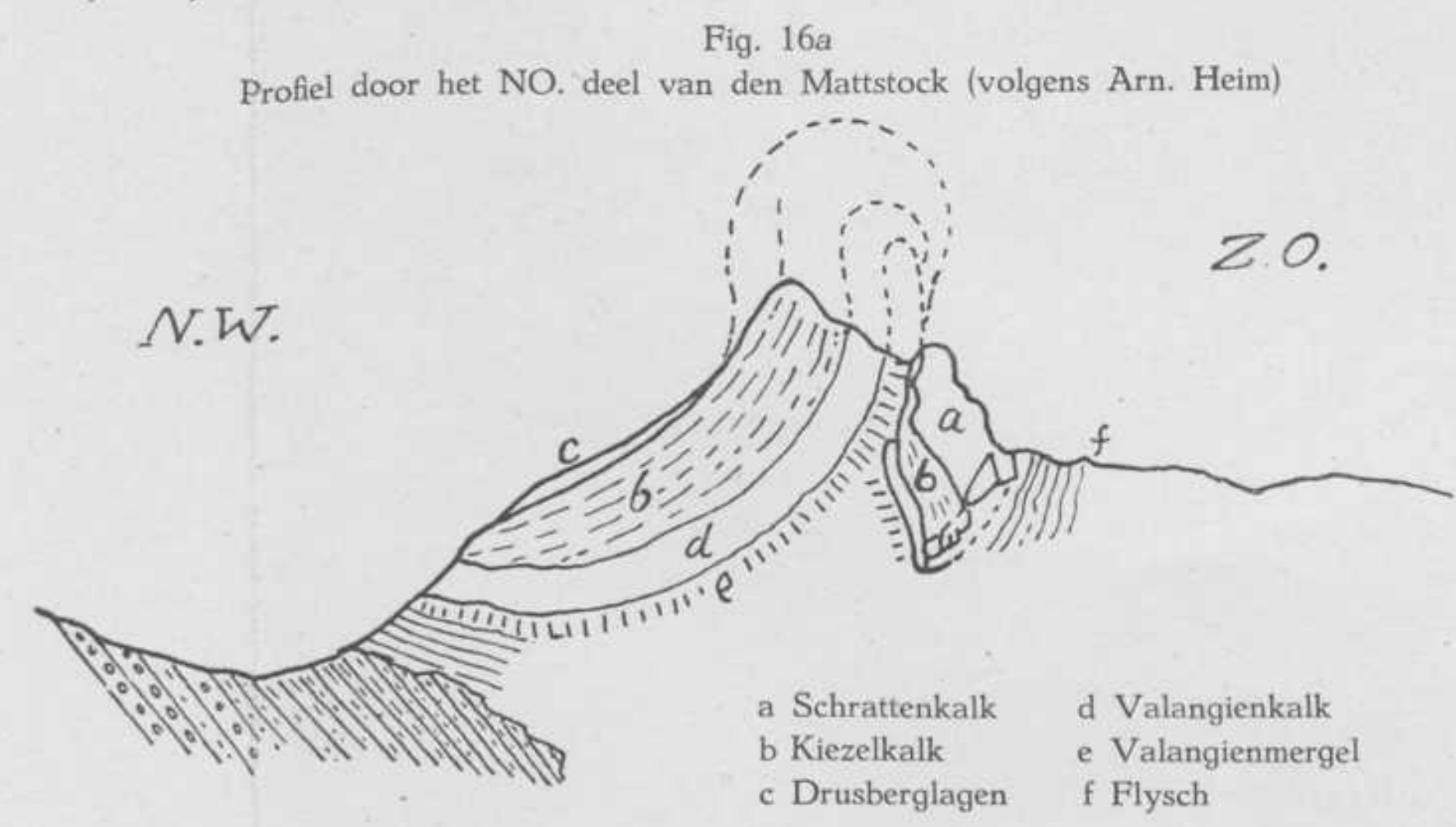
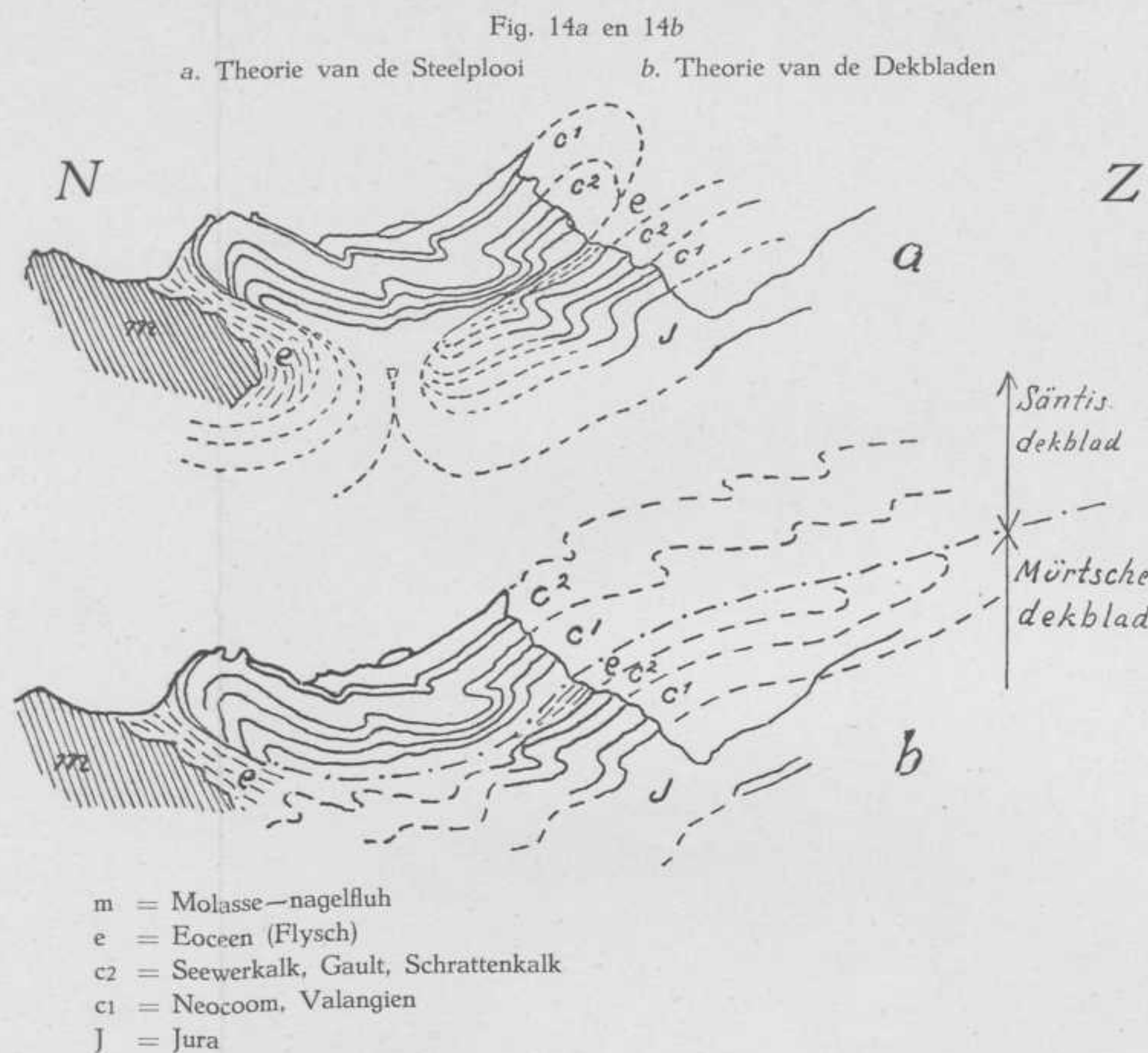
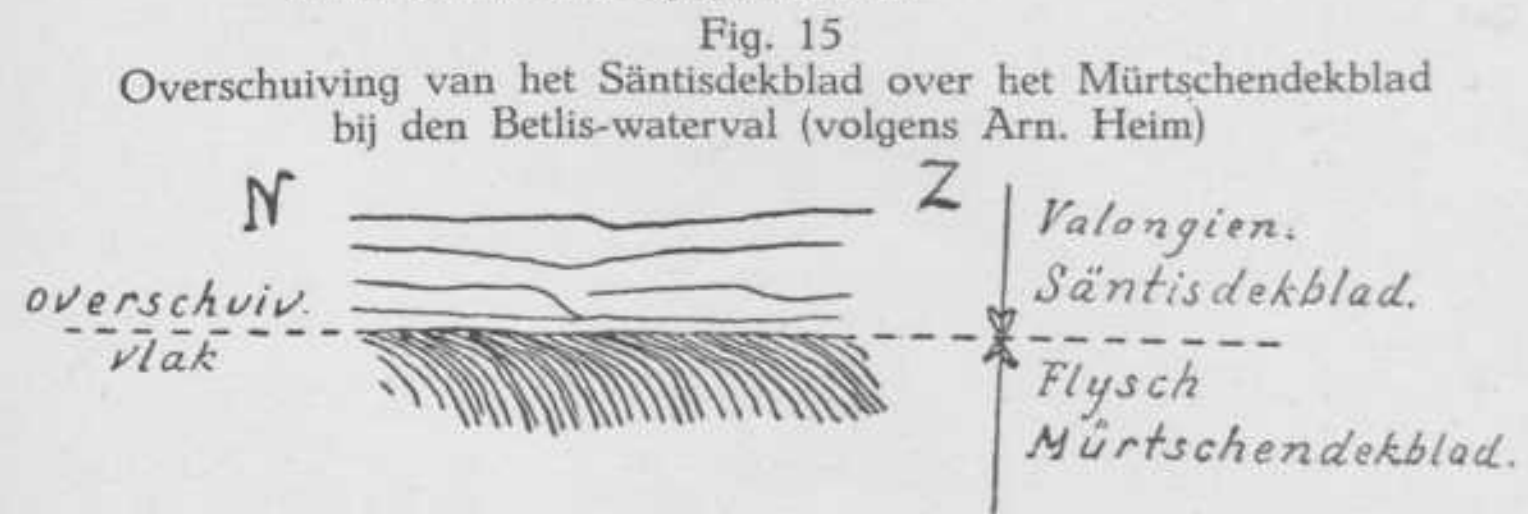
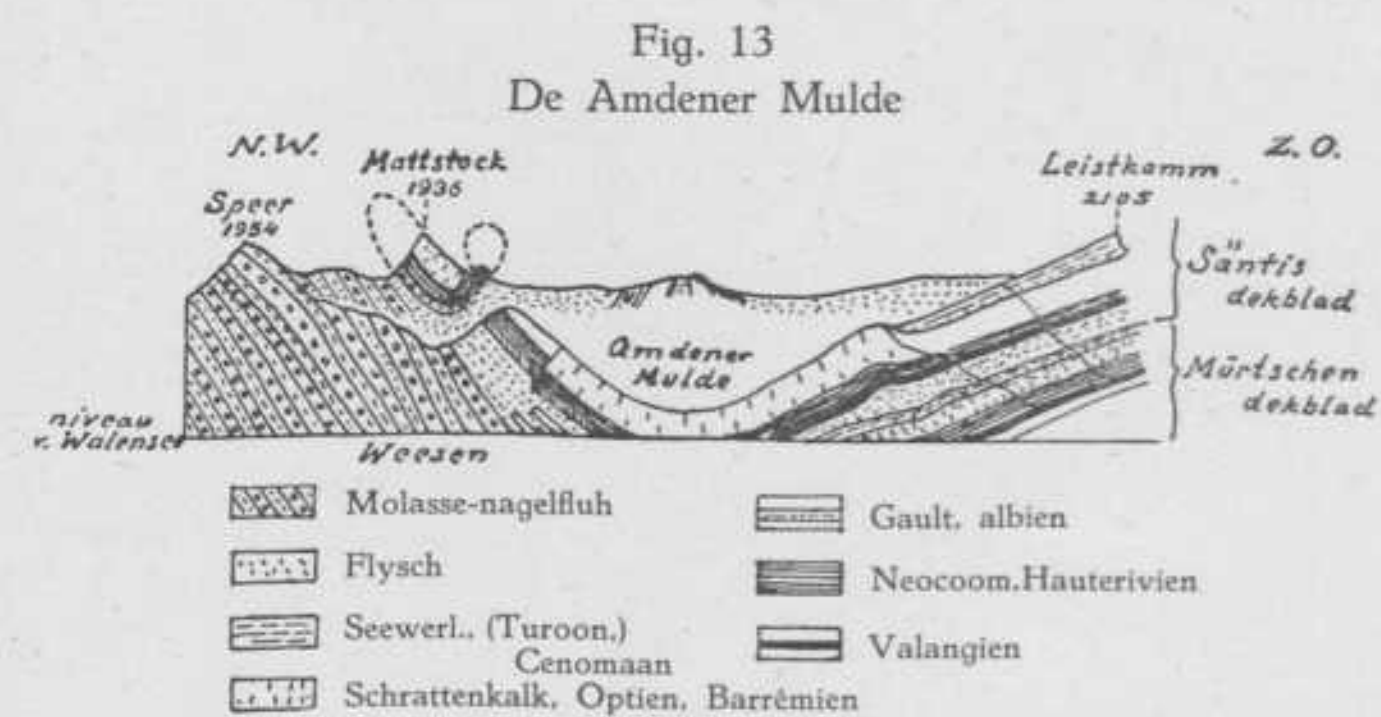
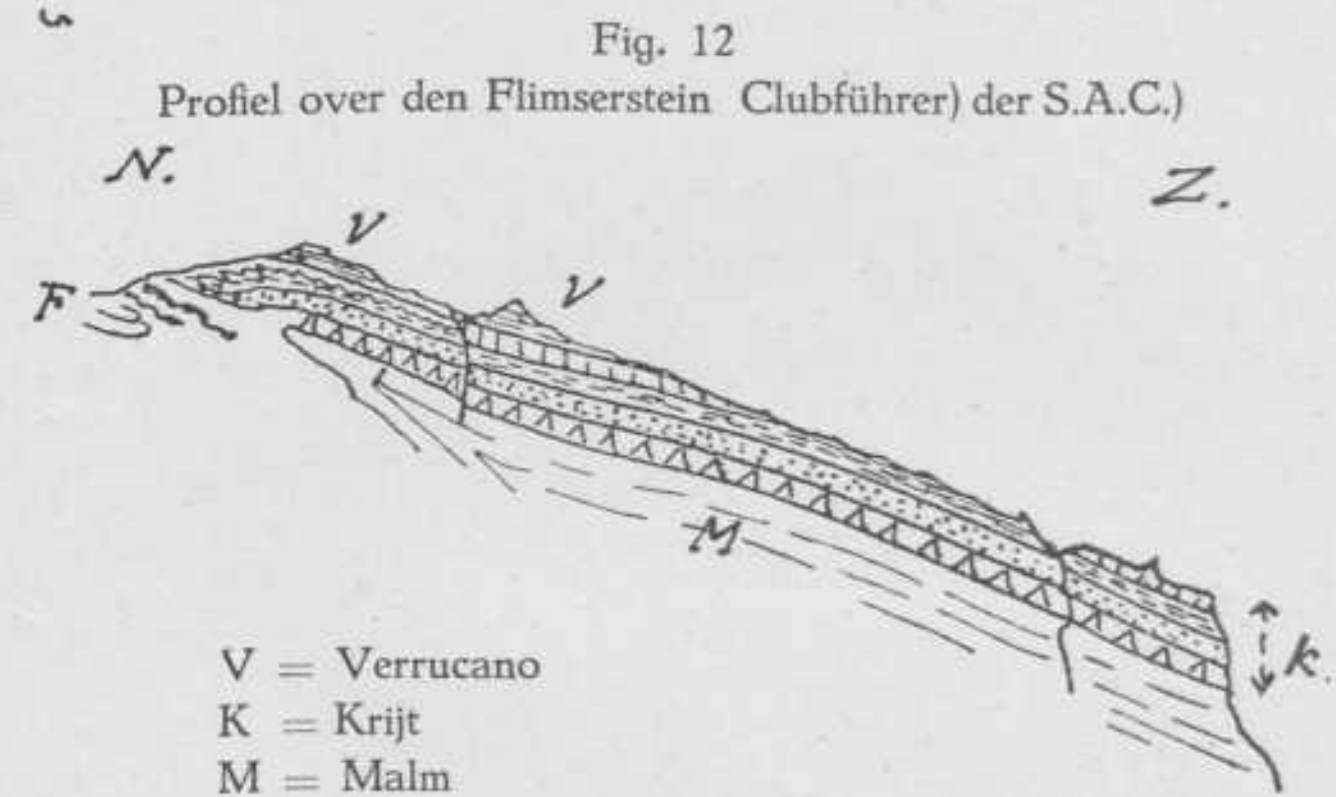
schoven over het Balmhorndekblad. Na eenig klimmen werd het bovenste van het Balmhornblad, het Eoceen, gevonden, waarboven de Malm van het Diableretsblad werd aangeklopt; deze Malm is hier ongeveer 10 M. dik en wordt naar het Z.W. steeds dunner, totdat het heele Diableretsblad alleen uit Valangien vaseux en — calcaire bestaat.

