

JAARBOEK
VAN DE MIJNBOUWKUNDIGE
VEREENIGING TE DELETT
1929-1930



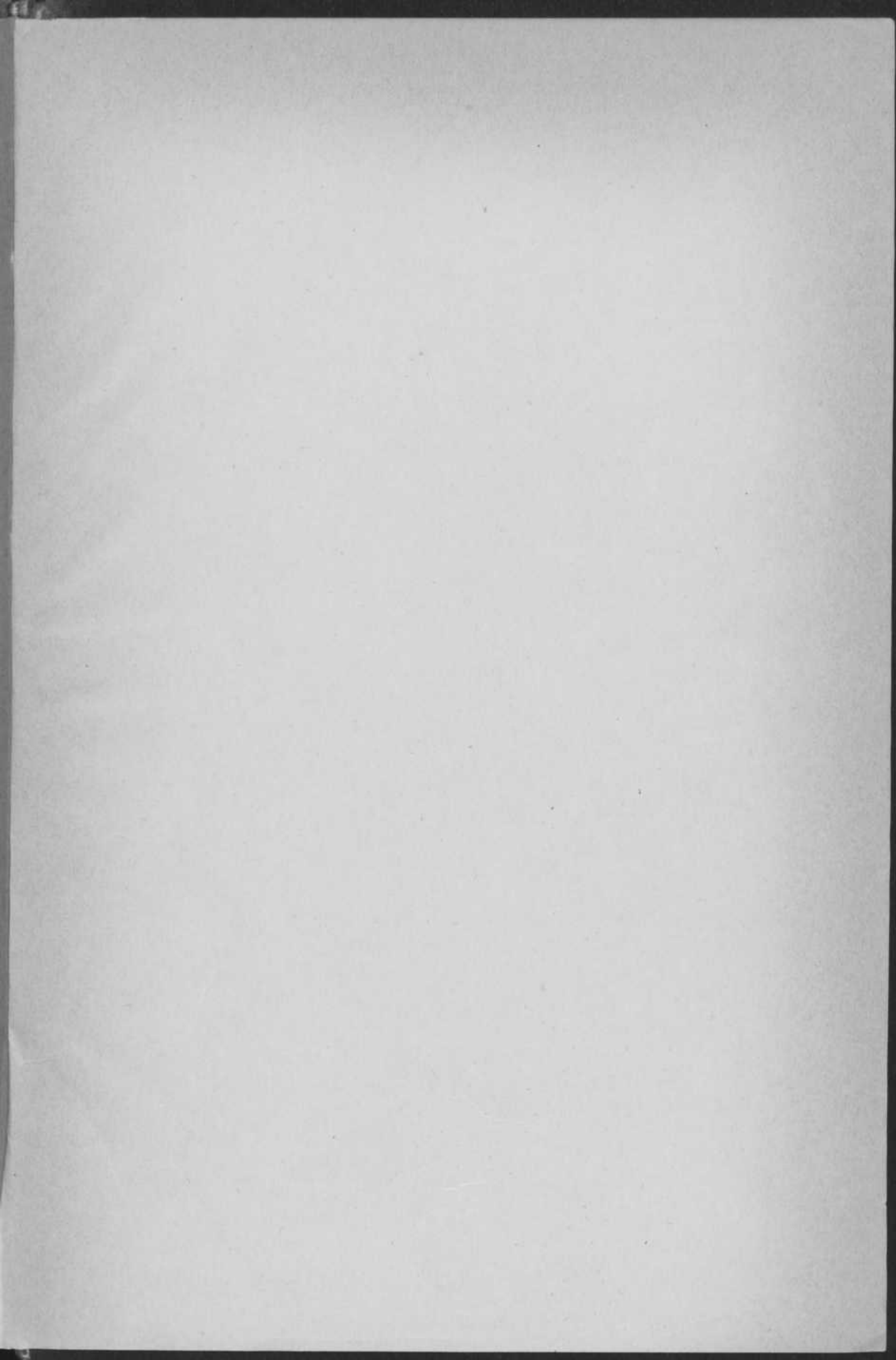
67
1929-1930

V.V.

K. 459

Pl. F

4/89 F



Een groote omkeering in de Boortechneik

Snellere en goedkoopere boormethode.

Kleiner risico.

FINEHARDS EN DIAMHARDS

(gepatenteerd handelsmerk).

Het eische :

twee jaar van intensieve proefnemingen voor wij onze gepatenteerde Diamantboorkronen, geheel met **Finehards** en **Diamhards** gemonteerd, bij de boortechneik konden invoeren ;

een enorm kapitaal. Aankoop van meer dan 400.000 carat van deze diamanten ter verkrijging van de zekerheid, dat wij deze geregeld konden leveren zonder prijsverhoging ;

de arbeid van talrijke ingenieurs, boormeesters en zettters voor wij in staat waren een goed succes te kunnen verzekeren ;

de samenwerking met boorondernemingen, die de proefnemingen onder strengste geheimhouding uitvoerden om iedere speculatie uit te schakelen ;

het afsluiten van contracten over lange perioden, waarbij wij levering tegen vaste prijzen garandeeren. De diamantverbruikers wenschen geen prijsverhoging van **Finehards** en **Diamhards**, zooals dat met de carbons het geval is geweest.

Voordeelen :

1. Het boren geschiedt sneller, er worden in minder tijd meer meters geboord.
2. De prijs van de boorkroon is zoo goedkoop, dat de kapitaaluitgave zeer gering wordt.
3. In plaats van duizenden guldens uit te geven voor een boorkroon, is de uitgave nu gering; bij eventueel verlies van een kroon is de schade niet groot.
4. **Finehards** en **Diamhards** kunnen in de hardste formaties gebruikt worden, zooals noriet, graniet, kwartsiet, etc.
5. De diepbooronderneming behoeft niet meer een van zijn lieden aan den boorarbeid te onttrekken om de kroon te bezetten, daar deze arbeid door ons volgens onze speciale methode in zeer korten tijd uitgevoerd kan worden ;
6. Bij onze methode van zetten is het onmogelijk, dat steenen zich kunnen loswerken.

Finehards en **Diamhards** Boordiamanten sneller en goedkooper dan Ersatz!

J. K. SMIT & ZONEN - AMSTERDAM

Opgericht 1888 - Tel.adr. Carbonsmit-Amsterdam - Sarphatistr. 66
A.B.C. Code 4e en 5e uitg. Bentlys Complete Phrase Code.

BESCHERM
UW
GEZIN



VERZEKER
UW
LEVEN

NILLMIJ

SCRAVENHAGE^M

ORANJE NASSAU MIJNEN
HEERLEN



ANTHRACIETKOLEN



HALFVETKOLEN



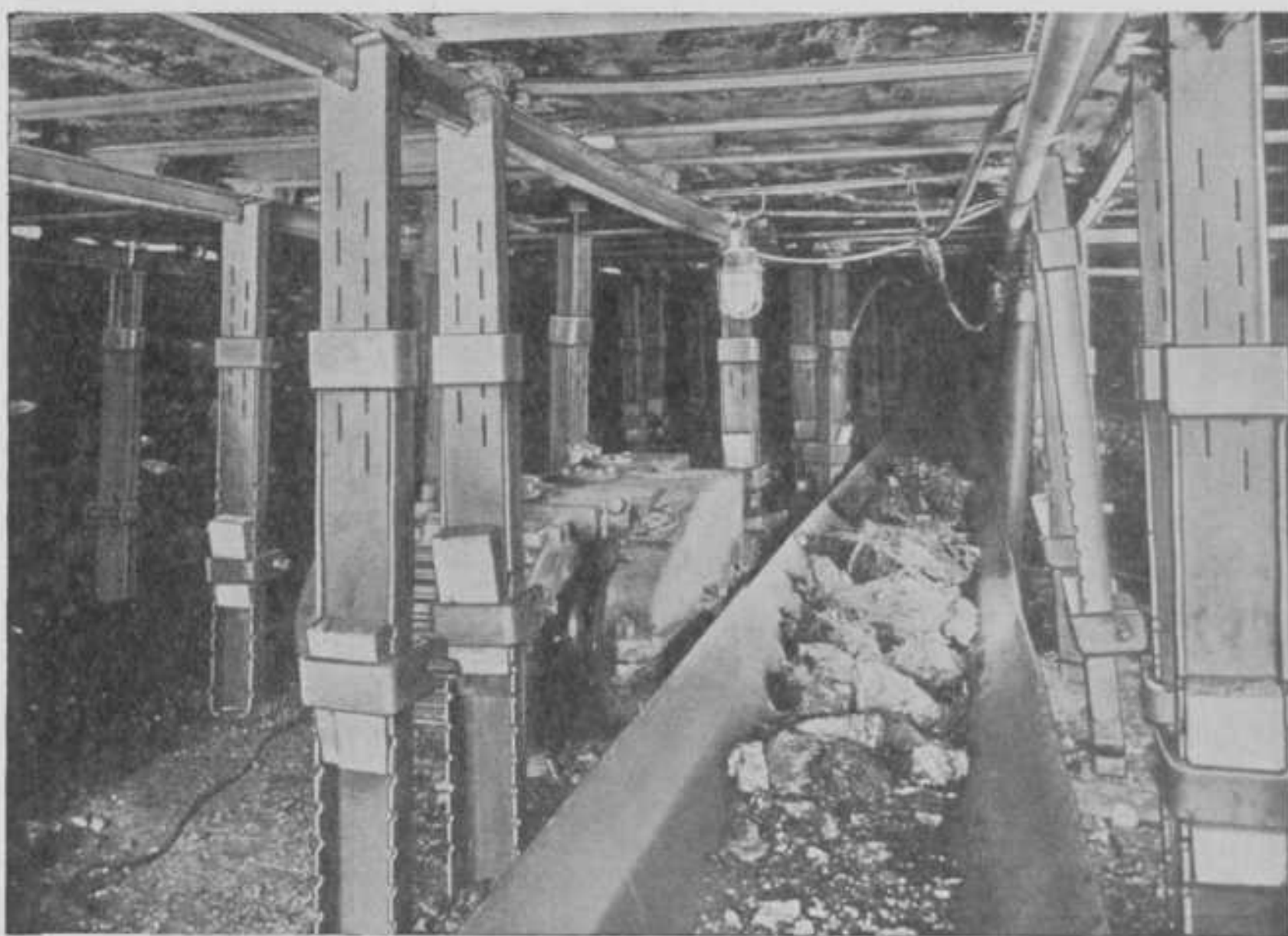
BRIKETTEN

(MERK O.N.)



EIERBRIKETTEN

(MERK ON.)



Weit über $\frac{1}{2}$ MILLION

SCHWARZSTEMPEL

wurden bisher geliefert.

In seiner

NACHGIEBIGEN,

HALBSTARREN oder

GANZSTARREN

Ausführung passen wir ihn
allen vorkommenden Gebirgs- und Flözverhältnissen an.

Hermann SCHWARZ, Kommanditgesellschaft,
Wattenscheid im Westfalen.

Vertretung für **HOLLAND**
„**STAALHOOS**“, Schiekade W.Z. 185, **ROTTERDAM**



ELECTRICAL EQUIPMENT

for

MINING AND OIL-FIELD APPLICATIONS

The British Thomson-Houston Co. Ltd, have unrivalled experience in the application of electrical equipment to all classes of specialised mining and oil-well plant, as well as complete steam and hydro-electric generating and distribution installations in all parts of the world.

This company has supplied complete electrical plant for numerous dredges and open cast tin mines in the Federated Malay States and Siam; all classes of winding and haulage equipments for surface and underground service; ropeways; specially designed oil-well equipments for percussion and rotary drilling; oil-well slush and pipe line pumping units; generating plant for mines and oil-fields; converting plant for electrolytic processes; transformers and high frequency generators for furnace work
etc. etc.

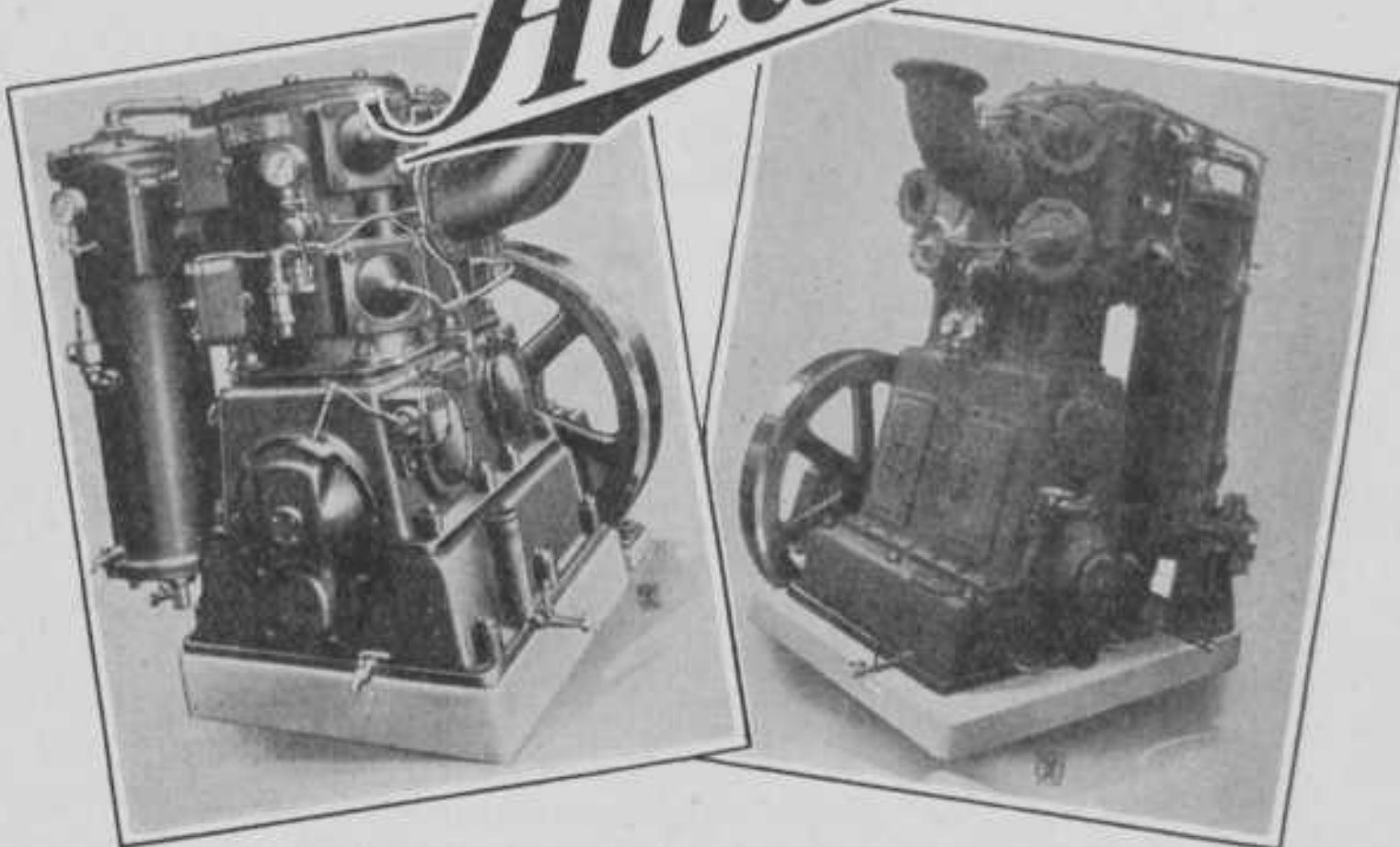
The British Thomson Houston Co. Ltd.

ELECTRICAL ENGINEERS AND MANUFACTURERS,

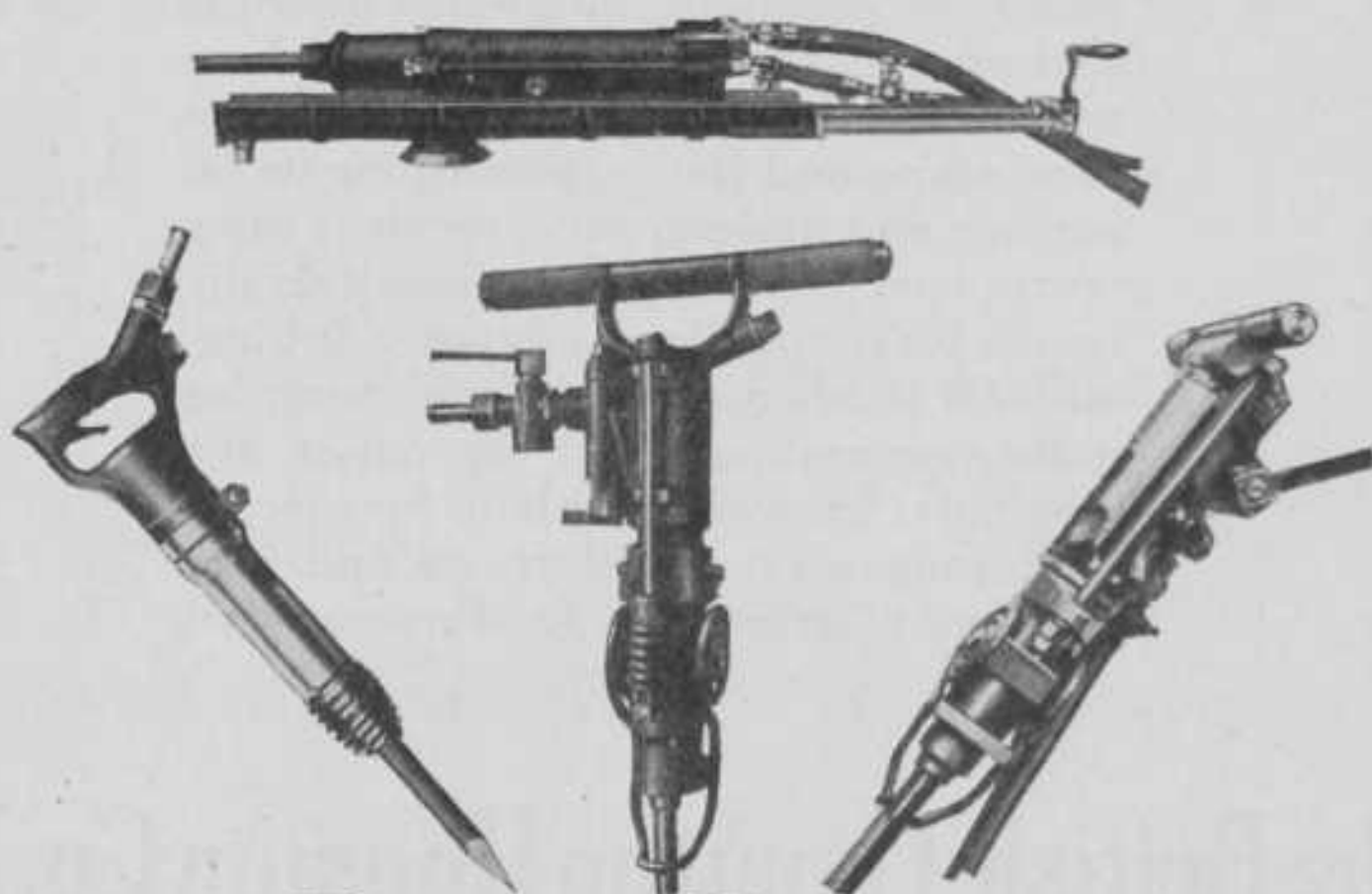
Head Office:
Rugby, England.

London Office:
"Crown House", Aldwych.

Atlas



**LUCHTCOMPRESSOREN
BOORHAMERS
AFBOUWHAMERS, ENZ.**



Atlas Diesel

VERT: L. A. A. WEEDA, RIJSWIJK Z.H.

C967

JAARBOEK VAN DE MIJNBOUWKUNDIGE
VEREENIGING TE DELFT.



V.V.

J A A R B O E K

VAN DE

MIJNBOUWKUNDIGE
VEREENIGING
TE DELFT



1929—1930

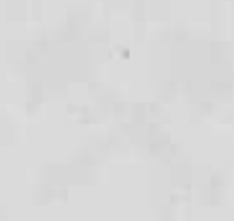
459 F.

JAARBOK

1881

VEREENIGING

TE DELFT



1881

INHOUD.

	Bladz.
Voorwoord	7
Mijnbouwkundige Vereeniging.	
Eere-leden	10
Besturen der Mijnbouwk. Vereeniging	11
Jaarverslagen der Mijnbouwk. Vereeniging	12
Technische Hoogeschool.	
Examens en promoties	25
Bij het aftreden van prof. dr. ir. H. A. Brouwer, m.i.	31
Bij het aftreden van prof. dr. G. A. F. Molengraaff	33
Afscheidsrede door prof. dr. G. A. F. Molengraaff	38
Prof. ir. J. A. Grutterink 25 jaar hoogleeraar	59
Jubilea C. J. D. Bierhoff en E. Visser	61
Intreerede door Dr. ir. J. A. A. Mekel	63
Intreerede door Dr. J. H. F. Umbgrove	93
Voordrachten en bijdragen.	
De geologie der Zuid-tyroolsche dolomieten door Dr. ir. L. van Houten	117
De beteekenis van de a.s. „Snellius“-expeditie voor de geologie, door Dr. Ph. H. Kuenen	150
Exploraties in Mozambique. Lezing door Ir. J. C. Schagen van Soelen	156
Over mode, traagheid en autoriteit in de geologie, door Prof. dr. L. Rutten	175
Sightseeing als geoloog in de Vereenigde Staten, door Dr. ir. N. H. van Doorninck	202
De Karteerings oefeningen in den Eifel en het Teutoburgerwoud	231

	Bladz.
Geologie van het Zuid-Roemeensche Oliegebied, door J. H. Beltman, cand. m.i.	255
Over den Dekbladenbouw van den Harz, door Dr. ir. L. van Houten	277
Excursiën.	
Verslag van de geologische excursie naar het eiland Wight	295
Verslag van de geologische excursie naar het Thuringer- en Frankenwald	328
De versmelting van Rammelsberger ertsen te Oker, door Ir. Tj. de Vries	432
Beknopte geologie van de Noord-Duitsche Zechsteinzouten, speciaal die in het gebied van Salzdettfurth	443
Literatuurlijst	469
Naam- en adreslijst van de gewone leden der M. V.	491
Naam- en adreslijst van de afgestudeerde Mijningenieurs . .	494

VOORWOORD.

Bij het ter perse gaan van dit Jaarboek wenscht de Redactie in de eerste plaats haar groote erkentelijkheid uit te spreken jegens allen, die tot het tot stand komen van het Jaarboek hebben meegewerkt.

Het is reeds drie jaar geleden, dat het vorige Jaarboek verscheen. De groote finantieele zorgen, die de Lustrumuitgave van 1928 aan de M. V. gebaard heeft, zijn de oorzaak van de late verschijning van het nieuwe Jaarboek, dat om dezelfde reden van bescheidener afmetingen is dan zijn voorganger. Het zal den Leden zeker genoeg doen te vernemen, dat in de toekomst de Jaarboeken der M. V. zeer waarschijnlijk jaarlijks zullen verschijnen. Naast mededeelingen betreffende de Afdeeling der Mijnbouwkunde, lezings- en excursieverslagen, hoopt de Redactie ook oorspronkelijke artikelen van de Leden te kunnen opnemen, en zij wekt die Leden, die zich in het buitenland bevinden, op, daartoe hun medewerking te willen verleen, indien zich in hun practijk een geval mocht voordoen, dat geschikt is voor publicatie in het M. V. Jaarboek. Zij hoopt, op deze wijze, de band met de Leden in den vreemde te versterken.

Terugblikkend op de afgelopen jaren, herdenken wij met spijt de verliezen, die de Afdeeling der Mijnbouwkunde geleden heeft door het aftreden der hoogleeraren Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff en Prof. Dr. H. A. Brouwer, die inmiddels door Prof. Dr. Ir. J. A. A. Mekel en Prof. Dr. J. H. F. Umbgrove zijn opgevolgd. Wij zijn de hoogleeraren Mekel en Umbgrove

zeer dankbaar voor het afstaan van hunne inaugureele rede's aan dit Jaarboek, en heeten hen welkom in ons midden.

Wij hopen, dat dit Jaarboek, waarvan de uitvoering als vanouds op zeer verzorgde wijze door de N.V. Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr. geschiedde, ondanks zijn bescheidener inkleeding, de waardeering onzer Leden moge verwerven. Het zal niet in de laatste plaats aan de medewerking van de N.V. Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr. te danken zijn, wanneer in 1932 ter gelegenheid van het achtste Lustrum opnieuw een Jaarboek zal kunnen verschijnen.

De Redactie:

Dr. Ir. L. VAN HOUTEN.

Ir. J. DUYFJES.

A. KECK, cand. m.i.

H. J. HOUTMAN, cand. m.i.



MÛNBOLWKUNDIGE VEREENIGING

EERE-LEDEN.

Prof. Dr. S. HOOGEWERFF, Wassenaar, Villa Kleinhuize.	Januari 1898.
C. BLANKEVOORT, Maastricht, Minckelerstraat 14.	November 1899.
Prof. Dr. J. F. VAN BEMMELEN, Groningen, Zuiderpark 22.	November 1902.
Prof. Ir. J. A. GRUTTERINK, m.i. Den Haag, v. Bleiswijkstraat 139.	October 1906.
Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF, Wassenaar, Groothoefijzerlaan 40.	October 1906.
Prof. M. CLÉMENT, Mont St. Martin (Dep. Meurthe et Moselle, Frankrijk).	October 1907.
Prof. Dr. J. H. BONNEMA, Groningen, Herman Colleniusstraat.	November 1909.
Prof. Mr. D. VAN BLOM, Leiden, Oude Vest 105.	October 1914.
Prof. Ir. J. A. KNOL, m.i., Den Haag, Stadhoudersplein 9.	October 1914.
Prof. Dr. Ir. H. A. BROUWER, m.i., Amsterdam, Nieuwe Achtergracht 125.	October 1918.
Ir. P. F. BLIEK, m.i., Parijs, Boulevard Berthier 104, Frankrijk.	April 1926.
Prof. Ir. C. L. VAN NES, m.i., Den Haag, Dunklerstraat 49.	Mei 1927.
Prof. Ir. H. F. GRONDIJS, m.i., Den Haag, Willem Frederiklaan 4.	Augustus 1927.
Prof. Ir. M. H. CARON, Den Haag, Sportlaan 103.	November 1929.
Prof. Dr. Ir. J. A. A. MEKEL, Delft, Oude Delft 128.	Februari 1931.

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING
DELFT.

(Opgericht October 1892).

BESTUUR 1928—1929.

A. H. J. VAN GOCH, Voorzitter.
G. L. BLOKHUIS, Secretaris.
L. VAN HOUTEN, Penningmeester.
H. J. HOUTMAN, Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.
L. E. J. BROUWER, Archivaris.

BESTUUR 1929—1930.

H. E. KRUYT, Voorzitter.
L. E. J. BROUWER, Secretaris.
J. VAN HEEK, Penningmeester.
O. W. P. MOHR, Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.
C. N. CRAMER, Archivaris.

BESTUUR 1930—1931.

L. E. J. BROUWER, Voorzitter,
tevens afgevaardigde naar de Centrale Commissie.
H. VAN ECK, Secretaris.
W. F. G. L. STARRENBURG, Penningmeester.
K. H. R. HOYER, Archivaris.
H. BAGGELAAR, Commissaris.

JAARVERSLAG VAN DEN SECRETARIS OVER HET
VEREENIGINGSJAAR 1928—1929.

Op de Algemeene Vergadering in November 1928 had de bestuurswisseling plaats. Geïnstalleerd werden:

Als President: de heer A. H. J. van Goch
Secretaris: de heer G. L. Blokhuis
Penningmeester: de heer L. van Houten
Afgevaardigde C.C.: de heer H. J. Houtman
Archivaris: de heer L. E. J. Brouwer.

Bij acclamatie benoemde de vergadering op voorstel van het nieuwe Bestuur den heer W. M. Kersten tot eerelid van de vereeniging. Onder luide toejuichingen werd het diploma den heer Kersten overhandigd.

Ook dit jaar weer noodigde het Bestuur verschillende sprekers uit, om over de hen interesseerende onderwerpen, of over hun werkkring een voordracht te houden. Maar als steeds bleek, dat, hoewel tachtig procent van de onderwerpen een zeer algemeen karakter droeg, slechts een zeer gering aantal jongere-jaars Mijnbouwkundige Studenten zich wilden of waagden te vertoonen op deze, door het Bestuur behoorlijk geconvoceerde vergaderingen. Dat het op deze wijze moeilijk is voor het Bestuur om de verantwoordelijkheid voor het uitnoodigen van een spreker te dragen, is duidelijk.

Ook zelfs op een wat algemeener georiënteerde belangstelling bij den student in de Mijnbouwkunde schijnt een reclamecampagne voor deze studie een funeste invloed te hebben, om van minder belangrijke gevolgen niet te spreken. Op de volgende data werden Buitengewone Vergaderingen gehouden:

8 Nov. '28: Film. Inleiding en toelichting Prof. C. L. van Nes.
1 Dec. '28: Kon. Besluit goedkeuring.
6 Dec. '28: Spoedvergadering, waarin werd besloten Prof. Dr.

H. A. Brouwer namens de Mijnb. Vereen. te verzoeken nogmaals in overweging te willen nemen zijn Hoogleeraarsambt aan de Technische Hoogeschool te blijven waarnemen.

10 Dec. '28: Dr. Ph. H. Kuenen. Beteekenis van de a.s. „Snellius” expeditie voor de Geologie.

21 Febr. '29: Dr. Curt Seeseman. Der Neueste Stand der Unfallsbekämpfung in Theorie und Praxis, (in combinatie met de Ned.-Duitsche Vereeniging).

April '29: H. A. Stheeman. Geologie van de Vogezen.

18 April '29: L. van Houten. Geologie van de Zuid-Tiroler Dolomieten.

Het bestuur vertegenwoordigde de leden van zijne vereeniging bij de volgende gelegenheden:

Het Lustrum van „William Froude”.

Het Lustrum van „Praktische Studie”.

Den Gedenkdag der Technische Hoogeschool, 8 Januari.

De eere-promotie van de heeren C. Stork en Detering.

Door de Voorzitter werd deelgenomen aan het promotie-diner van den heer Deterding.

Bij het Jubileum van J. Bierhoff, onze getrouwe concierge en hulp van de vereeniging.

Voorts bij de promoties van de volgende mijningenieurs:

Ir. A. H. J. Wilhelm.

Ir. J. Westerveld.

Ir. J. H. L. Zermatten.

Het deed het Bestuur en velen leden, die wij daarover hoorden, bijzonder veel genoegen, dat dit jaar wederom twee medeleden gedurende of vlak na hun studie hier in Delft hun medestudenten in een voordracht iets belangwekkends wilden vertellen over hunne eigen onderzoekingen. Dank hiervoor den heeren L. van Houten en H. A. Stheeman.

Voorts heeft de nieuwe studieregeling dit jaar zijn beslag gekregen; al weer voornamelijk door den onvermoeiden arbeid van een lid van onze vereeniging, den heer H. A. Stheeman; een aangenaam gevoel gaf het ons, wanneer steeds de studie voor mijningenieur als voorbeeld werd gesteld.

Een diner, waaraan ook het Bestuur deelnam, bevestigde opnieuw de, niettegenstaande alles, steeds goede verstandhouding tusschen den Senaat van de Technische Hoogeschool en de Centrale Commissie.

Het Bestuur heeft gemeend, namens de Mijnbouwkundige Vereeniging te moeten protesteeren tegen een reclame voor de Studie voor Mijningenieur in het algemeen, en voor de opleiding tot Ingenieur in Gouvernementsdienst in 't bijzonder, zooals die gevoerd werd in een vooraanstaand blad in den lande.

Langzamerhand begint het door te dringen tot de leden van de Mijnb. Vereen. hoe een groot verlies zij dit jaar geleden hebben, doordat Prof. Dr. H. A. Brouwer zijn hoogleeraarsstoel te Delft, voor een naar zijn inzichten betere, heeft ingeruild.

Wij willen hopen dat dit jaar ons een even werkzaam hoogleeraar en toegewijd eerelid terug zal geven.

Namens de Secretaris,

L. E. J. BROUWER.

JAARVERSLAG VAN DEN SECRETARIS OVER HET
VEREENIGINGSJAAR 1929—1930.

Den 28sten October 1929 trad het oude Bestuur af, en inplaats daarvan werden geïnstalleerd de heeren:

H. E. Kruyt als President.

L. E. J. Brouwer als Secretaris.

J. van Heek als Penningmeester.

C. N. Cramer als Archivaris.

O. W. P. Mohr als Afgev. n. d. C. C.

In den heer Van Houten heeft de M. V. twee jaar lang een wijs en toegewijd thesaurier gehad, die de groote Jaarboekschuld tot een zeer geringe wist te reduceeren. In de loop van dit jaar wist de penningmeester het restant schuld in een even groot overschot te veranderen. Het was ons dan ook een groot genoegen, den heer Van Houten, als dank voor de door hem aan de Vereeniging bewezen diensten, tot Eerelid van Bestuur te kunnen benoemen.

Dit materieel welzijn had zijn menigvuldige goede zijden. De belangstelling van de leden voor het streven van het Bestuur bleek echter nauwelijks.

De sprekers, die het Bestuur met spel van woorden en beelden wist te overtuigen van zijn verlangen, om hen te hooren in een Buitengewone Vergadering van de Mijnbouwkundige Vereeniging hadden, wanneer zij aan het soms langdurige aandringen toegaven, het niet te hoog te schatten genoegen, om voor een select gezelschap van Bestuursleden, Hoogleraren en enkele verknochte oudere leden te spreken ¹⁾.

Maar er werden lezingen gehouden en wel:

7 Nov. '29: Prof. Ir. M. H. Caron m.i. over: „Staal volgens

¹⁾ In den laatsten tijd viel er in de belangstelling van de zijde der leden weer een zeer gunstige wending waar te nemen.

Basset". Prof. Caron werd tot eere lid van de Vereeniging benoemd.

19 Febr. '30: Ir. P. Hövig Jr. Oud-Directeur van Gouvernements Bedrijven in Ned. O.-Indië over: „De Tinmarkt”.

5 Maart '30: In samenwerking met de Nederlandsch-Duitsche Vereeniging en het Civiel en Bouwkundig Gezelschap „Praktische Studie”. Prof. Dr. Albrecht Penck” over: „Die Wasserkräfte der Erde”.

25 Maart '30: Ir. J. C. Schagen van Soelen over: „Exploratie in Mozambique”.

11 April '30: Ir. P. F. de Zee. Ingenieur bij de Staatsmijn „Emma” over: „De vooruitgang van de Staatsmijnen”.

19 October '30: Film over: „De Mijnlamp”.

12 November '30: Ir. Z. S. Beyl over: „Mijnongelukken en wat men er uit kan leeren”.

19 November '30: Ir. Tj. de Vries over zijn „Indrukken uit Amerika”.

Waar een wat meer precaire en niet zoo oergezonde finantieele toestand de leden wellicht tot meer belangstelling zou prikkelen, besloot het Bestuur wederom een jaarboek uit te geven. Het vond de heeren Dr. Ir. L. van Houten, J. Duyfjes, A. Keck en H. J. Houtman bereid om in de Commissie tot Redactie plaats te nemen.

Het Bestuur vertegenwoordigde de Vereeniging:

30 Oct. 1929 bij de Inaugureele rede van Prof. Dr. J. A. A. Mekel.

3 Dec. ter gelegenheid van het Lustrum van de Delftsche Muziek Vereeniging van het Personeel van de T. H.

8 Jan. bij de Diës van de Technische Hoogeschool.

1 April bij het afscheidscollege van Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff.

21 Mei bij de promotie van het oud-Bestuurslid Ir. L. van Houten.

3 Juni bij de Inaugureele rede van Prof. Dr. J. H. F. Umbgrove.

Namens het Bestuur, L. E. J. BROUWER.

JAARVERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET BOEKJAAR 1927—1928.

In Nov. 1927 mocht ik de schatkist der M. V. in zeer bloeienden toestand van mijn voorganger overnemen. Het spijt mij, u thans te moeten mededeelen, dat deze gunstige financieele toestand in het afgelopen jaar niet bestendig kon worden. Integendeel, de M. V. is met een grooten schuld belast, en het zal slechts met medewerking van alle Leden en Buitengewone Leden kunnen gelukken, dien schuld binnen afzienbaren tijd te delgen.

Ik zal een en ander aan de hand van de balans toelichten. Het blijkt, dat de ontvangsten op de rekeningen „Contributies Buitengewone Leden” en „Achterstallige Contributies” iets beneden de ietwat optimistische raming gebleven zijn, hetgeen zijn oorzaak vindt in de late bestuursoverdracht en daardoor veroorzaakte late verzending der quitanties. Door de dure lezing van Prof. Dr. Fourmarier is de post „Lezingen” zeer hoog geworden. De post „Lustrum” overschreed de raming beduidend. Deze was echter opgemaakt, gebaseerd op de weinig overzichtelijke boekhouding van vroegere jaren (voorafgaande aan mijn voorganger), en een nauwkeurig onderzoek heeft aangetoond, dat dit Lustrum even duur was als het vorige.

De hoofdoorzaak van den ongunstigen financieelen toestand schuilt echter in het Jaarboek, dat *f* 2500 duurder was dan de raming. De Jaarboekredactiecommissie heeft redactioneel een schitterend en zeer groot werk verricht, doch was in commercieel opzicht, ten deele door een ongelukkigen samenloop van omstandigheden, waarvoor scherpe kritiek zeker misplaatst zou zijn, een weinig ongelukkig. De inkomsten, waarop men, gebaseerd op vroegere ervaring, gerekend had, bleven *f* 900,— beneden de raming (advertenties, subsidie door T. H. afdelingen). Een andere moeilijkheid was, dat de copie zoo laat en langzaam binnenkwam, dat men terwille van den goeden voortgang, al met proefdrukken van

de reeds ingekomen copie beginnen moest, voor er van een definitieve begroting en overeenkomst met den drukker sprake kon zijn. De hoeveelheid binnengekomen copie verraste de Commissie later zeer, maar weigering was toen niet goed meer mogelijk. Toen er tenslotte van den drukker bericht binnenkwam, dat het Jaarboek omstreeks *f* 5000,— zou kosten, was er al voor meer dan *f* 3000,— proefgedrukt. Het is waar, dat door een weinig meer zakelijk beleid van weerskanten dit échec beperkt had kunnen worden, maar daarin kon toen niets meer gewijzigd worden. Het Bestuur stond toen voor het alternatief: geen jaarboek en toch *f* 3300,— betalen, of wel een Jaarboek, en nog *f* 1700,— extra betalen. Het besloot tot dit laatste, zooals vanzelf spreekt, temeer, omdat er reeds giften van Buitengewone Leden en B. P. M. ontvangen waren ter subsidieering van den uitgaaf. Onder deze omstandigheden meende het Bestuur, niet meer terug te kunnen gaan en volkomen gerechtigd te zijn het Jaarboek te laten verschijnen, in de hoop, dat wij ook van Leden, Buitengewone Leden en Mijnbouwmaatschappijen steun zouden mogen ontvangen. Wat deze twee laatsten betreft, zijn wij niet teleurgesteld. In korten tijd mochten wij reeds voor rond *f* 775,— aan giften ontvangen.

Er zijn maatregelen getroffen, om in de toekomst een dergelijke financiële debacle bij de Jaarboekuitgave te vermijden.

Op de balans komt geen post achterstallige, nog te ontvangen contributie voor (deze bedragen thans *f* 540), zoodat de balans een iets te sombere voorstelling van den toestand geeft.

De post Debiteuren is vrij hoog, doch bevat slechts volkomen bona-fide namen.

Onder de bovengenoemde omstandigheden (*f* 2500,— hogere Jaarboekuitgave, *f* 900,— minder inkomsten op het Jaarboek, totaal tekort rond *f* 2500,—) kan een geraamd tekort voor 1929 van *f* 1250,— nog vrij bevredigend genoemd worden. Het is aan de Leden, om door hunne medewerking dit tekort nog te verlagen.

Delft, 25 October 1928.

L. VAN HOUTEN,
Penningmeester.

JAARVERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET BOEKJAAR 1928—1929.

Het is met geheel andere gevoelens dan verleden jaar, dat ik thans het woord neem voor het voorlezen van het jaarverslag. Toen was er een schuld, zoo groot, dat het vrijwel onmogelijk scheen, die binnen afzienbaren tijd te delgen. Het is mij een genoegen, U heden te kunnen mededeelen, dat de financiën van onze vereeniging zich nu weer in een gezonden toestand verheugen, en dat de uitgifte van een nieuw jaarboek, hoewel van ietwat bescheidener afmetingen dan het vorige, in den loop van dit vereenigingsjaar tot de mogelijkheden zal behooren.

Aan de hand van de balans zal ik de behaalde resultaten in het kort toelichten.

De post „debiteuren” is sinds verleden jaar van *f* 700,— tot *f* 75,— teruggelopen.

De geïnde achterstallige contributies overtreffen aanzienlijk de raming. Van het te vorderen bedrag (*f* 540,—) is ruim *f* 400,— binnen gekomen.

Er is dit jaar een rekening geopend bij de post-chèque- en giro-dienst, hetgeen de contributie-inning zeer veel vlotter deed verlopen. Het gironummer is 139855.

Voor het jaarboek 1926—1928 mochten wij nog het aanzienlijke bedrag van bijna *f* 600,— aan giften ontvangen. In totaal (1928 meegerekend) ontvingen wij aan giften een bedrag, rond *f* 1350,—, waarvoor wij nog eens van dezen plaats onzen bijzonderen dank wenschen uit te spreken jegens allen, Maatschappijen, Buitengewone leden en leden, die hieraan meegewerkt hebben.

Eenigszins teleurstellend was in dezen de houding van onze gewone leden. Slechts 22 van de 110 leden hebben een bijdrage

in het tekort gestuurd, hierbij echter nog een bedrag van *f* 110,—
bijeën brengend.

De overige posten behoeven geen verdere toelichting. De inning
der contributies verliep bevredigender dan in andere jaren, de
post „achterstallige contributies” over 1929 is dan ook niet zeer
hoog.

De balans sluit met een nadeelig saldo van rond *f* 550,— (ge-
raamd *f* 1250,—). De behaalde winst bedroeg bijna *f* 2000,—
(precies *f* 1972,60⁵).

Het is dan ook met een gerust hart, dat ik het financieel beheer
onzer vereeniging aan mijn opvolger zal overdragen.

Delft, 28 October 1929.

L. VAN HOUTEN,
Penningmeester.

JAARVERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET BOEKJAAR 1929—1930.

Hierbij heb ik het genoegen U het verslag over het afgelopen boekjaar 1929—1930 aan te bieden. Dank zij het uitstekende financiële beheer van den vorigen penningmeester bedroeg het te kort aan 't begin van het jaar slechts *f* 508,26 en was de schuld aan de firma Waltman teruggebracht tot *f* 849,75.

Niet alleen is deze schuld thans geheel gedelgd, maar tevens prijkt nu een batig saldo van *f* 506,45 op de balans, voorwaar een zeer verheugend feit, temeer daar dit bedrag de raming op de begroting heeft overschreden.

Deze financiële toestand is dan ook vrij rooskleurig te noemen en we kunnen vol vertrouwen de toekomst tegemoet zien.

In elk geval is de uitgifte van het langverwachte jaarboek in het komende jaar verzekerd!

Ter toelichting van de verlies- en winstrekening, balans en begroting dient het volgende:

Verlies- en winstrekening:

Het bedrag aan binnengekomen „Achterstallige contributies” overschrijdt het geraamde (*f* 225.—) daar het mij is mogen gelukken eenige verstokte wanbetalers tot het voldoen van hunne verplichtingen te bewegen.

Dat het gezamenlijk bedrag van „Onkosten en Lezingen” belangrijk beneden de raming is gebleven, is toe te schrijven aan het feit, dat we dit jaar geen sprekers hebben gehad, die honorarium verlangden.

De post „Buitengewone Leden” is beneden de raming gebleven, door de late Bestuursoverdracht zijn de quitanties n.l. zeer laat in zee gegaan, zoodat nu de bijdragen van vele, overigens trouw betalende Buitengewone Leden, nog niet binnen zijn.

Oorspronkelijk bracht de post „Gewone Leden” bijna het geraamde bedrag van *f* 600.— op. Door groote onkosten, waarvoor dit hoofd werd gedebiteerd, als zijnde contributie Geol. Gen. en contributie C. C. over de laatste 4 jaren, werd het batig saldo sterk gedrukt.

De posten „Cadeau Molengraaff” en „Studiefonds” werden afgesloten en de nog niet geinde bijdragen overgeboekt op „Debiteuren”.

Balans:

De post „Crediteuren” bestaat hoofdzakelijk uit het totale bedrag dat nog aan het Studiefonds moet worden afgedragen.

Begroting:

De „Achterstallige contributie” bedraagt momenteel *f* 590.—, waarvan dit jaar naar raming *f* 350.— geind kan worden.

„Onkosten + Lezingen” zijn nu op een grooter bedrag geraamd dan dit jaar het geval is geweest. Taxatie hiervan is steeds zeer lastig, daar dit bedrag afhangt van de min of meer kostbare sprekers.

In de post „Jaarboekuitgaven” zijn opgenomen de giften van verschillende donateurs, op wier steun de M. V. elk jaar vast kan rekenen.

De overige posten spreken voor zich zelf.

Hopend alles voldoende te hebben toegelicht.

Delft 12 Nov. 1930.

De Penningmeester,
J. VAN HEEK.

VERSLAG DER KASCOMMISSIE VAN DE MIJNBOUW-
KUNDIGE VEREENIGING OVER HET
BOEKJAAR 1928—1929.

Delft, 28 Oct. 1929.

De kascommissie heeft de boeken der M. V. bekeken,
Zorgvuldig geplozen, links en rechts vergeleken;
En daar er nergens onjuistheden stonden,
Geconcludeerd: de boeken in orde bevonden.
Zij brengt hulde aan 's penningmeesters activiteit,
Getuigende van zijn moed, trouw en beleid;
Een groote schuld, wel duizend ronde knaken,
Wist hij, gereduceerd tot $\frac{1}{5}$ daarvan, te vermaken.
Heil u, Van Houten, gij groote, sterke Bul,
Hebt dank hiervoor (en dit nu zonder kul);
Het nageslacht zal van uw werk gewagen,
Wat gij op uwe schouders hebt gedragen.
Moog' thans op deze wijs 't wel der M. V. vermeeren,
Dat is de hartewensch der kascommissieheeren!

Tj. DE VRIES.

J. H. WESTERMAN.

VERSLAG KASCOMMISSIE OVER HET BOEKJAAR
1929—1930.

Het is de Kascommissie een groot genoegen, u te kunnen mededeelen, dat de financieele toestand van de M. V., dank zij het beleid en den grooten ijver van den aftredenden penningmeester, weer geheel gezond geworden is. De volharding, waarmee de penningmeester de meest hardnekkige wanbetalers heeft opgespoord en tot betaling heeft gebracht, verdient een bijzonder woord van lof.

Het was voor de kascommissie dan ook een aangename taak, de balans over het Vereenigingsjaar 1929—1930 goed te keuren, en tevens een woord van waardeering eraan toe te voegen voor de vele diensten, door dezen penningmeester aan de Vereeniging bewezen.

De Kascommissie,

L. VAN HOUTEN.
J. DUYFJES.

EXAMENS EN PROMOTIES
GESLAAGDEN GEDURENDE HET JAAR 1928.

PROPAEDEUTISCHE EXAMENS.

B. E. Dieperink.
Jhr. W. A. Gevers Deynoot.
F. L. van Ham.
J. E. van Leeuwen.
L. Lieftinck.
A. Lopes Cardozo.
B. C. C. Müller.
C. J. Pickeé.
J. J. Roelants.
P. J. M. Satijn.
P. M. Schoorel.
E. G. van der Veen.
E. J. Veldhuizen.
E. W. Vreedenberg.
S. G. Wiechers.
B. H. Wolf.

CANDIDAATS-EXAMENS.

H. H. Badings.
C. N. Cramer.
G. W. Baron van Dedem.
H. A. van den Dungen.
J. Duyfjes.
A. H. J. van Goch.
J. van Heek.
N. J. Kuiper.
J. van der Lely.

H. Pomes.

T. de Vries.

INGENIEURS-EXAMENS.

A. L. J. Bogaers.

H. J. W. ten Broeke.

A. G. J. van Damme.

E. Engberts.

C. van Kooten.

L. L. J. van Loenen.

E. L. Meyes.

A. Paulen.

H. J. J. te Poel.

H. J. M. W. de Quartel.

G. H. J. Verlinden.

J. Westerveld.

M. T. Wiessner.

H. W. V. Willems (met lof).

G. van Willigen.

Jhr. P. J. C. de Wijkerslooth de
Weerdesteyn.

P. H. A. Zaalberg.

H. L. J. Zermatten.

GESLAAGD IN HET JAAR 1929.

PROPAEDEUTISCHE EXAMENS.

J. J. Arps.

H. Baron van Asbeck.

T. T. Bartels.

J. H. Beltman.

J. Bierling.

J. van der Borden.

H. van Eck.

A. Gouka.

R. Haverschmidt.

P. B. C. Hijdra.
 G. N. de Laive.
 A. H. W. Martens.
 O. W. P. Mohr.
 R. Naber.
 M. W. Okker.
 P. H. Schoute.
 F. P. Sizoo.
 P. A. Snijders.
 J. M. Weehuizen.
 K. van der Weg.
 H. J. de Wijs.

CAND DAATS-EXAMENS.

L. E. J. Brouwer (met lof).
 H. H. Duurentydt.
 A. M. H. Hermans.
 H. J. Houtman.
 K. H. R. Hoyer.
 A. Keck.
 H. E. Kruyt.
 J. E. M. S. Raedts.
 J. J. Roelants.

INGENIEURS-EXAMENS.

G. L. Blokhuis.
 E. F. Bouman.
 H. H. Bourdrez.
 K. A. H. Buss.
 A. H. J. van Goch.
 L. van Houten.
 W. M. Kersten.
 J. C. Klinkert.
 P. H. Lefebvre.
 J. van der Lely.

C. J. A. van Lummel.
 C. H. van Raalten.
 H. A. Stheeman.
 A. W. Tondu.
 J. H. Westerman.

GESLAAGD IN HET JAAR 1930

PROPAEDEUTISCHE EXAMENS.

J. L. H. Bemelmans.
 C. J. A. Berding.
 B. de Blank.
 F. J. Dermout.
 G. J. Goedkoop.
 J. R. van der Laan.
 E. J. van de Laarschot.
 P. W. A. Lanzing.
 T. L. J. Vreugde.
 J. W. Zurhaar.

CANDIDAATS-EXAMENS.

J. J. Arps (met lof).
 J. H. Beltman.
 H. van Eck.
 F. L. van Ham.
 J. E. van Leeuwen.
 A. Lopes Cardozo.
 A. B. Mettavier Meyer.
 P. J. M. Satijn.
 W. F. G. L. Starrenburg.
 The Sing Bie.
 E. G. van der Veen.

INGENIEURS-EXAMENS.

J. G. van Blom.
 C. N. Cramer.

G. W. Baron van Dedem.
 H. A. van den Dungen.
 H. Pomes.
 L. L. van Praag.
 H. R. Schutte.
 T. de Vries.

PROMOTIES VAN MIJNINGENIEURS TOT DOCTOR IN DE
 TECHNISCHE WETENSCHAPPEN.

- 20 Dec. 1928: Ir. C. H. J. Wilhelm.
 De tinerts afzettingen van het eiland Singkep en de genese van
 de alluviale afzettingen.
 Promotor Ir. H. F. Grondijs.
- 30 Jan. 1929: Ir. J. Westerveld.
 De bouw der Alpujarras en het tektonisch verband der Oostelijk
 Betische Ketens.
 Promotor Dr. Ir. H. A. Brouwer.
- 27 Maart 1929: Ir. H. L. J. Zermatten.
 Geologische onderzoekingen in de Randzone van het Venster
 der Sierra Nevada (Spanje).
 Promotor Dr. Ir. H. A. Brouwer.
- 20 Juni 1929: Ir. G. J. H. Molengraaff.
 Geologie en geohydrologie van het eiland Curaçao.
 Promotor Dr. G. A. F. Molengraaff.
- 21 Mei 1930: Ir. L. van Houten.
 Geologie des Pelmo Gebietes in den Dolomiten von Cadore.
 Promotor Dr. Ir. J. A. A. Mekel.
-



Prof. Dr. H. A. BROUWER

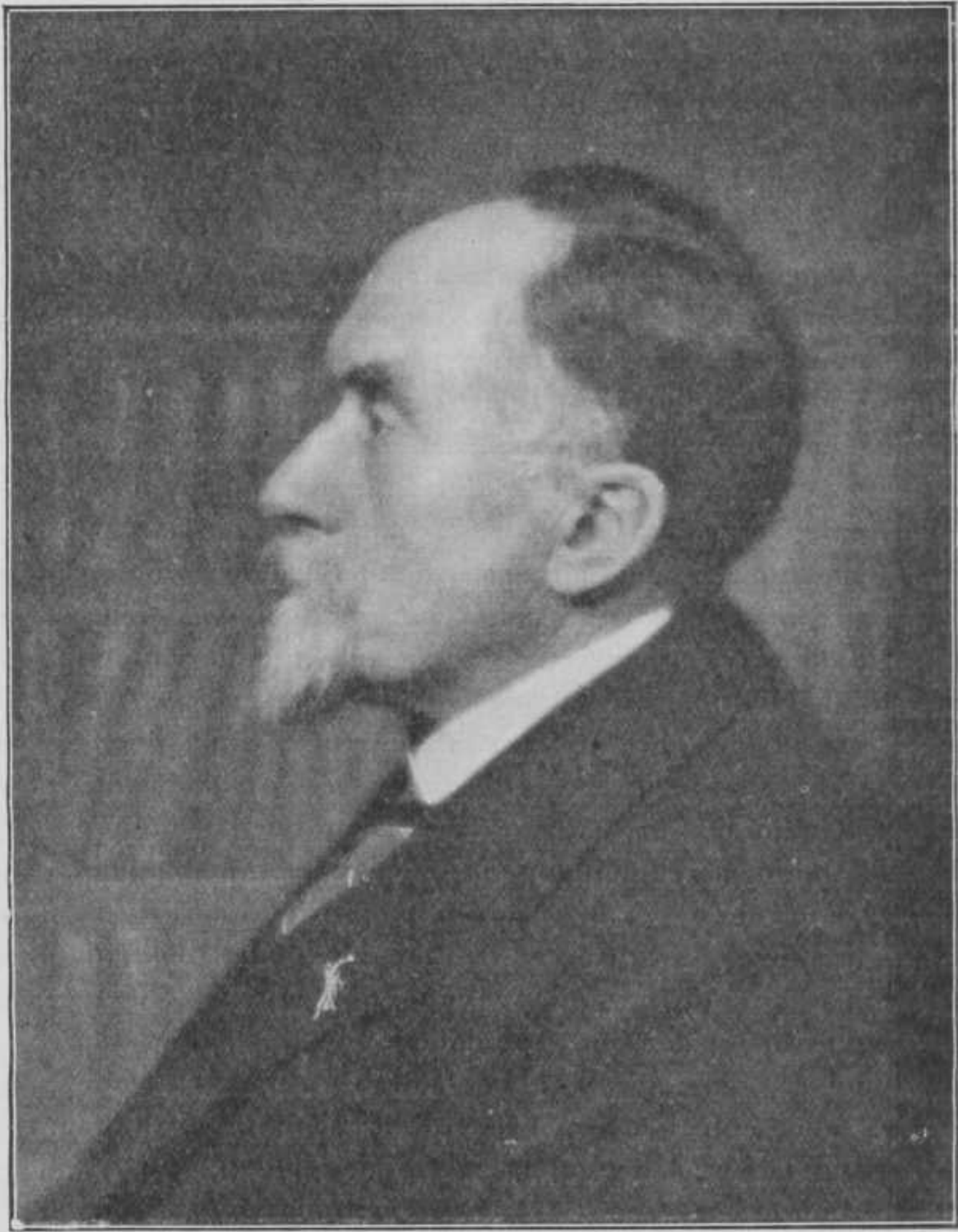
BIJ HET AFTREDEN VAN Prof. Dr. Ir. H. A. BROUWER m.i.

In het begin van het jaar 1929 werden de studenten in de mijnbouwkunde op zeer onprettige wijze verrast door de geruchten over een mogelijk aftreden van Prof. Dr. Ir. H. A. Brouwer, geruchten, die ondanks pogingen, mede door de M.V. aangewend, om Prof. Brouwer voor Delft te behouden, helaas weldra tot zekerheid werden. Het was een groot en bijna onherstelbaar verlies voor de Afdeeling der Mijnbouwkunde, om binnen een jaar tijds hare beide groote docenten in de geologische wetenschappen te moeten verliezen.

Het ligt niet op onzen weg, reeds nu een overzicht te geven van den wetenschappelijken loopbaan van Professor Brouwer. Maar wel wenschen wij er nog eens den nadruk op te leggen, hoezeer wij zijn levendige colleges, en de bezielende leiding zullen missen, die van hem uitging in 't veld op excursies en tijdens karteeringsoefeningen, die hij in de laatste jaren door ongesteldheid van Professor Molengraaff alleen moest leiden, en waarbij zijn bekwaamheid en veelzijdigheid als veldgeoloog tot volle uiting kwam. En niet het minst ook zullen wij de, ter gelegenheid van excursies en colloquia door hem in het leven geroepen debatten missen, die zoo stimuleerend werkten op onze interesse en verdere belangstelling in de geologie.

Wij hopen, dat de relaties met de M. V. nog vele jaren van zeer vriendschappelijken aard zullen blijven.

DE REDACTIE.



Frederick M. Johnson

BIJ HET AFTREDEN VAN Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF.

Prof. Dr. Ir. J. A. A. Mekel was zoo welwillend, ons toestemming te verleen, zijn, ter gelegenheid van het aftreden van Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff in het Jaarboek 1930 van het Geol. Mijnb. Genootschap gepubliceerd, herdenkings-artikel, dat beter dan iets anders ook onze gevoelens van dankbaarheid en bewondering jegens Professor Molengraaff vertolkt, in het M.V. Jaarboek te doen afdrukken.

Wij zouden aan dit artikel slechts nog willen toevoegen, dat de band tusschen Professor Molengraaff en de Mijnbouwkundige Vereeniging ook na zijn afscheid even krachtig moge blijven als voorheen.

Op 1 April 1930 gaf Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff een laatste college aan studenten der Technische Hoogeschool en aan vakgenooten en belangstellenden, waarmede hij afscheid nam van het academische leven. Na een overzicht te hebben gegeven van den snellen opbloei der geologische wetenschap gedurende de laatste vijftig jaren, besloot Molengraaff zijne rede met de woorden: „Dit alles geeft mij m.i. het recht te zeggen, dat de geologische wetenschap thans een heroïsch tijdvak doorleeft.”

Dat de ontwikkeling der geologie thans op deze juiste wijze kan worden geteekend, is te danken aan een groot aantal geestdriftige werkers, die in rusteloozen arbeid hebben voortgebouwd op de fundamenten door vroegere geslachten gelegd. En dat ook Nederland met eere mag genoemd worden wanneer in de toekomst de geschiedenis der geologie zal worden geschreven, is voor een groot deel

te danken aan het werk van Molengraaff en aan den verstrekkenden invloed dien hij als docent gedurende vijf en dertig jaren heeft uitgeoefend.

Aan zijn werk in de eerste plaats. Ernstige studie der geologie is slechts mogelijk, indien conclusies op veldwaarnemingen worden gebouwd en van het begin zijner loopbaan begreep niemand dit beter dan Molengraaff. Nog vóór zijne promotie bereisde hij de Nederlandsch-West-Indische eilanden, waar hij het materiaal verzamelde voor zijne dissertatie: „De geologie van het eiland St. Eustatius”, waarop hij in 1886 te Utrecht promoveerde tot doctor in de aard- en delfstofkunde.

Zijne liefde tot de geologie en tot de natuur dreef hem steeds opnieuw tot het uitvoeren van onderzoekingen in weinig of niet bekende gebieden en reeds in 1890 begaf hij zich naar Zuid-Afrika waar hij de geologie der goudvelden van het Hoogeveld bestudeerde.

In 1893—1894 nam Molengraaff deel aan de Nederlandsche expeditie naar Centraal Borneo, in 1897 werd hij benoemd tot staatsgeoloog in Zuid-Afrika, in 1901 begaf hij zich wederom voor korten tijd naar Nederlandsch-Indië en van 1902—1905 was hij werkzaam als raadgevend geoloog in Zuid-Afrika.

In 1910—1911 volgde andermaal eene reis naar Ned.-Indië, ditmaal naar Timor, terwijl hij in 1922 deelnam aan de „Shaler Memorial Fund Expedition” naar Zuid-Afrika.

De resultaten zijner onderzoekingen legde hij neer in een groot aantal alom bekende publicaties, waarvan wij hier slechts willen noemen zijn „Geologische Verkenningstochten in Centraal Borneo” en zijn samenvattend werk over Transvaal „Géologie de la République Sud-Africaine du Transvaal.”

Dat de geologie zich in de laatste vijftig jaren tot eene zoo groote hoogte heeft kunnen ontwikkelen, is in de eerste plaats te danken aan het feit, dat wij thans beschikken over een groot aantal nauwkeurige waarnemingen in alle deelen der wereld, bijeengebracht

door een leger van toegewijde werkers. Het is echter slechts aan de grooten onder hen, aan de aanvoerders, voorbehouden om niet alleen bij te dragen tot het verzamelen van gegevens, maar om tevens uit die gegevens gevolgtrekkingen van algemeenen aard af te leiden en hypothesen op te stellen, die verder dragen dan het enge gebied van hun begrensde onderzoeksterrein. Molengraaff nu heeft getoond niet alleen een scherpzinnig waarnemer te zijn, doch tevens de zeldzame gave te bezitten zijne waarnemingen te kunnen benutten tot het opbouwen van nieuwe hypothesen en tot het verhelderen van ons inzicht in nog onopgeloste problemen van algemeenen aard. Dit stempelt hem tot meer dan een scherpzinnig en nauwgezet waarnemer; deze gave plaatst hem in de rij der wetenschappelijke baanbrekers. Het probleem der diepzee afzettingen, het ontstaan van koraalriffen, de isostasie, de verklaring van de groote tektonische lijnen der aarde, dit alles zijn vraagstukken die zijne belangstelling hadden en aan wier oplossing hij heeft medegewerkt.

Te bewonderen is ook zijne groote veelzijdigheid, want niet alleen op het gebied der zuivere geologie, doch tevens als petrograaf heeft Molengraaff waardevol werk geleverd, getuige o.a. zijne studie, te zamen met Hall, van het Vredefort massief, terwijl hij in het begin zijner wetenschappelijke loopbaan ook kristallographische onderzoekingen uitvoerde, waarvan de resultaten zijn neergelegd in zijn: „Studien am Quarz.”

Molengraaff's beteekenis voor Nederland reikt echter veel verder dan die van den oorspronkelijken onderzoeker. Eerst ongeveer vijftig jaren geleden werd in ons land de geologie opgenomen onder de vakken die aan de universiteiten werden gedoceerd, doch het geheele onderwijs in de heterogene vakken, die te zamen de geologische wetenschap uitmaken en in hare hulp-wetenschappen werd aan iedere universiteit opgedragen aan slechts één hoogleeraar. Dat op deze wijze van een ernstige beoefening der geologie nauwelijks sprake kon zijn, behoeft geen betoog. Bovendien wekte de gesteldheid van onzen bodem niet de lust tot de studie eener wetenschap, die slechts kan bloeien wanneer zij steunt op waarnemingen in het terrein. Het is dan ook niet te verwonderen, dat

gedurende deze eerste periode van universitair geologisch onderwijs slechts zeer weinigen de aard- en delfstofkunde tot het vak hunner keuze maakten. Dat hierin later eene groote verandering kwam en dat ook in Nederland in de laatste vijf en twintig jaren vele bekwame geologen zijn gevormd, is voor het grootste gedeelte te danken aan M o l e n g r a a f f ' s invloed als docent.

Reeds in 1887 werd M o l e n g r a a f f belast met het onderwijs in de geologische vakken aan de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam, waar hij eerst als privaat docent en tot 1897 als buitengewoon hoogleeraar werkzaam was. Zijn grootsten invloed echter oefende M o l e n g r a a f f uit nadat hij in 1906 het hoogleeraarsambt had aanvaard in de aard- en delfstofkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft. Hier kon hij zich geheel wijden aan het onderwijs en de geologie, daar hij thans niet meer was belast met het doceeren der hulpwetenschappen; hier ook vond hij een groot aantal studenten, waaronder vele die zich na zijn komst te Delft onder zijne leiding gretig toelegden op de studie der geologie. M o l e n g r a a f f ' s buitengewone begaafdheid als redenaar en docent, zijne groote liefde tot zijn vak, die hij op zoo vele zijner toehoorders wist over te dragen, zijne zoo zorgvuldig voorbereide en uitstekend geleide excursies naar geologisch belangwekkende gebieden, deed vele aanstaande mijningenieurs besluiten zich geheel te wijden aan de studie der geologie. Zoo heeft M o l e n g r a a f f in Delft school gemaakt en het grootste gedeelte der Nederlandsche geologen, die thans met vrucht werkzaam zijn in onze koloniën, zoowel als in andere landen, waren zijne leerlingen en zijn door hem gevoerd tot de beoefening der geologie als hun levenstaak. De indirecte invloed die M o l e n g r a a f f als docent op de ontwikkeling der geologische wetenschap heeft uitgeoefend is dan ook moeilijk te overschatten.

Thans heeft M o l e n g r a a f f afscheid genomen van het academische leven, doch niet van het beoefenen zijner wetenschap. Want een man als hij, met jeugdig vuur beziel, wiens geestesgaven door den tijd slechts zijn gerijpt en wiens belangstelling uitgaat ook naar de nieuwste opvattingen der wetenschap, zal vruchtbaar blijven werken ook al stelden wettelijke bepalingen eenen termijn aan zijne

officieele loopbaan. Hem het otium cum dignitate toe te wenschen ware gewis niet naar zijnen geest; liever wenschen wij hem geluk met de ontlasting zijner ambtelijke beslommeringen, welke hem zal veroorlooven zich thans geheel te wijden aan de studie der problemen die hem steeds hebben geboeid en tot wier oplossing hij zooveel heeft bijgedragen.

J. A. A. MEKEL.

EEN BLIK OP DEN SNELLEN OPBLOEI DER GEOLOGISCHE WETENSCHAP IN DE LAATSTE 50 JAREN

Rede, uitgesproken bij gelegenheid van zijn aftreden als Hoog-
leeraar op 1 April 1930 door Dr. G. A. F. Molengraaff

Dames en Heeren,

wier tegenwoordigheid te dezer plaatse ik op hoogen prijs stel, nu gij hier zijt gekomen om de enkele woorden te hooren, die ik bij mijn afscheid van deze Hoogeschool tot U zal mogen spreken, zult gij allicht van mij verwachten, dat ik zal terugzien op het stuk ontwikkelingsgeschiedenis der geologische wetenschap, dat ik persoonlijk heb mogen beleven. Inderdaad neem ik mij voor dat te doen, niet alleen omdat ouderen nu eenmaal in den regel gaarne terugzien en ik op dien regel geen uitzondering maak, maar ook omdat het mij vergund is geweest te leven in een periode van opbloei en merkwaardig snelle ontwikkeling dier wetenschap. De regelmatige gang van de ontwikkeling der menschelijke kennis wordt nu en dan versneld hetzij door belangrijke ontdekkingen, die onverwachte feiten en verhoudingen aan den dag brengen, of door den invloed van nieuwe hypothesen of theorieën, opgeworpen door mannen van ongewone begaafdheid. Zulke nieuwe theorieën openen nieuwe wegen voor het denken en de speculatie; zij bezitten een revolutionair karakter en verstoren veelal de schijnbare orde en samenhang van algemeen aangenomen denkbeelden en doen oude en beproefde leerstellingen of dogma's over boord werpen.

Zoo deed de theorie van Darwin de leerstelling van de onveranderlijkheid der soorten en de orthodoxe verklaringen der teleologie verlaten, en evenzoo verbrak de ontdekking der radio-activi-

teit een der peilers van het gebouw der chemie — het begrip van de individualiteit der elementen.

Nieuwe en revolutionaire theorieën, zoo zij belangrijk zijn, hebben, voor zij nog algemeen erkend zijn, steeds vurige aanhangers, maar daarnaast heftige bestrijders, en niet zelden legt het aantal dier bestrijders en hun ijver een nog welsprekender getuigenis af van de beteekenis van zulk een nieuwe theorie dan de bijval, die haar van andere zijden gewordt.

Gedurende de opkomst van zulke nieuwe theorieën neemt men in het kamp van de tak van wetenschap, die er in betrokken is, teekenen van sterk verhoogde werkzaamheid waar, en men mag de tijdperken der ontwikkeling en verspreiding van nieuwe denkbeelden in iedere wetenschap heroïsche tijdvakken noemen.

Ik ben van oordeel, dat de geologische wetenschap thans zulk een tijdvak doorleeft.

Nieuwe hypothesen en theorieën van ongewone beteekenis zijn in den laatsten tijd opgeworpen en ontdekkingen, voor de geologische wetenschap, direct of indirect, van het grootste belang, zijn gedaan.

Vergun mij daarom, zeer in het kort, U te schetsen waardoor de ontwikkelingswijze van het geologisch weten zich kenmerkt en U kennis te doen maken met enkele der nieuwste resultaten van het menschelijk denken op dit gebied.

De groote bekoring, die van de geologie uitgaat, feitelijk bijna tot een ieder, die haar leert kennen, berust stellig voor een groot deel op haar veelzijdigheid. Zij vermag zoowel den mathematisch aangelegden denker als den biologisch aangelegden vorschcr te boeien.

Aan de ééne zijde betreedt zij het terrein der mathesis in een harer onmisbare onderdeelen, de kristallografie, aan de andere zijde strekt zij zich uit over het terrein der biologie in een ander harer onmisbare onderdeelen, de palaeontologie.

Duidelijk weerspiegeld vindt men het eenigszins dualistisch karakter der geologie in de wijze van ontwikkeling van haar juist genoemde bijna aan elkaar tegengestelde voorposten.

De kristallografie of leer der kristallen, de ma-

thematische pool der geologie, heeft geheel haar eigen ontwikkelingsgang gehad. Zij gaat in een rechte lijn op haar doel af; iedere nieuwe denkwijze bouwt logisch voort op hetgeen al bekend was en eigenlijk beteekent de geheele ontwikkelingsgeschiedenis der kristallografie een steeds dieper doordringen in het beantwoorden der vraag: „wat is kristallijne structuur?” en daarmede ten slotte van de vraag: „wat is vaste stof?” Het begon, allen ver vooruit, met Huygens, toen hij in 1678 een bepaalde regelmatige rangschikking der kleinste eenheden, aan welke hij een sphaeroïdische gedaante toeschreef, in calcië-kristallen bepleitte, om daaruit de optische eigenschappen van dat mineraal te kunnen verklaren. Uit dit grondbegrip van Huygens heeft zich geleidelijk, maar langs een rechte lijn, de moderne theorie van de inwendige structuur der kristallijne stoffen ontwikkeld, terwijl de vraag waarom het Huygens eigenlijk te doen was, op welke wijze zulk eene regelmatige rangschikking in een kristal de voortplantingssnelheid van het licht beïnvloedt, eerst in den allerlaatsten tijd haar oplossing nabij gekomen is.

In het jaar 1822 volgde Haüy met zijn theorie der regelmatige rangschikking der splijtingseenheden als kleinste bouwsteenen der kristallen, en na hem, in het jaar 1849, Bravais, die de leer der ruimtetralies ontwikkelde en de symmetrie-wetten der kristallen uiteenzette.

Voor de kristallografie was het jaar 1879 ongemeen belangrijk, toen Sohncke in München, steunende op algemeene mathematische beschouwingen van Camille Jordan, de leer der regelmatige puntssystemen op kristallen toepaste en er zeer veel toe bijdroeg, dat Groth in staat was, in 1905, in de Royal Society te Londen een beeld te geven van de „kristallijne structuur”, dat in beginsel ook nu nog algemeen als juist wordt erkend. Jarenlang daarna heeft de kristallografie steeds gesteund op en gewerkt met de feitelijk nog niet empirisch bewezen theorieën van Bravais en Sohncke, die mogelijk maakten alle physische eigenschappen der kristallen af te leiden uit één veronderstelling. Eerst in het jaar 1912 heeft Laue de feitelijkheid van die theorie bewezen door het bestudeeren van kristallijne structuren met Röntgen-stralen.

Na dien gaat, vooral onder de leiding der Bragg's, de kennis der kristallen snel vooruit en de kristallografie is thans meer en meer een onderdeel geworden van de physische wetenschap, en wel van de leer van de vaste stof.

De kristallografie vertoont dus reeds meer dan een eeuw ($2\frac{1}{2}$ eeuwen zoo men met Huygens begint) het beeld van een wel is waar spronggewijzen, maar toch rechtlijnigen, men zou haast zeggen doelbewusten, ontwikkelingsgang; de logische samenhang van alle onderdeelen der kristallografie en de logische draad die haar ontwikkeling kenmerkt, verklaart de aantrekkelijkheid, die, niet het minst voor den docent, van dit vak uitgaat.

En nu de palaeontologie of leer van het organisch leven op aarde in het geologisch verleden. De palaeontologie, de biologische pool der geologie, hoe onmisbaar haar gegevens ook zijn met name voor de stratigraphische en historische geologie, behoort als wetenschap en studievak tot de biologie. Het is zeker voor haar ontwikkeling niet van voordeel geweest, dat zij veel meer door geologen dan door biologen is beoefend en niet zelden is verlaagd tot een hulpmiddel — ik erken dadelijk een onmisbaar hulpmiddel — bij het determineeren en rangschikken der aardlagen en formaties.

De ontwikkelingsgang der palaeontologie is een geheel andere geweest dan die der kristallografie; van een rechtlijnig voortschrijden, gericht naar één einddoel, is hier geen sprake. De palaeontologische wetenschap is steeds in hoofdzaak een vormbeschrijvende gebleven. Wat algemeene gezichtspunten betreft, heerscht van den aanvang der 19^e eeuw af onbeperkt Cuvier's hypothese der aardrevoluties of catastrophen met de leer der opeenvolgende en elkaar vervangende scheppingen, totdat ruim 50 jaar geleden in de biologie, en inzonderheid de palaeontologie, de afstammings- of evolutieleer naar Darwin's verklaring snel en algemeen veld won; men mag zeggen, dat deze tot op den huidigen dag het bespiegelende deel van die wetenschap beheerscht.

Het is eigenaardig (bijna een „Ironie des Schicksals”) dat, terwijl zeer gewichtige argumenten voor de evolutieleer door Darwin ontleend werden aan de palaeontologie en de zoogenaamde „Col-

lectieftypen" daarbij sterk op den voorgrond traden, het juist weer in den laatsten tijd deze Collectief-typen zijn (of liever het onvoldoende dezer Collectief-typen), die doen betwijfelen, of de evolutie der levende wezens op aarde wel door de hypothese van Darwin kan worden verklaard. Het ontoereikende van deze verklaring wordt ook van andere zijden, b.v. van de embryologische kant, gevoeld. Toch kan men niet zeggen, dat reeds belangrijke andere opvattingen ter vervanging van die van Darwin algemeen erkend zijn; in de biologie bracht Hugo de Vries' mutatieleer niet, wat men er in den aanvang van had verwacht; in de palaeobiologie vond Steinmann's sterk morphologisch getinte „Vererbungslehre" geen aanhangers. De eenige moderne theorie, die belangrijke wijzigingen belooft te brengen in het vraagstuk der bioevolutie en dit eene belangrijke schrede belooft vooruit te brengen, is Dubois' theorie van de autonome volmaking der animale functies als een groeiverschijnsel, die ons een tastbare verklaring van de phylogenese in haar geheel aan de hand doet.

En nu de geologie zelve.

De geologie vertoont in haar ontwikkelingsgang een uitermate bont beeld; hier niet een logische, rechtlijnige ontwikkeling, telkens na rustpoozen door geniale denkers weer in dezelfde richting voortgezet, zooals bij de kristallografie, hier niet enkele allesomvattende nieuwe gedachten, die de bakens geheel doen verzetten en de diepere opvattingen gedurende vele decenniën volkomen beheerschen, zooals in de palaeontologie, maar hier, in het kamp der geologie, een strijd tegen het onbekende, die naar allerlei richtingen wordt gevoerd en met allerlei hulpmiddelen wordt gestreden. Nauw wordt daarbij voeling gehouden met verwante wetenschappen als astronomie, physica, physische chemie, botanie, zoölogie, ook mathesis en mechanica. De kracht der geologische bewijsvoering ligt in haar veelzijdigheid; zij grijpt een probleem van allerlei zijden aan en door convergeerende argumentatie wordt de juiste oplossing benaderd, en wordt die ten slotte, somtijds na het inslaan van talrijke dwaalwegen, verkregen. Talrijke hypothesen en theorieën worden opgesteld en vele ook weer verlaten; zoo veelzijdig en rijk zijn de problemen, die de natuur in de geologie aan den mensche-

lijken geest aanbiedt, dat dikwijls de samenhang tusschen de vele nieuwe denkbeelden en onderzoekingsmethoden schijnt verloren te gaan.

En toch voelt iedere beoefenaar der geologie, dat hij, te midden van al die snel opduikende en dikwijls ook weer snel verlaten hypothesen, te midden van dien grooten wedstrijd van denkbeelden, als door een reusachtigen stroom wordt meegevoerd, die toch vooruit voert, vooruit naar beter begrijpen van de oneindig rijke natuur.

Laat ik enkele grepen doen uit de geschiedenis der geologie in de laatste halve eeuw en U schetsen wat er thans geworden is van enkele der voornaamste problemen, die 50 jaar geleden in de geologie aan de orde waren.

Vooreerst het probleem van de geologische tijdrekening en den ouderdom der aarde; een probleem zoo oud als de wetenschap der geologie zelve.

Gij allen weet, dat geologen altijd gul zijn geweest, waar het den tijd gold, dien zij noodig achten om het gebeuren gedurende den ontwikkelingsgang der aarde zich te kunnen voorstellen. Men heeft daarmede wel eens den spot gedreven en opgemerkt, dat geologen — en dat was al lang voor den grooten oorlog — lichtvaardig met millioenen omspringen.

Lord Kelvin maakte daaraan een einde, of scheen daaraan althans een einde te maken, door in het jaar 1862 in een natuurlijk onverbeterlijke mathematische uiteenzetting, die evenwel steunde op een niet onaanvechtbare praemisse, den geologen 100.000.000 jaren toe te meten voor den geheelen ontwikkelingstijd der aarde, gerekend van af den tijd van het ontstaan der eerste stollingskorst tot heden. Later, in 1897, bracht hij dat cijfer nog terug tot 20, of hoogstens 40.000.000 jaren.

Daartegen scheen toen niet veel in te brengen te zijn; over een absolute tijdrekening beschikte de geologie niet, wèl over een relatieve; zij was in staat alle gebeurtenissen der geologische geschiedenis van den oudsten tijd tot op heden op de juiste wijze naar hun ouderdom in volgorde te plaatsen, maar zij wist

niet, hoe groot de tijdruimten waren, die telkens ieder van die gebeurtenissen van elkaar scheidde.

Van geen enkele gebeurtenis in het geologisch verleden kon een geoloog een kwart eeuw geleden den ouderdom in jaren of andere tijdseenheden aangeven.

Wel kwam daarin langzaam eenige verbetering. Beroemd zijn in dat opzicht geworden de onderzoekingen van de Geer, die uit een omvangrijk detailonderzoek van seizoensale afzettingen uit smeltwater van de plistoceene gletschers, wist te berekenen, dat het landijs, dat Scandinavië bedekte, bij zijn terugtrekken aan het einde van de laatste phase van den plistoceenen ijstijd, juist 9000 jaar geleden de streek passeerde waar nu Stockholm ligt.

Beroemd werden ook de vernuftige onderzoekingen van Gilbert en anderen, die ons den werkelijken ouderdom, in jaren uitgedrukt, leerden kennen van de ontwikkeling van de Niagararivier en den Niagarawaterval tot den tegenwoordigen toestand. Maar het gold hier slechts enkele gebeurtenissen, die geologisch gesproken, niet lang geleden zijn. Waar het oudere betref, bleef men even onkundig.

En nu is dubbel merkwaardig, dat toch van biologische zijde, o.a. bij monde van Huxley en anderen, een beslist „wij kunnen dat niet aanvaarden” tegenover Lord Kelvin's conclusie werd uitgesproken; van biologische zijde werd de tijd, door Lord Kelvin genoemd, ten eenenmale ontoereikend geacht om daarin ruimte te vinden voor de evolutie van het organisch leven op aarde.

En zooals wij zoo dadelijk zullen zien, de tijd en met hem de vooruitgang onzer kennis heeft de biologen in het gelijk gesteld; thans wordt, en geen beoefenaar der natuurwetenschappen zal er zich meer tegen verzetten, aan de geologen de volle maat, 1500.000.000 jaren en meer, gegund voor den ontwikkelingstijd der aarde, van het Praecambrium tot heden. Dit is te danken aan hetgeen de eigenschappen der radio-actieve stoffen ons in de laatste 20 jaren hebben geleerd. Zij hebben ons in staat gesteld de vraag naar den ouderdom van gesteenten in absolute cijfers, bijv. in jaren, uit te drukken, en wel langs verschillende wegen.

Een daarvan, niet de nauwkeurigste, maar wel de meest verrassende, is de volgende. In enkele mineralen, biotiet is er één van, merkt men in slijpplaatjes onder het mikroskoop cirkelvormige verkleuringen op, die sterker pleochroïtisch zijn dan het mineraal zelve. Deze liggen steeds rondom meestal zeer kleine insluitels van radio-actieve mineralen, als bijv. zirkoon, en worden daarom wel pleochroïtische hoven of halo's genoemd. Deze hoven of halo's hebben een straal van $\frac{1}{25}$ mm. De verkleuring is veroorzaakt door de werking van α -stralen, d.w.z. heliumatomen, die van uit de radio-actieve zirkoon in den omgeevenden biotiet zijn uitgeschoten. De intensiteit van dat verkleuringsverschijnsel, dus de tint, is bij gelijke radio-activiteit uitsluitend afhankelijk van den tijdsduur der inwerking.

Heeft men nu te doen met een kristal van biotiet, waarin een radio-actief mineraal, bijv. zirkoon, is ingesloten, waarvan men de radio-activiteit kent, dan kan men den ouderdom van dat biotiet-kristal, en dus ook die van het gesteente, waarvan de biotiet een primair deel uitmaakt, en dus ook weer die van andere geologisch even oude gesteenten afleiden uit de intensiteit van de kleur van de halo's om de zirkooninsluitels, en in tijdseenheden, bijv. in jaren, uitdrukken. Dit kan feitelijk thans geschieden bij alle formaties in geologisch bekende streken. Laat ik dit met een enkel voorbeeld toelichten.

Neem aan, dat gij met een boot den Rijn opvaart, bijv. tot voorbij Coblenz, wat, ik geef het toe, thans wat ouderwets zou zijn; neem verder aan, dat gij de vroeger zoo veel bewonderde en ook wel bezongen rotsgroep, de Lurlei, passeert, dan zou een geoloog tot U kunnen zeggen: het gesteente waaruit die rotsgroep is opgebouwd, is 500.000.000 jaren oud, en zoo gij mocht twijfelen, dan zou hij er aan kunnen toevoegen: toch kan ik U dat onder het mikroskoop bewijzen. Hij zou dan in beginsel de waarheid spreken, al moet erkend worden, dat de werkelijkheid wat minder eenvoudig is. Vast staat, dat de geoloog thans, dank zij onze kennis van de eigenschappen der radio-actieve stoffen, een absolute tijdrekening en een chronologie der gebeurtenissen uit de geschiedenis der aarde heeft kunnen vaststellen, die nimmer in strijd bleek te zijn met de

relatieve tijdrekening, waarover hij reeds beschikte, en die mede daarom groot vertrouwen verdient. Persoonlijk beschouw ik het verwerven van een chronologie, dus van een absolute tijdrekening, in de geschiedenis der aarde, welke stellig in de naaste toekomst tot groote volmaaktheid zal worden gebracht, als een der allerbekijkste gebeurtenissen in de geologische wetenschap in de laatste halve eeuw, een gebeurtenis die in de toekomst stellig nog vèr strekkende gevolgen zal hebben, niet alleen voor de zuivere geologie, maar ook voor de palaeontologie en daarmede voor de biologie.

Als tweede probleem wil ik dat van het ontstaan der gebergten op aarde laten volgen.

Een 50-tal jaren geleden had men zich juist losgemaakt van de denkbeelden van Leopold von Buch en anderen, die veronderstelden, dat het geheel vloeibare binnenste der aarde, op de omhullende aardkorst inwerkend, alle verschijnselen van bodembewegingen, bergvorming, vulkanisme enz. deed ontstaan. Een nieuwe theorie bloeide toen juist op, met Heim, Suess, le Conte en anderen als voormannen, de contractie-theorie, volgens welke het warmteverlies, dat de aarde ondergaat bij haar weg door het koude heelal, en de rimpeling der aardkorst tengevolge daarvan, de eigenlijke en eenige oorzaak is van de bergvorming enz. op aarde. Het magistrale werk van den Weener geoloog Eduard Suess, „das Antlitz der Erde“, een boek zooals er wellicht nimmermeer door één man zal worden geschreven, staat geheel op den bodem dier theorie en heeft er veel toe bijdragen om haar een zoo hecht fundament te verschaffen, dat dit thans, nu de theorie heftig is en nog steeds wordt bestreden, wel geschokt, maar nog geenszins verbrijzeld is.

En toch kwamen al dadelijk bij de onderzoekingen, die in de jaren tusschen 1880 en 1896 verricht werden om de nieuwe theorie te versterken, feiten aan het licht, die een gevaar voor haarzelve werden. Ik denk daarbij aan de ontdekking der horizontaal gerichte bewegingen door Bertrand en anderen, die in de gebergten in steeds meerdere mate en op steeds grootere

schaal werden aangetoond. Horizontale bewegingen, uitgezonderd op kleine schaal, passen niet in de contractie-theorie. Geen wonder, dat de voormannen der contractie-theorie aanvankelijk tegenover het bestaan dier horizontale bewegingen, de „Schub”, zooals het in Zwitserland heette, afwijzend stonden. Maar de feiten spraken steeds luider vóór hun bestaan; de beteekenis der horizontale bewegingen in de aardkorst bleek veel grooter te zijn dan men aanvankelijk had vermoed en leidde tot de theorie van den dekbladenbouw der Alpen, welke theorie in de jaren 1896—1904 onder de leiding van Schardt, Lugeon, Steinmann, Termier e.a. stormenderhand terrein veroverde en een triomftocht beleefde, zooals nimmer te voren aan eenige theorie in de geologie was te beurt gevallen. Het begrip der horizontale bewegingen met het daarbij behoorende van den dekbladenbouw van vele ketengebergten werd ten gevolge daarvan in het begin dezer eeuw in de contractie-theorie opgenomen, hoewel het er eigenlijk niet in te huis behoort en slechts op een min of meer gewrongen wijze in kan worden ondergebracht. Dat dit toch is gebeurd, mag verklaard worden uit het feit, dat er geen andere redelijke verklaring van de bergvorming bestond en voorts uit de overweging dat de contractie-theorie inderdaad een fraai geheel geeft, en door de autoriteit van geleerden van den eersten rang werd gesteund.

Maar toen kwam, eigenlijk van geheel onverwachte zijde, twijfel aan de juistheid der grondstelling der contractie-theorie welke deze is, dat de aarde afkoelt bij haar loop door het koude heelal. Radio-actieve stoffen, die het echtpaar Curie in het jaar 1898 had ontdekt en in hun fenomenale krachten had leeren kennen, bleken in het aardlichaam in voldoende hoeveelheid aanwezig te zijn om te mogen aannemen, dat zij een bron van warmte van beteekenis kunnen zijn. En dat gaf het recht, den aanhangers der contractie-theorie de vraag voor te leggen: toegegeven, dat de aarde bij haar weg door het heelal warmte zal afgeven, zijt gij er dan toch wel zeker van dat het aardlichaam zelve ten slotte afkoelt? Bestaat er niet wellicht een evenwicht tusschen geproduceerde en afgevoerde warmte, of is het misschien zelfs mogelijk, dat het aardlichaam warmer wordt? Daarop moest de contractie-

theorie het antwoord schuldig blijven. Maar zoo de aarde zich dan wellicht niet afkoelt en de aardkorst zich niet ten gevolge van die afkoeling rimpelt, wat zou dan de, of één oorzaak van het ontstaan van ketengebergten kunnen zijn?

Het antwoord, later daarop gegeven, was reeds in het jaar 1855 in Calcutta voorbereid door een godgeleerde, Pratt, en een astronoom, Airy, onafhankelijk van elkander.

Zij stelden, steunend op geodetische waarnemingen, een hypothese op, die later de theorie of leer der isostasie is genoemd, welke theorie, in hoofdzaak in den vorm door Airy gegeven, thans een der peilers van het gebouw der geologische wetenschap is.

Zij leert onder meer, dat de continenten soortelijk lichter zijn dan hun ondergrond en dan den daarmee samenhangenden bodem der oceanen, en dat de continenten op die zwaardere massa, die de geheele aarde omhult en die wij thans de sima noemen, drijven, zooals bijv. houtbalken of houtvloten op het water. Airy gebruikte al in 1855 deze vergelijking. Maar de sima is, en dat is het merkwaardige, geen vloeistof, maar een harde steensubstantie, vergelijkbaar met bazalt. Airy noemde de sima „lava”. Toch zouden volgens die leer de continenten op de sima drijven; en evenals houtvloten, wanneer er een vracht op wordt geladen, meer diepgang verkrijgen, en bij wegnemen van die vracht weer tot hun vroegeren stand uit het water oprijzen, zoo zouden ook de continenten bij belasting dieper in de sima zinken en er bij ontlasting weer hooger uit op duiken, alleen veel, veel langzamer dan bij de houtvloten in het water geschiedde. Maar dan zou de sima, hard als bazalt, onder hooge druk zich plastisch moeten gedragen. Hoe heeft men dat kunnen bewijzen? Hier is de natuur te hulp gekomen. Zij heeft voor ons een proef, een geweldige proef, in den plistoceenen ijstijd genomen. Zij ontnam toen aan de oceanen groote hoeveelheden water en stapelde dat, als ijs, tot een dikte van wel 1000 m. op deelen van continenten, bijv. op Scandinavië, op een groot deel van Noord-Amerika, met name van Canada enz. Langzaam daalden de continenten onder dien last, in Scandinavië meer dan 300 m. En toen — nu stel ik het verloop der dingen eenvoudiger voor dan het geweest is — het zakken zoo ongeveer was opgehouden, smolt

het ijs weer weg en het smeltwater werd weer aan de oceanen terug gegeven; de continenten rezen toen weer langzaam uit de sima, waarin ze waren gedompeld, op, evenveel als ze vroeger waren gedaald.

Door deze proef bewees de natuur ons de cardinale eigenschap van de diepere deelen der aardkorst, van de sima, n.l. dat zij zich inderdaad zooals Airy reeds vermoedde als een plastische stof gedraagt, een noodzakelijke voorwaarde voor de leer der isostasie.

En op de volgende wijze leidde het resultaat van die proef tot een nieuwe verklaringswijze voor het ontstaan van ketengebergten.

Op een dag in het jaar 1910 beschouwde een geodeet en meteoroloog, Dr. A. Wegener, die in de leer der isostasie doorkneed was, de toen pas verschenen fraaie kaart van den Atlantischen oceaan, door Groll ontworpen. Hij werd getroffen door de opmerkelijke evenwijdigheid en overeenkomstigheid van de kustlijnen naar West en Oost van dien Oceaan. Ook anderen waren voor hem daardoor stellig al eens getroffen, maar bij Wegener, een boven anderen begaafde, ontketende de beschouwing van die merkwaardige overeenkomst der kustlijnen een gedachtengang, die onder meer ook tot een nieuwe verklaring voor het ontstaan der ketengebergten leidde.

Hij vroeg zich af: is het niet mogelijk, dat de Oude en de Nieuwe Wereld vroeger als één landmassa met elkaar zijn vereenigd geweest, dat daarin later een meridionale scheur is ontstaan, waardoor die landmassa in tweeën werd gedeeld, en dat daarna door horizontale beweging het deel, dat thans Amerika is, zich van de Oude Wereld verwijderde en de verbrede scheur tot den Atlantischen Oceaan werd? Neemt men dit aan, dan zou de opmerkelijke evenwijdigheid en overeenkomstigheid in geologischen bouw der beide kustlijnen West en Oost van dien oceaan van zelve moeten volgen, omdat die kustlijnen dan eenmaal de tegengestelde randen van één en dezelfde scheur zouden zijn geweest.

Maar bestaat er grond om de mogelijkheid van horizontale bewegingen van groote landmassa's, van continenten, aan te nemen?

De leer der isostasie antwoordt daarop in bevestigenden zin. Immers indien, wat de natuur ons gedurende en na den ijstijd heeft

bewezen, de sima plastisch genoeg is om te kunnen wegstroomen onder continentale schollen, die belast worden en om te kunnen toestroomen, zoo deze ontlast worden en dus vertikale bewegingen van continenten mogelijk te maken, dan zal zij ook plastisch genoeg moeten zijn, om horizontale bewegingen van continenten te kunnen gedoogen.

Eenmaal de mogelijkheid van de horizontale bewegingen van continenten toegegeven, moet daaruit ook de mogelijkheid van ontmoetingen en botsingen van continentale landmassa's tegen elkander volgen.

Bij zulke botsingen zullen de randen dier continentale massa's verdrukt en verbrijzeld kunnen worden, tegen elkaar geperst worden en op en onder elkaar kunnen schuiven, waarbij zij in hooge mate geplooid, verbroken en verbrijzeld zullen kunnen worden. Die randen zullen dan eenigszins te vergelijken zijn met de verhoogde kruiwallen, die door verbrijzeling en over elkaar schuiven, aan de randen van ijsschollen, bij het botsen tegen elkaar, bij het zogenaamde kruien, worden opgeworpen.

En nu komt het antwoord op de vraag, zoo straks gesteld: Zoo wij aannemen, dat de aarde zich niet afkoelt en de contractie-theorie ons dus in den steek moet laten, wat zou dan de oorzaak van het ontstaan der ketengebergten kunnen zijn? Het antwoord zal luiden: de horizontale beweging en onderlinge ontmoeting en botsing der continenten, die op en in de sima drijven, zou één van de mogelijke oorzaken kunnen zijn. *)

En wat leert hieromtrent de werkelijkheid? Wat leeren de waarnemingen bij ketengebergten gedaan?

De randstandigheid der ketengebergten ten opzichte der continenten, de overschuivingen van veelal reusachtige afmetingen in die gebergten, de geweldige verbrijzeling en dooreenkneeding der samenstellende aardlagen, leidend tot het ontstaan van tektonische breccies (zooals bijv. op het eiland Timor en elders), de scherf- en

*) Een andere mogelijkheid, door Wegener aangegeven, dat ketengebergten kunnen ontstaan aan de voorzijde van continentale schollen, door den weerstand, die zij bij hun beweging in de sima, waarin zij zijn gedompeld, ondervinden, blijft hier buiten beschouwing.

schubstructuur, de exotische blokken, de doorenmenging van facieel sterk van elkaar verschillende elementen, dat alles, wat door waarneming gebleken is kenmerkend te zijn voor ketengebergten, kan gereedelijk worden verklaard zoo men deze met *Wegener* als het resultaat beschouwt van de botsing, en daarbij het in en over elkaar schuiven van twee continenten, kortom als de verheven vergruizingsrand of kruirand die daarbij noodzakelijk, en wel het sterkst aan den rand van het in zijn bewegingstoestand meest passieve dier twee botsende continenten, moet ontstaan. De moderne Zwitsersche geologen nemen thans aan, dat de Alpen ontstaan zijn doordat Afrika in zijn noordwaartsche beweging tegen Europa stootte, er ten deele tegen op steeg en er over heen schoof, een brokstuk Afrikaansch land, de Dinariden, waartoe ook de bekende Dolomieten in Zuid-Tirol behooren, en de daarmede verbonden Oost-Alpine dekbladen boven op den kruirand bij relaxatie der stuwing achterlatend; zoo is ook het Himalajagebergte ontstaan door de ontmoeting van Azië en Gondwanaland; zoo is een ketengebergte in volle ontwikkeling in den Oost-Indischen archipel, waar Azië en Australië met elkaar in botsing komen.

De grootsche hypothese van *Wegener* of van *Taylor-Wegener*, zooals zij terecht wel wordt genoemd, omdat reeds, vóór *Wegener*, *G. B. Taylor* het ontstaan van ketengebergten door het tegen elkaar persen van zich in horizontale richting bewegende landmassa's heeft trachten te verklaren, staat thans in het centrum der belangstelling van de beoefenaars der tektonische geologie.

Het aantal harer aanhangers neemt nog steeds, en wel in een versnellend tempo, toe en zij zal m.i. nog langen tijd haar stempel drukken op den ontwikkelingsgang der tektonische geologie.

De oorzaak dier horizontale bewegingen van continenten kent men nog niet. Is de omwenteling der aarde om haar as en daarmede de poolvlucht der boven den zeebodem verheven continentale massa's daarvan de hoofdoorzaak of moet de eerste oorzaak in het binnenste der aarde gezocht worden? Zal de radio-activiteit van de diepere deelen der aardkorst hier misschien den sleutel tot een verklaring geven, een mogelijkheid, door *Joly* bepleit, en door

onzen landgenoot van Waterschoot van der Gracht in zijn voortreffelijke uiteenzetting van de „theory of continental drift” in het jaar 1928 op volle waarde geschat? Kan glijding onder den invloed van de zwaartekracht horizontale bewegingen van continenten doen ontstaan, op de wijze zooals Daly dit mogelijk acht? Is misschien deze horizontale beweging der continenten, die zich in hoofdzaak schijnt te uiten als een verspreiden en uiteendrijven van een enkele vroeger vereenigde landmassa, de Pangaea, niets anders dan de nawerking van de geweldige wonde, in het aardlichaam geslagen bij het losrukken van de maan van de aarde? G. H. Darwin leidde reeds in 1879 uit berekeningen af, dat de maan vroeger deel van de aarde uitmaakte en, zooals Pickering in 1915 bepleitte, is misschien de simatische pantserplaat van het bekken van den Pacifischen Oceaan te beschouwen als het litteken van die wonde; zijn dan de horizontale bewegingen van continenten misschien het gevolg van thans nog niet geheel beëindigde stroomingen van compensatorisch karakter in diepere deelen der aarde, in de richting van den Pacifischen Oceaan, die de op hen rustende continentale massa's meesleuren? Of zal de juiste oplossing uit een nu nog niet bekende richting komen? Zal daarbij de contractie-theorie verdwijnen of zal zij ten slotte, wel gehavend, maar niet vernietigd uit het strijdperk treden, zooals o.a. Daly en Argand mogelijk achten? De toekomst zal het leeren.

Vijftig jaren geleden was het probleem der bergvorming een der belangrijkste in de geologische wetenschap, toen juist tal van zeer belangwekkende geschriften daaromtrent verschenen, men denke slechts aan die van Heim, Suess en Bertrand; en zoo is het ook nu nog, nog is hetzelfde probleem aan de orde, maar thans zeer verdiept en uitgebreid en ook nu weer trekken geschriften, tintelend van geest en durf, en sprankelend van vernuft, de aandacht; men denke slechts aan die van Argand, Staub, Kober, Termier, Daly, Joly en anderen.

Een derde probleem, waarvoor ik nog een oogenblik de aandacht vraag, een probleem, dat insgelijks omtrent 50 jaren geleden in de geologie reeds aan de orde was, is dat van den plistoceenen

ijstijd en daarmee dat der klimaten van voorheen in de geschiedenis der aarde.

Juist in den tijd tusschen 1875 en 1885 behaalde de zoogenaamde landijstheorie, volgens welke o.a. ook de noordelijke helft van Nederland in dien ijstijd door het Scandinavische landijs is bedekt geweest, de overwinning over Lyell's drift- of ijsbergtheorie en werd algemeen erkend. Met anderen waren Penck in Duitschland en Lorié in Nederland voorvechters der landijstheorie en brachten hun deel bij tot de zegepraal dier theorie.

Maar daarmee was de oorzaak van den plistoceenen ijstijd nog niet gevonden; astronomische zoowel als metereologische invloeden werden voor de verklaring van de koudere periode, in welke de aarde in het Plistoceen zou hebben verkeerd, te hulp geroepen maar zonder onwederlegbaar resultaat. En gemakkelijker werd het probleem niet, toen geleidelijk en overtuigend bleek dat niet alleen in het Plistoceen, maar ook in oudere tijdperken zooals in het Perm, in het Cambrium en zelfs in het Huroon verschillende deelen van de aarde, die thans een gematigd of zelfs wel een warm klimaat bezitten, door gletscherijs waren bedekt geweest. Vooral de permische ijstijd, waarvan thans de verspreiding tamelijk volledig en duidelijk bekend is, leverde groote moeilijkheden. Hoe en onder welke klimatologische invloeden, zou men zich tegelijkertijd streken als Zuid-Brazilië en Argentinië, Zuid-Afrika, een deel van Britsch-Indië en een deel van Australië vergletscherd kunnen denken? Hier kwam een combinatie van twee hypothesen voor 't eerst licht brengen en leidde tot een aanvaardbare verklaring.

De eerste hypothese is U reeds bekend en is die van de horizontale beweging van continenten, de tweede is de hypothese van de onstandvastigheid of veranderlijkheid der ligging der polen ten opzichte van de aardoppervlakte. Deze laatste was al meer dan eens opgeworpen en, gelukkig voor de geologen, door de meerderheid der astronomen niet principieel verworpen, maar zij leidde alleen tot geen resultaat om een aannemelijke verklaring van het verschijnsel der vroegere verijzingen, met name der permische, te geven. Met de Wegenersche hypothese vereenigd, leidde zij echter, in den vorm door Köppen gegeven, tot een verrassende

conceptie. Men moet erkennen, dat geen enkel onderdeel der Wegener'sche hypothese zoo fascineerend is, als juist de verklaring, die de migratie der polen vereenigd met het verbrokkelen en daarna centrifugaal uiteendrijven van deelen van een vroeger samenhangend landgebied in het carbonische en permische zuidpoolgebied, aan de hand doet voor de betrekkelijk groote eenheid en overeenkomstigheid in bouw, die de thans ver van elkaar, en ver buiten de poolstreken gelegen deelen van de in permischen tijd vergletscherde terreinen vertoonen.

Het nadere onderzoek van dit probleem der permische glaciatie is thans in vollen gang en leidde reeds tot zeer schitterende resultaten, waarbij ik onder meer aan du Toit's studies over dit onderwerp denk.

Mij even op een zijweg begevend, moge hier vermeld worden, dat Köppen's hypothese van de poolverschuivingen min of meer vereenigd met die van Wegener, ook nog licht heeft geworpen over menige andere duistere bladzijde van het geschiedboek der aarde.

Zoo gaf zij onder andere een aantrekkelijke verklaring aan de hand voor de verspreiding van de steenkoolbeddingen in het Carbon-tijdperk op aarde; eveneens stelde zij ons in staat een aanneemelijk beeld te ontwerpen van het ontstaan der geweldige zoutbeddingen in permischen en mesozoischen tijd in Midden-Europa, door dat in verband te brengen met de toenmalige ligging der droogtegordels op aarde.

En nog iets merkwaardigs heeft het dieper indringen in het probleem der glaciatie, en ik bedoel nu weer de plistoceene glaciatie waarvan ik het eerst gewaagde, aan het licht gebracht. Het betreft de koraaleilanden. Een halve eeuw geleden beschouwde men het probleem van het ontstaan der koraalriffen en vooral der opmerkelijke ringvormige atollen als opgelost; Darwin's geniale uiteenzetting daaromtrent in zijn boek „The structure and distribution of coral reefs” in 1842 verschenen, had nagenoeg iedereen overtuigd; men achtte het laatste woord in die zaak gesproken. Thans is dat anders geworden en om duidelijk te kunnen maken, hoe dat kwam, herinner ik U nog even aan de proef, die de natuur gedu-

rende den plistoceenen ijstijd, tot groot gerief der geologie, nam door groote massa's water aan den oceaan te onttrekken en die als ijs in hooge breedten op de continenten te stapelen. Ik vertelde al, dat na afloop van den ijstijd dat water weer naar den oceaan terugvloeide. Dat beteekende een groote schommeling *) van den waterspiegel over de geheele aarde, een schommeling die in tropische streken wel ongeveer 100 m. moet hebben bedragen.

P e n c k zag reeds in het jaar 1882 de belangrijkheid van die schommeling voor de geologie in en 28 jaren later zette D a l y uiteen, hoe koraalvormingen, met name atollen, tengevolge van die groote schommeling van den zeespiegel zouden kunnen ontstaan. De tegenwoordige atollen zijn volgens D a l y bij het weder stijgen van den waterspiegel in den oceaan na den ijstijd ontstaan door opgroeien van koralen van de randen van eilanden, die gedurende den lagen stand van den waterspiegel tijdens den ijstijd tot op het zeeniveau door denudatie en abrasie zouden zijn vlak gemaakt, d.w.z. tot een zeer ondiepe bijna geheel onderzeesche bank zouden zijn gereduceerd. D a l y meent, dat alle atollen op aarde op deze wijze zijn ontstaan.

Niet iedereen, en ook ik niet, deelt die meening, maar wel zijn velen, waarbij ik mij voeg, met hem van oordeel, dat atollen hun tegenwoordige gedaante aan die groote schommeling van den zeespiegel onder den invloed van den plistoceenen ijstijd te danken hebben. Met inachtneming van die restrictie is het geoorloofd met D a l y te zeggen: Atollen zijn post-glaciale vormingen, een erfenis van den ijstijd.

Wie zou 50 jaar geleden hebben kunnen denken, dat de merkwaardige koraaleilanden of atollen, die geheimzinnige sieraden der tropische zeeën, een gevolg zouden zijn van de groote uitbreiding van het landijs op de vergletscherde deelen der continenten in de poolgebieden.

En die groote schommeling van den zeespiegel als gevolg van den plistoceenen ijstijd, had nog iets zeer merkwaardigs tengevolge,

*) Wat geschied is sterk vereenvoudigd voorstellend, spreek ik hier van één schommeling.

en ik bedoel nu iets, dat vooral voor ons Nederlanders van beteekenis is geworden. Zij deed, gij zult het van mij willen aannemen, in den Nederlandsch-Indischen archipel de Soenda zee ontstaan, die prachtige watervlakte, die Sumatra en Java van Borneo scheidt. De Soenda zee is het grootste geschenk door de natuur aan den Nederlandsch-Indischen archipel toebedeeld. Aan haar is de dominerende economische positie van deze eilandengroep voor een groot deel te danken.

Eerst door het ontstaan der Soenda zee heeft het rijke, westelijke deel van den archipel een hartader, een verkeersweg te water, verkregen, die den afvoer van zijn producten mogelijk maakte, het met de groote handelswegen der wereld in verbinding bracht en het ook voor de scheepvaart die singuliere positie tusschen Oost en West verzekerde, die het eerst ten volle erkend en benut is door Sir Thomas Raffles, toen hij de nederzetting op Singapore schiep en dit eiland maakte tot de voornaamste „trait d'union" tusschen twee groote cultuurgebieden. Zonder die Soenda zee geen Singapore, geen Batavia, geen Soerabaja, geen veilige scheepvaart, geen zekere en goedkoope afvoer van de voorname handelsproducten als suiker, tabak, petroleum, tin, thee, copra en wat dies meer zij, kortom geen intensief oeconomisch leven. En die Soenda zee is dus, evenals de gedaante der koraal-eilanden, een postglaciaal verschijnsel, een erfenis van den ijstijd.

Het dieper indringen in het probleem der ijstijden heeft ten slotte nog een merkwaardig vraagpunt op het tapijt gebracht, dat paradoxaal klinkt, n.l. dit: Zijn er eigenlijk wel ooit ijstijden geweest, d.w.z. zijn er ooit perioden van lagere algemeene temperatuur, of overal op aarde tegelijk *), of afwisselend in het noordelijk

*) Het meest overtuigende argument, mij bekend, voor de meening, dat het klimaat op aarde in den voortijd niet altijd hetzelfde is geweest, gebruikt Dubois in zijn betoog, dat het feit van het snelle overgaan in tertiären tijd van de heerschappij op aarde van koudbloedige diervormen (met name reptielen) op de warmbloedige (vogels en zoogdieren) noodzakelijk maakt aan te nemen, dat na den mesozoïschen tijd het klimaat kouder moet zijn geworden.

Dubois zegt hieromtrent in zijn „the Climates of the geological past 1895", p. 56: „By the assumption that not earlier than the Tertiary period a con-

en zuidelijk halfrond, geweest? Maakt niet veeleer ieder deel van de aardkorst, al naar mate zijn ligging zich tot die polen wijzigt, een ijstijd door, wanneer het een der polen nadert? Deze vraag is een consequentie van de hypothese der poolverschuiving, terwijl ook Wegener's hypothese tot soortgelijke vraagstellingen kan leiden.

Ook zij is nog niet afdoende beantwoord.

Ook hier dus, bij het probleem der klimaten in het geologisch verleden, is de eindoplossing nog niet gevonden. Het probleem is nog steeds aan de orde, maar door de vele nieuwe en verrassende inzichten van den allerlaatsten tijd, veelzijdiger en aantrekkelijker dan een halve eeuw geleden.

In andere deelen der geologie, met name in de magmaleer, de geophysica en de geomorphologie, is het niet anders; ook dáár in den laatsten tijd intens en nog toenemend wetenschappelijk leven; ook daar volgen ontdekkingen snel op elkander en nieuwe denkbeelden breken zich baan, die veelal tot de meest verrassende gevolgtrekkingen, ook in schijnbaar geheel zijwaarts gelegen terreinen van wetenschappelijk denken, leiden.

Dit alles geeft mij m.i. het recht te zeggen, dat de geologische wetenschap thans een heroïsch tijdvak doorleeft.

siderable cooling of the previously almost homogeneous climate of the earth set in over the greater half of the earth's surface, an otherwise totally obscure chief feature in the palaeontological history of the vertebrate becomes clear. For it is only at the end of the Mesozoic period that we see the reptiles, the dominators of that long age, possessing scarcely any heat of their own, and being but poorly protected against changes of temperature by their scales and shells, recede rapidly before the classes of mammals and birds. Though these had already appeared very early in single, small and low forms, they first attained, and that rapidly, a high flourishing state, in the Tertiary period. For these classes possess in their warm blood and their bodily covering as well as in the development of their eggs — which, unlike that of those coldblooded vertebrates, requiring for this development, as for their whole vital activity, external heat so much, is not directly dependent upon the temperature of the climate — evident adaptations to a colder and more changeable climate, which at that time must have led them easily to domination in the animal world."

De feitelijkheid van deze klimaatsverandering na het einde van de mesozoïsche periode is nog niet op geologische gronden bewezen.



Prof. Ir. J. A. GRUTTERINK.

PROF. Ir. J. A. GRUTTERINK 25 JAAR HOOGLEERAAR!

Op 9 Juni 1931 herdacht Prof. Ir. Jan Adolf Grutterink den dag, waarop hij voor 25 jaar het hoogleeraarsambt in de aard- en delfstofkunde aan de Technische Hoogeschool aanvaardde met een rede over „Het experiment in de Gesteentekunde”.

Prof. Grutterink werd op 20 October 1879 in Apeldoorn geboren. In het jaar 1899 bezocht hij de toenmalige Polytechnische School en behoorde tot de weinig uitverkorenen, die in opleiding werden genomen als candidaat-mijnningenieur voor den Indischen dienst.

Gedurende zijn studietijd heeft hij rijkelijk gelegenheid gehad, zich ook op practisch gebied te bekwamen; zoo heeft hij in de zomervacanties van 1899—1903 deel genomen aan de geologische proefkartering van Nederland onder leiding van Prof. Schroeder van der Kolk.

Tijdelijk verplaatste hij zijn studies naar de Bergacademie te Freiberg en volgde het wintersemester 1900—1901 en het zomersemester 1901.

In 1902 behaalde Prof. Grutterink het diploma van mijnningenieur te Delft; de leermeesters die door hem nog steeds ten hoogste gewaardeerd worden, zijn in 't bijzonder de Hoogleeraren Behrens en Schroeder van der Kolk, bij wie hij in zijn studietijd eenige jaren assistent geweest is, en de toenmalige zelfstandig doceerende assistent, later Hoogleeraar Vermaas.

Na afloop van den studietijd werd een geologisch-technische studiereis gemaakt naar de kolenbekkens van België, Noord Frankrijk, St. Etienne, Rijnland, Westfalen en Silezië; op 8 Februari 1909 werd hij benoemd tot tijdelijk mijnningenieur bij de exploratie van Gouvernementswege van het Sawagebied in Suriname.

In dat jaar werden verscheidene expedities gemaakt, o.a. naar de Affivisitie aan de Tapanahoni, naar de Drietobbetjeskreek, zijrivier van de Sawa, enz.

Na afloop van het daarvoor bestemde jaar, volgde op 8 Februari 1905 eervolle ontheffing van de tijdelijke vervulling van het ambt mijnningenieur in Suriname.

Op 8 Augustus 1905 werd hij tijdelijk belast met het geven van onderwijs in de Delfstofkunde en de Aardkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft en het volgende jaar op 14 Mei 1906 werd hij benoemd tot Hoogleraar in die vakken.

De ambtsaanvaarding als zoodanig had plaats op 9 Juni 1906.

Tijdens het Hoogleeraarschap heeft Professor Grutterink rijkelijk gelegenheid gehad om voeling met de praktijk te houden. In een commissie met Ir. G. D u y f j e s heeft hij in 1911 een uitgebreide studie van het voorkomen van fosfaat gemaakt in verband met de taxatie van de koopwaarde van de fosfaatgroeve Santa Barbara op Curaçao met het oog op naasting door het Gouvernement; hiervoor werden de fosfaatgroeven in Algerië, Tunis, Carolina en Florida bezocht.

In 1913 heeft Prof. Grutterink een onderzoek naar petroleum indicaties in Montenegro en Albanië ingesteld.

In 1920 werden door hem de ijzerertsafzettingen in Suriname onderzocht.

In 1922 volgde een onderzoek van een goudplacer in Suriname, in 1924 een reis naar Curaçao in verband met de watervoorziening op dit eiland en in 1930, samen met Prof. G r o n d i j s, een onderzoek van de apatiet afzettingen op het schiereiland Kola.

Sedert het overlijden van Professor V a n L o o n in 1906 is Prof. Grutterink belast met de afdoening der aangelegenheden betreffende de aspirant-mijnningenieurs voor den Indischen dienst; sedert dien tijd is hij door het College van Curatoren van de T.H. belast geweest met het beheer van het Gebouw voor Mijnbouwkunde. In deze functies had Professor Grutterink veel persoonlijk contact met de studenten, en had daardoor grooten invloed op hun studie. Hij was steeds bereid om hen, die om raad tot hem kwamen, bij te staan. Wij hopen dan ook, dat Professor Grutterink nog vele jaren aan de Afdeeling der Mijnbouwkunde zijne krachten zal kunnen geven.

DE REDACTIE.

C. J. D. BIERHOFF.

Den 28sten Februari 1928 herdacht concierge C. J. D. Bierhoff den dag, waarop hij voor 25 jaar in dienst van de T. H. trad. In de Vergaderzaal van de Afdeeling had een receptie plaats, waar o.a. het woord gevoerd werd door Jhr. Ir. Strick van Linschoten, Prof. Ir. J. A. Grutterink, de heer H. J. van Goch namens de M. V. en de heer Van Dijk namens het Personeel, die hem tevens geschenken aanboden. De heer Van Goch memoreerde i.h.b. de vele diensten door den jubilaris aan de M. V. bewezen.

E. VISSER.

Den 27sten Februari 1931 herdacht amanuensis E. Visser den dag dat hij voor 25 jaren aan de Technische Hoogeschool verbonden werd. Zijn jubileum werd in het feestelijk versierde geologische laboratorium herdacht, alwaar de heeren Jhr. Ir. Strick van Linschoten namens het College van Curatoren, Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff, Prof. Dr. J. A. A. Mekel, Dr. Ir. L. van Houten, L. E. J. Brouwer namens de Mijnbouwkundige Vereeniging, Bierhoff namens het personeel en Hanau als oud-collega het woord voerden, en Visser's groote plichtsbetrachting, zijn werkzaamheid, bereidwilligheid en opgewektheid roemden. Na afloop werd een druk bezochte receptie gehouden.

Verschillende sprekers deden hunne woorden van waardeering van geschenken vergezeld gaan.



Prof. Dr. Ir. J. A. A. MEKEL.

DIKTE EN SAMENSTELLING DER AARDKORST.

Rede, uitgesproken bij de aanvaarding van het Hoogleeraarsambt aan de Technische Hoogeschool te Delft, op 30 October 1929, door Dr. Ir. J. A. A. Mekel.

*Mijne Heeren Curatoren, Professoren, Lectoren en Privaat-
Docenten, Dames en Heeren Assistenten en Studenten der
Technische Hoogeschool,*

Gij allen, die deze bijeenkomst met Uwe tegenwoordigheid vereert,

Zeer geachte toehoorders,

Elk aphorisme zoowel als elke korte, kernachtige karakterisering eener wetenschap of methode is uiteraard min of meer eenzijdig en meestal slechts ten deele waar. Het is dan ook niet dan tot op zekere hoogte juist indien wij de theoretische geologie als de wetenschap der extrapolatie bestempelen. Toch echter karakteriseert dit begrip misschien beter dan enig ander de methodiek der theoretische geologie. De beoefenaren der mathematisch-fysische wetenschappen zien, en van hun standpunt terecht, wantrouwend op deze methode neer en het mag dan ook geen verwondering wekken, dat de theoretische geologie dikwijls wordt beschouwd als een wetenschap van hypothesen waarvan slechts zeer weinige verdienen in de rij der stevig gefundeerde theorieën te worden opgenomen.

Dat de geoloog de methode der extrapolatie als werkmethode niet kan ontberen, is het directe gevolg van de eigenschappen van het object zijner studie, de aarde. Slechts een zeer klein gedeelte der aardkorst toch is voor directe waarnemingen toegankelijk. De

historische geologie heeft in dit opzicht met veel geringere moeilijkheden te kampen dan de theoretische. Want de machtige laagcomplexen, welke in lang vervlogen perioden zijn afgezet, werden op vele plaatsen door onweerstaanbare krachten uit hun oorspronkelijken horizontalen stand opgericht en snijden thans de aardoppervlakte, zoodat de geoloog, ook zonder af te dalen in diepe schachten, aardlagen kan bestudeeren, die eens waren bedekt met duizenden meters van jongere gesteenten. Zoo is het mogelijk de historie te reconstrueeren van een groot gedeelte der aardkorst en, zonder het terrein der directe waarneming te verlaten, kan de geoloog zijn conclusies trekken omtrent de omstandigheden waarin miljoenen jaren geleden de lagen werden gevormd, welke de wandelaar van heden betreedt op zijn tochten over bergen en door dalen. De historie der buitenste aardkorst kan aldus als het ware direct worden ontnomen aan de archieven van steen waarin de natuur de documenten der aardgeschiedenis heeft opgestapeld. De theoretische geologie echter staat voor problemen van geheel anderen aard. Want ook al zijn de in het verre verleden geboren aardlagen voor directe waarneming toegankelijk, zoo vormen toch deze lagen slechts het allerbuitenste omhulsel van onze planeet en juist de bestudeering van de aarde in haar geheel, dus ook van hare aan directe waarneming onttrokken kern, is een der voornaamste opgaven der theoretische geologie. Wanneer wij nu bedenken, dat de diepste boring nog geen 3 K.M. doordringt in de buitenste schors en dat wij slechts beschikken over waarnemingsperioden welke in vergelijking met den levensduur der aarde uiterst kort zijn, dan is het duidelijk dat zoowel in ruimte als in tijd de geoloog is aangewezen op het toepassen van de methode der extrapolatie. Weinig meer dan 2 K.M. der schors staat, en dan nog slechts in zeer weinig punten, voor directe waarneming ter beschikking en toch verlangt de beoefenaar der theoretische geologie conclusies te trekken omtrent de eigenschappen van de kern waarvan het middelpunt meer dan 6000 K.M. van het terrein zijner waarnemingen is verwijderd. Indien wij niet beschikten over zeer betrouwbare physische wetten, welke extrapolatie op dusdanige schaal althans tot op zekere hoogte geoorloofd maken, zou er van een weten-

schappelijke beoefening der theoretische geologie nauwelijks sprake kunnen zijn.

Gelukkigerwijze echter kan de geoloog ruimschoots putten uit het rijke materiaal, dat door de physici in rusteloozen arbeid is bijeengegaard en zoo is het mogelijk tot concepties te geraken omtrent de eigenschappen van het binnenste der aarde en omtrent de krachten die zij gedurende hare lange levensperiode heeft ontplooid, welke als verklaring der waargenomen verschijnselen essentieel niet achterstaan bij de theorieën welke andere takken der natuurwetenschap tot basis dienen. Het zij mij vergund u in korte trekken eenige dezer concepties en theorieën, en wel die welke zich bezig houden met het probleem der dikte en samenstelling der aardkorst, uiteen te zetten om u aldus een denkbeeld te geven van de werkwijze en de resultaten der theoretische geologie en om u tevens iets nader te brengen tot de kennis van de planeet die, ofschoon zij ons tot woonplaats dient, toch voor zooveel in geologisch opzicht terra incognita is.

Van de wetten der physica welke in de allereerste plaats in aanmerking komen om ons behulpzaam te zijn bij de studie van het binnenste der aarde, neemt de attractiewet van Newton een der voornaamste plaatsen in. De toepassing dezer wet toch stelt ons in staat een van de eigenschappen der aarde, n.l. haar gemiddeld soortelijk gewicht, uit waarnemingen aan de oppervlakte te bepalen. Wij behoeven in dit verband slechts te herinneren aan de bekende proeven van Cavendish, welke later zijn herhaald o.a. door Eötvös en aan die van Jolly, Poynting en anderen. Door deze experimenten is vastgesteld, dat het getal 5.52 mag worden aangenomen als de meest waarschijnlijke waarde van het gemiddeld soortelijk gewicht der aarde. Van de gesteenten waaruit de buitenste aardkorst is opgebouwd, kan het soortelijk gewicht direct worden bepaald en de gemiddelde waarde wordt door de meeste onderzoekers gesteld op 2.7—2.8. Hieruit volgt dus onmiddellijk, dat het soortelijk gewicht van de kern in elk geval groter moet zijn dan 5.52, zoodat dus met de diepte het soortelijk gewicht der aarde moet toenemen. De vraag, hoe wij ons deze toename hebben voor te stellen, is hiermede echter niet

opgelost en, oppervlakkig bezien, zou het misschien mogen schijnen, dat elke massaverdeeling welke leidt tot een gemiddeld soortelijk gewicht van 5.52 van physisch standpunt als een mogelijke hypothese moet worden beschouwd. Want dat uit de kennis van het zwaartekrachtsveld aan de aardoppervlakte niet kan worden geconcludeerd tot een eenig mogelijke massaverdeeling in het binnenste, behoeft geen nader betoog. Volgens de wet van Gauss toch kan elke ruimtelijke massaverdeeling, waarvan de afstandswerking door middel van de Newtonsche potentiaalfunctie kan worden uitgedrukt, worden vervangen, wat hare werking naar buiten betreft, door eene verdeeling op eenig vlak, dat de werkzame massa's omsluit. Daar nu elke denkbare verdeeling op een dergelijk vlak een oneindig aantal mogelijke ruimteverdeelingen der massa's kan vervangen, is het niet mogelijk uit de bekende eigenschappen van het zwaartekrachtsveld aan de oppervlakte de massaverdeeling in het binnenste ondubbelzinnig af te leiden. Toch is het mogelijk voorwaarden aan te geven waaraan deze verdeeling, en dus de toename van het soortelijk gewicht met de diepte, moet voldoen. Zoo werd reeds door Clairaut, op wiens onderzoekingen Darwin, Callandrau en anderen hebben voortgebouwd, een betrekking afgeleid tusschen de traagheidsmomenten ten opzichte van de beide hoofdassen van het omwentelingsellipsoïd, waardoor de aarde bij groote benadering kan worden voorgesteld, den vorm van de aardoppervlakte en de verhouding van de middelpuntvliedende kracht tot de grootte der zwaartekracht aan den equator. Het blijkt nu, dat aan deze betrekking wordt voldaan door elke hypothese omtrent de toename van het soortelijk gewicht met de diepte welke voert tot het juiste traagheidsmoment. Daar het mogelijk is verschillende hypothesen op te stellen welke aan deze voorwaarden voldoen, kan op meer dan eene wijze het soortelijk gewicht worden uitgedrukt als functie van de diepte. Van physisch standpunt zijn dan ook de door verschillende onderzoekers hieromtrent opgestelde wetten als gelijkwaardig te beschouwen. Een der meest belangrijke punten waaromtrent deze algemeene beschouwingswijze geen uitsluitel geeft, is de vraag of de toename van het soortelijk gewicht continu dan wel sprongsgewijze ge-

schiedt. De eerste onderzoekers als Legendre, Roche, Lipschitz en anderen, waaronder wij den beroemden Nederlandschen mathematicus Stieltjes hier niet willen vergeten, stelden formules op waarbij een continue verandering werd aangenomen. Behalve deze laatste hypothese veronderstelt Stieltjes verder nog, dat voor het binnenste der aarde de wetten der hydrostatica gelden en dat de toename van het soortelijk gewicht in de diepere gedeelten van de kern geringer is dan dichterbij de oppervlakte. Op deze wijze werden door hem de soortelijke gewichten op verschillende diepten berekend en kwam hij tot de conclusie, dat het soortelijk gewicht van de kern in de nabijheid van haar middelpunt 7—12 bedraagt. De door Stieltjes gevonden getallen zijn echter iets te klein, daar de door hem gebezigde waarde voor de verhouding van de equatoriale as tot de omwentelingsas der aarde te groot bleek te zijn. Als resultaat der oudere onderzoekingen, gebaseerd op de hypothese der continue toename van het soortelijk gewicht, zou dan ook mogen worden aangenomen dat 10—12 als meest waarschijnlijke waarde van het soortelijk gewicht der kern in de nabijheid van haar middelpunt dient te worden beschouwd.

Gelijk wij echter reeds opmerkten, is de hypothese der continue toename geen noodzakelijk gevolg van de door Clairaut afgeleide algemeene formules omtrent het verloop der zwaartekracht langs de aardoppervlakte. Deze toename kan evengoed sprongsgewijze geschieden, waarbij men echter, daar mag worden aangenomen, dat het binnenste der aarde in een toestand van hydrostatisch evenwicht verkeert, de veronderstelling niet mag prijs geven, dat de discontinuïteitsvlakken samenvallen met de equipotentiaalvlakken, welke bij groote benadering door ellipsoïden kunnen worden voorgesteld. De eerste, die een bevredigende en aan de besproken algemeene voorwaarden voldoende hypothese der discontinue toename van het soortelijk gewicht opstelde, was de bekende Göttinger seismoloog Wiechert. Het mag dan ook geen verwondering wekken, dat deze hypothese juist door een seismoloog werd uitgewerkt, want, gelijk wij nog zullen aantoonen, doen vooral de nieuwere resultaten der seismologie verwachten

dat discontinuïteitsvlakken in het binnenste der aarde aanwezig zijn. Vóór wij echter nagaan tot welke conclusies in dit opzicht de studie der aardbevingsverschijnselen leidt, willen wij trachten aan te toonen, dat een nadere beschouwing van het verloop der zwaartekracht aan de aardoppervlakte eveneens tot de aanname dat althans de aanwezigheid van één discontinuïteitsvlak zeer waarschijnlijk moet worden geacht.

Veronderstellen wij een oogenblik dat, te rekenen van een op zekere diepte gelegen niveauvlak, het binnenste der aarde bestaat uit homogene, concentrische lagen, waarop de buitenste, plaatselijk sterk in dikte varieerende korst rust, dan zou een in de nabijheid van een gebergte opgehangen schietlood tengevolge van de door de gesteentemassa uitgeoefende aantrekking een afwijking in de richting van het gebergte moeten aanwijzen. De theoretisch te verwachten afwijking kan voor een bepaald gebergte met een voldoende graad van nauwkeurigheid worden berekend en getoetst aan de waargenomen waarde. Het is nu reeds sinds langen tijd bekend, dat de berekende en waargenomen afwijkingen systematische verschillen opleveren van grootere orde dan die der waarnemingsfouten, welk feit ongeveer zeventig jaren geleden leidde tot de opstelling van de twee hypothesen der zgn. isostatische compensatie, welke bekend zijn als die van Pratt en Airey. De afwijking van het schietlood in de nabijheid van bergen bleek kleiner te zijn dan de verwachte, terwijl daarentegen de waarde der zwaartekracht boven de oceanen meer bedroeg dan in overeenstemming was te brengen met het feit, dat zij zijn gevuld met een soortelijk lichtere stof dan die waaruit de buitenste vaste korst is opgebouwd. Twee verklaringen zijn nu mogelijk. Pratt nam aan, dat mag worden uitgegaan van de veronderstelling dat langs een bepaald niveauvlak beneden de oppervlakte het soortelijk gewicht constant is en dat de daarboven zich bevindende buitenste korst kan worden gedacht te bestaan uit gesteentekolommen van gelijke doorsneden, doch verschillend van hoogte; het soortelijk gewicht dezer kolommen zou dan kleiner zijn naarmate de kolom hoger is, zoodat elke zuil evenveel massa bevat. Deze hypothese beteekent dus dat een gebergte, m.a.w. een deel der aardkorst dat

uit langere kolommen bestaat, is opgebouwd uit soortelijk lichter materiaal dan dat hetwelk den bodem der oceanen vormt, terwijl, naarmate een bergmassa hooger is, het soortelijk gewicht harer gesteenten kleiner zal blijken te zijn. Het is duidelijk dat op deze wijze de onvoldoende afwijking van het schietlood in de nabijheid van gebergten wordt verklaard door de aanname dat deze laatsie uit soortelijk lichtere gesteenten bestaan dan de korst beneden laagvlakten en zeeën.

Airey echter gaf een andere verklaring. Hij veronderstelde dat de buitenste, lichtere korst drijft in een zwaarder, taai-vloeibaar substraat, gelijk bijv. ijsbergen in water. De korst zou dus als het ware bestaan uit een aantal vloten of blokken van ongelijke dikte, welke zich in drijvend evenwicht bevinden tengevolge van den op elk blok uitgeoefenden opwaartschen druk van het zwaardere substraat. Het in dit substraat ondergedompelde gedeelte van een vrij blok of deel der korst zal dus grooter zijn, naarmate dit blok hooger is, zoodat de aanwezigheid in de zichtbare korst van een hooggebergte met zich medebrengt het bestaan van een onzichtbaren, meer of minder diep in het substraat doordringenden wortel van lichter materiaal. Dat ook op deze wijze het gedrag van het schietlood in de nabijheid van gebergten kan worden verklaard, is duidelijk. De grootere attractie der bergmassa wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van den zich onder het gebergte bevindenden lichteren wortel, die aldaar de plaats van het zwaardere substraat inneemt, zoodat de waargenomen afwijking kleiner zal zijn dan die, welke overeenkomt met den invloed van de boven het substraat zich verheffende massa.

De aan de oppervlakte waargenomen anomalieën der zwaartekracht leiden dus tot twee verschillende geologische concepties omtrent den bouw der buitenste korst. Beide hypothesen zijn gelijkwaardig van physisch standpunt en ook een nadere studie van de eigenschappen van het zwaartekrachtsveld aan de oppervlakte blijkt dus nog onvoldoende om te geraken tot ééne theorie van den bouw der schors. Toch is een keuze tusschen de hypothesen van Pratt en Airey niet moeilijk, want indien wij thans een oogenblik het terrein der op physische argumenten gebaseerde

bewijsvoering verlaten en het probleem van louter geologisch standpunt bezien, zal het duidelijk worden, dat de hypothese van Airey in alle opzichten de voorkeur verdient.

De waarneembare korst der aarde bestaat uit gesteenten, welke in twee hoofdgroepen kunnen worden ingedeeld, n.l. in die der stollingsgesteenten en in die der sedimenten. De eerste worden beschouwd als het stollingsproduct van vloeibaar-gloeïend, hoofdzakelijk uit gesmolten silicaten bestaand magma, terwijl de laatste zijn gevormd als bezinkingsproducten, voornamelijk op den bodem van stroomen en zeeën, van door water, soms ook door ijs of wind, medegevoerd gesteentegruis. Dat gedeelte der buitenste korst, hetwelk wordt gevormd door de schaal van sedimenten, is betrekkelijk dun. Zijn gemiddelde dikte bedraagt minder dan 1 K.M. en slechts langs sommige gordels, geosynclinalen genoemd, wordt een veel grootere dikte bereikt. Het grootste gedeelte der voor waarneming toegankelijke sedimenten is gevormd uit vergruisd materiaal afkomstig van stollingsgesteenten, welke in alle continenten worden gevonden onder de oudste, dus onder de eerst gevormde dezer sedimenten. Deze stollingsgesteenten, die dus naar alle waarschijnlijkheid het eerste stadium der vast geworden korst vertegenwoordigen en het fundament der continenten vormen, behooren in hoofdzaak tot de zgn. zure stollingsgesteenten en hunne gemiddelde chemische samenstelling is gelijk aan die van graniet, terwijl het gemiddeld soortelijk gewicht van de sedimenten en van het granitische fundament samen het best wordt benaderd, gelijk wij reeds zagen, door de waarde 2.7—2.8. Behalve de gesteenten van granitische samenstelling echter, komen over groote uitgestrektheden andere, meer basische en soortelijk zwaardere stollingsgesteenten voor, welke wij hier, afziende van kleinere verschillen, kortweg als basalten zullen aanduiden. Veldwaarnemingen uit alle werelddeelen hebben nu aangetoond, dat in de geschiedenis der aarde herhaaldelijk basaltisch magma door de bovenliggende gesteenten is heengebroken, ten gevolge waarvan aan de oppervlakte uitgestrekte complexen van basische uitvloeïingsgesteenten werden gevormd. Zoo ontstonden bijv. in de jongste perioden der aardgeschiedenis de groote basaltplateau's van Siberië en Britsch-Indië en van het

westen van Noord-Amerika en in vroegere perioden die van Zuid-Amerika en van het gebied westelijk van de Appalachen. Doch niet alleen op het vaste land vindt men deze doorbraken van basalt. Voldoende argumenten kunnen worden aangevoerd welke het waarschijnlijk maken, dat ook de bodems der groote oceanen hoofdzakelijk uit basaltische gesteenten bestaan, getuige o.a. de samenstelling der meeste ver van de kusten uit zee oprijzende eilanden. Deze, in zoo ver van elkaar verwijderde gebieden voorkomende en in zoozeer uiteenliggende perioden gevormde basalten zijn nu, gelijk vooral Washington aantoonde, bijna geheel gelijk van chemische samenstelling. Hun uniform karakter en hunne wijze van verbreiding, in ruimte zoowel als in tijd, maken het zeer waarschijnlijk dat deze basische uitvloeiingsgesteenten afkomstig zijn van een permanent basaltisch substraat dat den bodem der oceanen vormt en de drager is van de lichtere, zure korst. Al zijn dan ook, zooals wij zagen, van physisch standpunt de hypothesen van Airey en Pratt gelijkwaardig, op zuiver geologische gronden komen wij derhalve tot de conclusie, dat de keuze tusschen beide niet moeilijk is en dat de opvatting van Airey, die de buitenste korst zich dacht als bestaande uit een aantal lichtere blokken drijvend in een zwaarder substraat, in alle opzichten de voorkeur verdient.

Met opzet gebruiken wij deze uitdrukking, want uiteraard is het zeer moeilijk het bestaan van een basaltisch substraat onweerlegbaar te bewijzen. Wij zullen echter aantonen, dat ook argumenten van geheel anderen aard pleiten voor de opvatting van Airey en het is dan ook juist het feit dat verschillende wegen voeren tot eenzelfde conceptie, dat deze conceptie tot méér maakt dan een bruikbare werkhypothese. In dien zin is, terecht, de geologie wel eens de wetenschap der „converging evidence” genoemd. Zoo willen wij in dit verband reeds wijzen op de conclusies die men kan trekken uit de verschijnselen van het aardmagnetisme, omdat juist de studie dezer verschijnselen een der zwakke punten onzer geologische bewijsvoering ondersteunt. Was nl. de waarschijnlijkheid van het bestaan van een basaltisch substraat onder de continenten af te leiden uit directe veldwaarnemingen omtrent voorkomen en

verbreiding van basische uitvloeiingsgesteenten, zoo is dit natuurlijk in veel minder sterke mate het geval, waar het geldt aan te toonen, dat ook de bodems der oceanen door dit substraat worden gevormd. Nu heeft Wilde experimenteel bewezen, dat een benaderd beeld van het aardmagnetisch veld kan worden verkregen door middel van een model bestaande uit een bol, de aarde voorstellende, waarop ter plaatse waar zich de oceanen bevinden, dunne ijzerlaagjes zijn gelegd. Het primaire veld van den gelijkmatig gemagnetiseerden bol, tezamen met het secundaire veld van de door inductie gemagnetiseerde ijzerlaagjes, geven dan een benaderd beeld van het magnetische veld der aarde. Het resultaat van dit experiment geeft steun aan de opvatting dat de bodem der oceanen bestaat uit basalt, n.l. uit een gesteente dat relatief rijk is aan ijzerhoudende mineralen.

Verschillende wegen hebben ons dus gevoerd tot de theorie van Airey welke oorspronkelijk slechts was gebaseerd op de studie van de anomalieën der zwaartekracht. Ons resultaat is echter nog slechts kwalitatief en wij hebben ons thans af te vragen of het ook mogelijk is de dikte te bepalen van de lichte, relatief zure, buitenste korst. Oppervlakkig beschouwd schijnt dit probleem gemakkelijk op te lossen. Het soortelijk gewicht van basalt is ongeveer 3.0, terwijl dat der granitische schaal ongeveer 2.7—2.8 bedraagt. Beschouwt men derhalve een continent of een gedeelte daarvan, bijv. een uitgestrekt gebergte, als een onafhankelijk drijvend blok, dan is gemakkelijk te berekenen tot op welke diepte de wortel van dit gebergte door moet dringen in het onderliggend substraat, opdat het gewicht der drijvende massa gelijk zij aan den opwaartschen druk van dit substraat. Een dergelijke opvatting van den bouw der buitenste korst is echter al te simplistisch. In de eerste plaats is het niet waarschijnlijk, dat de korst inderdaad bestaat uit een groot aantal onafhankelijke, drijvende blokken en deze voorstelling moet dan ook worden beschouwd als een vereenvoudigd beeld van Airey's hypothese. Men kan zich veeleer denken, gelijk ook Airey deed, dat oorspronkelijk een betrekkelijk dunne vaste, samenhangende korst aanwezig was, rustend op een meer plastisch substraat, welke korst overal waar zij plaatselijk werd

belast met een boven hare omgeving zich verheffende bergmassa, doorboog en zoo diep doordrong in het zwaardere substraat tot de op het doorgebogen gedeelte uitgeoefende opwaartsche druk gelijk werd aan het gewicht der bergmassa. De eerste vraag is nu of onder deze omstandigheden de korst mag worden verwacht te breken, of dat zij als één samenhangend geheel zal blijven bestaan. Hieromtrent zijn vooral door *Jeffreys* berekeningen uitgevoerd, waaruit met groote waarschijnlijkheid mag worden afgeleid, dat het gewicht van uitgestrekte, hooge gebergten de korst op zekeren afstand van deze gebergten heeft doen breken. Wij kunnen dus aannemen, dat inderdaad de buitenste korst althans uit eenige min of meer onafhankelijke, door breuken van elkander gescheiden blokken bestaat. De horizontale afmetingen van het blok dat bijv. de Alpen draagt, zullen die van het gebergte zelf overtreffen en de doorbuiging van dit blok behoeft dan ook geenszins beperkt te blijven tot dat gedeelte hetwelk zich verticaal beneden de bergmassa bevindt. Het is veeleer waarschijnlijk, dat deze doorbuiging zich in horizontale richting veel verder uitstrekt, zoodat de isostatische compensatie regionaal in plaats van lokaal is op te vatten. Daar de horizontale afmetingen van het benedenwaarts gebogen gedeelte der korst onbekend zijn en niet door berekening kunnen worden gevonden, kan de doorbuiging zelf en daarmee de dikte der korst uit de hypothese der isostasie niet worden afgeleid, want naarmate het gewicht van een gebergte wordt gecompenseerd door de doorbuiging van een grooter gedeelte der korst, naar die mate zal de doorbuiging en daarmee de plaatselijke dikte geringer zijn.

De op de hypothese der locale compensatie gebaseerde berekeningen omtrent de diepte van het isostatische compensatievlak, zooals bijv. die van *Heiskanen*, welke hiervoor een gemiddelde waarde van 50 K.M. vindt, hebben dan ook geen reële beteekenis waar het geldt de waargenomen anomalieën der zwaartekracht geologisch te interpreteren in termen van de dikte der buitenste korst. Toch hebben de door bovengenoemde en door andere onderzoekers als *Hayford* en *Bowie*, welke laatsten eene waarde van ca. 100 K.M. aannemen, gegeven cijfers een belangrijke rol gespeeld in verschillende geologische theorieën, daar

zij veelal zonder kritiek werden en nog worden overgenomen en beschouwd als de meest waarschijnlijke quantitative interpretatie der waargenomen zwaartekrachtsanomalieën.

Gelijk wij echter zagen, is het probleem onbepaald en een nadere bestudeering van het verloop der zwaartekracht aan de oppervlakte, zoowel als van de geologische samenstelling der buitenste korst, heeft dus slechts geleid tot een kwalitatief resultaat. De groote waarschijnlijkheid van het bestaan van althans één discontinuïteitsvlak is daardoor aangetoond en in groote trekken zijn de eigenschappen van de beide elementen der korst bekend, doch een antwoord op de vraag naar de dikte der buitenste korst en naar de verdere eigenschappen van het substraat moet langs andere wegen worden gezocht. Gelukkigerwijze echter zijn onze onderzoekingsmogelijkheden met de studie der isostasie niet uitgeput en geeft ons de bestudeering van een geheel ander verschijnsel, nl. dat der voortplanting van elastische golven door de aarde, een middel aan de hand, dat ons in staat stelt dieper door te dringen in de kennis van de eigenschappen, niet alleen van de korst, doch tevens van het substraat en zelfs van de kern der aarde.

De door verschillende oorzaken opgewekte spanningen in de aardkorst kunnen zoowel langzame vormveranderingen als een plotseling breken der korst op een bepaald punt tot gevolg hebben. Indien dit laatste het geval is, zullen van het punt waar de breuk optreedt, tengevolge van de hevige plaatselijke beweging, elastische golven zich voortplanten in alle richtingen en, waar zij de oppervlakte treffen, meer of minder hevige aardbevingen veroorzaken. De studie van de voortplanting der elastische golven door de aarde vormt een der moeilijkste, doch tevens een der vruchtbaarste onderwerpen der theoretische geologie, omdat zij ons, beter dan eenige andere methode, in staat stelt de eigenschappen van het ontoegankelijk gedeelte der korst en van het binnenste der aarde te bestudeeren. Een der eerste vragen nu, waarop de studie van de aardbevingsverschijnselen het antwoord vermag te geven, is het reeds gestelde probleem van de dikte der buitenste korst, een vraag, welke de theorie der isostasie onbeantwoord liet.

De voortplanting van elastische golven in een heterogeen me-

dium heeft in het algemeen plaats volgens wetten geheel analoog aan die, welke gelden voor de voortplanting van het licht. In de seismologie, evenals in de theorie van het licht, spreekt men dan ook van stralen en den weg, dien een van een aardbevingshaard zich voortplantende straal volgt tusschen den haard en het punt aan de oppervlakte waar de beweging wordt geregistreerd, kan dan ook worden berekend volgens de uit de theorie van het licht bekende methoden. Voor de studie van de eigenschappen der buitenste korst zijn nu in de eerste plaats van belang de verschijnselen, welke worden waargenomen op betrekkelijk korten afstand van den haard, omdat de eerste in de nabijheid van den haard geregistreeerde trillingen afkomstig zijn van stralen, die slechts de bovenste lagen hebben doorlopen.

Denkt men zich een aantal stations op verschillende afstanden van den haard, dan zullen de eerste bewegingen die in elk station worden waargenomen, het gevolg zijn van longitudinale trillingen welke in den kortst mogelijken tijd den weg tusschen den haard en het betreffende station hebben afgelegd. Indien wij de buitenste korst bij benadering als homogeen mogen beschouwen, kunnen deze eerste stralen dus door rechte lijnen worden voorgesteld, welke den haard verbinden met de verschillende waarnemingspunten. Is echter op zekere diepte beneden de oppervlakte een discontinuïteitsvlak aanwezig, dan bestaat de mogelijkheid, dat in bepaalde stations de eerst aankomende straal niet den directen weg tusschen haard en station heeft gevolgd. De vanuit den haard zich voortplantende stralen zullen dan aan het discontinuïteitsvlak worden gebroken en het waarnemingspunt bereiken langs een weg welke gedeeltelijk verloopt door het beneden dit vlak gelegen gesteente. Indien nu de voortplantingssnelheid in dat gesteente grooter is dan in het bovenliggende, zullen, te rekenen van een punt op een bepaalden, van de diepte van het discontinuïteitsvlak afhankelijken afstand, de gebroken stralen, ofschoon zij een langeren weg hebben afgelegd dan de directe, het eerst aankomen, daar een gedeelte van dezen langeren weg in korteren tijd is afgelegd dan benoodigd zou zijn voor een gelijken weg in het bovenste gesteente. In dit punt vertoont dan tevens de schijnbare snelheid langs de aard-

oppervlakte een plotselinge verandering, waaruit de ware snelheden kunnen worden berekend, terwijl uit de ligging van het punt ten opzichte van den haard de diepte van het discontinuïteitsvlak kan worden afgeleid. Op deze wijze is men dus in staat na te gaan of, en op welke diepte, discontinuïteitsvlakken aanwezig zijn en tevens met welke snelheden de trillingen zich hebben voortgeplant in de door deze vlakken begrensde lagen. Er mag hier op worden gewezen, dat dit probleem, in tegenstelling met dat der isostasie, volkomen bepaald is. Een reeks voldoende betrouwbare waarnemingen laat slechts eene oplossing toe wat betreft de diepte der grensvlakken; slechts indien wij uit de berekende snelheden tevens willen trachten de natuur te bepalen van de gesteenten die de waargenomen trillingen hebben voortgeplant, begeven wij ons wederom op het terrein der hypothese.

Met het doel op de boven uiteengezette wijze de dikte der buitenste korst zoo nauwkeurig mogelijk te bepalen, werd, vooral door den Engelschen geophysicus *Jeffreys*, een zeer nauwkeurige studie gemaakt van de gegevens ontleend aan de aardbevingen welke in de laatste twintig jaren plaats vonden in het Kulpadal (Kroatië), in de nabijheid van Stuttgart, in Tauern, in Jersey en Hereford en aan de bekende explosie te Oppau in 1921. Het resultaat dezer onderzoekingen is, dat bij alle der genoemde aardbevingen de directe longitudinale trillingen zich door de buitenste korst hebben voortgeplant met een constante snelheid van 5.4—5.6 K.M. per seconde en dat in elk geval één discontinuïteitsvlak aanwezig is waar de snelheid sprongsgewijze verandert en een waarde bereikt van 7.4—7.8 K.M. per seconde. De diepte van dit discontinuïteitsvlak kan nu worden berekend, indien het punt aan de oppervlakte, waar de directe en de gebroken stralen tegelijk aankomen, bekend is en dit punt kan door interpolatie tusschen verschillende stations met voldoende nauwkeurigheid worden bepaald. Past men deze methode toe op de gegevens, ontleend aan de genoemde aardbevingen, dan vindt men dat dit discontinuïteitsvlak op een diepte van ongeveer 35 K.M. beneden de oppervlakte gelegen is, terwijl tevens duidelijk blijkt uit de studie van het materiaal, geleverd door drie dezer aardbevingen, n.l. die van Stuttgart, Tauern en Jersey, dat in

de buitenste korst nog een intermediaire laag moet worden onderscheiden, waarin de voortplantingssnelheid der longitudinale golven een waarde van 6.2 tot 6.3 K.M. per seconde bereikt. De dikte van deze laag, welke op een diepte van 10—15 K.M. wordt aangetroffen, is dus ongeveer gelijk aan 20—25 K.M., daar de beide bovenste lagen tot het op ongeveer 35 K.M. beneden de oppervlakte gelegen discontinuïteitsvlak reiken.

Van het allergrootste belang is nu de vraag of de resultaten der seismische waarnemingen eveneens een interpretatie in termen van de meest waarschijnlijke samenstelling dezer lagen, althans binnen zekere grenzen, toelaten. Ten einde deze vraag te beantwoorden, dienen wij ons rekenschap te geven van de factoren, welke de voortplantingssnelheid der seismische trillingen in deze lagen bepalen. Nu is uit de elasticiteitsleer bekend, dat de voortplantingssnelheid van elastische golven afhangt van het soortelijk gewicht en van de elastische constanten van het medium. Zoo geldt voor de longitudinale golven, dat de voortplantingssnelheid, op een nagenoeg voor alle media constanten en weinig van 1 verschillenden factor na, gelijk is aan den wortel uit den elasticiteitsmodulus gedeeld door het soortelijk gewicht. Deze constanten zijn voor zeer vele gesteenten experimenteel bepaald en de in een bepaald gesteente te verwachten voortplantingssnelheid kan dus door berekening worden gevonden. De waargenomen snelheid in de bovenste laag van 5.4—5.6 K.M. per seconde komt nu overeen met de in materiaal van granitische samenstelling te verwachten voortplantingssnelheid van longitudinale golven. Deze conclusie is dus geheel in overeenstemming met de resultaten der veldwaarnemingen, welke, zooals wij zagen, er op wijzen, dat het grootste gedeelte der buitenste korst uit graniet of uit na aan graniet verwante gesteenten bestaat. De dikte dezer buitenste laag zou dus weinig meer dan 10 K.M. bedragen en, wat hare elastische eigenschappen betreft, gedraagt zij zich nagenoeg als een homogeen medium, getuige het feit dat bij alle der genoemde aardbevingen een vrijwel constante snelheid werd waargenomen. Voor de voortplantingssnelheid in de diepste laag werd 7.4—7.8 K.M. per seconde gevonden, een waarde overeenkomende met die, welke door berekening wordt gevonden uit

de elastische constanten van duniet, een basisch gesteente, hoofdzakelijk bestaande uit het mineraal olivijn. De voortplantingssnelheid in de intermediaire laag komt het dichtst bij de voor tachyliet, een glazig, compact gesteente van dezelfde samenstelling als basalt, te verwachten waarde, zoodat Jeffreys dan ook tot de conclusie komt, dat de korst bestaat uit een 10 tot 15 K.M. dikke laag van granitisch materiaal en een intermediaire laag van 20—25 K.M. bestaande uit tachyliet, welke lagen worden gedragen door een ultrabasisch substraat bestaande uit duniet.

Hiermede is dus een oplossing gegeven van het probleem der dikte en samenstelling van de aardkorst. Wij dienen ons nu echter af te vragen, of deze oplossing de eenig mogelijke of zelfs maar de waarschijnlijkste is. Dat dit niet het geval is, zal, na hetgeen wij in den aanvang onzer rede opmerkten, geen verwondering wekken. Het extrapoleerend karakter der theoretische geologie laat nu eenmaal slechts in uitzonderingsgevallen geheel bepaalde en algemeen aangenomen conclusies toe. Wij willen dus nagaan in hoeverre de gevolgtrekkingen van Jeffreys als min of meer vaststaande feiten kunnen worden beschouwd en welk gedeelte ervan slechts hypothetische waarde bezit. Het probleem is daartoe te splitsen in zijn twee onderdeelen, de vraag naar de dikte en de vraag naar de samenstelling der lagen.

Wat nu de eerste dezer beide vragen betreft, blijkt uit de literatuur dat vele, zoo niet de meeste geologen en seismologen de conclusies van Jeffreys niet aanvaardden. Het bestaan der discontinuïteitsvlakken wordt door niemand geloofend, doch de dikte der korst wordt nog meestal geschat op 60—100 K.M., daar door zeer vele schrijvers de door Gutenberg en vooral door Mohovovičič eveneens uit seismische waarnemingen berekende waarden worden overgenomen. Een kritische studie van het materiaal toont echter aan, dat de berekeningen van Jeffreys meer vertrouwen verdienen dan die van Mohovovičič, welke laatste onderzoeker conclusies meent te mogen trekken uit kleine afwijkingen van de waargenomen gemiddelde snelheden aan de oppervlakte, die van dezelfde orde blijken te zijn als de waarnemingsfouten. In dit verband mag er nogmaals op worden gewezen, dat

het probleem als zoodanig volkomen bepaald is en een voldoende aantal nauwkeurige waarnemingen de mogelijkheid van verschillende interpretaties uitsluit. Daar echter omtrent de dikte der korst nog groote meeningsverschillen heerschen, willen wij onderzoeken of niet nog argumenten van geheel anderen aard kunnen worden aangevoerd die de door *Jeffreys* gevonden resultaten bevestigen. Dit blijkt nu inderdaad het geval te zijn.

Gedurende de laatste jaren zijn talrijke onderzoekingen uitgevoerd omtrent het gehalte aan radioactieve stoffen in de gesteenten welke de buitenste korst vormen. De gevonden waarden loopen uiteraard nogal uiteen, maar het aantal waarnemingen is groot genoeg om ons in staat te stellen voor verschillende gesteenten waarden aan te geven die als een betrouwbaar gemiddelde kunnen worden beschouwd. Bij het uiteenvallen van radioactieve stoffen, welke in hoofdzaak in de granitische en andere zure gesteenten blijken te zijn geconcentreerd, wordt warmte ontwikkeld en het gemiddelde gehalte aan radium en thorium van graniet is voldoende nauwkeurig bekend om met vrij groote zekerheid te kunnen concluderen, dat tengevolge van de aanwezigheid dier stoffen ongeveer 10^{-12} calorieën per c.M³. per seconde worden geproduceerd. Hierbij mag nog worden gevoegd de warmte, die wordt ontwikkeld door het eveneens radioactieve kalium, dat in groote hoeveelheden in granitische gesteenten voorkomt, waardoor zooals *Lawson* en *Holmes* aantoonde, de hoeveelheid ontwikkelde warmte met nog ongeveer 20 % wordt vermeerderd, Indien dus de dikte der buitenste granitische korst ca. 60 K.M. bedroeg, zooals door vele geologen en seismologen wordt aangenomen, zou deze laag ongeveer 6×10^{-6} calorieën per seconde ontwikkelen in elke verticale kolom van een doorsnede van 1 c.M². Daar het geleidingsvermogen van graniet ongeveer 0.006 bedraagt, zou dus de verticale temperatuur-gradient 0.001° C. per c.M. moeten bedragen, teneinde den afvoer van de ontwikkelde warmte naar de oppervlakte mogelijk te maken, hetgeen beteekent, dat de geothermische dieptemaat 10 M. zou bedragen. Nu is uit zeer vele metingen met zekerheid bekend, dat de gemiddelde geothermische dieptemaat in het voor waarneming toegankelijk gedeelte der korst

ongeveer 30 M. bedraagt, waaruit dus zou volgen, dat de buitenste granitische schaal hoogstens 20 in plaats van 60 K.M. dik kan zijn. Berekent men bovendien de temperatuur, die zou moeten heerschen aan de basis van een granitische laag van 60 K.M. dikte tengevolge van de ontwikkelde warmte, aannemende dat aan de oppervlakte het warmteverlies wordt gecompenseerd door den toevvoer van beneden, dan vindt men hiervoor een bedrag van 3000° C. Deze waarde ligt ver boven het smeltpunt van eenig gesteente, ook al neemt men in aanmerking de smeltpuntsverhooging met toenemenden druk. Op een diepte van 60 K.M. zouden dan de gesteenten in een zoodanigen toestand verkeeren, dat zij geen transversale trillingen vermogen voort te planten en uit de studie der aardbevingsverschijnselen weten wij, dat dit wel het geval is.

De boven vermelde conclusies omtrent den invloed van de aanwezigheid van radioactieve stoffen zijn slechts geldig indien mag worden aangenomen, dat de ontwikkelde energie inderdaad in warmte wordt omgezet. Door sommige schrijvers is dit ontkend, waardoor dan aan de dikteberekening der granitische schaal alle waarde wordt ontnomen. Het is namelijk bekend, dat de α -deeltjes, uitgezonden door een in een gesteente ingesloten radioactief mineraal, de onmiddellijke omgeving van het mineraalkorreltje in meerdere of mindere mate kleuren en zgn. pleochroïtische hofjes vormen. Ook β - en γ -stralen oefenen een kleurende werking uit indien de straling voldoende intensief is. Daar de berekening van de hoeveelheid ontwikkelde warmte is gebaseerd op de aanname, dat de kinetische energie der radioactieve stralen geheel in warmte wordt omgezet, zou deze berekening tot een foutief resultaat voeren indien een vrij groot gedeelte der energie werd verbruikt in het kleuringsproces. E v a n s neemt aan, dat dit inderdaad het geval is en hij meent dan ook, dat slechts een klein gedeelte der ontwikkelde energie voor de berekening van het warmte-effect mag worden benut. E v a n s' veronderstelling is echter geheel in strijd met het resultaat van experimenteele onderzoekingen omtrent de warmteontwikkeling van radioactieve stoffen. Alle directe bepalingen werden uitgevoerd in glazen vaten van zoodanige wanddikte, dat alle α -deeltjes en meer dan 30 % van de β deeltjes door de wanden

werden geabsorbeerd, en deze wanden werden steeds, evenals dat met mineralen in gesteenten het geval blijkt te zijn, in korten tijd gekleurd. Indien dus de veronderstelling van *Evans* juist ware, zou de experimenteel bepaalde hoeveelheid ontwikkelde warmte veel geringer moeten zijn dan die, welke wordt afgeleid door berekening uit de kinetische energie der stralen. Dit blijkt echter geenszins het geval te zijn. Zoo bedraagt voor radium alléén, dus zonder de desintegratieproducten in aanmerking te nemen, de berekende waarde 25.47 cal. per gram en per uur, terwijl hiervoor door *Hess* experimenteel 25.2 cal. werd gevonden, waaruit dus duidelijk blijkt dat de veronderstelling van *Evans* onjuist is. Op grond van deze overwegingen komen wij dus eveneens tot de conclusie, dat de laag waarin de radioactieve bestanddeelen hoofdzakelijk zijn geconcentreerd, dat is dus de buitenste granitische laag en vermoedelijk nog een gedeelte der intermediaire laag, naar alle waarschijnlijkheid niet dikker is dan ongeveer 20 K.M., hetgeen dus geheel met de door *Jeffreys* gevonden waarden overeenkomt.

Het behoeft natuurlijk geen betoog, dat deze getallen voorlopig slechts als de meest waarschijnlijke zijn te beschouwen, welke bovendien nog maar alléén gelden voor die gebieden, waarin de waarnemingen, waarop zij zijn gebaseerd, werden verricht. Om tot meer nauwkeurige cijfers te geraken, zal het vooral noodig zijn uitvoerige studiën te maken van aardbevingen in verschillende landen en de waarnemingen te analyseeren op dezelfde wijze als dit werd gedaan voor de genoemde aardbevingen in Midden-Europa en Engeland. Dat dergelijke studiën zullen leeren, dat de dikte van de verschillende gedeelten der korst niet overal dezelfde is, mag wel a priori als zeker worden aangenomen. Zoo is het, zooals wij zagen, op grond van de theorie der isostasie te verwachten, dat beneden hooggebergten de dikte der lichtere, buitenste korst aanzienlijk grooter zal zijn dan beneden de lagere gedeelten der continenten. De conclusie echter, dat de genoemde getallen de gemiddelde dikten der buitenste lagen vrij nauwkeurig benaderen, zoodat zij als basis van verdere werkhypothesen omtrent den bouw der

korst kunnen dienen, schijnt ons in alle opzichten volkomen gewettigd.

Veel ongunstiger echter staat het met de gevolgtrekkingen omtrent de samenstelling van de verschillende gedeelten der korst, want hier zijn wij weer beland op het terrein der veronderstellingen. De elastische constanten der gesteenten, die ons dienden ter berekening van de voortplantingssnelheden, zijn niet met een dusdanigen graad van nauwkeurigheid bekend, dat conclusies als die van *Jeffreys* als méér dan mogelijke werkhypothesen zouden mogen worden beschouwd. Dit is in de eerste plaats te wijten aan het feit, dat deze in het laboratorium bepaalde constanten de, voor de in de diepere gedeelten der korst voorkomende gesteenten geldende waarden, waarschijnlijk slechts tot op zekere hoogte benaderen, daar de omstandigheden waaronder deze gesteenten in hunne natuurlijke ligging zich bevinden moeilijk na te bootsen zijn. Het extrapoleerend karakter onzer wetenschap treedt hier dan ook weer bijzonder duidelijk aan den dag. Bovendien kan de voortplantingssnelheid in petrographisch verschillende gesteenten dezelfde zijn, waarmee een tweede element van onzekerheid wordt ingevoerd. Wij willen daarom thans nog nagaan, welke interpretaties in dit opzicht mogelijk zijn en in hoeverre zij als min of meer waarschijnlijk mogen worden aangemerkt.

Wat betreft de samenstelling der buitenste laag, hieromtrent kan uiteraard geen verschil van meening bestaan. Deze laag toch is voor een groot gedeelte voor directe waarneming toegankelijk, zoodat wij met zekerheid weten, dat zij hoofdzakelijk uit granitisch materiaal bestaat. Zooals wij zagen, werd dit feit bevestigd door de resultaten der seismologie, daar de voortplantingssnelheid in deze laag met de voor graniet berekende geheel overeenkomt. Dit was dan ook te voorzien, daar de in deze laag heerschende druk en temperatuur nog geen zeer hoge waarden bereiken, zoodat de in het laboratorium onder zoo veel mogelijk gelijke omstandigheden bepaalde constanten met vertrouwen voor de berekeningen kunnen worden gebezigd.

Omtrent de samenstelling der diepere lagen kunnen wij slechts hypothesen opstellen; zekerheid is hier niet te verkrijgen. Zooals

wij reeds vermeldden, neemt *Jeffreys* aan, dat de intermediaire laag bestaat uit tachyriet, terwijl het substraat uit holokristallijne duniet zou bestaan. Deze interpretatie berust geheel op de overweging, dat de voor deze gesteenten berekende voortplantingssnelheden der elastische golven met de waargenomen snelheden overeenkomen. Een andere weg staat dan ook nauwelijks open en de waarde welke men aan een hypothese omtrent de samenstelling der diepere lagen kan toekennen, wordt dan ook voor een zeer groot gedeelte bepaald door de betrouwbaarheid van de metingen der elastische constanten onder omstandigheden, die de werkelijkheid zoo dicht mogelijk benaderen. Omtrent dit punt nu zijn de meeningen zeer verdeeld. Zoo neemt *Daly* aan, dat de tweede laag bestaat uit kristallijne basalt en het substraat uit glazige basalt. Wat betreft de intermediaire laag is *Daly's* hypothese niet in tegenspraak met de resultaten der seismologie, daar de voortplantingssnelheid in kristallijne basalt weinig of niet verschilt van die in tachyriet. Dat echter het substraat uit glazige basalt zou bestaan, is niet waarschijnlijk. Deze veronderstelling wordt door *Daly* gemaakt omdat hij meent, dat slechts op deze wijze de plasticiteit van het substraat en het mechanisme der lava-erupties kan worden verklaard. Dit wordt echter, en naar wij meenen terecht, door vele onderzoekers betwijfeld, daar ook een kristallijn gesteente onder de omstandigheden van temperatuur en druk waarin het substraat verkeert, vermoedelijk de eigenschappen vertoont welke *Daly* alleen aan een glazig gesteente meent te mogen toekennen. In elk geval is het zeer onwaarschijnlijk, dat de in glazige basalt te verwachten voortplantingssnelheid met de gevonden waarde van 7.4—7.8 K.M. per seconde overeenstemt. Dit bezwaar wordt dan ook door *Daly* gevoeld en hij tracht hieraan te ontkomen door de aanname, dat de voor tachyriet berekende snelheid te gering is en dat de hiervoor geldende waarde eerder met het voor duniet berekende getal zou overeenkomen. *Daly's* overwegingen zijn gebaseerd op door *Bridgman* experimenteel gevonden afwijkingen bij de bepaling der samendrukbaarheid van tachyriet. Een hypothese, voornamelijk gegrond op afwijkingen, welke misschien zullen blijken een toevallig karakter te dragen, is echter moeilijk

aanneembaar en Daly's opvatting moet dan ook, zoo lang er geen andere, sterke argumenten voor pleiten, worden verworpen.

Doch ook de conclusies van Jeffreys zijn, vooral van geologisch standpunt, niet in alle opzichten bevredigend en van verschillende zijden is dan ook getracht een andere verklaring te geven. Zoo merkt Holmes op, dat de aanwezigheid van glazige basalt of tachyriet tusschen twee kristallijne lagen, n.l. graniet en dunit, niet zeer waarschijnlijk is te achten. Indien de intermediaire laag inderdaad uit een glazig gesteente bestond, zou mogen worden verwacht, dat dit eveneens geldt voor de derde, diepere laag, hetgeen echter, zooals wij hebben gezien, moeilijk in overeenstemming is te brengen met de waargenomen en berekende voortplantingssnelheid in het substraat. Is echter omgekeerd de diepste, dunitische laag holokristallijn, dan is het logisch aan te nemen, dat dit eveneens geldt voor de intermediaire laag, want het ontstaan van het substraat is waarschijnlijk te danken aan differentiatie van het oorspronkelijke magma tengevolge van het bezinken der zware olivijnkristallen en het is moeilijk in te zien, waarom het restmagma, waaruit dan de middelste laag is ontstaan, niet tot kristallisatie overging, terwijl dit wel geschiedde met de olivijnvormende componenten. Nemen wij echter aan, dat de intermediaire laag uit holokristallijn basaltisch gesteente, dus uit gabbro, bestaat, dan zou men in deze laag een snelheid van ongeveer 6.9 K.M. per seconde in plaats van de waargenomen 6.2—6.3 K.M. per seconde mogen verwachten. Holmes wees nu op de mogelijkheid, dat de tusschenliggende laag zou bestaan uit dioriet, een kristallijn gesteente, dat naar zijn chemische samenstelling ligt tusschen graniet en gabbro en waarvan de door berekening uit zijne elastische constanten gevonden voortplantingssnelheid gelijk is aan de door Jeffreys uit seismische waarnemingen berekende snelheid in de middelste laag. Er zijn bovendien geologische argumenten aan te voeren voor de opvatting, dat de continenten zijn gevormd uit een magma, dat in samenstelling overeenkwam met granodioriet, een gesteente, liggend tusschen graniet en dioriet, welk magma zich heeft gesplitst in twee complementaire componenten, die bij kristallisatie een bovenste granitische en een daar beneden liggende diori-

tische laag vormden. Deze hypothese is in overeenstemming met het feit, dat in de, in latere geologische perioden gevormde gebergten vooral groote intrusies van dioriet en andesiet worden gevonden in tegenstelling met de zeer verbreide pre-Cambrische intrusies van graniet. Van geologisch standpunt verdient dus de aanname, dat de intermediaire laag bestaat uit dioriet in verschillende opzichten de voorkeur boven de veronderstelling van *Jeffreys* dat deze laag uit tachyriet zou bestaan.