Tusschen deze Malm en het Eoceen ligt dus het overschuivingsvlak der beide bladen. De weg naar den Gemmi loopt verder langs de grens van Valangien en Hauterivien van het Balmhornblad. Tot aan de Daubensee bleef de excursie in een zwaren nevel gehuld, zoodat van de omgeving weinig te zien was. Bij de Daubensee werd het iets helderder en konden we aan de overzijde van het meer de bekende lagen van het Balmhornblad zien en er boven de Val. calcaire en -vaseux van het Diableretsblad. De Malm, die we bij Schwarenbach nog zagen, is hier dus verdwenen. Even achter de wolken was nog de top van den Roter Tötz zichtbaar, die door het Wildhornblad gevormd wordt. Dicht bij den Gemmi komen we in de Malm van het Balmhornblad, waarin ook de pas gelegen is. De sterke daling van den pas naar Leukerbad bracht ons ongeveer loodrecht op de strekkingsrichting van het Balmhorndekblad; we bleven nu steeds in den Dogger, weer een gevolg van de vele secundaire plooien die hier aanwezig zijn. Dicht bij Leukerbad werd nog het Aalenien aangetroffen, dat met het Toarcien tot de oudste lagen van het Balmhorndekblad behoort.

Achttiende — Negentiende — en Twintigste dag.
Zie Programma en Excursieverslag '09.







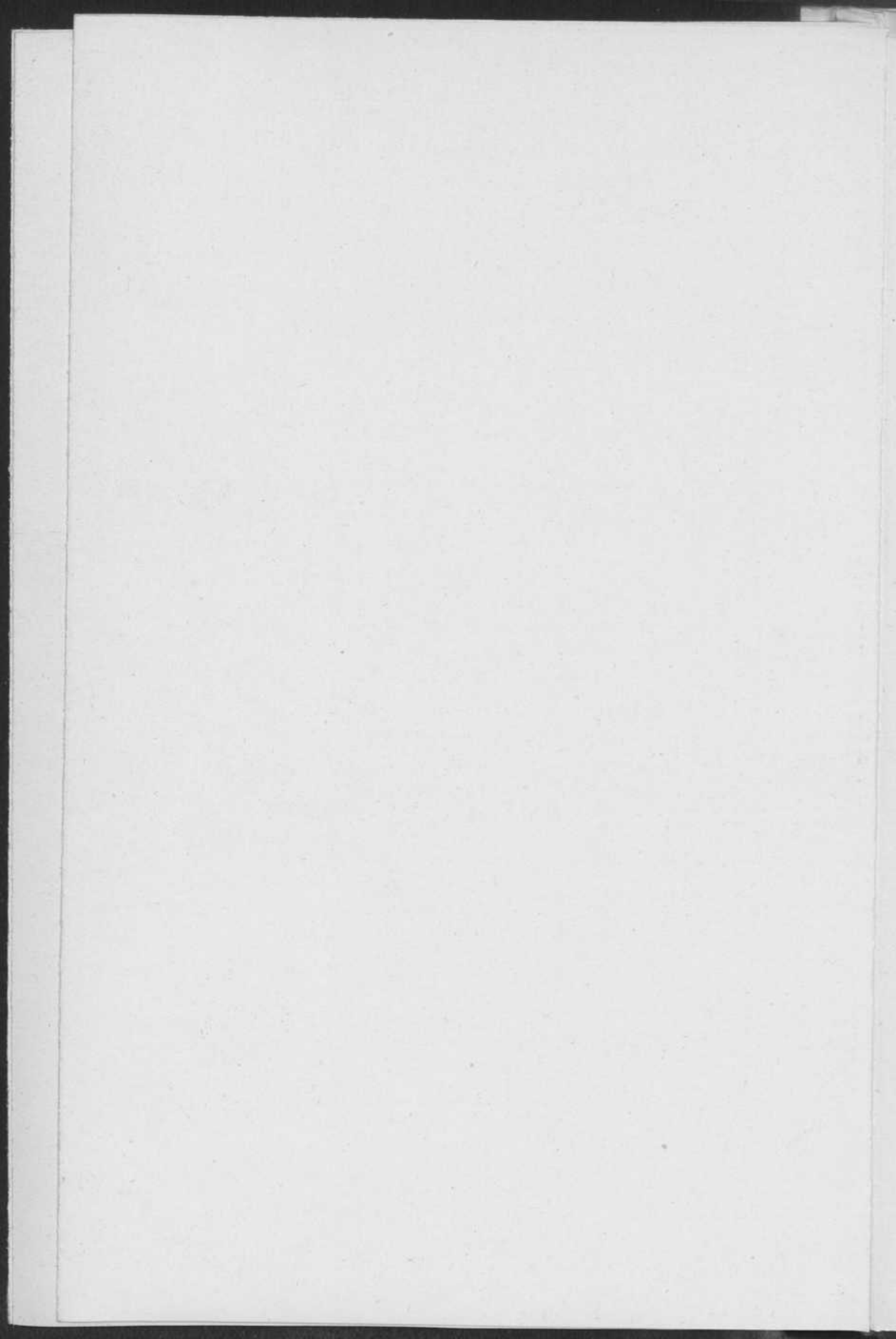


Fig. 20
Plattegrond van het gebied tussen
Kandersteg en den Gemmi-pas

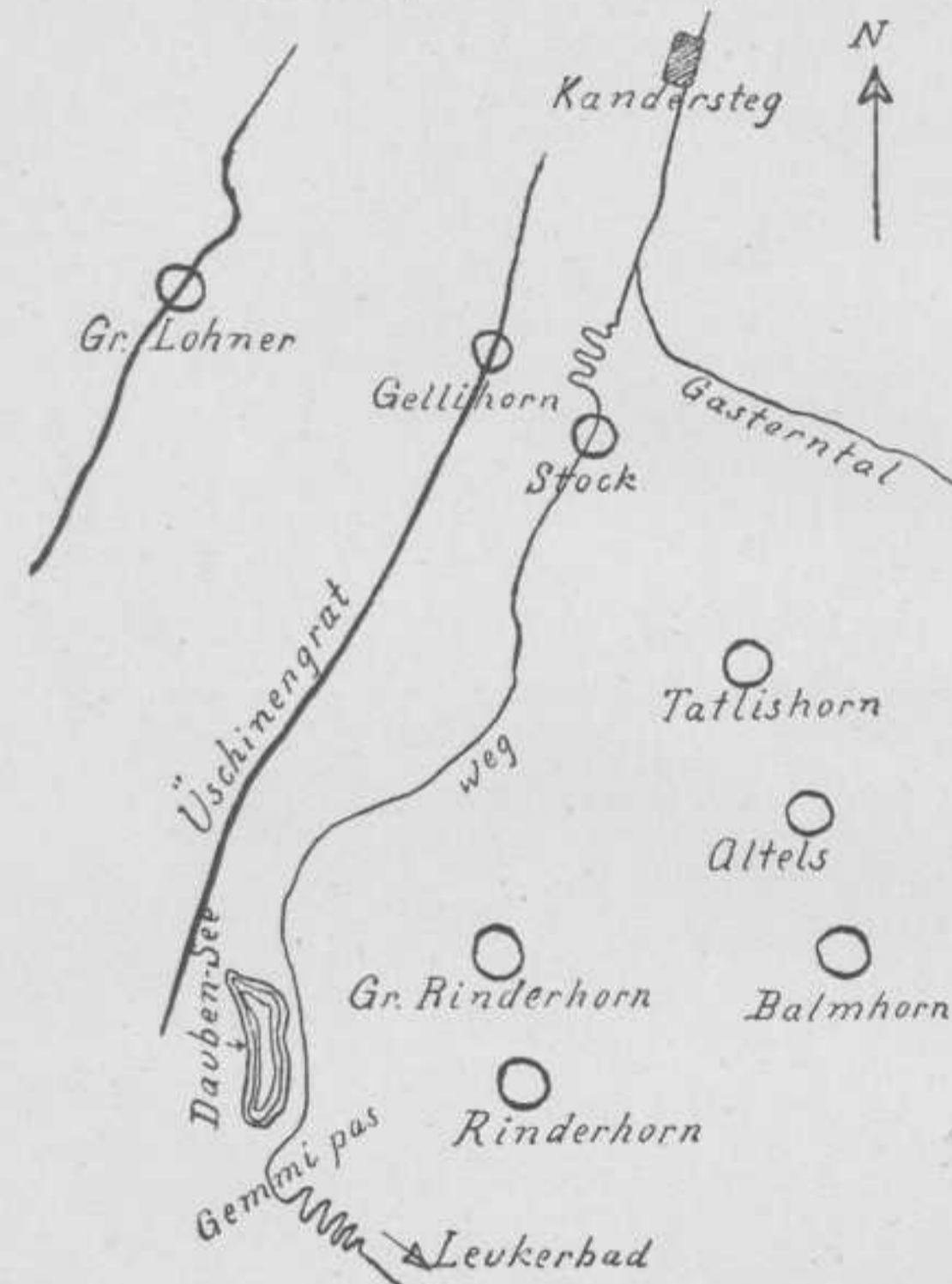


Fig. 21
Profiel over den Stock, Gellihorn en Gr. Lohner (volgens Lugeon)

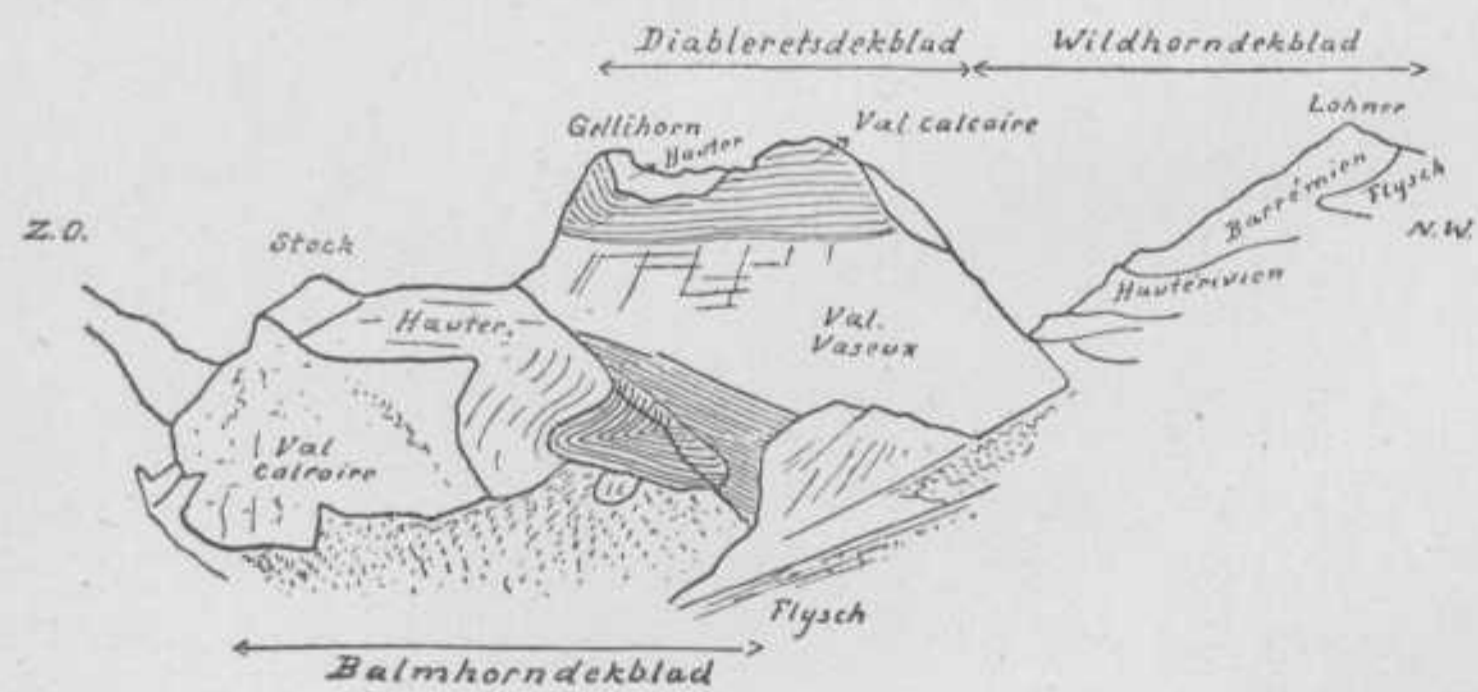


Fig. 22. Overschuiving van het Diableretsdekkblad over het Balmhorndekkblad
(volgens Lugeon)

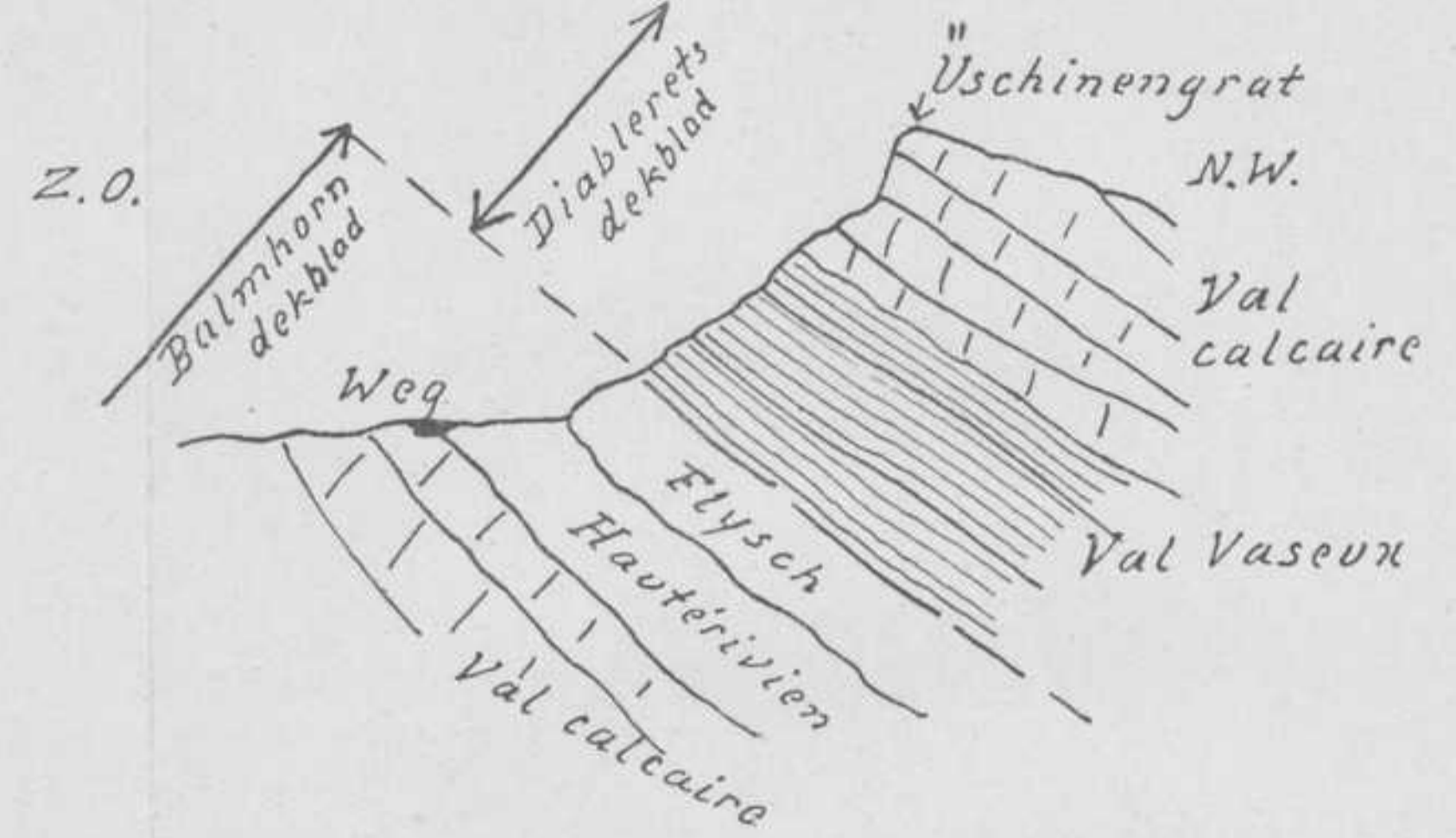


Fig. 23. De Altels en Kl. Rinderhorn (volgens Lugeon)