Dat echter op zekere diepte beneden de oppervlakte naar alle waarschijnlijkheid een doorlopende laag van basaltische samenstelling wordt aangetroffen, hebben wij reeds aangetoond bij het bespreken van de theorie der isostasie. Bestaat dus de middelste laag uit dioriet, dan dient te worden aangenomen, dat de derde, diepere laag, dus het substraat, wordt gevormd door basalt en de veronderstelling is dus gewettigd, dat dit substraat bestaat uit eclogiet, de onder hoogen druk gevormde kristallijne facies van basalt. De elastische constanten van eclogiet zijn nog onbekend, zoodat deze veronderstelling niet aan de resultaten der seismische waarnemingen kan worden getoetst. De samenstelling van eclogiet maakt het waarschijnlijk, dat de voortplantingssnelheid in dit gesteente weinig of niet zal verschillen van de voor duniet gevonden waarde, zoodat de hypothese van *Holmes* vermoedelijk ook in dit opzicht in overeenstemming met de waarnemingen zal blijken te zijn.

Tot zoover hebben wij ons hoofdzakelijk bezig gehouden met de samenstelling der korst waar deze de continenten vormt, daar de besproken seismische waarnemingen zich slechts uitstrekken over een gedeelte van Europa en de vraag, waaruit de bodem der oceanen bestaat, werd slechts terloops aangeroerd. Ook op deze vraag echter geeft de studie der aardbevingsverschijnselen een antwoord. Behalve de longitudinale en de transversale trillingen, waarvan wij vooral de eerste in onze beschouwingen hebben betrokken, planten zich langs de aarde tevens zgn. oppervlaktegolven voort. Deze golven breiden zich bij sterke aardbevingen over zeer grooten afstand uit en doorloopen soms meerdere malen den omtrek der aarde. Zij zijn dus bij uitstek geschikt voor de studie van den

bodem der groote oceanen, daar zij ons een middel aan de hand doen hierin de voortplantingssnelheid te bepalen. Een zeer groot aantal waarnemingen omtrent de snelheid dezer oppervlaktegolven is nu nauwkeurig geanalyseerd door Hiller, die tot de conclusie komt, dat trillingen van een periode van 18—20 seconden zich op den bodem van den Pacifischen Oceaan voortplanten met een snelheid van 3.7 K.M. per seconde, terwijl de gemiddelde snelheid langs de oppervlakte van Europa, Azië en Amerika 2.9 K.M. per seconde bedraagt. De verhouding dezer snelheden is nagenoeg gelijk aan die, welke wordt gevonden voor de voortplantingssnelheden van longitudinale zoowel als transversale trillingen in gabbro en in graniet. Hieruit mag dus de conclusie worden getrokken, dat de bodem van den Pacifischen Oceaan in seismisch opzicht zich gedraagt als gabbro. Wat betreft den bodem van den Atlantischen Oceaan, blijkt het dat deze nog is bedekt door een waarschijnlijk dunne laag van granitisch materiaal, zoodat hier ook nog een gedeelte der buitenste korst aanwezig is.

De gevolgtrekking, dat de bodem van den Grooten Oceaan uit gabbro bestaat, mag ook uit anderen hoofde waarschijnlijk worden geacht, omdat zij ons in staat stelt een verklaring te vinden voor het feit, dat langs de kusten aan den voet van hooggebergten als de Andes veelal zeer diepe troggen worden gevonden. Deze gebergten bestaan uit zeer sterk geplooid en samengedrukte gesteenten en, wat ook de oorzaak van deze plooiingsverschijnselen moge zijn, zij toonen duidelijk aan dat deze gordels aan zeer sterke laterale compressie blootgesteld zijn geweest. Het is nu waarschijnlijk, dat gabbro onder zeer sterken druk wordt veranderd in eclogiet, zoodat men mag aannemen, dat gedurende het plooiingsproces een uit gabbro bestaande bodem van den oceaan in de nabijheid van een zich vormend gebergte wordt omgezet in eclogiet. Dit betekent een verandering van soortelijk gewicht van 3 tot ongeveer 3.4, tengevolge waarvan isostatische compensatie zal optreden in den vorm van een inzinking ter plaatse waar het zwaardere materiaal werd gevormd. Op deze wijze zou dus eveneens eene verklaring zijn gevonden voor het feit dat diepe troggen veelal worden gevonden aan den voet van machtige plooiingsgebergten. Op verderen

afstand van de kusten bedraagt de dikte van de gabbrolaag waarschijnlijk ongeveer 25 K.M., zooals uit een ruwe schatting, gebaseerd op de theorie der isostatische compensatie, is af te leiden. Het verdere substraat beneden deze laag zou dan weer uit eclogiet bestaan, gelijk dit ook beneden de continenten het geval is.

Hiermede is dus een beeld verkregen van de dikte en samenstelling der aardkorst. Wij hebben getracht in onze beschouwing duidelijk te doen uitkomen, wat hierin als hypothese moet worden beschouwd en wat meer het karakter van een eenig mogelijke interpretatie der waargenomen feiten draagt. Het kan niet worden ontkend dat, vooral wat de samenstelling der korst betreft, een groot gedeelte onzer conclusies hypothetisch is en dat verschillende verklaringen mogelijk zijn en dan ook inderdaad worden gegeven. De geoloog bezit niet de mogelijkheid te experimenteeren met het object zijner studie gelijk de physicus en de chemicus dat doet en hij is aangewezen op de methode der extrapolatie en op den weg der „converging evidence”. En het is niet te verwonderen, dat deze weg zich dikwijls splitst in verschillende zijpaden die alle naar hetzelfde eindpunt schijnen te leiden. Slechts door al die paden in te slaan en ver genoeg te vervolgen is met eenige zekerheid uit te maken, welke inderdaad de hoofdweg is en welke ten slotte weer moeten worden verlaten, omdat zij eindigen in onoverkomelijke hindernissen of in een moeras van tegenstrijdige conclusies. Doch dat ook op deze wijze de waarheid kan worden benaderd, valt niet te ontkennen en blijkt duidelijk uit de vele belangrijke resultaten welke de theoretische geologie in den loop van hare ontwikkeling heeft mogen boeken. En wij mogen verwachten, dat in de toekomst dit steeds meer het geval zal zijn, want langzamerhand treedt ook de theoretische geologie in het stadium eener quantitative wetenschap. Zij maakt eenzelfde evolutie door, welke andere takken der natuurwetenschap, zooals de physica en de chemie, reeds hebben doorlopen. Ook deze wetenschappen bevonden zich in de eerste tijden na hunne geboorte in het kwalitatieve stadium en nog betrekkelijk slechts sinds korten tijd is bijv. een der voornaamste takken der chemie een streng mathematische wetenschap geworden. Dat de theoretische geologie wel steeds een minder exact karakter zal

dragen, is onvermijdelijk, daar haar methoden zich hebben aan te passen aan de eigenschappen der aarde, welke een mathematische behandeling in vele gevallen niet toelaten. Doch, dat ook de geologische wetenschap in dit opzicht een zeer ingrijpende evolutie zal doormaken, kan, gezien de in de laatste jaren verkregen resultaten, nauwelijks worden betwijfeld. De beoefenaren der theoretische geologie zullen zich hebben te verzoenen met het denkbeeld dat zij, zonder de hulp in te roepen van mathematische methoden, de ontwikkeling hunner wetenschap in vele gevallen eerder zullen vertragen dan bevorderen. Deze conclusie is onvermijdelijk en ook al oogst zij misschien nog niet overal den bijval dien zij verdient, zij blijft daarom niet minder juist. Dat exacte methoden onontbeerlijk zijn, is een direct gevolg van het karakter van sommige vraagstukken, welke de geoloog wenscht op te lossen. Wij mogen dan ook besluiten met de woorden van *Jeffreys*, die zooveel heeft bijgedragen tot de ontwikkeling der theoretische geologie als exacte wetenschap en die de voorrede van zijn bekend werk eindigt met de uitspraak: „if geophysics requires mathematics for its treatment, it is the earth that is responsible, not the geophysicist.”

Mijne Heeren Curatoren,

Het is mij een aangename plicht U te mogen bedanken voor het in mij gestelde vertrouwen en ik verzeker U, dat ik zal trachten mij dit vertrouwen waardig te maken door met algeheele toewijding mijn taak te vervullen.

Mijne Heeren Professoren,

Dat ik thans in Uwen kring ben opgenomen stel ik op hoogen prijs. Ongetwijfeld zal ik dikwijls Uw raad en steun vragen en de hartelijke ontvangst die ik van U heb mogen ondervinden staat mij borg, dat ik mij dan niet te vergeefs tot U zal wenden. Ook van mijn kant kan ik U verzekeren, dat ik steeds volgaarne bereid zal zijn mijne medewerking te verleen tot een innige samenwerking, welke van zoo groot belang is voor de studie aan de Technische Hoogeschool.

Hooggeachte Molengraaff,

Ik reken het mij tot eene zeer groote eer naast U te mogen werken als jongere collega. Wat Uwe leiding, Uwe bezielende colleges en excursies zijn geweest voor de studenten der Mijnbouwkundige Afdeeling, kunnen slechts zij beseffen die, zooals ik, het voorrecht hadden tot Uwe leerlingen te behooren. Het is mij eene diep gevoelde behoefte U van deze plaats mijnen hartelijken dank te betuigen voor hetgeen ik van U gedurende den tijd mijner studie heb mogen leeren. Doch niet alleen wetenschap werd door U geleerd, maar, en dit is misschien van nog hoogere waarde, liefde tot de studie der geologie, tot het begrijpen der natuur werd door U op Uw leerlingen overgedragen. Indien het voor mij mocht zijn weggelegd ook maar van verre Uwe voetstappen te drukken, zal ik mij zeer gelukkig achten.

Hooggeachte Brouwer,

Uwe afwezigheid moge voor mij geen beletsel zijn uiting te geven aan de gevoelens van hoogachting en bewondering die ik voor U koester. De mij gegeven opdracht is niet licht en Uwe opvolger te zijn maakt die taak slechts zwaarder. Mij er zóó van te kwijten als door U geschiedde, zal voor mij een ideaal zijn waarnaar ik met alle kracht zal streven.

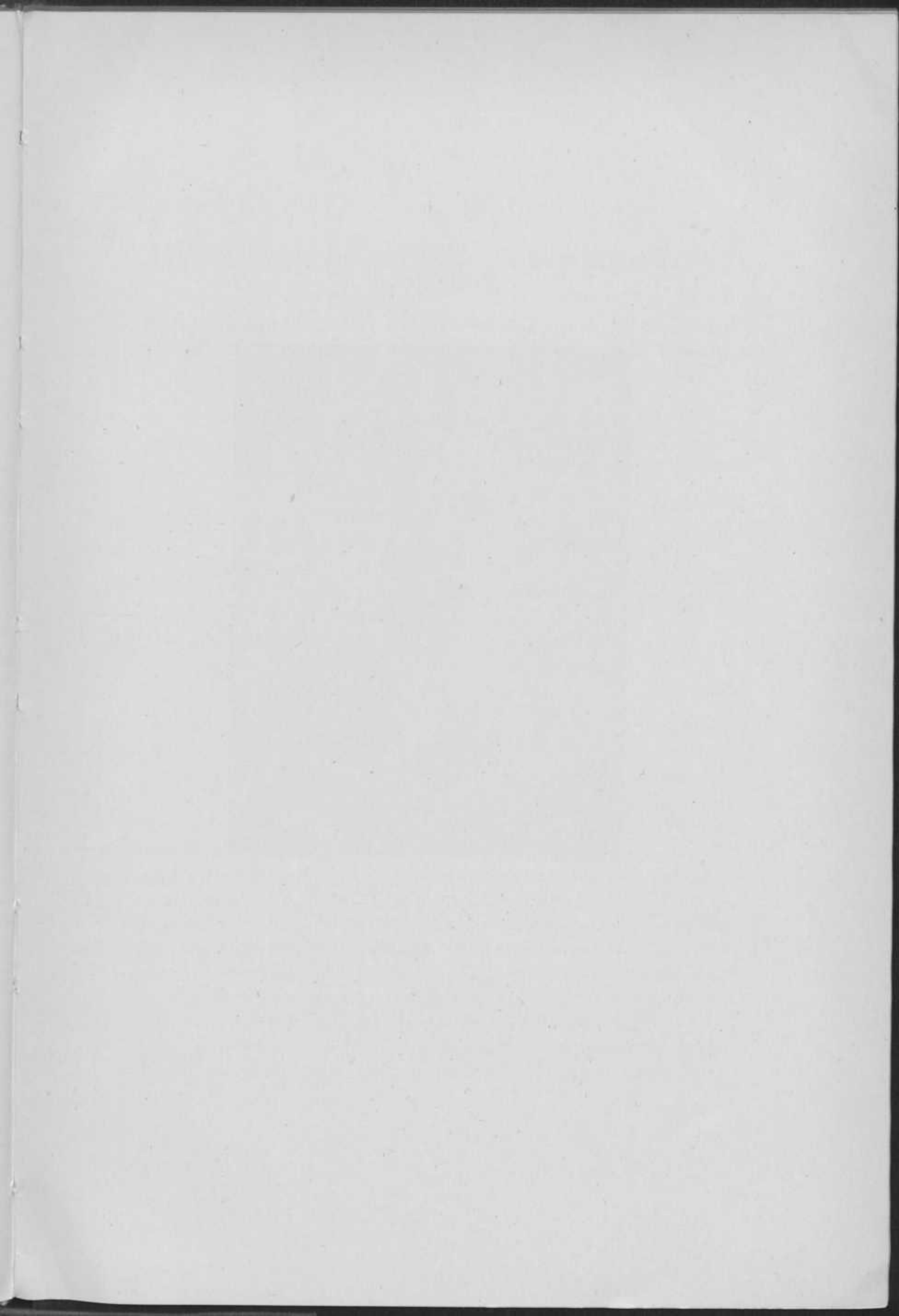
Hooggeachte Ambtgenooten der Mijnbouwkundige Afdeeling,

Diep getroffen door de zeer hartelijke ontvangst mij in Uwen kring bereid, is het mij een behoefte U te zeggen hoezeer ik Uwe vriendschappelijke tegemoetkoming waardeer. Van Uwen steun meen ik mij steeds verzekerd te mogen houden en ook ik zal steeds ernstig trachten in alles met U samen te werken ter bereiking van het doel dat ons allen zoozeer ter harte gaat, de opleiding van den aanstaanden mijnningenieur.

Mijne Heeren Studenten der Mijnbouwkundige Afdeeling.

De door U gekozen studierichting brengt mede, dat een groot aantal ten deele zeer heterogene vakken door U moeten worden bestudeerd. Een dier vakken is thans aan mij opgedragen, doch ik ben er mij zeer wel van bewust, dat dit slechts een onderdeel Uwer studie vormt. Vooral is het mijn voornemen er steeds op bedacht te zijn, dat verreweg de meesten Uwer later een plaats zullen vinden in de praktijk en dit doel stel ik mij voor bij mijn werk steeds voor oogen te houden. De door U gekozen studierichting behoort ongetwijfeld tot de allermooiste, niet alleen om het vak zelf, maar omdat zij de meesten Uwer in de gelegenheid of zelfs in de noodzakelijkheid zal stellen de wijde wereld in te trekken en pionierswerk te verrichten in vreemde en verre landen. Dat is een der aantrekkelijkste zijden van Uw toekomstig beroep, doch het is nog meer dan dat. Want het kan niet anders dan ons met trots vervullen, wanneer wij zien wat door Hollandsche wetenschap en Hollandsche durf op technisch gebied dikwijls onder moeilijke en primitieve omstandigheden in verre landen is bereikt. Dat ik er toe mede mag werken U voor te bereiden tot de dikwijls zware taak, die U wacht, stemt mij tot groote voldoening.

Ik heb gezegd.





Prof. Dr. J. H. F. UMBGROVE.

DE TEGENWOORDIGE GEDAANTE DER KORAALRIF-
PROBLEMEN.

Rede, uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van Hoog-
leeraar in de Geologie aan de Technische Hoogeschool te Delft,
op Dinsdag 3 Juni 1930, door Dr. J. H. F. Umbgrove.

*Edelgrootachtbare Heeren Curatoren, Hooggeleerde
Heeren Professoren, Dames en Heeren Lectoren,
Privaatdocenten, Assistenten en Studenten en Gij
allen, die mij door Uwe tegenwoordigheid een blijk
van Uwe zoo zeer gewaardeerde belangstelling geeft,*

Zeer geachte toehoorders,

Toen, twee maanden geleden, professor Molengraaff zijn afscheidscollege hield aan deze Hoogeschool, gaf hij een overzicht van de ontwikkelingsgeschiedenis der geologische wetenschap in de laatste vijftig jaren. Aan de hand van een reeks welgekozen voorbeelden toonde hij duidelijk welk een snelle en sterke ontwikkeling menig probleem heeft doorgemaakt.

„De geologie”, zeide hij, „doorleeft thans een heroïsch tijdvak”.

Een van die problemen, waarop deze uitspraak wel zeer toepasselijk is, geldt het ontstaan van koraalriffen, speciaal van die raadselachtige ringvormige riffen, atollen geheeten. Meer dan een eeuw geleden deed dit probleem zijn intrede in de wetenschap. In den aanvang waren de verklaringen, die men trachtte te geven, eenvoudig. Zoowel Eschscholz als Lyell, vervolgens Charles Darwin, daarna Murray en tal van anderen gaven hypothesen, die één enkel eenvoudig beginsel als leidend thema voer-

den. En deze hypothesen moesten dienen ter verklaring van één probleem, dat men toen terecht hét koraalrifprobleem noemde.

Thans weten wij echter, dat op de ontwikkeling van een koraalrif invloed uitgeoefend wordt door tal van factoren, die men vroeger in dit verband nog niet overzag.

In plaats van met het eene oude probleem hebben wij thans dan ook te doen met een groot aantal problemen van zeer verschillende aard, die verdeeld zijn over de meest uiteenlopende takken der natuurwetenschap.

Het ligt in mijn bedoeling U een denkbeeld te geven van deze tegenwoordige gedaante van het oude koraalrifprobleem. Daartoe zal ik achtereenvolgens eenige factoren bespreken, die op den groei en op den vorm van een koraalrif een belangrijken invloed kunnen uitoefenen. Vanzelf zal ik daarbij gelegenheid hebben U te toonen hoe zich de tegenwoordige denkbeelden uit oudere zienswijzen hebben ontwikkeld.

De organismen, die een koraalrif opbouwen, zijn gevoelig voor zeer bepaalde levensomstandigheden. De temperatuur en het zoutgehalte van het zeewater mogen slechts binnen enge grenzen schommelen. Ook leven rifbouwende koralen slechts tot een beperkte diepte, in de meeste gevallen niet dieper dan ongeveer 40 meters, soms nog minder.

Denken wij ons in de tropen een ondiepe zee, waar deze factoren gunstig zijn voor het leven der riforganismen.

Het omhoog groeiende rif zal dan toch zelden naar alle zijden even gunstige levensomstandigheden aantreffen. Want bijna steeds zal de branding, die onder invloed van den wind opgezweept wordt, op sommige punten met meer kracht tegen het rif beuken dan elders.

Als eenvoudigste voorbeeld willen wij eerst denken aan een koraalrif, dat opgroeit in een gebied, waar gedurende het grootste gedeelte van het jaar een sterke wind uit één hoofdrichting waait. Onder invloed van de branding vooral bij storm, a fortiori natuurlijk in gebieden waar typhonen voorkomen, worden herhaaldelijk koralen stuk geslagen; de grootere en kleinere fragmenten worden

vervolgens door organische en anorganische invloeden gedeeltelijk vergruisd tot fijn koraalzand. Een eenvoudig experiment kan U den verderen gang van zaken nader illustreeren. Denkt U zich hier wat zand en steentjes, door elkaar gemengd, opeengehoopt. Wanneer men van één zijde hierop blaast, waait allereerst het zand naar de tegenovergestelde zijde en wanneer men zoo krachtig doorzet, dat ook de steentjes zich in die richting gaan verplaatsen is reeds lang het zand er tusschen uit verdwenen. Er ontstaat dus een selectie tusschen het grovere en het fijnere materiaal. Iets analoogs geschiedt op een koraalrif. Aan die zijde waar de branding onder invloed van de overheerschende windrichting voortdurend krachtig aanstormt, blijven de grootere en zwaardere koraalfragmenten achter; de fijnere detritus, het koraalzand, wordt echter gemakkelijker, dus ook verder getransporteerd. Uitgaande van het punt waar de branding tegen het rif slaat, loopen de golven aan weerszijden langs het rif. Waar ze elkaar aan de tegenovergestelde zijde ontmoeten en hun krachten elkaar opheffen, kan het meegevoerde koraalzand in groote hoeveelheid tot bezinking komen.

Hoe nu de verdere ontwikkeling van zulk een koraalrif is, hoe tenslotte een eiland kan ontstaan, hoe aan de windzijde puinwallen tot boven het water omhoog komen, onder welke omstandigheden er zich een ondiepe „lagune” vormt en meer dergelijke bijzonderheden moet ik hier stilzwijgend voorbij gaan.

Riffen, waarop de invloed van den wind uit één richting overheerschend is, komen in grooten getale voor in de zeeën ten Oosten van Australië. Gedurende het grootste gedeelte van het jaar waait in dat gebied de S.W. passaat. Hedley, Griffeth Taylor, Mayor en Stanley hebben allen de invloed van dezen passaatwind geconstateerd in den vorm dezer eilanden. Talrijke voorbeelden van dien aard zult U vermeld vinden in de Reports of the Great Barrier Reef Committee en ook in de eerlang verschijnende verslagen van de onlangs teruggekeerde Great Barrier Reef Expedition. De invloed van den passaatwind werd door Jones vastgesteld op de Cocos-Keeling eilanden.

Laten wij thans zien, wat de invloed van den wind is in een gebied waar niet één richting, de passaatwind, overheerschend is,

maar waar twee verschillende hoofdrichtingen met elkaar afwisselen, het gebied der moessons. Zeer instructieve voorbeelden zijn beschreven door den Franschman Krempf in zijn studie over koraalriffen in de Chineesche Zee. Hij constateerde, dat onder invloed der beide moessons de riffen opgroeien in den vorm van twee sikkels, die met hun open, concave, zijde naar elkaar toe gekeerd zijn, terwijl de gesloten, convexe, zijde naar de hoofdwindrichtingen gericht zijn. Dergelijke voorbeelden levert ook de groep der Duizendeilanden, in de Javazee. Vergelijkt men deze rifgroep met gindsche riffen bij Indo China, dan zal men verschillpunten in hun structuur kunnen opmerken. Al deze riffen hebben echter gemeen, dat hun bouwstoffen georiënteerd zijn volgens de overheerschende richtingen der beide moessons.

Men kan nu wel voorspellen, wat de algemeene vorm en oriëntering van een rif moet zijn, indien de invloed van één der beide moessons ondervangen wordt. Het riftype zal dan natuurlijk geheel kunnen overeenstemmen met koraalriffen, die in het gebied van den passaatwind gelegen zijn. Een fraai voorbeeld hiervan levert de Spermonde archipel, die westelijk van den zuidarm van Celebes gelegen is. Deze eilandengroep ligt beschut voor den Oostmoesson, want de kracht van den wind, die uit de Flores-zee waait, wordt gebroken door het hooge bergland van Celebes' zuidarm. De Westmoesson staat daarentegen met volle kracht door, uit de Java-zee waaiend. Het gevolg is dan ook, dat in den Spermonde archipel het grovere puinmateriaal met het daarop floreerende rif voorkomt in sikkelvormige rangschikkingen, die met de dichte, convexe, zijde naar het W. gekeerd zijn, terwijl de zandmassa's zich aan de Oostzijde van het rif ophoopen.

Nog anders zijn de verhoudingen in Emmahaven, bij Padang, aan Sumatra's Westkust. Uit de meteorologische gegevens van die plaats blijkt, dat de invloed van de moessonwinden daar uiterst gering is en dat deze geheel op den achtergrond treden tegenover het systeem van land- en zeewind. Nu ligt er kort onder de kust in Emmahaven een klein rif. De structuur en de oriëntering van dit rif is bijzonder merkwaardig en laat de conclusie toe, dat het overheerschende windeffect van uit S.W. richting komt. Deze richting

blijkt volkomen overeen te stemmen met de overheerschende richting van den zeewind. Bovendien toonen de meteorologische gegevens, dat de kracht van den zeewind dien van den landwind verre overtreft. Voor dit rif, eveneens voor de Duizendeilanden, de eilanden in de Baai van Batavia en de Cocos-Keeling eilanden konden de geologische conclusies getoetst worden aan en bevestigd worden door meteorologische gegevens.

Thans wil ik overgaan tot een anderen factor, n.l. den invloed van neervallend slib, koraalzand enz., wat ik gemakshalve de invloed van sedimentatie zal noemen.

Eenige decenniën geleden heerschte algemeen de meening, dat een modderige bodem en ook een groot slibgehalte van het zeewater van grooten en wel van nadeeligen invloed zouden zijn op de groei van een rif. Sluiter toonde evenwel aan, dat een over 't geheel genomen slibrijke zeebodem wel degelijk levensmogelijkheid voor koraalriffen biedt, indien er slechts enkele vaste punten, zooals schelpen, neergezonken puimsteenstukken enz. op verspreid liggen. Ook weet men tegenwoordig, dat verschillende soorten rifkoralen in staat zijn belangrijke hoeveelheden slib aan hun kelken te verwijderen. Slibmetingen hebben bovendien aangetoond, dat het zeewater in de omgeving van een koraalrif zonder nadeel voor 't rif een veel hooger slibgehalte kan hebben dan men vroeger gunstig achtte.

Anders wordt het echter, wanneer de hoeveelheid slib of koraalzand, die op een bepaalde plaats bezinkt, zoo groot is, dat de koraalkolonies er geheel onder begraven worden. Want in dat geval sterven de dieren, zooals Mayor aantoonde, reeds spoedig een verstikkingsdood. Op sommige plaatsen kan de hoeveelheid neervallend slib zulke afmetingen aannemen, dat de sedimentatiesnelheid de groeisnelheid van alle soorten overtreft. Elders is de sedimentatie van dien aard, dat nog enkele vertakte en snelgroeiende koraalsoorten er tegen opgewassen blijken.

Ik heb er U reeds op gewezen hoe onder invloed van den wind een selectie van het koraalpuin plaats heeft in dien zin, dat aan de windzijde de grootere harde koraalfragmenten achter blijven, doch

dat aan de lijzijde het fijnere koraalzand tot bezinking komt. Het zal U nu dan ook duidelijk zijn, dat over 't geheel genomen, de levensomstandigheden voor de rifdieren aan de lijzijde ongunstiger zullen zijn dan aan de windzijde van het rif. Dit komt inderdaad bij de rifgroepen, die ik U noemde zeer duidelijk tot uiting. Aan de windzijde tiert het levende rif welig. Daar kunnen wij aantreffen die onvergetelijke kleurenpracht en rijkdom aan vormen, waarover een ieder, die ze aanschouwt, in extase geraakt.

Aan de tegenovergestelde zijde echter is het leven moeilijk voor vele, onmogelijk voor andere rifdieren; de fauna in zijn geheel is er verarmd, draagt een speciaal karakter, aangepast aan die ongunstige omgeving, of ontbreekt zelfs geheel en al.

In het algemeen gesproken heeft dus naar de windzijde rifgroei plaats, aan de lijzijde daarentegen wordt de bodem door sedimentatie in meerdere of mindere mate om zoo te zeggen steriel gemaakt voor rifgroei. Dit verschijnsel is reeds lang geleden waargenomen, doch het werd oorspronkelijk op een andere wijze verklaard. Eertijds meende men n.l. — en dit is de z.g. theorie van Chamisso — dat dit veroorzaakt werd, doordat de toevoer van planktonisch voedsel in de brandingszone het grootste was.

Tegenwoordig zullen de meeste onderzoekers U echter verzekeren, dat deze sterkere koraalgroei tegen de schijnbare verdrinking der brandingsgolven in veroorzaakt wordt door het daar ter plaatse ontbreken van den funesten invloed van sedimenteerend koraalzand.

Nog onlangs bijvoorbeeld heeft Krempf op grond van zijn onderzoekingen in de Chineesche zee op den zoo uiterst belangrijken steriliseerenden invloed van neervallend sediment den nadruk gelegd. Hij meent zelfs dat, wanneer ergens een rif zou ontstaan, dat naar alle kanten even gunstige levensfactoren zou aantreffen, dit toch niet als een massieve zuil zou opgroeien. Het centrale gedeelte zou volgens zijn meening gehinderd worden in zijn groei en tenslotte gedood worden door neervallend sediment met als gevolg het omhoog groeien slechts van het buitenste ringvormige gedeelte. In deze opvatting komt hij tot dezelfde over-

tuiging als Jones uitsprak na zijn verblijf op de Cocos-Keeling eilanden.

In dezen zin is dus de oude zienswijze, die algemeen bekend is onder den naam van „Theorie van Chamisso”, gemoderniseerd. Deze naam is overigens onjuist want Eschscholz, niet Chamisso was de auctor intellectualis dezer beschouwing, hetgeen o.a. door Sluiter in 1892 reeds werd aangetoond.

Wanneer ik thans overga tot het bespreken van een anderen factor, namelijk beweging van den bodem, dan kan ik U 't best een denkbeeld geven van de draagwijdte van dien factor door U Darwin's dalingshypothese uiteen te zetten.

In den Indischen- en Stillen Oceaan komen eilanden voor, die op eenigen afstand van de kust omringd zijn door een koraalrif. Zulk een aureool om een eiland noemt men een barrièrerif en het water tusschen rif en eiland heet lagune. Verder komen er min of meer gesloten ringvormige riffen voor, die aan de buitenzijde door diepe zee omgeven zijn. Het water binnen zulk een raadselachtige ring draagt eveneens de naam lagune. De diepte der lagunes kan eenige tientallen meters bedragen. In vele gevallen zijn de lagunes ongeveer 70 meters diep, in enkele gevallen dieper. Zulk een ringvormig koraalrif is algemeen bekend onder den naam atol. De vraag is nu: hoe ontstaan barrièreriffen en hoe zijn die talrijke geheimzinnige atollen gevormd?

Als uitgangspunt van Darwin's hypothese denken wij ons in den oceaan tal van vulkaankegels, die met hun top boven zee uitsteken en die ter hoogte van het zeeniveau omgeven zijn door een levend kustrif. Men stelle zich nu voor, dat de bodem van de zee met de daarop staande vulkanen zeer geleidelijk en in ieder geval zeer langzaam daalt — door de een of andere oorzaak, die wij hier geheel buiten beschouwing laten —. Tegelijk met deze dalende beweging van den vulkaan zal het omringende rif omhoog groeien en zijn contact met het zeeniveau behouden. Het resultaat zal dan volgens Darwin's hypothese zijn, dat na verloop van tijd een rest van den vulkaantop, die nog boven water uitsteekt, op geruimen afstand omringd is door een rif, een barrièrerif dus.

Bij voortduren van de dalende beweging zullen als eindresultaat sommige vulkaantoppen geheel onder zeeniveau verdwenen zijn. Door het ringvormig rif, het atol, zou echter, als door een reusachtige grafkrans de plaats van zulk een vulkaan aangegeven worden. Zoo ongeveer is de voorstelling, gegeven in Darwin's dalingshypothese, waarmede hij in 1842 het ontstaan van de overgrote meerderheid der barrièreriffen en atollen wilde verklaren.

Het zou mij te ver voeren alle argumenten te noemen, die ten gunste dezer voorstelling te berde gebracht zijn door Dana, Davis en andere verdedigers van Darwin's hypothese. Evenmin zal ik U alle bezwaren noemen, die er in de zeer uitgebreide literatuur over dit onderwerp te vinden zijn. Alleen moet ik er U op wijzen, dat in Darwin's dalingshypothese gesproken wordt van een daling van den zeebodem over groote uitgestrektheden, welke voorstelling tegenwoordig algemeen verlaten is.

Wat men echter wel als de kern van Darwin's hypothese mag aanzien, n.l. dalende beweging van den bodem, zij 't dan ook slechts plaatselijk, is een factor die nog tegenwoordig door menigen onderzoeker gebruikt wordt ter verklaring van den vorm van bepaalde koraalriffen. Ik wil U hiervan eenige voorbeelden geven.

In het oostelijk gedeelte van den Indischen Archipel zijn tal van fossiele of subfossiele riffen door gebergtevormende beweging opgeheven tot hoog boven hun oorspronkelijk niveau. Op Timor b.v. heeft men jonge Plio-Plistocene rifkalk aangetroffen tot op 1200 meters boven zee. Elders in den archipel is de bodem plaatselijk aan daling onderhevig. Strooken van daling en van opheffing volgen in sommige gebieden binnen korte afstanden op elkaar. Zoo werden door Escher in 1920 van de groep der Toekang Besi eilanden, die in 't verlengde van den Zuidoostarm van Celebes gelegen zijn, vier onderling parallele eilandenreeksen, met een NW—SE richting, beschreven. De oostelijkste rij en de tweede daarop volgende bestaan uit eilanden met opgeheven riffen en strandriffen; ze werden door Escher als assen van opheffing aangegeven. In de beide andere rijen, die door hem als assen van daling beschouwd worden, komen atollen voor. Rutten heeft

zeven jaar later de mogelijkheid geopperd, dat ook de atolrijen der Toekang Besi eilanden op assen van opheffing en niet op dalingsassen gelegen zouden kunnen zijn. De opvatting van *K u e n e n*, die een critische studie aan deze beide theorieën wijdde en nieuwe gezichtspunten er aan toevoegde, werd kort geleden besproken door *H e t z e l*. Deze laatste trof op vier eilanden van deze groep *Lepidocyclinen*houdend tertiair aan en het merkwaardige is, dat de strekkingsrichting van deze jongtertiaire, geplooiide lagen ongeveer loodrecht staat op de richting der tegenwoordige eilandenreeksen. Bovendien toonen ze een sterke overeenkomst met analoog ontwikkelde tertiaire lagen in Boeton en in Zuid-Celebes. *H e t z e l* komt op grond van deze en van andere gegevens, waarop ik hier nu niet verder zal ingaan, tot het inzicht, dat de Toekang Besi eilanden gevormd zijn na de jongtertiaire plooiing en dus betrekkelijk jong zijn en dat zij hun ontstaan te danken hebben aan plooiing in de diepte met daarmede gepaard gaande breukvorming aan de oppervlakte.

Van talrijke andere koraaleilanden in den Indischen Archipel is door *M o l e n g r a a f f* aangegeven, dat gebergtevormende bewegingen een rol gespeeld moeten hebben bij hun ontwikkeling. Ook *B r o u w e r* wijdde beschouwingen aan de verschillende wijzen waarop riffen zich kunnen ontwikkelen bij bewegende en zich asymmetrisch ontwikkelende anticlinalen. Gaan wij buiten onzen Indischen Archipel, dan zien wij dat *C h u b b* van de Austral- of Tubuai eilanden, in het Zuidelijk gedeelte van den Stillen Oceaan gelegen, eilanden beschrijft, die gelegen zouden zijn op een bewegende anticlinal. De eilanden zijn er „en échelon” gerangschikt — evenals dit trouwens door *H o b b s* van de Marianne-boog beschreven is —. Dit zou er voor pleiten, dat tijdens de voorwaartsche beweging van die anticlinal het punt van maximale plooiing zijwaarts verschoven is. Zeer merkwaardig is ook de „migrating anticline” die *D a v i s* beschreven heeft van de Fiji-eilanden. Verder zijn er de studies van *H o b b s* over de Palao-eilanden en verschillende anderen te noemen.

In al dergelijke gevallen wordt de oorzaak van de bodembeweging gevonden in wat men algemeen uitgedrukt gebergtevormende

krachten kan noemen. Er zijn echter ook gevallen waar men zulk een verklaring niet met succes zou kunnen toepassen. Dit geldt de z.g. oceanische eilanden, d.w.z. eilanden buiten verband met continenten in de open oceaan gelegen en opgebouwd uit basaltische of naverwante gesteenten. Een tegenwoordig veelal gehuldigde opvatting is, dat onder een dunne laag bezinkselen uit open zee de geheele oceaanbodem uit soortgelijke basische gesteenten, met een gemiddeld soortelijk gewicht van ± 3 bestaat. De continenten daarentegen zijn in hoofdzaak opgebouwd uit bezinkingsgesteenten (sedimenten) en andere gesteenten (granieten en kristallijne schisten) met een gemiddeld soortelijk gewicht van 2.8 en men stelt zich voor, dat er ook onder de continenten, weer het zwaardere, basaltische, min of meer plastische materiaal aanwezig is. Hierin zouden de continenten drijven en met het grootste gedeelte van hun massa (ongeveer 95 %) ondergedompeld zijn.

Terwijl nu inderdaad op de continenten dit drijvende, z.g. isostatische evenwicht bij metingen vrij volkomen blijkt te zijn, komt dit bij eenige onderzochte oceanische eilanden niet uit. Molengraaff trekt hieruit de conclusie, dat zulke eilanden „onder den invloed der zwaartekracht geleidelijk moeten dalen, alle, zonder onderscheid, en, zoo die kracht niet door andere krachten wordt tegengewerkt, onder den zeespiegel moeten verdwijnen en ten slotte meer en meer tot den vorm van den bodem der oceanen moeten naderen.”

Langs dezen weg heeft Molengraaff, naast de kracht der gebergtevormende beweging ons een nieuwe oorzaak gewezen, de isostasie, die bij menige koraalrifgroep tot verklaring van de dalende beweging kan dienen.

Zelf heeft hij 't eerst deze verklaring toegepast om de resultaten van een boring in de groep der Bermuda-eilanden te verklaren. Ik zal echter niet over deze boring in bijzonderheden treden. Evenmin zal ik blijven stilstaan bij de beroemde, misschien mag men wel zeggen beruchte boring op Funafuti, want dán zou ik Uw aandacht moeten vragen voor een al te gedetailleerde beschrijving en een te ver voerende discussie.

Wel kan ik in dit verband nog noemen het onderzoek van

Matsuyama, die met een Eötvös-balans zwaartemetingen gedaan heeft op Jaluiet-atol. Hij vond daar, dat de gravimetrische uitkomsten het best te verklaren zijn, wanneer men aanneemt, dat een belangrijk gedeelte van de gesteenten onder het atol uit kalksteen met een soortelijk gewicht van 2 bestaat (niet uit basalt of een dergelijk gesteente, dat als soortelijk gewicht 3 of meer heeft). De dikte van dezen kalksteen schat hij tusschen 240- en 1000 meters. Dit zou dan verklaard kunnen worden door het opgroeien van een rif op een isostatisch zinkenden ondergrond. Misschien wordt deze dalende beweging ook nog beïnvloed door het gewicht der kalksteenmassa zelve, hetgeen Thiel onlangs betoogd heeft. Yabe en Aoki hebben van Jaluiet-atol een conglomeraatfragment beschreven, waarin een afgerold stuk tertiaire kalksteen voorkomt. Zoolang echter dit conglomeraat niet op Jaluiet in situ of bij een boring aangetroffen is, levert deze vondst echter geen hechte basis voor een dieper gaande beschouwing over de ontstaanswijze van dit atol.

Vermeldenswaard is het dat Davis, een van de meest enthousiaste verdedigers van Darwin's dalingshypothese, het beginsel der isostatische daling onlangs toegepast heeft in een tamelijk ingewikkelde en veelomvattende synthese. Gij zoudt zijn beschouwingen echter niet kunnen volgen, zonder eerst op de hoogte gesteld te zijn van een geheel anderen factor. Ik bedoel het verschijnsel, dat vulkaaneilanden door den afbrekenden invloed der golven tot een onderzeesche bank vereffend kunnen worden; een verschijnsel dat men abrasie noemt.

Reeds tien jaren vóór het verschijnen van Darwin's hypothese hadden Tyerman en Bennet verkondigd, dat langs de steile kusten van Tahiti een gedeelte van het oorspronkelijk veel grootere eiland door den golfslag weggeslagen moet zijn. Zij konden aantonen, dat dit gebeurd moet zijn vóórdát de levende riffen als een beschermende gordel hun tegenwoordige gedaante en omvang bereikt hadden. Ook maakten zij het aannemelijk, dat deze riffen omhoog gegroeid zijn aan den rand van het onderzeesche plateau, dat eertijds langs de kust door den golfslag gevormd werd.

In lateren tijd heeft *Agassiz* niet alleen van Tahiti, maar ook van vele andere barrière-riffen verondersteld, dat deze gegroeid zouden zijn langs den rand van abrasie-plateau's. Ook *Guppy* gaf een analoge beschouwing voor het eiland Vanikoro, dat vroeger voor *Darwin* het uitgangspunt van zijn hypothese gevormd had.

Admiraal *Wharton* is nog verder gegaan door deze afschurende, plateauvormende invloed der golven als hoofdthema eener algemeene theorie te ontwikkelen. Hij wees namelijk op het merkwaardige feit, dat de bodem der lagunes van de meeste atollen en barrièreriffen, die men in den Indischen en Pacifischen Oceaan aantreft, ongeveer op dezelfde gelijkmatige diepte van ongeveer 70 meters onder den zeespiegel gelegen zijn. Zijn theorie is, dat zulke riffen niet uit de diepte oprijzen, dus niet in den zin van *Darwin* door daling van den bodem te verklaren zijn, maar dat ze opgroeiden aan den rand van onderzeesche plateau's, die ontstaan zouden zijn, doordat even zoovele toppen van vulkanen door de golven afgeknot zijn geworden.

Deze abrasietheorie werd nog verder uitgebreid door *Daly*, die de oorzaak van dit abrasieverschijnsel ziet in den lageren stand van het zeeniveau gedurende den laatsten, Pleistoceenen, ijstijd. Immers, toen er in dien tijd een groote hoeveelheid water aan de oceanen onttrokken werd door de enorme massa's landijs, die zich ophoopten, moet dit noodzakelijk een daling van den zeespiegel ten gevolge hebben gehad. Men kan weliswaar niet precies uitrekenen hoe dik de ijskap en dus hoe groot de hoeveelheid ijs geweest is, maar wel kan men de orde van grootte vinden, waaruit dan weer afgeleid kan worden het bedrag van de daling van het zeeniveau ten opzichte van het land. *Daly* stelde dit bedrag voor de tropen op ongeveer 70 meters. Dit wil zeggen, dat de genoemde onderzeesche plateau's in dien tijd nagenoeg ter hoogte van het toenmalige zeeniveau gelegen zouden hebben. *Daly* veronderstelt dan ook, dat ze in dien tijd ontstaan zijn, doordat even zoovele eilanden door de golven geheel of gedeeltelijk geabradeerd werden. Tijdens de daarop volgende afsmelting der ijskappen en daarmee gepaard gaande rijzing van het zeeniveau, zouden aan hun rand de riffen geleidelijk omhoog gegroeid zijn.

Er zijn echter tegen deze opvatting, die bekend staat als de glacial-control-theorie, in den laatsten tijd ernstige bezwaren gezeten en nu kom ik terug op de reeds even aangeduide synthese van Davis, welke hij noemt „The theory of the marginal belts of the coral seas”.

Daly veronderstelde oorspronkelijk, dat tijdens het Pleistoceen koraalgroei tijdelijk geheel onmogelijk werd door de temperatuursverlaging van het zeewater. Wij weten echter, dat de tegenwoordige riffen gevormd worden door organismen, die voor een deel ook in aardlagen, welke veel ouder dan de ijstijd zijn, n.l. in Pliocene, ja zelfs in Mioceene afzettingen, aangetroffen zijn. Zoowel van uit een zuiver palaeontologisch als ook van uit een meer algemeen biologisch gezichtspunt moet het denkbeeld, dat zij in den ijstijd geheel uitgestorven zouden zijn, dan ook geheel verworpen worden, hetgeen o.a. door Gerth in 1925 duidelijk uiteengezet is. Wij kunnen Davis echter wel volgen wanneer hij zegt, dat in den ijstijd de zone, die geschikt bleef voor koraalgroei, naar den equator toe teruggedrongen werd, zoodat in de randgebieden der zoogenaamde koraalzeeën, d.w.z. tusschen 25° en 30° ten Noorden en ten Zuiden van den equator, geen riforganismen konden leven.

Waar dus in deze randgebieden gedurende den ijstijd geen riforganismen een beschermend pantser om een vulkaaneiland in stand hielden, kon daar, op het lagere zeeniveau, de abrasie zijn invloed doen gelden. Daarom, zegt Davis, zijn de eilanden in die gebieden gekenmerkt door hoge steile kusten, omgeven door onderzeesche plateau's.

In het meer equatoriale gedeelte der koraalzeeën, waar tijdens den ijstijd koraalgroei bleef floreeren, bleven de eilanden echter bij den lageren stand van het zeeniveau beschermd tegen abrasie. Wij treffen er nu dan ook in den regel geen onderzeesche plateau's aan en geen hoge, steile kusten. (De enkele uitzonderingen, die dit wel toonen, zijn volgens Davis jong-vulkanische eilanden, die waarschijnlijk tijdens of kort voor het Pleistoceen ontstaan zijn, zoodat op hun kusten, nog onbeschermd door riffen, de abrasie wel kon aangrijpen). Integendeel, de eilanden bezitten er glooien-

de kusten, die zich geleidelijk onder zee voortzetten en er komen onder water gelooopen rivierdalen, z.g. verdronken dalen, voor.

Naar Davis' meening is de rijzing van den zeespiegel tegen het einde van den ijstijd niet voldoende om deze kustvormen te verklaren. Hij veronderstelt, dat er bovendien een werkelijke daling van het land moet plaatsgevonden hebben. In hoeverre hij het hier bij 't juiste eind heeft, is moeilijk te zeggen, daar overtuigende profielen in zijn werk ontbreken. Ook zal wel aan niemand ontgaan, dat hij als enthustiaste verdediger van Darwin's dalingshypothese, wel eens „plus royaliste que le roi” is. De dalende beweging verklaart Davis door isostasie op een wijze als door Molengraaff aangegeven werd.

U ziet hoe ingewikkeld deze modernste vorm van Darwin's eenvoudige en aantrekkelijke hypothese geworden is. U ziet echter ook hoe sterk Daly's abrasietheorie beperkt wordt.

Er zijn echter nog meer bezwaren tegen de abrasietheorie aan te voeren.

Vooreerst heeft men nog nimmer bij opgeheven atollen en opgeheven barrièreriffen een abrasievlak kunnen constateeren. Integendeel bleken deze opgeheven riffen — ik herinner b.v. aan de zeer nauwkeurige opname van het opgeheven barrièrerif op het eiland Mangaia, door Marshall, — steeds discordant te rusten op het onregelmatig oppervlak der oude vulkaanhelling.

Vervolgens moeten wij ons afvragen: wat beteekenen nu eigenlijk die veel genoemde lagunebodems? In zeer veel gevallen treffen wij bij lagunes een diepte aan van ongeveer 70 meters. Dit heeft Daly er toe gebracht de lagunebodems met de door hem veronderstelde pleistoceene abrasievlakken te identificeeren. Nergens heeft men evenwel met zekerheid een abrasievlak kunnen constateeren. Zelfs in de randgebieden der koraalzeeën, die nog de meeste kans leveren daaromtrent iets te weten te komen, is het niet bekend hoe diep de veronderstelde abrasie ingewerkt heeft. Bodemonsters ook uit het meest centrale gedeelte der lagunes leverden slechts los koraalzand op. Indien er werkelijk een abrasievlak voorkomt, zal het dus in ieder geval dieper moeten liggen dan de loodingscijfers in de lagune ons aangeven.

Zeer merkwaardig is het ook, dat er lagunes met de typische diepte van 70 meters aangetroffen worden in gebieden, waarvan het zeker is, dat ze niet stabiel gebleven zijn sinds het Pleistoceen.

Dit alles wijst er, lijkt mij, wel op, dat wij voor deze zoo bijzonder dikwijls voorkomende diepte van lagunes een geheel andere verklaring moeten zoeken. Het is misschien mogelijk, dat bij een bepaalde verhouding van sedimentatie en wegvoering van sediment door beweging en strooming in het water een evenwichtsvlak op die speciale diepte ontstaat. Ik zal hier echter niet verder ingaan op dit verschijnsel, dat mij voorkomt een probleem op zichzelf te vormen.

Hoe dit ook zijn moge, in ieder geval is het wel duidelijk, dat de zandige lagunebodem ons niets kan leeren over de diepteligging der veronderstelde abrasievlakken en evenmin over het bedrag van de daling van het zeeniveau tijdens den pleistoceenen ijstijd.

Nu heeft men getracht langs mathematischen weg dit bedrag te benaderen, steunend op de verbreiding en de vermoedelijke dikte van de pleistoceene landijsmassa's. Het spreekt van zelf, dat zulke berekeningen slechts een zeer globale uitkomst kunnen opleveren. Dit blijkt dan ook duidelijk uit de verschillen der eindcijfers. Door *Penck* werd eertijds de maximale daling van het zeeniveau geschat op 100 meter; later noemde hij evenals *von Drygalsky* 150 meter. U weet reeds, dat *Daly* het cijfer 70 aannam.

Wij zouden het bedrag van deze daling van den zeespiegel echter juister kunnen benaderen door een gebied te bestudeeren, dat in de eerste plaats stabiel gebleven is sinds het Pleistoceen en waar in de tweede plaats het landoppervlak uit dien tijd nog te herkennen is.

Indien men in een dergelijk gebied oude rivierloopopen zou kunnen vervolgen, dan zou men uit de diepteligging der oude riviermonden ónder het tegenwoordige zeeniveau direct het maximale bedrag van de groote schommeling van den waterspiegel kunnen aflezen.

Nu is er inderdaad zulk een gebied bekend. De bodem van de ondiepe Zuid-Chineesche Zee, welke samen met die van de Java Zee in den ijstijd boven het toenmalige zeeniveau gelegen was, vormde één land met Java, Sumatra, Malakka en Borneo. Mo-

lengraaff, die een zeer uitvoerige studie aan dit gebied gewijd heeft, vatte dit samen onder den naam Soenda-land.

Twee overtuigende feiten bevestigen de juistheid van dit denkbeeld. In de eerste plaats blijkt er een nauwe verwantschap te bestaan tusschen de zoetwater-fauna's der rivieren, die aan de Westkust van Borneo uitmonden met die der stroomen van Sumatra's Oostkust. Deze overeenkomst wordt nog opvallender wanneer men er aan toevoegt, dat bij verre na niet een dergelijke overeenkomst bestaat tusschen de rivieren van Borneo's Westkust met die van Borneo's Oostkust, ofschoon sommige dezer rivieren, in centraal Borneo, op slechts weinige kilometers afstand van elkaar ontspringen. Het zelfde opvallende verschil bestaat tusschen de rivieren van Sumatra's Oost- en die van Sumatra's Westkust. Slechts op één wijze kan dit verklaard worden, n.l. door te veronderstellen, dat de rivieren van Sumatra's Oostkust en die van Borneo's Westkust eertijds met elkaar in verbinding hebben gestaan.

Nu heeft men — hierbij kom ik tot het tweede feit — inderdaad de rivieren van Borneo en Sumatra in het onderzeesche bodemrelief van de Zuid-Chineesche Zee kunnen vervolgen en men heeft geconstateerd, dat zij de zijrivieren vormden van een grooten stroom, die naar het Noorden in de Chineesche Zee uitmondde.

Het zou mij te ver voeren om langer bij deze interessante geschiedenis te blijven stilstaan. Laat ik alleen nog vermelden, dat ook in Straat Malakka een z.g. verdronken rivierstelsel gereconstrueerd kan worden en dat de Java-zee naar alle waarschijnlijkheid een dubbel rivierstelsel, een van Borneo en een tweede van Java, bezat, dicht bij elkaar uitmondend in de diepe Straat Makassar. Door deze reconstructies wordt de verspreiding der dierenwereld op Java, Borneo en Sumatra, zooals ons die uit de studie's van Weber, Dammerman en de Beaufort bekend zijn, verklaard.

Keeren wij thans terug tot de bewuste 70 meter van Daly, dan moet ik in de eerste plaats vermelden, dat Molengraaff reeds in 1922 opmerkte: „Er zijn feiten in den O.-I. Archipel die beter te verklaren zijn, zoo men de pleistoceene daling van den

zeespiegel op 100—150 meter raamt, welk laatste cijfer door P e n c k werd aangenomen."

Nu geloof ik, dat het onderzeesche bodemrelief zoowel van de Zuid-Chineesche Zee als van de Java Zee en van Straat Malakka duidelijk aantonen, dat de oude, pleistoceene, rivierloopen hun uitmonding hadden, niet bij de tegenwoordige isobaath van 70 meters, maar bij een diepte van ongeveer 100 meters. Dit wil zeggen, dat de maximale schommeling van den zeespiegel in den ijstijd ongeveer 100 meters bedragen moet hebben.

Door al deze argumenten wordt D a l y ' s glacial control theorie, die wel in de eerste plaats een abrasietheorie genoemd kan worden, ontdaan van veel wat oorspronkelijk een steun er voor scheen te zijn, doch wel blijft duidelijk de groote invloed, die de schommeling van den zeespiegel ten gevolge van den ijstijd uitgeoefend heeft op de ontwikkeling van koraalriffen. De belangrijkheid hiervan werd reeds in het jaar 1882 door P e n c k ingezien.

Een vijftal factoren (invloed van den wind, sedimentatie, bodembeweging, abrasie en glaciale schommeling van het zeeniveau) heb ik thans besproken. Het was een eenigszins willekeurige greep uit een groot aantal factoren en een nog veel grooter aantal problemen. Zoo is er nog de invloed van zeestroomingen op de rangschikking van koraalriffen, die door de Duizend-eilanden in de Java Zee op zoo merkwaardige wijze getoond wordt. Belangrijk is ook de invloed van een recente wereldwijde daling van het zeeniveau. Iets, waarop door D a l y voor het eerst de aandacht gevestigd is en waarvoor de bewijzen met den dag toenemen. Een speciale studie vereischt ook de vraag waarom op sommige plaatsen zandeilanden ontstaan, elders niet. De vorming van strandconglomeraten is een nog niet overal opgehelderd probleem. Al te weinig is er ook nog bekend over den aard en het al dan niet voorkomen van dolomitisatie en andere diagenetische processen in levende en fossiele, opgeheven riffen. De invloed van kalkalgen op de ontwikkeling, ook van zulke riffen, die voor het allergrootste gedeelte uit rifkoralen zijn opgebouwd, vormt een onderwerp van speciale studie. Chemische, physische, biologische en oekologische studie's worden

gewijd aan den invloed van temperatuur, zoutgehalte, PH-concentratie, enz. Ook de factoren, die de beperkte dieptegroei van rifkoralen beheerschen, verheugen zich in een hernieuwde belangstelling.

Men mag gerust zeggen, dat nog nimmer met zulk een intensiteit gewerkt is aan het complex van koraalrifproblemen als in de laatste jaren. Bij gelegenheid van het 4e Pacific Science Congress, dat een jaar geleden op Java gehouden werd, kwamen meer dan 40 mededeelingen, die betrekking hebben op koraalriffen, binnen.

Onder zulke omstandigheden zou het onmogelijk zijn op de hoogte te blijven van den stand der nieuwste onderzoekingen en denkbeelden, ware er niet een internationale organisatie, die een uitwisseling van gedachten vergemakkelijkt. In 1926 werd tot dit doel een International Committee on Coral Reefs in the Pacific gesticht onder de kundige en energieke leiding van Thomas Wayland Vaughan. Het spreekt van zelf, dat voor Nederland in zijn prachtige overzeesche gewesten een belangrijke en ongemeen interessante taak is weggelegd. Bij hetgeen ik U heden heb medegedeeld, had ik gelegenheid eenige resultaten van vrij recente onderzoekingen in onzen Oost-Indischen Archipel kort aan te stippen. Vermeldenswaard is nog, dat ongeveer een jaar geleden op het eiland Onrust, in de baai van Batavia, een laboratorium geopend is, dat een ieders bewondering vermag op te wekken. Dr. J. Verwey heeft daar een reeks aquaria opgesteld, waar het zeewater rechtstreeks van het naburige rif, dus in het volle bezit van alle bestanddeelen, die voor de rifdieren gunstig zijn, ingevoerd wordt. De organismen tieren in deze proefbakken dan ook welig voort. Voor experimenteel onderzoek op oekologisch- en waarnemingen op biologisch gebied is hier praktisch alles mogelijk en is er dus ook alles van te verwachten.

Bijzonder hoopvol voor de naaste toekomst is ook de Nederlandsche Oceanographische Expeditie, die op 't oogenblik in den Oost-Indischen Archipel werkzaam is, aan boord van H.M. „Willebrord Snellius”. Want een van de belangrijke punten in het programma dezer Expeditie behelst een biologische en geologische bestudeering van koraalriffen. Ik wil dan ook deze beschouwingen

over den tegenwoordigen stand der koraalrifproblemen eindigen met een heilwensch op de voorspoedige reis en het groote succes dezer Expeditie.

EdelGrootAchtbare Heeren Curatoren,

Wilt de verzekering aanvaarden, dat de omvang der verplichtingen, mij opgelegd door het ambt, waarvoor Gij mij hebt aanbevolen, door mij terdege wordt beseft. Ik stel er prijs op U te verzekeren, dat mijn streven er bij voortdoring op gericht zal zijn, het vertrouwen, hetwelk Gij in mij hebt gesteld en waarvoor ik U zoo zeer dankbaar ben, niet te beschamen.

Wel ben ik er mij van bewust, dat de taak, die ik thans aanvaard, zeer zwaar zal zijn, waar ik hier kom tengevolge van een vacature, ontstaan juist door Uw emeritaat, *H o o g g e a c h t e M o l e n g r a a f f*.

Dat Uw vertrek van deze Hoogeschool als een zwaar en blijvend verlies zal worden gevoeld, is een ieder duidelijk, die weet welk een hoogstaand en bezielend docent Gij hier geweest zijt en tot welk een zeldzame hoogte Gij het in de Wetenschap hebt gebracht.

Hierdoor wordt mijn aanstaande werkkring, waarbij immers een deel van de Geologie, die onder Uwe goede zorgen resorteerde, aan mij toevertrouwd wordt, wel bijzonder moeilijk. Het zal mij echter ook een voortdurende opwekking zijn om mij met alle kracht te wijden aan mijn taak en het beste te geven wat ik kan.

Hooggeleerde Heeren Professoren der Mijnbouwkundige Afdeeling,

Het is niet zonder schroom, dat ik binnentreed in Uwen kring. Waar ik de jongste in Uw midden zal zijn, hoop ik, misschien wel meer dan gebruikelijk is, een beroep te mogen doen op Uw raad

en voorlichting. Reeds nu moet ik U dank zeggen voor de tegemoetkoming en steun, die ik van U mocht ontvangen.

In 't bijzonder geldt mijn dank U, hooggeachte Mekel, Ik reken het mij een groot voorrecht, geroepen te zijn tot een voortdurende en nauwe samenwerking met U en ik heb het volle vertrouwen, dat deze samenwerking een even blijmoedige zal zijn als ik die eerst te Bandoeng, daarna te Leiden heb gekend met mijn zoo hooggewaardeerden vriend Van der Vlerk.

Het zij mij vergund hier het woord te richten tot twee mijner Leidsche Leermeesters, Martin en Escher.

Hooggeachte Martin,

Ik acht mij niet in staat mijn gevoelens van groote dankbaarheid jegens U geheel onder woorden te brengen. Slechts twee eigenschappen, die mij in U steeds zoo zeer getroffen hebben, wil ik releveeren. Aan den eenen kant is het Uw nog steeds zoo jeugdig enthousiasme voor de Natuurwetenschappen en Uw bijzondere gave, anderen in deze vreugde te doen deelen. Aan den anderen kant hebt Gij mij steeds voor oogen gehouden de noodzakelijkheid van geduld en uiterste nauwgezetheid. Is niet geheel Uw groote levenswerk, dat tot in lengte van dagen een hechte en blijvende basis vormt voor een ieder, die zich met de geologie van het Tertiair in Oost-Indië bezig houdt, alleen mogelijk geweest doordat Gij die twee uitersten, spontaan enthousiasme en beheersching, in voortdurend evenwicht hebt weten te houden? Ik weet hoe uiterst moeilijk dit is, want reeds meer dan eens heb ik gefaald, wanneer ik dit zelf trachtte te bereiken. Ik zal echter niet nalaten mij Uw voorbeeld steeds duidelijker voor oogen te houden.

Het vele, dat Gij mij gegeven hebt, zal ik steeds bewaren als een kostbaar bezit.

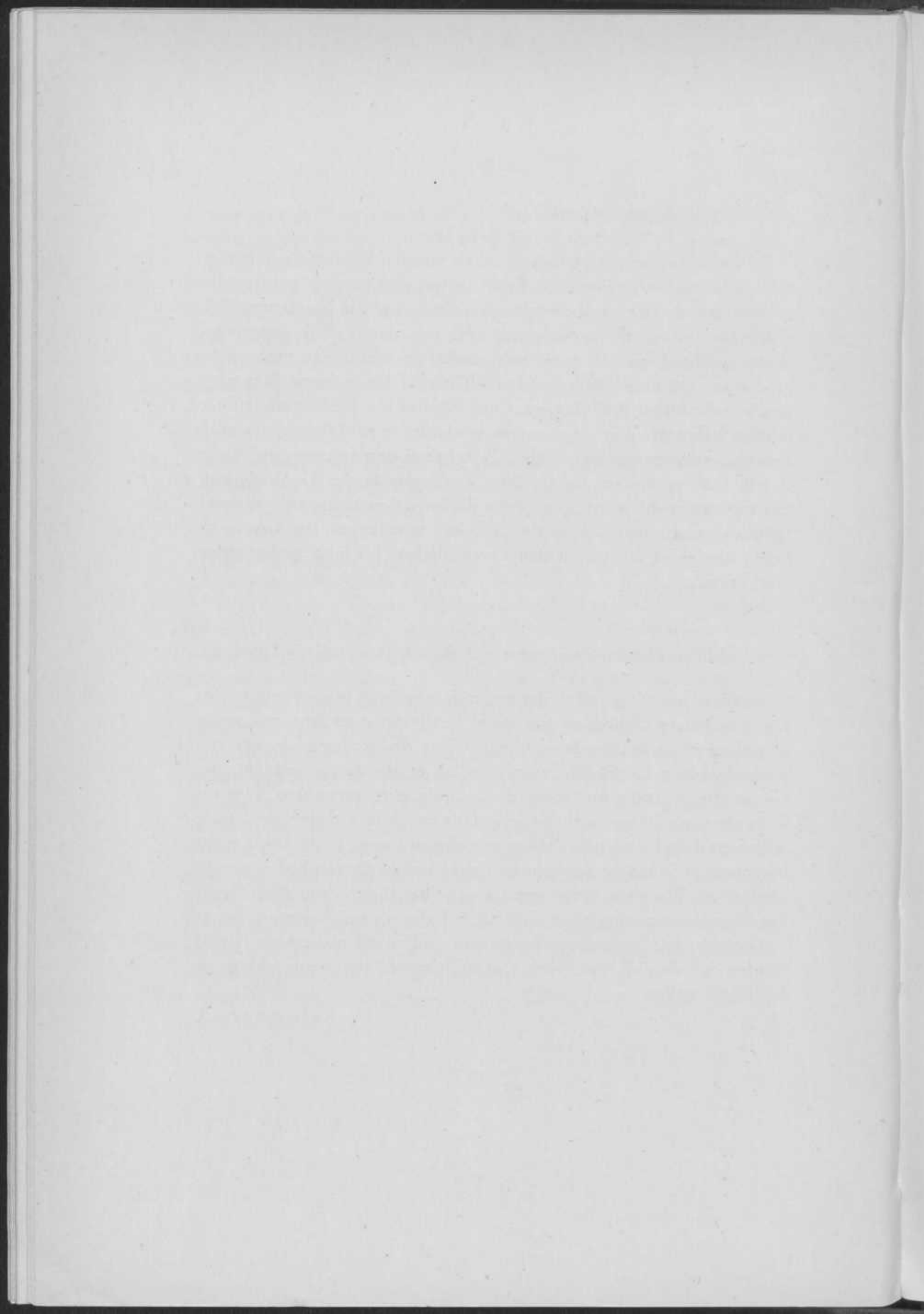
Hooggeachte Escher,

Bij mijn oorspronkelijk uitgesproken voorliefde voor de palaeontologische zijde der Geologie bezat ik wel alle neiging mijn studie geheel aan die richting te wijden. In latere jaren is hoe langer hoe duidelijker tot mij doorgedrongen, welk een moeite en doorzettungsvermogen het U gekost moet hebben mij voor zulk een maar al te groote eenzijdigheid te behoeden. Ik kan U thans nauwelijks zeggen hoe dankbaar ik U daarvoor ben. Onder Uw bezielende leiding is mijn belangstelling voor zuiver geologische problemen gestadig gegroeid en voor goed gevestigd. Ik acht mij dan ook zeer gelukkig, dat ik juist op dezen dag, nu hier een gedeelte der Geologie aan mij toevertrouwd wordt, nog eens dit gevoel van dankbaarheid jegens U mag uitspreken en dat ik U kan verzekeren, dat Uw voorbeeld als leider mij tot richtsnoer zal dienen bij mijn toekomstige werkring.

Mijne Heeren Studenten der Mijnbouwkundige Afdeeling,

De aard van Uw opleiding tot mijningenieur brengt mede, dat Gij Uw belangstelling en tijd moet verdeelen tusschen een groot aantal zeer verschillende vakken. Waar de geologie slechts een onderdeel van Uw studie vormt, zal ik er steeds op bedacht zijn Uw studie in dezen niet meer dan noodig is te verzwaren. Het zal mijn streven zijn speciaal datgene naar voren te brengen, wat voor U van praktische waarde zal kunnen zijn, wanneer gij later als mijningenieur geologische problemen onder Uw werkzaamheden mocht aantreffen. Wanneer sommigen Uwer echter tijdens hun studie voor het ingenieursexamen of ook ná het behalen van dien graad, dieper op de geologie zouden willen ingaan, zullen zij mij steeds bereid vinden om daarbij, zoo veel 't in mijn macht ligt, voorlichting en leiding te geven.

Ik heb gezegd.





VOORDRACHTEN
EN BYDRAGEN

THE
BAY
DRAGON

DE GEOLOGIE DER ZUID-TYROOLSCHE DOLOMIETEN

door Dr. Ir. L. van Houten.

Zuid-Tyrol en de Dolomieten! Welk een heerlijke beelden worden ons bij het noemen van die twee onafscheidelijke namen voor het oog getooverd: de glinsterende ijsvelden van de Marmolata, de machtige bergreuzen van Ampezzo, de wondere tinnen en torens van den met sagen omgeven Rosengarten. En bovenal de zonnige Seiser Alpe met zijne uitgestrekte, zacht golvende alpenweiden en prachtige bosschen en met den onvergelykelyk wilden bergkrans er omheen van kale, ongenaakbare, hemelhooge kalkrotsen in de meest fantastische vormen en kleuren; gescheiden door duistere kloven, en diepe, ijzige afgronden.

Het is deze voortdurende tegenstelling tusschen de doodsche en afschrikwekkende pracht van het eenzame hooggebergte en de lieflykheid der bij uitstek vruchtbare almenregionen met hun opgewekt zomerleven, die hier, veel meer dan ergens anders in de Alpen, het landschapsbeeld beheerscht. Maar niet alleen het landschapsbeeld. Ook het in Zuid-Tyrol 't meest op den voorgrond tredende geologische vraagstuk staat in onverbrekelyk verband met deze tegenstelling.

De Dolomieten zijn, gelijk bekend, een bij uitstek klassiek gebied, zoowel wat betreft onze kennis van de ontwikkeling der alpine Trias en haar fauna, als ook van het vulkanisme (Seiser Alpe, Monzoni en Predazzo). Maar hoewel het gebergte i.h.a. goed toegankelijk is en de gesteenten doorgaans voortreffelyk ontsloten zijn, hebben toch weinig gebieden aan den geoloog zulke moeilijkheden opgeleverd als juist de Dolomieten. I.h.b. één onderwerp heeft steeds groote belangstelling getrokken en een hevigen strijd ontketend: het probleem van de facieswisseling in de Midden-Trias, welk vraagstuk ook in zoo nauw verband staat met de uitingen van het vulkanisme. De snelle facieswisseling in horizontalen —

soms ook in verticalen — zin, vaak nog gecompliceerd door de tectonische verschijnselen, is de bron van al deze moeilijkheden. Maar tevens dankt het gebied, zooals reeds gezegd, zijne ongekende landschappelijke charmes hieraan, die hun oorzaak vinden in het naast elkaar voorkomen van de onvruchtbare, tegen verweering zeer resistente, helle dolomietriffen en de zachte, vruchtbare, donkere mergel- en tufgesteenten (fig. 1).

Het Mesozoïcum vormt, tezamen met de Permische sedimenten, een concordante serie, die discordant is afgezet op een prae-permischen, kristallijnen kern, welke in de peripherie van het gebied aan den dag treedt en, hoewel aan hoogten van ruim 2500 m het aanzijn gevend, door zijne weinig markante topvormen (de Plose) de tegenstelling met het eigenlijke hooggebergte nog verscherpt. Het oudste gesteentecomplex, de groep der kwartsphyllieten (in welke nabij het Pusterdal veelvuldig bandenkalken en kleileien voorkomen), werd wegens zijn fossielloosheid vroeger voor archaëisch aangezien; doch op grond van analogieën met de zeker palaeozoische gesteenten der Karnische Alpen (Silurische bandenkalken, Carbonische plantenhoudende kleileien), alsmede wegens den geleidelijken overgang, dien men tusschen de bovengenoemde Pusterer gesteenten en de gesteenten van den Helmzug in de Karnische Alpen meent waar te nemen, mag men thans voor de kwartsphyllieten ook een palaeozoischen ouderdom aannemen.

De alleroudste gesteenten, die slechts in de diepste dalen aan den dag treden, en die wellicht werkelijk een archaëischen ouderdom bezitten, zijn echter de muscovietgneizen. Zij vertoonen ken-teekenen eener nog oudere orogenese dan de hercynische. Maar later, tijdens deze laatste bergvorming, zijn ze met de kwartsphyllieten verplooid, en door de aan deze bergvorming gepaard gaande dynamometamorfose (die ook de phyllitisatie der kwartsphyllieten bewerkstelligde) zijn de sporen der oudere orogenese ten deele weer uitgewischt („ausgeheilt”).

Van de hevigheid der crustale bewegingen getuigt ook de periode van krachtig vulkanisme, waarmee het proces der bergvorming afsluit, en waarvan verschillende belangrijke granietintrusies (Bri-

xen, Iffinger, Cima d'Asta) en begeleidende ganggesteenten en kleinere intrusies (o.a. de Klausener Dioritstock) de voornaamste



Fig. 1. De Seiser Alpe met den Langkoflgroep (3178), vanaf de Saltner Hütten op den Inner-Raschötz gezien ¹⁾.

(Photo Lorenz Fränzl, uit Z.schr. d. D. Oe. A.V. 1926).

Links is nog juist de Sellagroep zichtbaar. Op de Schlerndolomiet zien we daar het plateau der Raibler lagen, en daarop erosieresten van Dachsteinkalk.

Na de Sellagroep volgt het Sellajoch, vervolgens Langkofl, Fünffingerspitze, Grohmannspitze, Innerkoflerturm, Zahnkofl, Plattkofl, samen het tot bijna 1000 m dikte opgegroeide Langkoflrif, uit Schlerndolomiet bestaande, opbouwend. De Plattkofl vertoont in zijn schuine afdakking nog de buitenste rifthelling.

Op de beide hoogste toppen, Langkofl en Grohmannspitze, zijn nog resten van Raibler lagen gespaard gebleven.

Het heuvellandschap van de Seiser Alpe bestaat grootendeels uit de lava's, tuffen en mergels, die gelijktijdig met de Schlerndolomiet zijn afgezet.

De almhutjes op den voorgrond staan op den kwartsporphyr van St. Ulrich.

¹⁾ Voor de photo's: Zie ook „Naschrift" bij de Literatuuropgave.

uitingen zijn. De intrusies veroorzaakten een vrij intensieve contactmetamorfose, en in hunne omgeving werden tevens eenige ertsafzettingen gevormd, die niet geheel zonder belang zijn (Pb, Zn, Cu).

Het hercynische gebergte werd boven zee verheven en een prooi der denudatie, maar deze regressieperiode was slechts van korten duur, en weldra drong de zee opnieuw binnen, den romp van het oude gebergte daarbij onder zijn eigen afbraakproducten bedelvend (het verrucanoconglomeraat). Maar het vulkanisme bleef in onverminderde hevigheid voortduren. De Bozener kwartsporphyr lava's kwamen op groote schaal tot uitvloeijing, en vormden met de bijbehorende tuffen het meer dan 1000 m dikke pakket der Bozener Porphyrlatte met zijne romantische kloven, doch met een overigens gering relief. De Porphyrlatte vormt de ietwat schotelvormige basis van het eigenlijke hooggebergte, dat zich gezien vanaf de hoogvlakte der porphyren (Ritten, Klobenstein), eerst in zijn volle wildheid aan ons voordoet.

Volgens Von Wolff hebben we met spleeterupties te doen, waarvan een tweetal eruptiepunten bekend zijn (de Törgeler Brücke bij Kastelruth; de Virglbreccie van Schloss Karneid in de beroemde Eggenhalerschlucht nabij Bozen). De verschillende stroomen en tuflagen hebben sterk individueele eigenschappen (hoewel hun verwantschap onmiskenbaar is), waardoor het Von Wolff mogelijk is geworden, negen verschillende erupties te onderscheiden, en naar hunne onderlinge superpositie in te deelen (de porphyren van Theiss, Raschötz, Blumau, Sigmundskron, St. Ulrich — met den bovensten conglomeraathorizon —, de Bozener of Eggenhaler porphyrlatte, en de porphyren van Branzoll, Hocheppan en Kastelruth).

Eveneens nog tijdens het Roodliggende werd concordant op de kwartsporphyr de Grödener zandsteen afgezet, die grootendeels uit „aufgearbeitetes” porphyrmateriaal bestaat. Er heerscht nog altijd meeningsverschil over de vraag, of de porphyren, de tuffen en de zandsteen subaerisch, dan wel submarien zijn afgezet. Op grond van petrographische kenmerken sprak Von Wolff oorspronkelijk het vermoeden uit, dat de lava's submarien zouden zijn

uitgevloeid. Deze opvatting werd nog versterkt door morphologische kenmerken.

De bijzonder groote uitgestrektheid der lavastroomen — soms tientallen kilometers — kan Von Wolff heel moeilijk anders verklaren dan door eene subaquatische ontstaanswijze aan te nemen. Recente, subaerisch uitgevloeide lavastroomen van dezelfde hooge aciditeit zijn door hunne groote viscositeit slechts tot het afleggen van een heel korten weg in staat. Volgens Von Wolff¹⁾ verloop het stollingsproces en de warmtegeleiding echter op geheel andere wijze bij een eruptie onder water, waardoor de afgelegde weg grooter kan zijn. Andere argumenten zijn de gelaagtheid en dikte der tuffen, het ontbreken van ieder spoor van periklinalen bouw rond de bekende eruptiepunten (hetgeen men bij subaerische uitbarstingen, gezien den aard van het uitgeworpen materiaal, wel eenigszins zou mogen verwachten), en tenslotte het feit, dat er aan de erupties de verrucanotransgressie onmiddellijk vooraf ging. Salomon neemt ook voor den zandsteen een marine ontstaanswijze aan.

Maar in latere jaren zijn door andere onderzoekers, o.a. Von Klebelsberg moeilijkheden naar voren gebracht, die met de aanname van een submarine ontstaanswijze niet goed verklaard konden worden. Zoo zijn de tuffen geheel vrij van marine organismen, en de eenige fossielen, die men er overigens slechts sporadisch in aantreft, zijn landplantenresten. Evenmin als bovenstaande argumenten vóór de submarine ontstaanswijze als absoluut bewijs mogen gelden, evenmin mag dit laatste als absoluut bewijs ertegen betracht worden. Immers, in de grootendeels ook fossielarme augietporphyriettuffen der Midden-Trias, die zeker submarien zijn gevormd, komen enkele lagen voor, die eveneens, zij het in veel grootere getale, landplantenresten bevatten, maar het is een gelukkige omstandigheid, dat die lagen tegelijkertijd ook uitgesproken marine fossielen (o.a. dunschalige halobia's) bevatten, vaak in groote hoeveelheid en verscheidenheid.

Belangrijker echter is het feit, dat men in den Grödener zand-

¹⁾ Der Vulkanismus, Bd. I, Hfdst. VII.

steen, die evenmin als de kwartsporphyr-tuffen organismen bevat op enkele landplantenresten na ¹⁾, plaatselijk krimpscheuren, krasgelaagdheid, ripplemarks, tetrapodensporen en sporen van windpolijsting waarneemt, terwijl de roode kleur niet goed te verklaren is als afkomstig van het porphyrmateriaal alleen, maar wel degelijk schijnt te wijzen op continentale vorming in een warm, droog klimaat. Toch beschrijft Salomon plaatsen in den zandsteen van ontwijfelbaar marine origine.

Wanneer wij zien, dat er in geval van twee diametraal tegenover elkaar staande meeningen voor beiden krachtige argumenten aan te voeren zijn, hebben gewoonlijk beide zienswijzen recht van bestaan. Waarschijnlijk is dit ook hier het geval. Ongetwijfeld is slechts een gedeelte van het vulkanische, daarentegen een heel groot gedeelte van het zandsteencomplex subaerisch gevormd. Klaarblijkelijk bevinden wij ons in een bijlandsch gebied, waar marine en continentale condities afwisselen.

En geheel in overeenstemming hiermee is dan ook de facies der Bellerophonlagen (Zechstein) ontwikkeld, die concordant op den Grödener zandsteen volgen. Periodieke gipsafscheiding getuigt van het warme droge klimaat, van afgesloten bekkens en van terugkeerende emersieperiodes. Maar de daling gaat, met oscillaties, regelmatig door, en geleidelijk gaan meer open-zee-condities heerschen. De zee blijft echter betrekkelijk ondiep en behoudt haar shelf-karakter.

De overgang van Palaeozoïcum naar Mesozoïcum voltrekt zich daarbij, niet alleen wat facies, doch ook wat flora en fauna betreft, heel geleidelijk en vaak nauwelijks merkbaar. We zien overigens, dat ten tijde van het Werfénien (Seiser en Campiler lagen; eenige lagen zijn uitzonderlijk fossielrijk) terrigeen detritus in het sedimentatie-proces een belangrijke rol speelt, hetgeen op sterker denudatie op het continent zou kunnen wijzen. Nog eens komt het dan tot een interruptie in de daling van het gebied, er volgt een heel korte regressieperiode, maar na het opnieuw terugkeeren van de zee (af-

¹⁾ En, als eenige uitzondering, vischschubben en een lingula in een plantenvoerende laag bij Neumarkt.

zetting van het Schelpkalkconglomeraat, uit Werfener rolsteen (bestaande) in het Anisien verschuift de kustlijn zich steeds verder, hetgeen o.a. in de afname van de hoeveelheid terrigeen materiaal tot uiting komt. Aan het begin van de Midden-Trias worden daardoor de condities gunstig voor de eerste rifvorming, de Mendoladolomiet, die als gelijkmatig dikke plaat (50—70 m) ononderbroken alle oudere gesteenten bedekt, daarmee tevens ervan getuigenis aflegend, dat er nog geene verschillen in zeediepte bestonden. **Van faciesdifferentieering is dan ook nog geen spoor te bekennen, maar met het opnieuw inzetten van het vulkanisme verandert het beeld plotseling.** In plaats van één samenhangend walrif krijgen we nu tal van geïsoleerde riffen, waartusschen een groote verscheidenheid van andere gesteenten (voornamelijk vulkanische) tot afzetting kwam.

De erupties bestaan ditmaal uitsluitend uit basisch (simatisch) materiaal¹⁾, n.l. augietporphyrieten, melaphyren, augietporphy-

1) Het is opmerkelijk, dat in een eenzelfde gebied, waar zoo betrekkelijk kort geleden nog op zoo groote schaal zure erupties plaats gevonden hebben, de aard van het tot eruptie gekomen materiaal zoo belangrijk veranderd is. Het zou te ver voeren, hier op deze quaestie diep in te gaan, daar zij meer van algemeen-theoretischen aard is en met de regionale geologie der Dolomieten betrekkelijk weinig te maken heeft, maar het is wel interessant, het verband op te merken, dat er tusschen dit verschijnsel en het door Staub in zijn „Bewegungsmechanismus” gegeven schema der bergvorming op Aarde bestaat. Staub wijst op het rhytme in de elkaar opvolgende periodes van bergvorming en geosynclinaalvorming, en hij verklaart deze rhytmen, door afwisselend poolvlucht en pooldrift van de continentale schollen aan te nemen. De poolvlucht wordt veroorzaakt door de rotatie der Aarde en zij heeft tot uiteindelijk resultaat de botsing van twee continentale schollen en de vorming van een ketengebergte. Maar na de botsing zullen de beide schollen zich weer van elkaar verwijderen. Of dit gebeurt door de door de botsing opgewekte energie, dan wel door convectiestrooming in het magma (Ampferer) of door warmte-accumulatie (Joly, Holmes), zullen wij hier buiten beschouwing laten, maar het resultaat is in ieder geval een zône, waar rek heerscht en deze zônes worden tot de nieuwe geosynclinalen. Het is een vanzelfsprekende consequentie van deze hypothese, dat, dank zij de heerschende rek, de zich vormende geosynclinaal het tooneel van krachtige vulkanische werkzaamheid zal kunnen worden, waarbij i.h.a. juist simatische lava's naar de oppervlakte zullen worden gebracht.

Volgens Staub zou de vorming van den geosynclinaal, waaruit later de alpine gebergten zijn ontstaan, de oude Tethys, zich in den Trias-tijd afge-

riettuffen, palagoniëttuffen enz. Naast lava's en tuffen, die men het meeste aantreft, komen gangen en wellicht een enkele intrusieve plaat voor. De lava's munten vaak uit door prachtige zuilvormige contractieverschijnselen, ¹⁾ de tuffen door concentrisch-schalige en sphaeroidale „Absonderung“ (deze tuffen dragen daarom in den volksmond den naam „Kugelbasalte“, fig. 2). De mineraalrijkdom dezer gesteenten is bijzonder groot.

Volgens Maria Ogilvie zouden we ook nu weer met spleet-erupties te maken hebben, en in een harer werken geeft zij eene reconstructie van het verloop der spleten in het Seiser Alp gebied, die alle in de O.—W. richting blijken te liggen. De erupties moeten vaak stormachtig verlopen zijn, getuige de groote uitgeworpen blokken van doorbroken triasgesteenten, die men ver van de eruptiepunten in tuffen en agglomeraten aantreft. Volgens Cornelius droegen vele uitbarstingen zelfs een uitgesproken explosief karak-

speeld hebben en voor het einde der Trias tot stand gekomen zijn. In de Midden-Trias zou dus de rek zijn hoogtepunt bereikt moeten hebben, en het is nu wel een zeer opmerkelijke coïncidentie, en bijzonder goed in het schema passend, dat in ons gebied juist in de Midden-Trias op zoo groote schaal spleetuitvloeiingen van simatisch materiaal plaats vonden.