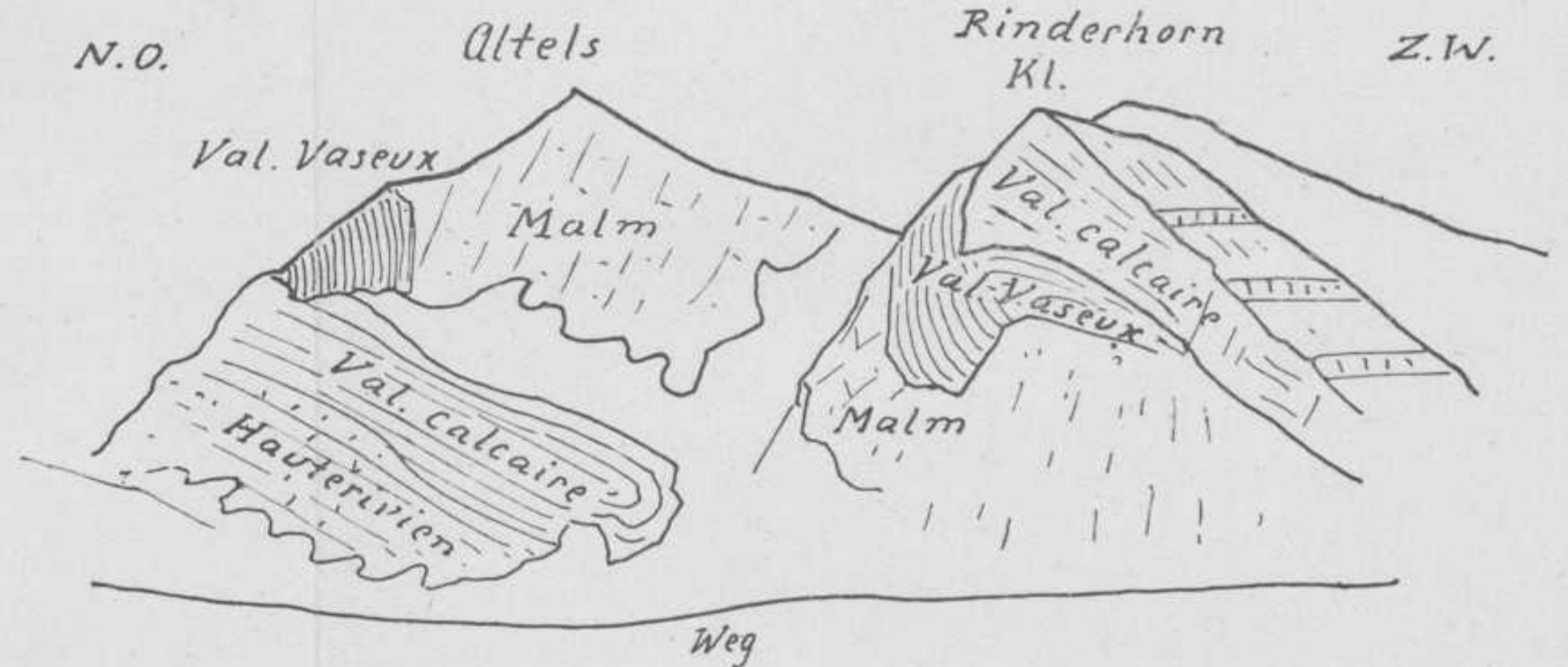
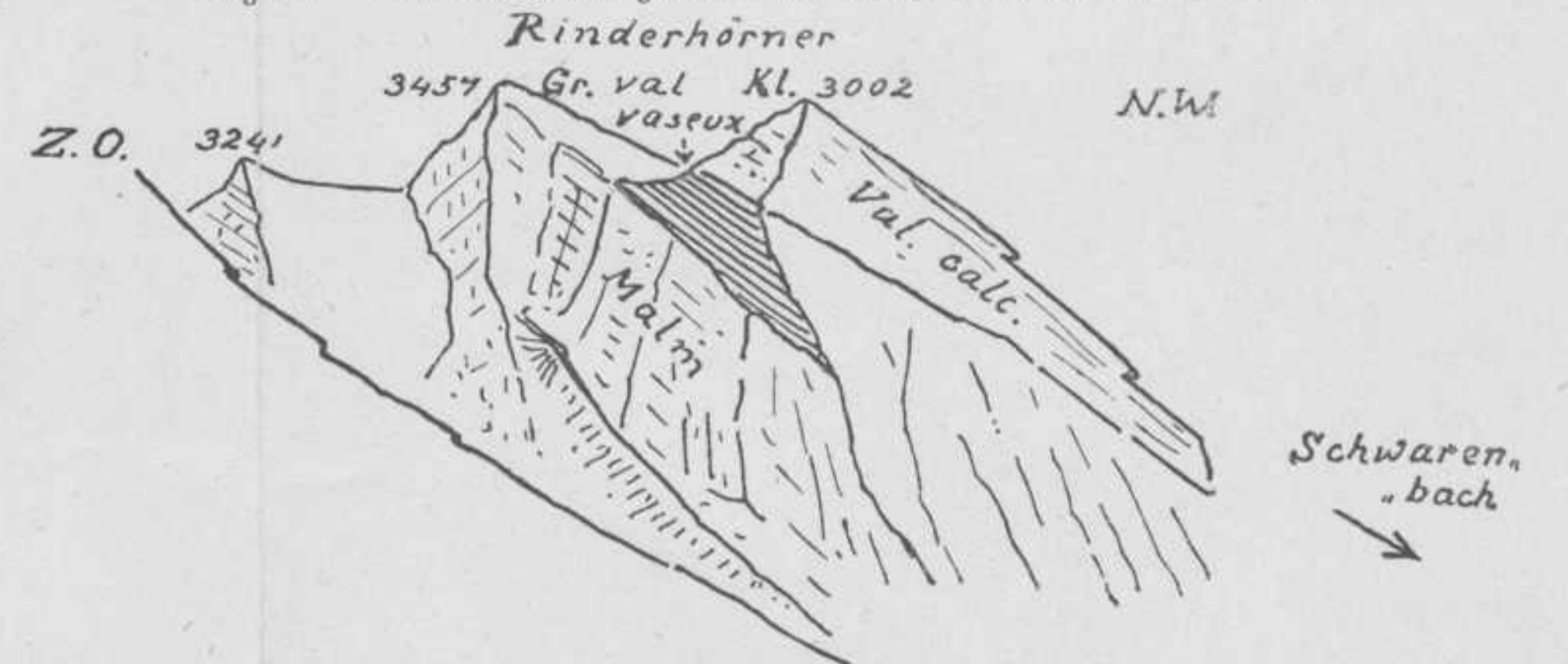
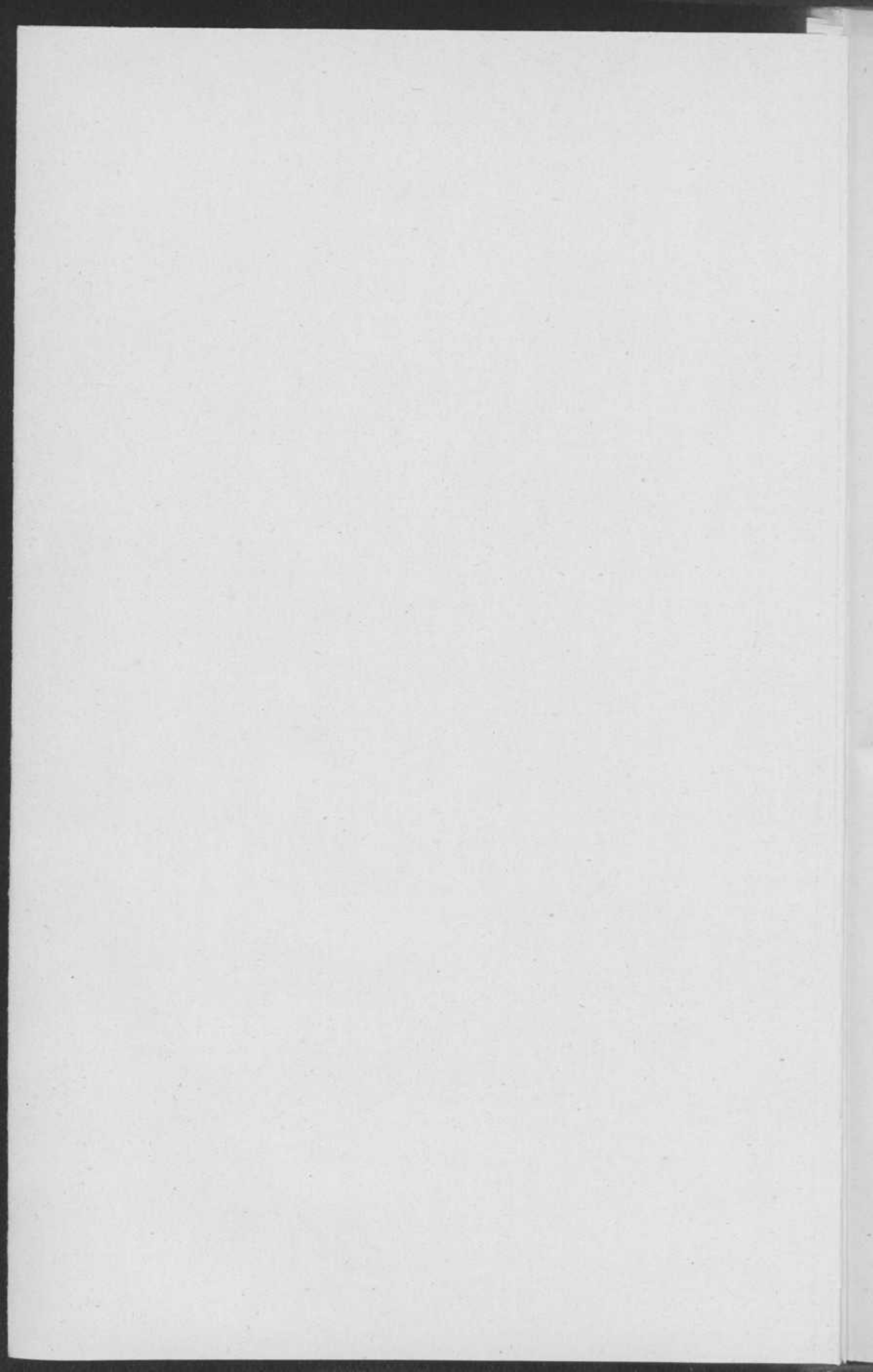


Fig. 24. De Rinderhörner gezien vanaf de Spitalmatte (volgens Lugeon)





LIJST VAN DEELNEMERS.

1. Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF.
 2. Prof. Dr. H. A. BROUWER, m.i.
 3. Dr. G. HENNY.
 4. Mej. E. M. J. KOKER.
 5. Ir. J. BAKKER Gzn, m.i.
 6. Ir. P. J. L. VAN HEMERT, m.i.
 7. Ir. K. F. DE LEEUW. m.i.
 8. Ir. G. J. H. MOLENGRAAFF, m.i.
 9. Ir. A. VERSTEGE, m.i.
 10. J. G. A. M. BIERMANN, cand. m.i.
 11. J. F. VAN DORP, " "
 12. E. A. L. GEVAERTS, " "
 13. H. A. D. GRAVENDEEL, " "
 14. W. TH. M. HENDRICHS, " "
 15. W. H. HETZEL, " "
 16. J. W. A. v. d. HORST, " "
 17. W. F. DE JONG. " "
 18. S. H. VAN KUIJK, " "
 19. P. CH. J. KORTE, " "
 20. G. E. MATHYSEN GERST, " "
 21. TH. NELISSEN, " "
 22. O. M. PLANTEN, " "
 23. C. E. P. M. RAEDTS, " "
 24. M. D. TH. VIS, " "
 25. C. P. A. ZEYLMANS VAN EMMICHOVEN, cand. m.i.
 26. E. M. BUNGE.
 27. N. H. VAN DOORNINCK.
-



KONINKLIJKE PHARMACEUTISCHE HANDELSVEREENIGING

Hoofdkantoor te Amsterdam - Bijkantoor te Rotterdam
Tel. Noord 115, 2180, 6382 en 9260. Telefoon 9902, 9903 en 9923.

Fabrieken van Pharmaceutisch-Chemische
Producten en Verbandartikelen

Leveranciers van

ALLE CHEMICALIËN

en

PHARMACIA'S REAGENTIA

voor Fabrieks- en Laboratoriumdoeleinden

PHARMACIA'S VERBANDKISTEN en -TROMMELS
volgens voorschrift der Arbeidsinspectie en van B. O. W.
Gedeponeerd



Fabrieksmerk

VOOR FABRIEKEN EN LABORATORIA

Vraagt Prijscourant.

Export naar Indië.

Telegramadres: „PHARMACIA”, AMSTERDAM.

A.B.C. Code, 4e en 5e Editie en Mercur-code.

NAAMLIJST VAN DE GEWONE LEDEN DER MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

* Buitengewone Leden
van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap.

- | | | |
|----|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | *W. van Achterbergh | v. Leeuwenhoeksingel 18, Delft. |
| 2 | *M. E. Akkersdijk. | Columbusstraat 59, den Haag. |
| 3 | *H. C. N. van Amerom | Binnenwatersloot 6, Delft. |
| 4 | P. S. Bakels | Koningsplein 49, Delft. |
| 5 | *A. J. Th. Bakker | Anna Paulownastraat 99, Den Haag. |
| 6 | *J. Bakker | Burgem. Hoffmanplein 52b, Rotterdam. |
| 7 | *H. Th. Bakker | Roelof Hartstraat 23, Amsterdam. |
| 8 | H. P. Besselink | Zuiderstraat 216, Delft. |
| 9 | L. R. Beynen | Hugoplein 11, Delft. |
| 10 | *M. J. A. Bergstein | St. Olofsstraat 15, Hof van Delft. |
| 11 | *C. A. Beukers | Hugo de Grootstraat 20, Delft. |
| 12 | F. J. C. Bianchi | Mijnbouwstraat 11, Delft. |
| 13 | J. J. Blok | 2e Schuytstraat 127, den Haag. |
| 14 | *M. J. W. F. G. Bolder-
dijk | v. Leeuwenhoeksingel 27, Delft. |
| 15 | *J. F. Browne | Hugo de Grootstraat 9, den Haag. |
| 16 | *E. E. de Bruyn | Lange Nieuwstraat 15, Schiedam. |
| 17 | *E. M. Bunge | Markt 46, Delft. |
| 18 | K. A. H. Buss | Oranjeplein 17, Haarlem. |
| 19 | E. D. Cartier van
Dissel | Oude Delft 209, Delft. |
| 20 | *W. van Dam | Rijswijksche weg 393, den Haag. |

De namen van hen, die voor het eerst zijn ingeschreven, zijn cursief gedrukt.

II

- | | | |
|----|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 21 | *J. M. Deenen | Wijnhaven 10a, Delft. |
| 22 | *H. L. Dinger | Binnenwatersloot 6, Delft. |
| 23 | *J. F. van Dorp | Poortlandlaan 19, Delft. |
| 24 | *N. H. van Doorninck | Oude Delft 35, Delft. |
| 25 | *A. H. Douw | Koornmarkt 53, Delft. |
| 26 | *E. J. C. Douze | Piet Heinstraat 39, Delft. |
| 27 | B. Dijkstra | Oostsingel 12c, Delft. |
| 28 | *Ch. H. E. Edelman | Teilingerstraat 50b, Rotterdam. |
| 29 | A. F. van Everdingen | Kerklaan 138, Rijswijk. |
| 30 | *G. Feringa | Ottoburgstraat 16, Rijswijk (Z.H.) |
| 31 | P. G. A. H. Fermin | Anna van Buerenstraat 265, den Haag. |
| 32 | *J. F. Fock | Nieuwe Plantage 77, Delft. |
| 33 | F. J. Faber | Marconistraat 71, den Haag. |
| 34 | *C. P. M. Frijlinck | Hugo de Grootstraat 66, Delft. |
| 35 | *H. H. Geerdes | Beatrijsstraat 13a, Rotterdam. |
| 36 | B. A. Geerlings | Voorstraat 77, Delft. |
| 37 | *D. van Gemeren | Stadhouderskade ?, Amsterdam. |
| 38 | *E. A. L. Gevaerts | Oude Delft 142, Delft. |
| 39 | *H. A. D. Gravendeel | Simonsstraat 83, Delft. |
| 40 | J. C. Gijsberts | Rijswijksche weg 393, den Haag. |
| 41 | *H. Hamer | Spoorsingel 5, Delft. |
| 42 | *S. Hannik | 2e Middellandstraat 34c, Rotterdam. |
| 43 | *B. Th. van Harreveld | Piet Heinstraat 22, Delft. |
| 44 | *F. van Heelsbergen | v. Leeuwenhoeksingel 18, Delft. |
| 45 | *F. L. Hes | Hoogstraat 97, Schiedam. |
| 46 | *W. H. Hetzel | Binnenwatersloot 2, Delft. |
| 47 | *J. Heyenbrock | Oranje Plantage 21, Delft. |
| 48 | W. J. Hilwig | Delfgauwsche weg 61a, Delft. |
| 49 | *B. C. M. van der Hoop | Hooikade 18, Delft. |
| 50 | L. van Houten | Bloemhofstraat 1, Haarlem. |
| 51 | *H. K. Hijlkema | Oostplein 3, Delft. |
| 52 | L. C. de Jong van
Beek en Donk | Verhulststraat 16, den Haag. |
| 53 | *P. H. de Jong | Ijclubstraat 32b, Rotterdam. |
| 54 | *W. F. de Jong | Poortlandlaan 20, Delft. |
| 55 | W. M. Kersten | Noordeinde 30, Delft. |