Soortgelijke voorbeelden zijn ook uit oudere gebergten aan te halen. Zoo beschrijven Von Bubnoff en Holmes het ontstaan van den Oeralgeosynclinaal, dat geschiedde, toen ten tijde van de caledonische bergvorming het Russisch-Baltische blok westwaarts bewoog — waarbij het aan zijn westfront over grooten afstand door het Caledonische gebergte overschoven werd — en zich van het Sino-Siberische blok verwijderde. De Oeralgeosynclinaal werd toen het tooneel van overeenkomstige vulkanische werkzaamheid, waarbij het eveneens op groote schaal tot extrusie van basische gesteenten kwam, en tevens radiolariënafzettingen optraden.

In overeenstemming hiermee werd, gelijktijdig met de Tethysvorming aan de Noordzijde van het Gondwanablok, aan de Zuidzijde hiervan een gebergte opgepluid.

Wellicht bestaat er een analoog verband tusschen de vele basische eruptiva uit het Devoon van den varistischen boog en de hercynische geosynclinaalvorming. Dit valt nog niet met zekerheid te zeggen. Want Staub's theoriën bevinden zich nog slechts in het stadium van werkhypothese, een zeer aantrekkelijke en op het oog zeer bruikbare werkhypothese weliswaar, maar meer waarde mag men er voorloopig nog niet aan hechten.

¹⁾ Beroemd is in dit opzicht de Puflatsch tusschen Seis am Schlern en St. Ulrich.

ter. Vooral in het Marmolatagebied komen zeer karakteristieke explosieftuffen voor.

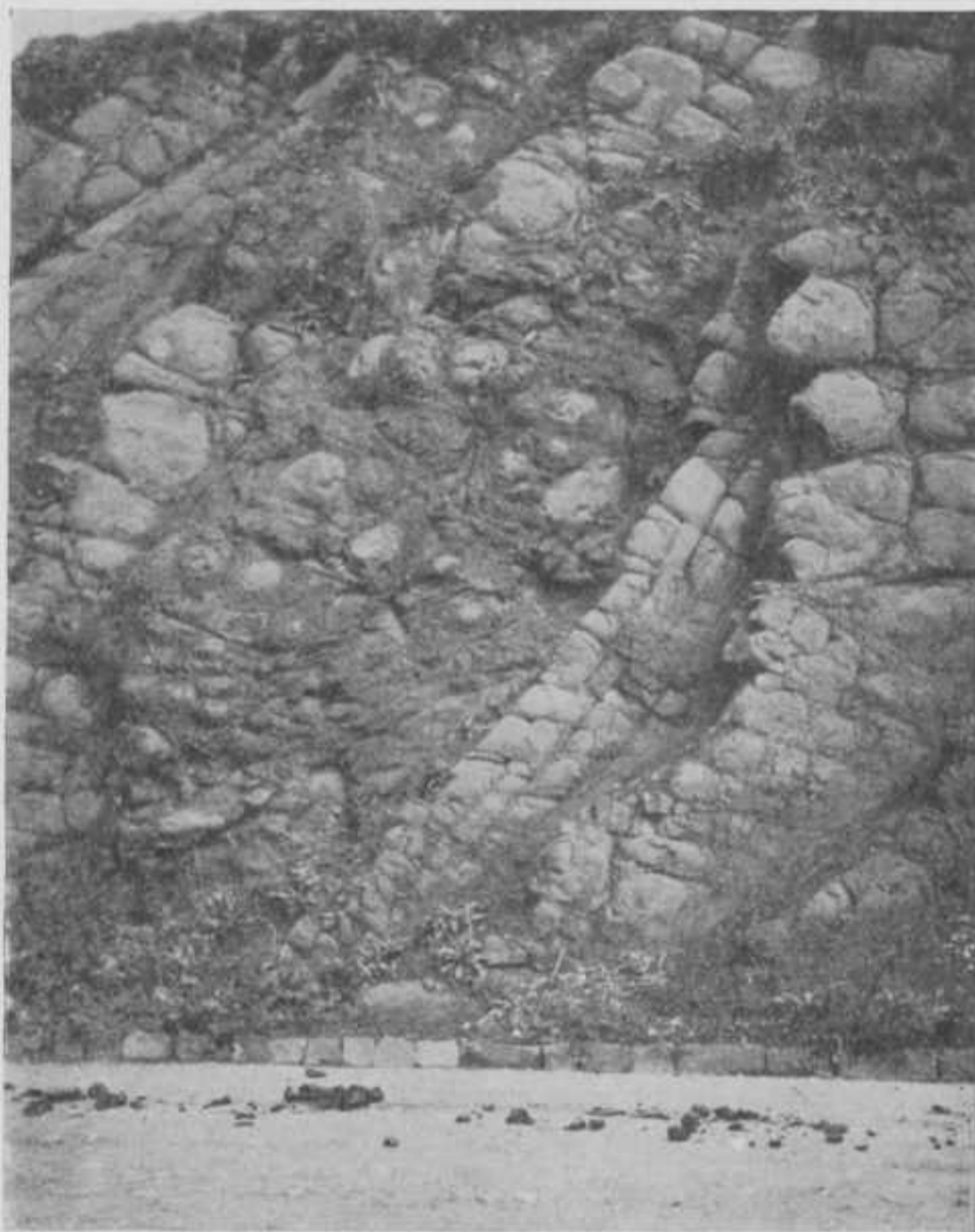


Fig. 2. „Kugelbasalte“ (augietporphyriettuf) aan den straatweg Andraz—Caprile nabij Selva di Cadore. (Jahrb. Geol. B.A. Wien 1930).

In verband met het naast elkaar voorkomen van de vulkanische en de dolomitische gesteenten hebben twee groote vragen de onderzoekers van dit gebied tot op heden bezig gehouden:

I. Is de riffacies werkelijk gelijktijdig met en naast de heteropische facies gevormd¹⁾, dus is het contact tusschen beide naast elkaar liggende afzettingen een primair stratigraphisch contact (Von Mojsisovics), dan wel bestaan er belangrijke ouderdomsverschillen, is de riffacies jonger dan de tuffacies en zijn deze afzettingen eerst door latere tectonische bewegingen naast elkaar gebracht (Von Richthofen);

of wel zijn de riffen allereerst op daartoe tectonisch (door ongelijkmatige bodembewegingen) voorbestemde drempels gegroeid ten tijde van rust in de sedimentatie, die in de bekkens plaats vond, en zijn deze bekkens dan eerst later met vulkanisch materiaal opgevuld? (Hummel).

II. Zijn de dolomietmassa's werkelijk fossiele riffen?

Deze laatste vraag kan men onmiddellijk bevestigend beantwoorden. Het blijkt ten duidelijkste uit de organische resten, die erin bewaard gebleven zijn, al is het gesteente doorgaans zeer fossielarm.

Dit gesteente, de Schlerndolomiet, is een structuurloos, kristalijn, poreus-caverneus, doorgaans zuiver dolomitisch gesteente, dat meestal ook de typische suikerkorrelachtige structuur van dolomiet heeft. De kleur is licht, vaak glinsterend wit, dikwijls ook met rosig, gelige of grijzige schakeeringen, hetgeen wèl in schril contrast is met de donkere tuffen, maar aan het landschap een bijzondere schilderachtigheid verleent. Het gesteente verweert bij voorkeur tot uiterst steile wanden en torens, hetgeen wellicht zijn oorzaak vindt in een niet sterk geprononceerd systeem van diaklazen, dat in het tegen deformatie zeer resistente gesteente is ontwikkeld. We danken er de ontzagwekkende steilwanden en de grillige topvormen

¹⁾ Heteropische afzettingen zijn gelijktijdig gevormde afzettingen van ongelijke facies.

Isopische afzettingen zijn gelijktijdig gevormde afzettingen van gelijke facies.

Von Mojsisovics duidt met isopisch de riffacies aan in zijne werken over de Dolomieten, met heteropisch de vulkanische facies. Dit is niet volkomen correct, want eigenlijk is de riffacies tegenover de vulkanische facies ook heteropisch.

aan, die huns gelijken slechts vinden in de Aiguilles van Chamoni¹⁾ (fig. 3).



Fig. 3. De Geislerspitzen vanaf de Broglesalm.
(Photo Lorenz Fränzl, uit Z.schr. d. D. Oe. A.V. 1926).

Van links naar rechts Furchetta (3027), Sass Rigais (3027), Odl- en Fermedatorens. De photo geeft een beeld van de stratigraphie van Perm tot Schlerndolomiet en vertoont een bij uitstek karakteristiek Dolomieten-landschapsbeeld. De almhutten staan op den Grödener zandsteen. Puinhellingen bedekken verder Perm en Onder-Trias, doch in den rotsvoorsprong onder de Sass Rigais-noordwand treden ze aan den dag. De onderste helft dezer goed gelaagde gesteenten bestaat uit Bellerophon lagen, de bovenste helft uit de grijze en roode Werfener lagen. Een iets dikkere bank is de alpine schelpkalk met het schelpkalkconglomeraat aan de basis. Boven op de schelpkalk ligt een zeer dikke dolomietbank, iets terrasvormig uitstekend en aan de bovenzijde met sneeuw bedekt. Dit is de Mendoladolomiet, die ook nog onder de Fermedatorens zichtbaar is. Het besneeuwde terras wordt door de Buchensteiner lagen ingenomen en daarop volgt de vele honderden meters dikke Schlerndolomiet.

¹⁾ Welke overigens uit een geheel ander gesteente bestaan, waarin echter druksplijting ook een zeer bijzondere rol speelt.

De riffen zijn als kalk afgezet, zooals meestal bij riffen het geval is. Eerst later is de kalk grootendeels in zuivere dolomiet veranderd, maar er zijn nog genoeg niet of nauwelijks gedolomitiseerde kalkpartijen, die van het verloop van het dolomitatieproces getuigen. In deze kalkpartijen treft men de beter bewaarde organische resten aan. Het gesteente is hier opgebouwd uit kolonies van rifbouwende kalkalgen en koralen, welke laatsten minder op den voorgrond treden dan de kalkalgen. Daarnaast treden chemnitzia's en andere gastropoden, meest typische rifbewoners, veelvuldig op. Maar de meest uitgesproken reciphale fauna treft men toch wel aan langs de grenzen van het rif en in de kleine, geïsoleerde rifkolonies, die in de onmiddellijke nabijheid van het rif, ten tijde van korte onderbreking der vulkanische uitbarstingen, op tal van plaatsen gegroeid zijn. Later is hun groei door volgende erupties weer verstikt, en juist daardoor treft men in deze geïsoleerde koraalstukken, de zoogen. Cipitkalkblokken (fig. 4), die bovendien vaak heel weinig gedolomitiseerd zijn, zeer vele goed geconserveerde fossielen aan, evenals in de Cassianer lagen: koralen en kalkalgen in menigte, vele zee-egels, gastropoden en lamellibranchiaten, bryozoënkolonies etc. Het is een zeer karakteristieke riffauna, die nauw verwant is aan de fauna der hedendaagsche riffen.

Bij het dolomitiseeringsproces, waarbij Mg-oplossingen door het gesteente circuleerden, werden deze organische resten, die bovendien heel vaak uit zeer oplosbare aragoniet bestonden, opgelost en door dolomiet vervangen. De organische structuren werden daarbij uitgewischt. Slechts bij uitzondering treft men in de dolomiet nog wel eens afdrukken van chemnitzia's of andere dikschalige mollusken aan, waarvan de wanden met fraaie, kleine dolomietkristalletjes bekleed zijn; en vrij vaak ook conische holten, die Bittner en Mojsisovics reeds voor uitgeweerde koralen hielden ¹⁾.

¹⁾ In de eveneens dolomitische Dachsteinkalk van den Pelmo heb ik inderdaad overgangen gevonden tusschen deze holten en beter geconserveerde koralen; in de Schlerndolomiet echter nooit.

Overigens moet men de fossielarmoede van de Schlerndolomiet niet uitsluitend als een gevolg van de dolomitisatie opvatten. Het is een karakteristieke eigenschap van alle riffen. Riforganismen, die sterven, worden aan zooveel vernietigende invloeden blootgesteld (als golfslag, vernieling door holothurien en andere op dierlijke resten azende rifbewoners, de oplossende werking van het water, versterkt door de inmiddels gevormde CO_2 en NH_3 verbindingen, etc.), dat de riffen doorgaans slechts opgroeien door accumulatie van fijn organogeen detritus, dat er onophoudelijk als

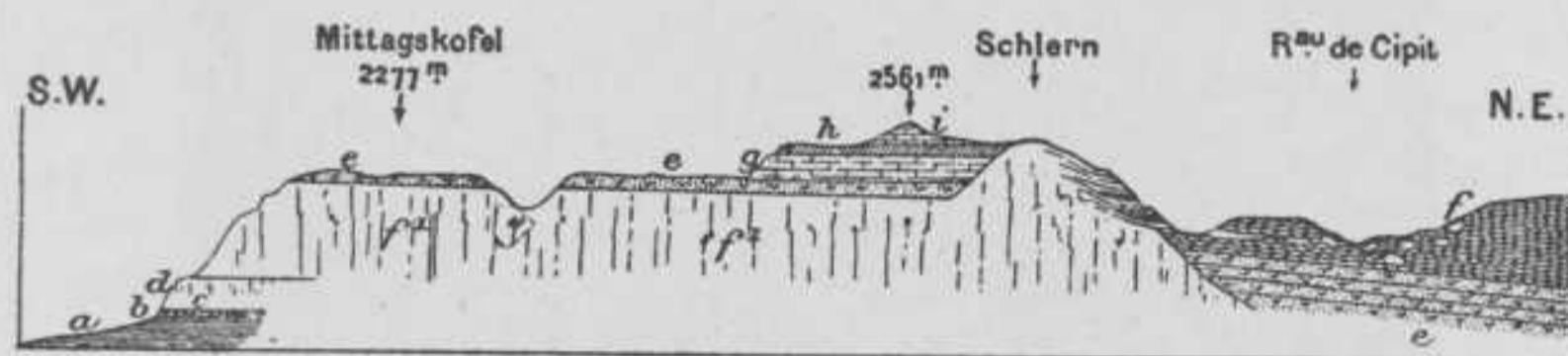


Fig. 4. Doorsnee door het Schlernrif en de Seiser elpe.

(Uit E. Haug: *Les Périodes Géologiques I*).

a. Werfener lagen; b. Schelpkalk; c. Mendoladolomiet; d. Buchensteiner dolomiet; e. augietporphyriet; f. Wengener en Cassianer lagen met Cipitkalkblokken; f'. Schlerndolomiet; h. Raibler lagen in Dachsteinkalk.

een regen op bezinkt. Deze verschijnselen neemt men ook aan de hedendaagsche koraalriffen waar. Het inwendige van recente riffen vertoont eveneens geene organische structuren meer. En wat betreft het Mg-gehalte: diepboringen op het Funafuti-atol hebben een geregeld toenemen van het Mg CO_3 gehalte met de diepte aangetoond, dat beneden 300 m meer dan 40 % bedraagt. Het opgeheven Matea-atol heeft een Mg CO_3 gehalte van 38 %. Kennelijk is de dolomitisatie een diagenetisch verschijnsel.

Van deze vergruizing der gestorven rifbewoners toonen de Zuid-Tyroolsche riffen vaak nog zeer instructieve voorbeelden, en ook onder de microscoop ziet men menigmaal gerolde en gebroken koraal- of andere fragmentjes. Nabij de heteropische grens is soms

de dolomitisatie minder ver voortgeschreden, zoodat men hier niet alleen meer organische resten aantreft, doch ook nog flauwe sporen van oorspronkelijke gelaagdheid waarnemen kan, die binnenwaarts in het rif verdwenen is ¹⁾. (fig. 5).

Aan de reciphale natuur der dolomietmassa's, die dikten van

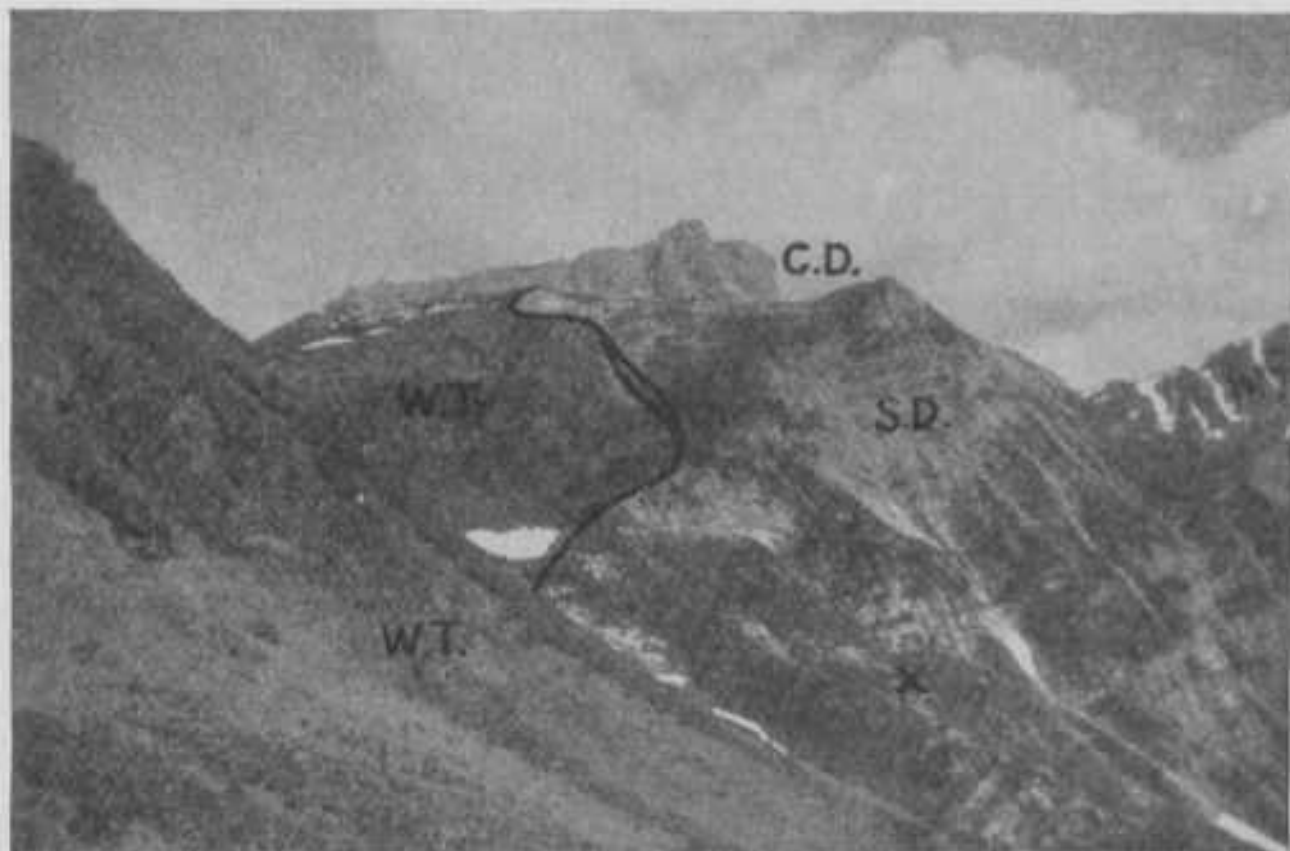


Fig. 5. Faciesgrens tusschen Schlerndolomiet (S.D.) en augietporphyriettuf en Wengener lagen (W.T.) aan den Col Piombino ten Z. van den Giaupass. (Uit Jahrb. G.B.A. 1930).

De noordhelling van het Cernerarif schiet met zeer vlakken hoek weg onder de ernaast afgezette, vulkanische afzettingen. In de dolomiet flauwe aanduiding van gelaagdheid, die dezelfde is als van de tuffen. Hier en daar treft men „overgangsfacies” aan.

Met C.D. is de Cassianer dolomiet van de Creppa di Formin aangegeven, die zich na het beëindigen van het vulkanisme over het oostelijke Dolomieten-gebied uitbreidde.

¹⁾ Hierbij nemen we vaak een verschijnsel waar, dat von Mojsisovics „Uebergangsschichtung” genoemd heeft, en dat bestaat uit een buitenwaarts hellen en over elkaar heengrijpen der riflagen nabij de heteropische grens. Het is echter niet zeker, of dit verschijnsel, dat M. verklaart door het alterneeren van de vulkanische en reciphale laaguiteinden nabij de faciesgrens niet òf plaatselijk een latere tectonische oorzaak heeft, òf elders slechts op optisch bedrog en dus onjuiste waarneming berust, bijv. veroorzaakt door bedrieglijke belichting en beginnende verkarsting, gelijk aan het Cernerarif het geval is.

600—800 m bereiken, kan dus niet getwijfeld worden. Maar scherp woedde de strijd over de beteekenis der faciesgrenzen, een strijd, die nog niet geheel uitgestreden is, al wijzen alle teekenen erop, dat de oude opvattingen van Von Mojsisovics zegevieren. Aan deze faciesgrenzen zullen we nu onze opmerkzaamheid wijden. Maar het is daartoe noodig, eerst in het kort de heteropische afzettingen, temidden waarvan de geïsoleerde riffen liggen, die er aan alle zijden door omringd worden, te beschouwen. Volgens sommige onderzoekers zouden zij in diepere bekkens naast de op tectonische drempels groeiende riffen zijn afgezet, en volgens enkelen zelfs waren de riffen al volgroeid, voordat later, in de inmiddels nog geaccentueerde bekkens, de vulkanische afzettingen gedeponneerd werden. Ware dit inderdaad het geval, dan zou er in dieptefacies tusschen beide soorten afzettingen een markant verschil moeten bestaan.

Wat zien we echter? Ten tijde van het Boven-Anisien bedekte, in uniforme facies en ononderbroken, de rifplaat van de Mendoladolomiet ons gebied; een gesteente, welks vorming slechts aan beperkte diepte gebonden is, terwijl de eraan voorafgaande sedimenten eveneens een uitgesproken neritisch karakter dragen. Van ongelijke dalende bewegingen, die drempels en bekkens zouden doen ontstaan, was toentertijd nog geen sprake. En nu treedt plotse-ling, met het inzetten van het vulkanisme, een geheel nieuwe facies op. De rifgroei gaat op een aantal geïsoleerde plaatsen door, breidt zich later weer uit, maar blijft veel beperkter dan in den Mendolati-ijd, en tusschen de riffen komen andere gesteenten tot afzetting. Weliswaar is dit gesteentecomplex overwegend vulkanisch, maar het bestaat grootendeels uit tuffen, en bovendien werden er in periodes van vulkanische rust, die er zeer vele waren, normale marine sedimenten gevormd, zoodat het toch mogelijk is, zich een goede voorstelling te vormen van de bathymetrische condities, waaronder deze gesteenten tot afzetting kwamen. Meestal zijn deze tusschenlaagjes slechts dun, en ook te talrijk, om ze onder een eigen naam af te zonderen, maar soms waren de vulkanische rustperiodes belangrijker, en heeft men ze groepsgewijze samengevat onder de

namen Buchensteiner, Wengener en Cassianer lagen. Welnu, deze tussenlaagjes zijn bijna uitsluitend kleileien en mergels, die zich geleidelijk uit de tuffen ontwikkelen. Door toename van niet-vulkanisch materiaal zien we deze overgaan, via tufzandsteen, en onzuivere, met tufpartikeltjes verontreinigde gele mergels, in mergelkalken en kalken, doorgaans van zuiver organogene origine (kalkalgen, koralen, bryozoen), en ook nooit geheel tufvrij. Nieuwe erupties zetten dan later weer met scherpe grenzen in. Deze tussenlaagjes vertoonen dus een neritische facies.



Fig. 6. Oostelijke „Riffböschung“ van het Cernerarif, vanaf Piz del Corvo. (Uit Jahrb. G.B.A. 1930).

Links Schlerndolomiet, rechts tuffen en Wengener lagen.

Ook de fauna der tuffen zelve is neritisch. Lokaal treft men er dikschalige lamellibranchiaten in menigte in aan (de pachycardia-tuffen)¹⁾. Plantenhaksel en kolige substantie treft men vrijwel overal aan. We zien overigens de intensiteit van het vulkanisme geleidelijk afnemen, en in het bovenste deel van het complex kan men beter van tufzandsteen — geregenereerde tuffen — spre-

¹⁾ De lagen met dunschalige daonella's zijn hiermee niet in strijd. Deze zijn in rustige inhammen tot afzetting gekomen. Overigens zijn de fossielen vaak nogal gebroken.

ken. Juist hierin treft men de zoo uitzonderlijk fossielrijke Cassianer lagen aan.

Interessant zijn de verschijnselen, die men langs de riffen waarneemt. Waar deze niet tectonisch begrensd zijn, zien we het rif onder een defensieve „Riffböschung” van 20—40° onder de hete-

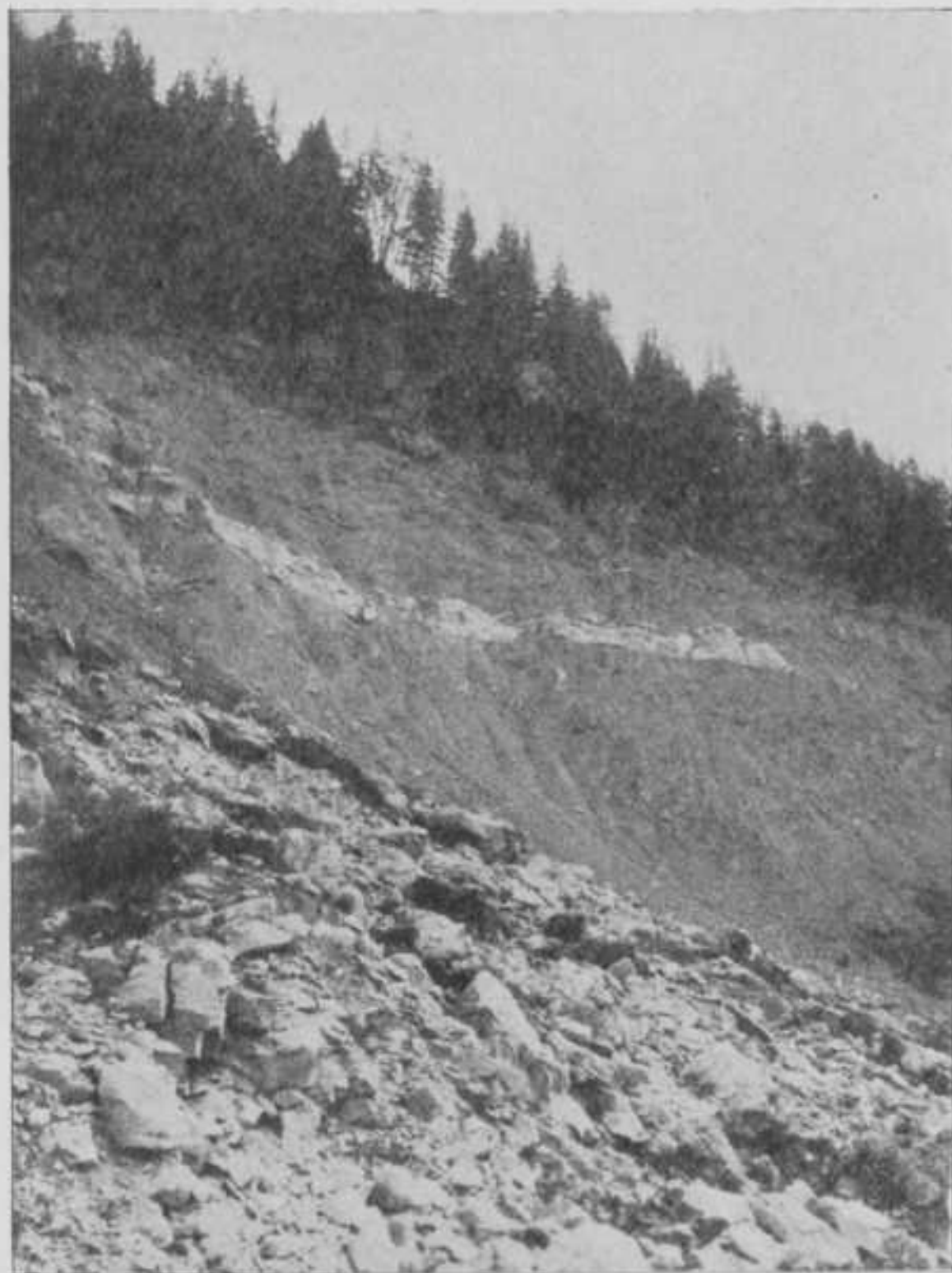


Fig. 7. Uitwiggende dolomietbank nabij Pescul, Cerneragroep.
(Uit Jahrb. G.B.A. 1930).

ropische afzettingen wegschieten (fig. 6). Maar vaak treden langs deze grenzen vertandingen op, een in elkaar uitwigen der lagen, getuigend van afwisselend een uitbreiden en weer teruggedrongen worden van het rif naarmate het vulkanisme meer of minder hevig

was. Ook treft men langs de rihellingen vaak de bovenbeschreven overgangsfacies aan. Verder treden nabij de riffen telkens koraalbanken of kleinere koraalstokken in de tuf op, die soms ook met het groote rif blijken samen te hangen.



Fig. 8. Het tuflandschap tusschen Pordoï en Falzarego, vanaf het Pordoïjoch. (Photo Lorenz Fränzl, Z.schr. d. D. Oe. A.V.).

Op den achtergrond: Cunturinesspitze, Croda del Becco, Fanisspitzen en de drie Tofanatoppen, die uit Dachsteinkalk zijn opgebouwd; Croda del Becco en Tofana voor een zeer groot gedeelte ook uit Jurakalken en zelfs wat Krijt.

De lichter gekleurde kam in de tufgesteenten, die men ziet onmiddellijk voor den uitgang van Val Lagatschoi, boven welk dal zich de Croda del Becco verheft, is de beroemde Pralongiakam, in de nabijheid van St. Cassian, de rijkste vindplaats van fossielen uit de Cassianer lagen.

Al deze verschijnselen wijzen ten duidelijkste op een zekere gelijktijdigheid van rif- en heteropische facies. De facies van de heteropische lagen is hiermee geheel in overeenstemming en leert ons,

dat, mochten er dan al geringe hoogteverschillen bestaan hebben, deze gebleven zijn binnen de grenzen, die men in een shelfgebied verwachten mag. Zij kunnen dus hoogstens in eenige tientallen meters uitgedrukt worden, nooit in meerdere honderden meters. Van ongelijktijdigheid, van differentieele bodembewegingen van eenig belang, kan dus geen sprake zijn, want deze tijdsverschillen

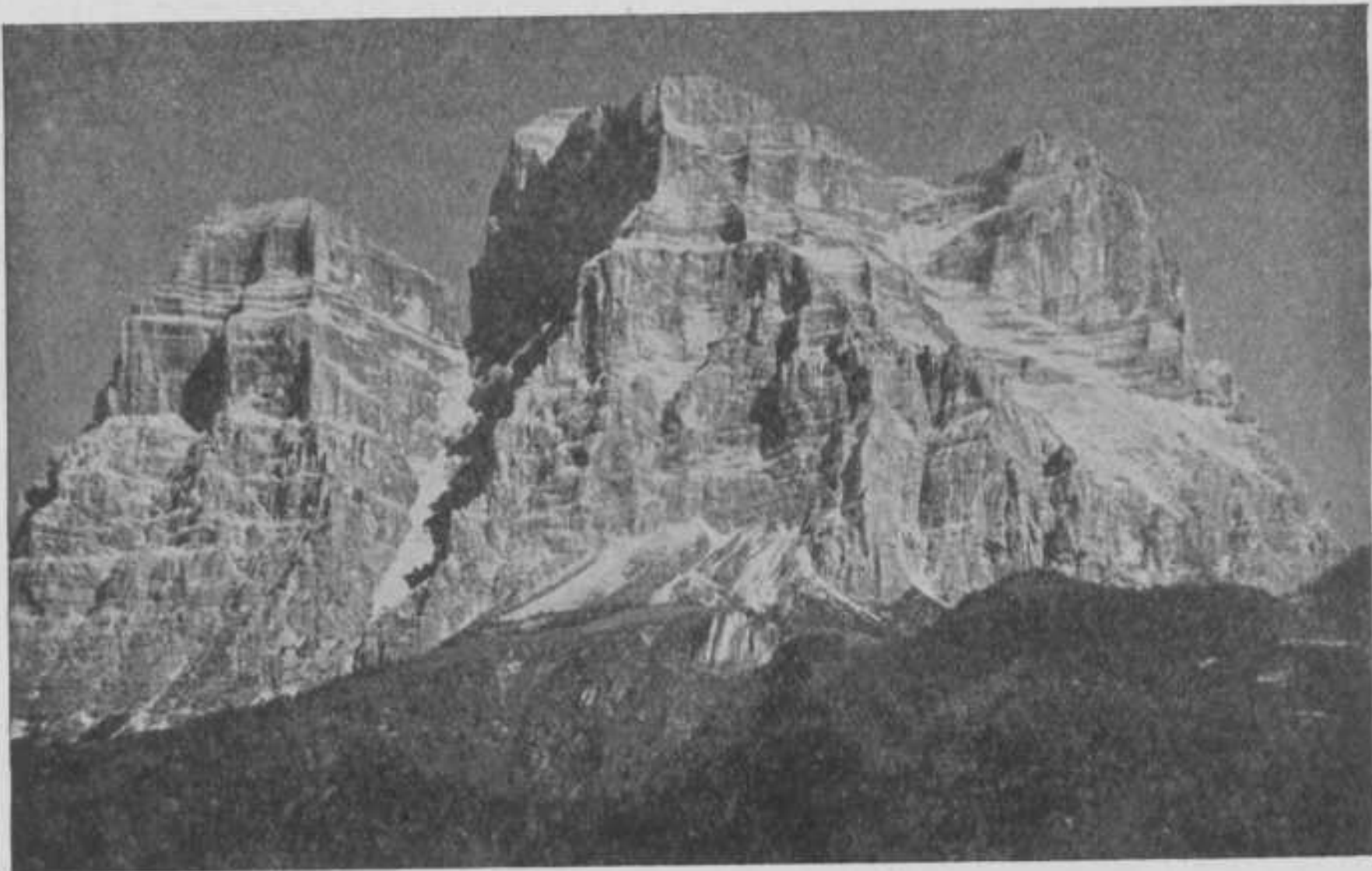


Fig. 9. Monte Pelmo vanuit het Bovenste Zoldogebied.
(Uit Jahrb. G.B.A. 1930).

Op een basis, bestaande uit pachycardiatuffen (rechter voorgrond), waarop Cassianer Dolomiet en vervolgens Raibler lagen rusten, verheft zich de uit Dachsteinkalk, Rhaetconglomeraat en Lias bestaande berg. Het verschil tusschen de gladdere, meer dikbankige en steilere wanden der Liaskalken en de fijner gelaagde Dachsteinkalk met zijne ruwere oppervlakte komt op de photo duidelijk uit.

De kleiige Raibler lagen zijn bronniveau, waardoor de voet van de Dachsteinkalktoppen onderspoeld wordt, en terugschrijdende erosie en steilwandvorming bevordert.

zijn van zoo geringe orde van grootte tegenover de heele Ladini-sche periode, dat zij gevoegelijk verwaarloosd kunnen worden. Wel zullen in tijden van vulkanische rust deze hoogteverschillen iets

grooter geworden zijn, maar deze rustperiodes duurden slechts kort, en hernieuwde erupties waren er steeds op uit, dit verschil te egaliseeren.

Zooals boven reeds werd opgemerkt, werd het vulkanisme geleidelijk minder, en hand in hand hiermee zien we de riffen in uitbreiding toenemen. In het O. sterft de vulkanische werkzaamheid iets eerder uit, en breidt zich de Cassianer- of Karnische dolomiet (fig. 5) in gelijkblijvende facies over het geheele gebied uit, terwijl in het W. eerst ten tijde van de Raibler lagen ¹⁾ de faciesdifferentieering verdwijnt. Van nu af aan werden zeer monotone, goed gelaagde kalk- en dolomietpakketten van honderden meters dikte afgezet, waarin de machtige reuzen van het Ampezzaner gebied gesculpteerd zijn (Cristallo, Sorapiss, Antelao, Pelmo, Drei Zinnen, Croda da Lago). Vroeger rekende men al deze gesteenten tot de Dachsteinkalk, maar recente onderzoekingen hebben uitgemaakt, dat Rhaet, Lias en zelfs Dogger er in belangrijke mate in vertegenwoordigd zijn. (fig. 9). Op de grens van Rhaet en Lias herhaalden zich overigens nog eens de Raibler condities, n.l. een korte regressie.

In al deze lagen treffen we evenmin sporen aan van faciesdifferentieering in horizontalen zin, noch van eenige drempels en bekens formeerende bodembewegingen.

Nog één moeilijkheid moeten we onder de oogen zien, die door de voorstanders van zulke bodembewegingen in den Ladinischen tijd vaak naar voren gebracht wordt: n.l. de radiolarienvoerende hoornsteenen, die in de Buchensteiner knollen- en kiezelkalken voorkomen. De Buchensteiner lagen zijn de oudste en dus onderste heteropische lagen. Zij alterneeren met tuffen, die soms plantenresten bevatten, beginnen uitgesproken neritisch, liggen op de eveneens neritische Mendoladolomiet en gaan zijwaarts over in de Schlerndolomiet. Bedekt worden zij door eveneens plantenresten bevattende tuffen. Het is dus heel moeilijk, om aan te nemen, dat zij zelve uit veel grootere zeediepten stammen, en men moet voor hunne genese dus naar een andere verklaring zoeken. De

¹⁾ Deze lagen markeeren een korte verlandingsperiode.

radiolariengesteenten komen steeds voor in gezelschap van een chemisch zeer sterk aangetaste, basische tuf, de Pietra Verde, welks donkere mineralen vrijwel geheel zijn omgezet en verdwenen (gelijk trouwens ook bij de augietporphyrieten veelal het geval is). Bij deze omzetting is het zeewater vermoedelijk sterk met kiezel-



Fig. 10. Sterk geplooide Buchensteiner lagen nabij Caprile (aan den weg naar Selva di Cadore).
(Uit Jahrb. G.B.A. 1930).

zuur in kolloïdale oplossing aangerijkt, waardoor zeer gunstige levensomstandigheden voor kiezelorganismen geschapen werden, welke zich in uitbundige hoeveelheden gingen ontwikkelen, terwijl

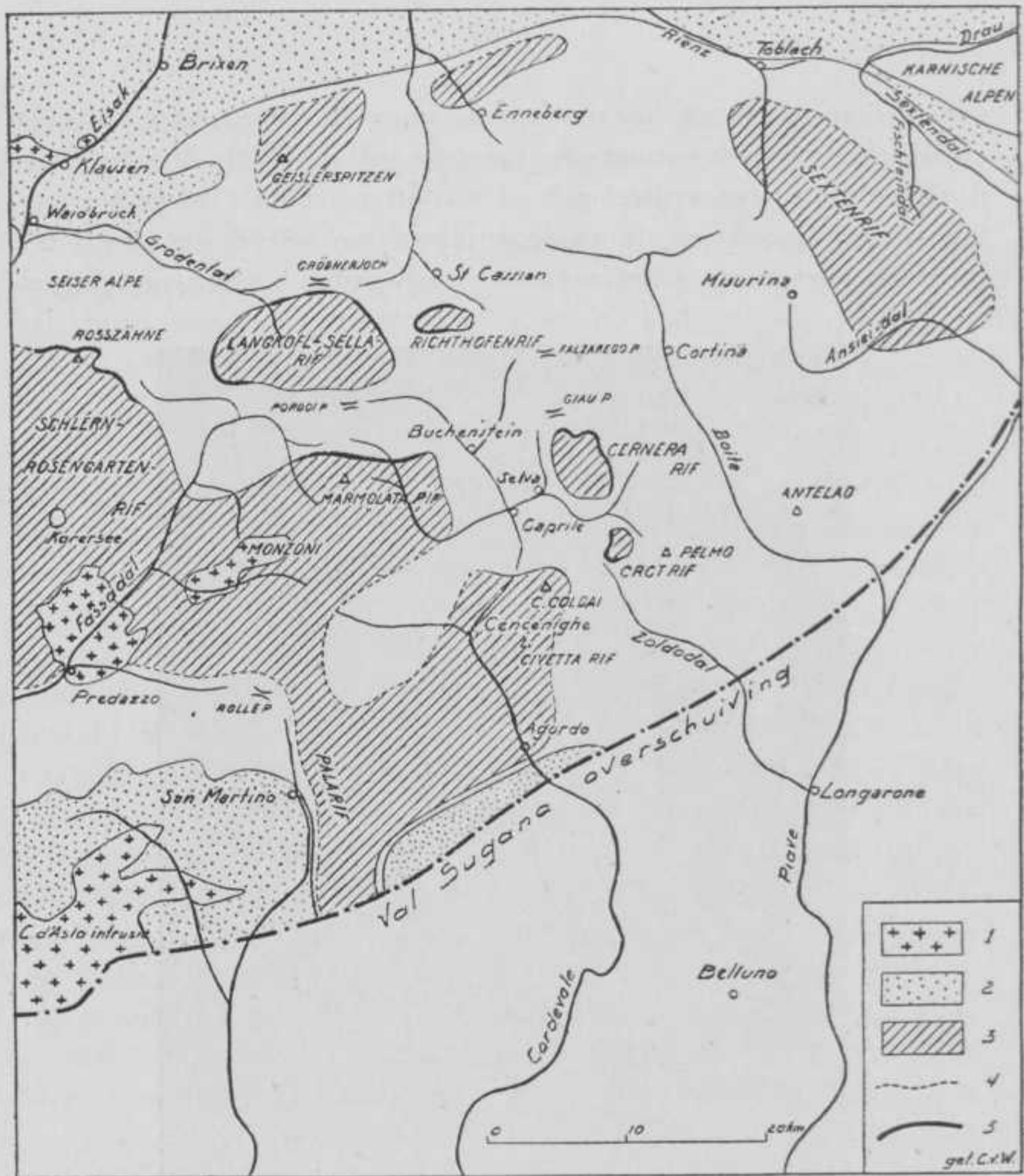


Fig. 11.

Reconstructie der raffen voor het begin van de tweede helft van het Ladinien (ten deele volgens Mojsisovics). Gedurende de tweede helft van het Ladinien breidde de riffacies zich, vooral in het oosten van het gebied, nog zeer uit; in het begin van het Ladinien was daarentegen de faciesdifferentieering nog grooter, de riffacies veel minder uitgebreid.

1. Palaeozoische en tertiaire intrusies.
2. Praepermisch kristallijn.
3. Riffacies met de gereconstrueerde grenzen (vol getrokken).
4. Onzekere riffgrenzen. De tegenwoordige denudatiegrens verhindert hier verdere reconstructie.
5. Duidelijk bewaard gebleven primaire riffgrenzen.
6. Wit: jonger dan de verrucano. Ten Z. van de Val-Sugana-overschuiving treden vrijwel uitsluitend gesteenten, die jonger dan Dachsteinkalk zijn, aan den dag.

(Overgenomen uit: L. v. Houten, „Het probleem der facieswisseling in de Hidden-Trias der Zuid-Tyroolische Dolomieten”. Verslagen Geol. Sectie Geol. Mijnb. Gen. 1931).

de condities voor andere organismen daarentegen heel ongunstig werden. Het is ook mogelijk, dat vulkanische exhalaties mede een rol gespeeld hebben bij deze kiezelzuuraanrijking, die een impregnatie der Buchensteiner knollenkalken met SiO_2 tengevolge had en een verkiezeling in zeer hooge mate der Pietra Verde ¹⁾).

Het vrijkomende Mg der donkere mineralen kan tevens een rol gespeeld hebben bij het dolomitatieproces, zooals reeds Leopold von Buch meende.

Resumeerende, hebben we dus gezien, dat ten tijde van het Ladinien de open-zee-condities van het Boven-Anisien bleven voortduren en dat deze zee het bestaande shelfkarakter behield ²⁾. Het was een tropische zee, en in deze zee gingen zich de meer of minder groote riffen van Schlern-Rosengarten, Langkofl-Sella, Settsass-Richthofenrif, Cernerarif, Civettarif, Palarif e.a. ontwikkelen. (fig. 11). De riffen groeiden continu door in het gelijkmatig dalende gebied, en de tusschenliggende zeebodem werd het tooneel van hevige vulkanische activiteit. Gedurende de vulkanische rustperiodes werden marine sedimentlagen tusschen de tuffen afgezet en in rustperiodes van langeren duur zien we een neiging tot uitbreiding der riffen, die doorgaans niet stand houdt, omdat nieuwe uitbarstingen de jonge rifvormingen weer onder de uitgeworpen tuffen verstikken, doch niet overal. De vorming van het Langkofl-rif is bijv. later begonnen dan die van het Schlernrif. Globaal zien we dus een uitgesproken gelijktijdigheid van beide facies en van de vorming van zeer diepe bekkens door tectonische oorzaken naast drempels is

1) Tot soortgelijke verklaringen komen Lawson en Davies, Dewey en Flett, Carstens voor radiolariengesteenten uit Californië (Krijt en Palaeogeen), Cornwall (Devoon), Noorwegen (Siluur), die eveneens te zamen met basische intrusiva voorkomen te midden van zeker neritische sedimenten. Ik wil er echter den nadruk op leggen, dat deze verklaringen slechts beoogen, een plausibele uitleg te geven voor de genese van deze speciale afzettingen, en volstrekt niet de bedoeling hebben, te tornen aan de gangbare opvattingen omtrent de genese der echte radiolarieten.

2) Er zij hier nog eens aan herinnerd, dat rifbouwende koralen slechts kunnen leven in een ondiepe zee (maximum 70 m) met helder, warm water (20° of meer), waarin geen temperatuursverschillen van meer dan 6° mogen voorkomen. Kalkalgen kunnen iets grootere diepten verdragen, die echter zelden grooter dan 120 m, soms 200 m zijn.

weinig te bespeuren. En geheel in overeenstemming hiermee zien we na het uitsterven van het vulkanisme alle faciesdifferentieering verdwijnen; over het geheele gebied breidt zich in zeer groote en gelijkmatige dikte de eveneens koralligene facies van de Dachsteindolomiet uit.

Uit het bovenstaande make men echter niet de gevolgtrekking, dat alle faciesgrenzen, die men thans waarneemt, de oorspronkelijke rifbegrenzingsen zijn. Deze zijn wel op tal van plaatsen bewaard gebleven, maar vaak hebben we ook met tectonische grenzen te maken, of met denudatiegrenzen zonder meer. Er rest ons

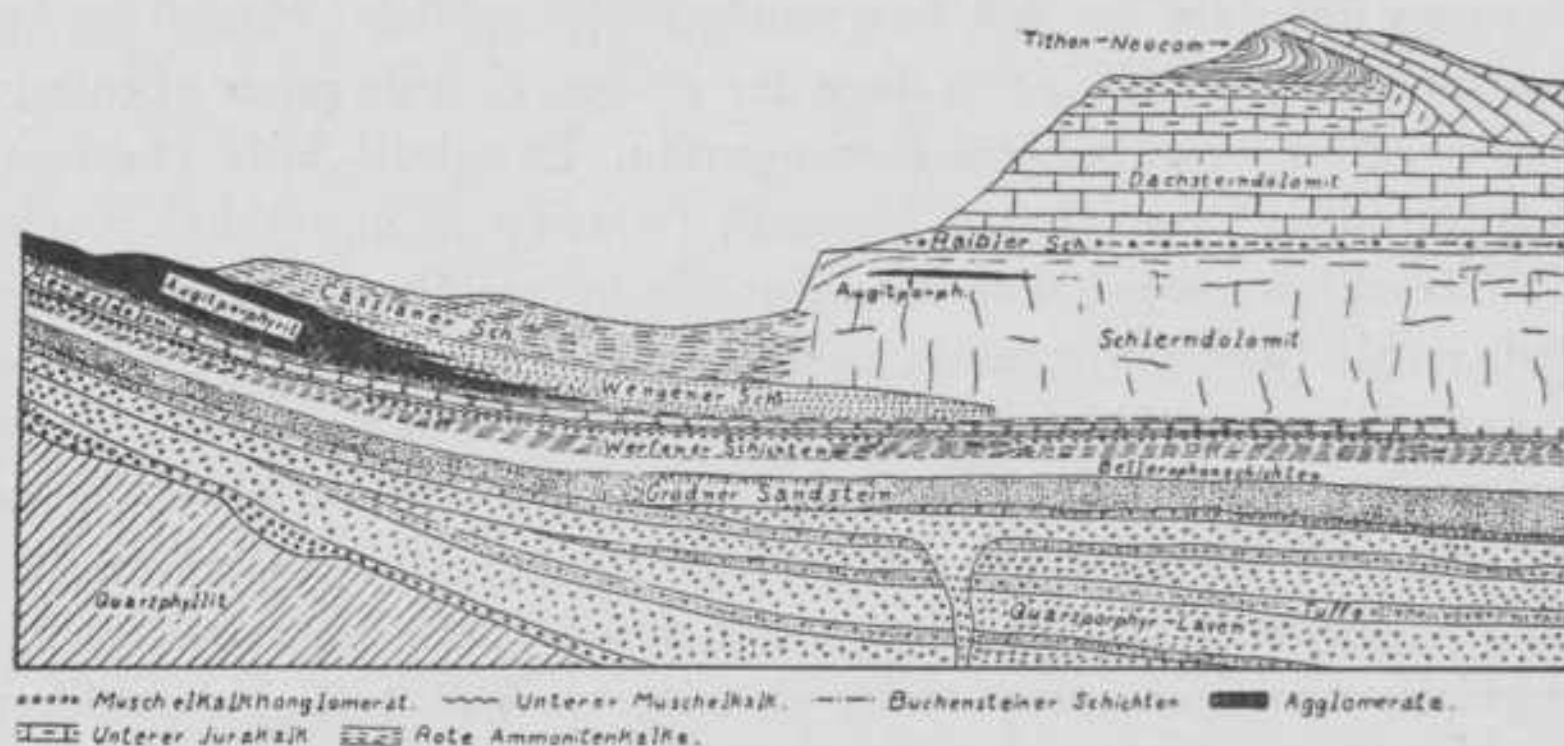


Fig. 12. Ideaalprofiel door de Dolomieten.
(Uit R. von Klebelsberg: „Südtiroler Dolomiten“, Bd. 33
Samml. geol. Führer).

derhalve nog eene bespreking van de tectoniek, die in hooge mate door de faciesdifferentieering wordt beheerscht.

De Dolomieten behooren tot de noordelijkste schub der Dinariden, de zogenaamde Lombardische schub. Hoewel het Dinaridencomplex in zijn geheel, zooals door Termier, Staub e.a. is uiteengezet, noordwaarts bewogen is, en de samenhang tusschen de bovenoostalpine dekbladen en de Dinariden langs de alpien-dinarische grens (Maulser Mulde, Pustertal, Wortelzône van Brunek, Helmzug) niet te miskennen valt, en langs de wortelzône ook overal geconstateerd kan worden, zijn in ons gebied de overschuivingen alle zuidwaarts gericht.

Bij iedere orogenese is in den beginne de bewegingsrichting der overschuivingen regionaal op de beide voorlanden gericht. In eersten aanleg is er daardoor steeds een zekere tweezijdigheid in den bouw van een ketengebergte waar te nemen. Maar in de Alpen is de noordwaartsche bewegingstendenz zoo overheerschend gewor-

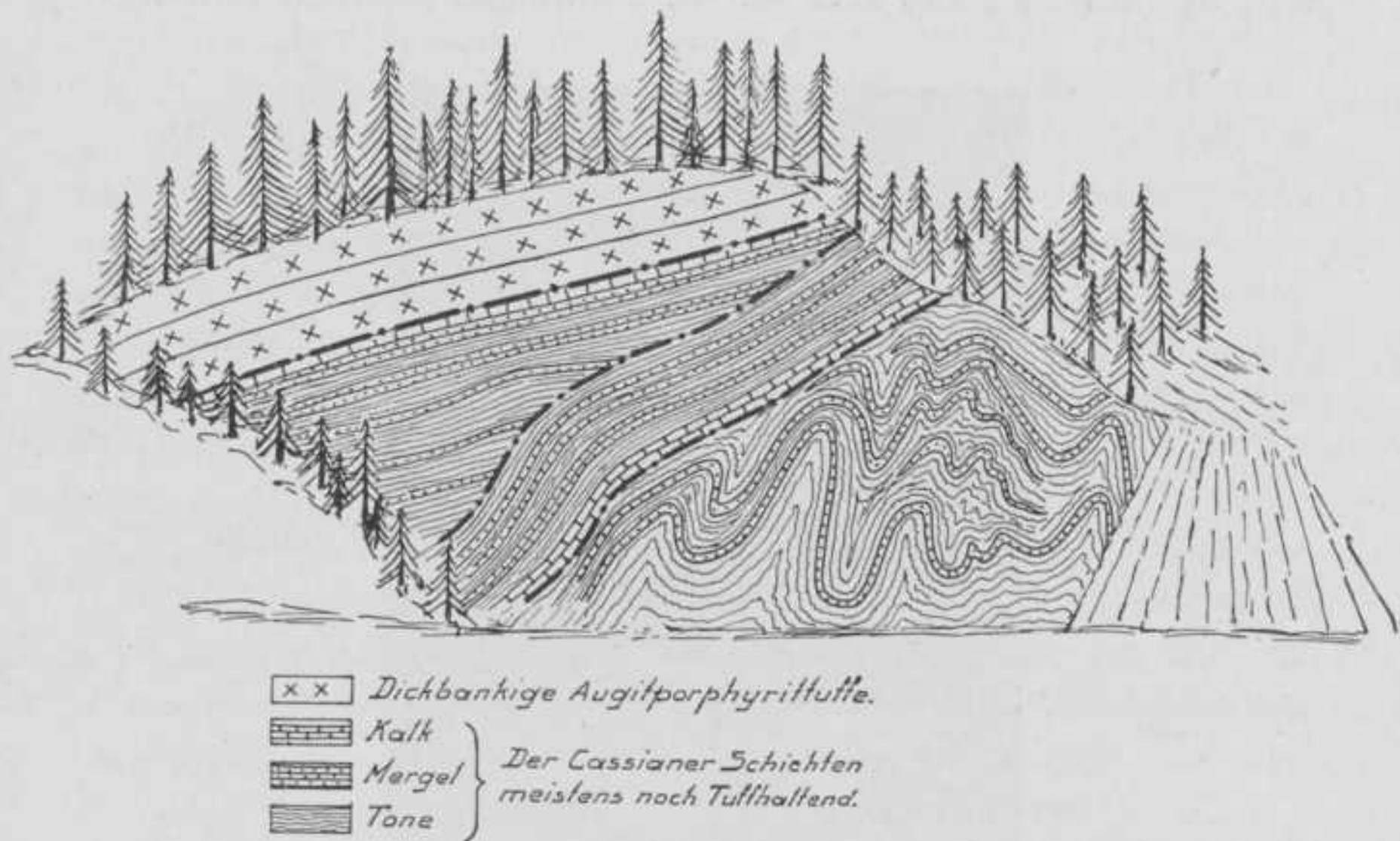


Fig. 13. Sterk geplooide en door oudere, dikbankige en minder plooibare tuffen overschoven Cassianer lagen nabij Pescul (Fiorentinadal). Naar eene photo. (Uit Jahrb. G.B.A. 1930).

den, dat deze een uitgesproken eenzijdige bouw tengevolge had en derhalve is de zuidwaarts gerichte overschuivingstectoniek der Dinariden wellicht minder op te vatten als een gevolg van de primaire tweezijdigheid, doch werd veeleer veroorzaakt door eene terugplooiing, die geschiedde toen de Alpen zoo zeer ineengeschoven en opgewelfd waren, en dus zoo star geworden waren, dat het noordwaarts dringende Afrika, tot welks kop de Dinariden behoorden, er geene deformaties meer in kon teweeg brengen, noch er verder overheen schuiven. De Dinaridenkop boorde zich toen

in den rug der alpine opwelling, waardoor de alpine wortelzône onderschoven werd en overkipt, en de Dinariden zelve in terugwaartsche richting gebroken ¹⁾. In de Dolomieten werd daarbij een zeer ingewikkelde en onregelmatige tectoniek in het leven geroepen, hetgeen in de faciesdifferentieering zijn oorzaak vindt. Immers, de rifmassa's zijn zeer star en nauwelijks plastisch te defor-

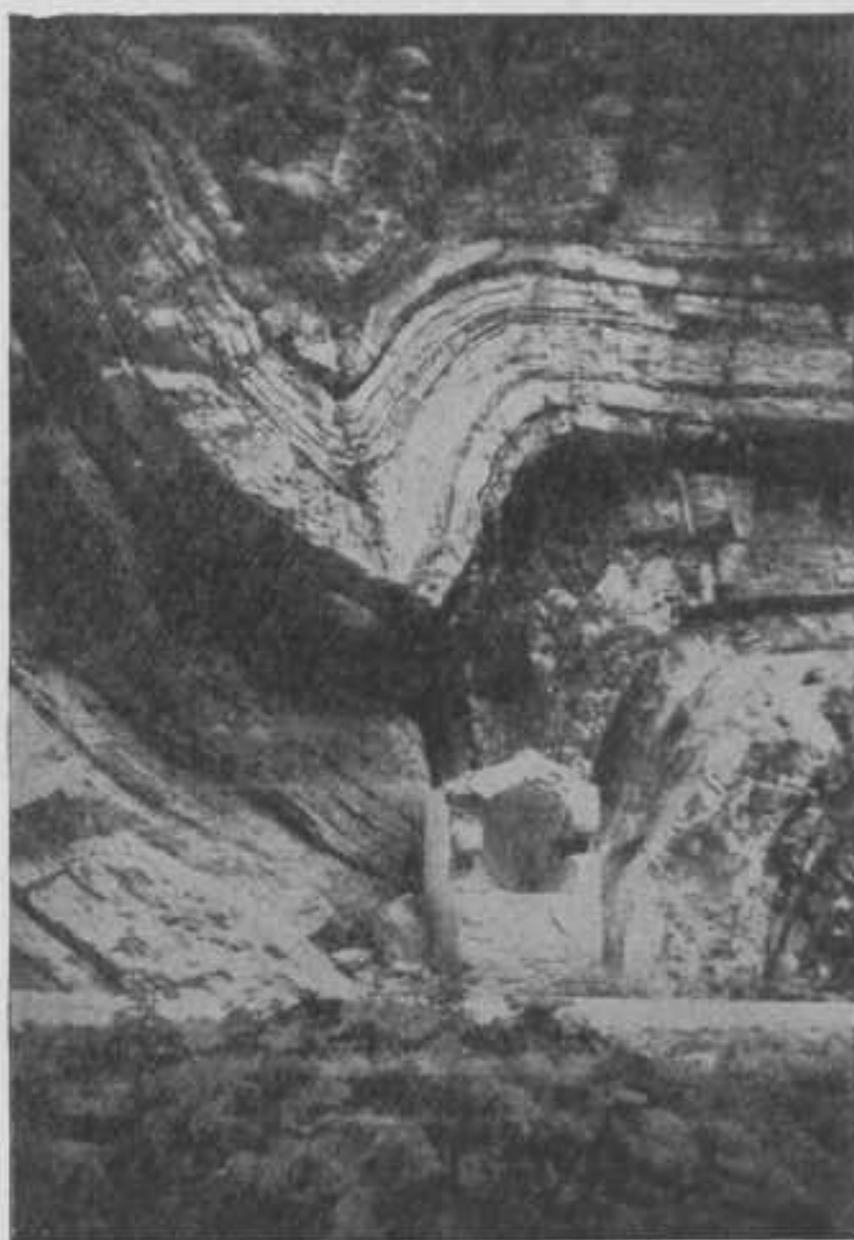


Fig. 14. Geplooiide Buchensteiner lagen nabij Caprile.
(Uit Jahrb. G.B.A. 1930).

De Mendoladolomiet onder deze lagen en het lavapakket erboven (beiden onzichtbaar) zijn niet geplooid, doch wel sterk gedислоceerd, en hebben bij die beweging de zeer goed deformeerbare plaatkalken en kiezelkalken (zie ook fig. 10) tusschen zich in intensief verfrommeld en zelfs uitgewalsd.

meeren; zij kunnen slechts breken. Daarentegen zijn de heteropische lagen en ook Werfénien en Zechstein bijzonder goed plooi-

¹⁾ Zie profielen C en D, fig. 39, pag. 474. Mijnb. Jaarb. 1926—1928.

baar. Het spreekt daardoor vanzelf, dat juist langs de faciesgrenzen in vele gevallen bewegingen hebben plaats gehad ¹⁾. Waar ook in de strekkingsrichting riffacies en heteropische facies met elkaar afwisselen leidt dit tot zeer onregelmatige bewegingen. Von Klebelsberg spreekt in dit verband van „selectieve tectoniek”.

Het is dit gebrek aan continuïteit, deze schervenstructuur, die de Dolomietentectoniek zoo in wezen doet verschillen van de dekbladentectoniek der eigenlijke Alpen. Slechts enkele verschuivingen zijn over groteren afstand te vervolgen. Zoo die van Villnöss oostwaarts tot in de Fanisgroep. Het horizontale bedrag van deze verschuiving, die nog dicht bij den noordrand van ons gebied ligt, is echter gering. Belangrijker is dit bij de Falzarego-opschuiving en vooral bij de nog meer zuidelijk gelegen Antelao-overschuiving, die zich vanuit Val Oten dwars over het Ampezzodal langs het Fiorentinadal tot nabij de Marmolata vervolgen laat. Doch slechts eene, de Val Sugana-overschuiving, is door het geheele Dolomieten-gebied te vervolgen. Langs deze overschuiving is de Trias der Lombardische schub met zijn kristallijne onderlaag geschoven op het Krijt der Venetiaansche eenheid. De Val Sugana-overschuiving is daardoor tevens de zuidgrens der Dolomieten. Ondanks hun heterogeniteit in bouw en facies blijken de Dolomieten dus toch een goed gedefinieerde tectonische eenheid te vormen ²⁾.

Weer ging de bergvorming gepaard met intensief vulkanisme, maar ditmaal waren het zure, sterk gedifferentieerde gesteenten, die in Monzoni en Predazzo tot intrusie kwamen, en die, vooral wat betreft de jongste ganggesteenten, een hooge alkaliteit bezitten. En opnieuw werd het gebergte boven zee verheven. Waarschijnlijk is dit reeds grootendeels geschied voor de hoofdphasen der alpine bergvorming. Met de verheffing kon de erosie zijn selectieve werk beginnen, dat in grove trekken reeds gereed was,

¹⁾ Maar het is fout, om, als von Richthofen, te veel te generaliseeren en aan te nemen, dat faciesgrenzen i.h.a. verschuivingen zijn.

²⁾ Het westelijk gedeelte der Dolomieten schijnt minder gecompliceerd gebouwd dan het oostelijke. Wellicht vindt dit zijne verklaring in de aanwezigheid der kwartsporphyrbasis in het Westen, die klaarblijkelijk meer resistent is en een verstijvenden invloed heeft uitgeoefend.

toen de diluviale ijsbedekking volgde. Want het ijs heeft op het relief maar betrekkelijk geringen invloed uitgeoefend. Het is de samenwerking van faciesdifferentieering, van selectieve tectoniek en van selectieve erosie, die het onvolprezen landschapsbeeld gewrocht heeft, zooals we dit thans vanaf zijne luchtige hoogten aanschouwen. In niet eindigende variatie en wildheid streven om



Fig. 15. Langkoflgroep en Sellagroep vanaf den Bindelweg nabij Pordoï. (Photo Lorenz Fränzl, Z.schr. d. D. Oe.A.V. 1926).

De photo vertoont nog eens duidelijk de tegenstelling in het landschapsbeeld van riffacies en tuffacies. In de Sellagroep ligt op de Schlerndolomiet het plateau der kleiïge Raibler lagen en Dachsteinkalk.

ons heen de fantastisch getorende rotskasteelen, Koning Laurins sagenwereld, ten hemel, en aan onze voeten strekken zich de zonnige, wijde almvelden in al hunne lieflijkheid uit. Maar daarachter wordt de gezichtseinder afgesloten door een lange reeks van blin-

kende sneeuwtoppen, van Ortler tot Tauern, en zij herinneren ons eraan, dat ook de processen, die zich in ons gebied voltrokken hebben, slechts episodes waren van een nog veel grootscher gebeuren, de vorming der Alpen.

Delft, 4 Maart 1931.

Groep	Systeem	Serie	Heteropische facies	Riffacies	Vulkanische facies
ARCHAEICUM			muscovietgneizen		
PALAEOZOICUM	Carboon-Siluur		kwartsphyllieten bandenkalken kleileien	<i>hercynische bergvorming</i>	porphyroïden
					Tonalietintrusies van Brixen, Iffinger, C. d'Asta
	Perm	Rotligendes	Grödener zandsteen	discordantie	Bozener Kwartsporphyren
Zechstein		Bellerophonlagen			

N.B. Op enkele plaatsen zijn nog onbelangrijke erosieresten van Krijt (voorn.l. Scaglia) aangetroffen. Tertiair ontbreekt ten N. der Val Sugana-overschuiving geheel.

1) Marmolatakalk is de gelaagde, niet gedolomitiseerde. fossielrijke riffacies.

MESOZOICUM

Trias	Werfenien	Seiser lagen Campiler lagen	—		
	Anisien	Schelpkalkconglomeraat Alpine Schelpkalk	—		
	Ladinien	Ond. Buchensteiner lagen (Reitzi-lagen)	Mendoladolomiet		Augietporphyriet-erupties, „Mandelstein" lava's Palagonietuffen Melaphyren etc. Pachycardia-tuffen
		Bov. Buchensteiner lagen	Marmolata- Kalk ¹⁾	Schlern- dolomiet	
		Wengener lagen			
		Cassianer lagen	Cipitkalk	Cassianer Dolomiet	
	Karnien	Raibler lagen			—
	Norien	Dachsteindolomiet (Dolomia principale)			—
Jura	Rhaet	Rhaetconglomeraat			—
	Lias	Dolomiet Kalken met brachiopoden en gastropoden Crinoïdenkalken			—
	Dogger	Roode, ammonietenvoerende kalken			—

LITERATUUROPGAVE.

In de laatste zomers viel in Delft een stijgende belangstelling voor de Dolomieten waar te nemen. Bovenstaand verslag van een op 18 April 1929 te Delft gehouden lezing is derhalve uitgebreid met gegevens van nog recenter datum, en beoogt, een inleiding tot de zeer omvangrijke literatuur over dit onderwerp te zijn voor hen, die wat dieper op de stratigraphisch-tectonische problemen wenschen in te gaan. Hieronder volgt een lijstje van eenige der voornaamste werken, die elk voor zich weer vollediger literatuuropgaven bevatten. Behalve de publicatie van Penck bevat het lijstje geene werken over het vulkanisme van Monzoni en Predazzo. Brögger heeft aan de differentiatieverschijnselen een uitvoerige studie gewijd, die echter van de verkeerde praemissie uitgaat, dat het vulkanisme aldaar triadisch zou zijn, terwijl het werk van von Mojsisovics op dit punt verouderd is.

Als gids verdienen in de eerste plaats aanbevolen te worden:

- R. von Klebelsberg: Südtiroler Dolomiten. Sammlung geologischer Führer. Bd. 33. Gebr. Borntraeger, Berlin, 1928.
- Maria M. Ogilvie Gordon: Geologisches Wanderbuch der westlichen Dolomiten (met kaart). Freytag & Berndt, Wien, 1928.

Stratigraphisch zijn van groot belang:

- E. von Mojsisovics von Mosjvar: Die Dolomitriffe Südtirols und Venetiens. Wien, 1879. (Nog steeds het standaardwerk). Met 6 geologische kaarten 1 : 75.000.
- F. Frhr. von Richthofen: Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alpe in Süd-Tyrol. Gotha 1860.
- R. von Klebelsberg: Neuere geologische Forschungen, die Südosttiroler Dolomiten betreffend. M.G.G. Wien, Vol. 4, 1911.
- Maria M. Ogilvie Gordon: Das Grödener, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten. Abh. d. G.B.A. Wien, Bd. 24, 1927. (Met kaart).

Over het vulkanisme:

- W. Penck: Der geologische Bau des Gebirges von Predazzo. N. Jb., B.-B. 32, 1911.
- F. von Wolff: Beiträge zur Petrographie und Geologie des „Bozner Quarzporphyrs“. I. Die Gliederung und petrographische Beschaffenheit des Quarzporphyrsystems der Umgegend von Bozen (Südtirol). N. Jb., B.-B. XXVII, 1909.
- H. P. Cornelius und M. Cornelius-Furlani: Über die Tektonik der Marmolatagruppe (Südtirol). N. Jb. Abt. B., B.-B. 56, 1926.

Over de radiolariengesteenten der Buchensteiner lagen:

- M. Horn: „Über die ladinische Knollenkalkstufe der Südalpen“. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur, Breslau, 1914.
- L. van Houten: „Geologie des Pelmo-Gebietes“. Jahrb. Geol. Bundesanstalt, Wien, 1930. Bd. 80, p. 147—230.

Over den bouw en het ontstaan der Alpen, en de plaats, die de Dolomieten in het alpine systeem innemen:

- R. Staub: „Bau der Alpen“. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz, N. F., Lief. 52.

Een beknopte uiteenzetting over dit onderwerp:

- L. van Houten: „De Alpen“. Mijnb. Jaarb. 1926—1928, pag. 426—481.

Naschrift.

Er rest ons nog, onzen bijzonderen dank te betuigen aan Prof. Dr. R. von Klebelsberg en de D. Oe. A. V. voor het in bruikleen afstaan van de cliché's der figuren 2, 3, 13 en 15, die verschenen zijn in het Tijdschrift 1926 van de D. Oe. A. V. bij een artikel, getiteld: „Bau und Bild der Südtiroler Dolomiten“, door R. von Klebelsberg.

Eveneens zijn wij de Geologische Bundesanstalt te Weenen zeer dankbaar voor de beschikbaarstelling van de cliché's van opnamen van den schrijver, verschenen als illustratie van zijn artikel in het Jaarboek 1930 van de Bundesanstalt.

DE BETEEKENIS VAN DE A.S. „SNELLIUS"-EXPEDITIE
VOOR DE GEOLOGIE,

door Dr. Ph. H. K u e n e n.

Nadat in de tweede helft van de vorige eeuw verschillende diepzee-expedities N.O.I. op de doorreis hadden bezocht, heeft de Siboga-expeditie in de jaren 1899—1900 een jaar lang onderzoekingen in de Molukken-zeeën verricht. Het biologisch materiaal, dat zij verzameld heeft, is buitengewoon rijk, maar de hulpmiddelen voor het chemisch en fysisch onderzoek van het water waren destijds zeer gebrekkig. Daarom is thans besloten een tweede expeditie uit te zenden, die in de eerste plaats ten doel zal hebben de natuurkundige en scheikundige eigenschappen van het water te onderzoeken, terwijl ook de geologische vraagstukken meer aandacht zullen ontvangen. Op biologisch gebied zullen vooral de riffen en het plankton nader onderzocht worden.

Deze expeditie zal op tweeërlei wijze de geologie ten nutte komen. In de eerste plaats zal de geoloog van den staf in staat zijn onderzoekingen aan den wal te verrichten, o.a. op vele anders moeilijk bereikbare eilanden. Op deze regionale problemen zal hier echter niet nader worden ingegaan. In de tweede plaats zullen door de loodingen en bodemmonsters talrijke gegevens verkregen worden, die alleen een oceanographische expeditie kan verschaffen, en met het bespreken hiervan zullen wij ons thans uitsluitend bezighouden.

Het looden zal geschieden met een tweetal echo-loodings-apparaten, terwijl de draadloodingen zoowel als contrôle, als ook voor het nemen van bodemmonsters uitgevoerd zullen worden.

Het principe der echo-loodingen is, dat men den tijd opneemt, die verloopt tusschen het geven van een geluidsein en het terugkomen van de echo van den zeebodem. De voortplantingssnelheid,

gemiddeld 1500 m/sec., met het aantal seconden vermenigvuldigd geeft het dubbele der diepte.

Correcties zijn noodig, zoowel voor deze wisselende voortplantingssnelheid, die afhankelijk is van temperatuur, druk en samenstelling van het water, als voor de helling van den zeebodem. Het geluid wordt het snelst en het duidelijkst gereflecteerd, niet van een punt verticaal onder het schip, maar van het dichtstbij gelegen punt van den bodem. Kent men door een reeks loodingen de helling, dan berekent men hieruit de ware diepte op de loodingsstations.

Daar een echo-looding steeds te ondiep uitvalt bij hellenden bodem zullen troggen te smal lijken wanneer men er dwars overheen loodt en zoo zij zeer nauw en steil zijn, zal de grootste diepte zelfs niet bereikt worden door het echo-apparaat. De onduidelijke echo's, die men in het centrum der troggen van de Bandazee heeft aangetroffen, moeten vermoedelijk niet verklaard worden uit een verbrokkeld oppervlak, zooals wel gedaan is, maar uit interferentie van twee echo's aan weerszijden van den trog teruggekaatst.

Door de draadloodingen, die tot nu toe werden uitgevoerd is men algemeen georiënteerd over de diepte van de zee en is men tot de conclusie gekomen, dat het relief van den bodem zeer een-tonig is.

De eerste groote reeks echo-loodingen is verricht door het Duitse expeditieschip „Meteor” gedurende de jaren 1925—'26 in den Zuid-Atlantischen oceaan. De door deze expeditie verkregen 70.000 loodingen zullen het inzicht in het relief van den zeebodem zeer verdiepen. Uit de gepubliceerde, voorloopige resultaten blijkt, dat hellingen van meer dan 10° uitzonderingen zijn. Wanneer men echter ter vergelijking den toestand op het vasteland nagaat, blijkt dat hier hellingen over grootere afstanden van meer dan 10° eveneens uitzonderingen zijn. De Java-vulkanen bijv. hebben een helling van 1 à 2° tusschen de 200- en 500 M.-lijn en van deze tot den top wordt slechts bij enkelen de 10° gemiddelde helling overschreden. Slechts de hoogste top is het, die over eenige honderden meters hellingen van 20 — 30° kan bereiken. De Pyreneeën hebben een helling van 6° naar het Noorden en de Andes van 2° naar zee

in het westen. Defant¹⁾ heeft ter vergelijking een profiel over de Alpen en de Mid-Atlantische rug geteekend. Daar deze zoo sterk verhoogd zijn (185 ×), dat een vergelijking moeilijk valt, is het beter de verhooging zoo te kiezen, dat de hellingen om de 45° schommelen. Bij een verhooging van 23 × blijkt wel, dat de Alpen belangrijk steiler zijn dan de Atlantische rug, maar dat Oost-Afrika, afgezien van het relief in de breukzône, oneindig veel vlakker is, zelfs bij de steile kustzône.

De algemeene conclusie uit deze vergelijkingen is, dat de zeebodem van gelijkwaardig relief is als het vasteland, afgezien van de plaatselijke sterke hellingen aan de erosievormen van de laatste.

De Snellius-expeditie zal de bestaande 1500 loodingen buiten de 200 M.-lijn in de Molukken-zeeën met een 10.000 echo-loodingen kunnen vermeerderen. Door deze sterke uitbreiding van onze kennis mag men hopen een vastere basis voor tektonische beschouwingen te verkrijgen. Eenige punten, die nagegaan zullen moeten worden, zijn de volgende. Hangen de Ceram- en Timor-troggen in het geheel niet samen? Is het Banda-bekken van N.E. naar S.W. door een rug verdeeld? Heeft de zeebodem ten westen van Boeroe nog bijzondere trekken? Hoe sluiten Soemba en Soembawa submarien aaneen, en hoe de Toekang Besi-eilanden en Schildpad-eilanden, Boeroe en Soelabesi, de Babar- en Tenimbar-groepen? Sluit de Banda-binnenboog aan bij de Sibogarug of bij de Oeliassers? Tenslotte zullen de vele dwarsprofielen over de troggen en bekkens meer licht op hun morfologie in het algemeen en dus ook op hun tektonische genese werpen.

De bodemmonsters zullen verkregen worden met behulp van een stootbuis, bevestigd aan het einde van den loodingsdraad. Men zal het type van loodingsbuis gebruiken dat ontworpen is door Dr. O. Pr at j e van de „Meteor“-expeditie. Met een kleine wijziging, bij wijze van proef aan eenige exemplaren aangebracht, hoopt men het uitglijden van de monsters bij het ophalen met meer

1) A. Defant: Die Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungsschiff „Meteor“. 90. Versammlung der Gesell. Deut. Natf. u. Arzte zu Hamburg, 1928.

Textliche Beilage zur „Klinischen Wochenschrift“ 1928, Nr. 47, p. 868-877.

zekerheid te voorkomen. Voor enkele gevallen, waar lange monsters van zeer groot belang zijn, wordt een veel langer en zwaarder instrument meegenomen. Deze uitrusting wordt nog gecompleteerd met grijpers om ook zeer losse, grofkorrelige sedimenten te kunnen ophalen.

Typische pelagische sedimenten zijn tot nu toe nooit op het land gevonden, bij uitzondering wel enkele diepzee-sedimenten, o.a. de mesozoïsche, roode diepzeeklei van de Molukken. Deze afwezigheid is wel het sterkste argument voor de permanentie der oceanen. Bijna alle fossiele sedimenten dus zijn in ondiepe zee, niet ver van het land afgezet. Analoge sedimenten zijn het, die in de Molukken-zeeën heden ten dage worden gedeponereerd, zoodat een nadere studie daarvan alleszins gewenscht is.

Andere, minder algemeene onderzoekingen zijn de volgende. Gedurende den ijstijd lag het Sahoelplat vermoedelijk droog. De sedimenten, die toen tegen de oosthelling van de Timor-trog werden afgezet, dicht bij de toenmalige kust, moeten sterk verschillen van wat daar thans, in open zee, sedimenteert. Met de lange stootbuis moet nu getracht worden door de postglaciale sedimenten heen, in de glaciale door te dringen. Dit zal niet alleen interessant zijn met het oog op de diluviale geschiedenis van Indië, maar ook een maatstaf leveren voor de sedimentatiesnelheid ter plaatse sinds den ijstijd. Hetzelfde geldt voor de Kaoe-baai in Halmaheira, welker monding slechts een 30 M. diep is. Deze binnenzee moet gedurende de glaciale zeespiegeldaling in een zoetwaterbekken veranderd zijn, wellicht zelfs herhaaldelijk.

Een ander belangrijk probleem is het onderzoek naar de ontkalking der sedimenten in de diepte. Algemeen neemt men aan, dat in den open oceaan in de diepte de sedimenten ontkalkt worden door het koude zuurstofrijke poolwater, dat langzaam naar den evenaar trekt. In de afgesloten Indische bekkens kan dit niet binnendringen, en men moest dus hier een hooger kalkgehalte verwachten. Böggild vond echter aan het materiaal door de Siboga verzameld, dat de oplossing van de koolzure kalk zelfs nog sneller geschiedt dan in den open oceaan. Molengraaff leidde hieruit af, dat een convectie stroom in de bekkens moet bestaan, die den

opgelosten kalk wegvoert. Ook de phosphaten, nitraten en de zuurstof moeten ververscht worden, zoodat het voorkomen ook van deze bestanddeelen het bestaan van een convectie doet veronderstellen. M o l e n g r a a f f geeft als mogelijke oorzaak voor deze convectie het sterkere verwarmen van het centrum van de bekkenbodems door de aardwarmte, dan van de zijwanden. Hoewel hiertegen aangevoerd kan worden, dat de bekkens te vlak zijn om een merkbaar verschil in verwarming te vertoonen, blijft het principe dat de aardwarmte door convectie moet worden afgevoerd, bestaan. Het geleidingsvermogen van water voor warmte is n.l. ongeveer een derde van dat der gesteenteschaal. Trad geen convectie op, dan zou de geothermische dieptemaat dus ongeveer 10 M. bedragen.

Een leerzame vergelijking kan gemaakt worden met de Zwarte Zee. Hier zinkt het koude zoutarme winterwater van 7° tot ongeveer 70 M. diepte, maar mengt zich niet met het warme zoutrijkere bekkenwater van 9°. Het diepere water wordt niet ververscht en is daarom sterk door organische afbraakproducten, vooral H₂S, verontreinigd en arm aan zuurstof. Er leven dan ook uitsluitend sulfo-bacteriën beneden de 150 M. Tot nu toe heeft men altijd verondersteld, dat dit diepere water ook inderdaad bewegingloos was. Passen wij nu echter het door M o l e n g r a a f f gegeven principe toe, dan moeten wij ook hier convectiestroomen veronderstellen, die de aardwarmte afvoeren. Het langzaam opstijgende, iets boven de gemiddelde temperatuur verwarmde water koelt in de zône van 150—70 M. diepte, waar een temperatuurverval van 2 graden bestaat, weer af en vermengt zich wellicht in geringe mate met het bovenwater, om dan andermaal naar beneden te zinken. ¹⁾

Hetgeen men met de studie der koraalriffen hoopt te bereiken, is reeds in hoofdzaak in een vroegere publicatie vermeld. ²⁾ Alleen moet aan hetgeen daarin vermeld staat nog worden toegevoegd,

1) Het onderzoek naar eventueele convectie-stroomen is een der hoofdtaken van de oceanografen der expeditie. Hoe dit zal geschieden, kan hier niet nader worden behandeld.

2) Ph. H. K u e n e n: Geologische problemen in verband met de Toekang-Besi-eilanden. Tijds. K. Ned. Aardrijksk. Gen. 1928, p. 236.

dat men misschien de Aroe-eilanden zal bezoeken. Deze zeer vlakke eilandengroep is, afgezien van enkele verhevenheden, in het centrum volkomen vlak en laag. De randen zijn iets hoger. Onwillekeurig denkt men bij dit relief aan dat van een atol. Men zal echter nog nader moeten onderzoeken of op de eilanden geen gesteenten voorkomen, die de veronderstelling, dat zij een opgeheven atol zijn, tegenspreken. Ook moet getracht worden een nadere verklaring der soengai's te vinden, die eigenaardige diepe geulen, die deze archipel in losse eilanden verdeelen of diep het binnenland indringen. Men weet reeds door de onderzoekingen van H. Merton, dat het een verdronken rivierstelsel moet zijn, vermoedelijk door getijstroomen verder uitgediept. Of dit rivierstelsel van diluvialen oorsprong is, of dat het verband houdt met primaire geulen tusschen koraaleilanden moet echter nog nader uitgemaakt worden.

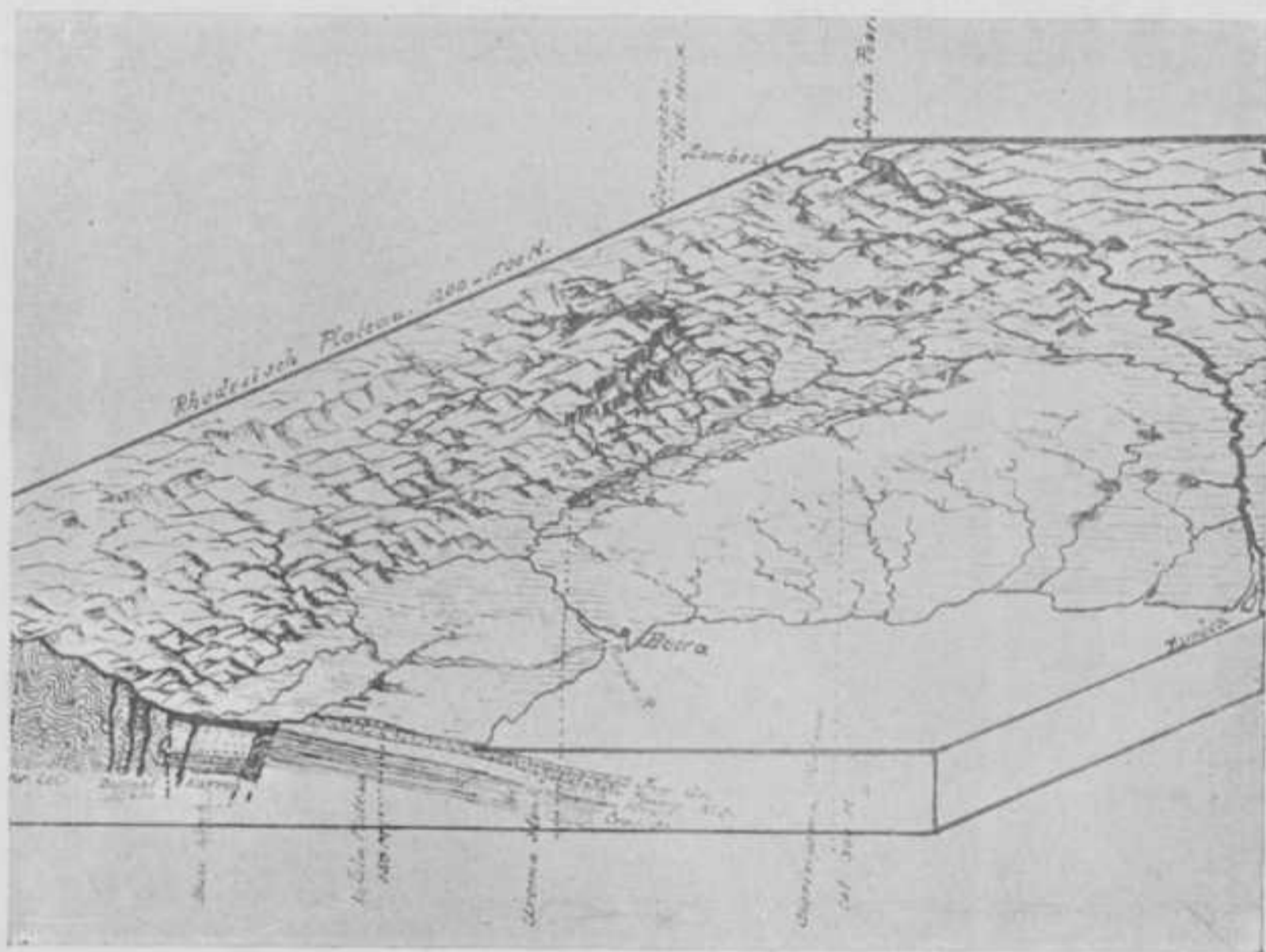
EXPLORATIES IN MOZAMBIQUE.

Lezing voor de Mijnbouwkundige Vereeniging op 26 Maart 1930,
door Ir. J. C. Schagen van Soelen.

Afrika, welks binnenland voor den mijnbouw in vroeger jaren nooit zooveel belangstelling heeft genoten als bijv. de Amerikaanse landen na hun ontdekking, waar de oude Spanjaarden „Eldorado” zochten, heeft in de laatste twintig jaren belangrijke ontdekkingen op mijnbouwkundig gebied opgeleverd. In de eerste plaats wel de zoo buitengewoon rijke en uitgestrekte kopererts-voorkomens van Katanga in den Belgischen Congo; in de laatste jaren gevolgd door bijna even rijke en ten minste even uitgestrekte koperertsafzettingen van Noord-Rhodesië, welker omvang zelfs de meest optimistische prospector eenige jaren geleden nauwelijks had kunnen vermoeden. Immers, volgens de laatste gegevens is nu in de gezamenlijke concessies in Noord-Rhodesië door boringen reeds een hoeveelheid van 230 millioen ton kopererts van gemiddeld 4 % metaal vastgesteld en mag met redelijke zekerheid nog een verdere voorraad van 100 millioen ton worden verwacht in de naaste toekomst, terwijl de groote kopererts-voorkomens in Noord-Amerika niet meer dan 1 tot 1½ % kopermetaal, die van Chili niet veel meer dan 2 % aanwijzen. De regeeringen van de jonge Afrikaansche landen huldigen het systeem van het toekennen van zeer groote concessies (tienduizenden vierkante Kilometers) aan kapitaalkrachtige ondernemingen; en terecht, want met het oog op de groote kapitalen, benoodigd om de exploitatie van zulke ertsafzettingen tot een loonend bedrijf te maken, niet het minst wegens de hooge transportkosten, zouden vele kleine concessies slechts tot versnippering van krachten leiden.

Het is door deze mijnbouwkundige successen, dat niet alleen Centraal Afrika, maar ook de landen van Oost- en West-Afrika in

het algemeen, den laatsten tijd in het teeken staan van verhoogde mijnbouwkundige- en geologische verkenning. Zoo ook Mozambique, het Portugeesche bezit aan de Oostkust en wel meer bepaald dát deel van Mozambique, dat niet direct door de Portugeesche Koloniale regeering, maar door een z.g. „Chartered Company”: de Companhia de Moçambique, wordt beheerd. Dit is het



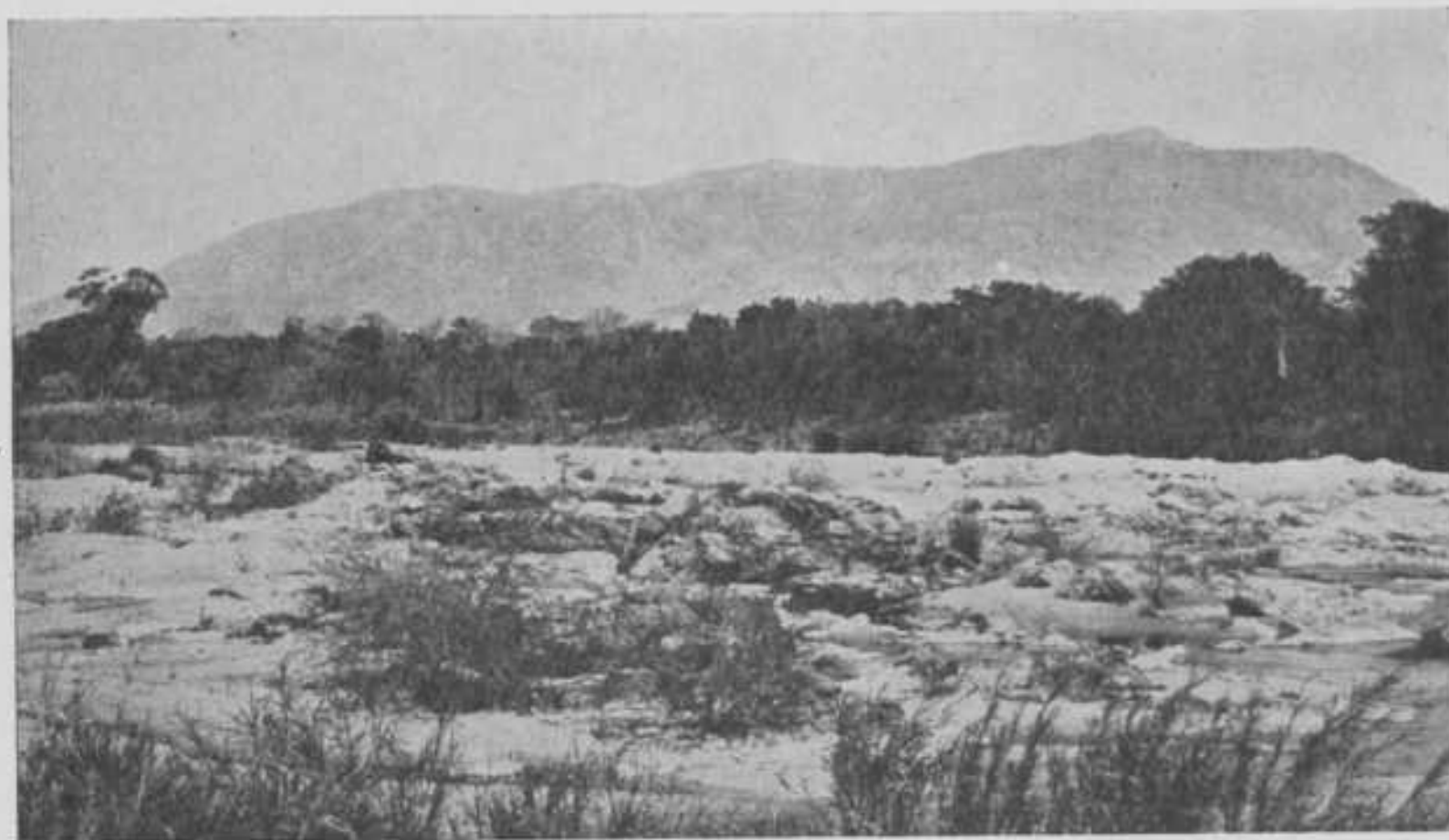
Blok-diagram Maníca & Sofála.

deel tusschen de 22ste Zuiderbreedtegraad (omstreeks de Sabirivier) en de Zambezi; het z.g. Territorium van Maníca en Sofála met hoofd- en havenstad Beira.

Onbekend was ook de mijnbouw in dit gebied niet geheel. Reeds de eerste Portugeesche kolonisten spraken ervan, dat Arabieren hier goud en zilver vandaan haalden. Volgens de overlevering zou er een rijke zilvermijn bestaan hebben. Wel worden er al sedert jaren goudaders en een alluviale goudafzetting ontgonnen in het

Westelijk gebied, langs den Beira en Mashonaland-spoorweg, met Macequece als centrum. Het is het gebied van de kristallijne leien, graniet, enz., dat ook in het aangrenzende Zuid-Rhodesië menige goede goudmijn heeft aan te wijzen. Bij Macequece heeft zich echter nooit een groot bedrijf kunnen ontwikkelen; zelfs neemt de productie de laatste jaren af.

Dit goudbedrijf ligt in een groote concessie, waarbinnen ook tinerts is aangetroffen nabij Inchope, eveneens aan den reeds genoemden spoorweg. De onderzoekingen van de tinerts-aders



Voorgrond: gneiss met dolerietdijk in de Inyandrierivier.

hebben echter nog niet veel succes geboekt en de alluviale afzettingen in de dalen leverden nog slechts een geringe productie op van weliswaar zeer zuiver tin-concentraat. Door den lagen tinprijs is het terrein voorloopig niet verder onderzocht, hoewel de kansen er niet ongunstig lijken.

Tot voor eenige jaren werd bij Edmundian nabij de Zuid-Rhodesische grens een kopermijn ontgonnen, terwijl verscheidene andere concessies voor koper reeds weer zijn vervallen, hetzij door gebrek aan kapitaal of aan goede verbindingswegen. Onlangs is

nog weer een zeer uitgestrekte concessie ten Zuiden van den reeds meer genoemden spoorweg aangevraagd met recht tot exploratie van alle mogelijke delfstoffen, meer in het bijzonder echter voor kopererts. De regeering van het territoir heeft gegronde reden om dergelijke aanvragen gunstig gezind te zijn. Aan de haven van Beira zijn de laatste jaren groote sommen ten koste gelegd en nu wordt deze haven, door de voltooiing binnenkort van den Benguella spoorweg, die de Congo met de Atlantische kust verbindt ¹⁾, ermee bedreigd den doorvoer van het grootste deel der producten van de beide Rhodesias en den Congo, waaronder juist vooral de voortbrengselen van den mijnbouw, te zullen verliezen. Die Benguella-spoorweg beteekent voor de mijnen van Katanga en Noord-Rhodesië een 750 tot 800 K.M. korteren landweg naar zee en 2600 mijlen minder zeevracht naar de voornaamste Europeesche markten. Zelfs indien de voorgestelde Sinoya-afsnijding, waardoor de groote omweg over den brug van de Zambezi bij de Victoria-waterval vermeden zou worden, tot stand komt, blijft de route via Benguella het voordeel van den korteren scheepsweg behouden boven die via Beira. Geen wonder dus, dat men in Mozambique ook om die reden de ontwikkeling van het eigen land krachtig wil aanpakken.

Eenige jaren geleden is aan een maatschappij, te Johannesburg gevormd, het uitsluitend opsporingsrecht voor steenkool en aardolie verleend in een gebied tusschen de Buzi rivier in het Zuiden en de Zambezi in het Noorden, een concessie ruim $3\frac{1}{2}$ maal zoo groot als Nederland. Op welke verwachtingen berustte deze concessie?

Steenkolen van goede kwaliteit zijn in verschillende deelen van Zuid- en Centraal Afrika reeds lang bekend en ten deele ook al in ontginning; zoo bijv.: verschillende mijnen in Transvaal (jaarl. prod. ongeveer 7 millioen ton) en de Wankie mijn in Zuid-Rhodesië (de laatste jaren ongev. 1 millioen ton). Deze steenkolenlagen behooren tot formaties van het Permo-Carbonische tijdvak, een onderdeel van wat men in Afrika als het Karroosysteem samenvat. Als onderste afzetting en inleiding van dit systeem geldt het

¹⁾ Intusschen reeds voltooid.

bekende Dwyka conglomeraat, een glaciële afzetting. Daarop volgen leisteenlagen, de afdeeling der Ecca shales in Zuid Afrika, welke de ontginbare kolenlagen bevatten en die op haar beurt overdekt worden door dikke afzettingen van veldspatrijke zandsteen, gewoonlijk nog in twee groote onderafdeelingen gesplitst, die ook nog wel kolenlaagjes bevatten, maar zelden ontginbaar. Deze bovenste afzettingen rekent men al tot het Triadische tijdvak. Ook hooren nog tot het Karroo de daarop volgende merkwaardige bazalten en lava's die over zulke enorm groote oppervlakten van Afrika zijn uitgestroomd aan het eind van de Trias, meer waarschijnlijk aan het begin van de Jura. Soms zijn de lagen van het Karroo, die overal op veel oudere, grootendeels wel prae-cambri-sche gesteenten zijn afgezet, langs groote breuklijnen als slenken ingezakt en dan voor erosie gespaard gebleven; elders zijn zij al weer aan die erosie ten offer gevallen. Nu kende men sedert eenigen tijd het bestaan van de bovenste Karroo-formaties (zandsteen en bazalt) ook van enkele punten in het Territorium van Maníca en Sofála; verder was even buiten het Territorium het voorkomen van steenkolen bekend bij Tete, een der oudste Portugeesche nederzettingen aan de Zambezi en van Sumbu en Chiromo in Nyasaland, beiden ten Noorden van het territoir en in het Sabi-bekken ten Z. daarvan. In Tete is door een Belgische Maatschappij meer dan 100 millioen ton goede steenkool, waaronder een laag van 7 meter dikte, reeds aangetoond. De productie is nog slechts ongeveer 10.000 ton 's jaars en zal zich eerst kunnen ontwikkelen, wanneer het bekken door een spoorweg zal zijn verbonden met den Shiré spoorweg in Nyasaland en deze weer door een vaste brug over de Zambezi bij Sena (in aanleg) met de Trans-Zambezibaan die deze rivier met Beira verbindt.

Voor de concessie binnen het territorium was van belang of de grens tusschen de oude kristallijne gesteenten, die bijna de geheele West-helft beslaan, en de Karroozandsteenen en -bazalten een normale overdekkingsgrens was, dan wel een breuklijn. In dit laatste geval toch was de kans om langs die breuk onder de zandsteenen de kolenrots nog op ontginbare diepte aan te treffen groot, doch ook om nog aan de opwaartsche zijde van de verschuiving, nog

enkele door de erosie gespaarde resten van de kolenrots, en dan zeer nabij de opervlakte, te vinden. De breuklijn-begrenzing is in het Tete-district en ook in Nyasaland vrijwel regel. Ook in de verleende concessie kon op twee plaatsen een verschuiving als grens worden geconstateerd. Tot boringen naar steenkool is men er echter nog niet gekomen; de diepte waarop de kolenlagen langs die verschuiving zouden kunnen worden verwacht kon dan ook nog slechts worden gegist.

Anders was het met het voorkomen van aardolie. Dat was en is ook nu nog nergens in het Zuidelijke deel van Afrika vastgesteld. Met het oog op het belangrijke motortransport in deze landen, waar nog betrekkelijk weinig spoorwegen bestaan, zou een inheemsche petroleum-industrie zeker nog van meer belang zijn dan een nieuw kolenbekken. Wel is er enkele malen gemeend, dat men in Zuid-Afrika aanduidingen voor aardolie had aangetroffen. Er zijn wel eens asfaltachtige of teerolieachtige producten aangetroffen; geen werkelijke olie „seepages” echter, maar distillatieproducten uit de kolenlagen of wel uit zekere bitumineuse leisteen in de Eccashales, waarschijnlijk wel tengevolge van hun doorbreking door de in Afrika zoo veel voorkomende dolerietdijken. Dit heeft tot veel speculatie en misstappen geleid o.a. tot boringen, waaronder die van Dubbeldevlei in de Kaapprovincie vermaardheid heeft gekregen; deze is zelfs tot 1500 M. diepte voortgezet, waarvan de laatste 700 M. in graniet! Nagenoeg geheel Afrika bezuiden den evenaar levert niet de minste kans op aardolie, wegens het lithologisch karakter der formaties, ten deele daarbij nog het gebrek aan gunstige structuur. Dit deel van Afrika heeft geen overdekking door zee meer gekend sinds het Prae-Cambrium, behoudens het Zuidelijkste deel van de Kaapprovincie, dat in het Devoon een mariene transgressie heeft ondergaan en dan de randzone's, zoowel in 't Oosten als in 't Westen, die ten minste vanaf het oudste deel van het Krijt-tijdvak en in het Tertiair zijn ondergedompeld geweest, zij het ook niet overal en niet onafgebroken door alle jongere geologische tijden heen. Er dient dan ook uitdrukkelijk op gewezen, dat de concessionarissen in Mozambique zich geen opsporing van olie in de Karroo formaties, gezwezen nog van oudere,

ten doel stelden, maar het onderzoek naar het karakter, en de structuur van de Krijt- en Tertiaire afzettingen. De stroken, die van deze afzettingen langs de kust van Zuid Afrika bekend waren geworden, waren slechts onbeteekenend en misten bovendien de voor olie-aanrijking gunstige structuur. Naar het Noorden toe worden zij echter breeder en dikker. Olievondsten in Angola, aan de Westkust van Afrika, deden ook de aandacht op de in Mozambique bestaande, eenigszins gelijkwaardige formaties vestigen, die daar zelfs tot dieper in het land bekend waren. In het Cheringoma-plateau met zijn zuidelijke voortzetting, het Sofála-plateau, waren zand- en kalksteen van Tertiairen ouderdom gevonden, rustend op leemig en zandig Krijt, waarvan men door talrijke fossielen de ouderdom kon vaststellen. De lagen bleken te behooren tot de jongste afdeeling van het Krijt-tijdvak (equivalent met ons Maas-trichtsch Krijt). Dit Krijt rust weer zonder discordantie op grint- en zandsteenen, zonder fossielen. Tegenhangers van al deze formaties (de laatste zandsteen echter nog met duidelijk marien karakter) vindt men op Madagascar, dat als de Oostvleugel van een geosynclinale kan worden opgevat ¹⁾. In Inyambane, dat ten Zuiden grenst aan Maníca en Sofála, is al in 1907 en 1908 naar olie geboord, in lagen, die men meende als Onder-Krijt te moeten aanmerken. Tot een diepte van 200 M. gekomen zijnde, had men duidelijke oliesporen aangetroffen. De boring is toen verongelukt en daar de geologische adviseurs meenden, dat voor loonende olie-winning de structuur niet gunstig was, is toen dit, ongetwijfeld speculatief opgezette onderzoek opgegeven.

Nog verder naar het Zuiden, n.l. ten W. van Lourenzo Marques is Onder-Krijt met zekerheid vastgesteld.

Het vinden van een anticlinale structuur in de Krijtformatie ten W. van het Cheringoma-plateau nabij Inyaminga heeft ertoe geleid, dat eenige kleine verkenningsboringen en een boring tot aanzienlijke diepte, benevens een algemeene geologische kaartering van het gebied werden aangevat. De diepboring, een gecombineerde snelslag- en rotaryboring, is door gebrek aan deskundige leiding bij

¹⁾ L. Joleaud. Bétumes et Pétroles de Madagascar. Revue Pétrolifère 26 April '24.

660 M. diepte vastgelopen, doch zou na ontvangst van nieuw materiaal uit Europa worden voortgezet. ¹⁾ Door de geologische verkenning is de kennis van den bouw van het gebied tusschen de Pungue Rivier en de Zambezi aanmerkelijk verrijkt. Een kort overzicht moge hier volgen: ²⁾.

Zooals reeds opgemerkt, is ongeveer de Westelijke helft opgebouwd uit de Prae-Cambrische gneiss, glimmerlei, amfiboollei e.d., ook minder sterk gemetamorfoseerde Prae-Cambrische gesteenten, hoewel minder verspreid. Groote granietmassieven kenmerken verder dit gebied; deze graniet behoort tot twee typen van verschillenden ouderdom. Deze formaties zijn een voortzetting van het Rhodesisch plateau, dat tusschen 1200 en 1500 M. boven het zeeniveau ligt, waarvan wij hier den Oostrand hebben, die door talrijke riviertjes wordt gesloopt en een bergland vormt, dat geleidelijk tot 200 M. afdaalt, waaruit zich echter het fraaie Gorongosa gebergte weer tot toppen van 1500, de Nhatete zelfs bijna tot 1800 M. verheft. Dolerietdijken zijn hier uiterst talrijk, vaak tientallen Kilometers lang en van enkele centimeters tot meer dan 100 M. dik. Men passeert er vaak eenige tientallen van in een uur gaans. Sommige zijn door opname van gruis en blokken van de graniet en gneiss waardoorheen zij zijn gebroken plaatselijk vaak tot een haast onherkenbaar gesteente veranderd. Evenwijdig aan hen loopen eveneens veelvuldige dijken van veldspaatporfier, zich in de topografie van het landschap onderscheidend van de dolerietdijken, doordat zij veel scherpkantiger ketens vormen. Zij zijn van ongeveer denzelfden geologischen ouderdom als de dolerieten, mogelijk nog iets ouder en staan dan waarschijnlijk meer

¹⁾ Intusschen tot ongeveer 1000 M. voortgezet, waarbij nog het Karroo niet bereikt was, maar men vermoedelijk in marien Onder-Krijt stond met geringe oliesporen bij ruim 900 M.

²⁾ Voor meer bijzonderheden: E. O. Teale. The Geology of Portuguese East Africa. Transact. Geological Society of South Africa. Vol. XXVI. 1923.
F. P. Mennell and J. C. S. van Soelen. The Relation of Eocene and Cretaceous in Port. E. Africa. Internationaal Geol. Congres, Zuid Afrika van 1929.
Ir. J. C. S. van Soelen. Die Geologie des Territoriums von Manica und Sofala (Mozambique) mit Rücksicht auf Oel und Steinkohlen. Int. Zeitschrift f. Bohrtechnik, Erdölbergbau u. Geologie 15 Febr. 1930.

in verband met den Gorongoza-graniet. Zij doorbreken, evenals de doleriet, de Karroo-zandsteen, zelfs ook nog de Karroo-lava's.

Dit gebied der oude kristallijne formaties is nog slechts weinig verkend. Het lijkt zeer goed mogelijk, dat hierin nog allerlei delfstoffen voorkomen.

Naar het Oosten volgt dan de reeds besproken Karroo-zandsteen. Evenals in andere deelen van Afrika kenmerkt deze zich ook hier als landformatie, afgezet in ondiep water, en heeft dan ook steeds een uitgesproken kris-kras structuur. Deze zandsteen vormt een smalle strook van zelden meer dan 1 K.M. breed, maar ten minste 180 K.M. lang in ongeveer N.Z. richting. Zij helt flauw naar het Oosten en verdwijnt daar onder een even lange maar veel bredere strook van de Karroo-bazalt-lava's. Deze oorspronkelijk zeer poreuse lava's zijn later door agaat, calciet en allerlei zeolieten opgevuld; soms zijn er fraaie agaatknoollen in te vinden. Eigenaardig is daarbij het groene huidje dat op die zeolieten vaak voorkomt en al heel dikwijls abusievelijk voor malachiet is gehouden. Ook Livingstone meende daardoor dat de Batoka bazalt (bij de Victoria watervallen) koperhoudend moest zijn. Het groene mineraal is echter een variëteit van chloriet.

Ook deze bazalten verdwijnen naar het Oosten op hun beurt weer onder een jongere formatie, waarvan echter de ouderdom niet met zekerheid kon worden bepaald, wellicht Jura, mogelijk ook Onder-Krijt. Zij begint met een vaak fraai gekleurd basaal-conglomeraat, in hoofdzaak bestaande uit de pebbles van den Karroobazalt, naar boven plaatsmakend voor zandsteen met kris-krasstructuur, die weer in fijne „mudstone" en kalkrijke kleileien overgaat. Deze laatste schijnen reeds op een mariene afzetting te wijzen, hoewel fossielvindplaatsen niet werden aangetroffen. In het vrij vlakke en nogal diepgaand verweerde gebied, waar deze lagen voorkomen, waren trouwens goede profielen in het algemeen reeds zeldzaam. De formatie is zeer zeker veel ouder dan zelfs de onderste, in het voorgaande reeds uit het Cheringoma-plateau vermelde lagen van het Boven Krijt, n.l. zand- en grintsteenen met zandige klei, zonder fossielen. Deze laatste komen ook aan de Zambezi voor en werden naar het plaatsje aan die rivier Sena zand-

steen genoemd; ze liggen echter veel verder naar het Oosten. Wáár zij de voor Jura of Onder-Krijt gehouden formatie overdekken was niet zichtbaar in dit zeer vlakke deel van het gebied, dat bovendien grootendeels door alluviale afzettingen was overdekt. Slechts op één plaats is een duidelijke scheiding waarneembaar; dat is de Lupata Kloof of -Poort, waar de Zambezi zich door-



Zambezi Z.O. van Lupata Poort. Voorgrond blokken der „Lupata Volcanics“.

heen breekt; geologisch een heel merkwaardig punt. Hier treden op de z.g. *Lupata Volcanics*; een reeks typische uitvloeiingsgesteenten, die daar, evenals de Karroo lava's het meer naar het Westen deden, dikke uitstroomingsdekken vormen. Maar zij zijn veel jonger dan die Karroo gesteenten en er van gescheiden door een aanzienlijk dik pakket van Jurassische zandsteen en mudstone. Ook hun samenstelling verschilt sterk van de Karroo bazalt, maar verschilt ook onderling heel wat. Als onderste dek treffen we aan

een 60 à 70 M. dikke rhyolietlaag; deze is overdekt door nagenoeg 40 Meter zandsteen, waarop een zeer dik complex van uitvloeingsdekken volgt, bestaande uit typische alkaligesteenten als: nefelientrachiet, phonoliet en leuciet-phonoliet, waartusschen nog enkele lagen vulkanische asch en tuf en ook zandsteen, het geheel ten minste een 500 M. dik en met 10° naar het Z. O. hellend. De loop van de Zambezi, dwars door deze harde gesteenten heen, is dan ook wel merkwaardig, te meer daar de rhyoliet in een zeer steile wand van eenige Kilometers lengte naar 't Westen, dus naar de bovenloop van de rivier hellend, eindigt. Het is waarschijnlijk,



De Zambezi in de Lupata Poort. — (Steile wanden van Rhyoliet).

dat de Zambezi vroeger dezen weg niet heeft genomen, doch meer naar het Zuiden uitgemond heeft.

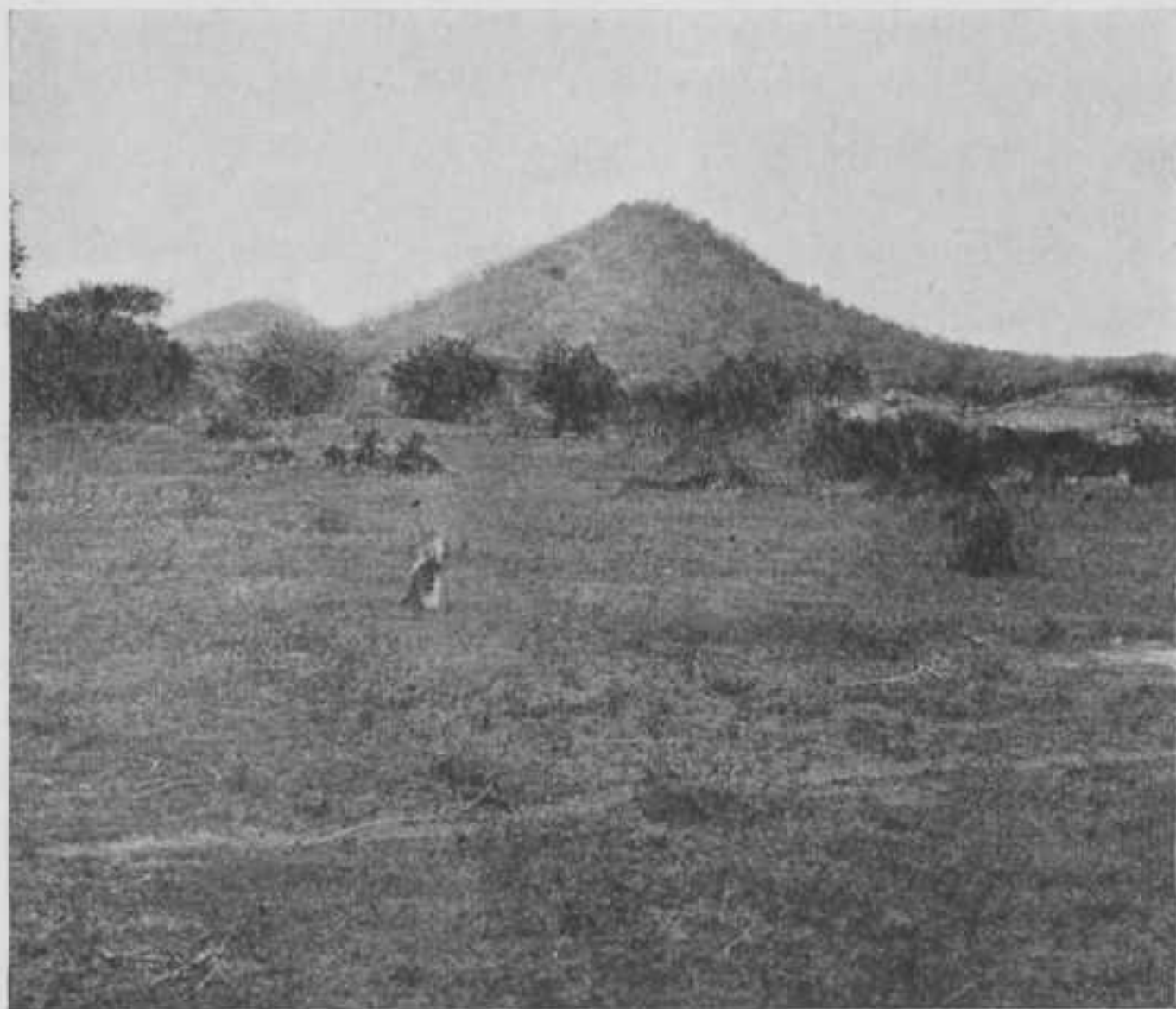
Beschouwen wij thans nog eens nader het Cheringoma-plateau, dat met het oog op de boringen meer in het bijzonder is verkend, zonder daarbij echter in de details der afzonderlijke afdeelingen te treden. De bodem van het smalle, tot 300 M. hooge plateau wordt gevormd door een harde grintsteen met vaak groote pebbles, de z.g. Inyaminga Grits, aan welker basis een laag weinig verhard, rood zand met veel fossiele schelpen voorkomt, vermoedelijk een Mioceene afzetting. Hoewel beiden zwak naar het Oosten hellen is er toch een belangrijke discordantie tusschen die Grits en de Eocene Nummulieten kalksteen eronder. De Inyaminga Grits, afgezet door een transgressie op flauw zadelvormig opgeheven Eocene- en Boven-Krijt formaties is zelf weer ten minste 500 M. in jong Tertiaire tijden opgeheven. Van de enkele grotten die onderzocht zijn in den kalksteen zijn geen beenderenvondsten bekend, doch er zijn er stellig veel meer. Deze zeer compacte kalksteen beschermt het zachte Krijtzand eronder tegen erosie en vormt een tweede smaller en lager plateau, evenals de Inyaminga grits, naar het Westen een zeer lange steile helling vormend, welke beide steile randen over tientallen kilometers in het landschap boven elkaar te vervolgen zijn. Dit zandige, ten deele zeer leemige Krijt is rijk aan fossielen en ruim 160 M. dik. Eigenaardig is dat tusschen den kalksteen van het Eoceen en het zachte Krijtzand (Maestrichtien) geen discordantie bestaat, doch een geleidelijke overgang, waarvan de grens niet zuiver vast te stellen was. Naar beneden houdt het voorkomen van fossielen weliswaar vrij plotseling op met een gele krijtlaag waarin veel *Alectryonea Ungulata*, ook van Madagascar bekend, voorkomen, (in het Buziplateau eindigt daarmee echter de fossielinhoud nog niet, doch komen duidelijk mariene lagen tot grooter diepte voor) maar een discordantie bestaat ook hier niet met de eronder volgende, aanvankelijk nog zeer kalkrijke grintsteen. Blijkens de boorresultaten volgt daaronder nog een aanzienlijke dikte geel en rood zandig leem afgewisseld door enkele harde zandsteenbanken of los zand met enkele pebbelen. Deze laatsten zijn de, reeds eerder vermelde Sena zand-

steen. Het Cheringoma plateau wordt nu naar het Oosten gesloopt door vele kustriviertjes; naar het Westen wordt het aangestast door de afwatering naar de z.g. Urema vlakte, een grassteppen- en moerasgebied, slechts weinig boven zeeniveau, waar, onder moeras en jonge alluviale afzettingen alle formaties van de Inyaminga grits tot ouder, verscholen liggen, dus in een veel lager niveau. Reeds T e a l e, die hier voor de regeering van het Territorium een voorloopige verkenning deed in 1914, meende hier te doen te hebben met een ingezonken schol, zijn: „Urema sunk land”, daartoe gebracht door het aantreffen van enkele verschuivingen in de krijt- en kalksteenlagen, met een zuidelijke voortzetting het „Buzi sunk land”.

Deze opvatting kon door mij worden bevestigd toen, bij de geologische verkenning ten Westen van de boringen de genoemde formaties langs een zeer uitgestrekte breuklijn met steile hellingen naar het Westen werden teruggevonden. Ook de Inyaminga Grits worden nog door deze groote verschuiving getroffen, die derhalve in Jongtertiaren tijd moet hebben plaats gehad en dus zou dan het „Urema sunk land” zijn op te vatten als een Zuidelijke uitlooper van een geheele reeks van zulke jonge slenken: de z.g. Rift valleys, waaraan de groote Oostafrikaansche meren hun ontstaan danken. Nu nog is in den regentijd de Uremavlake voor een groot deel moeras zonder duidelijke waterscheiding tusschen de Pungwe rivier in het Zuiden en de Zangwe, een zijrivier van de Zambezi, in het Noorden en volgens de negers uit die streek konden zij in vroeger jaren in het regenseizoen van Pungué naar Zambezi varen in hun kano's. Waarschijnlijk is hier dan een dichtgeslibd Urema meer en houdt een mogelijke vroegere loop van de Zambezi daarmee verband.

Reeds werden verschillende der stollingsgesteenten uit het Westelijk deel van het Territoir vermeld. Op dit gebied is er echter een nog veel grooter verscheidenheid, die op zich zelf al een uitgebreid en belangwekkend studiemateriaal vormt. Zoo ligt van Sena aan de Zambezi naar het Zuiden loopend, bijna in rechte lijn een merkwaardige reeks meestal fraai kegelvormige bergen (Baru-

muana, Inyaruca nabij Sena). Zij danken hun vorm aan een kern van een vulkanisch gesteente, (Pikriet, Limburgiet), niet meer dan een smalle, nagenoeg cilindrische pijp omgeven door een mantel van door het contact veranderde Sena zandsteen. Tusschen 50 en 60 K.M. ten W. van Sena ligt een andere groep van, door hun eigenaardige vormen in een overigens vrij vlakke streek, opvallende heuvels. Wij weten van de bovengenoemde groep aan de Zam-



Pikriet-intrusief met mantel van Sena zandsteen.

bezi met vrij groote zekerheid dat hun ontstaan in het jongste Tertiair moet vallen en wel, omdat in het Zuidelijke deel van het Cheringomaplateau in de N'Kweri heuvels dezelfde intrusief gesteenten zijn geconstateerd, maar hier de Inyaminga Grits doorbrekend, veel moeilijker valt de ouderdom van de later genoemde groep vast te stellen. Zij bestaan trouwens ook uit zeer uiteenlopende gesteenten. Zoo zijn er gesteenten bij, die veel op de doleriet van de dolerietdijken lijken, vaak echter met wat nefelien er

in; dan weer sterk nefelienhoudende phonolieten; of wel olivijnrijke bazalt; maar ook weer zuivere pikrietintrusies. Ten deele worden ze aangetroffen in de voor Jura of Onder-Krijt gehouden sedimentaire gesteenten, anderdeels in de Karroo lava's, ze zijn dus jonger dan die formaties. Maar er zijn er die veel relatie vertoonen met de Lupata Volcanics en dan waarschijnlijk uit het Midden-Krijt stammen; anderzijds zijn er ook zeer zeker pikriet en aanverwante eenigszins nefelienhoudende gesteenten uit Jong-Tertiairen tijd. Onjuist is in ieder geval om, zooals Teale en enkele andere onderzoekers, de alkaligesteenten in het Territoir alle tot het Jong-Tertiar te rekenen.

In korte trekken nog eenige bijzonderheden over de wijze van en middelen voor geologische verkenningen in dit gebied.

Er bestaan nog slechts weinig goede verkeerswegen. De Beira & Mashonaland Ry doorsnijdt het van West naar Oost en vormt de verbinding met Rhodesië, Congo en Kaapstad. De reis van Beira naar Johannesburg per spoorweg door Rhodesië duurt $3\frac{1}{2}$ dag, naar Kaapstad direct $4\frac{1}{2}$ dag. Van Beira loopt over het Cheringoma plateau de Trans-Zambezibaan, aan welker eindpunt Muraça, men in den nacht over de Zambezi met stoombootjes wordt overgezet naar het beginpunt van de Nyasalandspoorweg. In de toekomst zal men van een brug bij Sena kunnen gebruik maken. In den regentijd is de Zambezi bevaarbaar voor zeer weinig diepgaande hekwieler tot Tete, doch de vaart is door zandbanken en bochten zeer langdurig. Ook voert van Muraça een autoweg met enkele aftakkingen via Sena tot halfweg Tete langs de Zambezi. Een groote autoweg van Beira naar Rhodesië was in aanleg en kortere wegen geven verbinding met het Zuiden van het gebied. Deze wegen lijden veel in het regenseizoen en zijn nooit met onze moderne wegen te vergelijken, maar doen goede diensten. Last- of rijdieren kunnen hier wegens de tsé-tsé vlieg niet gehouden worden; alleen aan de Zambezi is op enkele plaatsen het gebruik van ossen op katoenplantages mogelijk. Expedities naar het binnenland moeten derhalve steeds te voet, langs de paden der inboorlingen trekken, waarbij de geheele uitrusting moet worden gedragen. Een vervoer-

middel, dat wel in gebruik is, is de „mochilla”, een hangmat, aan een paal, gedragen door 4 negers; maar voor bezitters van goede beenen is te voet gaan verkieselijker. De last, die een neger bij marschen van 6 tot 10 uren op een dag maximaal kan dragen is 60 pond. Voor de noodige uitrusting van één blanke zooals: bed, tent en eigen voedsel zijn al wel een 6-tal dragers noodig. Gewoonlijk trekt men met 10 tot 12 dragers op marsch. Het loon is 30 à 50 cents per dag en vrije voeding. Het voorgeschreven rantsoen voor de dragers is 2 pond maismeel per man per dag en 2 pond boonen per week per man; zoo mogelijk afgewisseld met visch (gedroogd en zeer kwalijk riekend!) of versch vleesch (indien men wil jagen). Hieruit blijkt, dat voor een tocht van ruim drie weken, ieder drager slechts zijn eigen voedsel voor dien tijd zou kunnen dragen. Koopen kan men in de negerdorpjes in den regel niets dan wat eieren en een magere kip. Men zal dus voor een eenigszins langen tocht vooraf voedsel moeten opslaan of op bepaalde afgesproken punten moeten laten nakomen. Men is dan echter niet zoo vrij meer in zijn te kiezen route, die men wellicht onderweg wil wijzigen naar gelang van wat men op geologisch gebied vindt of meent te kunnen verwachten. Voor hem, die aan jacht wil doen, is de oplossing eenvoudig, daar wild hier nog zeer overvloedig is en in groote kudden voorkomt. Men kan dan tevens het overschot aan buit ruilen in de negerdorpjes tegen maismeel en kafferkoren voor zijn dragers, wat niettemin voor geld niet te koop is, tenzij een jaar de oogst zeer is meegevallen. Als dragers en op jacht (orientatie-vermogen!) zijn de inboorlingen op hun best; ook zijn zij mij heel betrouwbaar gebleken, ook wat betreft het eigendom van een blanke; althans de onvervalschte neger uit het binnenland. Bij werk, dat meer intelligentie vereischt, is veel geduld met hen noodig, zooals o.a. bleek bij een planchet-opmeting en bij tewerkstelling bij de boringen. Bovendien hebben de inboorlingen in dit gebied nog zeer weinig behoeften; zij hebben het niet noodig voor de blanken te werken en leven het gelukkigst in hun eigen dorpjes met het stukje land, waarop alleen het noodigste voor hun eigen onderhoud wordt verbouwd. Wil de grond niet voldoende meer opbrengen, dan wordt eenvoudig het dorp een eind

verplaatst en laat men den vroegeren grond eenige jaren braak liggen. Dit gebrek aan behoefte om te werken is een groot bezwaar voor alle soort ondernemingen, die de blanken daar willen vestigen. De neger werkt er n.l. nooit lang achtereen en gaat, juist als hij het werk zoowat aangeleerd heeft, weer voor eenigen tijd uitrusten in zijn dorp.

Voor geologische exploraties werkt het landschap lang niet altijd mee; behalve in de heuvelachtige streken, krijgt men soms weinig van den ondergrond te zien; daar de verweering meestal vrij diep gaat en de begroeiing (over groote uitgestrektheden in hoofdzaak hoog gras) verder helpt goede insnijdingen in den vasten rots te verbergen, gelijk in alle tropische gebieden. Men moet dan vaak scherp op kleinigheden letten. Zoo brachten eens de groote maalsteenen, die de negervrouwen voor hun mais gebruiken, een belangrijke verschuiving op het spoor. Men kan er n.l. zeker van zijn, dat die steenen nooit van zeer ver zullen zijn aangevoerd. In dit geval kon de gebruikte steensoort (nummulietenkalksteen) niet zonder een belangrijke storing nabij het dorp voorkomen en bleek bij navraag toch vlak bij het dorp in situ te bestaan, hetgeen anders zeer lastig te ontdekken zou geweest zijn.

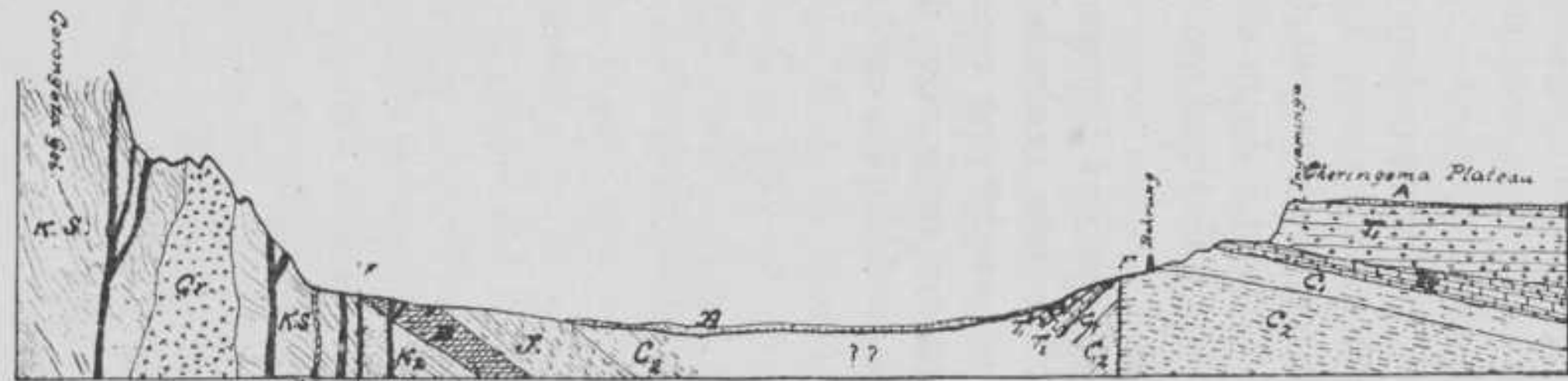
De bestaande officieele kaart van het gebied bleek nog zeer onvolkomen en bovendien op zeer kleine schaal gemaakt. Op posten, waar een ambtenaar van het binnenlandsch bestuur gevestigd is of een hoofd van politiesoldaten, is het gewoonlijk wel mogelijk gegevens over de astronomische plaatsbepaling te verkrijgen.

De beste tijd voor exploraties is van Mei tot en met October, het droge jaargetijde, met overdag veel warmte, maar des nachts, vooral in Mei en Juni, vaak koel weer. Daarvan verdienen de maanden Augustus, September en October dan nog de voorkeur, daar de inboorlingen in die maanden overal het dan verdroogde gras afbranden, waardoor men van den ondergrond veel meer gewaar kan worden. Moet men kort na den regentijd opmetingen maken, dan zal men daarvoor eerst heele tracés moeten laten kappen of althans gras moeten laten neerslaan, dat daar dan vaak een hoogte van 3, ja zelfs 5 Meter bereiken kan.

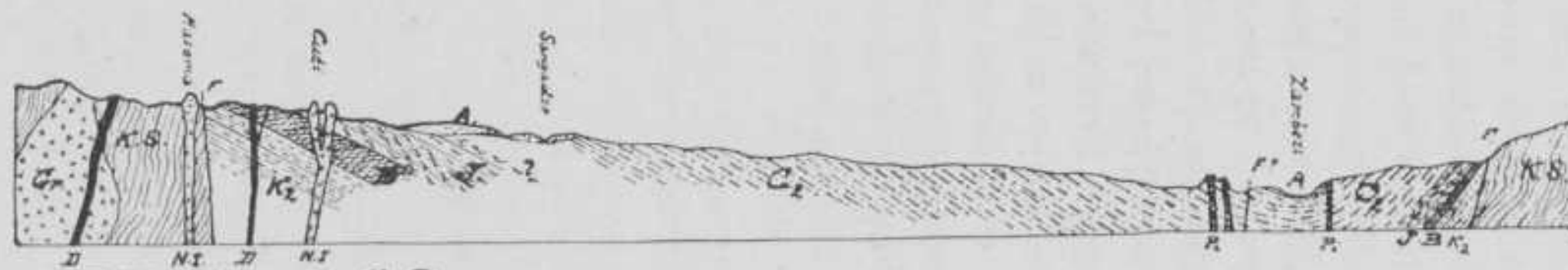
Het is dan ook nog de gezondste tijd van het jaar; want ook hier

moet men helaas zich voortdurend in acht nemen tegen tropische ziekten. Hoewel in het Westelijk gedeelte, in het Gorongozagebergte en aan den rand van het hoogplateau, water van heldere bergstroompjes het heele jaar door overvloedig is, kan men in andere gedeelten in het droge seizoen daaraan ernstig gebrek krijgen. Zoo zijn bijv. de breede zandige dalen van de zijrivieren van de Zambezi dan vrijwel geheel droog en moet men zich ook aan den Westrand van het Cheringoma-plateau dikwijls met het water uit overgebleven poeltjes tevreden stellen. Het is op die marschen te omslachtig daarvoor goede filters mee te nemen, maar men kan zich dan ten minste door koken van het water tegen onaangename gevolgen verzekeren. Zeer aan te bevelen zijn daarbij de in alle grootere plaatsen van Afrika wel te verkrijgen speciale drinkwaterzakjes, waarin het water aangenaam koel blijft.

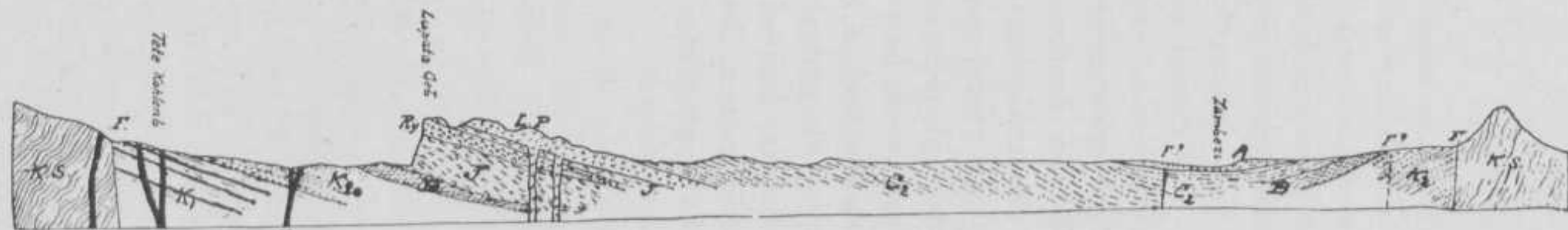
Ongetwijfeld is het minder gezonde klimaat een der factoren, waarom dit gedeelte van Afrika ook nog zoo weinig geologisch verkend is; hoewel men zich hierbij niet aan overdrijving moet schuldig maken. Streken met slechtere klimaten zijn reeds voor de blanke beschaving, niet het minst door mijnbouwkundige exploratie, veroverd.



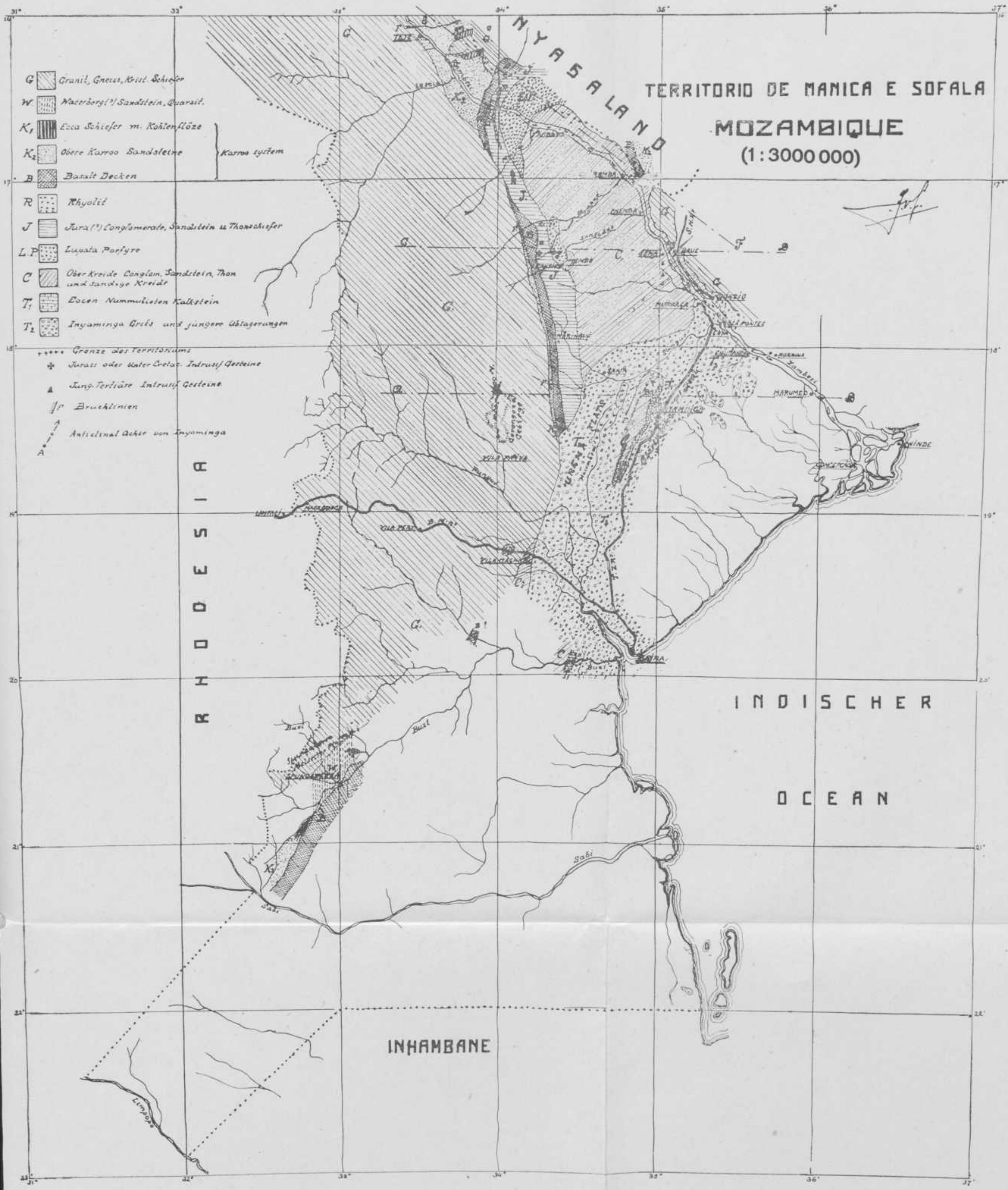
PROFIL AB.



PROFIL CD.



PROFIL GF.



TERRITORIO DE MANICA E SOFALA
MOZAMBIQUE
 (1:3000 000)

- G Granit, Gneiss, Krist. Schiefer
- W Wackerberg(?) Sandstein, Quarzit.
- K₁ Ecca Schiefer m. Kohlenflöze
- K₂ Obere Karroo Sandsteine
- B Basalt Decken
- R Rhyolit
- J Jura(?) Conglomerate, Sandstein u Thonschiefer
- L.P. Luquata Porfyre
- C Ober Kreide Conglam, Sandstein, Thon und sandige Kreide
- T₁ Eocen Nummuliten Kalkstein
- T₂ Inyaminga Grits und jüngere Ablagerungen

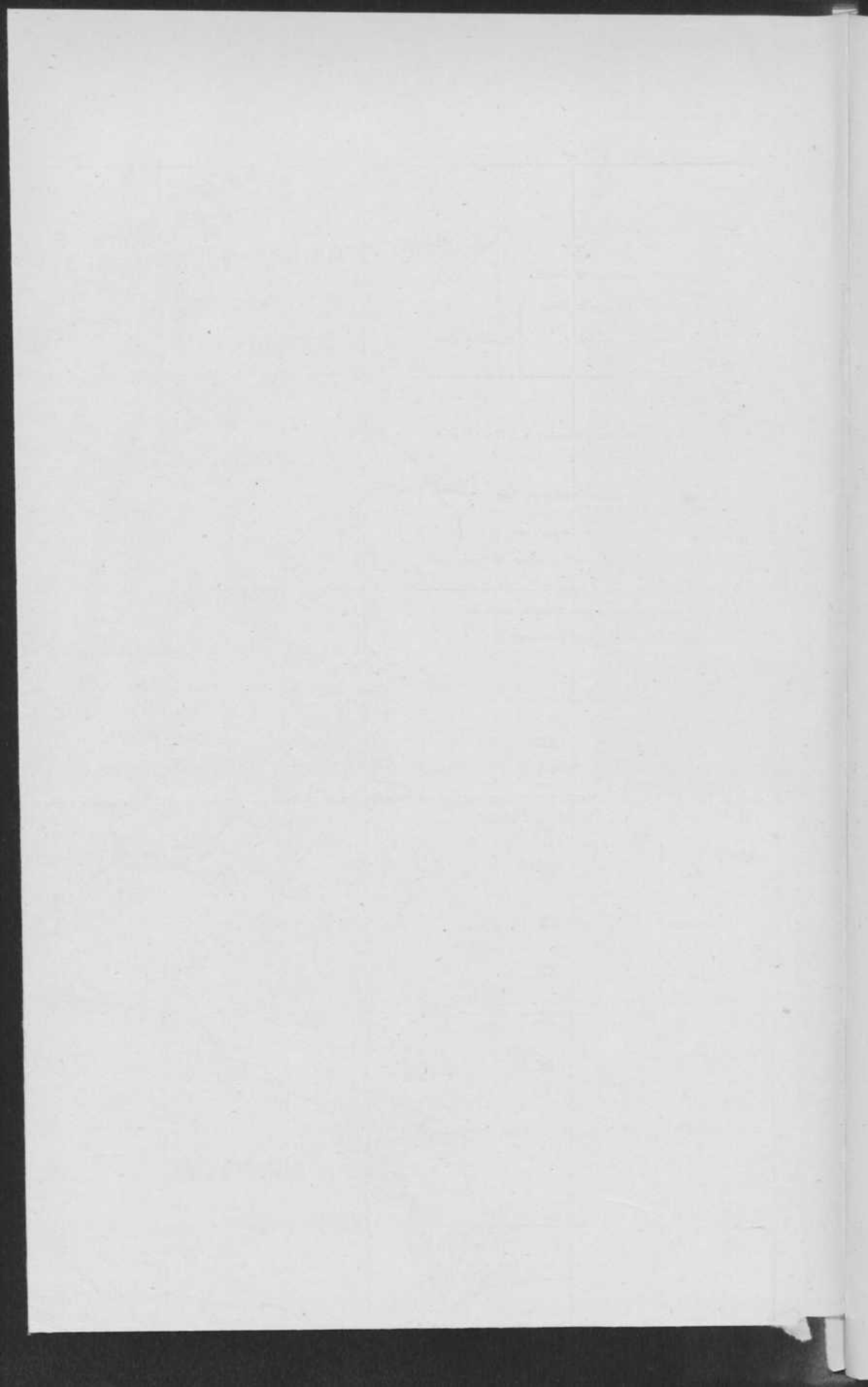
- Grenze des Territoriums
- * Juras oder Unter-Cretac. Intrusif Gesteine
- ▲ Jung. Tertiäre Intrusif Gesteine
- // Bruchlinien
- ↗ Anticlinal Achse von Inyaminga

R H O D E S I A

INDISCHER
 OCEAN

INHAMBANE





OVER MODE, TRAAGHEID EN AUTORITEIT IN DE GEOLOGIE

door Prof. Dr. L. Rutten.

Het komt in elke natuurwetenschap voor, dat de autoriteit van een persoon of van een boek of van een complex van verschijnselen uit die wetenschap een geheele periode van onderzoek beheerscht; dat een bepaalde mode in onderzoek of beschouwingwijze bestaat; dat het beschamend lang duurt, voordat nieuwe inzichten, de menschelijke traagheid overwinnend, doordringen, of omgekeerd, dat uit sleur te lang aan gevestigde opvattingen wordt vastgehouden. Ik meen echter, dat de drie factoren: autoriteit, mode en traagheid bijzonder op den voorgrond treden in de geologie, en dat voor het bestaan van dezen toestand verschillende oorzaken kunnen aangegeven worden. In de eerste plaats is de geologie, meer dan eenige andere natuurwetenschap, regionaal van aard. Verreweg de meeste geologen moeten in een beperkt gebied werken; dit geldt in de eerste plaats voor de zeer talrijke geologen, die aan geologische landsdiensten verbonden zijn, maar ook vaak voor praktijkgeologen en academici. Zij hebben dan hoofdzakelijk of uitsluitend te doen met vraagstukken van regionalen aard, en het spreekt bijna van zelf, dat ze onder den invloed komen van de autoriteit der beste geologen, die over hun land gewerkt hebben en nog meer van het verschijnselcomplex, dat hun gebied hun vertoonen kan. Wanneer een „vreemd” geoloog zich met een dergelijk gebied gaat bemoeien, zal het vaak gebeuren, dat hij onder den invloed komt van de autoriteit der geologische monographieën, die over dat gebied bestaan. Het is verder een gevolg van het regionale karakter der geologie, dat resultaten, van belang voor de algemeene geologie, die in een bepaald land verkregen zijn, betrekkelijk moeilijk verder doordringen, en dat, wanneer ze eenmaal algemeen aanvaard zijn,

het moeilijk kan zijn, tot een ander inzicht te komen. Immers: men moet zich dan geheel kritisch inwerken in het gebied, waar die opvattingen verkregen zijn, wat zonder lokale kennis vaak moeilijk is. Bovendien verzet maar al te vaak de traagheid zich tegen een dergelijk kritisch onderzoek, dat maar zeer problematische kansen op succes belooft. Ten laatste is „mode” een zoo natuurlijk gevolg van het regionale karakter der geologie, dat ik daar niet nader op behoef in te gaan. De geologie heeft echter nog een andere eigenschap, die het begrijpelijk maakt, dat hare beoefenaren onder den invloed van autoriteit en sleur komen. Hare methoden zijn zoo veelvuldig en verschillend, dat het voor den enkeling bijna niet meer mogelijk is, ze alle te beheerschen, en de ervaring leert dan ook, dat hoe langer hoe meer bij het bestudeeren der geologie van een bepaald gebied verschillend georiënteerde onderzoekers in actie komen: de geomorpholoog, de geoloog, de palaeontoloog en de petrograaf eischen elk hun bepaald veld van onderzoek op. Hunne problemen zijn echter niet onafhankelijk van elkander, en bij het trekken zijner conclusies moet de geoloog zich vaak baseeren op de gegevens, die de palaeontoloog, de petrograaf en de morpholoog hem verschaffen. Wat wonder, dat, als hij niet meer voldoende algemeen onderlegd is, hij onder den invloed van hunne autoriteit komt, en dat het hem moeilijk valt, om, als hij van een bepaald gebied een synthese wil geven, de traagheid te overwinnen en precies na te gaan, in hoeverre de gegevens, hem door zijne collega's verstrekt, dié waarde hebben, welke zij eraan meenen te mogen toekennen.

Toch moet aan den geoloog, wil hij vruchtbaar werk geven, de eisch gesteld worden, dat, wanneer hij een algemeen probleem of een nieuw gebied onderzoekt, hij zich noch door mode, noch door autoriteit, noch door sleur laat leiden, en een van de belangrijkste dingen, die de jonge geoloog aan hoogeschool of universiteit kan leeren is zeker, critiek op eigen werk en op dat van anderen uit te oefenen. Een geval uit mijn studententijd moge U dit illustreeren. In mijn tijd was Credner's „Lehrbuch der Geologie” een weliswaar verouderd, maar toch nog zeer geliefd leerboek aan nederlandsche, duitsche en zwitsersche universiteiten. Het gebeurde nu,

dat een alumnus van eene inrichting van Hooger Onderwijs na zijne studiën naar verre landen ging en van daar eene collectie fossielen naar Europa zond, die hij zelf gedetermineerd had. Die determinatie had daarin bestaan, dat hij in het historisch-geologische deel van „Credner” had opgezocht, wélke plaatjes het beste bij zijn fossielen pasten en er dan den betreffenden naam bij had geschreven. Deze arme jonge onderzoeker had niet geleerd, zich aan de autoriteit van een leerboek te onttrekken: hij meende te goeder trouw, dat „al wat in geologische boeken stond, in Credner was gevaren”. U vindt dit terecht belachelijk, en ieder Uwer denkt allicht, dat hém zoo iets niet zou overkomen, maar ik ben ervan overtuigd, dat ook nu nog vele jonge geologen wel eens het slachtoffer worden van de autoriteit van een of ander „dik” boek.

De plicht, om critisch te zijn, vind ik voor den aankomenden geoloog zoo belangrijk, dat ik met bijzonder veel genoegen de uitnoodiging van Uw bestuur heb aangegrepen, om U te vertellen, hoe men, als men zich in een nieuw gebied inwerkt, met sleur, mode en autoriteit in aanraking komt. Het is U bekend, dat ik in het afgelopen jaar met studenten een onderzoekingsreis naar de Nederlandsche Benedenwindsche Eilanden gedaan heb; het zal U niet bekend zijn, dat ik daarvóór en daarná me vrij intensief met de geologische literatuur van Midden- en Zuid-Amerika heb bezig gehouden. Ik zou Uwe aandacht willen vragen voor een aantal dingen, die me bij die literatuurstudie getroffen hebben en die op ons thema betrekking hebben.

De ligging van het Antillen-gebied, met inbegrip van Noordelijk Zuid-Amerika, is geheel vergelijkbaar met die van het Alpen-mediterrane gebied in Europa en van Himalaya en het Indonesische gebied in Azië. Gelijk het Alpen-mediterrane gebied ingeklemd ligt tusschen de „oude schilden” van Afrika en Noord-Europa, zoo liggen de Antillen tusschen de „oude schilden” van Noord- en Zuid-Amerika: ze zijn, met andere woorden, in geologisch opzicht een „echt alpien” gebied. Het is U bekend, dat de onderzoekers, die in het europeesche en aziatische alpine gebied gewerkt hebben, de zekerheid hebben, dat in die gebieden zoowel in Mesozoicum als Kaenozoicum geweldige horizontale verplaatsingen in de aardkorst

hebben plaats gehad, en dat ze de overtuiging hebben, dat die bewegingen ook nú nog aanhouden. Wie, uit Europa komende, de geologische literatuur der Antillen gaat bestudeeren, verwacht, dat hij talrijke gegevens zal vinden over groote jeugd der oppervlaktevormen, over tertiaire gebergtevorming van geweldig belang en over nóg aánhoudende bewegelijkheid. Voor een belangrijk deel wordt die verwachting bedrogen: een deel der Amerikaansche literatuur over de Antillen is n.l. geheel anders georiënteerd. De Amerikaansche geologen, die hier gewerkt hebben, komen van het „Noordamerikaansche schild”, waar tectonische rust heerscht sedert het einde van het Carboon en waar de jongere geologische geschiedenis zóó eenvoudig verlopen is, dat ze vaak als morphologische geschiedenis beschreven kan worden. De Europeesche geologen baseeren hunne verwachtingen voor dit gebied op de autoriteit van de geologische gebeurtenissen in Zuid-Europa en Azië, en op die van Marcel Bertrand, Heim en Argand; vele Amerikanen hebben hunne onderzoekingen gedaan onder den druk der autoriteit van het eidelooze, onbewegelijke, Noordamerikaansche schild, en volgens de, door W. M. Davis aangegeven morphologische mode. Enkele voorbeelden mogen dit illustreeren.

In profielen over Cuba van Hayes, Spencer en Vaughan¹⁾ is niet alleen het Tertiair, maar ook het Krijt als zeer zwak geplooid geteekend. Dit is in overeenstemming met den toestand in het Atlantische gebied van de Vereenigde Staten, maar niet in overeenstemming met den feitelijken toestand op Cuba.

Woodring²⁾, die op Haiti het Tertiair behoorlijk geplooid vindt, zegt daarover:

„A surprising result of the reconnaissance is the discovery that the tectonic features of a large part of the Republic are due to folding and crumpling of the beds during the last period

1) C. W. Hayes, T. W. Vaughan, A. C. Spencer, Informe sobre un reconocimiento geologico de Cuba. Boletin de Minas, Habana 2 1918 (herdruk uit 1901).

2) W. P. Woodring, J. S. Brown a. W. S. Burbank, Geology of the republic of Haiti. Port au Prince 1924.

of folding — that is, during Miocene and Pliocene time" (l.c. p. 331—332).

Om twee redenen mocht Woodring dat niet „surprising” vinden: in de eerste plaats, omdat sterk geplooid Tertiair op Haiti al lang bekend was door de onderzoekingen van den Haitiaan Tippenhauer, in de tweede plaats, omdat het de normale toestand in „alpien gebied” is.

Vaughan, die met eenige medewerkers voor tien jaren een boek over de Geologie van St. Domingo schreef, zegt over de tectoniek ¹⁾:

„Except within the basal complex (Krijt en Ouder), where folding as well as faulting has been intense, faulting is the dominant element of the structure and folding is distinctly subordinate” (l.c. p. 78).

Deze conclusie, die op weinig feitenmateriaal gebaseerd is, kan ons onmogelijk bevredigen, omdat zij voor St. Domingo een geheel anderen tectonischen stijl veronderstelt dan voor het aansluitende Haiti.

Lobeck, die eene physiographie van Portorico schreef is zóo van de onbewogen geologische geschiedenis van het eiland overtuigd, dat hij er eene, nog nauwelijks verbogen eocene schiervlakte herkennen wil. Hij heeft een dusdanige aversie tegen posteocene differentieele bewegingen, dat hij allerlei toevalligheden bedenkt, om het bestaan van postmiocene, zwakke plooien en breuken, die een collega gevonden heeft, weg te praten, en de mogelijkheid van het bestaan van opgeheven, quartaire terrasafzettingen is hem zóo onsympathiek, dat hij de, op verschillende niveau's aangetroffen marine schelpen liever alle als „kjoekkenmoeddinger” beschouwt²⁾.

Over de geologie van het eiland Trinidad, dat door herhaalde cretaceïsche en tertiaire orogenese, tot in het plioceen aánhoudende,

¹⁾ T. W. Vaughan, W. C. Cocks, D. D. Condit, C. P. Ross, W. P. Woodring a. F. C. Calkins, A geological reconnaissance of the Dominican Republic. Washington 1921.

²⁾ A. K. Lobeck. The physiography of Portorico. Scientific Survey of Portorico and the Virgin Islands. New York Ac. of. Sc. I. 4. 1922.

een echt alpien karakter bezit, is voor kort een zeer fraai artikel van Illing ¹⁾ verschenen. In een aantal profielen, die geconstrueerd zijn op grond van een onnoemelijk aantal proefkuilen, heeft hij kunnen aantonen, dat er op het eiland een belangrijke overschuivingszone met zuidwaarts gerichte beweging bestaat, en dat N. en

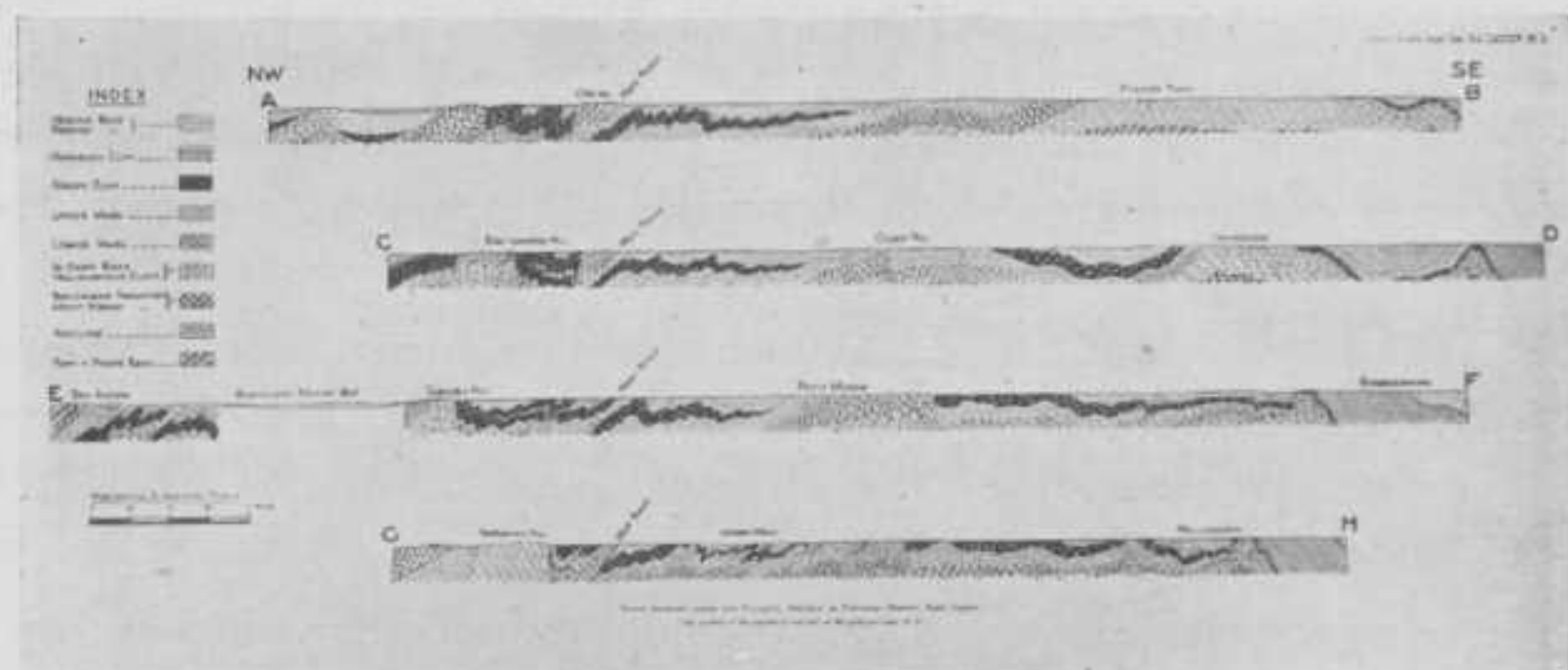


Fig. 1. Profielen door een deel van Midden-Trinidad (naar Illing).

S. van de hoofdoverschuiving een belangrijk verschil in facies voor verschillende onderafdeelingen van het Tertiair kan vastgesteld worden. Hier kunt U duidelijk den invloed van „mode” zien. Illing, die uit Engeland komt, waar men niet zóo geweldig erop uit is, om dekbladstructuren te vinden, spreekt wel van „overthrust”, maar uit niets blijkt, dat hij aan een overschuiving met een bijzonder groot horizontaal bedrag denkt. Hadden onze zuidelijke naburen — ik denk maar aan Fourmarier of Renier — op Trinidad gewerkt, dan hadden zij zeker van de gebieden N. en S. van de hoofdoverschuiving twee verschillende dekbladen gemaakt. De gegevens toch op Trinidad zijn niet anders dan bijv. bij de groote overschuiving, zuidelijk van Namen.

De Amerikaansche geologen, die in de Noordelijke Antillen werkten, en daar de geologie vooral „rustig” probeerden te zien, stonden onder den invloed van toestanden en opvattingen in het continentale oostelijke Noord-Amerika; Illing was wellicht niet

¹⁾ V. Illing. Q. J. G. S. London 1928.

voldoende onder den indruk van de gegevens der alpine geologie; een tweede Europeesche geoloog, Reinhardt uit Basel, stond mogelijk te veel onder de autoriteit der alpine geologie. Na een bezoek aan Venezuela komt hij tot de opvatting, dat de bouw der Caribische kustketen sterk a-symmetrisch is en dat ze naar het Zuiden overschoven is op haar „voorland”: Guyana ¹⁾.

„La chaîne Caraïbe est une chaîne analogue aux Alpes, seulement avec déferlement vers le Sud. La formation des Llanos est à la chaîne caraïbe ce que la Molasse est aux Alpes” (l.c. p. 15).

Den geoloog, die uit Europa komt, lijkt dit een zeer aanvaardbare synthese, maar men mag vragen, of zij niet te snel, niet te veel onder den invloed der gegevens over de Alpen is opgesteld: een aantal Zwitsersche collega's van Reinhardt, in Venezuela werkende, die waarlijk verheugd zouden zijn, in Venezuela analogieën met hunne geliefde Alpen te ontdekken, meenen, dat Reinhardt's conclusies minstens voorbarig zijn.

Zoo zien we dus, hoe bij de algemeene tectonische opvattingen over de Antillen autoriteit en mode een onmiskenbare en gemakkelijk aan te geven rol spelen.

Op één der Antillen-eilanden, n.l. op Barbados, komt een afzetting voor, die in de Algemeene Geologie een groote rol gespeeld heeft. Ik bedoel de Midden- of Jong-Tertiaire radiolariënaarde, wier prachtige fossielen al door Ehrenberg beschreven zijn, en die sedert Haeckel, maar vooral na het klemmende betoog van Harrison en Jukes Brown als het prototype eener diepzee-afzetting wordt aangezien. Er zijn — zooals U weet — later tal van radiolarieten in tal van andere formaties gevonden, en er is nog steeds een strijd gaande tusschen geologen, die de radiolarieten alle of voor het grootste deel als echte vérlandsche diepzee-afzettingen willen beschouwen, en andere, die meenen, dat ze in minder diepe, wellicht soms zelfs zeer ondiepe zeeën kunnen gevormd zijn. Zelfs deze laatsten geven echter toe, dat de afzettingen van Barbados als echte abyssische vormingen beschouwd

¹⁾ M. Reinhardt. C. R. Société de Phys. et Sc. Nat. de Genève. 1922.

moeten worden. Wanneer men nu de moeite neemt, om de oorspronkelijke verhandelingen van Harrison-Brown door te lezen, ziet men, dat zij zelfs inderdaad van het abyssische karakter der afzettingen zeer overtuigd waren, maar dat hun betoog toch niet zóó bewijzend is als men wel zou meenen. Zoo hechten zij bijzonder veel aan een chemisch bewijs, in zooverre, als ze meenen te kunnen aantonen, dat een deel der radiolariën-afzettingen van Barbados, en wel het bovenste deel, dat óp een kalkig-kiezelige mergel ligt, chemisch geheel vergelijkbaar is met den „rooden diepzeeklei” der recente oceanen. Wanneer men hun betoog volgt, ziet men echter, dat die analogie niet zoo heel groot is, en dat de roode en gele kleien van Barbados ook heel goed een semilaterisch verweeringsproduct van de onderliggende kalkig-kiezelige mergels zouden kunnen zijn. In de tweede plaats komt men, als men in de literatuur gegevens over de dikte van het complex van radiolariën-afzettingen op Barbados zoekt, tot het inzicht, dat deze mogelijk plaatselijk vrij sterk wisselt, en wel met minstens 25 % ¹⁾. Van een echt, vérlandsch, abyssisch sediment valt het echter moeilijk, een dergelijke wisseling voor een klein gebied, als oostelijk Barbados is, aan te nemen. Ik geloof, dat men nog nimmer op deze twee zwakke punten in de bewijsvoering van Harrison-Brown gewezen heeft, en dat de reden hiervoor is, dat iedereen tevreden was met de — blijkbaar zeer algemeen aanvaarde — opvattingen over de radiolariën-mergelafzettingen van Barbados.

Deze bezwaren tegen de interpretatie der „oceanic deposits” van Barbados, die op zich zelf niets positiefs bewijzen en die alleen tot een hernieuwd onderzoek van het eiland zouden kunnen aansporen, krijgen echter een geheel andere beteekenis in verband met een vondst van Illing (l.c.). Men kent n.l. op Trinidad al lang afzettingen, de zoogenaamde „Naparima-mergels”, die facieel voor zeer verwant met de „Oceanic beds” van Barbados worden gehouden. Harrison-Brown zelf hebben betoogd, dat de twee afzettingen geheel vergelijkbaar zijn ²⁾. In de Naparima-mergels

¹⁾ Zie vooral: Brown-Harrison, Q. J. G. S. London, 8. 1892; Harrison-Brown, ib. 51. 1895; Harrison-Anderson, ib. 75. 1919.

²⁾ Harrison-Brown, Q. J. G. S. London, 55. 1899.

vindt men eveneens radiolariën-aarde, gelijk in Barbados rustend op een globigerinenmergel en door een kiezelig-kalkig sediment bedekt. Illing toonde nu aan, dat de Naparima-mergel duidelijken lens-vorm heeft, in zooverre, als de dikte van Noord naar Zuid afneemt van 1500' tot maar 50' over een afstand van slechts $2\frac{1}{2}$ mijl; hij wijst er verder op, dat tusschen de radiolariën-mergels laagjes van gewoon kwartzand voorkomen, die kriskrasgelaagtheid kunnen vertoonen, wat nauwelijks met afzettingsvoorwaarden in diepe zeeën kan samengaan. Ik meen dan ook, dat Illing zeer waarschijnlijk gemaakt heeft, dat de Naparima-mergels op Trinidad niet in een diepe zee kunnen afgezet zijn, en, als dit zoo is, zal men zeker ook de bestaande meeningen over de „Oceanic series” van Barbados opnieuw onder de loupe moeten nemen. Het is nu tekenend voor de langzaamheid, waarmede nieuwe inzichten en gegevens soms in de geologie ingang vinden, dat men, bijna drie jaren na het verschijnen van Illing's verhandeling nog niets van haren invloed bemerkt. Dit kan echter alweer heel goed verklaard worden. Het artikel is alleen besproken in één van de groote, duit-sche refereerende tijdschriften, n.l. in het „Neues Jahrbuch”, maar dáár vindt men de bespreking in het deel over historisch-geologi-sche onderwerpen, waar men niet de nieuwste snufjes over Alge-meene Geologie verwacht. De verhandeling is verschenen in een, wel zeer eerbiedwaardig, maar sterk regionaal georiënteerd tijd-schrift, de Qu. J. Geol. Soc. of London, dat zeker niet door vele geologen buiten Engeland regelmatig bestudeerd wordt.

Door deze beschouwingen over de „Oceanic deposits” op Bar-bados ziet U wederom den invloed van autoriteit en traagheid op de geologie geïllustreerd.

Van den invloed van „traagheid” of „sleur” moge ik U twee andere voorbeelden geven, die op de palaeontologie van West-Indië betrekking hebben. Reeds in de oudste verhandelingen over Trinidad en Jamaica vindt men mededeelingen over het voorkomen van Orbitoiden en Nummulieten, o.a. van Rupert Jones en Guppy. De gevonden fossielen worden herhaaldelijk en zonder eenige critiek geïdentificeerd met noordamerikaansche en europeesche soorten. Douvillé, die met Verbeek de eerste was, die

op het stratigraphische belang der Orbitoiden opmerkzaam heeft gemaakt, gaf in 1898 een overzicht over wat er van Antillen-orbitoiden bekend was: het is een verwarrende massa van namen, waaraan geen enkel juist begrip ten grondslag ligt ¹⁾. Kort daarna is *Douvillé* zelf begonnen, de Orbitoiden van Panama en van enkele Antillen behoorlijk te bestudeeren, maar nog in 1912 determineert de New-Yorksche palaeontoloog *Rufus Bagg* Orbitoiden van Trinidad op een wijze, die doet denken aan den tijd van *Rupert Jones* en *Guppy* ²⁾, en zelfs in 1920, als zich in Midden-Amerika een omvangrijke Orbitoiden-literatuur ontwikkeld heeft, vinden we analoge, ouderwetsche determinaties in geologische beschrijvingen van deelen van Portorico ³⁾. De vooruitgang in de kennis dezer fossielen had in 20 jaren alleen enkele specialisten bereikt, en er waren nog palaeontologen, die het in hunne handen geplaatste materiaal niet beter bewerkten dan de jonge geoloog, die zooveel vertrouwen in „*Credner's Lehrbuch der Geologie*” stelde!

Waarschijnlijk doet zich een dergelijk geval voor met cretaceïsche oesters uit Venezuela en Columbia. In de eerste helft der vorige eeuw werd door *d'Orbigny* uit het krijt van Columbia een nieuwe oester als *Exogyra Boussingaulti* beschreven ⁴⁾. Men heeft later deze oester ook gevonden in het Onder-Krijt van Zuid-Europa ⁵⁾. Men beschouwt haar als een behoorlijk gidsfossiel voor het Onder-Krijt. Verschillenden uwer zullen echter weten, hoe moeilijk soms soorten van fossiele oesters uit elkander gehouden kunnen worden. In de nieuwere literatuur over Venezuela en Columbia vindt men nu herhaaldelijk aanwijzingen, dat vrijwel alle *Exogyra*'s, die in het Krijt gevonden worden, „*Exogyra Boussingaulti*” worden genoemd en in het dikke boek over de geologie van Venezuela, dat voor twee jaren door *Liddle* is uitgegeven, kan men zonder moeite plaatsen vinden, waar deze naamgeving zonder eenige cri-

1) *H. Douvillé*, Bull. Soc. Géol. France, (3). 28. 1898.