III

- 56 *P. J. B. van Kessel Oosteinde 89, Delft.
- 57 J. C. Klinkert Voorstraat 87b, Delft.
- 58 Th. J. C. Kluft Nieuwelaan 36, Delft.
- 59 *Mej. C. M. J. Koker Simonsstraat, 97, Delft.
- 60 N. J. Konijnenburg Voorstraat 109, Noordwijk.
- 61 H. P. Koopmans den Haag.
- 62 *C. van Kooten Willemstraat 32, Delft.
- 63 N. J. Kuiper Regentesseplein 18a, den Haag.
- 64 *S. H. van Kuyk Leeuwendaallaan 3, Rijswijk.
- 65 G. Kwantes Malakkastraat 70, den Haag.
- 66 *L. A. de Laive v. Leeuwenhoeksingel 27, Delft.
- 67 *W. J. R. Lansing Coenderstraat 8, Delft.
- 68 L. F. Laufer Pletterijstraat 172, den Haag.
- 69 *A. Laurens Hollanderstraat 60, den Haag.
- 70 *P. H. Lefebvre Zuidwal 7a, Delft.
- 71 V. J. van Lint Nieuwe Langendijk 6a, Delft.
- 72 *A. P. van Lith Kolk 16, Delft.
- 73 *W. A. Loke Van Boetzelaarlaan 207, den Haag.
- 74 *C. Chr. van Loon Noordeinde 4, Delft.
- 75 D. J. H. de Lugt Carpertierstraat 113, den Haag.
- 76 O. F. Mariman Maerten Trompstraat 9, Delft.
- 77 O. W. Memelink Simonsstraat 83, Delft.
- 78 J. A. C. ter Meulen Hoogstraat 11, Rotterdam.
- 79 L. D. Minnigh Alexanderstraat 8, Haarlem.
- 80 *A. J. Mulder v. Leeuwenhoeksingel 4, Delft.
- 81 J. A. W. Muller Kerklaan 104, Rijswijk (Z.H.).
- 82 *Th. Nelissen Lipkenstraat 7, Delft.
- 83 *M. Neumann de Perponcherstraat 131, den Haag.
- 84 *F. E. Nix Bilderdijkstraat 52, Haarlem.
- 85 N. van Olden Banstraat 19, den Haag.
- 86 *A. van Overstraten Koornmarkt 11, Delft.
- Kruysse
- 87 *O. M. Planten Statenlaan 30, den Haag.
- 88 W. A. H. Pel 2e Emmastraat 173, den Haag.
- 89 *F. L. Pelster Verwersdijk 9, Delft.
- 90 *H. J. J. te Poel Markt 17b, Delft.

IV

- 91 *B. Polak Valkenboschlaan 163, den Haag.
 92 *K. G. P. Post Mathenesserlaan 363b, Rotterdam.
 93 *H. G. A. Potjes Kipstraat 91, Rotterdam.
 94 *L. Th. A. Potjes Kipstraat 91, Rotterdam.
 95 G. Pott Piet Heinstraat 30, Delft.
 96 J. H. de Puy Rochussenstraat 249, Rotterdam.
 97 *H. J. M. W. de Markt 77, Delft.
- Quartel*
- 98 *H. Ph. ten Raa Oude Delft 158, Delft.
 99 *W. J. van Reeuwijk Bergsche laan 92, Rotterdam.
 100 *W. A. H. Regout Hooikade 18, Delft.
 101 *C. P. M. Raedts Markt 85, Delft.
 102 *Tj. L. Reitsema Hugo de Grootplein 10, Delft.
 103 *G. Roos Jr. Ochterveltstraat 32b, Rotterdam.
 104 *Th. Ruys Oude Delft 109, Delft.
 105 *J. J. H. van Rijn Rotterdamsche weg 169, Delft.
 106 *J. Salm Koornmarkt 11, Delft.
 107 *L. Schepers Voorstraat 77, Delft.
 108 *H. Schols 2e Schuytstraat 262, den Haag
 109 *K. Scholtens Saftlevenstraat 5, Rotterdam.
 110 *E. C. R. M. Schölvinck Koornmarkt 23, Delft.
 111 A. G. G. Schot Hoflaan 23, Rotterdam.
 112 *B. van der Schilden Oranjelaan 13, Rijswijk.
 113 H. J. Schuiling Oude Delft 35, Delft.
 114 *Th. R. Seldenrath Oosteinde 12c, Delft.
 115 *G. Snoeck Henkemans van Boetzelaerlaan 127, den Haag.
 116 A. G. H. Straatman Emmastraat 20, Rijswijk.
 117 *H. *Stheeman* Verwersdijk 50, Delft.
 118 *H. G. Stroeve Simonsstraat 99, Delft.
 119 *A. P. *Struyk* Boschje 20b, Rotterdam.
 120 Tan Sin Hok Heemskerkstraat 18, Delft.
 121 J. J. Tekelenburg Schoterweg 71, Haarlem.
 122 *H. Terpstra Simonsstraat 89, Delft.
 123 W. A. Terwogt v. Leeuwenhoeksingel 36, Delft.
 124 J. H. M. A. *Thomeer* Molenstraat 36, Delft.
 125 A. W. *Tondu* Binnenwatersloot 6, Delft.

V

- 126 J. G. H. Ubaghs Zwarte weg 63, den Haag.
 127 R. J. F. Ubaghs Ant. de Haanstraat 51, den Haag.
 128 *V. P. Ulrich Burgwal 22a, Delft.
 129 J. F. Vaes Mathenesserlaan 284, Rotterdam.
 130 *N. Verhoef Spoorsingel 4, Delft.
 131 *G. H. J. Verlinden Coenderstraat 9, Delft.
 132 *J. A. Vermeulen Zandvoorterweg 15, Aerdenhout.
 133 *A. E. Vermey Laan van Altena 25, Delft.
 134 J. F. C. Versluys Leuvehaven 78, Rotterdam.
 135 *M. D. Th. Vis Agnesstraat 10, den Haag.
 136 *L. F. Visser Valkenboschlaan 269, den Haag.
 137 M. Vlaming Oostsingel 12c, Delft.
 138 *J. A. W. v. d. Voort Vlamingstraat 34, Delft.
 139 G. E. de Vooys Oostsingel 12c, Delft.
 140 *C. L. de Vries Valkenboschkade 479, den Haag.
 141 *G. J. Wally Galileïstraat 159, den Haag.
 142 *D. W. Weber Thomsonlaan 109, den Haag.
 143 *A. van Weelden Pootstraat 19, Delft.
 144 *J. H. Westerman Koningsplein 7, Delft.
 145 *E. de Wilde Obrechtstraat 389, den Haag.
 146 *J. C. de Wilde Nieuwe Laan 22, Delft.
 147 *L. A. van der Wilde Oude Delft 209, Delft.
 148 J. Willebeek le Mair Eendrachtsweg 74, Rotterdam.
 149 *J. H. G. van Willigen Pletterijstraat 172, den Haag.
 150 *G. van Willigen Theeboschstraat 4, Rotterdam.
 151 *M. T. Wiessner Regentesselaan 254, den Haag.
 152 *F. C. M. Wijffels Oranje Plantage 27, Delft.
 153 M. J. M. Wijnhoven Voorstraat 95a, Delft.
 154 Ch. J. Wilhelm Anna van Buerenstraat 273, den Haag.
 155 *Chr. J. de Witt Maarten Trompstraat 9, Delft.
 156 P. A. H. Zaalberg Lubeckstraat 78, den Haag.
 157 *P. F. de Zee Kanaalweg 18, Delft.
 158 *C. P. A. Zeylmans Binnenwatersloot 2, Delft.
 van Emmichoven
 159 J. H. L. Zermatten Waldeck Pyrmondkade 151, den Haag.
 160 *P. H. Zijderveld Koornmarkt 66a, Delft.

Naamlijst van de Ingeschrevenen voor Mijningenieur,
geen Leden der Mijnbouwkundige Vereeniging.

- | | | |
|----|----------------------------|---------------------------------------|
| 1 | W. H. baron van
Heerdt | Bachmanstraat 28, den Haag. |
| 2 | J. van den Berg | Lelyhof, Maasland, (Z.H). |
| 3 | J. A. Boymans | Corn. Trompstraat 86, Delft. |
| 4 | M. J. Admiraal | Rijswijksche weg 229, den Haag. |
| 5 | G. van Deth | Choorstraat 3, Delft. |
| 6 | T. P. M. Jaspers | Oranjelaan 8, Rijswijk (Z.H.). |
| 7 | S. C. Kreyns | Leuvenhaven 84, Rotterdam. |
| 8 | W. A. van der Hoff | Frederik Hendrikstraat 29, Delft. |
| 9 | R. N. Marx | Oude Delft 77, Delft. |
| 10 | C. Kloos | Delfgauwsche weg 13a, Delft. |
| 11 | A. van Ommen | Oude Delft 144, Delft. |
| 12 | N. J. van Rossum | Oude Delft 77, Delft. |
| 13 | E. M. Kunkels | Delfgauwsche weg 61a, Delft. |
| 14 | A. L. C. Mathôt | Hoofdstraat, Hillegom. |
| 15 | G. C. J. van Tilborg | Nieuwe Laan 64, Delft. |
| 16 | W. de Ruyscher Jr. | Burgem. Hoffmanstraat 37a, Rotterdam. |
| 17 | A. L. F. A. Vos de
Wael | Pr. Hendrikpark 18, Oegstgeest. |
| 18 | L. M. H. Vreugde | Spruytenboschstraat 14, Haarlem. |
| 19 | N. A. A. Smets | Oranjeplantage 21, Delft. |
| 20 | M. F. Wiessner | Thomsonlaan 105, den Haag. |
-

BOEKHANDEL & DRUKKERIJ
W. D. MEINEMA

*Onze Drukkerij
staat steeds voor
u gereed!*

DELFT

Hypolitusbuurt 4 - Telefoon 160 - Halsteeg 3a

Naamlijst der aan de Delftsche Akademie, Polytechnische School
en Technische Hoogeschool afgestudeerde Mijningenieurs.

(bijgewerkt tot 29 Januari 1921)

§) Buitengewone Leden van de Mijnbouwkundige Vereeniging.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
1	E. C. Abendanon	1900	Johan v. Nassaustraaf, den Haag.	Oud-Ing. M. N. I.
2	W. A. J. Aernout	1910	Hoofdbureau Mijnen Batavia	Ing. M. N. I.
3	J. E. Akkeringa.	1852	Overleden	
4	W. O. P. Arntzenius	1860	Overleden	
§5	J. Bakker Gzn.	1912	de Perponcherstraat 108, den Haag	Ing. Octrooiraad
§6	N. K. H. Bauermann	1907	tijdelijk Buenos Aires Adres in Nederland: Koningin Mariestr. 1, Den Haag	Ing. B. P. M.
§7	Dr. E. H. M. Beekman	1905	Mijnbouwstr. 8, Delft	Leeraar H. B. S.
§8	A. v. Beelen	1919	Mangani. Sum. W. K. via Pajacombo	Ing. Mijnb. Mij. Aequator
§9	E. J. Beens	1916	Sawah. Loentoe. Sum W. K.	Ing. M. N. I.
10	Dr. F. Beyerink	1890	Ch. de Bourbonstr. 10, den Haag	Oud-Ing. Dir. Rijksop- sporing v. Delfstoffen
11	L. S. Beyl	1903	Veenklooster, (Friesl.)	

EHRHARDT & SEHMER A.G.



MASCHINENFABRIK
SAARBRÜCKEN



VOOR INDUSTRIE EN MIJNBOUW

SPECIALITEIT IN:

GROOT-GASMOTOREN

COMPRESSOREN

GELIJKSTROOM-STOOMMACH.