2) In: *C. J. Maury*, J. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, (2). 15. 1912.

3) O.a. in: *E. T. Hodge*, Scient. Surv. of Portorico and the Virgins. New-York Ac. Sc. I. 2. 1920.

4) *A. d'Orbigny*, Voyage dans l'Amérique méridionale. 1842. III. 4.

5) *K. Gerhardt*, Neues Jahrb. etc. Beil. Bd. 11. 1898.

tiek geschiedt. Het gaat met de benoeming der krijtoesters in Venezuela als met de benoeming der orbitoiden en nummulieten der Antillen in het derde kwart der vorige eeuw! Op den onbevungen geoloog maakt het een buitengewoon sympathieken indruk, als hij leest, dat overal in Venezuela en Columbia het „gidsfossiel *Exogyra Boussingaulti*” in het Onder-Krijt voorkomt, en hij denkt niet, dat in vele gevallen slechts uit sleur de naam aan het fossiel gegeven werd en dat mogelijk ook slechts uit sleur altijd gezegd wordt, dat het fossiel uitsluitend het Onder-Krijt karakteriseert.

Een verder voorbeeld van traagheid kunnen we aan de stratigrafie van het Tertiair der Antillen ontleenen. In de oudere Antillen literatuur ontmoeten we de algemeen geaccepteerde opvatting, dat het Mioceen in de Antillen goed vertegenwoordigd is. Voorzoover ik het overzie, hebben Europeesche geologen, die zich met Midden-Amerika bezig hielden, deze opvatting ook nimmer verlaten. In de Amerikaansche literatuur treedt er echter in 1897 een plotselinge omslag. De verdienstelijke palaeontoloog Dall¹⁾ beschrijft in dat jaar, samen met Guppy uit Trinidad, een aantal fossielen uit de Antillen, en stelt zich daarbij op het standpunt, dat een groot aantal fossielhoudende afzettingen in West-Indië nièt, zooals men tot dien tijd meende, mioceen, maar oligoceen zijn, en dat eigenlijk mioceen in de Antillen geheel ontbreekt:

„No strictly Miocene strata have been discriminated in the Antillean regions and it is probable that the general elevation of the Antillean . . . lands which is known to have taken place about the end of the Oligocene maintained all of the present land areas above the level of the sea during the Miocene” (l.c. p. 303-304).

Dall's schijnbaar revolutionaire opvattingen zijn het gevolg van twee factoren: in de eerste plaats heeft hij steeds — o.a. ook bij het bestudeeren van fossielhoudend Tertiair van Panama — neiging gehad, om tertiaire afzettingen „ouder” te maken dan andere geologen; in de tweede plaats — en dit is bedenkelijker — heeft hij zich vergist in de waardeering van Europeesche formaties,

¹⁾ R. Guppy and W. Dall, Proc. U.S. Nat. Mus. 19. 1897. p. 303—338.

waarmede hij terecht de amerikaansche afzettingen vergeleek, toen hij dié een plaats in de internationale stratigraphische schaal wilde geven. Hij heeft n.l. niet alleen het „Aquitaniën”, maar ook het „Burdigaliën” uit West-Frankrijk ten onrechte „oligoceen” genoemd. De geheele nieuwere Amerikaansche tertiair-palaeontologische literatuur over de Antillen heeft jarenlang de sporen van Dall's vergissing gedragen: eerst zeer geleidelijk hebben de verschillende fossielhoudende, tertiaire afzettingen der Antillen in de oogen der Amerikaansche onderzoekers een verjonging ondergaan, en die verjonging is zelfs nu nog niet geheel afgelopen. Nog in 1915 verklaart een der beste kenners van het Antillen-Tertiair, Vaughan, dat Mioceen in de Antillen ontbreekt. ¹⁾

Ik heb U in het voorgaande herhaaldelijk voorbeelden gegeven van den invloed der autoriteit van een verschijnselcomplex of van een gevestigde opvatting op de ontwikkeling der geologische kennis van West-Indië. Het zij mij vergund, U nu aan een voorbeeld te toonen, hoe de autoriteit van een enkelen onderzoeker werken kan. U kent zeker allen den naam van den zeer origineelen en beroemden amerikaanschen morpholoog William Morris Davis. Deze heeft voor vier jaren een boekje geschreven ²⁾, waarin hij tracht, de ontwikkeling van alle Kleine Antillen, van de Virgini-sche eilanden tot Tobago, morphologisch te begrijpen, en waarin hij ze alle meent te mogen inpassen in een enkel genetisch schema. Dit ziet er als volgt uit.

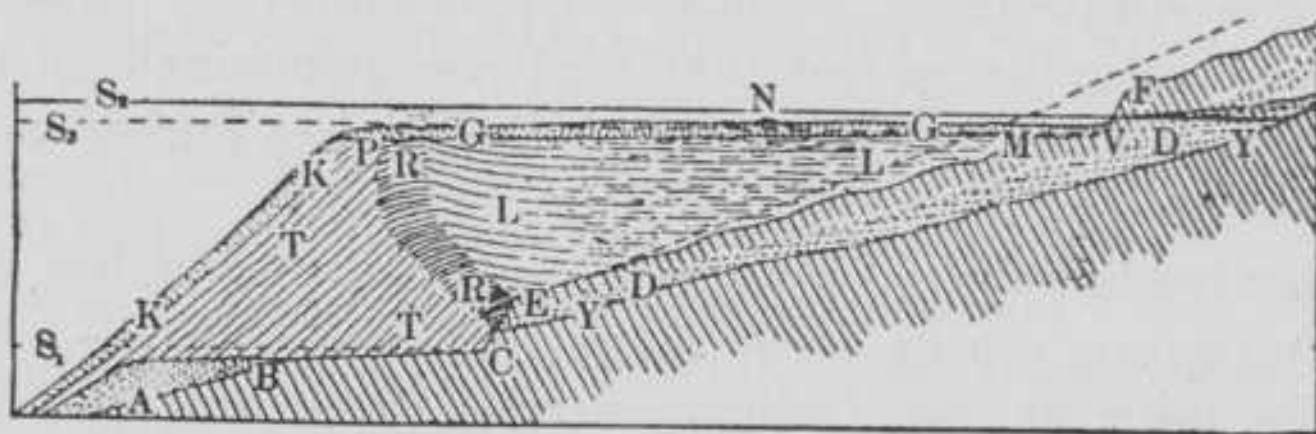


Fig. 2. Schematische doorsnede door een eiland der Kleine Antillen.
Naar Davis (1926).

1) Th. W. Vaughan, J. Acad. Sc. Washington. 5. 1915.

2) W. M. Davis, The Lesser Antilles. 1926.

De eilanden beginnen als een vulkaan; deze zinkt langzaam weg en wordt door denudatie en abrasie afgebroken; om het zinkende eiland ontwikkelt zich een barrièrerif (R) en de lagune tusschen rif en eiland wordt met organogeen sediment opgevuld (L). Is het eiland geheel verdwenen, dan ontstaat er een atol. In den ijstijd werden door „low-level-abrasion” de barrièreriffen en atollen geabradeerd (zeeniveau S_3); de daarbij ontstane platten werden na den laatsten ijstijd door rijzing van den zeespiegel weer met vrij diep water bedekt (zeeniveau S_2). Aldus is het volledige schema van een „first cycle island”. Wordt tijdens of na den afloop van den eersten cyclus het eiland vertikaal opgeheven of gekanteld, dan begint een tweede cyclus. D a v i s meent nu, alle Kleine Antillen, met uitzondering van Barbados en Trinidad, als „first cycle island” of „second cycle island” te mogen beschouwen, waarbij de verschillende eilanden verschillende stadia van de twee cycli zouden representeeren. Daarbij is de argumentatie zuiver morphologisch; ze schijnt D a v i s ook dán nog te bevredigen, als hij in flagrant conflict komt met de geologie der eilanden. Of liever, hij gaat vaak zelfs niet na, wát de geologie der eilanden hem leeren kan. Voor de vaststelling der geologische geschiedenis is hem de morphologische methode even belangrijk als de stratigraphische of tectonische. Luistert slechts:

„As with all hypothetical schemes which seek to recover the unobservable past, such, for example, as those that explain fossil-bearing strata in lofty mountains as former sea floor deposits, uplifted and eroded. . . . it is irrelevant to object to them because they are hypothetical; for they are unavoidably hypothetical” (p. 126).

Voor den pur-sang geoloog is deze mentaliteit verbijsterend: hij toch vindt het niet hypothetisch, als hij b.v. oesterlagen in het Krijt van Maastricht verklaart door afzetting der oesters in zee en latere opheffing van den zeebodem, want hij kan zich niet voorstellen, dat de oesters te eeniger tijd de Maas zijn opgezwommen en tegen den Pietersberg zijn opgeklimmen, om daar in een laag te gaan liggen. Daarentegen vindt hij de morphologische argumenten van

een geheel andere orde en inderdaad vaak hypothetisch en méérduidig. Davis' boek is een treffend voorbeeld van een „mode“-uiting. Het laat hem koud, dat sommige van de, door hem beschouwde, eilanden nimmer vulkanen zijn geweest; het is hem onverschillig, dat andere — volgens geologische gegevens — niet twee, maar minstens vier cycli achter den rug hebben; het hindert hem niet, dat hij als genetisch vergelijkbaar beschouwt eilanden, die geologisch niets met elkander te maken hebben, zooals b.v. de Virginische eilanden, die resten van een cretaceïsch ketengebergte zijn, en St. Lucia, dat een jong vulkaaneiland is; hij is tevreden, als de door hem gemaakte methode hem maar tot een schijnbaar homogeen inzicht in de eilanden brengt. De invloed van Davis' autoriteit heeft nu niet alleen bewerkt, dat men zijn boek „au sérieux“ heeft genomen. Men voelt dien invloed n.l. ook, als men ziet, hoe eenige jonge Amerikaansche morphologen, juist als Davis een souvereine minachting hebben gehad voor het geologische feitenmateriaal, en gemeend hebben, de geologische geschiedenis van eilanden te kunnen begrijpen, als ze alleen op de „ongeveer gelijke tophoogte der bergen“, op sporen van „terrassen en schiervlakten“, op „geklifte kusten“ en op „verdronken dalen“ acht sloegen. Ik noemde U, in dit verband L o b e c k; in recenten tijd heeft een ander amerikaansch morpholoog, M e y e r h o f f ¹⁾, een physiographie der Virginische eilanden geschreven, in qualiteit vergelijkbaar met L o b e c k ' s werk over Portorico; hij is daarbij in de noodzakelijkheid geraakt, om driemaal binnen één jaar tijds zijne meening over de morphologische hoofdtrekken dier eilanden te wijzigen!

In het begin van dezen avond heb ik gezegd, dat voor vele jonge geologen het gevaar van de autoriteit der „dikke boeken“ bestaat. Ik kan dat, in verband met de geologische literatuur over de Antillen, slechts aan één voorbeeld voor U waar maken, maar wél kan ik U aan enkele andere voorbeelden laten zien, dat dikke boeken, zelfs als ze van auteurs met een gevestigde reputatie af-

1) H. A. Meyerhoff, *Scient. Surv. of Portorico and the Virgin Islands*. New-York Acad. Sc. IV. 1. 1926.

komstig zijn, nog niet altijd in elk opzicht van degelijke kwaliteit behoeven te zijn, en dat ook ten aanzien van hen critiek geboden blijft.

Ik noemde U reeds het boek, dat L i d d l e voor twee jaren over Venezuela geschreven heeft ¹⁾. Het is een prachtig uitgegeven, van fraaie afbeeldingen voorzien werk, dat in vele opzichten buitengewoon nuttig is. Terwijl men vroeger, als men zich over de geologie van Venezuela wilde oriënteren, allerlei fragmentaire literatuur moest doorlezen en dan toch maar nog tot een zeer onbevredigend inzicht kwam, vindt men hiér talrijke, en, voor een belangrijk deel zeker juiste gegevens over stratigraphie, tectoniek en palaeontologie van het heele land. Maar tot op zekere hoogte ligt juist in zijn gedeeltelijke bruikbaarheid het gevaar van het boek. Als men over allerlei dingen tot zijne bevrediging wordt ingelicht, verslapt onwillekeurig de critiek, en bestaat de mogelijkheid, dat speciaal een onervaren, jong geoloog het betreffende werk min of meer als een evangelie gaat beschouwen. Zoo ging het inderdaad een mijner leerlingen, die „L i d d l e” gelezen had: hij meende vrijwel alles te mogen aannemen, wat erin beweerd wordt. Zóó is echter het boek niet: ieder, die het met welwillende critiek leest, moet dit wel ontdekken. De schrijver spreekt zichzelf herhaaldelijk tegen, hij interpreteert soms de oudere literatuur verkeerd, en heeft van enkele principieele kwesties van de oudere literatuur niet behoorlijk kennis genomen.

Ik kan U niet zeggen, wié L i d d l e is, en in elk geval is zijne wetenschappelijke reputatie niet zoodanig, dat men a priori zou mogen verwachten, dat zijn boek in elk opzicht superieur zou zijn. Er zijn echter in de laatste tien jaar samenvattende werken over Antillen-eilanden verschenen, die òf van auteurs van zóó gevestigde reputatie afkomstig zijn, òf van lichamen met een zóó groot wetenschappelijk gezag zijn uitgegaan, dat men a priori zou verwachten, er tenminste geen ernstige ondoordachtheden, flagrante onjuistheden of ergerlijke slordigheden in te vinden. Wat ik U over die boeken vertellen zal, zal naar ik hoop, U de overtuiging geven, dat

¹⁾ R. A. Liddle, *The Geology of Venezuela and Trinidad*. 1928.

ook tegenover de meest eerbiedwaardige auteurs de critiek steeds wakker moet blijven.

De New-York Academy of Science heeft voor ruim 15 jaren een algemeen natuur-wetenschappelijk onderzoek van Portorico en de Virginische eilanden aangevat, waarvan de resultaten in een aparte uitgave gepubliceerd worden ¹⁾. Het eiland Portorico is daarbij voor het geologisch onderzoek in zeven stukken verdeeld; elk stuk is door een anderen geoloog onderzocht. Van vijf stukken zijn de resultaten van het onderzoek verschenen; elke monografie is vergezeld van een kaart op de schaal 1 : 62500. Wanneer we nu de vijf verhandelingen lezen en de kaarten vergelijken, treffen ons de volgende dingen. Hoewel alle kaarten op dezelfde schaal heeten geteekend te zijn, is deze in werkelijkheid bij alle verschillend.

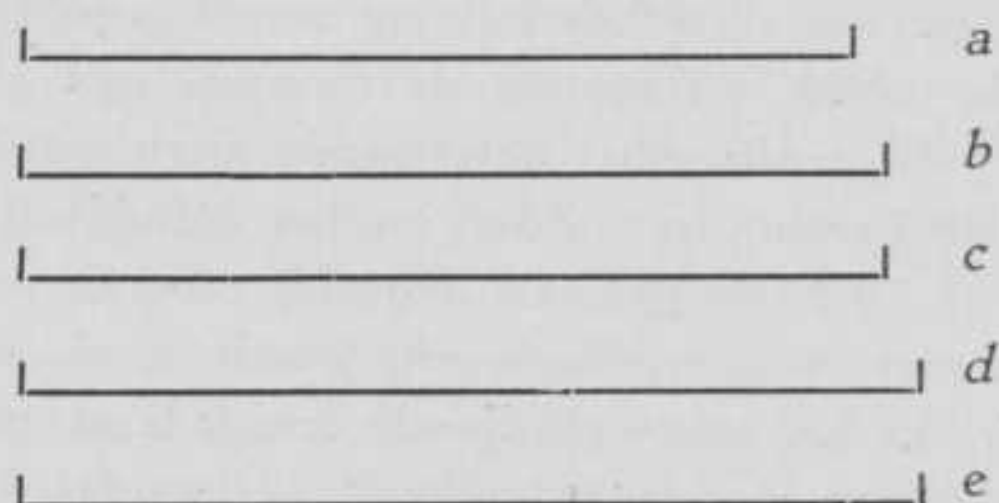


Fig. 3. Vergelijking der schalen van 5 geologische kaarten van Portorico:
a. Mitchell (1922); b. Hodge (1920); c. Semmes (1919);
d. Hubbard (1923); e. Fettke (1924).

(fig. 3). De stratigraphie is niet door de auteurs in onderling overleg opgesteld, maar ieder auteur heeft zijn eigen stratigraphie gemaakt. Teekent men nu de geologie in een samenvattende kaart, waarin men alleen de petrografie der afzettingen aangeeft, b.v. kalksteen, fijne tuffen, conglomeraten etc., dan blijken noch topographisch, noch geologisch de verschillende kaarten aaneen te sluiten; integendeel: men vindt de meest verbijsterende verschillen, en het lijkt bijna, alsof juist langs de grenzen der verschillende opname-gebieden, de meest geweldige storingen loopen. (fig. 4).

¹⁾ New-York Academy of Science. Scient. Survey of Portorico and the Virgin Isl.

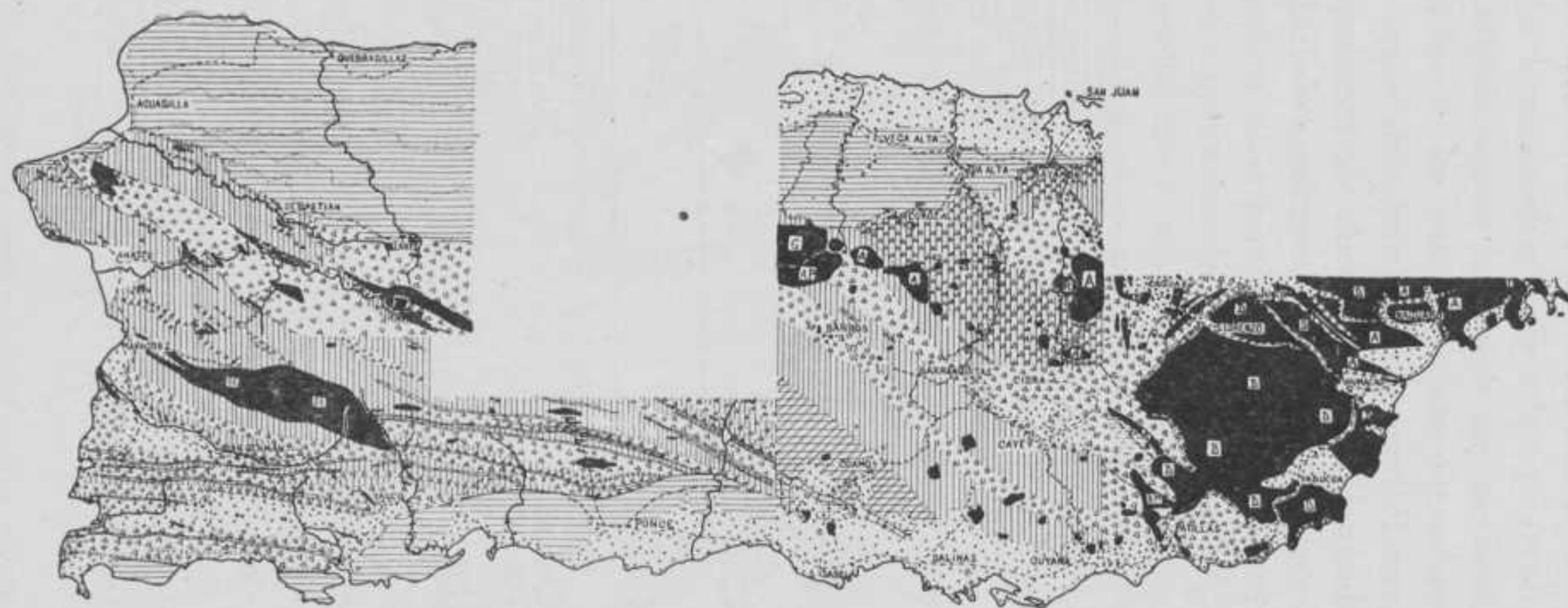


Fig. 4.

Wie elk der Portorico-verhandelingen afzonderlijk ziet, krijgt allicht den indruk, dat er goed werk op het eiland is verricht, en eerst critische vergelijking legt de boven aangeduide zonden bloot, benevens nog vele andere, waarop ik niet nader zal ingaan.

De kaartering van Portorico stond onder de auspiciën van een belangrijk wetenschappelijk lichaam, waarvan men a priori slechts degelijk werk zou verwachten; de kaartering van S. Domingo en die van Haiti heeft onder de leiding van twee erkend bekwame

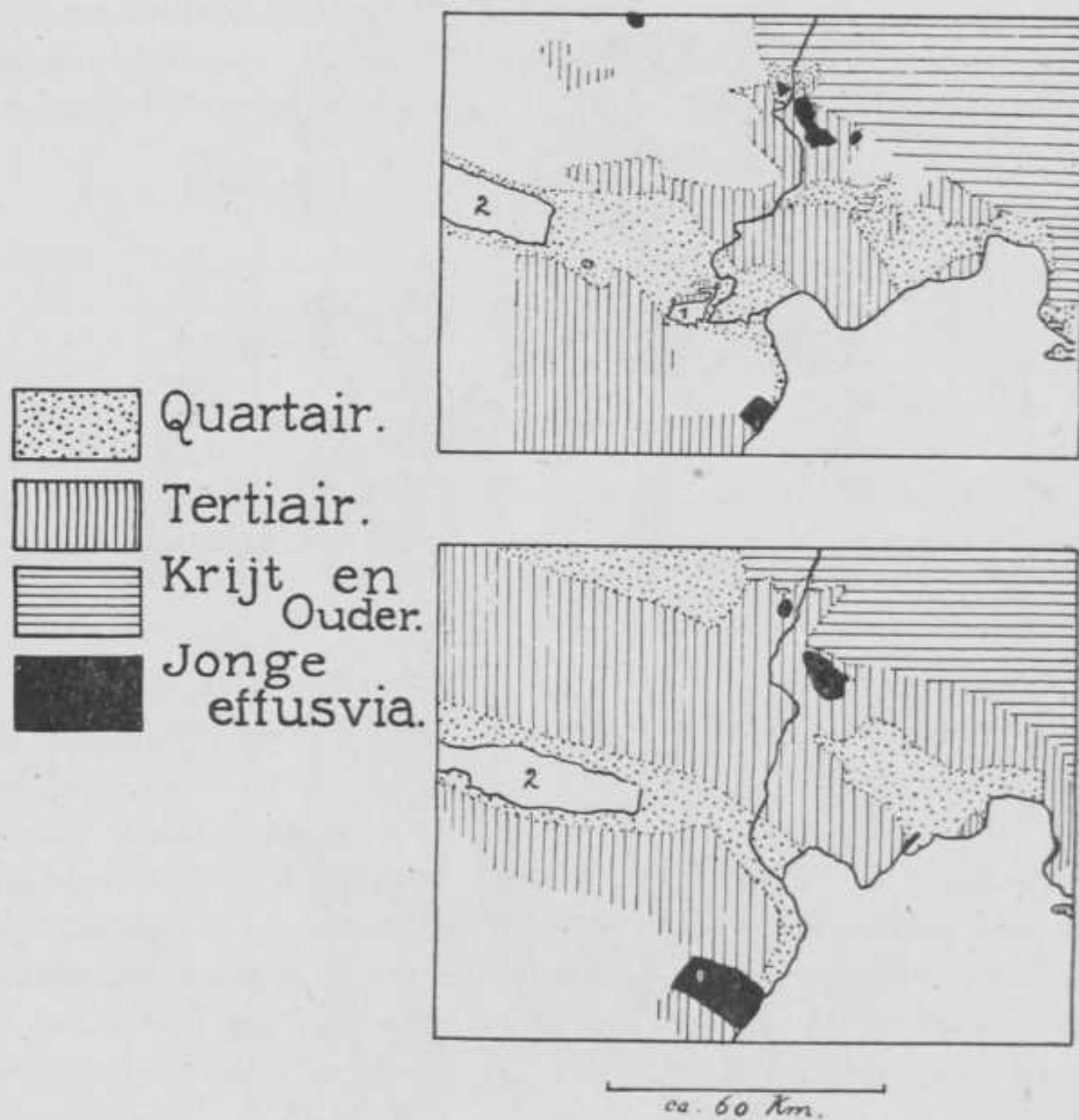


Fig. 5. Geologische schets van een deel van S.W. S. Domingo.
Naar twee kaarten uit T. W. Vaughan c.s. Geol. . . . Dominican Rep. 1921.

geologen gestaan, n.l. van Vaughan en van Woodring¹⁾. Ook de onder hun leiding uitgegeven boeken vertoonen echter bedenkelijke trekken. In het boek over S. Domingo komen twee geologische kaartjes voor: het eene betrekking hebbend op de heele republiek, het andere op haar S.W. hoek. Deze twee kaartjes vertoonen de meest ontstellende verschillen, die quantitatief, zoowel topographisch als geologisch, in de tientallen kilometers kunnen loopen. Wanneer men het boek slechts vluchtig dóórziet, ontdekt men deze verschillen natuurlijk niet, en critische vergelijking der kaarten is noodig, om ze op te sporen en dán tevens een algemeene waardeering van de rest van het werk te krijgen.

Het boek over Haiti vertoont analoge tekortkomingen, zij het ook op kleinere schaal. Ook hier komen twee kaartjes in voor, één van de heele republiek en één van een gebied in het N.W. Ook deze twee kaarten blijken, als men ze op één schaal reduceert, lang



Fig. 6. Verspreiding van eruptiefgesteenten in de omgeving van Terre Neuve, N.W. Haiti. Volgens twee kaartjes in W. P. Woodring etc. *Geology of . . . Haiti*, 1924.

niet met elkander te kloppen, al zijn hier de verschillen quantitatief niet zóó groot als in de kaarten van S. Domingo. Er zijn hier echter nog andere bedenkelijke dingen. De kaart van Haiti is drie jaar later gepubliceerd dan die van San Domingo. Reduceert men het grensgebied der republieken op dezelfde schaal, dan blijken weder-

1) T. W. Vaughan etc. l.c.
W. P. Woodring etc. l.c.

om de kaarten geologisch en topographisch absoluut niet aan elkander te passen. Het is zeer goed mogelijk, dat de fout alleen aan de kaart van S. Domingo ligt, die zeker het minst nauwkeurig van de twee is, maar dan treft toch de auteurs van het boek over Haiti het verwijt, dat ze met geen enkel woord over deze discriminantie hebben gerept, terwijl het op hun weg had gelegen, hunne resultaten te vergelijken met de oudere kaart van S. Domingo. Een

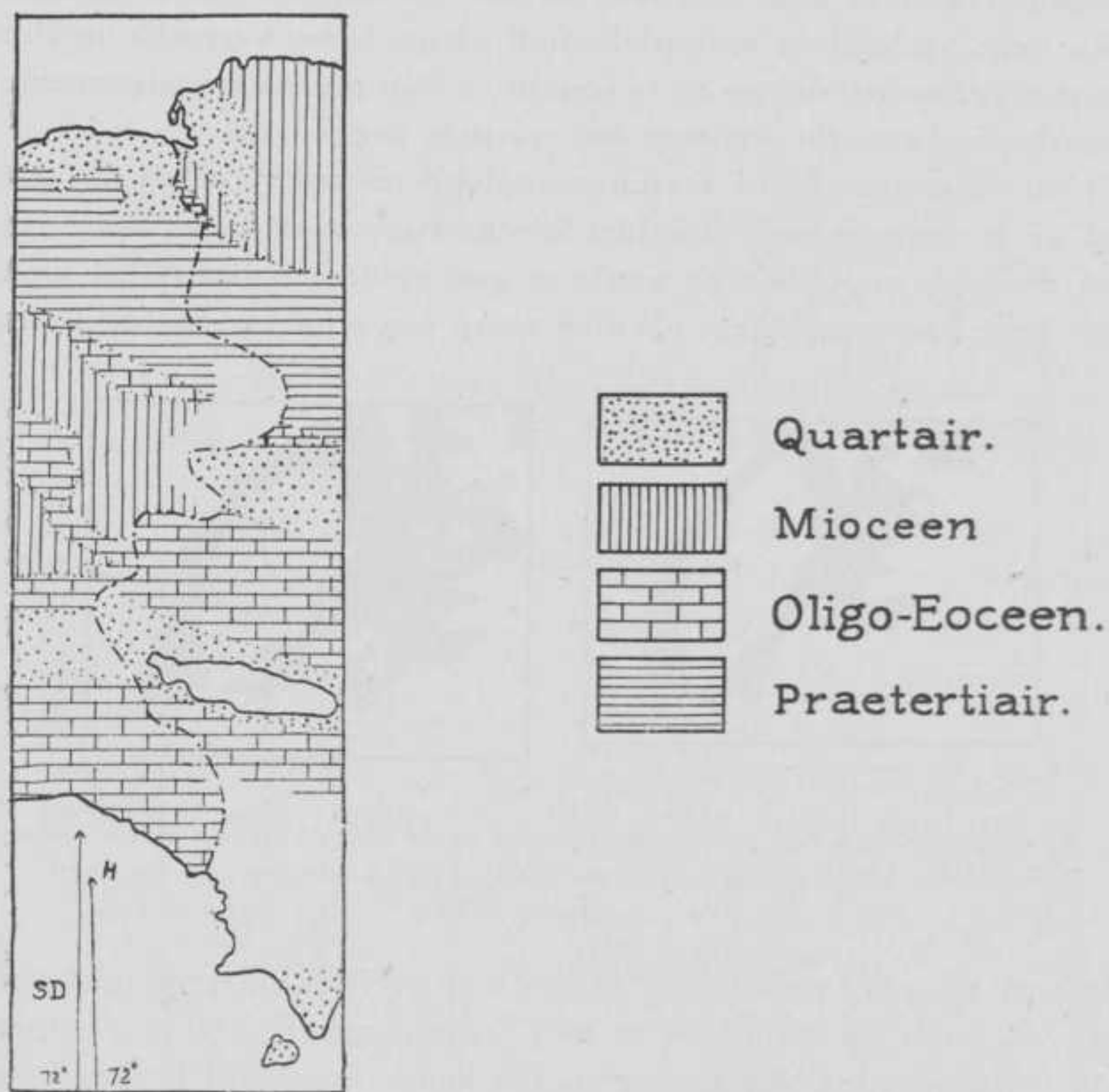


Fig. 7. Geologie van het grensgebied van Haiti en S. Domingo.
Naar de kaarten van Vaughan c.s. en van Woodring c.s.

laatste verwijt, dat aan Woodring en zijne medewerkers gemaakt kan worden, is, dat ze niet alle oudere geologisch-kartografische gegevens behoorlijk in hunne kaart verwerkt hebben. Zoo

mist men in de nieuwe kaart een aantal complexen van vulkanische gesteenten, op wier bestaan, in text en kaart, Tippenhauer reeds in het begin dezer eeuw opmerkzaam heeft gemaakt.

Een laatste voorbeeld van een boek met een zeer goede reputatie, dat toch niet in elk opzicht voorbeeldig is, heeft betrekking op het eiland Jamaica. In 1869 verscheen in de uitgaven van den Engelschen Geologischen Dienst een beschrijving van Jamaica met eene begeleidende geologische kaart, welke voor dien tijd voortreffelijk moet worden genoemd ¹⁾. Dertig jaar later verscheen een tweede monographie van de hand van den bekenden Amerikaanschen geoloog R. T. Hill ²⁾. Hoezeer zijn werk over de Antillen door de allerbeste geologen in Amerika geapprecieerd wordt, blijkt uit een, slechts twee jaren oude uiting van Ch. Schuchert ³⁾:

„the father of Antillean geology is undoubtedly Robert T. Hill, whose work in Panama, Jamaica, Cuba and the Lesser Antilles forms the broad foundation, on which all subsequent work must be built” (l.c. p. 338).

U ziet: volgens dit oordeel zou men bij Hill slechts „het beste van het beste” kunnen verwachten. Nu vindt men in zijn boek een geologische kaart van Jamaica „compiled from map of Sawkins and Brown with additional data”. Een kaart dus, die zeker tegenover de oudere kaart geacht mag worden, als een verbetering bedoeld te zijn. Voor zeven jaar heeft C. T. Trechman echter al op een ernstige tekortkoming der nieuwe kaart gewezen ⁴⁾. In de oude kaart zijn n.l. twee formaties, die stratigraphisch v^{er} uiteen liggen en in elk geval door een zeer bewogen geschiedenis van el-kander gescheiden zijn, de zoogenaamde „carbonaceous shale” en

1) J. G. Sawkins. . . . and C. B. Brown. Reports on the Geology of Jamaica. Memoirs of the Geol. Survey. (Part II of the West Indian Survey). 1869.

2) R. T. Hill, The geology and physical geography of Jamaica. Bull. Museum of Comparative Zoology at Harvard College, in Cambridge, Mass. U.S.A. XXXIV. 1899.

3) Ch. Schuchert, Geological history of the Antillean Region. Bull. Geol. Soc. America. 40. 1929. p. 337—359.

4) C. T. Trechmann, The Carbonaceous shale of Richmond formation of Jamaica. Geol. Mag. 61. 1924. p. 2—19.

de „white marl”, bijna gelijk gekleurd: men kan ze echter nog goed uit elkander houden. Volgens onze tegenwoordige kennis is de eerste Midden of Oud Eoceen, de tweede Mioceen of, ten deele, mogelijk nog jonger. Hill heeft nu — ten onrechte — twee groote gebieden van „white marl” op zijn kaart als „carbonaceous shale” (die hij Richmond formation noemt) aangegeven. Er zijn echter nog andere zonden in Hill's kaart. Op de oude kaart is een deel van het Krijt wederom bijna gelijk gekleurd als het Alluvium. Nu grenzen op verschillende plekken Krijt en Alluvium aan elkaar, en men kan zonder veel moeite constateeren, dat ook Hill niet onbelangrijke gebieden van „Alluvium” als „Krijt” heeft aangegeven. Ook heeft Hill een aantal kleine gebiedjes van verschillende formaties, die met klaarblijkelijke basis van waarnemingen op de oude kaart waren aangegeven, in zijn kaart niet overgenomen.

Dit voorbeeld laat U tevens zien, hoe langzaam soms de nieuwere geologische literatuur doordringt. Trechmann's artikel van 1924, waarin hij op de boven aangegeven tekortkoming van Hill wijst, maar waarin hij bovendien andere feilen van Hill's werk aanhaalt, verscheen in een zeer bekend Engelsch tijdschrift, n.l. in het „Geological Magazine”. Toch heeft Schuchert in 1929, toen hij de boven aangehaalde éloge op R. T. Hill schreef, onmogelijk Trechmann's werk kunnen kennen, anders had hij zich met meer reserve moeten uitlaten.

U zult mogelijk meenen, dat ik, om U critischen zin in te prenten, gebieden besproken heb, waar de opspoorbare zonden in de literatuur wel heel erg talrijk en groot zijn. Inderdaad zal men in vele Europeesche landen, die al zooveel langer bekend en door verschillende generaties onderzocht zijn, nauwelijks analoge voorbeelden kunnen vinden. U moet echter bedenken, dat de meesten uwer geroepen zijn, om juist in weinig doorzochte landen te werken. En ik ben er zeker van, dat U daar in het algemeen toestanden zult vinden, die geheel overeen komen met wat ik U uit de Antillen vertelde. Wat b.v. onze Oost-Indische Archipel betreft, ben ik er zeker van, dat de literatuur der laatste dertig jaren talrijke voorbeelden biedt, vergelijkbaar met wat ik U van San Domingo en Haiti mededeelde.

Het zou niet billijk zijn, als ik U alleen vertelde, hoe ánderen onder den invloed van autoriteit, mode en sleur hebben gestaan; het verheugt me dan ook, U aan één voorbeeld te kunnen laten zien, hoe ik zelf in de Antillen tot een conclusie ben gekomen, die duidelijk onder de autoriteit van een feitencomplex stond. Na een kort verblijf op Cuba heb ik voor tien jaren iets gepubliceerd over de tertiaire tectoniek en stratigrafie van de omgeving van Habana ¹⁾. Ik vond, dat, in tegenstelling met de heerschende opvatting, het Oudere Tertiair er zeer sterk geplooid is. Pas uit Indië teruggekomen, was ik zóó onder den indruk van de voorstelling, dat we dáár als regel maar één neogene plooiing kennen, wier ouderdom zeer jong-tertiair is, dat ik discordante ligging van Jonger op Ouder Tertiair beschouwen wilde, niet als het gevolg van het bestaan van twee tertiaire cycli, maar als het gevolg van differentieele bewegingen bij de jong-tertiaire plooiing. Ik meende, dat deze disharmonisch geweest was, dat we dus met een plooiingsdiscordantie te doen hadden, waarvoor inderdaad enkele verschijnselen leken te pleiten. Daarbij stond ik geheel onder de autoriteit van de Indische toestanden. Nú, nadat ik een aantal duidelijke intratertiaire discordanties in Midden-Amerika gezien heb, zou ik zeker niet meer tot een dergelijke gewrongen verklaring geraken.

Aan een laatste voorbeeld moge ik U laten zien, hoe zelfs de besten onder den invloed van traagheid kunnen komen. De Amerikaanse geoloog Ch. Schuchert, wiens autoriteit boven allen twijfel verheven is, maar die zich vroeger nimmer met West-Indië heeft bezig gehouden, publiceerde in 1929 een verhandeling over „The Geological History of the Antillean Region” ²⁾. Naast andere beweringen, die voor tegenspraak vatbaar zijn, vindt men hierin de uitspraak, dat er ná het Boven-Krijt alleen nog in het Mio-plioceen orogenese in de Antillen is geweest, welke orogenese Schuchert meent, op de volgende wijze te kunnen karakteriseeren:

1) L. Rutten, Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amst. 1922.

2) Ch. Schuchert, Bull. Geol. Soc. Amer. 40. 1929.

„These crustal movements were mainly of the epeirogenic kind, very extensive blockfaultings with local compensating foldings” (l.c. p. 348).

Een dergelijke uitspraak in 1929 is alleen mogelijk, als men van de literatuur over het gebied niet voldoende heeft kennis genomen. Sterk geplooid afzettingen toch, behoorende tot verschillende afdelingen van het Tertiair, komen voor in Jamaica, Trinidad, Barbados, Haiti en Cuba, en mogelijk nog op andere eilanden. Dat daarnaast groote gebieden kunnen aangewezen worden, waar herkenbare horizontale bewegingen sedert het Oligoceen gering zijn geweest (o.a. Portorico, de Virginische eilanden, St. Maarten en Antigua) verandert niets aan de bewijskracht der feiten, die de eerste eilanden opleveren, en, als Schuchert de moeite genomen had, de Antillen-literatuur kritisch te bestudeeren, zou hij nimmer tot zijn boven weergegeven uitspraak gekomen zijn.

In het voorgaande heb ik U tal van voorbeelden van den invloed van „autoriteit, mode en sleur” in de geologie gegeven, die elk voor zich m.i. vrij evident waren. Ten slotte zou ik U erop willen wijzen, dat noordelijk Zuid-Amerika ons mogelijk nog een voorbeeld van autoriteitswerking van grooten omvang laat zien, een voorbeeld, waaraan ik zelf echter niet geloof, maar van welks onjuistheid ik aan den anderen kant evenmin overtuigd ben.

Het is U natuurlijk bekend, dat we, om den ouderdom van een onderdeel eener formatie te bepalen, het liefst gebruik maken van „zônefossielen”, dat zijn fossielen, waarvan, meestal oorspronkelijk in Europa, gebleken is, dat ze voor een stratigraphisch complex van geringen omvang, voor een „zône” kenmerkend zijn. U weet ook, dat men herhaaldelijk heeft kunnen vaststellen, dat dezelfde opvolging van „zônes”, die men b.v. oorspronkelijk in Duitschland aangetroffen had, later in andere landen van Europa, en ook buiten Europa gevonden werd, waardoor het vertrouwen, dat men langzamerhand in de waarde van „zônefossielen” is gaan stellen, zeer groot is geworden. In vele landen heeft men nu wél bepaalde „zônefossielen” aangetroffen, die, laten we zeggen, elk voor zich een aantal opeenvolgende zônes 1, 2, 3, 4 enz. karakteriseeren, of

men heeft b.v. „zônefossielen” aangetroffen, die b.v. een déél dier zônes kenmerken, b.v. 1, 3, 4, 6, 8 enz., zonder dat men steeds kon vaststellen, of de gesteenten, waarin men die „zônefossielen” aantrof, inderdaad ook dié stratigraphische volgorde hadden, welke door de „zônefossielen” werd aangeduid. Wanneer men echter éénmaal van de waarde van bepaalde „zônefossielen” sterk overtuigd was, heeft men zonder meer geconcludeerd, dat de zônes, aangewezen door de fossielen, inderdaad in die onbekende landen voorkomen. U ziet, dat bij het gebruik van „zônefossielen” als tijdaanwijzers het extrapoleeren een groote rol speelt. Dit is onvermijdelijk in de geologie, maar een bedenkelijk feit is, dat men niet altijd blijft realiseeren, hoevéél men extrapoleert. M.a.w.: wanneer men „zônefossielen” heeft, die tot zônes 1, 2, 3, 4 enz. behooren, vergeet men spoedig, wáár op aarde deze fossielen werkelijk in die volgorde gevonden zijn, en wáár omgekeerd de stratigraphische volgorde geconcludeerd is uit de „zônefossielen”. Voor ieder geval is het een moeizaam werk, om hierover zekerheid te verkrijgen. Venezuela geeft nu mogelijk aanwijzingen, dat men soms teveel vertrouwen op „zônefossielen” heeft. In den loop der jaren zijn n.l. uit het Krijt van Venezuela, en wel uit kalksteen, een aantal fossielen beschreven, waaronder „zônefossielen” voor het „Onder-Krijt” (Aptien-Barrêmien), het „Midden-Krijt” (Albien-Cenomaan) en het „Boven-Krijt” (Turoon-Campanien). Men zou dus, op grond van de evidentie der „zônefossielen” zeggen, dat Onder- tot Boven-Krijt in Venezuela in kalkige facies ontwikkeld zijn. Wanneer men echter de veldgeologen in Venezuela vraagt, hoé het Krijt is opgebouwd, antwoorden zij U, dat het Onder-Krijt zandig, het Midden-Krijt kalkig is, en het Boven-Krijt uit schalies en hoornsteen is opgebouwd. Volgens hén is dus de kalkige facies tot het Midden-Krijt beperkt. Hoe moet deze uitspraak verklaard worden? Er zijn inderdaad verschillende verklaringen denkbaar, maar de mogelijkheid lijkt me niet geheel uitgesloten, dat men bij het, langs palaeontologischen weg vaststellen van den ouderdom der cretaceïsche afzettingen, teveel onder de autoriteit van de „zônefossielen” heeft gestaan. Deze suppositie is niet zóó dwaas, omdat juist Centraal-Amerika ons een voorbeeld

geeft van de mogelijkheid van analoge vergissingen. Terwijl n.l. in Europa en Azië de lepidocycline orbitoiden uitsluitend in Oligoceen en Mioceen voorkomen, en b.v. H. Douvillé nog in 1917 dit ook voor Amerika aannam, heeft men later ingezien, dat in Amerika deze fossielen al iets eerder beginnen op te treden.

Ik hoop, dat dit laatste voorbeeld U niet, voorzover U daarvoor in aanmerking mocht komen, volmaakt onwillig zal maken, om nog ooit een „zônefossiel” te leeren!

Aan het eind van mijn betoog gekomen, spreek ik de hoop uit, dat ik U van de noodzakelijkheid van „critisch lezen” overtuigd heb. Ik hoop echter niet, dat U nu zult denken, als U eens geroepen wordt, om in een onbekende streek te gaan werken, dat het heelemaal niet noodig is, om van de bestaande literatuur kennis te nemen, omdat dit toch maar tot teleurstellingen leidt. Dit zou natuurlijk een volmaakt verkeerd idee zijn. In de eerste plaats is het absoluut noodig, om na te gaan, liefst zoo goed mogelijk, wát er van een bepaald gebied bekend is, als men er heen gaat. Maar in de tweede plaats geeft een dergelijke literatuurstudie soms al bijna even veel genot als het onderzoek zelf. Want, het is wel waar, dat men vaak teleurstellingen ondervindt, dat de lectuur van een werk of van een verhandeling niet verschaft, wat men ervan verwachtte. Maar daartegenover staan gevallen, dat men uit literatuur meer haalt dan men ervan verwachtte, dat men n.l. ruimere perspectieven ziet of andere gezichtspunten ontdekt dan de schrijver zelf gevonden heeft.

Van het laatste moge ik U, tot slot, ook één voorbeeld geven. Reeds in 1905 heeft H ö g b o m, in aansluiting aan een onderzoek van gesteenten der Virginische eilanden, erop gewezen, dat waarschijnlijk de eruptiefgesteenten van het Antillengebied, ook als zij een hoog kiezelzuurgehalte hebben, steeds gekenmerkt zijn door een gering Kalium-gehalte. Het karakteristieke, zure dieptegesteente van dit gebied zou dus een kwartsdioriet of hoogstens een granodioriet zijn, maar geen graniet. In dit opzicht zouden de dieptegesteenten der Antillen, die waarschijnlijk alle of in elk geval voor een groot deel cretaceïsch zijn, aansluiten aan de zoogenaamde „Andendiorieten” van Stelzner. H ö g b o m kon eigenlijk niet

meer dan een vermoeden uitspreken, gebaseerd op weinig feitelijke gegevens. Ná hem ziet men hier en daar, maar steeds incidenteel een analoge uitspraak opduiken. Wanneer men echter de literatuur der Antillen doorleest, vindt men, dat er inderdaad een zeer groot feitenmateriaal aanwezig is, dat Högbom's suppositie staaft. Dit geldt voor Cuba, Haiti, Portorico, de Virginische eilanden, St. Maarten, Martinique, Blanquilla, El Roque, Curaçao en Aruba. En ook blijkt uit de literatuur, dat met dit gebied met zijn jongmesozoische, Kalium-arme gesteenten duidelijk contrasteert het noordelijke Zuid-Amerika, waar palaeozoische en oudere dieptegesteenten juist door het optreden van zeer talrijke granieten, dus relatief Kalium-rijke gesteenten gekenmerkt zijn. Hier ziet U dus, dat literatuurstudie naast teleurstellingen ook wel degelijk positieve resultaten kan opleveren.

1) A. D. Högbom, Petrographie der kleinen Antillen. Bull. Geol. Inst. Upsala. VI. 1905. p. 214—232.

SIGHTSEEING ALS GEOLOOG IN DE VEREENIGDE STATEN

door Dr. Ir. N. H. van Doorninck.

Groote reizen worden tegenwoordig steeds in meerdere mate gemaakt en daarin blijven de Nederlandsche mijnningenieurs zeker niet ten achter. Daarom kan het nuttig zijn in dit Jaarboek te vertellen van sommige geologisch zeer interessante gebieden in Amerika, welke gemakkelijk te bezoeken zijn en dan ook door toeristen veel bezocht worden. De geoloog wil echter wel wat meer weten dan de gewone toerist, maar dikwijls heeft hij van tevoren niet den tijd zich op de hoogte te stellen en vaak ook zal de keus hem moeilijk vallen, aan welk gebied hij zijn vrijen tijd zal besteden. Hem hierbij van dienst te zijn is de bedoeling van deze bladzijden.

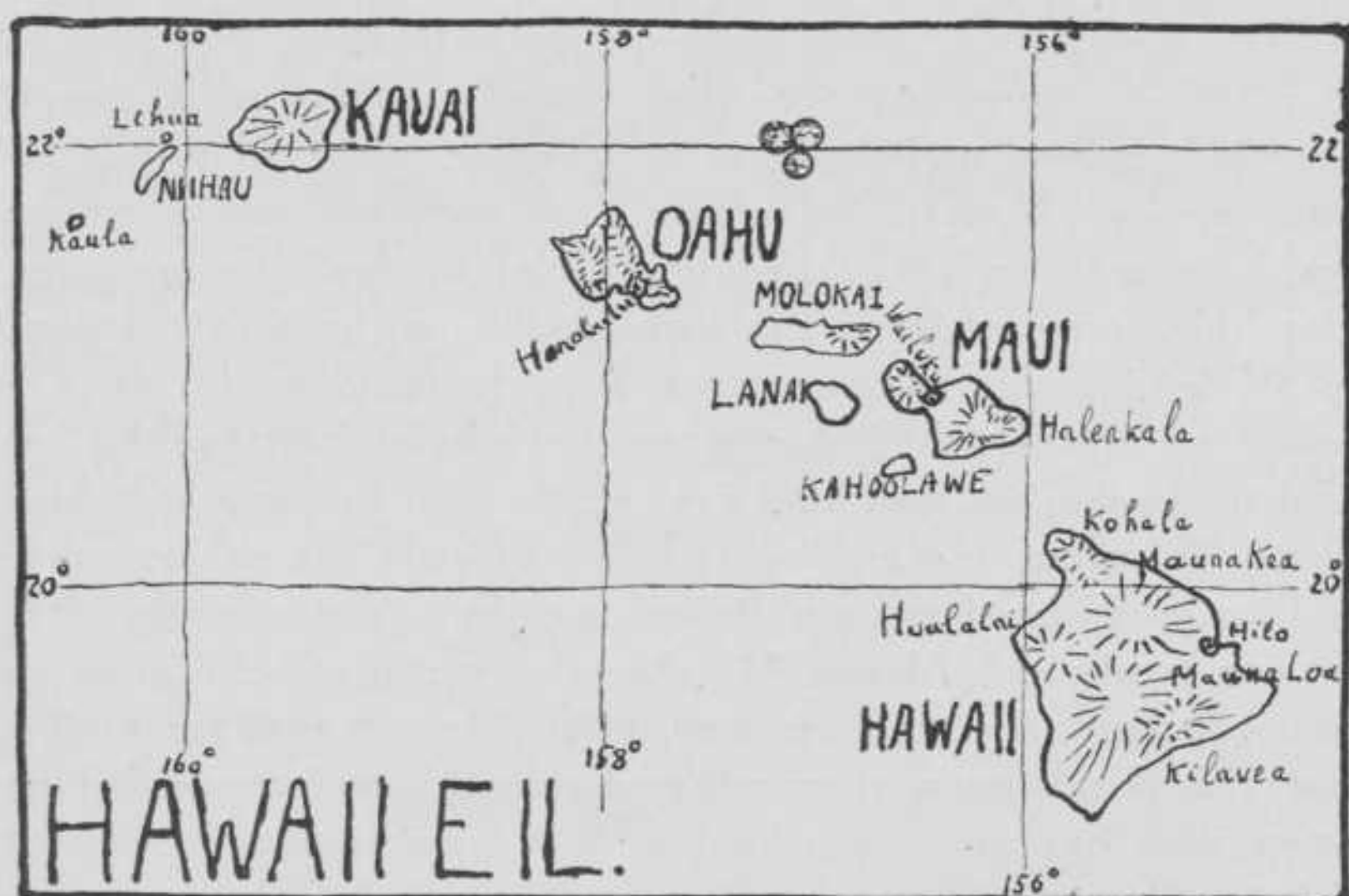
Hawaii-eilanden.

De Hawaii-eilanden zijn een deel van de Vereenigde Staten onder den status van een territory. Ze mogen hier dus ook behandeld worden.

Behalve van de route Japan naar Seattle of Vancouver leggen alle mailbooten, die den Pacifischen Oceaan oversteken, te Honolulu aan. Wie geen haast heeft, verzuime niet twee of drie weken op deze prachtige eilanden over te blijven.

Honolulu ligt op het eiland Oahu. Het beste is zich zoo spoedig mogelijk te begeven naar het grootste eiland, Hawaii geheeten, het verst naar het SE. De vliegmaschine is daarvoor aan te raden, daar men dan nog veel van de tusschenliggende eilanden Molokai, Lanai, Kahoolawe en Maui goed te zien krijgt en bovendien veel tijd bespaard wordt. Men arriveert, zoowel per boot als per vliegmaschine, te Hilo en begeve zich ten spoedigste per auto naar het Volcano House op den rand van den Kilauea.

De Kilauea is een zeer vlakke schildvulkaan of aspiet met een grooten krater van 5 bij 3 km. Op den Noordrand liggen het hotel Volcano House, ongeveer 1250 m hoog, verder het kantoor van den superintendent van het Hawaii National Park (alhier permissie vragen voor 't verzamelen van handstukken), het vulcanologische laboratorium van Professor Jaggaren, iets verder naar het W. een militair kamp en nog een vulcanologische waarnemingspost op de Uwekahuna punt. De Noordwand van den krater is ongeveer



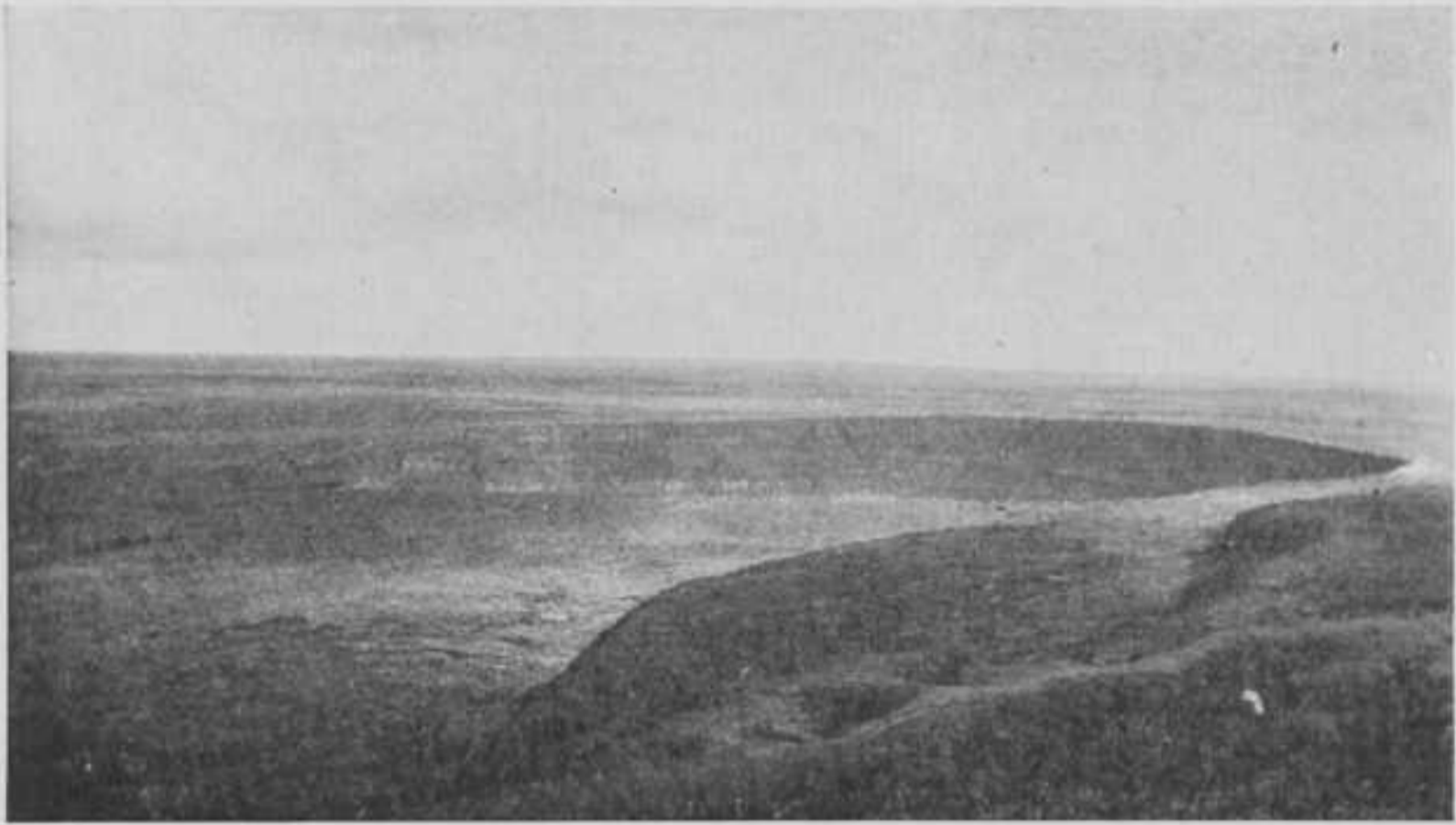
150 m hoog en heeft hier en daar terrassen. Naar het S neemt aan weerszijden de hoogte af en aan de Zuid- en SW-zijde is er bijna geen wand. De vloer van den Kilauea is met jonge lava bedekt, waarop nog niets groeit. In dien vloer bevindt zich, eenigszins excentrisch naar het SW, een groot rond gat, van 1200 tot 1000 m diameter en ongeveer 300 m diep; dat is Halemaumau, het Huis van Altijdblijvend Vuur, de woning van de godin Pele. Men kan er per auto komen van Volcano House, met een grooten omweg en in den krater van het E uit afdalend. Beter is het te wandelen en hetzij bij het Volcano House, hetzij bij Uwekahuna af te dalen.

Vaak breekt de lava in Halemaumau door; er komt dan rood-

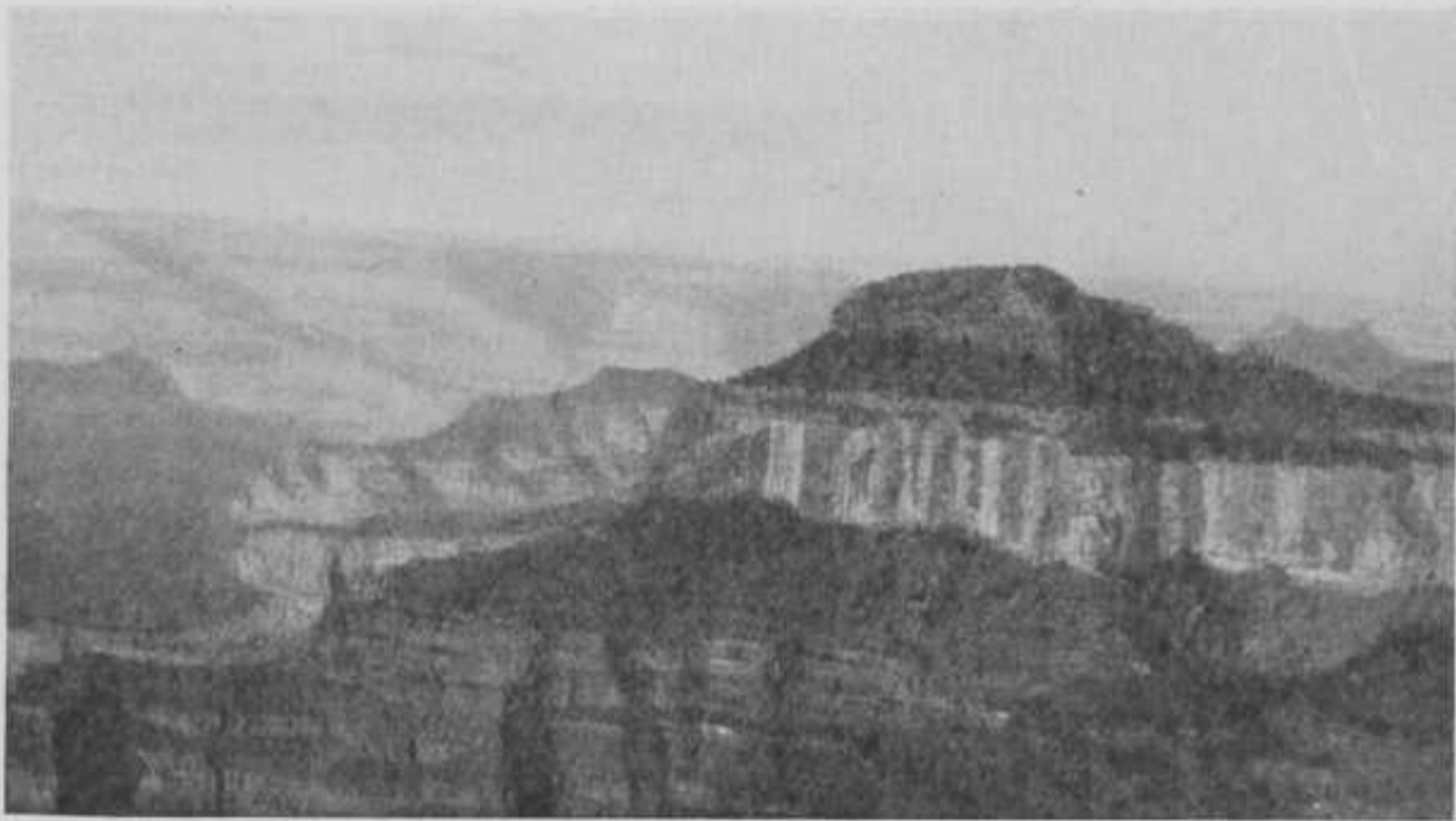
vloeibare lava op den bodem en die komt als een zee naar boven, soms zoo hoog, dat de randen van Halemaumau overstroomden, maar dat laatste is sinds de explosie van 1924 niet geschied. Gedurende mijn verblijf is er geen vloeibare lava in de put geweest, hetgeen mijn bezoek natuurlijk aanmerkelijk minder interessant maakte. Maar sinds dien tijd is de lava er al weer teruggekomen, zoodat de kans Halemaumau actief te zien, altijd vrij groot is.

Wat de flanken van den vulkaan betreft, de noordwestelijke is morphologisch niet ontwikkeld, daar zij bedekt is door jongere lavastroomden van den Mauna Loa. De Oosthelling, in het landschap Puna, gekeerd naar den passaatwind toe, is goed begroeid. Men vindt er veel putkraters, in vorm overeenkomend met Halemaumau, maar slechts zelden met een doorbraak van vloeibare lava. Kilauea iki en Keanakakoi liggen vlak bij den Kilauea-krater, maar ook eenige anderen zijn gemakkelijk per auto te bereiken. De SW-helling, die naar zee gaat, is zeer droog, omdat de NE-passaat op de Oost-helling zijn water verloren heeft en bij het afdalen aan den anderen kant geen regen meer brengen kan. Men noemt die helling de Kau-desert en hier speciaal zijn enkele vulcanische vormen goed te bestudeeren, zoo de lavastroom van 1920 met een lavakoepel, Mauna iki geheeten, en zijn verschil in aa en pahoehoe lava. Aa heeft een ruw, pahoehoe een veel meer effen oppervlak. Er is geen chemisch onderscheid tusschen beiden en het verschil ontstaat waarschijnlijk door verschillende viscositeit bij het stollen en niet door eerder gasverlies bij de pahoehoe, zooals vele onderzoekers aannemen. Bij Mauna iki is goed te zien, dat bij een lavastroom het oppervlak eerst als pahoehoe kan stollen, terwijl de vloeibare lava binnenin later door dat pahoehoe-oppervlak heen breekt en een aa-oppervlak geeft. Verder vindt men in de Kau-desert veel pisolithische asch van de explosieve eruptie van 1790 (met die van 1924 de eenigste explosie, die van den Kilauea bekend is) en de voetsporen, die de legenden van de 1790 uitbarsting bevestigen. Ook moet men in de Kau-desert naar het Pele's Haar zoeken, fijn haarvormig vulcanisch glas, dat men tusschen stof op beschutte plekken vinden kan.

Voor den Kilauea moge men dus vier dagen nemen: één voor



Kilauea-krater met Halemaumau van Uwekahuna-observatorium, eiland Hawaii.



Grand Canyon of the Colorado River, Arizona, van de Lodge op den Noordrand.

den wandeltocht door den Kau-desert, één voor een tocht naar verschillende Puna-putkraters en twee voor den krater zelf, waarbij men bestudeering van de wanden niet vergeten moet. Speciaal die by Uwekahuna is interessant, omdat er een porfyrische gabbro als laccolith of gevulde oude holle lavastroom voorkomt.

Van Volcano House uit bezoekt men ook den Mauna Loa. Dat is een tocht van drie dagen, waar men liefst gezelschap voor zoeken moet, omdat een gids meegenomen moet worden, wat voor één persoon nogal prijzig is. Men gaat den eersten dag te paard naar een rusthuis, den tweeden dag te voet naar den top en terug, en den derden dag te paard terug van het rusthuis naar Volcano House. Op den top van den Mauna Loa, 4170 m. hoog, ziet men in den krater Mokuaweoweo, die gelijk op dien van den Kilauea. In tegenstelling van den Kilauea overheerscht op den Mauna Loa en in Mokuaweoweo de aa-lava over de pahoehoe. De kans om in Mokuaweoweo gloeiende lava te zien is geringer dan in Halemau-mau, want Mauna Loa is minder vaak werkzaam. Zijn periodes van werkzaamheid eindigen gewoonlijk in een flankeruptie met een grooten lavastroom, waarvan er nog vele in het terrein te zien zijn.

Zoo mogelijk make men na het bezoek aan den Kilauea en dan Mauna Loa een autotocht het eiland om, waarvoor 2 dagen gerekend moet worden. Het beklimmen van den Mauna Kea, een met sneeuw bedekten niet meer werkzamen vulkaan van 4230 m. hoogte, en van den Hualalai, is een te groote onderneming, die veel voorbereiding kost, dan dat men het nog sightseeing zou kunnen noemen. Gemakkelijk bereikbaar is het vulcanisch centrum in het N.W., Kohala geheeten, een vulkaanruïne, misschien volgens Washington een spleeteruptie. Maar het interessantste gedeelte van Kohala, de steile, scherpe NE-rand, is moeilijk toegankelijk.

Heeft men nog een uurtje over te Hilo, zoo is een wandeling naar de Rainbow Falls aan te bevelen.

Het volgend eiland is Maui, dat een bezoek van drie of meer dagen waard is. Men vindt een goed eenvoudig hotel in de hoofdplaats Wailuku, per auto van één van de twee havenplaatsen of van het vliegveld te bereiken.

Op Maui moet men in ieder geval de oostelijke vulkaan Haleakala beklimmen, hetgeen men in het hotel regelt. Men gaat per auto naar een plaatsje Olinda, ongeveer 1000 m hoog, waar paarden of muildieren klaar staan. Vandaar naar den top, 3000 m hoog, duurt ongeveer 5 uur. Men overnacht er in een rusthuis met een fraai uitzicht in den krater met zijn vele tufkegeltjes. Den volgende dag keert men terug en is dan tegen 12 uur in Wailuku. Ook kan men in den krater afdalen en dan òf door den Koolau-gap naar de Noordkust, òf door den Kaupo-gap naar de SE-kust gaan. Het laatste is bezwaarlijker, daar men dan nog langs die kust te paard een heel eind verder moet, voor men weer aan een autoweg komt. Van te voren moet men natuurlijk geregeld hebben, een auto klaar te vinden. Voor den tocht door den krater moet men een extra dag rekenen. Van de Haleakala moet nog vermeld worden de alkalirijkdom van zijn lava's: trachydoleriet en trachyandesiet.

West Maui is een vulkaanruïne, met diep ingesneden canyons, welke alle op het W uitzien. Men moet er in ieder geval de Iao-valley bezoeken, welke vlak bij Wailuku ligt. Een tocht rondom dezen vulkaan loont de moeite, geschiedt voor het grootste gedeelte per auto, maar gedeeltelijk te voet of te paard. Het beklimmen van dezen vulkaan heeft zijn sportieve charme, maar biedt geologisch niet zooveel als de Haleakala.

Een bezoek aan Kahoolawe en Lanai kan men gerust achterwege laten en van Molokai is alleen het oostelijk deel interessant, vooral de steile Noordkust met enkele breede dalen zou een bezoek waard zijn. Maar er is geen of onvoldoende hotelaccomodatie op Molokai, zoodat een bezoek eraan bezwaarlijk is, tenzij men particuliere connecties heeft.

Op Oahu komt men, doordat de hoofdstad Honolulu erop ligt. Men neme er één dag voor het Bishop Museum en den Punchbowlkrater, een tufkratertje dicht bij het centrum van de stad. Een tweeden dag bestede men aan een bezoek aan Diamond Head, een dito tufkrater, maar fraaier van vorm, waarna men uitrusten kan op de beroemde Waikiki Beach, waar het surf-riding plaats heeft. Een derden dag moet men een tocht over de Oosthelft van het

eiland maken; men gaat per auto of sightseeing car van Honolulu omhoog naar den Koolau-range, de rest van een grooten schildvulkaan, welke men op de Nuuanu Pali passeert, waar men van de vrij vlakke SW helling plotseling op den steilen NE-rand komt, Dan daalt men af en gaat per auto om den Koolau-range heen naar Waialua, waar men in een bootje met glazen bodem een tochtje over het koraalrif maakt en keert dan naar Honolulu terug. Heeft men nog meer dagen te Honolulu, dan make men een tocht naar het SE-gedeelte met de Kokotufkraters of eene rondtoer om de resten van den westelijken schildvulkaan, den Waianae-range, hetgeen tot Waialua per trein geschiedt.

Ten W van Oahu ligt het eiland Kauai, een diep ingesneden vulkaanruïne, met prachtige dalen. Een bezoek aan dit Garden-Island is aanbevelenswaardig, indien men er vier of vijf dagen voor vinden kan. Het laatste eiland Niihau is privaat bezit.

Yosemite Valley.

Door ziekte heb ik helaas Yosemite (uit te spreken Jozzem'-mētih) niet kunnen bezoeken, maar toch moge het hier even besproken worden, omdat het vermoedelijk het fraaiste voorbeeld op aarde is van een door ijs-erosie uitgediept dal (übertieftes Tal). Yosemite Valley is een ENE naar WSW verloopend dal van de Sierra Nevada, welk gebergte de oostelijke begrenzing is van de groote Californische slenk en beschouwd wordt als een schuin opgeheven blok, met een groote dislocatie in het E en hellend naar het W. De ingang van de Yosemite Valley is bij El Portal, dat men hetzij per trein hetzij per auto bereikt van Merced, een plaats aan den Santa Fe-spoorweg. Gedurende den zomer zijn er doorgaande nachttreinen van San Francisco naar El Portal.

Het dal is 11 km lang en $1\frac{1}{2}$ km breed en daarin meandert de Merced rivier. De hoogte van den dalvloer is 1200 m boven zee, de wanden steken 900 tot 1200 m daarenboven uit. De zijdalen zijn typische hangende dalen en storten hun water langs groote watervallen in het hoofddal, zoo Ribbon Falls, 480 m; Bridalvail Falls 180 m; Nevada Falls 170 m, Illilouette Falls 110 m; Vernal

Falls 100 m; Lower Yosemite Fall 100 m en Upper Yosemite Falls 430 m.

De Merced rivier had reeds een lange tertiaire geschiedenis achter den rug en zich al diep ingesneden in het bergland, toen zij in het kwartaair vervangen werd door een gletscher. Die gletscher werd gevoed door verscheidene kleinere zijgletschers, waarvan de Tenaya- en de Little Yosemite-gletscher de belangrijkste waren. De hoofdgletscher is, stroomafwaarts, in zijn verste uitbreiding tot beneden El Portal gekomen en diepte het dal 200 tot 400 m beneden de zijdalen uit. Daarna kwam een teruggang van het ijs en een tweede vooruitgang, dit keer niet verder dan Bridal Veil Meadow; en daar ook de dikte van het ijs dit maal minder was, werd het dal slechts voor een derde gevuld en veel minder uitdiepend werk verricht. Bij die uitdieping door het ijs waren de diaklazen in den graniet (het geheele landschap is granitisch) van veel belang; het dal van de Yosemite Creek, waar die diaklazen veel minder optreden, is dan ook veel minder diep uitgeschaafd dan dat van de Tenaya en het hoofddal met de Merced rivier.

De beste tijd voor een bezoek aan Yosemite is in Mei en Juni, daar de beken dan het meeste water hebben en dus de vallen op hun mooist zijn, maar het park is het geheele jaar open. Men neme twee dagen voor het verblijf in het dal, één dag voor een tocht naar Glacier Point Hotel boven op den rand, waar men per auto langs een grooten omweg komen kan, en een vierden dag voor een autotocht over het hoogland langs den Tioga-weg. Heeft men meer tijd, zoo kan men tusschen 10 Juli en 10 September dien Tioga-weg vervolgen naar Mono Lake (140 km), vandaar naar het N naar Lake Tahoe om bij Truckee de Western Pacific te nemen. In het Yosemite National Park zijn verder bezienswaardig de Tuolumne Canyon, de hooge toppen in het SE van het park en Mariposa Grove met geweldige Sequoia boomen.

Grand Canyon van den Colorado.

De Colorado-rivier ontspringt in den staat Colorado, stroomt dan door SE Utah en NW Arizona, vormt daarna de grens van

laatstgenoemden staat met Nevada en Californië en stort zich dan in de Golf van Californië. Speciaal in Arizona is de rivier geweldig diep ingesneden en het meest grootsche gedeelte ervan heet de Grand Canyon. Aan een beschrijving van zijn extase-verwekkende schoonheid, die mede door steeds wisselende kleureffecten gevormd wordt, zal ik mij niet wagen. Slechts enkele cijfers mogen volgen: breedte wisselend van $6\frac{1}{2}$ km tot 29 km; breedte van de rivier op den bodem van de canyon 100 m; diepte van de rivier bij normalen waterstand 10 m; bij hoogen waterstand 30 m; hoogte van den Zuidrand gemiddeld 1500 m, van den Noordrand 1900 m; hoogste punt Imperial Point aan de Noordzijde 2750 m boven zee; lengte van de rivier in het National Park 170 km; verval gemiddeld $2\frac{1}{2}$ m per km.

Deze geweldige sleuf is door normale rivier-erosie ingesneden in het groote Colorado Plateau, dat tusschen de Rocky Mountains in het E en de Basin Ranges in het W ligt. In dat plateau liggen de lagen, behalve de onderste, subhorizontaal met een zwakke helling naar het N. Er zijn echter veel dislocaties, die sommige gedeelten meer omhoog hebben gebracht dan andere.

De oudste gesteenten zijn gneisen en glimmerschisten met een enkele kwartsiet en met granietintrusies. Ze worden de Vishnugroep genoemd en gewoonlijk gerekend tot het archaicum, door een enkelen onderzoeker echter tot het oud-algonkium. Men vindt ze, behalve verder in het S van Arizona, onder in den Grand Canyon, althans benedenstrooms van de lijn Zuni Point—Cape Royal. De rivier is er gewoonlijk met steile wanden ingesneden: Granite Gorge, soms meer dan 300 m diep.

Op de Vishnugroep liggen, gescheiden ervan door een groote clino-discordantie, en met een helling van 15 tot 30° , de lagen van het algonkium, misschien boven-algonkium. Het zijn de Unkar en Chuar lagen, samen 4000 m dik, schalies en zandsteenen met enkele dunne kalksteenlagen. Chuar- en Unkar-lagen zijn onderling door een geringe discordantie gescheiden. In de onderste kalksteenen van de Chuar-lagen (Chuar is hooger dan Unkar) zijn fossielen gevonden: moeilijk te herkennen brachiopoden en pteropoden. De namen zijn gegeven naar twee zijbeekjes in het E van den

canyon. Men vindt die lagen vooral in het oostelijk gedeelte en daar ze niet hard zijn, is de dalbodem daar veel breeder, dan in het W, waar het archaicum aangesneden is. Maar men vindt ze ook wel in het westelijk gedeelte, zoo onder de Cheops Pyramide en in den Bright Angel Canyon, een zijdal uit het N. Na de afzetting en plooiing van deze algonkische lagen traden er vele dislocaties op en had er een groote denudatie plaats. De daarna afgezette lagen van het cambrium liggen daardoor discordant, soms op het algonkium, soms direct op het archaicum, vandaar dat op vele plaatsen het algonkium niet aanwezig is.

Het cambrium en wat daarboven komt, ligt, zooals reeds gezegd is, in subhorizontalen stand. Het geheele pakket is ruim 1000 m dik. Onderaan is de Tonto-groep, midden en boven-cambrium, onderverdeeld in een basalen zandsteen, 45 m dik, geel tot grijs van kleur, en de Bright Angel-schalies, 240 m dik, meestal van een groenachtige kleur, met enkele zandsteen- en kalksteenlagen. In deze schalies zijn trilobiten gevonden. De zandsteen vormt een steilen wand en zijn bovenkant vormt dikwijls een plateautje, zoo in het Tonto Platform. De schalies hebben natuurlijk een veel zwakker talud. Aan de bovenzijde van die schalies is een verborgen discordantie met een belangrijk stratigraphisch hiaat: siluur en een deel van het devoon ontbreken. Het devoon is alleen vertegenwoordigd door een serie van 10 m dikte, kalksteen en zandsteen van bleekroode kleur, met vischresten. Die gaat naar boven over in de Redwall-kalksteen, 150 m dik, welke tot het mississippian, d.i. onder-carboon, behooren. Dat zijn grijze kalksteen met veel fossielen, aan de oppervlakte meer roodachtig, die een duidelijken steilen wand vormen, niet ver boven de helft van de hoogte. Hierop ligt met een tweede verborgen discordantie het pennsylvanian of boven-carboon: de Supai-formatie, 250 m dik, zandsteen en schalies, zelden een kalksteenlaagje, met landdieren en -planten, kleur meestal rood, waarin de dikkere zandsteen, vooral in het bovende gedeelte, lage steile wanden vormen tusschen de glooiende hellingen van de schalie-gedeelten. Deze formatie gaat naar boven zonder discordantie in het perm over: eerst de Hermit-schalies, 70 m dik, rood van kleur; dan de Coconino-zandsteen,

ruim 100 m dik, die een zeer duidelijken lichtgrijzen tot gelen wand vormt, welke overal een paar honderd meter beneden den rand opvalt; tenslotte de Kaibab-kalksteen aan den bovenkant van den canyon, dikte 200 m, lichtgrijs of geel, ook wel lichtrood gekleurd, waarin steilere wanden en vlakke glooiingen afwisselen, en waarin men marine fossielen vinden kan. Deze kalksteen vormt den bovenkant van het plateau, zoowel ten S als ten N van den Grand Canyon, en b.v. in het Kaibab Forest in het N kan men er veel ontsluitingen van zien.

Op dezen kalksteen hebben nog mesozoïsche en misschien ook tertiaire lagen gelegen, waarvan men in een enkel heuveltje ver ten S van den canyon iets terug kan vinden, zoo in Red Butte aan den spoorweg. Die formaties zijn echter veel beter in het N te zien, in het S van den staat Utah; zoo de trias bij het dorpje Kanab; de roode eolische zandsteen van de jura in Zion Canyon, welke daar in hooge steile wanden schitterende kleurschakeeringen vertoont, doordat sommige gedeelten hun ijzer verloren hebben en wit geworden zijn; zoo het krijt op den weg naar Bryce Canyon en tenslotte de kalksteen van het oud tertiair, eoceen en palaeoceen, welke de phantastische roode en witte wanden vormen van Bryce Canyon met zijn grillige rotsen en vele vensters, en van Cedar Breaks. De jongste formatie, van onbekenden ouderdom zijn zwarte lava's, hier en daar in een berg, waarin nog een vulkaan te herkennen is. Men vindt ze zoowel in het S (Red Butte) als in het N (Toquerville op den weg van Cedar City naar Zion Canyon).

Men kan den Grand Canyon zoowel van het S uit als van het N bezoeken. Het eerste gebeurt vaker en kan het geheele jaar door geschieden. Men neemt den Santa-spoorweg tot het station Williams, vanwaar een zijlijn van 100 km lengte naar El Tovar gaat op den Zuidrand van den canyon. Wie een transcontinentale reis maakt, wordt er op attent gemaakt, dat door de U. S. Geological Survey handige gidsen zijn uitgegeven, waarin het merkwaardige, dat men uit den trein of bij kort oponthoud kan zien, staat aangegeven. Voor de Santa Fe-route is het Bulletin 613, voor de andere routes de bulletins nos. 611, 612 en 614.

El Tovar is het hotelcentrum op den Zuidrand. Aan die zijde zijn veel minder zij-canyons en tusschenliggende kammen en pieken dan aan den Noordkant, zoodat men van het S de rivier dichter bij heeft, de canyon dus dieper lijkt, en het uitzicht over de overzijde phantastischer is, getuige reeds de namen van verschillende rotspartijen: Cheops Pyramide, Buddha Temple, Brahma Temple, Wotans Throne, Vishnu Temple, Freya Castle, enz., allen op den Noordrand. Men neme minstens één, zoo mogelijk twee dagen om het fraaie panorama van verschillende punten van den Zuidrand te bewonderen; van E naar W zijn dat: Navajo Point, Zuni Point, Grandview Point, Shoshone Point, Yaki Point, Grandeur Point, El Tovar, Hopi Point, Mohave Point, Hermits Rest, Piute Point, Walapai Point en Bass Camp.

Dan make men een tocht naar beneden, den canyon in. Er zijn aan den Zuidrand drie paden, waarlangs men af kan dalen.

De westelijkste en mooiste is de Hermit Trail, die afdaalt tot het Tonto Platform, waarbij men dus alle lagen van den Kaibab-kalksteen tot den basalen zandsteen van de Tonto-groep passeert, maar niet aan het archaicum komt. Deze Hermit Trail is ten W. van El Tovar, en men moet er twee dagen voor nemen, waarbij den nacht in Hermit Camp op het Tonto Platvorm diep in den canyon.

Bij El Tovar gaat de Bright Angel Trail omlaag. Hier ter plaatse is een verschuiving, die men enkele malen passeert, o.a. in den tunnel op ruim 200 m onder den rand, waar men tevens den Kaibab-kalksteen verlaat. Men passeert dan alle genoemde formaties tot aan den Tonto-zandsteen, die men op Plateau Point heeft. Men kan hier in één dag heen- en terugkomen, zoowel te voet als te paard of op een muildier. Men komt door de z.g. Indian Gardens, verlaten bouwland van de Havasupai Indianen. Men kan dezen tocht langs Bright Angel Trail met den vorige combineeren, want er gaat een pad over het Tonto Platform. Ook kan men door na de Indian Gardens rechts af te slaan, dieper in den canyon komen tot dichtbij de rivier, dus tot in het archaicum. En tenslotte kan men nog verder rechts aanhouden en den Kaibab Trail bereiken.

De Kaibab Trail gaat van Yaki Point ten E van El Tovar naar

beneden. Deze is de eenigste, die de rivier passeert en wel over een nieuwen brug van 1928. Ongeveer een km verder komt men aan Phantom Ranch in een zijcanyon, alwaar overnacht wordt. Men bevindt zich hier in het archaicum. Men kan den volgenden dag den Noordrand beklimmen via dezen Kaibab Trail, die hier door den Bright Angel Canyon gaat. Men passeert eerst de Unkarlagen en komt dan in den Tonto-zandsteen en bovenliggende formaties tot den Kaibab-kalksteen toe. Men komt langs Ribbon Falls, Manzanita Point en Roaring Springs; op het laatste punt gaat men een zijdal in omhoog. Men passeert een tunneltje van 12 m lengte, waar men zich stratigraphisch oriënteeren kan: het ligt in de Supai-formatie. Tenslotte komt men uit op den autoweg naar Grand Canyon Lodge, en wel 4 km daar vandaan, maar gewoonlijk vindt men wel een vriendelijken autobestuurder om meegenomen te worden. Het bezwaar van deze tocht is, dat men denzelfden weg weer terug moet, het dus in het geheel 4 dagen kost, tenzij men gelegenheid vindt per vliegtuig naar El Tovar terug te keeren.

Heeft men langeren tijd in El Tovar ter beschikking, dan make men nog een tocht naar Havasu Canyon, een zijcanyon ver in het W, met een Reservation voor de Havasupai Indianen.

Het bezoek van den Grand Canyon van het N is slechts sinds enkele jaren mogelijk, en alleen maar van 15 Mei tot 15 October. Van Lund, een station aan den spoorweg van de Union Pacific van Los Angeles naar Salt Lake City, gaat een zijlijntje naar een plaatsje Cedar City. Doorgaande wagens komen zoowel van Los Angeles (20 uur reizen) als van Salt Lake City (12 uur) in den vroegen morgen aan en men neemt een rondtrip in een motorbus. Denzelfden morgen gaat men naar Zion Canyon, waar men den middag een tocht kan maken, te midden van rotsen van eolische jura-zandsteen. Den volgenden dag komt men door den trias, passeert de dorpen Kanab, nog in Utah, en Fredonia, reeds in Arizona, gaat over de Prismatic Plains en bestijgt dan het Kaibab Plateau, met het Kaibab National Forest. met duizenden half-tamme herten, tevens de woonplaats van den grappigen Witstaart-eekhoorn. 's Avonds komt men aan Grand Canyon Lodge, waar

men den geheelen volgenden dag blijft. Den vierden dag gaat men terug over Kanab, slaat dan rechts af naar Bryce Canyon, waar men het oud-tertiair in kalkige, maar niet marine ontwikkeling ziet en men rotsvormen en kleurschakeeringen aanschouwt, wel niet grootscher maar nog subtieler dan in den Grand Canyon. Den vijfden morgen blijft men in Bryce Canyon en 's middags gaat men langs Navajo Lake en Cedar Breaks, alwaar een soortgelijk panorama als in Bryce Canyon, terug naar Cedar City, waar men den nachttrein neemt. Het geheel is dus een tocht van $4\frac{1}{2}$ dag, maar men kan extra-dagen overblijven en het is sterk aan te bevelen zulks te doen: één in Zion Canyon, twee of meer in Grand Canyon Lodge, één in Bryce Canyon en één in Cedar Breaks.

Het gezicht van den Noordrand van den canyon is anders dan van den Zuidrand: men heeft nu de phantastische kammen en pieken vlak voor en onder zich en de rivier met den Granite Gorge is dikwijls niet eens te zien. De Zuidwand vertoont zich veel meer als een doorlopende wand zonder veel afwisseling. Maar daar de Noordwand hooger is, heeft men een ver uitzicht over het plateau ten S van den canyon heen. Vooral naar het SE, naar de Painted Desert, kan men bij gunstig weer geweldig ver zien, zoodat het panorama van den Noordwand nauwelijks bij dat van het S ten achter staat. De uitzichtpunten, welke men bezoeken moet, zijn meerendeels ten E van de Lodge gelegen en per auto bereikbaar: Point Imperial, Vista Encantada, Cape Final en Cape Royal; Point Sublime is ver in het W.

De eenigste weg, waarlangs men van het N in den canyon af kan dalen, is de Kaibab Trail door den Bright Angel Canyon naar Phantom Ranch, een tocht van één dag heen en één dag terug, of van het dubbele, indien men ook den Zuidwand wil beklimmen.

Men ziet, dat zoowel de Noordrand als de Zuidrand zijn voordeelen heeft en het hangt er maar van af, waar men zijn reis aanvangt en waar men naar toe wil, welk bezoek men verkiezen zal. De Noordwand b.v. is beter te combineeren met het Yellowstone Park. Wat niet goed doenlijk is, dat is van de ééne zijde te komen en aan den anderen kant zijn reis verder voort te zetten, want de

transportmiddelen bij den tocht over den canyon zijn maar beperkt en men zou dus moeilijkheden met zijn bagage krijgen.

Yellowstone Park.

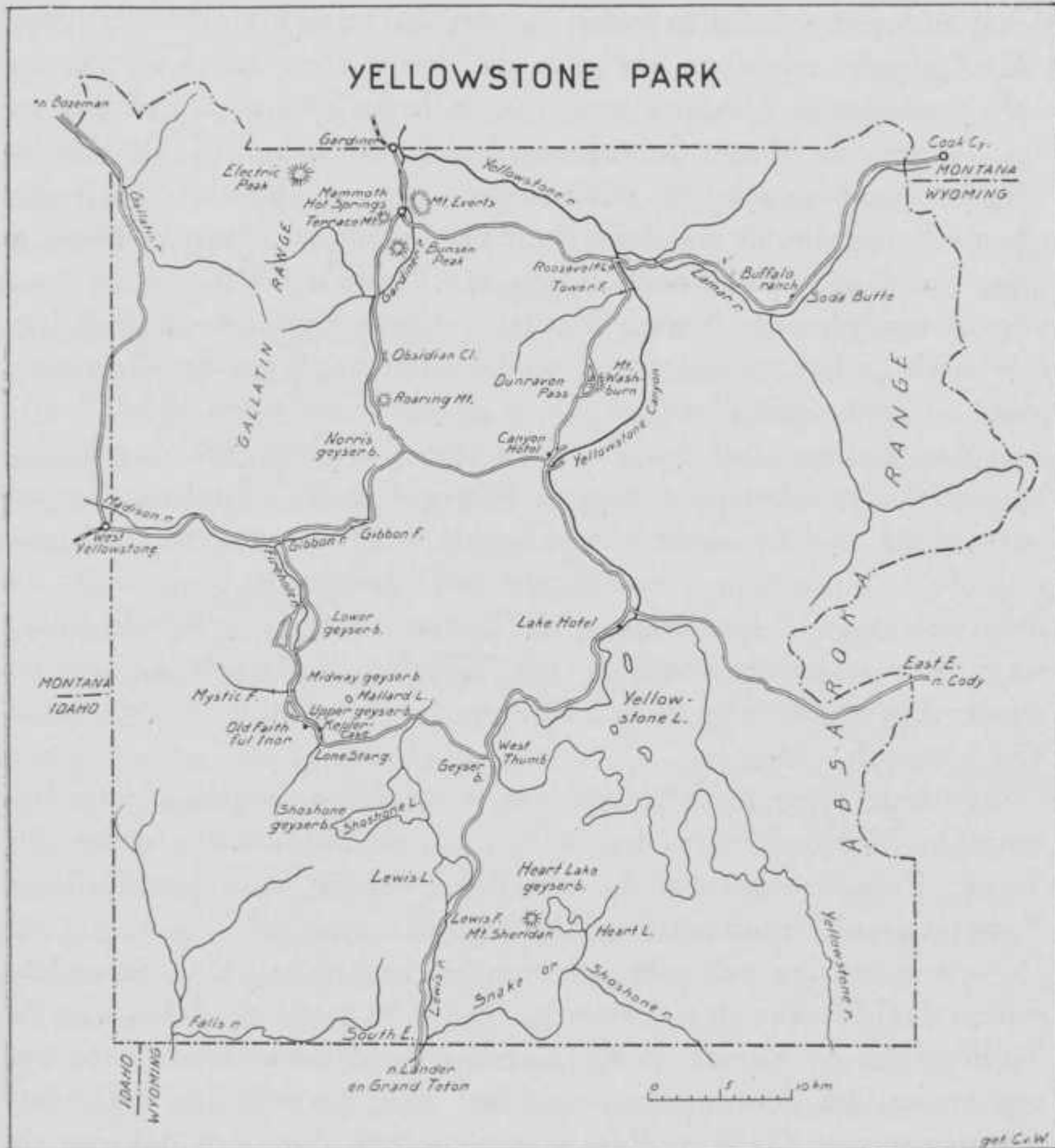
Het Yellowstone National Park ligt in den NW. hoek van den staat Wyoming en is het meest bekende en bezochte van alle National Parks, zoowel om zijn prachtige meren, bergen, dalen en canyons, zijn geysers en kalkterrassen als om de vele dieren, die men er vrij in de natuur kan waarnemen. Grijs en zwarte beren kan men dagelijks op de bear-feeding grounds bij de hotels zien, terwijl de laatste soort ook geregeld op den weg de auto's ophoudt om wat voedsel te bedelen. Verder noem ik den bison, waarvan een kudde in een kraal bij Mammoth Hot Springs te zien is; het bergschaap; den pronghorn, verkeerdelijk Amerikaansche antilope geheeten, speciaal in de bergen tusschen Mammoth Hot Springs en Gardiner; den eland (moose), dien men moeilijk onder oogen krijgt; het Wapiti-hert (elk) en veel andere herten en ten slotte den bever, wiens kunstwerken men op vele plaatsen bewonderen kan.

Morphologisch is het Yellowstone Park een depressie in het midden met bergketens langs de oostelijke en westelijke grenzen. De afwatering heeft voor het grootste gedeelte plaats naar het N. door de Yellowstone rivier, een zijrivier van de Missouri, en verder naar het NW. door de Gallatin en Madison rivieren naar de Missouri en naar het SW door de Snake of Shoshone rivier, die zijn water naar de Columbia en dus naar den Grooten Oceaan brengt.

De oostelijke bergketen heet de Absaroka Range naar een stam, die minder onder dien naam dan onder dien van Kraai-Indianen bekend staat. Voor zoover in het park, bestaat dit gebergte, dat bijna 3500 m. hoog is, slechts uit granieten, gneisen en schisten, allen van praecambrischen ouderdom.

Het westelijk gebergte is de Gallatin Range, dat culmineert in Electric Peak, niet ver van Mammoth Hot Springs, 3600 m. hoog. Het bestaat uit archaïsche gneisen en, discordant daarop schalies, zandsteenen en kalksteenen van palaeozoischen en mesozoischen ouderdom, met vele intrusies, zoowel gangen als laccolithen.

Het centrale gedeelte is een plateau van gemiddeld 2500 m. hoogte, waarin verscheidene rivieren ingesneden zijn, sommigen diep, andere minder diep. Het wordt gevormd door vulkanische effusiva van eocenen tot kwartairen ouderdom, welke men kan in-



deelen in drie groepen, van onder naar boven: 1. andesieten en bazalten; 2. rhyoliten; 3. jongere bazalten.

De eerste groep is niet alleen in het centrale gedeelte, maar ook nog in de Absaroka en Gallatin Ranges te vinden. Die andesieten

en bazalten hadden hun eruptie-centrum in het NE. van het park, genaamd de Sherman Vulkaan, van oud-tertiären ouderdom, welke thans nagenoeg geheel verdwenen is, maar aan de hand van den loop der lavastroomen te reconstrueeren valt. Mount Washburn behoort tot deze groep, maar is er een jonger gedeelte van, dat den oorspronkelijken vorm van den Sherman krater vernietigde.

De tweede eruptieve groep is de rhyolitische, die haar centra op verschillende plaatsen had, o.a. ook de Sherman Vulkaan in het NE. en ook Mount Sheridan in het S. van het park. De rhyolit vertoont veel verschil in kristallisatie, van een holokristallijn gesteente langs allerlei tusschenvormen overgaande in een vulkanisch glas, obsidaan, bijv. goed te zien in Obsidian Cliff op den weg van Mammoth naar Norris. Verder komen er puimsteen, vulkanische asch en breccies bij voor, welke allen ongeveer dezelfde chemische samenstelling hebben. Deze groep neemt bijna al het landschap in, dat men bij den gewonen toer door het park doorkomt. In het NE. van het park zijn de Miocene asch- en tuflagen goed ontwikkeld. Ze bevatten verschillende fossiele wouden, rechtopstaande boomen van allerlei soort, o.a. sequoia's. Men vindt de mooiste ervan in het dal van de Lamar rivier; een enkele apart staande versteende boom is ten W. van Roosevelt Lodge en verder zijn er ook vele in den Gallatin Range even buiten de grens van het park.

De derde groep effusiva, die van de bazalten, is veel minder belangrijk. Men ziet ze in het dal van de Yellowstone rivier bij Tower Falls, verder op de westelijke helling van den Gallatin Range en ook in het uiterste SW. van het park.

Na het tertiaire vulcanisme kwam het kwartaire ijs. Groote gletschers daalden van den Absaroka Range af langs de dalen van de Yellowstone en Lamar rivier, gingen over Mount Everts naar het tegenwoordige Mammoth, waar zij zich vereenigden met gletschers van den Gallatin Range en te zamen door het dal van de Gardiner rivier naar het Beneden Yellowstone Dal gingen. Vooral langs den weg tusschen Roosevelt Lodge en Mammoth en tusschen Mammoth en Gardiner zijn veel moraines te vinden en bijna overal is het landschapbeeld van vroegere vergletschering vrij duidelijk,

bijv. in het Yellowstone dal tusschen het meer en den canyon. Een groot blok graniet vindt men op den weg van Canyon Hotel naar Inspiration Point.

De vorming der diep ingesneden dalen in het centrale gedeelte van het park is na de afzetting van de rhyoliet begonnen, heeft dus deels vóór, deels na den ijstijd plaatsgehad. De insnijding is in het algemeen niet door de rhyoliet heen gekomen, uitgezonderd in den Yellowstone Canyon, waar wel de andesiet-groep, maar toch niet de sedimentaire ondergrond blootgelegd is. De vorming van den Yellowstone Canyon is belangrijk bevorderd, doordat de rhyoliet erin aangetast was en nog wordt, door uit de diepte opstijgend heet water en daarbij ten deele gekaoliniseerd is. De wand van den canyon vertoont rhyoliet in allerlei stadia van aantasting, vooral op de spleten, waarlangs het warme water omhoog komt.

Deze hooge temperatuur van uit de diepte komend water, natuurlijk een postvulkanisch verschijnsel, is ook aan de vele warme bronnen waar te nemen, waarvan men er ongeveer 3000 in het park telt. Waar ze in de rhyoliet zijn, hebben ze veel kiezel en alkaliën in oplossing. Werken ze daarbij intermitterend, dan heeten ze geysers. Dat intermitterend werken wordt aldus verklaard: het toevoerkanaal is zoodanig gevormd, dat geen circulatie plaats kan hebben; al het water erin is bijna op het kookpunt, maar naar de diepte toe ligt het kookpunt hooger door den druk van de erop liggende waterkolom; zoodra nu ergens het kookpunt bereikt wordt, wil de ontstane waterdamp naar boven komen; en is dus drukontlasting voor het water beneden dat punt, dat daardoor ook dadelijk koken gaat; de stoomvorming is dan plotseling zoo groot, dat de heele bovenliggende waterkolom uitgeworpen wordt. Deze geysers zeten daarbij hun kiezel af als geyseriet, en wel op vier manieren: 1. door het verdampen van het water bij het uitwerpen; 2. doordat het water afkoelt en dan minder kiezel opgelost kan hebben (dit is slechts een zeer geringe factor); 3. biochemisch door algen, die in dit bijna kokende water toch nog leven kunnen; 4. des winters bij bevroren van het water. De kleur van de geyseriet is bijna zuiver wit en het geyserslandschap lijkt daardoor op een sneeuwlandschap behalve de stoompluimen. Het water in de



Old Faithful Geyser, Yellowstone National Park. Wyoming



Old Faithful Geyser in eruptie.

geysers en omringende bronnen heeft allerlei kleuren: blauw, groen, geel, bruin en roodachtig, meest ten gevolge van de algen in kleiner of grooter aantal, ook door reflectie en zelden ook door minerale overkorsting. Het afzetten van de geysieriet is een langzaam proces en gezien de dikke zoomen, die om de uitmondningen van sommige geysers afgezet zijn, moet en lange tijd voor de vorming aangenomen worden, zoo voor Castle geysier ongeveer 25000 jaar. De andere in het water opgeloste stoffen worden gewoonlijk afgevoerd, maar soms vindt men ze als overkorstingen, waaronder skorodiet, een waterhoudend ijzerarseniaat, genoemd moet worden.

Er zijn zeven geysier bekkens in het Yellowstone Park en wel:

1. Norris Basin, gedraineerd door de Gibbon rivier: Constant G., Minute Man G. e.a.
2. Lower Geysier Basin: Fountain Paint Pot, Great Fountain G. e.a.
3. Midway Geysier Basin: Excelsior G., Turquoise Pool, Grand Prismatic Springs, Morning Glory Pool e.a.
4. Upper Geysier Basin met de bekendste geysers, o.a. Riverside G., Grotto G., Giant G., Bijou G., Daisy G., Punchbowl Spring, Black Sand Pool, Emerald Pool, Handkerchief Pool, Whistle G., Three Sisters, Castle G., Old Faithfull G., die zeker iedere 67 minuten spuit, Beehive G., Giantess G., Lion G., Lioness G., Economic G., Oblong G. Deze drie bekkens worden gedraineerd door de Firehole rivier, in welks dal nog apart ligt de Lone Star Geysier.
5. West Thumb Geysier Basin met Lake Shore G. en Fishing Cone.
6. Shoshone Geysier Basin en 7. Heart Lake Geysier Basin.

In Mammoth Hot Springs zet het warme water geen kiezel maar kalk af. Dat komt, omdat het hier in den ondergrond door jurassische en cretaceïsche sedimenten, deels kalksteen, gaat en daaruit dus kalk oplost, vermoedelijk kiezel ervoor in de plaats brengend. De cretaceïsche lagen kan men aan den dag zien komen in Mount Everts vlak ten E. van Mammoth, wiens top door bazalten van de onderste groep ingenomen wordt, maar die verder bestaat uit genoemde cretaceïsche lagen, hellend naar het N., dus in het bovenste gedeelte van uitsluitend zandsteen en schalies, op de Zuidhelling ook kalksteenlagen, dus dezelfde, die onder Terrace

Mountain de kalk aan het water leveren, die in de terrassen als travertien wordt afgezet, ook hier deels een chemisch deels een biochemisch proces. Het zijn echter de algen, die voor den horizontalen stand in de travertienterrassen zorgen: het water staat in bekkens of kommen en zoodra het op één punt gaat overstromen, gaan de algen op dat punt door den verschen toevoer sneller groeien en bouwen dus den rand omhoog, zoodat het daar het laagste punt niet meer is. De travertien-afzetting gaat snel, geologisch gesproken, en in ieder geval veel sneller dan de afzetting van de geysieret. En bij Mammoth Hot Springs is te zien, dat travertien-afzetting in terrassen (en dus het bestaan van warme bronnen in het park) al oud is; op den weg naar Gardiner vlak beneden het dorp treden oude terrassen van travertien aan den dag, die zich voortzetten onder Capitol Hill, die uit moraine-materiaal bestaat; die travertien is dus pleistoceen. Bovendien wijst aan de andere zijde van Terrace Mountain de geweldige hoeveelheid travertien, die in sterk geërodeerde partijen, z.g. Hoodoos, voorkomt, er ook op, dat reeds langen tijd travertien afgezet wordt.

Ook in Terrace Mountain is de hoofdkleur sneeuw wit. Het water in de bekkens is bruin tot groen al naar mate er meer of minder algen in voorkomen, soms helder blauw. De temperatuur is iets lager dan bij de geysers.

Het Yellowstone Park is open van 20 Juni tot 19 September. De gewone rondtoer per sightseeing car duurt $4\frac{1}{2}$ dag; 5 dagen en 4 nachten, waarbij overnacht wordt te Mammoth, Old Faithfull Inn, Lake Hotel en Canyon Hotel. Men reist een ochtend of middag en heeft dan gewoonlijk een ochtend of middag op de vier genoemde plaatsen. Het verdient echter aanbeveling langer te blijven. Men doet den rondtoer of „loop” linksom, dus van het N. door het E., S. en W. terug naar het N., als men tenminste in het N. begint. Men kan het park op zes verschillende wijzen bereiken en wel:

1. Uit het N. van den Northern Pacific Railroad, over de zijlijn naar het station Gardiner. Aldaar staan de sightseeing cars klaar, die door het Gardiner dal (gletscherlandschap; cretaceïsche lagen

in Mount Everts) naar Mammoth gaan en daar op den „loop” komen.

2. Uit het NW. van Bozeman (Northern Pacific) of van Gallatin Gateway, een eindpunt van een zijlijn van den Chicago, Milwaukee, St. Paul & Pacific Rr, per sightseeing car langs de Gallatin rivier en verder ongeveer over de westelijke grens van het park naar West Yellowstone, dan verder als 3.

3. Uit het SW. per Union Pacific uit Salt Lake City of San Francisco via Ogden, ook van Cheyenne, Denver en verder Oost via Granger—Pocatello, tot West Yellowstone, waar de sightseeing cars klaar staan om stroomop door het breede dal van de Madison rivier, met fraaie rhyoliet-wanden aan weerszijden, Madison Junction op den „loop” te bereiken.

4. Per auto of motorbus uit het S. of SE., van Lander, Wyoming, het eindpunt van den Chicago & Northwestern Rr, of van het Grand Teton National Park, (slechts per auto bereikbaar), het Yellowstone Park binnentredend bij South Entrance, en verder langs de Lewis rivier, over de Lewis Falls en langs Lewis Lake den „loop” bij West Thumb bereikend.

5. Uit het E., van Cody (eindpunt van een zijlijn van den Chicago, Burlington & Quincy Rr) per auto of motorbus langs een schitterenden weg naar East Entrance en dan naar Lake Junction op den „loop”.

6. Uit het NE., van Cook City, dat alleen per auto of motorbus bereikbaar is. Aldaar kan men den Grasshopper Glacier bezoeken en verder het park ingaan over Soda Butte en Buffalo Ranch en den „loop” bereiken bij Tower Fall Junction.

De beschrijving van den „loop” begin ik bij Mammoth Hot Springs; alhier is het hoofdkwartier van het park (n.b.: permissie voor het verzamelen van handstukken) en dit is de eenigste plaats in het park, die blijvend bewoond wordt. Men moge hier minstens $2\frac{1}{2}$ dag blijven; één voor Terrace Mountain, ook aan zijn achterzijde, waar de Hoodoos zijn; één dag voor de beklimming van Mount Everts met zijn cretaceïsche sedimenten onder den bazalt;

en een halven dag voor den bisonkraal en een tocht naar Gardiner.

De „loop” gaat van Mammoth naar het S., tusschen Terrace Mountain en Bunsen Peak door, dan over een vlak gedeelte met uitzicht op den Gallatin Range, dan langs Obsidian Cliff en Roaring Mountain, de laatste met warme bronnen, en bereikt dan, na Norris Junction, het Norris Geyser Basin. Men regele vooruit, dat men hier een halven dag kan blijven, daar de cars maar een uurtje stil houden. Van Norris gaat men langs de Gibbon rivier stroomaf, waarbij men de fraaie Gibbon Falls passeert, tot Madison Junction, waar de Gibbon zich met de Firehole tot de Madison vereenigt. Dan gaat men het dal van de Firehole rivier stroomop, door Lower, Midway en Upper Geyser Basin naar Old Faithful Inn, gelegen naast den Old Faithful Geyser. Men blijve hier twee dagen; één voor Upper Geyser Basin, een halven voor Midway- en Lower Geyser Basin en een halven voor een tocht te paard, hetzij naar Mystic Falls, hetzij naar Mallard Lake, hetzij naar Solitary Geysers en het uitzichtspunt aldaar.

Van Old Faithfull Inn gaat de „loop” verder de Firehole rivier stroomop, langs Kepler Cascade, komt dan even in het afwateringsgebied van den Grooten Oceaan, met uitzicht op Lake Shoshone, en daalt dan af naar West Thumb aan het Yellowstone Lake, alwaar enkele geysers den aandacht trekken. Van West Thumb kan men door naar het Lake Hotel, zoowel langs den weg als per motorboot over het meer. In Lake Hotel blijve men geen extra dagen tenzij men liefhebber mocht zijn van visschen of tochtjes per motorboot. Men verlaat het meer door het breede dal van de Yellowstone rivier, komt langs enkele warme bronnen en men moet letten op het fraaie meanderen van de rivier en haar zijbeken. Bij Chittenden Bridge, dat is vlak voor Canyon Junction, begint de rivier zich dieper in te snijden en daalt dan spoedig langs twee geweldige vallen in den Yellowstone Canyon af. De weg, die van hier naar het W., naar Norris afslaat, wordt soms in het vroege seizoen gebruikt, wanneer Dunraven Pass nog onbegebaar mocht zijn. In Canyon Hotel blijve men twee dagen; één voor de Oostzijde van den canyon en afdaling erin, een halven dag voor de Westzijde en een halven dag voor een tocht per sight-



Terrace Mountain, Mammoth Hot Springs, Yellowstone National Park, Wyoming.



American Falls, Niagara, van Luna Island.

seeing car naar den top van Mount Washburn (3000 m., andesitisch).

Van Canyon Hotel gaat de „loop“ verder naar het N. over den Dunraven Pass naar Towar Falls (bazalten), Roosevelt Lodge naar Mammoth. Het verdient aanbeveling nog een dag in Roosevelt te blijven om te paard naar de fossiele wouden aan de Lamar rivier te gaan.

Men ziet dus, dat ik aanraad 6 extra dagen te nemen bij de $4\frac{1}{2}$ van den officieelen rondtoer. Heeft men meer tijd, dan kan men alsnog bezoeken: Electric Peak van Mammoth uit; Lone Star Geyser en Shoshone Geyser Basin en Shoshone Lake van Old Faithful Inn uit; het uiterste SW., door de Falls rivier gedraineerd; Lewis Lake, Heart Lake Geyser Basin en Heart Lake van West Thumb uit; tenslotte den Grashopper Glacier bij Cook City. Maar het lijkt me meer aan te bevelen in dat geval Yellowstone Park in het Zuiden te verlaten en het Grand Teton National Park te bezoeken, alwaar toppen van palaeozoische kalksteen op archaeischen ondergrond zich verheffen, meer dan 2000 m. boven Jackson Lake en 4000 m. boven zee.

Chicago.

Te Chicago, in het Grant Park aan den oever van het Michigan Meer, bevindt zich het Field Museum of Natural History, waar heel wat op geologisch, mineralogisch en palaeontologisch gebied te zien is en dat slechts weinig onderdoet voor het American Museum te New York.

Niagara Falls.

De Niagara waterval bezoekt men het beste per auto-trip van Buffalo en niet per trein naar Niagara Falls City. Een dag is ruim voldoende voor dat bezoek en daar Buffalo verder niet veel bezienswaardigs heeft, kan men dus des morgens vroeg arriveeren en met een avondtrein zijn reis vervolgen.

Buffalo ligt aan het Erie meer. Vlak beneden het punt, waar de Niagara rivier dat meer uit stroomt, gaat men over den Peace Bridge die rivier over en komt te Fort Erie aan de Canadian side van de rivier. Men volgt dan de rivier stroomafwaarts door een weinig heuvelachtig landschap. De rivier stroomt hier langzaam en niets doet vermoeden, dat enkele kilometers verder de wereldberoemde waterval is. Pas bij den inlaat van het water voor de waterkrachtinstallatie te Chippawa ziet men de eerste stroomversnellingen; Upper Rapids. Spoedig daarna is men in het Queen Victoria Park, waarvan men het beste gezicht op de vallen heeft. Hier ook kan men door een schacht en een tunnel aan den binnenwand van den waterval komen.

De waterval is 50 m. hoog, dat is juist de helft van het niveauverschil tusschen het Erie en het Ontario meer. Tusschen hier, de Canadian side, en Goat Island heeft men de Horseshoe Falls, 1000 m. lang, in hoefijzervorm, richting der lijn van de zijpunten ongeveer N 80° E; de grens tusschen Canada en de U. S. is in het midden hiervan. Daarop volgt de wand van Goat Island, 400 m. lang, richting ongeveer N 30° E, en dan de American Falls, ruim 300 m. lang, in dezelfde richting en slechts weinig naar achteren uitgesneden. Over de American Falls stroomt 6 %, over de Horseshoe Falls 94 % van het water van de rivier.

Het harde gesteente, dat het bovenste gedeelte van den waterval inneemt, is de Lockport-dolomiet, daaronder komen de Rochester-mergels, dan de Clintonkalk en dan, verder stroomafwaarts de Medina-zandsteen met aan hun basis het Oneida-conglomerat. Op de Lockport-dolomiet ligt de Guelph-dolomiet en al deze lagen samen vormen het Niagaran, d.i. het onderste der drie gedeelten van wat men in Amerika het Siluric of Ontaric noemt, bij ons in Europa echter het boven-siluur of gothlandien, daar wij meestal het ordovicium niet als een apart systeem nemen, maar als de onderste helft van het siluur. Men zij er dus op verdacht, dat, wanneer men deze lagen de basis van het siluur hoort noemen, zulks niet overeenkomt met de basis van het siluur van Europa. Inderdaad zijn de fossielen van het Niagaran, voorzoover kalkig, typisch voor de Wenlock-kalken.

Men vervolgt den autotocht langs de Canadeesche zijde, bezoekt de Lower Rapids, juist beneden de bruggen, dan den Whirlpool en tenslotte het Brock Monument bij Queenston. Van de Falls tot hier is de rivier in een diepen canyon ingesneden, terwijl het landschap maar heel weinig naar het N. daalt. Bij dit monument echter is er een plotselinge helling omlaag, waardoor benedenstrooms van hier de rivier weer een ondiep ingesneden bed heeft. Van hier heeft men een uitzicht naar het N., naar het Ontario meer, waar men de rivier zich in ziet storten. Het is dus van dit punt vlak boven de plaatsjes Queenston in Canada en Lewiston in de U. S. dat de waterval door terugschrijdende erosie achteruit gegaan is tot zijn plaats van tegenwoordig. Zijn achteruitgang is gemeten op 1,30 m. per jaar, gemiddeld over zijn geheele breedte, dus meer en wel ongeveer het dubbele in het midden van den waterval. Voor de berekening van den tijd, benoodigd voor het terugschrijden van Brock Monument tot de tegenwoordige plaats, worden door verschillende onderzoekers de bijkomende omstandigheden verschillend in aanmerking genomen, maar de berekening van Spencer ad 32000 jaar kan als de beste beschouwd worden. Nu is de Niagara rivier ontstaan na het terugtrekken van het ijs van de laatste, Wisconsin-ijstijdperiode, gedurende welk tijdvak de oorspronkelijke meer westelijk gelegen verbinding tusschen de Erie en Ontario meren met moraine-materiaal opgevuld werd. Daar ook voor den tijd benoodigd voor het terugtrekken van de Wisconsin-ijskap van zijn uitersten stand tot Brocks Monument een groot aantal jaren genomen moet worden, kan men het tijdstip van verste uitbreiding der laatste ijstijdperiode in Amerika schatten op ongeveer 50000 jaar geleden.

Van Brock Monument keert men terug, eerst langs de Canadian side, maar dan steekt men de rivier over, komt door Niagara Falls City bij de American Falls en gaat hier over een brug vlak boven die vallen naar Goat Island, waar men zich dus vrijwel in het centrum van den waterval bevindt. Men kan hier tot aan den voet van den waterval afdalen. Met een zijbrug komt men op Luna Island. Niet ver van hier, in de richting van de American side, is in den nacht van 17 op 18 Januari 1931 een geweldig stuk van

den bovenrand ingestort, en wel een stuk in V-vorm, 50 m. breed en 50 m. diep stroomopwaarts; daardoor heeft de uithollende werking op de onderliggende lagen hernieuwde kracht gekregen.

Terugkeerende naar Buffalo ziet men niets bijzonders meer. Nog zij opgemerkt, dat men bij dezen rondtoer geen angst behoeft te hebben voor moeilijkheden met de immigratie-autoriteiten.

New York City.

Manhattan en zijn voortzetting naar het N., de voorstad Bronx, bestaan uit archaeozoische (archaeische) gesteenten, welke beschouwd worden als het equivalent van de Grenville groep in Canada. Hier zijn het de Fordham gneis, in Bronx en Yonkers, en daarop discordant een groep bestaande uit de Lowerre-kwartsiet (o.a. in Zuid Yonkers), de Inwood-dolomiet (o.a. aan weerszijden der Harlem rivier) en de Manhattan-glimmerschisten, die op Manhattan overheerschen en bijv. in Central Park aan den dag treden. Tusschen deze archaeische gesteenten zijn intrusies van stollingsgesteenten, welke men als algonkisch beschouwt, zoo b.v. de serpentijn op Staten Island.

Ten W. van de Hudson is de Newark-groep, van boventriassischen ouderdom, hellend naar het NW. In het onderste gedeelte hiervan is een intrusie van diabaas, parallel aan de lagen, welke zich van Staten Island over Jersey City en Hoboken verder langs den Westoever van den Hudson naar het N. uitstrekt tot Haverstraw: de Palisades, een duidelijke wand, soms 200 m. hoog. Naar het W. gaande is van de andere triassische lagen niet veel te zien tot aan Passaic, daar het gebied hier door de pleistocene gletschers uitgehold is, er in postglacialen tijd een groot meer, Lake Hackensack, aanwezig was en het nu een alluviale, deels moerassige vlakte is.

De laatste Wisconsin-ijstijdperiode heeft zijn ijs net tot New York gebracht. Aan de Noordzijde van de stad ziet men op vele plaatsen roches moutonnées, vaak ook bodems met gletscherkrassen en vele erratica, zoo in de New York Zoological Garden in Bronx. De eindmoraines, soms over 100 m. dik, zijn o.a. in

Brooklyn en op Staten Island. Op Manhattan kan men hier en daar grondmoraine-materiaal zien en fluvioglaciaal terrein is vooral aan de SE zijde van Brooklyn.

Een reliefkaart, tevens geologisch model, van New York en omstreken kan men bezichtigen in het American Museum of Natural History, op den hoek van 79th str. en Central Park. Een bezoek aan dat museum brenge men in ieder geval. Behalve dit zijn er nog vele andere geologische modellen, zoo van de Yosemite Valley, van den Grand Canyon e.a., dan een fraaie collectie van gesteenten, mineralen, fossielen en palaeolithische voorwerpen. Onder de fossielen moeten speciaal de Dinosauriërs genoemd worden.

Washington, D. C.

Wie de hoofdstad bezoekt, vergete niet het U. S. National Museum, beheerd door de Smithsonian Institution. In het nieuwe gebouw zijn fraaie geologische, petrographische, mineralogische en palaeontologische collecties.

DE KARTEERINGSOEFENINGEN IN DEN EIFEL EN HET TEUTOBURGERWOUd.

Sedert den zomer van 1928 werden op instigatie van de hoogleeraren Brouwer en Molengraaff geologische karteeringsoefeningen voor derdejaarsstudenten gehouden in den Eifel (omgeving van Trier) en in het Teutoburgerwoud (omgeving van Bielefeld). Deze oefeningen bleken in een lang ontbeerde behoefte te voorzien, zoodat de animo en de belangstelling van de zijde der studenten groot waren; zoo groot, dat sommige studenten in den volgenden zomer vrijwillig, hetzij in het andere der beide gebieden, hetzij in de Alpen, opnieuw gingen karteeren.

Met het vertrek van de bovengenoemde hoogleeraren werden deze oefeningen onderbroken. De mogelijkheid bestaat echter, dat zij in de naaste toekomst weer hervat worden. Derhalve volg hier een kort overzicht van het voor deze oefeningen — wegens zijn interessante tectoniek en zijn zoo rijke stratigraphische geleiding op klein bestek — meest geschikte gebied, i.c. het Teutoburgerwoud. Bij eventueele hervatting der oefeningen zou dit overzicht tot leiddraad kunnen dienen.

Aan de oefeningen ging een inleidende excursie langs de meest instructieve ontsluitingen vooraf. Vervolgens kregen de studenten elk een gebied van 3 bij 4 K.M. in omstreeks drie weken te karteeren, bij welk werk zij met regelmatige tusschenpoozen assistentie kregen en gecontroleerd werden. Het groote verschil in resultaten, bereikt in de eerste, tweede en laatste week bewees voldoende de noodzakelijkheid van het houden dezer oefeningen.

HET TEUTOBURGERWOUD
(i.h.b. tusschen Halle i. W. en Detmold)
door Dr. Ir. L. van Houten.

Het Teutoburgerwoud is de langgestrekte bergrug, die, deel uitmakende van de midden-Duitsche „Schollengebirge”, de schollen van Munster en Osnabruck scheidt, en daarbij tevens de waterscheiding vormt tusschen Wezer en Ems.

In een vanaf Rheine ononderbroken heuvelreeks is het Teutoburgerwoud te vervolgen van Bentheim tot bij Herste en Driburg ten O. van Paderborn. De heuvelrij is smal en steil, met een in het landschap sterk geprononceerde kamlijn, maar dit „morphologische” Teutoburgerwoud is slechts een onderdeel, een stam van het eigenlijke Teutoburgerwoud, dat een veel breeder strook inneemt, maar grootendeels door het transgressieve, discordante krijt, dat ook over de Rheinisch-Westphälische Masse ligt, bedekt is en zich derhalve in de topographie nauwelijks doet gelden; eigenlijk alleen in het oostelijkst gedeelte, waar de krijtbedekking reeds door erosie verdwenen is. Dit gebergte wordt „Eggegebirge” genoemd, terwijl het „morphologische” Teutoburgerwoud den naam „Osning” draagt.

Het is een voor de hand liggende veronderstelling, dat aan deze tegenstelling in morphologie ook een verschil in genese ten grondslag ligt, en deze veronderstelling is inderdaad juist. Zooals reeds boven werd gememoreerd, maakt het Teutoburgerwoud deel uit van het Midden-Duitsche Schollengebirge, dat aan het einde van het Mesozoïcum ten tijde van de saxonische bergvorming is ontstaan. Volgens de oorspronkelijke, oude opvatting, die reeds door E. Suess (Antlitz der Erde III) gehuldigd werd, zou het Teutoburgerwoud een langgestrekte, smalle horst zijn. Het zouden slechts verticale bodembewegingen geweest zijn, die tot het ontstaan der

Midden-Duitsche horstgebergten leidden. Doch in het begin van deze eeuw heeft Stille aangetoond, dat plaatselijk ook horizontale bewegingen, die plooiing tengevolge hadden, bij de vorming van deze gebergten, en van het Teutoburgerwoud i.h.b., een zeer belangrijken rol gespeeld hebben. Het uitzonderlijk groot aantal breuken, dat daarnevens gevormd is, en die geleid hebben tot het uiteenvallen van het gebergte in tal van kleine horstjes en slenken, vertroebelt op vele plaatsen wel eenigszins het zuivere plooiingsbeeld, doch dit laat zich toch overal goed reconstrueeren, en in den Osning is de plooiing zelfs zoo intensief geweest, dat zij het ontstaan van een uitgesproken ketengebergte, waarin zelfs overschuivingen voorkomen, tengevolge had.

Echter, in hoofdzaak hadden we in Midden-Duitschland toch met epirogenetische bewegingen te doen. De plooiing beperkte zich slechts tot betrekkelijk smalle, beweeglijke zwaktezones tusschen meer starre schollen. Deze starre schollen noemt Stille „Rahmen”, de zwaktezones (o.a. Teutoburgerwoud, den bergrug Wiehengebirge—Wesergebirge, etc.) de „gerahmte Felder”. Zooals gezegd, beperkte de „Rahmen-faltung” zich slechts tot deze smalle zones. Het was een epidermisplooiing, waaraan vrijwel uitsluitend het Mesozoïcum deelnam. De varistisch geplooiide ondergrond was te star, om aan de saxonische plooiing deel te nemen, die bovendien een bewegingsrichting had, die vrijwel loodrecht op de varistische bewegingsrichting staat. Maar de hercynische ondergrond deed zijn invloed wel gelden; zijn starheid was de oorzaak voor de vorming der zoo uiterst talrijke breuken in de saxonische gebergten.

Ook in het Teutoburgerwoud, dat een W.N.W.—O.Z.O.¹⁾ strekking heeft, hebben we met een opperhuidsplooiing te doen, waaraan slechts de mesozoïsche sedimenten deelnamen. Deze waren afgezet in een naar het Noorden langzaam dieper wordend bekken,

1) Stille verbindt nog aan deze strekking het begrip „hercynisch”. Thans noemen we slechts „hercynisch”, wat te maken heeft met de jong-palaeozoïsche bergvorming. In het bovenstaande zijn „hercynisch” en „varistisch” dus aanduidingen voor dezelfde bergvorming. Maar aan het woord „varistisch” is tevens het begrip Z.W.—N.O.-strekking gebonden, terwijl met „hercynisch” de jong-palaeozoïsche bergvorming i.h.a. aangeduid wordt.

discordant op het reeds gepeneplainiseerde, varistisch geplooid gebied. De facies vertoont het normale, bijlandsche beeld van de Germaansche Trias en in de Jura bleven dezelfde condities heerschen. Het was een neritische zee, waarvan de kustlijn, hoewel aan zekere schommelingen onderhevig, niet ver weg zuidwaarts lag tusschen het tegenwoordige Teutoburgerwoud en het Ruhrgebied.

Ten tijde van de Jura begon zich nu geleidelijk een bekken, een smalle trog, te ontwikkelen tusschen de „Rheinisch-Westphälische Masse” en de schol van Osnabrück—Herford. Uit deze trog, die van te bescheiden afmetingen was, om met het begrip geosynclinaal geassocieerd te worden, en daartoe ook nog andere karakteristieke eigenschappen miste, is nu in eenige opeenvolgende fasen het Teutoburgerwoud opgeplooid. De eerste fase kondigde zich reeds in de Malm aan. Het is de zoogenaamde „kimmerische phase”, welks uitingen door geheel Duitschland en O. Europa tot aan de Krim toe — waaraan deze periode van bergvorming zijn naam dankt, omdat zij zich in de Krim het duidelijkste manifesteerde — te vervolgen zijn. De kimmerische phase is een voorphase van de saxonische bergvorming. Zij is te vergelijken met de juvavische phase der Alpen, al is het verschil in orde van grootte tusschen alpine en saxonische bergvorming te groot, dan dat men verder met de Alpen analogien zou mogen trekken; eerder met de Zwitsersche Jura. Maar evenals bij de juvavische phase wordt tijdens de kimmerische slechts een deel van den trog bij de plooiing betrokken. Slechts de zuidrand wordt geplooid tot het Eggegebirge, langs welks noordrand de trog zich nog iets accentueerde tot een soort „Vortiefe”. Het Eggegebirge en het zuidelijke achterland werden tijdens de kimmerische bergvorming tevens tijdelijk boven zee verheven, en aan intensieve denudatie onderworpen, hetgeen aanleiding geeft tot verhoogde sedimentatie in den trog, welks kustlijn zich thans vrijwel ter plaatse van den tegenwoordigen Osning bevond.

Toch deed de kimmerische plooiing ook in dezen trog, uit welke eerst aan het einde van het Krijt de Osning gevormd werd, zijn invloed gevoelen, en drukte zijn stempel op de stratigraphie. In

de malm nemen we stratigraphische hiaten waar, en flauwe discordanties van secundair belang. In plaats van de „Korallenoolith“, een koralligene open-zee-afzetting, die we nog even ten N. van het Teutoburgerwoud aantreffen, wordt hier een zandsteen gevormd. Het afwisselen van fijn- en grofklastische sedimenten in de serpulietgroep (Boven-Malm) getuigt van een krachtige orogenese in het zuiden van ons gebied, waarvan het serpulietconglomeraat nog sterker spreekt. Men zou het de „saxonische Nagelfluh“ kunnen noemen. Het bestaat uit trias- en jurarolsteenen, kenmerkend de afbraakproducten van het Eggegebirge en het zuidelijke achterland. De Gerölle bereiken hoofdgrootte en worden groter, naarmate men zuidwaarts meer het Eggegebirge nadert, kleiner, naarmate men zich er noordwaarts van verwijderd, hetgeen natuurlijk zijn oorzaak vindt in het langduriger transport.

In den trog gingen nu condities heerschen, die sterk doen denken aan de omstandigheden, die in het carboon langs den noordrand der hercynische, in het tertiair langs den buitenrand der alpine ketengebergten heerschten. Wij zijn hier n.l. in de randzone van een tectonisch actief gebied, waar nog, naast vrij sterke bodembewegingen, gelijktijdig sterke denudatie optreedt, en versterkte sedimentatie in den randtrog (voordiep). Dergelijke gebieden zijn zeer gunstig voor koolvorming, hetgeen ook in het Teutoburgerwoud het geval is. De koollagen van het Weald, die plaatselijk in ontginning zijn, werden gevormd temidden van dikke, detritische sediment-pakketten, die sediment-petrographisch ten nauwste verwant zijn aan het carboon van het Rheinisch-Westphälische kolengebied.¹⁾

Langzaam verplaatste de kustlijn zich nu echter weer zuidwaarts; de cretaceïsche transgressie nam een aanvang. In den Osningtrog neemt men geen discordanties waar tusschen Krijt en oudere gesteenten, doch wel in het Eggegebirge, dat discordant door vlakliggend en niet meer gedислоceerd Krijt is bedekt.

¹⁾ Daarvan zullen ze ook wel de afbraakproducten zijn, aangezien ten tijde van de boven-malm (serpulietgroep) reeds jura en trias van dit gebied aan afbraak onderhevig waren, gelijk uit de samenstelling van het serpulietconglomeraat blijkt.

Aan het eind van het Krijt (na de Emscher), trad nu de hoofdphase der saxonische orogenese in, die den Osning tusschen het bekken van Westphalen en dat van Herford—Osnabrück op plooide tot een ketengebergte. In eersten aanleg hadden we te

1 Boschrijke zone. 2

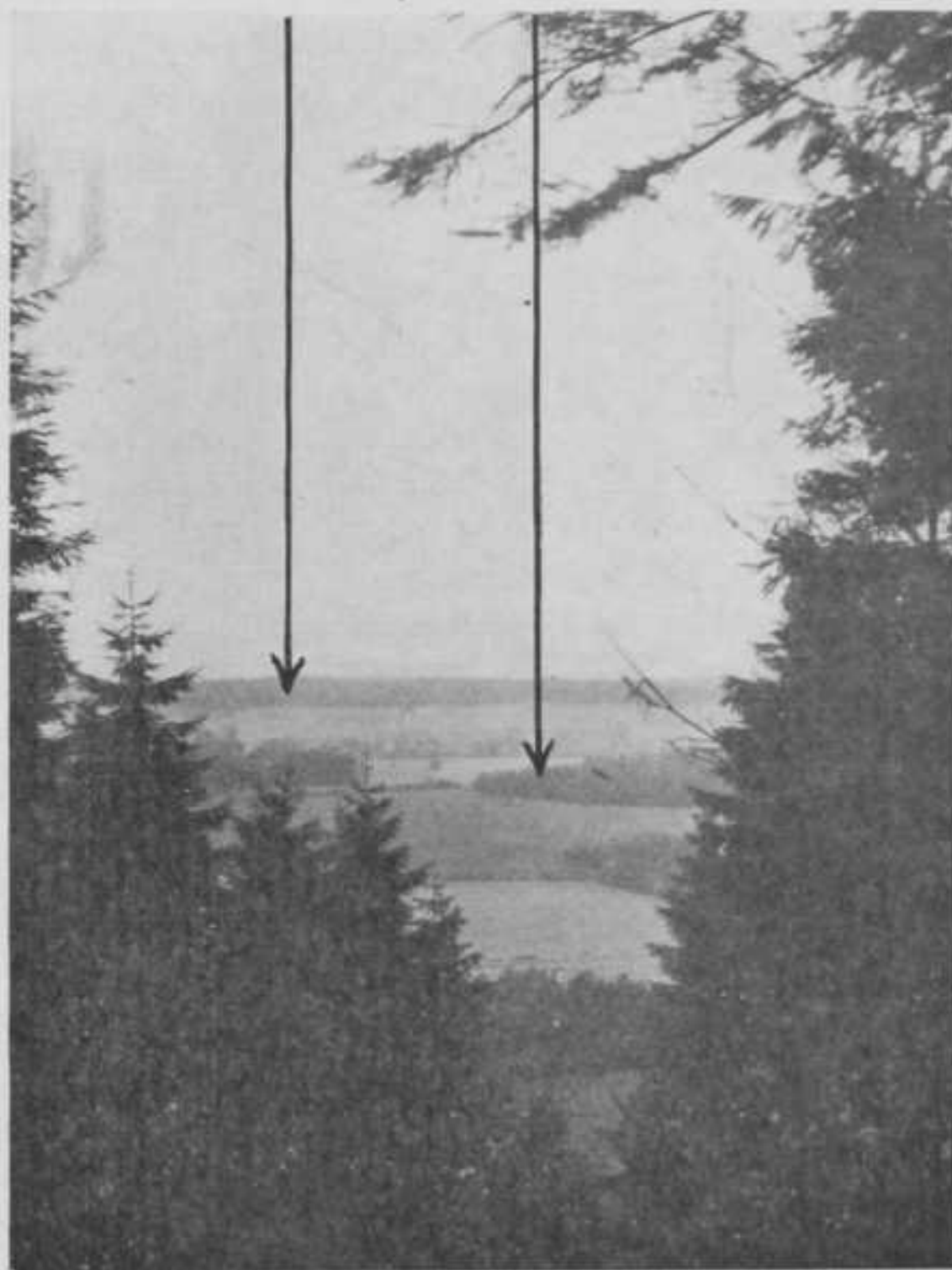


Fig. 1. (Photo Van den Dungen).

Gezicht naar het N. vanaf den Osningkam.

De photographie vertoont het normale beeld van het Teutoburgerwoud: twee parallele schelpkalkruggen van den vlak hellenden noordvleugel, onderling en van den overkipten Osningzandsteen in den zuidvleugel door lengtedalen gescheiden.

1. De rug van trochitenkalk en nodosus-lagen.
2. De Wellenkalkrug. Tusschen beiden in ligt het dal van de anhydrietgroep, waarin echter ook de Hassbergzone aan den dag treedt.

Het dal tusschen den Wellenkalkrug en den Osningzandsteen wordt ingenomen door het röt.

doen met een steilen plooi, die steeds meer zuidwaarts overkipt werd, en welks noordvleugel, vergeleken met den zuidvleugel (80°), een betrekkelijk geringe helling (20° — 30°) bezat. Deze overkipping kon maar tot een zekere grens gaan, waarna de plooi moest breken; de noordvleugel schoof vervolgens langs een noordhellend overschuivingsvlak op den zuidvleugel. Vroeger meende men, dat dit overschuivingsvlak heel steil stond, maar volgens de nieuwere interpretaties, die voornamelijk berusten op bij diepboringen verkregen gegevens, neemt dit overschuivingsvlak een steeds vlakkeren stand in.

Overigens levert het gebergte een zeer eenvoudig beeld, afgezien van de vele kleinere breuken, die reeds genoemd zijn, en die hun ontstaan te danken hebben aan den starren, hercynischen ondergrond, en mede afgezien van eenige belangrijke transversaalbreuken, die tot het ontstaan van passen aanleiding gaven (Wistinghausen, Bielefeld-Gadderbaum, Borgholzhausen). Ook op de topographie drukt het tectonische beeld zijn stempel. Nadert men het gebergte vanuit het Noorden, dan ziet men drie parallele kammen, gescheiden door lengtedalen. (fig. 1). De eerste kam wordt gevormd door de harde gesteenten der bovenste schelpkalk, het volgende dal door de zachte lagen der anhydrietgroep, waarachter zich de rug van de Wellenkalk verheft. Er volgt weer een dal, van het röt. Dit dal

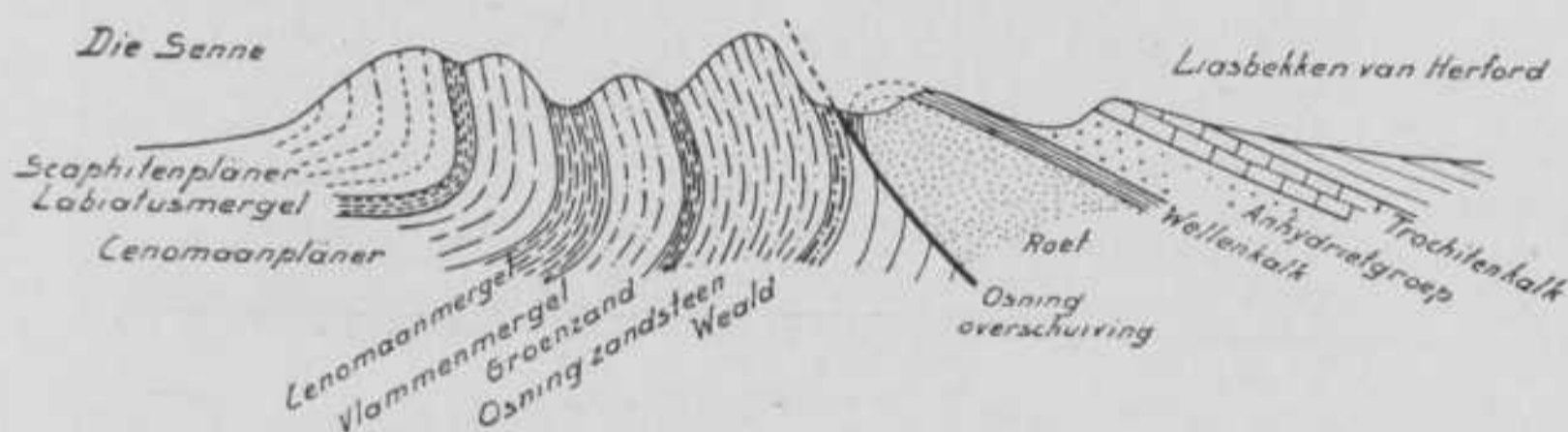


Fig. 2.

Schematisch profiel door het Teutoburgerwoud.

markeert tevens den dagzoom van de Osningoverschuiving. Als een steile wal verheffen zich ten Z. van het röt lengtedal dan de overkipte lagen van het krijt, die tevens de meest resistente gesteenten zijn en derhalve den kamlijn en hoofdwaterscheiding vormen, die

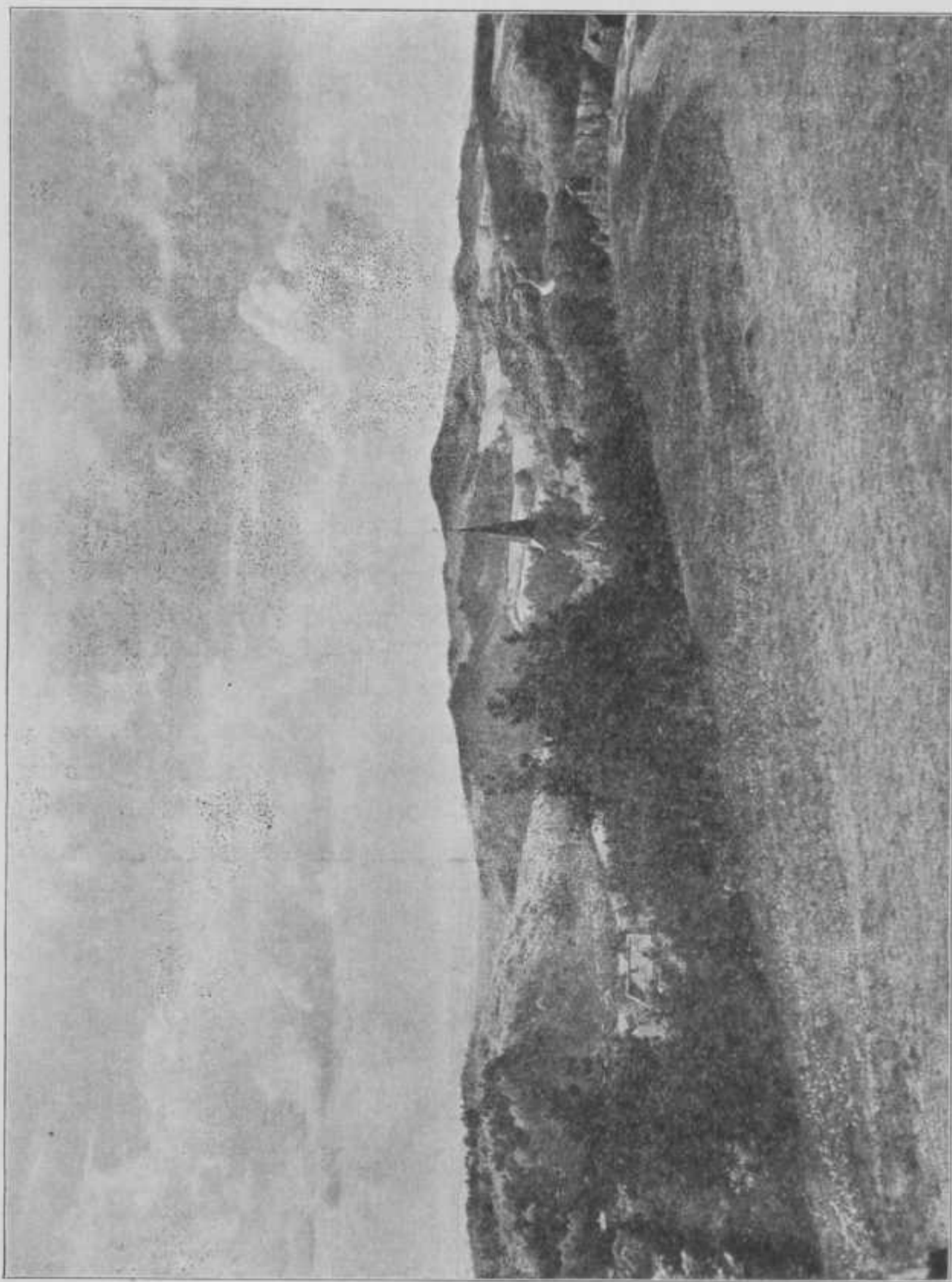


Fig. 3. Gezicht van den Tönsberg op Oerlinghausen en het Teutoburgerwoud.

De photo is genomen vanaf den Osningzandsteenrug, die zich rechts op de photo tot aan den horizon laat vervolgen. Doordat plaatselijk het groenzand is uitgewald, wordt deze rug door Osningzandsteen en vlammenmergel gevormd, doch verder op den achtergrond zien we, hoe het groenzanddal zich weer tusschen zandsteen en vlammenmergel invoegt.

Het breede lengtedal links van den Osningrug wordt ingenomen door de cenomaanmergels. Vervolgens verheft zich de hier zeer hooge kam van de cenomaanpläner; de derde verheffing, van de turoonpläner, door de labiatuluslagen van het cenomaan gescheiden, komt op deze illustratie minder tot zijn recht.

nergens in zijn geheel door eenige rivier doorstroomd wordt. De afwisseling van harde en zachte gesteenten van het krijt veroorzaakt ook ten Z. van den door den Osningzandsteen ingenomen hoofdkam een regelmatige opeenvolging van ketens en lengtedalen (fig. 3 en fig. 12), terwijl bovendien de vegetatie kennelijk zeer afhankelijk is van den aard van het gesteente. Zoo groeien er slechts dennen op Osningzandsteen en vlammenmergel (fig. 4), loofhout op de Plänerkalken en Wellenkalk en een afwisseling van

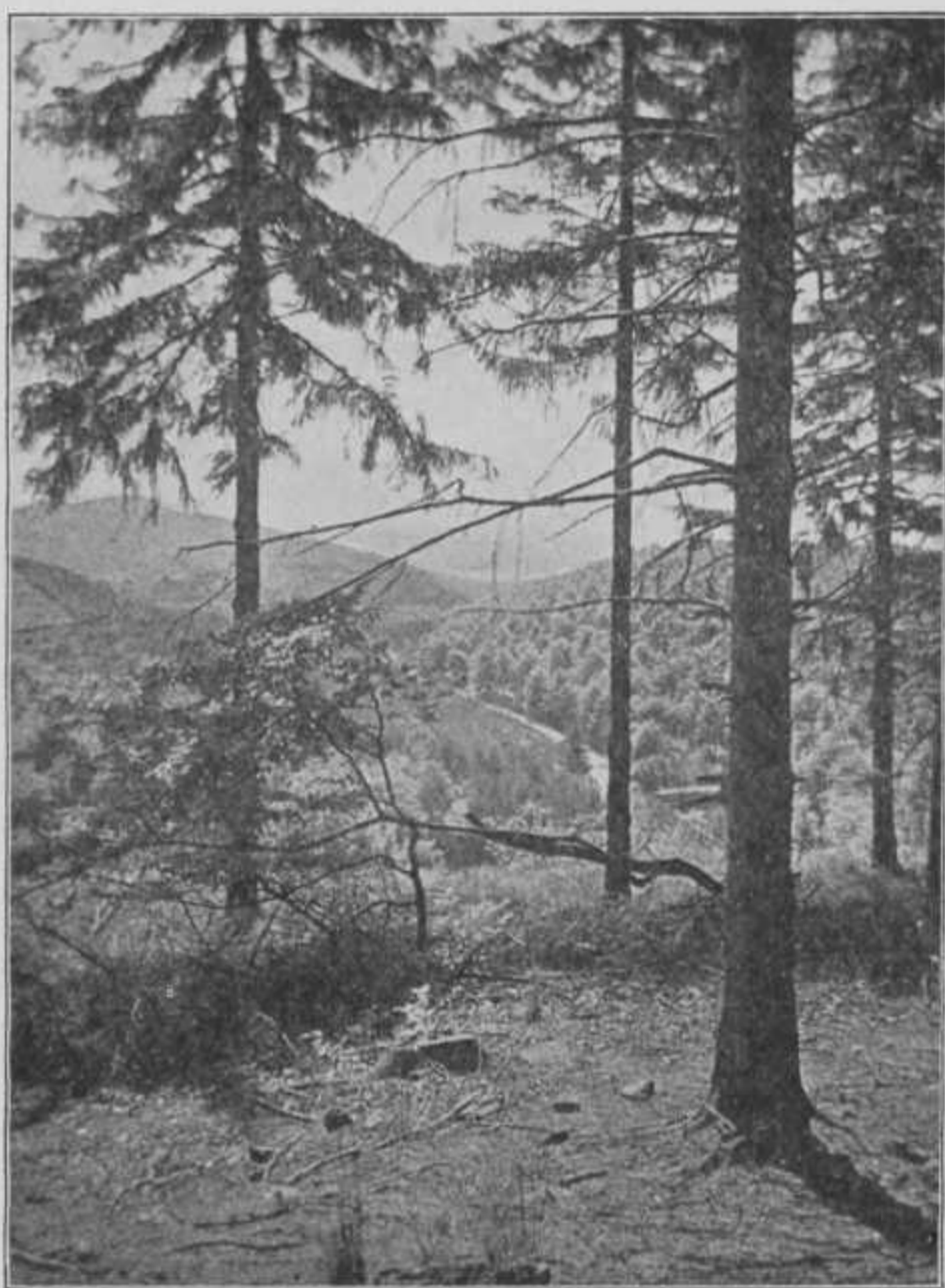


Fig. 4.

Boschgezicht in het Krijtlandschap nabij Bielefeld. Dal der cenomaanmergels tusschen cenomaanpläner (rechts) en vlammenmergel (links en voorgrond).

loofhout en kreupelhout op den noordelijken schelpkalkrug, terwijl daarentegen lias en keuper, anhydrietgroep, röt en cenomaanmergel door weiden en akkers bedekt zijn.

Niets zou nu dit regelmatige beeld (fig. 2) verstoren, afgezien van de verschubbingen in den noordvleugel, indien niet in het anhydrietlengtedal tusschen de trochitenkalk en Wellenkalk jongere gesteenten (keuper, lias, dogger en malm) in lange, smalle, onderbroken zone's ¹⁾ aan den dag traden. Oorspronkelijk trachtte men hiervan met behulp van normale verschuivingen en „Staffel“-breuken eene verklaring te geven, die echter steeds minder voldeed. Vooral, toen men steeds meer vlakke overschuivingen in

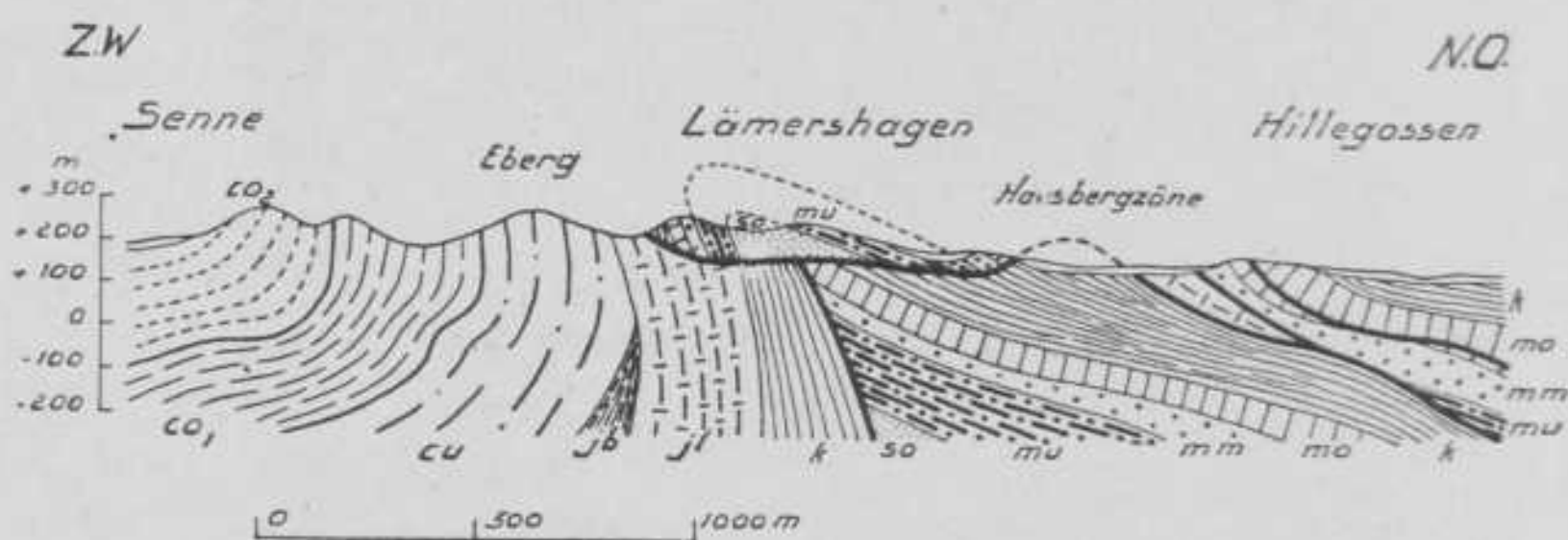


Fig. 5.

Geologisch dwarsprofiel door het Teutoburgerwoud ter hoogte van Hillegossen (volgens Mestwerdt).

cc₂ Turoon, co₁ Cenomaan, cu Neocoom, jb Dogger, jl Lias, k Keuper, mo Bovenste schelpkalk, mm Anhydrietgroep, mu Onderste schelpkalk, so Bondzandsteen.

den Osning leerde kennen. Men merkte op, dat de schelpkalk aan weerszijden van de Hassbergzône volmaakt dezelfde helling heeft, zoodat men geneigd zou zijn, deze over de Hassbergzône te verbinden met den anderen schelpkalkvleugel, terwijl op de plaatsen, waar de Hassbergzône onderbroken is, dit inderdaad ook door de schelpkalk geschiedt, die dan werkelijk beide vleugels normaal verbindt. Diepboringen in Gräfinhagen, Niederbarkhausen en Wistinghausen toonden inderdaad het voorkomen van jongere gesteenten onder oudere aan, terwijl de waarnemingen, die men bij

1) Hassbergzone genaamd.

spoorwegaanleg deed (Querpass van Bielefeld-Gadderbaum, tunnel van Altenbeken) erop wezen, dat de bouw van het gebergte zeer veel gecompliceerder was, dan men op grond van ontsluitingen en morphologie meende te moeten aannemen. Zoo zijn Stille en Mestwerdt dan tot de veronderstelling gekomen, dat de Hassbergzone een venster zou zijn, en de middelste schelpkalkrug een wortellooze massa, die langs een horizontaal, door de latere plooiing nog wat gebogen overschuivingsvlak, over de jongere gesteenten heengeschoven zou zijn.

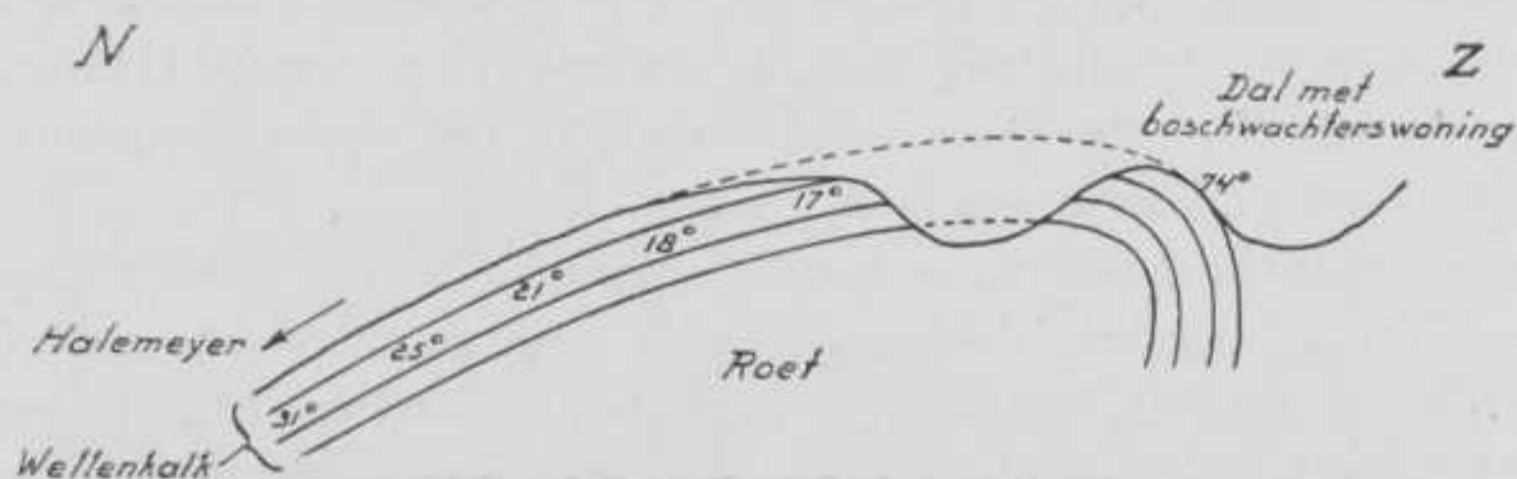


Fig. 6.

Anticlinaalkern ten Z. van Halemeyer.

Veel is in deze opvatting, zooals Stille en Mestwerdt zelve toegeven, nog onzeker. Het is heel moeilijk, om zich in een dergelijk smal en klein gebergte ($3\frac{1}{2}$ K.M. breed) bewegingen van alpine maatstaf voor te stellen, ook al bestaat de opmerkelijke overeenkomst, dat, evenals in de Alpen, de Hassbergvensters slechts ontbloot zijn tegenover de zones van sterkste overkipping, d.w.z. op de culminaties der gebergteas. Maar welke is de drijvende kracht geweest, die deze betrekkelijk dunne laagpaketten discordant deed schuiven over de steilstaande lagen van den ondergrond (fig. 5) en deze lagen bij wijze van spreken glad deed afsnijden. Waarom nemen we in den noordvleugel niets waar van vergruizingen of andere verschijnselen van dislocatiemetamorphose, terwijl toch reeds dergelijke verschijnselen in het veel minder sterk gediscoceerde Krijt van den zuidvleugel wel zijn aan te treffen. Moeilijk is ook met deze verklaring de zeer fraaie anticline (fig. 6) overeen

te brengen, die we ten Z. van Halemeyer en Meier zu Selhausen waarnemen. En evenmin passen in het mechanisme der bergvorming, zooals Stille en Mestwerdt zich dat voorstellen, de vele verticale breuken, terwijl men in het veld (doch wel in tunnel- en boorprofielen) vrijwel nergens vlakker liggende verschuivingen aantreft.

Echter, de gegevens, die wijzen op een veel gecompliceerder bouw, die bovendien het voorkomen van oudere op jongere gesteenten aantoonen, en tectonische herhalingen, zijn te talrijk en te bewijskrachtig, om ze zonder meer te ontkennen en uit den weg te gaan, en voorloopig vormen de profielen van Stille en Mestwerdt wel de beste werkhypothese om tot uitgangspunt van nieuwere onderzoekingen te dienen.

De plooiing had plaats in het Bovenste Krijt; althans de Emscher heeft er nog aan deelgenomen.¹⁾ Daarna werd het gebied land; alle gesteenten, jonger dan Emscher, ontbreken. Slechts aan den Doberg in het liasbekken van Herford neemt men discordant oligoceen waar, dat erop wijst, dat de oligocene transgressie althans tot nabij het Teutoburgerwoud doordrong. De eenige afzettingen van jongen datum behooren tot het diluvium. In het noorden reikte het landijs tot bij het Teutoburgerwoud, dat er ten deele mee bedekt geweest is, zooals erratica bewijzen; het ijs is zelfs plaatselijk waarschijnlijk nog over den Osningkam gestroomd, doch vermoedelijk niet meer over de plänerruggen

¹⁾ Over de oorzaken van deze compressie, die geleid heeft tot een onderschuiven der Rheinisch-Westphälische Masse onder de schol van Herford-Osnabrück, of omgekeerd tot het opschuiven van deze laatste schol op de Rheinisch-Westphälische Masse, bestaan verschillende theoriën. Wellicht, dat de saxonische orogenese tenslotte zijn grondoorzaak vindt in het paroxysme der alpine bergvorming, dat zich juist ver weg in het Zuiden begon af te spelen, en in Europa in eersten aanleg tot de vorming van plis de fond, waaraan de horsten gebonden zouden kunnen zijn, zou geleid hebben.

Verder bestaat er de „scheefschollentheorie” van Quiring, die meent, dat de schol van Münster scheef gezet is en steeds meer eenzijdig bleef dalen, terwijl de schol van Osnabrück achterbleef, waardoor er een Gelenk- of Stufenfalte ontstond. Bij dit proces zou men aan den noordrand van de schol van Münster compressie moeten krijgen, doch men zou tevens als compensatie een „Zerrungszone” mogen verwachten aan de zuidzijde van deze schol. Inderdaad meent Quiring, in de Nederrijnsche schollenbreukzone het compenseerende equivalent van de Osning-drukzone te mogen zien, en in de Ennepetalabbruch dat van den drempel van Winterswijk.

gekomen. Het landijs heeft de vruchtbare grondmoraines afgezet, en in de interglaciale en post-glaciale tijdperken is, eveneens aan de noordzijde, de löss tot afzetting gekomen. Gezien vanaf de Osning-toppen, is het noordelijke voorland een toonbeeld van vruchtbaarheid en lieflijkheid, een bonte afwisseling van graanvelden, akkers, bosch en kleine dorpjes. Geheel in tegenstelling hiermee is het dorre landschap van de Senne (fig. 7) aan den zuidvoet,



Fig. 7.

Heidelandschap in de „Senne”.

Op den achtergrond de steile keten van de turoonpläner.

dat bestaat uit onvruchtbare diluviale en recente afbraakproducten, zanden vooral, van den zuidelijken Osningvleugel. Troostelooze, eenzame, spaarzaam beboschte heiden en zandverstuivingen strekken zich uit tot waar zich de fabrieksschoorsteen en mijnschachten van het nijvere Westphalen verheffen. En als een lange scheidsmuur ligt daartusschen de golvende, dicht beboschte heuvelrug van den Osning (fig. 8).

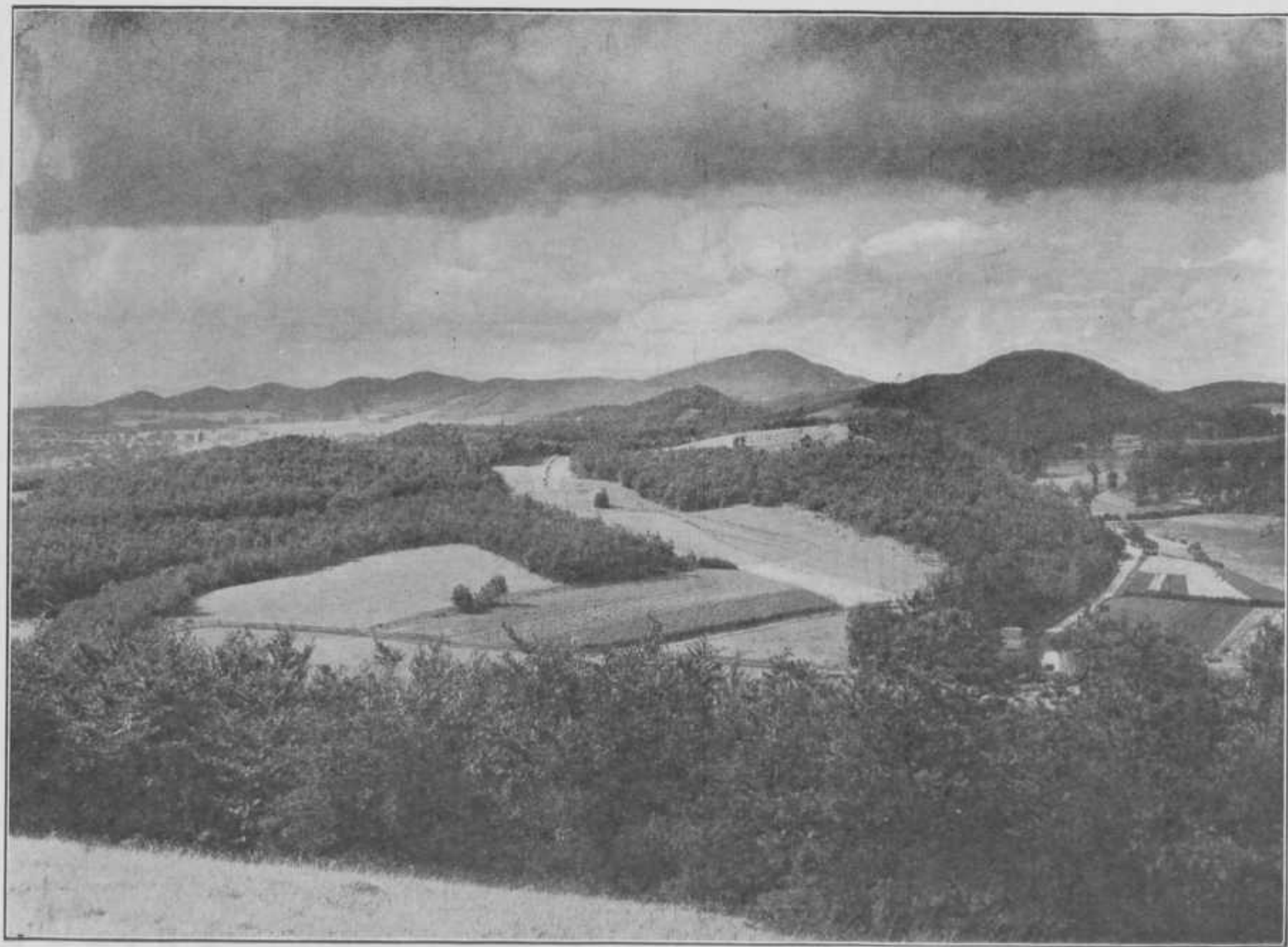


Fig. 8. Teutoburgerwoud tusschen Bielefeld en Halle.

STRATIGRAFIE.

In het Teutoburgerwoud zijn tusschen Halle i. W. en Detmold geene gesteenten bekend, ouder dan de bontzandsteen.

I. TRIAS.

A. BONTZANDSTEEN.

a. Roode zandsteen met kleilagen 350 m.

Komt nergens aan de oppervlakte. Slechts in putten en boorgaten geconstateerd.

a. Röt 160 m. (S 0).

Roode en groengrijze kleileien en mergels. Zacht gesteente, dus dalvormend. Aan den grens met schelpkalk gele dolomietbankjes (0,5—1 m). Weiden.

Volgende fossielen kenmerkend:

Rhizocorallium jenense, Myophoria costata, M. vulgaris, Myoconcha Goldfüssi, Hoernesia mytiloides, H. Costata, Monotis Alberti, Lingula tenuissima, Beneckia tenuis.

B. SCHELPKALK.

a. Wellenkalk (fig. 9).

Deze bestaat uit een pakket grijze „flaserige” kalken met gegolfd laagoppervlak. Tusschen de kalken liggen enkele zachtere mergellagen en eenige hardere banken, waarvan twee op den voorgrond treden.

De onderverdeeling wordt aldus:

 α . Onderste Wellenkalk.

1. Onderste flaserige kalken, 30—35 m. (m u 1).
2. Zone der oöliethbanken, 5 m. De oöliethen zijn vrij zeldzaam, doch vaak zeer duidelijk. De banken vallen op, doordat ze door verweering dikwijls een kanariegele kleur aannemen.
3. Bovenhelte der onderste flaserige kalken, 40 m.

 β . Bovenste Wellenkalk.

4. Zone der Terebratulabanken 3—6 m. Deze gelijken sprekend op de terebratulabank in de Trochitenkalk. Ze zijn echter dunner, en de terebratule-individuen zijn veel kleiner. Harde, grijze, splinterige kalk.
5. Bovenste flaserige kalken 20 m. (m u 2).

De Wellenkalk is hard en vormt i.h.a. beboschte heuvelruggen. Meestal loofwoud.

b. Anhydrietgroep, 70 m.

Gele en geelgrijze mergels en cellenkalk. Zacht gesteente, tot vruchtbare leem verweerd (weiden en akkers). Plaatselijk zijn de mergels wel eens bleek vleeschkleurig rood. De ingesloten gips en anhydriet kunnen door gedeeltelijke oplossing cellenkalk leveren. Grootere massa's gips en anhydriet zijn door uitlooiing oorzak geworden van instortingen, waardoor de bekende „verdiepingsgaten” ontstonden.

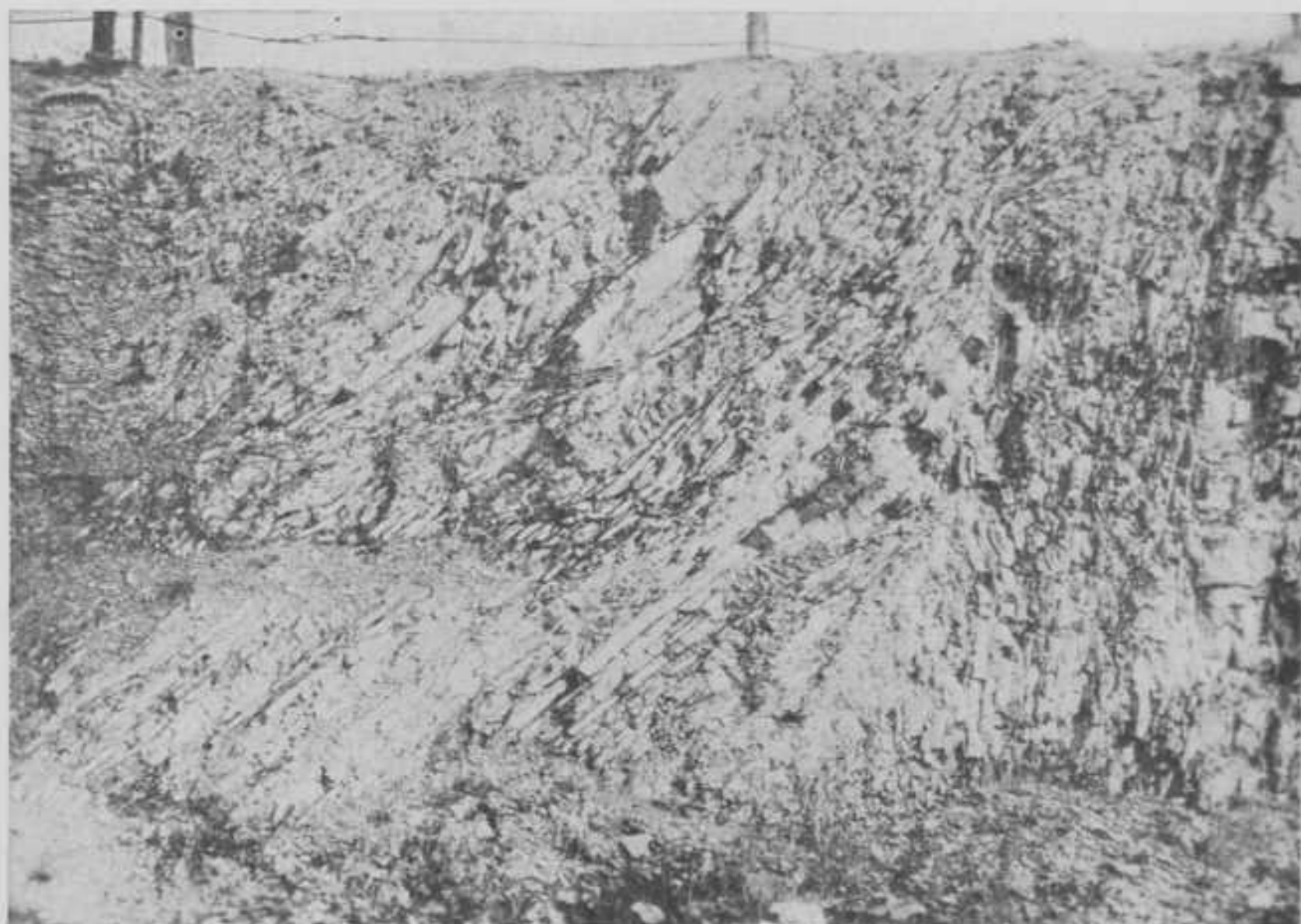


Fig. 9.