DIESELMOTOREN

CENTRIFUGAALPOMPEN

PLUNJERPOMPEN

WALSMACHINES

MOTOR-BRANDSPUITEN

ALLEENVERKOOP VOOR NEDERLAND EN KOLONIËN

„NEDEXIMPO”

GEBOUW 1913 - AMSTERDAM - Tel.Adres: Nedeximpo”

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
§12	W. F. C. Engelbert van Bevervoorde	1919	Coto San Miguel Séron (Provincia de Alme- ria) Spanje	Ing. Müller & Co., Alg. Mijnb. Mij.
§13	K. A. Biegman	1909	Mangar Billiton	Ing. Billiton Mij.
§14	J. G. A. M. Biermann	1921		
§15	S. L. G. Birnie	1872	Overleden	
§16	P. F. Blik	1893	Oruro, Bolivia, Casillia 154	Dir. Ing der Compañia Minera de Oruro
§17	H. Bloemgarten	1920	Hoofdbureau B. P. M. Weltevreden	Geol. B. P. M.
18	A. Boachi	1849	Overleden	
19	R. J. Boers	1893	Met verlof	Hoofding. M. N. I. Chef Bankatinwinning
20	P. M. v. Bosse	1900	Nassau Zuilensteinstr. 14, Den Haag	Dir. der Oost-Borneo Mij.
§21	A. Ch. D. Bothé	1918	's Lands Mijndiensten Batavia	Ing. M. N. I.
§22	G. Bouwmeester	1916	's Lands Mijndiensten Batavia	Ing. M. N. I.
§23	A. L. ter Brake	1916	v. Bleiswijkstraat 49, den Haag	Ing. M. N. I.
24	J. v. Braam Houckgeest	1902	Rio de Janeiro	Ing. Fa. Gbr. Goedhart
§25	J. v. d. Broek	1915	Manggar, Billiton	Adm. Billiton Mij
26	Dr. H. A. Brouwer	1908	Oranjel. 87, Rijsw. Z.H.	Hoogleraar T. H.
§27	J. E. Bruining	1908	Reeweg 46. Dordrecht	Ing. Billiton Mij.
28	H. J. Buisman	1895	Gang Cornelis 7. Wel- tevreden	Oud Ing. M. N. I. Leeraar Koningin Wilhelminaschool
§29	H. D. M. Burck	1919	Velserweg 74 Haarlem	Ing. bij 's Rijks Geo- logischen Dienst

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
§30	J. G. Bijdendijk	1903	Mathenesserl. 256 R'dm	Ing. M. N. I.
§31	M. H. Caron	1910	's Lands Mijndiensten Batavia	Ing. M. N. I.
32	H. Cool	1903	Overleden	
33	J. H. Cordes	1863	Overleden	
§34	A. J. R. Cornelissen	1916	Koba Banka. Adres in Ned. Beeklaan 504, Den Haag	Ing. M. N. I.
§35	A. J. Cosijn	1918	Gara Baicoi, Roemenië	Ing. B. P. M. Com- pagnie Astra Romana
36	J. H. Curvers	1920	Adres in Ned. Kazer- nestr. 1, Den Haag	Ing. B. P. M.
§37	J. E. Deelken	1913	Pladjoe, Kampong Minjak. Sum	Geol. B. P. M.
38	Dr. P. N. Degens	1913	Djokjakarta	Dir. Middelb. Techn. School
§39	J. F. v. Diermen	1916	Pladjoe (bij Palembang, Sum.	Ing. B. P. M.
40	P. H. v. Diest.	1855	Overleden	
41	S. van Dorsser	1904	Tulsa, Oklahoma (U. S. A)	Ing. Roxana Petr. Mij.
§42	E. A. Douglas	1905	's Lands Mijndiensten Batavia, adres in Ned. Suezkade 116, Den Haag	Ing. M. N. I.
§43	C. M. Dozy	1908	tijd. Groot Hertoginne- laan 147, Den Haag	Dir. v. d. Internation. Roemeensche Petr. Mij.
§44	J. B. v. d. Drift	1911	Hoensbroek (Z. L.)	Ing. S. M. Emma
45	J. B. C. v. d. Drift	1912	Overleden	
46	P. L. Duhourcq	1903	Nieuw Plantage Delft	Dir. Oliefabr. Calvé

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in :	WOONPLAATS.	BETREKKING.
47	C. G. v. Dusseldorp	1902	Lijsterbesstraat 157, Den Haag	Oud Ing. Mijnb. Mij. Bolong Mongondon
48	G. Duijfjes	1904	Kouvenrade (Z.L.)	Ing. S. M. Maurits, Geleen
§49	J. van Duijnen	1909	Chalcis, Griekenland	Intern. Magnesietwer- ken. Rotterdam
50	P. van Dijk	1855	Overleden	
51	G. H. Edixhoven	1918	Eygelshoven (Z.L.)	Ing. Mijn Laura en Vereeniging
52	E. v.d. Elst	1850	Overleden	
§53	O. J. v.d. Elst	1906	Prins Hendrikstraat 26, den Haag	Ing. b. d. firma v. Bors- selen en Co.
54	F. L. Ermenius	1901	Overleden	
§55	L. J. C. van Es Jr.	1912	's Lands Mijndiensten, Batavia	Tijd. Geoloog M. N. I.
56	W. Estor	1909	Van Steenbergelaan 4 Terneuzen	Leeraar R. H. B. S.
57	R. Everwijn	1852	Overleden	
58	B. von Faber	1903	Muntok. Banka	Ing. M. N. I.
59	R. Fennema	1872	Overleden	
60	A. F. Ferf	1906	Delistr. 39, Den Haag	
§61	H. Frijling	1906	's Lands Mijndiensten. Batavia	Ing. M. N. I.
§62	J. K. van Gelder	1905	Pangkal Pinang, Banka	Ing. M. N. I.
§63	G. J. Geursen Jr.	1918	Soengei-Liat, adres in Ned. de Perponcher- straat 127, Den Haag	Ing. M. N. I.
§64	Dr. W. F. Gisolf	1909	Provenierstr. 72b, Rotterdam.	Leeraar H. B. S.
65	W. Godefroy	1877	Frankenstraat 66, den Haag.	Oud-chef M. N. I.

XIII

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
66	C. Godefroy	1913	Tandjoeng, Moeara, Enim.	Ing M. N. I., bedrijfs- ing. Bt. Asemsteen- kolenmijnen
67	E. R. D. Göllner	1904	met verlof. Stadhou- dersplein 172, den Haag.	Ing. M. N. I.
68	C. A. v. Goudoever de Jongh	1902	Lutterade (Z.-L.) S.M. Maurits.	Hoofding. Staatsmijnen in Limburg
69	A. J. Gouka Jr.	1902	's Lands Mijndiensten, Batavia	Ing. M. N. I.
§70	J. B. Grandjean	1916	's Lands Mijndiensten, Batavia	Ing. M. N. I.
71	G. E. Gravendorst	1903	's Lands Mijndiensten, Batavia	Ing. M. N. I.
72	W. H. de Greve	1859	Overleden	
§73	I. R. J. de Greve	1917	Mijn Salidan, Painan, Sum.	Ing. Kinandan-Sum- Mijnb. Mij.
74	H. F. Grondijs	1905	Huerfanos 1326, San- tiago, Chili	Consult. Ing. der Com- pania Minero de Oruro
75	H. Grondijs Jr.	1916	's Lands Mijndiensten, Batavia	Ing. M. N. I.
76	C. de Groot	1848	Overleden	
77	C. F. A. de Groot	1918	Spekholzerheide (Z.L.)	Bedrijfsing. Willem Sophie
§78	P. F. de Groot	1916	Soerabaya	Techn. Chef v. d. Jo- diummijnwerken Ge- noekwatoe en Petiken
§79	Dr. Ch. Th. Groothoff	1910	Bodemplein 20, Rum- pen (Z.-L.)	Ing. Staatsmijnen in Limburg
80	J. A. Grutterink	1902	v. Bleiswijkstraat 139, den Haag	Hoogleeraar T. H.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
81	C. A. Guffroy	1905	Soerabaya	Leeraar H. B. S.
§82	W. de Haan	1909	Mangani, Sum. W. K. via Pajacombo	Ing. Mijnb. Mij. „Aequator”
§83	C. ter Haar	1919	Langsa Atjeh	Ing. M. N. I.
§84	P. de Haart	1917	Ceram	Ing. B. P. M.
§85	C. S. v. Haeften	1916	Sawah Loentoc	Ing. M. N. I.
86	Ch. J. J. v. Hal	1918	Heerlen (Z.-L.)	Ing. firma Fröhlich & Klüpfel
87	A. v. d. Ham	1909	Weissenbruchstr. 36, den Haag	Ing. M. N. I.
§88	A. Harting	1918	Langsa, Atjeh	Ing. M. N. I.
89	J. G. B. v. Heek	1903	's Lands Mijndiensten, Batavia	Hoofding. M. N. I.
90	P. J. L. van Hemert	1920	Hoofdbureau B. P. M.	Geoloog B. P. M.
§91	W. Th. M. Hendrichs	1921	Oranjepl. 30. Haarlem	
92	J. C. v. Heukelom	1877	Overleden	
§93	A. v. Hoek	1918	Batavia	Ing. Mijnb. Techn. Bureau „Weva”
§94	J. A. Hoekstra	1916	Caracas, Venezuela	Ing. Caribbean Oil Cy.
95	Dr. E. C. W. v. Hoepen	1909 1913	Presidentstraat 133, Pretoria	Palaeontoloog, Trans- vaalmuseum
§96	A. Hofman		Lintido, Celebes	Ing. Mijnb. Mij. Paleleh
§97	G. B. Hogenraad	1905	Indaroeng bij Padang	Ing. Kinandam Mijnb. Mij., Dir. N.V. Port- land Cement Mij. te Indaroeng.
§98	W. Holleman	1912	Sawah Loento Sum. W. K. Adres in Ned. Schuitstraat 190, den Haag.	Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in :	WOONPLAATS.	BETREKKING.
§99	A. v. d. Honert	1912	Bloemend. weg 206, Overveen	Ing. B. P. M.
§100	J. W. A. v.d. Horst	1921	Van Eeghenlaan 14, Amsterdam	Assistent T.H.
101	J. A. Hooze	1872	Overleden	
§102	L. Houwink	1898	Laan Raden Saleh 39, Weltevreden	Hoofding. M. N. I. Wrnd Chef Mijnwegen
§103	P. Hövig	1901	Muntok, Banka	Ing. M. N. I., Chef
104	J. A. Huguenin	1861	Overleden	Bankatinwinning
105	O. F. U. Huguenin	1862	Overleden	
106	P. H. Huffnagel	1905	Overleden	
§107	L. Hupkes	1904	Lange Voorhout 3, Den Haag	Ing. Müller & Co., Alg. Mijnb. Mij.
§108	P. J. Jansen T. P.zn.	1899	Lebong Tandai, Ben- koelen, Sumatra	Hoofdadm. Mijnb.Mij Simau
109	H. J. W. Jonker	1860	Overleden	
§110	A. C. de Jongh	1906	Tjemaralaan 30, Wel- tevreden	Ing. M. N. I.
§111	C. A. de Jongh	1906	's Lands Mijndiensten, Batavia	Ing. M. N. I.
112	D. de Jongh H.zn	1873	Overleden	
113	W.H.D.de Jongh D.zn	1903	Schoolstraat 12, Heerlen	Ing. Staatstoezicht op de Mijnen
§114	W. A. Jonkers Both	1903	Olmastrasze 28. Rüt- tenscheidt, Essen	Obering: firma Fröhlich & Klüpfel, Barmen.
§115	M. W. Julius	1909	Met verlof	Ing. M. N. I.
116	J. W. C. Op den Kamp	1914	Rumpen, (Z.L.)	Adj.Insp.S.M. Hendrik
§117	C. D. Keen	1909	Schreveport, Louisiana (U.S.A.) Commercial Bank Building, Rooms 411-414	Oiloperator

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in :	WOONPLAATS.	BETREKKING.
118	A. W. F. Kerssen	1896	Overleden	
§119	Dr. W. C. Klein	1907	Pieter Bothstraat 4, den Haag	Geoloog B. P. M.
120	J. v.d. Kloes	1901	Sawah Loento, Sum. W. K. Adres in Ned. Nieuwe Plantage 76 Delft	Ing. M. N. I. Dir. Ombilinmijnen
121	W. A. Knol	1902	Stadhoudersplein 9, den Haag.	Hoogleraar T.H.
122	L. Knoppert	1909	Overleden	
123	J. de Koning-Knijff	1889	W. de Zwijgerlaan 2, Den Haag	Buitengewoon Hoog- leraar T.H. Oud- Chef M. N. I.
§124	W. C. Benschop Kool- hoven	1919	Malili, Celebes	Ing. M. N. I.
125	J. Koomans	1894	Overleden	
126	M. Koperberg	1883	Van Beverninckstr. 13, den Haag	Oud-Hoofding M.N.I.
§127	M. C. Kort	1916	Pangkal Pinang, Banka	Ing. M. N. I.
§128	P. C. J. Korte	1921	Nieuwstr. 24, Delft	
129	F. W. Kromhout	1918	Batavia	Leeraar H. B. S.
130	J. Kruyt	1892	Overleden	
131	A. F. N. Kunert	1906	's Lands Mijndiensten Batavia Adr, in Ned. Hotel de la Prome- nade, den Haag	Ing. M. N. I.
132	J. de Lange	1904	Overleden	
§133	J. L. A. Ledeboer	1905	Paleleh Celebes	Ing. Mijnb.Mij. Paleleh
134	L. Leger	1907	Lima Kota Sum. W.K.	Ing. M. N. I.
§135	C. W. A. Lely	1904	Worth-Rheden bij Velp	Oud Hoofding. Billiton maatschappij

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in :	WOONPLAATS.	BETREKKING.
136	A. H. van Lessen	1893	Frankenslag 329, den Haag	Oud chef M. N. I.
137	L. W. Leyds	1913	Cămpeni (Roemenië) adres in Ned. Frankenslag 337 den Haag	Geoloog B. P. M.
138	K. F. de Leeuw	1920	Oruro. Bolivia adres in Ned. Fred. Hendriklaan 283 den Haag	Ing. b. d. Compañia Minera de Oruro
139	F. C. A. Liebert	1850	Overleden	
140	F. C. v. Lier	1905	West Java Handels Mij. Batavia	Leider v. h. Techn. Bureau „Weva”
141	R. J. v. Lier	1901	Tandjong Pandan Billiton	Hoofdad. Billiton My. Chef Geoloog B. P. M.
142	B. H. v. d. Linden	1906	Samsonstreet 343, San Francisco Californie, adres in Ned. Schuitstraat 143 den Haag	(Shell.C.Y.ofCalifornië)
143	K. L. Löb	1907	Sawah. Loento Sum. W. K. tijdelijk Noordeinde 109, den Haag	Ing. M. N. I.
144	J. A. Lohr	1909	Martapoera, Borneo	Dir. v. h. Syndicaat Banjoe Srang
145	H. J. v. Lohuizen	1911	Maliebaan 40b, Utrecht	Ing. M. N. I.
146	C. J. v. Loon	1885	Overleden	
147	L. L. J. Baron v. Lijnden	1912	Nassau Dillenburg- straat 16, Den Haag	Assistent T. H.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in :	WOONPLAATS.	BETREKKING.
149	G. W. Mallée	1906	Blinjoe Banka. Adres in Ned. Hollanderstr. 38, Den Haag	Ing. M. N. I.
150	E. B. v. d. Marck	1918	Overleden	
151	H. A. Mansvelt	1859	Overleden	
§152	P. M. Mathijzen	1919	Mijn Salida, Painan.	Ing. Kinandam
§153	G. E. Mathijzen Gerst	1921	[Sum.	Sum. Mijnb. Mij.
§154	J. A. A. Mekel	1916	Tampico. Mexico Adres in Ned.: Voor- straat 4, Delft	Geoloog Petr. Mij. „La Corona”
§155	C. Menschaar	1905	Rusthoekstraat 13, Scheveningen	Hydroloog v.h. Rijks- bureau voor Drink- watervoorziening.
156	J. H. Menten	1860	Overleden	
§157	F. T. Mesdag	1911	Frederikslaan 72, Bandoeng	Ing. Bureau voor Wa- terkracht.
158	E. Middelberg	1896	Huize Donkervliet Loenersloot (Utr.)	Chef M. N. I.
159	C. Moerman	1902	Maasland, Holland	Tijd. Geoloog M. N. I.
160	G. J. H. Molengraaff	1920	Koornmarkt 85, Delft	Assistent T. H.
161	W. D. Munniks de Jongh	1906	Mirik Serawak, Swee- linkstr. 170, den Haag	Geoloog B. P. M.
§162	E. A. Neeb	1896	Toboali, Banka	Hoofding. M. N. I.
163	C. L. van Nes	1903	Kouwenrade (Z. H.) Bedrijfsing. S.M.Emma	Hoofding. Staatsmijnen in Limburg
§164	H. Oolbekkink	1920	Schietbaanlaan 57b, Rotterdam	
§165	W. H. Oosten	1919	Balik papan	Bedrijfsgeol. B. P. M.
166	W. F. F. Oppenoorth	1906	Muntok. Banka	Ing. M. N. I.
167	F. P. C. S. v. d. Ploeg	1904	's Landsmijndiensten Batavia	Ing. M. N. I.

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
168	V. H. Ploem	1910	Sawah. Loento, Sum. W. K.	Ing. M. N. I.
169	H. F. E. Rant	1853	Overleden	
170	G. P. A. Renaud	1863	Overleden	
171	P. J. A. Renaud	1863	Bandoeng	Oud Hoofding. M. N. I.
172	Dr. J. W. Retgers	1880	Overleden	
173	J. Reyzer	1910	's Landsmijndiensten Batavia	Ing. M. N. I.
174	W. G. Ribbius	1880	Overleden	
175	E. J. v. Rijchevorssel	1901	Overleden	
176	B. F. P. Römer	1904	Valkenburg	Adj. Ing. Staatstoezicht
177	Dr. J. Rueb	1906	Groot Hertoginnelaan 92, den Haag	Dir. N. V. Ned. Smel- terij voor tin en andere metalen, Vlaardingen
178	O. Z. v. Sandick	1918	Pladjoe Palembang	Ing. B. P. M.
179	J. C. Schagen v. Soelen	1907	Bilbao, Spanje Sendeja 7—10	Ing. Minas Santa Maria ij Marianela
180	J. H. W. Schäfer	1918	Terwinselen (Z.H.)	Adj. Ing. S. M. „Wil- helmina”
181	C. J. v. Schelle	1870	Overleden	
182	A. A. G. Schieferdecker	1918	Tampico, Mexico	Geoloog B. P. M.
183	J. P. Schlosser	1854	Overleden	
184	Dr. J. T. J. M. Schmutzer	1904	Gandjoeran Djokjakarta	Adm. Gondang, Lipoer
185	C. Schouten	1917	Pucheta, Spanje (Vizcaya)	Ing. Minas Santa Maria ij Marianela
186	D. Th. Schuiling	1910	Goeroepahi Res. Menado, N. Cele- bes. Adres in Nederl. Pothoofd 25, Deventer	Metallurg. bij de Explo- ratie en Exploitatie My. Bolang Mongondou

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
187	J. A. Schuurman	1877	Emmastraat 39, Den Haag	Oud Hoofding. M. N. I.
§188	J. C. L. Seelig	1918	San Francisco	
§189	J. J. M. Sengers	1920	Sophiakade 81a, Rotterdam	Leeraar H. B. S.
§190	E. L. Siccama	1915	Pankalan Brandan Sum. W. K.	Bedrijfsgeol. B. P. M.
§191	M. G. F. Söhnlein	1908	Machacamarca, Bolivia	Ing. Compañia Minera de Oruro
192	J. Sonneveld	1902	Schela Gura Ocnitel, Rumenië	Techn. Dir. Intern. Rum. Petr. M. I.
§193	J. H. Steggewentz	1919		Ing. B. P. M.
194	P. J. Stigter	1900	Titjalenka, Java	Oud Hoofdadm. Billiton My.
195	A. Stoop Jr.	1887	Huize de Rijp Bloemendaal	Oud-Directeur der Dordtsche Petr. My.
196	H. J. Stork	1883	Overleden	
197	J. A. R. Stuffken	1903	Stadhoudersplein 99, den Haag	Ing. M. N. I.
§198	Tan Tek Tjoen (J. Tan)	1918	Dagoweg 81, Bandoeng	
§199	N. J. M. Taverne	1916	's Lands Mijndiensten Batavia	Ing. M. N. I.
200	Dr. P. Tesch	1902	Zomerluststraat 16, Haarlem	Dir. v. 's Rijks Geol. Dienst
201	A. J. H. Thie	1905	Tambang Sawah Benkoelen	Leider Gouv. Goud- winning
202	P. v. Thiel	1898	Stagen. Peloe Laoet Z. & O. afd. v. Borneo	Hoofding. M. N. I. Dir. Gouv. Steenkolen- mijnen, Poeloe Laoet

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in :	WOONPLAATS.	BETREKKING.
203	M. P. E. H. Thywissen	1919	Kerkrade (Z. H.)	Ing. Domaniale Steenkolenmijnen
204	Ph. W. Timmermans	1908	Blinjoe, Banka	Ing. M. N. I.
205	H. Tromp	1901	Tandjoeng, Moeara Enim.	Hoofding. M. N. I.; chef Bt. Asemsteenkolenmijnen
206	W. J. Twiss	1905	's Lands Mijndiensten Batavia	Ing. M. N. I.
§207	I. v. Tijn	1920	tijd. Den Haag	Geoloog B. P. M.
§208	F. A. Unger	1905	Postbox 2269, Johannesburg	Ass. Consulting Engineer Consolidated Mines Selection Co. Ltd.
209	A. D. Valk	1913	Batavia	Leeraar H. B. S.
210	Dr. A. L. W. E. v. d. Veen	1908	Bussemergrindweg 41, Hilversum	Leeraar H. B. S.
211	R. W. v. d. Veen	1906	Konijnenlaan 10, Park Groot Hasebroek Wassenaar	Hoogleraar T. H.
212	R. G. Veenenbos	1910	Terwisselen (Z. L.)	Bedrijfsing. S. M. Wilhelmina
§213	J. v. d. Velde	1915	Berouw, N. O. Borneo	Adm. Steenkolenmijn „Parapattan”
§214	J. Veldkamp	1909	Blinjoe, Banka. Adres in Ned. Bedum. (Gr.)	Ing. M. N. I.
215	Dr. R. D. M. Verbeek	1866	Corn. Speelmanstr. 19, Den Haag	Oud Chef M. N. I.
216	S. J. Vermaes	1890	Oude Delft 174, Delft	Hoogleraar T. H.
217	Dr. J. Versluys	1905	Soerabaja	Dir. Gem. Waterleiding

	NAMEN.	Afge- stu- deerd in :	WOONPLAATS.	BETREKKING.
§218	A. Verstege	1920	Tijd. Moreni (Rume- menië). Adres in Ned. Gerard Reijnstraat 62, Den Haag	Geoloog B. P. M.
§219	H. W. de Vriendt Jr.	1915	Manggar, Billiton Adres in Ned., Adriaan Pauwstr. 24, den Haag	Ing. Billiton My.
220	J. de Vries	1902	Prins Mauritsplein 8, Den Haag	Conservator T. H.
§221	F. A. H. Weckerlin de Marez Oyens	1910	Tijd. Holland, Boek- handel Cikot, Konin- ginnegracht, den Haag	Hoofdvertegenwoordi- ger der Kon. Ned. Petr. My.
§222	C. J. M. Wertheim	1892	Casuaristraat 3, Den Haag	Oud-Ing. M. N. I.
§223	E. H. Th. Wickerlink	1909	Pankalan Brandan, Sumatra	Geoloog B. P. M.
§224	G. E. J. Wiessing	1908	Mina Itos, Bolivia (Oruro)	Ing. b.d. Compañia Minera de Oruro
225	N. Wing Easton	1883	Geestbrugweg 23, Rijswijk	Oud chef M. N. I. Oud Hoofdvertegenw. Dordtsche Petr. My Dir. Algem. Explora- tie My.
§226	G. Witteveen	1905	Tampico, Mexico	Ing. B. P. M.
227	J. J. Witteveen	1911	Bucarest. Roemenie	Ing. b. d. Petr. My. Astra Romana
§228	G. D. v. Wijk	1910	Geldermalsem	
§229	Th. C. v. Wijngaarden	1903	Sawah Loento, Sum. W. K.	Ing. M. N. I.

BOVENDIEN ZIJN NOG BUITENGEWOON LID

NAMEN.	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Dr. J. Erb	Carel v. Bijlandtlaan 30 den Haag	Directeur B. P. M.
T. A. A. v. Gogh	Carel v. Bijlandtlaan 30 den Haag	Geoloog b. d. B. P. M.
Mej. N. J. J. Lotsy Vereeniging van In- genieurs bij 's Lands Mijndiensten	Morschsingel, Leiden Batavia	Ass. T. H.
F. J. G. Schuit	Mons (België) Ecole des Mines	Cand Electrotechn. en Mech. Ing.

JULIUS PINTSCH A.G.
Croeselaan 24 - Utrecht.

Telefoon No. 1320 - Telegramadres Pintschgas

HOOFDBUREAU:

Andreasstrasse 71-73, BERLIJN.

FABRIEKEN TE

Berlijn, Breslau, Dresden, Frankfurt a/M.,
Fürstenwalde, Utrecht, Weenen.

INGENIEURSBUREAUX TE

Berlijn, Danzig, Düsseldorf, Frankfurt a/M.,
Karlsruhe, München, Stettin.

Bouwt en levert voor het Mijnbedrijf:

Transportbanen, Apparaten voor het ver-
werken van de bijproducten van Cokesovens,
Thomasmeters, Gasmeters, Gashouders,
Gelaschte Ketels, Laboratoriumapparaten,
Calorimeters, enz.

Firma Frölich & Klüpfel

Machinefabriek

Unter-Barmen

Bijkantoor Heerlen. Telefoon No. 297.

*Levering van Ventilatoren,
Lieren, Schudgoten, Boor- en
Afbouwhamers.*

*Ondernemers van mijnbouw-
kundige werken, tunnels, steen-
gangen en opbraken, schachten
volgens bevries- en andere
methoden, diepboringen.*



LINDETEVES-STOKVIS



KANTOORGEBOUW TE AMSTERDAM



KANTOORGEBOUW TE SEMARANG

LEVEREN

ALLE BENODIGDHEDEN VOOR
INDUSTRIE - BOUWBEDRIJF

■ TRANSPORTWEZEN ■

MIJNBOUW - LANDBOUW



KANTOORGEBOUW TE SOERABAJA



KANTOORGEBOUW TE BATAVIA
(GEDEELTELIJK VOLTOOID)

ANSTERDAM - SEMARANG - SOERABAJA - BATAVIA - TEGAL - DJOKJA
BANDOENG - MAKASSAR - PADANG - MEDAN - LONDEN - SYDNEY
===== KOBE - NEWYORK =====

J.M.C. van BORSELEN & C^o.
DEN HAAG, NIEUWE UITLEG 6

Machines

en benodigdheden voor
Erts- en Kolenmijnen
en aanverwante bedrijven.
Inkoopers in Europa voor
Indische ondernemingen.

Deskundige leiding door Delftsch
Mijnningenieur.

**N.V. „DE PLAATWELLERIJ”
VELSEN**

Vervaardigt en levert:

Met Watergas en Autogeen gelaschte
Smeedijzeren Leidingen, als:

SCHACHTLEIDINGEN

LUCHTLEIDINGEN

LEIDINGEN voor HYDRAULISCHE

ONTGINNING

ERTSTRANSPORTBUIZEN

Verder:

STOOMVERDEELSTUKKEN

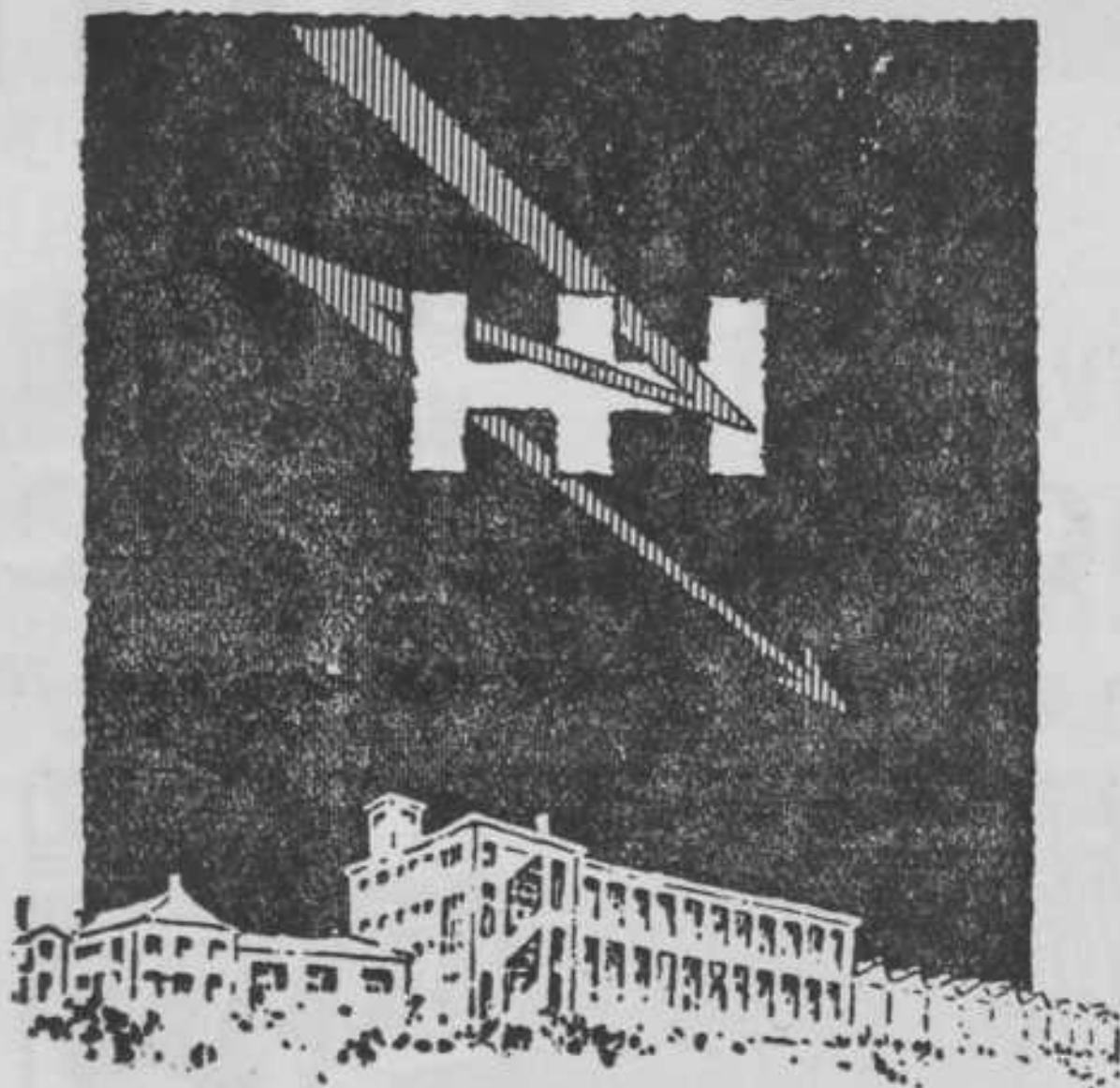
VENTILATIEKOKERS

HOOGEDRUK-RESERVOIRS enz.

**N.V. „DE PLAATWELLERIJ”
VELSEN (Holland)**

HAZEMEIJER

HENGELO • HOLLAND



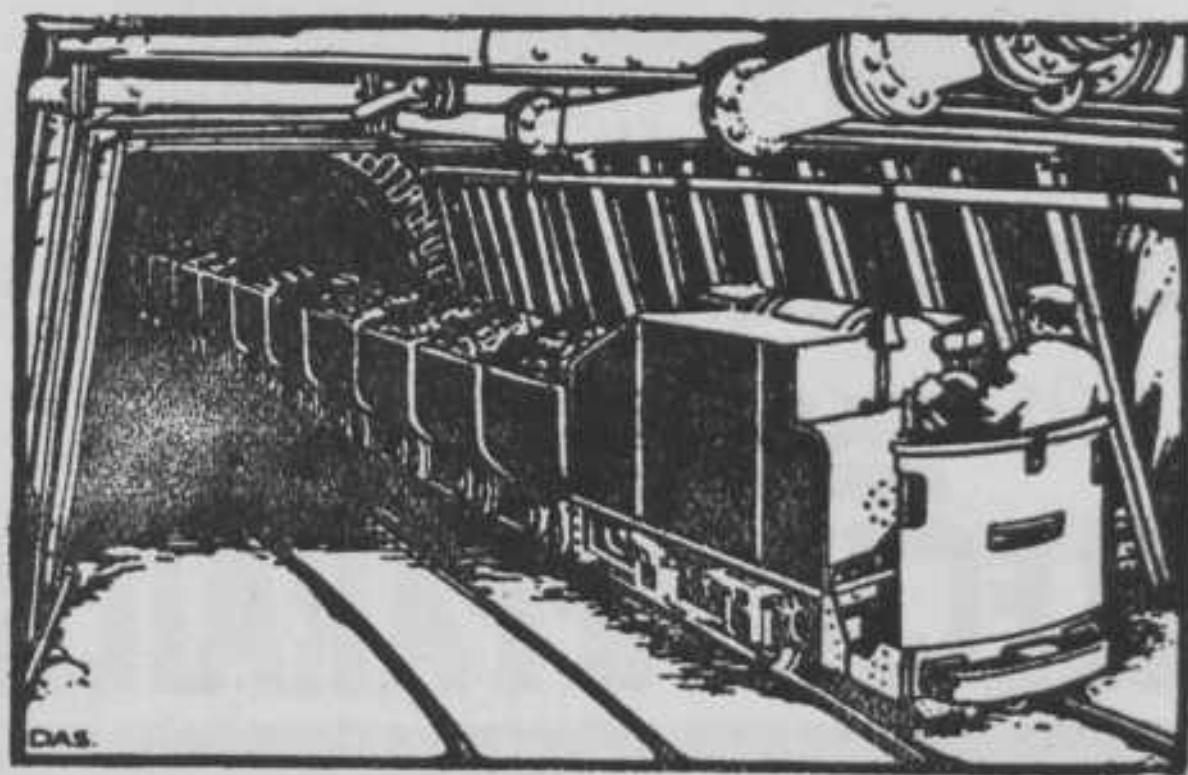
FABRIEK VAN

ELECTR. APPARATEN

DEUTZ

ORIGINAL-DESIGN
**Motor-
locomotieven**

worden geleverd in capaciteiten van 5 tot 70 P.K.



**N. V. Motorenfabriek Deutz
HEERENGRACHT 134 - AMSTERDAM**

J. L. Th. GRONEMAN w.i.

INGENIEURSBUREAU

HENGELO (O.) - HOLLAND

TELEFOON: 130 HENGELO. TELEGRAMMEN: GRONEMAN, HENGELO

LEGT ZICH TOE OP LEVERING VAN

ALLES

WAT NOODIG IS VOOR

MIJNBOUWKUNDIGE

METALLURGISCHE

CHEMISCHE EN

AANVERWANTE

BEDRIJVEN

als: Inrichtingen (Machines, Toestellen, Ovens enz.)

voor levering van Bewegkracht, Stoom, Electriciteit, Lucht en Gassen onder druk of vacuum, Water onder druk,

voor overbrenging en omzetting van deze in bewegkracht, Warmte, Koude, Licht, Druk, Vacuum,

voor Boren, Hakken, Spoelen, Graven, Wasschen, Drogen, Breken, Malen, Mengen, Verdeelen,

voor Hijschen, Transporteeren, Bunkereren, Stapelen,

voor Smelten, Opsluiten, Oxydeeren, Reduceeren, Sublimeeren, Calcineeren,

voor Oplossen, Koken, Roeren, Indampen, Distilleeren, Condenseeren, Rectificeeren, Fraktioneeren, Filtreeren, Kristalliseeren,

voor Bewaren, Doseeren, Comprimeeren, Aftappen, Verpakken, Etiketteeren.

COKESOVENS, BOORHAMERS EN

SCHUDGOTEN

VOOR MIJNBEDRIJVEN.

N.V. Soerabayasche Machinenhandel
voorheen

BECKER & Co.

's-GRAVENHAGE, AMSTERDAM, BANDOENG,
SOERABAYA, SEMARANG, BATAVIA, MEDAN,
PASOEROEAN, NEW-YORK, OSAKA.

Magazijnen

voor Landbouw, Industrie, Waterstaat,
Mijnbouw.

Technisch Bureau

voor levering van Europeesche en Amerikaan-
sche Machinerieën en Werktuigen.

Werkplaatsen

voor IJzerconstructies en Reparatie van
Machinerieën.

Aanleg

van Electrisch Licht en Telefoon-Installaties,
Waterleidingen, enz.

MAGAZIJNEN: WERKPLAATSEN:

Soerabaya, Semarang,
Bandoeng, Batavia, Medan.

Soerabaya,
Pasoeroean.

TECHNISCHE BUREAUX:

Soerabaya, Semarang, Bandoeng, Batavia, Medan,
's-Gravenhage, Amsterdam, New-York, Osaka.