(Photo Van den Dungen).

Sterk geplooide en verfrommelde Wellenkalk.

Ten O. van Oerlinghausen wordt de Osningoverschuiving begeleid door een tectonisch zeer gecompliceerde Keuper-schelpkalk-zone.

c. Bovenste Schelpkalk (Hauptmuschelkalk) (fig. 10).

Hard gesteente, vormt een heuvelrug, doorgaans beboscht.

1. Trochitenkalk 14 m. (m o 1).

Dicht, kristallijn, grijs of blauwgrijs gesteente. Massieve banken. Het gidsfossiel is *Encrinus liliiformis*. In de onderste lagen eenige zeer groote, in de bovenste lagen zeer vele normale individuen van *Terebratula (Coenothyris) vulgaris*, die bijna gesteentevormend optreden. Verder *Lima striata*.

2. Ceratiteslagen 30 m. (m o 2).

Karakteristieke afwisseling van kleileien en kalkbankjes (10—15 cm dik). De kleien zijn mergelig, en wat de kleur betreft: grijs, met groenige en bruinige, soms zwarte nuances. Kalken dicht en fijnkristallijn. Soms komen kleine pyrietkorreltjes erin voor, die tot roestbruine vlekjes verweeren. Onregelmatig, puistachtig, ruw oppervlak. Ongelijkmatig dik gelaagd.

Fossielen:

In de kalk: *Ceratites nodosus*.

In de mergels: *Hoernesia socialis*, *Pecten discites*, *Myophoria vulgaris*, *Germanonutilus bidorsatis*, *Ceratites semipartitus*.

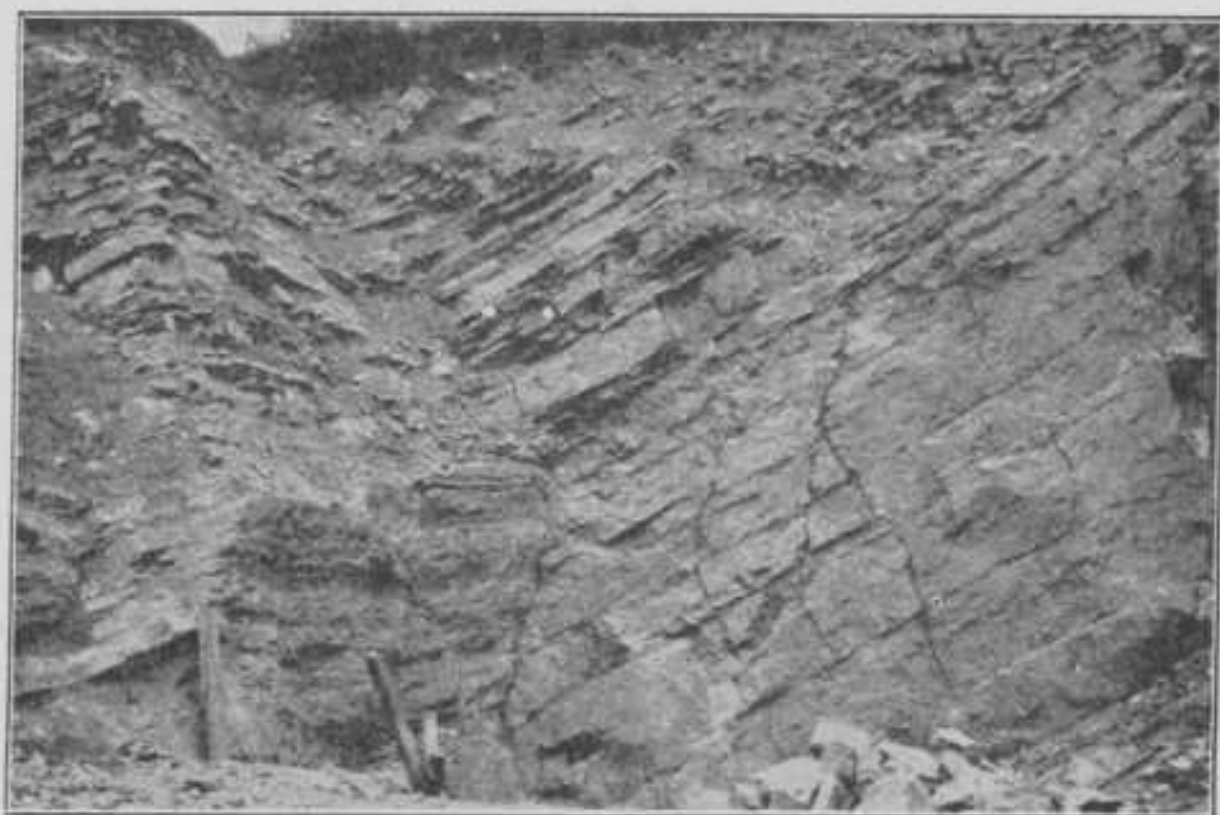


Fig. 10.

(Photo Van Praag).

Nodosen (ceratites) lagen (boven) en Trochitenkalk (onder),
tusschen Werther en Halle.

C. KEUPER.

a. Kohlenkeuper 50 m. (k u).

Grijze mergels met gelige dolomietlagen (geelbruine verweeringskorst, bronniveau) en zandsteenbanken.

Boven de voornaamste dolomietbank (de Hauptdolomit) zijn de mergels rood gekleurd. Tusschen de mergels bonte zandsteenbanken met Anoplophora. Dan grijze zandsteenen (Hauptsandstein).

b. Gypskeuper.

Verwarring met röt zeer wel mogelijk. Letten op het stratigraphisch verband.

1. Onderste bonte mergels 160 m (km 1).
Roode zachte mergels en letten, vaak ook grijs gekleurd.
2. Schilfsandstein 20 m (km 2).
Grijze fijnkorrelige, zachte zandsteen, waarin wel eens bladafdrukken. Zelden ontsloten.
3. Rote Wand 15 m (km 3).
Roode mergels, vrijwel nergens ontsloten.
4. Steinmergel 35 m (km 4).
Roode en grijze mergels, evenmin ontsloten.

De geheele keuper bestaat uit zachte gesteenten, en is dus dalvormend. Vruchtbare akkers.

D. RHÄT.

Donkere kleileien met kwartsietlaagjes. Vrijwel nergens met zekerheid bekend, behalve in Bielefeld. Gidsfossiel is de *Avicula contorta*. Rhaet zou 40 m dik zijn (Ko).

II. JURA.

A. LIAS.

a. Onder Lias 135 m (jlu).

1. Arietenlagen, bestaande uit donkere, mergelige kleien met *Arietites*, waarin een bank met *Lima gigantea* en cidarisstekels (bij Uerentrup).
2. Gryphitenkalken met *Gryphea arcuata*.

b. Midden Lias 150 m (jlm).

1. Jamesonilagen 1—15 m.
Groenig- of bruinig-grijs, dikwijls oolithisch. Vele fossielen. De Jamesonilagen beginnen met een oolithische bank.
Fossielen: *Dumortieria Jamesoni* Sow., *Belemnites paxillosus* v. Schloth., *B. acutus* Mill., *Ostrea* sp. (*O. semiplicata* v. Münst.), *Gryphea cymbuim* Lam., *Pecten priscus*, *P. textorius*, *Pleurotomaria* sp., *Spiriferina* sp., (*Sp. rostrata?*), *Waldheimia numismalis*.
Beste ontsluitingen: Kleigroeve van Spilker ten W. van Werther, naast de remhelling. Waterloop bij Strunk in Sieker.



Fig. 11.

(Photo Van den Dungen)

Groeve in de Posidonienschiefer ten O. van Oerlinghausen.
Gedurende den oorlog werden deze schiefer op bitumen verwerkt.

2. Capricorner en Amaltheuslagen.

Donkere kleileien. Fossielen: *Amaltheus margaritatus* Montf. *A. Spinatus.*, *Belemnites clavatus*, *Pecten priscus*, *Pecten aequivalvis*, *P. subbulatus*, *Limaea acuticosta*, *Inoceramus ventricosus*, *Leda subovalis*, *Avicula inaequalis*, *Cucullaea Münsteri*, *Rynchonella variabilis*, *Pentacrinus basaltiformis*.

c. Boven Lias 30 m (jlo).

1. Posidonyenschiefer (fig. 11).

Bitumineus, zwart, platig. Stinkkalken met monotislagen ertusschen. Fossielen meestal lichtelijk gedrukt: *Dactylocecras commune*, *Posidonomya Bronni*, *Inoceramus dubius*, *Pseudomonotis substriata*.

2. Jurensislagen.

Grijze mergels, 12 m dik. Overgang naar dogger.

Fossielen: *Harpoceras dispansiforme*. Verder *Hammatocecras insigne*, *Lytoceras rugiferum*. Bijna nergens ontsloten.

B. DOGGER 250 m (jb).

Donkere kleileien met „geoden”. Op de grens met lias één 10 cm dik conglomeraatlaagje. In de kleileien enkele zandige kalklaagjes.

De onderverdeeling is nog niet geheel vastgesteld. In de bekende ontsluiting bij Gadderbaum heeft men de volgende stratigrafie opgesteld:

1. Kleileien met *Nucula hammeri*.
2. Opalinuslagen met *Dumortieria radiosa*.
3. Lagen met *Inoceramus polyplocus* (o.a. bij Strunk in Sieker ontsloten).
4. Coronaten- en Subfurcatenlagen.
5. Garantianlagen (met *Garantiana garanti*).
6. Perisphincteslagen.
7. Parkinsonia- en Belemniteslagen (o.a. ook bij Gräfinhagen ontsloten).
8. Wurttembergicuslagen met *Ostrea Knorri*.

Behalve bovengenoemde fossielen kunnen nog als belangrijke doggerfossielen genoemd worden: *Avicula Münsteri*, *Pecten lens*, *Modiola striatula*, *Pholadomya ovalis*.

Dogger en lias zijn dikwijls met moerassen, poelen en veen bedekt.

C. MALM.

a. Oxfordien 20 m (jw 1 + -2).

1. Heersumerlagen.

Dunne, donkere, „vlokkige” zandsteen. Zij worden vlekig en bruin door verweering. Gelijken soms sterk op vlammenmergels. (I.h.a. bruisen de Heersumer lagen niet, de vlammenmergels zwak met verdund HCl).

Fossielen: *Cardioceras cordatum*, *Pecten subfibrosus*. De Heersumer lagen vormen weer een lichte „Anschwellung” in het landschap na de zachte dogger.

2. Koraal-oölieth.

In het Osninggebied vinden we doorgaans in plaats van deze koraalkalk een dikke bruine kalkzandsteen met „Kohlenschmitzen”. Deze zandsteen bruist dus met verd. HCl, hetgeen een onderscheid is met de veel erop gelijkende Osningzandsteen, die echter kalkvrij is.

b. **Kimmeridge** 15 m (jw 3).

Grijze mergels en lichte, glauconitische kalkbanken met *Cyprina brogniarti*, *Exogyra virgula*, *Terebratula subsella* e.a. (*Phasiarella*, *Nerinea*, Echinodermen). De bovenste lagen zijn rood, en bevatten soms reeds roode zandsteenplaten.

c. **Portlandien.**1. **Gigaslagen** 30 m (jw 4).

Donkergrijze, harde oolithische kalken, soms conglomeratisch. Verder mergels. Beste ontsluiting in de Spiegelsche steenbreuk in Sieker.

2. **Serpuliet en Mündler Mergel** 30 m (jw 5).

Grijze en roodachtige mergels, waarin gips. Vervolgens conglomeraten. Dan mergels van de serpuliet (waarin *Serpula coacervata* Blum), welke zeer mooi ontsloten zijn aan het bovineinde van de weide bij Redeker aan den Bussberg.

De conglomeraten zijn goed te zien in den waterloop bij de Joergenssche fabriek nabij Werther.

De Malmgesteenten zijn i.h.a. harder dan de zachte Lias en Dogger, en vormen doorgaans een kleine verhooging in het terrein.

III. **KRIJT.**A. **ONDERKRIJT.**a. **Wealden** 100 m (cuw).

Zoetwaterafzettingen: brokkelige en schieferachtige kleien en mergels met kalkbanken en onzuivere zandsteenen en 5 dunne koollaagjes (ontbreken soms wel eens ten deele), eveneens onzuiver en pyriethoudend, doch plaatselijk wel eens ontgonnen. Hoogerop bitumineuze stinkkalken met *Cypridina*. Vele cyrena's en gastropoden. *Melania strobiformis*. Bijna steeds draagt het Wealden akkers.

b. **Osningzandsteen** 200 m (cu 1).

Dit gesteente vormt den kam. De ouderdom is valanginien tot onder-albien. Het geheele complex is zeer hard. Er laat zich nog een grove onderverdeeling maken.

1. **Valanginien** (8 m).

Schieferachtige kleien, „ijzersteenen” en onzuivere, ijzerhoudende zandsteenen met *Oxynoticeras gevrili* d'Orb. Deze lagen zijn zelden ontsloten en bevatten veel ijzererts, dat vroeger ontgonnen werd.

2. **Onzuivere zandsteenen en conglomeraten**, die hoogerop steeds zuiverder en massiever worden, en soms rood gekleurd zijn. De zandsteenen zijn doorgaans echter lichtbruin. Er zijn, echter alleen in het steenbreukbedrijf, heel wat fossielen gevonden, die tot eene onderverdeeling leiden (hauterivien, barrémien, aptien). In de gewone ontsluitingen zijn ze een zeldzaamheid. *Pecten crassitula* treedt dan het meeste op. De Osningzandsteen draagt dennenbosch, nooit loofboomen.

Bekende steenbreuken: Hünneburg, Sennberg, Knüll, Grosser Egge, bij Oerlinghausen, etc.

c. Groenzand 50 m (cu 2a).

Zacht gesteente, waarin het lengtedal ligt direct ten Z. van den kam. Wisseling van donkere, glauconitische, kleiïge zanden en mergels (straatweginsnijding bij Salem). Het groenzand behoort tot het gault.

d. Vlammenmergel (cu 2β).

In frisschen toestand tamelijk hard (heuvelrug), doch spoedig uiteenvallend kleiïg-mergelig gesteente, waarin soms vastere, licht gekleurde kiezelige mergels. In beide soorten mergel wordt door verweering een vlammentekening in het leven geroepen.

Weinig fossielen. Meest *Aucella gryphaeoïdes* en *Pleurohoplites renauxianus*.

Met dennenbosch begroeid, zelden loofhout.

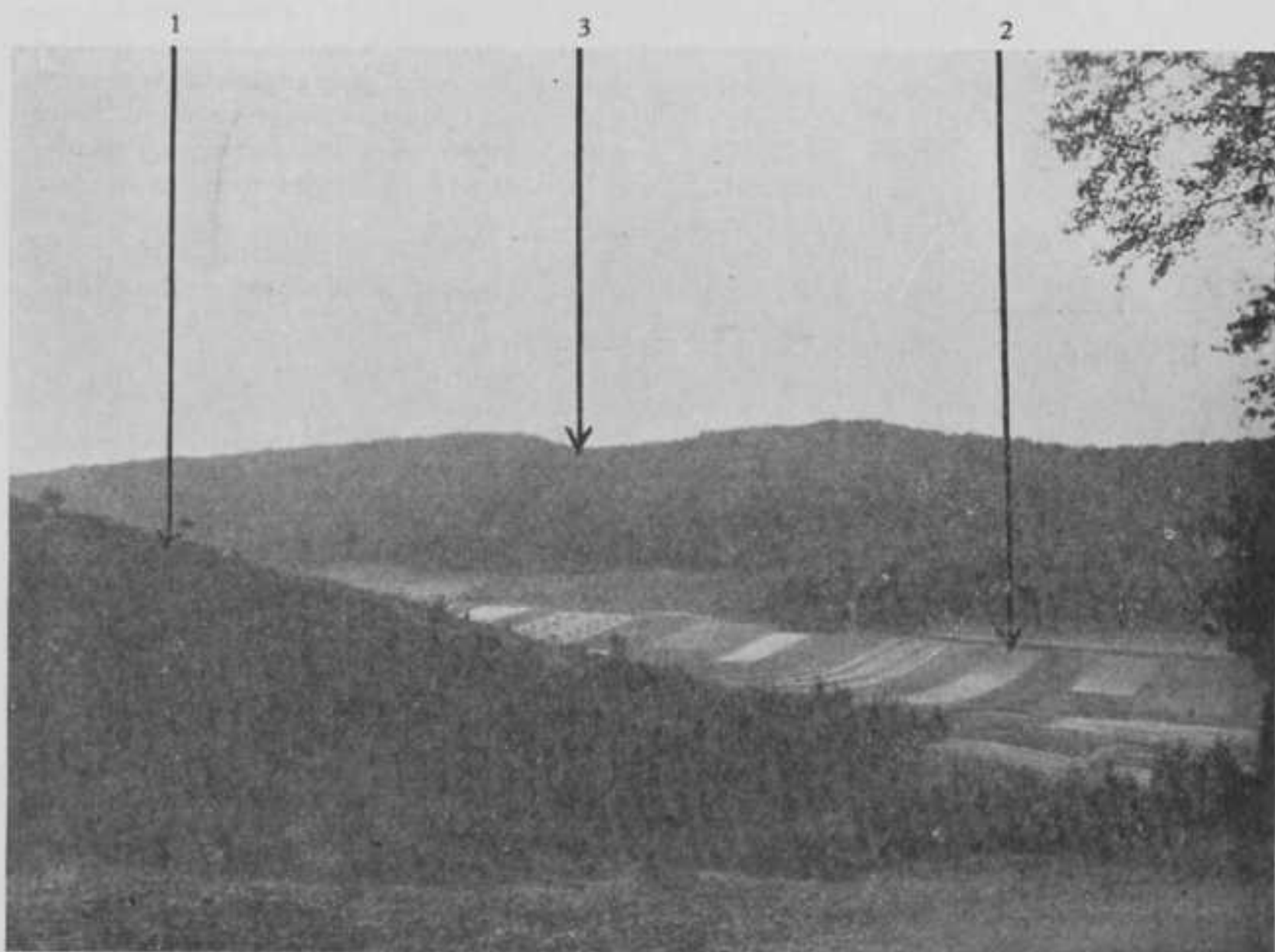


Fig. 12.

(Photo Van den Dungen).

Dal in de cenomaanmergel (2) tusschen vlammenmergel (1) en cenomaan-kalken (3), gelegen tusschen Tönsberg en Barkhausenerberg bij Oerlinghausen.

B. BOVEN-KRIJGT.

a. Cenomaan.

1. Cenomaanmergels 150 m (co 1a).

Zacht gesteente, dalvormend. Grijze, brokkelige mergels.

Beste ontsluiting bij Lämershagen ten Z.O. van Wachtrup. Zelden ontsloten. Weiden. (Fig. 12).

2. Cenomaanpläner 50 m (co 1 β).
Betrekkelijk weinig ontsloten, hoewel hard. Een grijze tot grijswitte „Wasserkalk“ (foraminiferengesteenten worden in dit gebied vaak waterkalk, vetkalk of pläner genoemd). Vrij veel fossielen: Schloenbachi varians, Inoceramus orbicularis, Inoceramus virgatus, Rynchonella plicatilis, Holaster subglobosus, Discoïdea cylindrica. Meestal zijn de fossielen slechts met de loupe te constateeren.
3. Cenomaankalk 50 m (co 1 γ).
Eveneens een foraminiferengesteente, een bijna witte (onderscheid met cenomaanpläner) „vetkalk“ met splinterige, schelpachtige breuk, en vaak gegolfde of stylolithische naden. Zelden fossielen, meest rynchonella's. Er komen markasietknollen in de kalk voor. Aan de oppervlakte wel eens trechtervormige dolines. Met de cenomaanpläner vormt deze kalk een duidelijke bergrug, waarvan de kam gewoonlijk door de cenomaankalk gevormd wordt. De bergrug is meestal met loofhout beboscht.

Cenomaanpläner en cenomaankalk zijn doorgaans nogal gebroken en vertoonen een weinig duidelijke gelaagdheid.

b. Onder-Turoon.

1. Labiatuslagen 40 m (co 2 α).
Grijze mergels, soms echter met matroode lagen beginnend en afwisselend. Ze vormen doorgaans een smal dal, maar niet altijd. Ze zijn iets vaster dan de cenomaanmergels. Er komt voornamelijk Inoceramus labiatus in voor.
2. Lamarckilagen 100 m (co 2 β) (fig. 13).
Heldere waterkalk met eenige vetkalkachtige lagen. Het helderste, soms ietwat lichtgeel of lichtrose getinte foraminiferengesteente, en tevens het best gelaagde. Het bevat voornamelijk groote exemplaren van Inoceramus Lamarcki. Hard. Vormt bergrug met de Scaphiteslagen.

c. Boven-Turoon.

1. Scaphiteslagen 80 m (co 2 γ).
Ook wel Brogniarti-lagen genoemd. Het zijn lichte foraminiferengesteenten, afwisselend met licht-gekleurde mergel-lagen, terwijl er soms een tusschenlaag van groenzand is. Een belangrijk onderscheid met vorige foraminiferengesteenten is het in rijkelijke hoeveelheid optreden van zeeëgels, terwijl er ook zeer vele andere fossielen gevonden worden.
Scaphites geinitzi, Heteroceras roussianum, Inoceramus sp, Pachydiscus peramplus, Ananchytes ovatus, Micraster breviporus, Holaster planus, Terebratula semiglobosa, Rynchonella plicatilis.
2. Schloenbachilagen 60 m (co 2 δ).
Ook wel Cuvieri-lagen genoemd. Weer foraminiferenkalken, soms met mergels afwisselend. Er is een laag met kalkrolsteenen. Onderscheid met Scaphiteslagen moeilijk



Fig. 13. (Photo Van Praag).
Lamarckilagen bij Halle i. W.

d. Emscher 100 m (co 3).

Donkere, grijze mergels, vrijwel steeds reeds door diluvium bedekt, slechts bij uitzondering ontsloten.

TERTIAIR.

Dit ontbreekt in den Osning. Slechts in het bekken van Herford is aan den Doberg bij Bünde marien transgressief oligoceen bekend.

DILUVIUM.

Dit bestaat aan de noordzijde van het gebergte voornamelijk uit interglaciaal, fluvoglaciaal en glaciaal materiaal (o.a. grondmoraines, leem, sandr, löss), dat i.h.a. zeer vruchtbaar is. Het ijs reikte niet verder dan den hoofdkam, op enkele plekken misschien tot den Plänerkam, zooals door erratica aangetoond wordt.

In het gebergte zelf treffen we vrijwel geen diluvium aan. Langs den zuidvoet bestaat het diluvium voornamelijk uit afbraakproducten van gesteenten, die ten Z. van de hoofdwaterscheiding lagen. Daar dit i.h.a. zeer onvruchtbare gesteenten zijn, is het landschap (de Senne genaamd) eveneens zeer onvruchtbaar. Zandige heide, armzalige dennen- en berkenbosschen, weinig bevolkt. Een groote tegenstelling met het dichtbebouwde en bewoonde landschap aan de Noordzijde van het Teutoburgerwoud.

LITERATUUR.

- O. Burre. Der Teutoburger Wald (Osning), zwischen Bielefeld und Oerlinghausen. Jahrb. Pr. Geol. L. A. f. 1911, I, 306—343.
- A. Mestwerdt. Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse der geol. Aufnahme in den Jahren 1922 und 1923. Jahrb. Pr. Geol. L. A. f. 1923. Bd. 44, S. XXII.
- A. Mestwerdt. Der Teutoburger Wald bei Werther und Halle in Westphalen. Führer z. d. Exkursionen d. D. Geol. Ges. 1925. Schriften Ges. Förd. Wilh. Univ. Münster. Heft 7, 1925, S. 28—34.
- E. Meyer. Zur Mechanik der Osningbildung. Jahrb. Pr. Geol. L. A. f. 1913, I, 616—624.
- H. Quiring. Über Wesen und Ursprung der postvariscischen Faltung Nord-Deutschlands. Zs. D. Geol. Ges. 1924.
- H. Stille. Osningprofile. 2. Jahresber. Nieders. Geol. Verein. 1909, S. XI.
- H. Stille. Zonares Wandern der Gebirgsbildung. Idem S. 34—38.
- H. Stille. Die Mitteldeutsche Rahmenfaltung. 3. Jahresber. Niedersächs. Geol. Ver. 1910, S. 141—170.
- H. Stille. Der Mechanismus der Osning-Faltung. Jahrb. Pr. Geol. L. A. 1910. I, 357—382.
- H. Stille. Anklänge an alpine Tektonik im saxonischen Schollengebirge. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Klasse, S. 37—42. 1923.
- H. Stille. Die Osningüberschiebung. Abh. Pr. Geol. L. A. N F, Heft 95, 1924.

GEOLOGIE VAN HET ZUID-ROEMEENSCH E OLIEGEBIED

door J. H. Beltman, cand. m.i.

naar aanleiding van een lezing: „Het Oliegebied van Moreni”.

Inleiding.

De toepassing van de geologische wetenschap bij de exploratie van petroleum is nog slechts van zeer jonge datum. In een voordracht over „De Amerikaansche Petroleum Industrie en de Nieuwe Koers” deelde Van Waterschoot van der Gracht hierover onder meer het volgende mede: „Het practisch belang der geologie voor de exploratie wordt thans in Amerika steeds beter ingezien. Het is nog geen tien jaar geleden, dat het practisch nut van het werk der geologen („rock hounds”) over het algemeen zeer sceptisch werd beoordeeld. Het was wel reeds mode geworden, en het „hoorde” dus, dat men er een geologisch departement op na hield, of geologische rapporten hanteerde, maar in hun hart stelden zeer vele directies het nog zoowat op één lijn met astrologie en koffiedik. Niet zelden kende men minstens gelijke waarde toe aan allerlei geheimzinnige toestellen van charlatans („doodlebugs”), als de befaamde „polarisator” e.d. Zelfs een zeer bekend internationaal bankiershuis in New York deed daaraan tot hun groote schade mede. Dat was nog in 1922! Gaandeweg is dit alles veel verbeterd. Ook de kennis der geologie, en daarmee de kwaliteit van het werk der petroleumgeologen is zeer toegenomen. De geoloog werkt echter nog steeds onder soortgelijke omstandigheden als de meteoroloog: men herinnert zich het liefst de gevallen waarin hij het mis had, of ook de velden, die door een bloot toeval, zonder zijn toedoen, werden ontdekt. Het staat echter vast, dat al de belangrijke vondsten van den laatsten tijd het gevolg waren van systematisch wetenschappelijk voorwerk van geologen.”

Doch niet alleen bij de exploratie is de geologie een onontbeerlijke wetenschap. Immers ook een doelmatige en effectieve exploitatie van een olieveld is slechts mogelijk bij een juiste en gedetailleerde kennis van de geologische gesteldheid daarvan.

En zelfs wanneer door honderden boringen reeds een gedetailleerd beeld is verkregen van de geologische structuur van een olie-terrein, dan nòg is het, bij nieuwe boringen in dat gebied, noodzakelijk zich voortdurend voorbereid te houden op onverwachte gebeurtenissen. De geweldige brand te Moreni welke sinds 28 Mei 1929 nog steeds met onverminderde kracht voortwoedt, is hiervan een sprekend voorbeeld. Deze brand van een bron op de terreinen van de Amerikaansche My. Romana Americana ontstond tengevolge van de enorme gasdruk in de laag (geschat op 180 atmosfeer), waarop men niet voldoende was voorbereid, zoodat, toen de „blow out” had plaats gehad, en de uitstroomende gassen ontvlamd waren (waarschijnlijk door vonken, gevormd bij het botsen van het uitgeslingerde boormateriaal tegen de ijzeren boortoren), men met de aanwezige outillage niet meer bij machte was de bron onder contròle te krijgen.

De toepassing der geologie in de petroleum-industrie moge van jongen datum zijn, in die korte tijd heeft zij zich op zeer snelle wijze ontwikkeld. De voornaamste bron van gegevens zijn natuurlijk de boringen. Alleen al in Amerika bedroeg in 1929 het aantal boringen 700.000. Niet altijd echter mogen deze gegevens gepubliceerd worden. Immers, waar op een zelfde oliegebied vaak meerdere maatschappijen concessies hebben, zou publicatie van het boorarchief concurreerende maatschappijen tot voordeel kunnen zijn, ten koste van de publiceerende maatschappij. Gelukkig komt hierin langzamerhand verandering door onderlinge samenwerking. In Roemenië b.v. worden de boorstaten van alle maatschappijen ondergebracht in een Staats-boorarchief, waar ieder daartoe gerechtigde inzage ervan kan krijgen.

Wat er thans van de oliegeologie van Roemenië, speciaal van het Zuid-Roemeensche gebied, bekend is, hiervan geeft het volgende overzicht eenig idee. Het maakt geenerlei aanspraken op volledigheid en geeft slechts datgene, wat de schrijver er per-

soonlijk van heeft gezien en naar aanleiding daarvan aan de hand van literatuur heeft bestudeerd. Voor hen, wien als student door de B. P. M. de gelegenheid wordt geboden, evenals schrijver eenige maanden practisch te werken op een der velden van de Maatschappij Astra Romana in Roemenië, een zuster-maatschappij van de B. P. M., zij dit overzicht een aanleiding, zich naast de techniek van de oliewinning óók een beeld te vormen van de geologie dier oliegebieden.

De Karpaten.

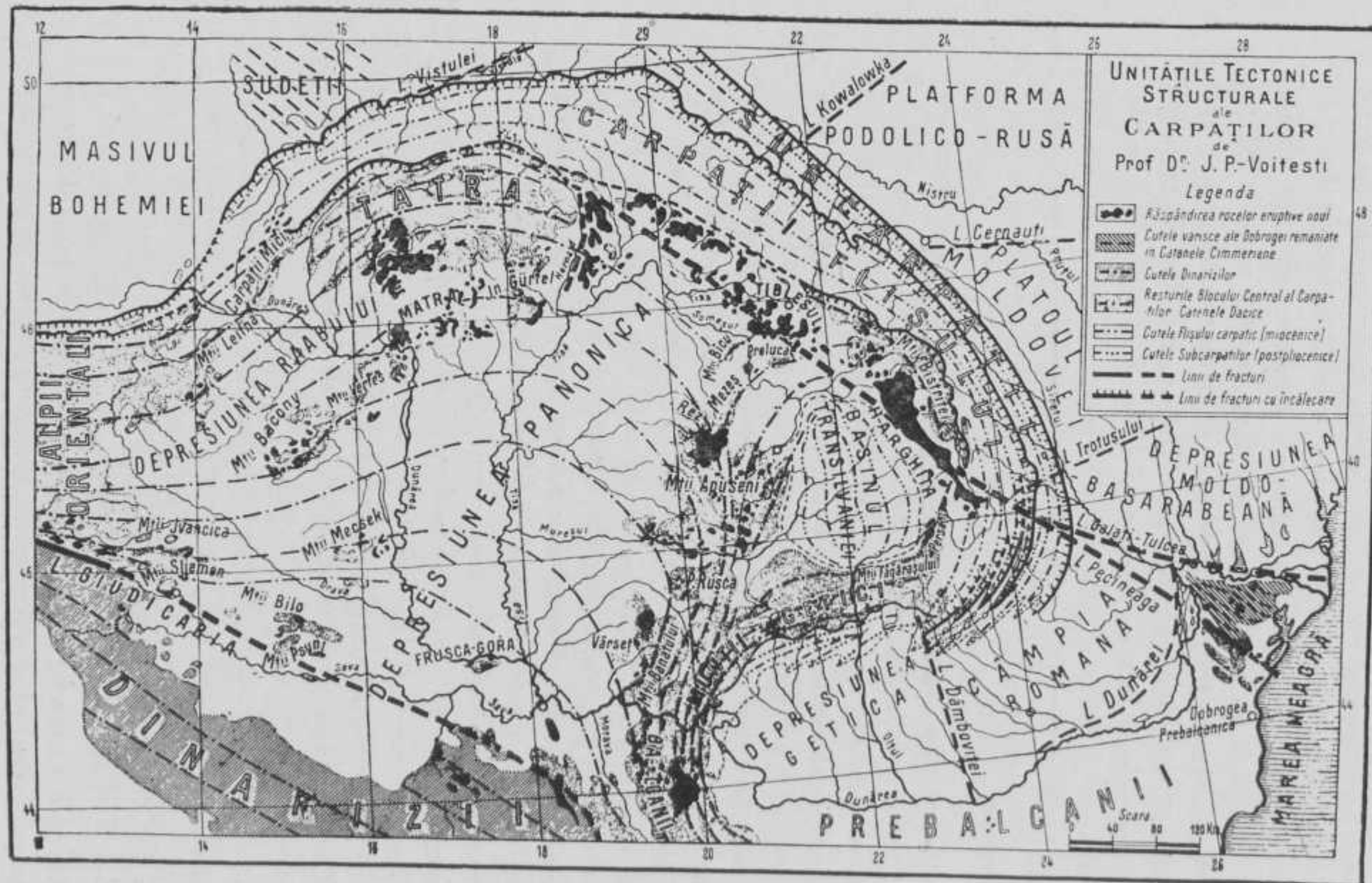
De Karpaten, ten Oosten en Zuiden waarvan zich de Roemeensche oliegebieden uitstrekken, hebben een primaire rol gespeeld bij het onts'aan van de z.g. zout-anticlinalen, waaraan het olie-voorkomen in Zuid-Roemenië gebonden is. Een en ander over de geologie van dit gebergte moge daarom voorafgaan.

Als machtige bergketens verheffen zich de Karpaten in het gebied ten Oosten van de Ponto-Baltische Isthmus, welke de Baltische Zee scheidt van de Zwarte Zee. Zij vormen een boog van 225° , ter lengte van 1500 K.M., en gaande van Donau tot Donau. Aan de Oost- en Zuidrand hiervan strekt zich het „Voorland” uit, dat, hoewel weinig relief vertoonend, toch op talloze plaatsen de duidelijke sporen draagt van de ook nu nog voortdurende bewegingen van de ondergrond.

Beschouwen we de Karpaten nader, (Fig. 1) dan geven zij de indruk van een verheffing, welke het gevolg is van een oprijzen tegen een weerstandbiedend massief, hetgeen ook het geval blijkt te zijn. Geologisch kunnen we in de Karpaten drie eenheden onderscheiden:

- a. de Oud-Karpaten of Dacische keten (naar een oude provincie Dacia).
- b. de Flysch-Karpaten.
- c. de Sub-Karpaten.

De Oud-Karpaten bestaan uit kristallijne leien, oude eruptiefgesteenten en Palaeozoïsche en Mesozoïsche sedimenten, afge-



258

Fig. 1. - Les unités tectoniques structurales des Carpathes, par le Prof. Dr. J. P. Voitești

- Extensiunea rocilor eruptive noi (tertiare);
- Les plis varisques de la Dobrogea du Nord, remaniés dans la Chaîne Cimmerienne;
- Les Dinarides-Alpes dinariques (crétacées-tertiaires);
- Les restes du Bloc central des Carpathes. Les Chaînes Daciennes (crétacées-tertiaires);
- Les plis du Fysch carpathiques (miocènes);
- Les plis des Subcarpathes (postpliocènes);
- Lignes de failles (fractures)
- Lignes de fractures avec chevauchement.

zet in een geosynclinaal gebied, en vormden ééns — in het Palaeozoïcum en Mesozoïcum — als „Centraal Karpatisch Blok”, één geheel met de centrale zône der Alpen. Het middengedeelte ervan is geheel verdwenen tengevolg van een sterke daling. En daar, waar thans de Theiss (Tisa) en de Donau in haar middenloop stroomen, vormde zich het z.g. Pannonische bekken. Rondom dit bekken verheffen zich de fragmenten van het Centraal Karpatisch Blok in twee gordels, gescheiden door eenige jongere periphere bekkens. De binnenste gordel, welke het diepst is gezonken, bestaat uit: Bacony-, Vertes-, Waitzener-, Matra-, Bück- en Mecseck gebergte in het Noordwesten, Westen en Zuiden, het Banater- en Apusenigebergte in het Zuidoosten. De buitenste, minder diep gedaalde gordel omvat: het Leithagebergte, Kleine Karpaten, en Tatra in het Noordwesten en aansluitend bij de Alpen, evenals het Ivancica-, Sljemen-, Bilo- en Psunjgebergte in het Zuiden, het Frusca Gora- en Vârsetgebergte eveneens in het Zuiden, de Transsylvanische Alpen (Getische gebergte) en het Bistritzagebergte in het Oosten. In het Westen worden de beide gordels gescheiden door het bekken van de Raab, in het Oosten door het Transsylvanisch- of Zevenburgsche bekken.

Binnendringende zeeën herschiepen het bekken in een soort Archipel, welks bodem voortging langzaam te dalen. En de sedimenten, afgezet in de geosynclinaal gelegen tusschen de Oud-Karpaten en het Podolisch massief (ten Z.-W. van het Baltische Schild) werden door de druk van dit dalende kristallijne gesteente samengeperst, en opgeplooid tegen het weerstand biedend massief. Doch deze weerstand was niet geheel passief. Fragmenten, afgebroken van de randen van het massief, oefenden druk uit op de basis van de zich plooiende sedimenten, waardoor de plooien zich bogen over de rand van het massief. — Zoo vormde zich, aan het einde van het Krijt, begin Palaeoceen, een nieuwe keten van gebergten, de Flyschkarpaten, welke fragmenten van de Oud-Karpaten aan de buitenzijde omringt.

De geosynclinaal, waarin de sedimenten waren afgezet welke de Oud-Karpaten vormden, had door verplaatsing van haar as in Oostelijke richting de gelegenheid geboden voor de afzetting van

die sedimenten welke de genoemde Flysch-Karpaten vormden. Deze verplaatsing van de as was een gevolg van een daling van de randzône van het Podolisch massief. Een hernieuwde daling hiervan verplaatste de geosynclinaal nog meer oostwaarts, en de daarin afgezette sedimenten vormden aan het eind van het Pliocéen, begin kwartaair de z.g. Sub-Karpaten, welke de Flysch-Karpaten aan de buitenzijde omringen. De Sub-Karpaten werden door dezelfde oorzaken als de Flysch-Karpaten over de randzône van het Podolisch massief geplooid.

De drie besproken ketens worden van elkaar gescheiden door groote longitudinale breuklijnen, volgens welke de oudere binnenste de jongere buitenste overplooit.

Over de oorzaken van de typische boogvorm der Karpaten kan in het kort het volgende gezegd worden. Zij is te danken aan de invloed van drie heterogene gebieden:

1e. het Podolisch-Russische Schild ten Z.W. van het Baltische Schild;

2e. de Sudeten en de Noord-Dobroedsja, beide resten van een variscische bergketen, waarvan in het Mesozoïcum het tusschenstuk verdween, zoodat hier de Flyschfacies zich af kon zetten;

3e. het Prae-Balkanische Schild.

De randzônes van deze, de Karpaten omringende schilden, bestonden uit afzonderlijke deelen, door breuken begrensd, en schoven zich, al dalend, onder de Karpatenketens, zodoende een druk uitoefenend op de basis der zich plooïende Sub- en Flyschfacies. Waar die daling het sterkst was, drongen de Karpatenplooiën het verst vooruit. Dit is o.a. het geval bij het N.O. deel van de randzône van het Podolisch-Russische schild, begrensd door de Weichselbreuk (L. Vistulei) en de Kowalowka breuk, en bij het N.W. deel van het Praebalkanische schild, de Câmpia Romana, begrensd door de Dambovitza-, Donau- en Pecineaga-breuk.

Door de vorming van de Karpatenketens en het zich plooïen hiervan over de randzônes van de omringende schilden ontstond een naar buiten toe gerichte druk. En deze is het, welke, zich voortplantend in het sedimentdek van het „Voorland”, dank zij

de bijzondere gesteldheid hiervan in de vorm van het voorkomen van een plastische sedimentlaag en een oliemoedergesteente, de oorzaak was van de vorming van zoutanticlinalen met het daaraan verbonden olievoorkomen.

Het „Voorland”.

We willen thans onze aandacht schenken aan het gebied hetwelk de Karpaten omzoomt, het z.g. Voorland. Dit is de zetel van de Roemeense olievoorkomens, welke de buitenrand van de Karpaten begeleiden.

De binnenrand en het tertiairbekken van Zevenburgen bevatten practisch alleen gashoudende lagen. Het Roemeense oliegebied is een voortzetting van de zône olievoerende gesteenten welke de buitenrand van de Alpiden begeleiden. Vanaf de Asphaltafzettin-

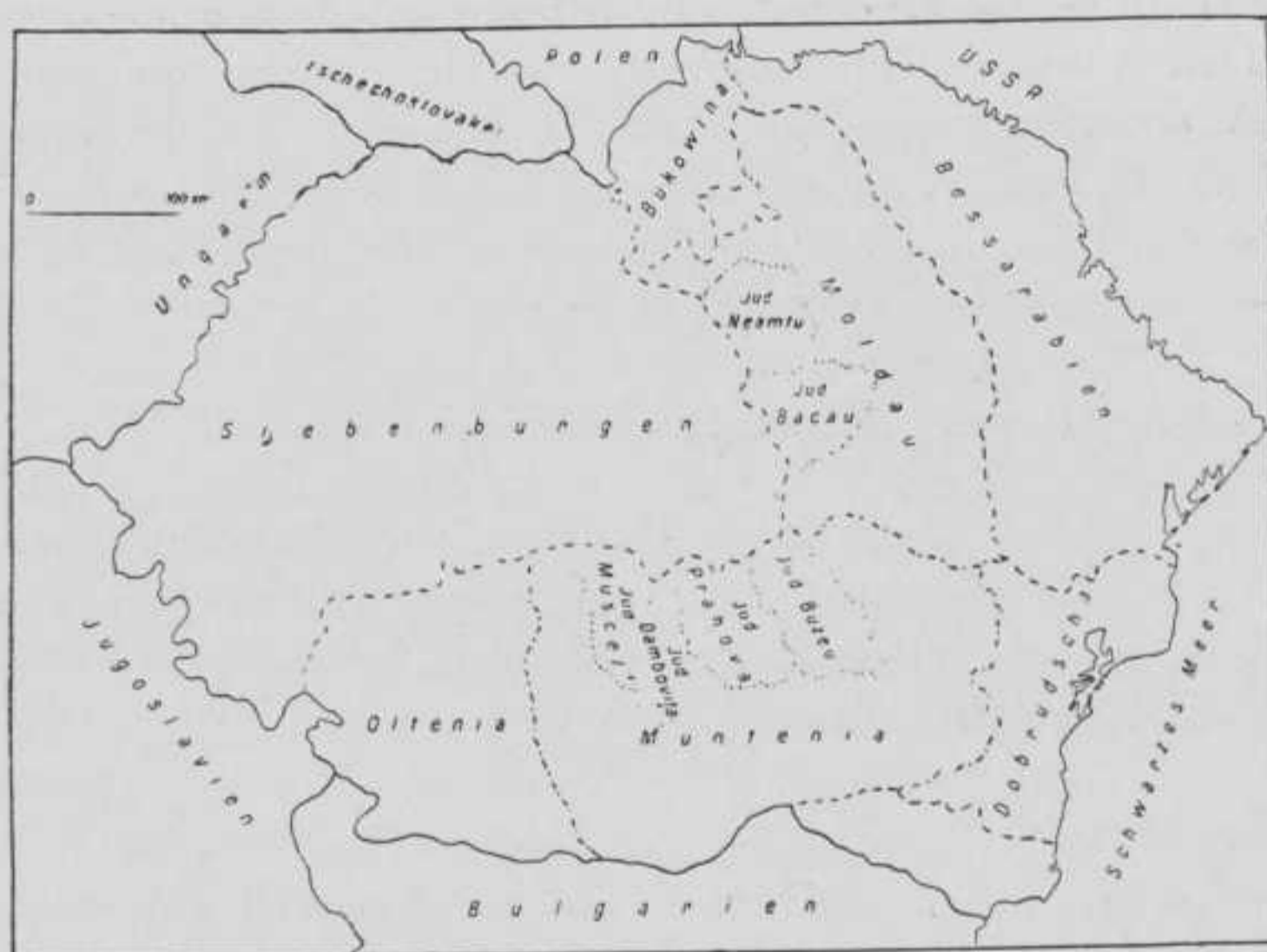


Fig. 2. Overzichtskaartje.

gen in het Département du Gard bij Avignon-Alais in Frankrijk, loopt deze zône over de oliehoudende Molasse van Zwitserland, de olie- en gashoudende Schlier van Duitsch-Oostenrijk naar de

oliegebieden van Tschecho-Slovakije en Galicië naar die van de Boekowina, tot aan de Roemeensche grens. Hier zet de zône zich voort in Moldau en Muntenia tot aan de Dambovitza, en eindigt met enkele uitloopers in Oltenia.

In Roemenië kunnen twee oliegebieden onderscheiden worden, het Oost- en Zuid-Roemeensche gebied.

Het Oost-Roemeensche gebied strekt zich uit vanaf de Boekowina tot de Buzau. De olieproductie komt v.n. uit het Oud-Tertiair.

Het Zuid-Roemeensche gebied reikt vanaf de Buzau tot de Dambovitza. Hier zijn de olievoorkomens gebonden aan diapire plooien en zoutanticlinalen. Daar dit gebied het rijkste en belangrijkste is, zal het Oost-Roemeensche gebied onbesproken blijven.

Het regionaal voorkomen van de diapire plooien en zoutanticlinalen is een gevolg eenerzijds van de bouw van de Karpaten, welke reeds werd besproken, anderzijds van de stratigraphie van het Voorland, welke thans zal worden beschouwd. Ze is tevens de stratigraphie van het oliegebied van Moreni, hetwelk als voorbeeld van een zoutanticlinaal uitvoeriger zal worden besproken.

Stratigraphie van het Zuid-Roemeensche oliegebied.

Zoals bekend is, wordt het Tertiair onderverdeeld in: Palaeoceen, Eoceen, Oligoceen, Mioceen en Pliocene. We beperken ons tot die series, welke voor het oliegebied belangrijk zijn. In de eerste plaats is dit het:

Oligoceen.

Het tegenwoordige Zuid-Roemeensche oliegebied was toen een kustgebied, waarvan, wat nu Zevenburgen is, het hooggelegen en steilere deel vormde, terwijl meer naar het Voorland toe zich de lage, vlakke kust uitstreekte, met delta's, eilanden en lagunen. De regressie, het terugtrekken der zee in het boven-Oligoceen, was in dit gebied de oorzaak van de afzetting van een fijngelaagd lagu-

nenslib, het moedergesteente der olie. Afwisselend hiermede werden zout- en anhydrietlagen afgezet, welke de z.g. Zoutformatie vormen, reikend tot in het Mioceen.

Deze opeenvolging van bitumineuze leien en zoutlagen wordt veroorzaakt door het afsnoeren en indampen van lagunen bij een regressie, en het overstroomen dier lagunen bij een transgressie.

Door tectonische bewegingen komt de Zoutformatie op sommige plaatsen aan de oppervlakte. Zoo o.a. te Slanic, waar de schitterend witte, door de felle zon beschenen zoutrotsen scherp afsteken tegen de donkere, begroeide omgeving. Ondergronds wordt het zeer zuivere zout gewonnen, tot op een diepte van 500 m.

Dicht bij Slanic komt een lichtgroen, zeer hard gesteente voor (Peatră Verde), dat door zijn kleur reeds van ver opvalt. Het is Daciottuf, kenmerkend voor een deel der Zoutformatie in het Mioceen.

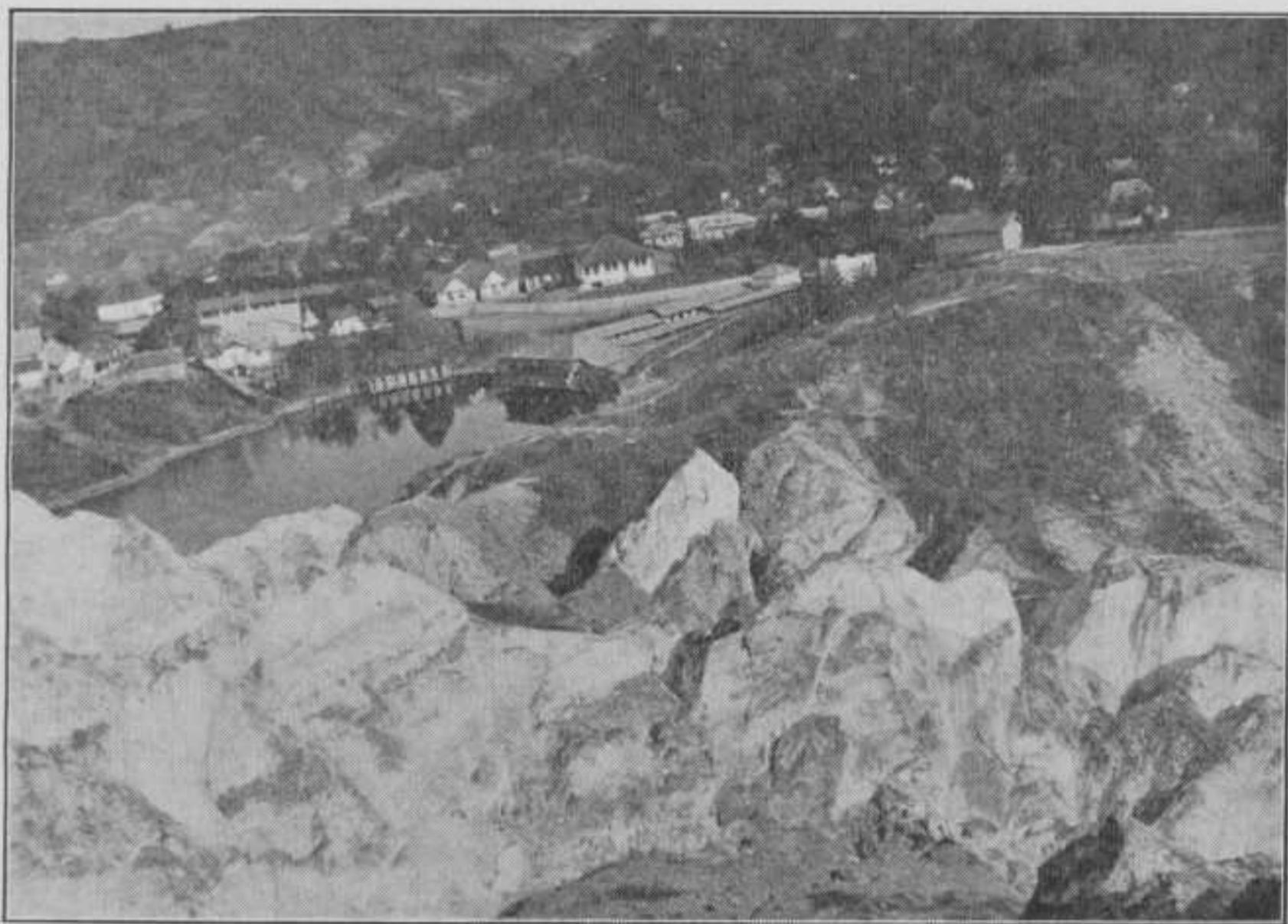


Fig. 3. Zoutrotsen te Slanic.

Mioceen.

Dit wordt onderverdeeld in: Burdigalien; Helvetien; Tortonien; Sarmatien.

De genoemde Zoutformatie reikt tot in het Tortonien.

Nadat in het midden-Sarmatien een regressie was opgetreden, ving een tijdperk van sterke erosie aan, waaraan de plooien van het jong-Tertiair ten offer vielen. Over dit erosievlak transgredeerde het Meotien, waarmede men laat aanvangen het

Plioceen.

a. Meotien. Dit begint met brakwaterafzettingen, kalkzandsteenen en mergels, in het bijzonder gekenmerkt door het veelvuldig voorkomen van *Dosinia exoleta* (*Dosinia* horizon) en *Cerithium disjunctoides*. Nog verder transgredeerden de nu volgende zoetwaterafzettingen, kalkzandsteenen, mergels en zanden met *Hydrobia*, *Vivipara*, *Unio* en *Ostracoden*. De bovengrens wordt gevormd door een zandsteenbank vol met *Congeria novorossica*.

b. Pontien. Dit is een brakwaterafzetting, met ongeveer dezelfde uitbreiding als het Meotien en is v.n. mergelig ontwikkeld. Karakteristiek zijn de geelgroene Cardienmergel (*Abichilagen* met *Cardia abichi*) en de hierop volgende Valenciennesiamergel (met *Valenciennesia annulata*). Verder komen nog voor: *Helix*, *Dreissensia*, *Hydrobia*, *Congeria* e.a.

Op sommige plaatsen komt het Pontien aan de oppervlakte, o.a. bij Colibaşı in de omgeving van Moreni. Hier wordt de Pontische Klei gegraven, om gebruikt te worden voor de bereiding van dikspoeling bij de Rotary-boringen. De bovengrens van het Pontien wordt gekenmerkt door het optreden van het genus *Dreissensomiya*.

c. Dacien. De zoetwaterafzettingen van het Dacien reiken minder ver naar het Noorden als het Meotien en Pontien. Het zijn v.n. zanden, kleien en mergels met *Unio* en *Vivipara*. De ontwikkeling van de *Vivipara* is kenmerkend voor dezen tijd. Aan de vorm van de windingen kunnen de etages waarin zij voorkomen, bepaald worden. In het Pontien is de doorsnede der windingen

rond, in het Dacien wordt zij hoekig en eindelijk bifarcinaat, d.w.z. ingesnoerd.

De grens Dacien-Levantien wordt gevormd door zanden met kriskrasstructuur en mergels met bruinkoollagen.

Een kleine uitweiding over deze bruinkoollagen moge hier vol-



Fig. 4. Uitlooding van het zout door regenwater. Slanic.

gen, daar schrijver bij een bezoek aan het olieveld te Filipesti de Pădură tevens in de gelegenheid was een bruinkoolmijn te bezoeken.

Uit het profiel van de anticlinal van Filipești (omgeving Moreni) blijkt, dat door het verdwijnen van de anticlinaltop door erosie, de Dacische bruinkoollagen aan de dag komen. De ontgin-

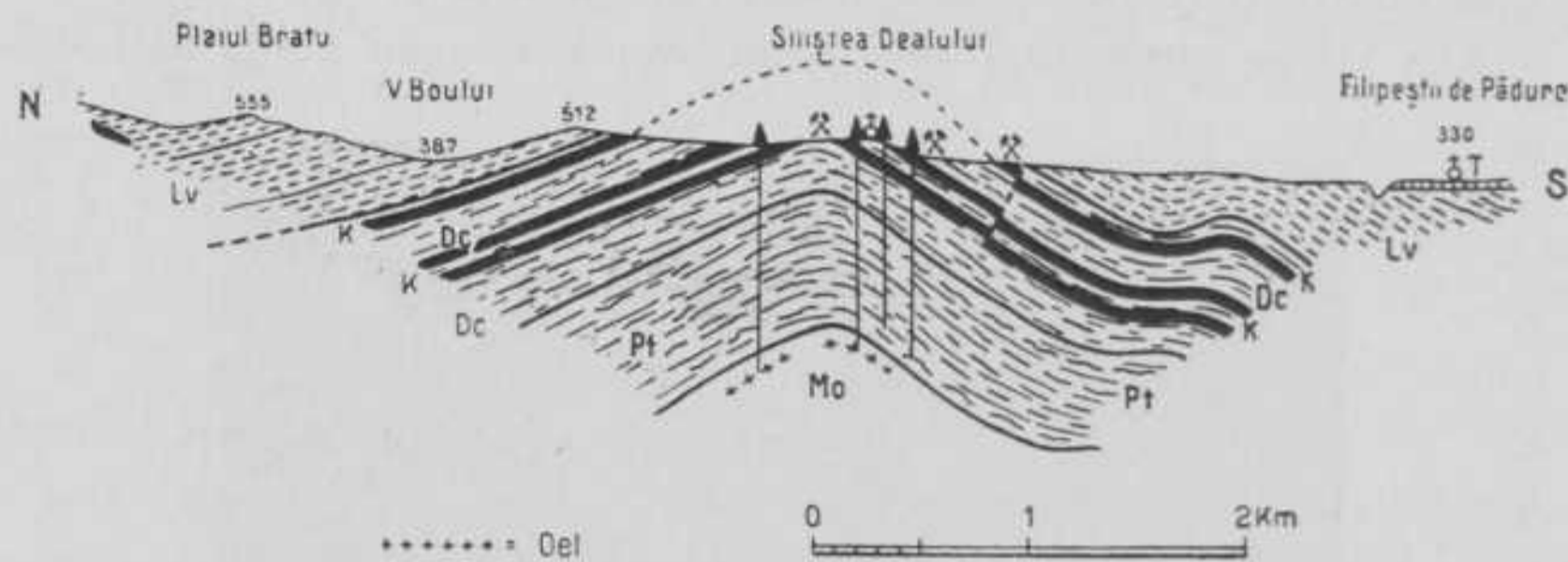


Fig. 5. Profiel door de anticlinal van Filipești de Padure (volgens O. Protescu).

Mo Meotien; Pt Pontien; Dc Dacien; K Lignietlagen; Lv Levantien.

ning van deze bruinkool is zeer primitief, Vanaf de dagzoom wordt een gang gemaakt in de laag, en de met houweel en schop losgewerkte bruinkool wordt met een over rails loopend wagentje naar buiten vervoerd. De ontginning dateert eerst van 1880 en werd toen ter hand genomen door een Duitse Mij. Vóórdien hadden de Roemenen deze lagen aangezien voor zwarte aarde! Na de oorlog is de ontginning geheel stopgezet.

De bruinkool is allochtoon. „Stigmariabanken” zijn dan ook niet bekend, wel echter groote ophooping van boomstammen, waaraan takken en wortels meestal geheel ontbreken. In vochtigen toestand zijn zij goed te bewerken met houweel of schop.

Het samendrijven heeft niet van ver plaats gevonden, zooals o.m. te zien is aan bladafdrukken in mergelige tussenlagen. In dunne zandlagen tusschen de mergels komen geweldige hoeveelheden *Unio*'s voor, meestal met gesloten schalen.

De bruinkool werd dus gevormd in een deltagebied, een moeras- en merenlandschap, door talrijke rivieren en stroompjes doorsneden en te vergelijken met de Swamps in Amerika. Nu eens werd de moerasvegetatie in de met brakwater gevulde bekkens te-

samen gedreven, dan weer overdekten, zich verplaatsende riviermondingen, de vegetatie en fauna met groote zandmassa's.

Boven sommige bruinkoollagen komt een typisch roodgekleurd gesteente voor, gelijkend op gewone baksteen, Porzellaniet genaamd. Het is een klei, roodgebakken door brand in de onderliggende bruinkoollaag. Deze porzellaniet werd door Cunningham-Craig gehouden voor de resten van het olie-moedergesteente. Echter hebben de bruinkoollagen hun grootste verbreiding op de grens Dacien-Levantien, terwijl de rijkste olielagen veel dieper liggen, n.l. in het Meotien. Deze hypothese is dan ook geheel verlaten.

d. **Levantien.** De laatste tertiaire afzetting is het Levantien. De op de bruinkoollagen volgende eerst fijnere, dan grovere zanden en grinden zijn v.n. fluviaatiele afzettingen.

Als geheel vormt het 't beeld van het verlanden van een bekken door voortschrijdende deltavorming. Van de fauna noemen we slechts: *Vivipara*, *Neritina*, *Melanopsis*, *Unio* en *Tylopoma*.

Tot in het kwartair werden grove zanden en grint afgezet.

Diapire plooien en Zoutanticlinalen.

Tusschen Tortonien en Onder-Sarmatien vond de hoofdoverschuiwing plaats van de zich plooierende Flyschfacies over het Voorland, waarbij de Zoutformatie over een afstand van 15—20 K.M. door oud-Tertiair en Krijt werd overschoven. De overschuivingsdruk plantte zich voort in de Zoutformatie, welke zich isoklinaal plooid. Over dit dek transgredeerde het onder-Sarmatien, en tengevolge van de voortdurende bewegingen werden ook onder- en midden-Sarmatien geplooid. Na de reeds genoemde erosieperiode in het boven-Sarmatien transgredeerden het Meotien en Pontien over de bijna geheel verdwenen plooien van de Zoutformatie en het Sarmatien. Door de voortschrijdende gebergtevorming werden Meotien en Pontien zwak geplooid, terwijl ook het Dacien en Levantien nog den invloed hiervan ondervonden. Deze algemeene plooiingen worden plaatselijk versterkt door de diapire plooien en zoutanticlinalen. Voornamelijk tusschen de Buzau en de Dambovitza, het Zuid-Roemeensche oliegebied, komen deze zóó veelvuldig voor,

dat zij de oorspronkelijke bouw van de ondergrond geheel verduisteren.

De regionale voorwaarden voor de vorming zijn:

- a. Ligging aan de rand van een dekgebergte, in casu de Karpaten.
- b. Plasticiteit van het door de overschuiving beïnvloede gesteente, dus van de Zoutformatie.
- c. De bedekking van het plastische gesteente met een voldoende dik sedimentdek, hetwelk tot over of aan de dekrand reikt. (Sarmatien-Plioceen). Komt het plastische gesteente n.l. aan de dag tusschen de dekrand en het bedekkend sediment, dan wordt de plooiing verstikt in het plastische materiaal, en het sedimentdek blijft ongeplooid.
- d. Niet te groote dikte van het sedimentdek, waardoor de opstijgende zoutmassa wordt verstikt. De zeer snelle sedimentatie tijdens het Levantien is de oorzaak geweest van het smaller worden van het gebied met zoutanticlinalen naar de Dambovitza toe, terwijl ook aantal en intensiteit van de zoutanticlinalen in deze richting afnemen.

Is het geheel der zoutanticlinalen dus als regionaal verschijnsel te verklaren uit de bouw van Karpaten en Voorland, de afzonderlijke voorkomens zijn een gevolg van locale omstandigheden.

In de wordingsgeschiedenis ervan kunnen twee stadia onderscheiden worden.

Het eerste stadium is dat van de diapire plooi (*Durchspiesungsfalte*). Men verstaat hieronder een plooi, waarvan de binnenste lagen van de plooi-rug t.o.v. de buitenste zijn vooruit geperst, waardoor de meer naar buiten gelegen lagen in de plooi-rug dun uitgewalst zijn óf reeds doorbroken. Het geheel heeft echter nog de plooi-vorm behouden.

Zij zijn een gevolg van het verschillend reageeren van de sedimenten op tectonische druk. De overschuivingsdruk van de Karpaten plantte zich voort in de plastische Zoutformatie en in het hierop liggend sedimentdek, dat plaatselijk zwak geplooid werd. Op deze plaatsen zocht het onder druk staande zout een uitweg, en daar het tevens nog een groote sedimentdruk ondervond, drong

het in de anticlinaal vooruit t.o.v. de niet plastische sedimenten. Dit proces werd vergemakkelijkt doordat de genoemde vóór-meotische erosie de anticlinaal top afsneed; hier had dus drukontlasting plaats, waardoor de Zoutformatie gemakkelijker kon opstijgen.

Enkele olievoorkomens op dergelijke diapire plooien zijn: Beciu, Berca, Boldesti, Çeptura en Filipești de Pădură.

Het tweede stadium in de wording van een zoutanticlinaal is dat van de eigenlijke doorbraak van het zout en de verticale opstijging ervan. De hiervoor benodigde verticaal van onderen naar boven gerichte kracht vinden we in de druk van de sedimenten. Bij de voortdurende sedimentatie werd meer materiaal afgezet rondom de anticlinaal dan op de anticlinaal zelf. Hierdoor ontstond een druk verschil, en daar waar de belastingsdruk kleiner was dan de met de wrijving verminderde schuifkracht, barstte het gewelf open en steeg de zoutmassa omhoog. De schuifkromme is hierbij een logaritmische spiraal (d.i. een isogonale doorsnijdingskromme; elke lijn vanuit de oorsprong getrokken snijdt de kromme onder dezelfde hoek). De omringende sedimentlagen werden óf loodrecht afgesneden óf als dunne banden omhoog gesleept.

De aldus gevormde zoutanticlinalen hebben veelal een verbreed bovengedeelte. Het zout oefent n.l. ook een zijwaartsche druk uit. Bij groote dikte van het sedimentdek heeft deze druk geen resultaat. Meer naar de oppervlakte toe echter wordt de sedimentdruk kleiner en krijgt de zijwaartsche druk van het zout de overhand waardoor een verbreding van het zoutlichaam ontstaat. De zijdelingsche drukvermindering van de sedimenten kan ook het gevolg zijn van een daling van het nevengeesteente tengevolge van het massadefect veroorzaakt door het in de zoutanticlinaal opstijgend materiaal. In de meeste gevallen is de Zuidzijde van het zoutlichaam sterker verbreed dan de Noordzijde, als gevolg van de uit het Noorden komende overschuivingsdruk van de Karpaten.

Wijze van voorkomen der olie.

De olie komt alleen voor aan de randen van de zoutanticlinaal, meestal slechts in een smalle strook van 300—500 m. breedte.

De zoutanticlinaal schiep rondom zich een gebied met talloze grootere en kleinere scheuren en spleten, welke even zoovele wegen vormden voor de migratie der olie. Men zou geneigd zijn te denken dat de schuifvlakken waarlangs het zout omhoog steeg, de beste migratiewegen vormden. Doch het materiaal op die schuifvlakken werd zoo verwreven, dat het als 't ware een soort smeer vormde, welke de sedimentlagen afsloot, zoodat langs deze weg geen olie in de zandlagen kon migreeren.

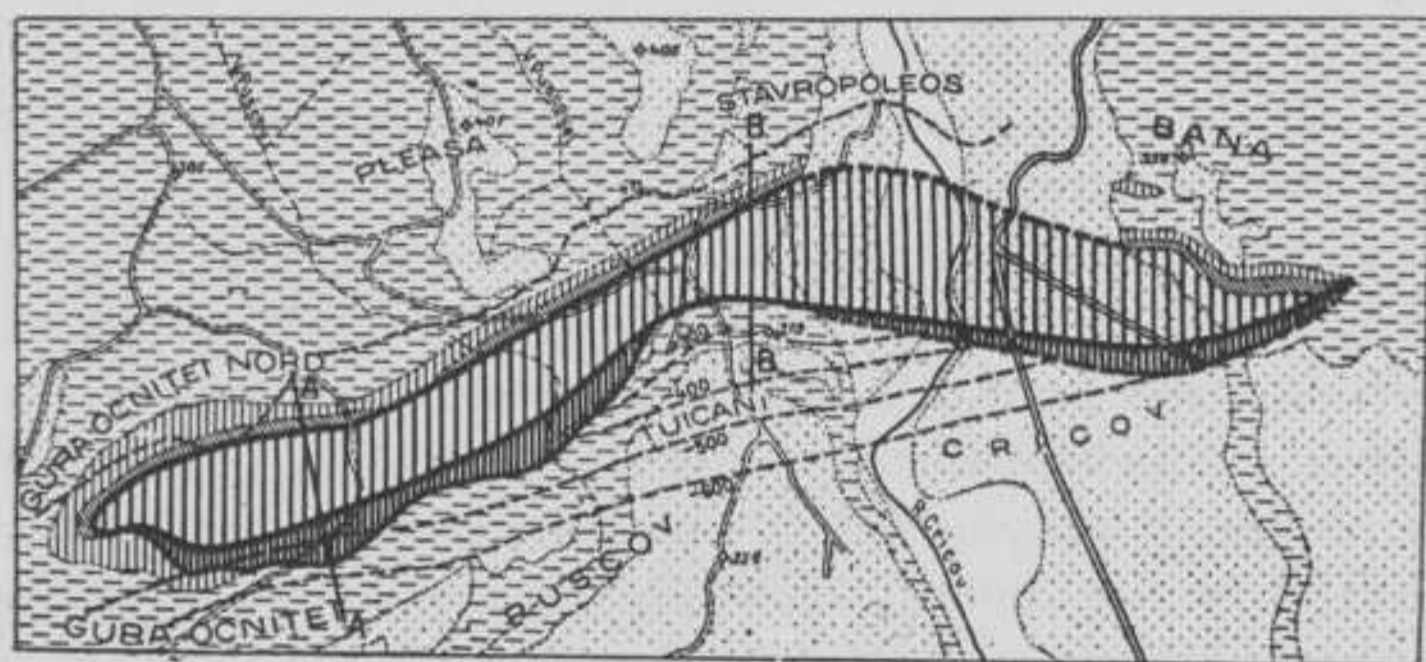
De mobilisatie van de olie is een gevolg van de tectoniek, waardoor zij in het zand werd geperst. De vormveranderingen van het zand, als gevolg van de tectoniek, vergrootten het porieën volume, zoodat het zand tevens aanzuigend, absorbeerend werkte.

De Zoutanticlinaal van Moreni.

Na de voorgaande meer algemeene beschouwingen over de Zuid-Roemeensche olie voorkomens als geheel, moge een meer gedetailleerde beschrijving volgen van één dier voorkomens. Wij willen hiervoor het oliegebied van Moreni nemen, een der mooiste en best bekende voorbeelden van een zoutanticlinaal, tevens het rijkste en, voorzoover het de Mij. Astra Romana betreft, best geoutilleerde boorterrein van Roemenië.

De zoutanticlinaal van Moreni-Gura Ocniței (fig. 6) verloopt ongeveer Oost-West, en heeft een lengte van 5 k.m. Aan de Noordzijde komen Pontien, Dacien en Levantien als een smalle strook aan de oppervlakte, aan de Zuidzijde alleen het Levantien. Boringen hebben aangetoond dat het Noordelijk schuifvlak bijna verticaal staat of slechts flauw is gebogen, terwijl dit met het Zuidelijk schuifvlak slechts het geval is in de omgeving van Tuicani (fig. 8). De sedimentlagen zijn hier scherp afgesneden.

De Oost- en Westhelft van het Zuidelijk schuifvlak zijn overkipt, het sterkst in het Westen bij Gurae-Ocniței, waar het Pliocéen over een breedte van 200 m. door het zout is overschoven en de sedimenten als dunne banden mee omhoog zijn gesleept. (Fig. 7). Aan de Oostzijde van de zoutanticlinaal zet de plooiing zich nog ongeveer 1000 m. in het Pliocéen voort. Aan de Westzijde is de anticlinaal nog over 3 k.m. te volgen.



Maßstab
0^m 500 1000 1500 2000^m

ERKLÄRUNG

<p>QUATERNÄR</p> <p>□ Alluvium</p> <p>▨ Terrassen</p>	<p>PLIOCÄN</p> <p>▤ Levantien</p> <p>▥ Dacisch</p> <p>▧ Pontisch</p>	<p>MIOCÄN (SALZFORMATIONEN)</p> <p>▩ Salzstock, verdeckt</p> <p>▪ Salz über dem Pliocän</p> <p>--- -300 Isobathen der Dacisch-Pontisch-Grenze, berechnet nach der Meereshöhe</p>
--	---	---

A — B Lage der Profile

Fig. 6. Kaart van de zoutanticlinal Moreni—Gura Ocniței, (volgens L. Mrazec en J. Atanasiu).

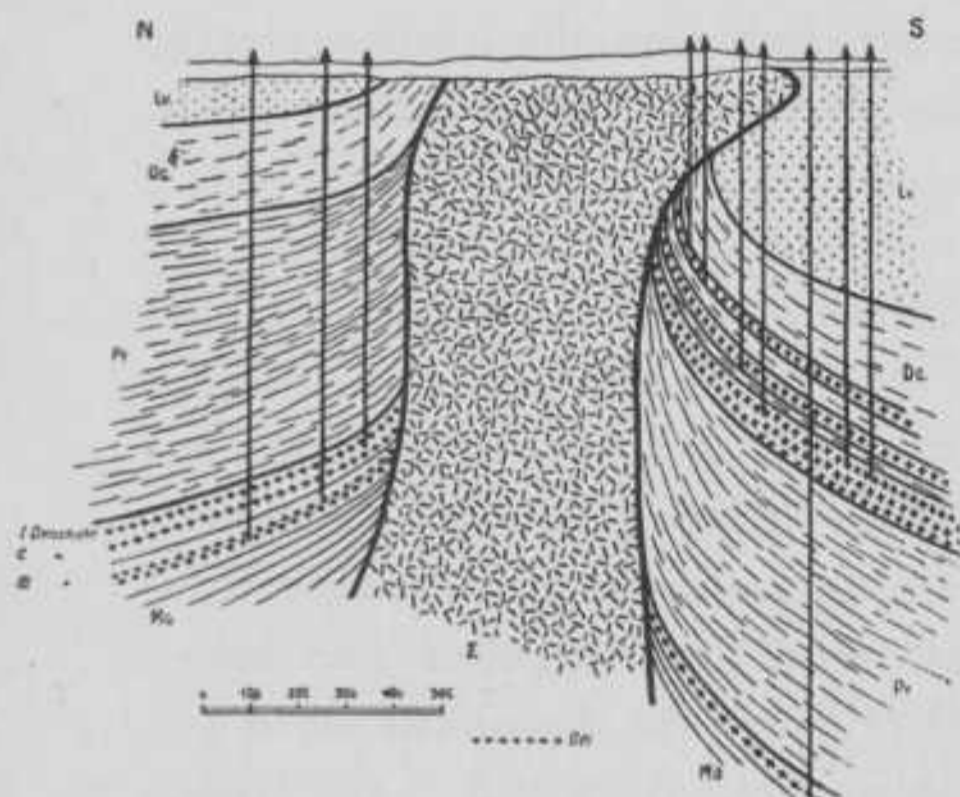


Fig. 7. Profiel A-A door de zoutanticlinal van Moreni-Gura Ocniței bij Gura Ocniței.
Z Zoutlichaam; Mo Meotien; Pt Pontien; Dc Dacien; Lv Levantien.

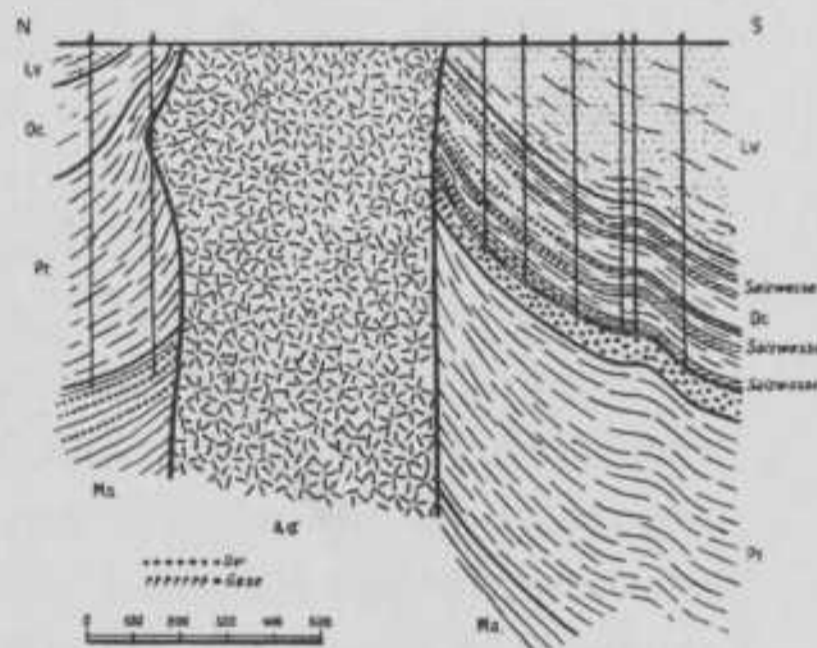


Fig. 8. Profiel B-B door de zoutanticlinal van Moreni-Gura Ocniței bij Tuicani.
Z Zoutlichaam; Mo Meotien; Pt Pontien; Dc Dacien; Lv Levantien.

Tengevolge van het doorbreken van de zoutmassa ontstond aan de Noordzijde van het Oostelijk einde der zoutanticlinaal een kleine plooï in het Pliocéen, de anticlinaal van Bana. Ook dit is gebleken een zeer rijk olieterrein te zijn.

Gaan we na welke lagen oliehoudend zijn, dan blijkt dat aan de Noordzijde van de anticlinaal Moreni-Gura Ocniței, alleen het Meotien olie voert; aan de Zuidzijde komen in het Meotien, Dacien en zelfs in het Levantien olievoerende lagen voor. Aan de beide einden zet het olievoerende Dacien zich tot op de Noordzijde voort. Opmerkelijk is het dat de oliehoudende zanden van het Dacien zich in het midden van de Zuidzijde verder van de zoutanticlinaal uitstrekken dan aan de beide einden, n.l. tot 900 m.

Het Pontien heeft geen olievoerende lagen. Dit lijkt misschien vreemd in verband met de migratie van de olie, daar het bovenliggende Dacien weer wel olielagen heeft. De zanden van het Pontien zijn hier echter niet geeïgend voor reservoirgesteente, doordat de porieën verstopt zijn door klei of mergel. Overal elders in Roemenie, waar werkelijk zanden (met niet verstopte porieën) van het Pontien liggen tusschen olievoerende Meotische en Dacische lagen, voeren die Pontische zanden eveneens olie.

Op grond van de genoemde verbreiding der olie komen we tot de volgende wordingsgeschiedenis van de Zoutanticlinaal van Moreni:

De reeds eerder genoemde erosieperiode in het boven-Sarmatien had de plooïen van de vóór-Meotische sedimenten bijna geheel weggevaagd, zoodat het Meotien over een zacht golvende bodem transgredeerde. De voortgaande plooïing welfde het Meotien tot een langgestrekte anticlinaal, waaruit het gebied van de tegenwoordige zoutanticlinaal van Moreni koepelvormig omhoogwelfde. Gedurende het Pliocéen verhief dit anticlinale gebied zich meer en meer. En daar op de anticlinaal zèlf minder materiaal werd gesedimenteerd dan meer synclinaalwaarts, ontstond een steeds grooter wordend drukverschil, waardoor het isostatisch opstijgen van de zoutmassa meer en meer de overhand kreeg over de in intensiteit afnemende tangentieele plooïing.

In het Dacien bereikte de anticlinaal het stadium van een plooï

met een in de culminatie steil staande tot overkipte zuidvleugel. Naar de einden toe ging deze overkipping over in een symmetrische bouw. Was dit niet het geval, dan zou de zoutanclinaal door breuken begrensd moeten zijn aan de einden, doch dit is niet het geval.

Bij een dergelijke bouw is het duidelijk dat de olie het sterkst binnendrong in de steilere Zuidvleugel, en hier weer het sterkst in het zeer steile middengedeelte. Daardoor is het Dacien in het midden van de zuidvleugel nog tot op 900 m. van de anticlinaal oliehoudend. Tevens lag hier de culminatie, zooals blijkt uit het scherp afgesneden zijn der lagen.

Daar verder de Noordvleugel hoger ligt dan de Zuidvleugel, zoodat het geheel eenigszins de vorm had van een flexuur, is het bijna geheel ontbreken van olie op de Noordvleugel eveneens begrijpelijk. Dat desondanks het Meotien aan de Noordzijde toch oliehoudend is, is een gevolg hiervan dat ten tijde van het Meotien de bovengenoemde tegenstellingen tusschen Noord en Zuid nog niet zoo sterk naar voren waren gekomen, en dat later ontsane tegenstellingen door de, lang na afzetting van het Meotien nog voortdurende bewegingen, vervaagd zijn geworden.

Eventuele olieaccumulaties op de top van de anticlinaal zijn met hun dragers aan de erosie ten offer gevallen. Slechts aan de einden bestonden normale anticlinale toestanden, zoodat hier aan beide zijden van de anticlinaal olie wordt gevonden.

De productieve oliezanden van Moreni.

Eenige gegevens over de productieve oliezanden van Moreni mogen het slot van dit artikel vormen. Het bijgaand profiel is een algemeen profiel, samengesteld uit gegevens van verschillende boringen.

Levantien. Het Levantien heeft slechts zeer weinig olie en bevat daarentegen zeer veel zoet water. De dikte bedraagt ongeveer 450 m.

Dacien. Het Dacien is een oliehoudende serie zanden en kleien met plaatselijk lignietlagen (grens Dacien-Levantien). De dikte is ongeveer 380 m. Er zijn 4 hoofdgroepen productieve oliezanden, n.l. van boven naar beneden:

Groep I, Groep II, Moreni-zanden en Draderzanden. Groep II wordt onderverdeeld in de zanden II A, II B, II C en de Intermediaire-zanden, waarvan II B en II C meestal tesamen geëxploiteerd worden onder de naam *Stratul Gros*.

Groep I is bijna geheel uitgeput. Groep II is productief dicht bij het zout; in de streek van de Cricov is zij nooit productief geweest.

De Intermediaire zanden hebben een dikte van 6 à 7 m. De grens met de Morenizanden wordt soms gevormd door een dunne ligniet laag. Vaak is het echter moeilijk de grens te bepalen.

De Morenizanden hebben een dikte van 30—40 m. en zijn van de Draderzanden gescheiden door een meer of minder dik complex klei- en lignietlagen. De Draderzanden hebben een dikte van 60—70 m. De eerste 40—50 m. zijn zanden, naar beneden toe zijn ze meer kleiachtig ontwikkeld.

Moreni- en Draderzanden behoorden tot de rijkste olielagen in dit gebied. Sonde 69 *Astra Romana* produceerde uit de Morenizanden op een zône van slechts 700—900 m. breedte 380.000 ton; Sonde 1 *Columbia* uit de Draderzanden 480.000 ton. De gemiddelde productie per hect. in de omgeving van Tuicani bedroeg 287.550 ton. De lagen zijn thans bijna uitgeput.

De kwaliteit van de Dacische olie wisselt sterk. Over het algemeen is zij zwaar; het s.g. kan tot 0,92 bedragen. De olie is asphalteus. Benzine 1,5—24 % (zelfs tot 40 %); Petroleum 8—30 %; Gasoline 2—12 %; Residu 40—75 %.

Pontien. Het Pontien wordt geacht aan te vangen beneden de Draderzanden, daar waar de laatste sporen zand uit de klei zijn verdwenen. Oliehoudende lagen komen niet voor. De dikte bedraagt ongeveer 600 m.

Meotien. De grens Pontien-Meotien is zeer scherp, en wordt gevormd door een zandsteenbank vol *Congeria Novorossica*. Twee à drie meter hier beneden komen *Ostracoden* en *Unio's* voor, en ongeveer 30 m. beneden de grens begint het Ie Meotische zand, hetwelk een dikte heeft van 20 m. Het IIe Meotische zand vertoont slechts een geringe aetherreactie.

Ongeveer 100 m. beneden de grens Pontien-Meotien beginnen de 2de Intermediaire zanden, ongeveer 7 m. dik, en 20 m. hieronder bevindt zich het IIIe Meotische zand.

De Intermediaire zanden zijn zeer hard, fijn korrelig en compact. Zij bevatten zeer veel gas onder hoogen druk, tot 180 atmosfeer, waardoor reeds veel ongelukken gebeurd zijn bij boringen in deze zanden. Ook in het IIIe Meotische zand komen dergelijke hooge gasdrukken voor. Beide zanden zijn buitengewoon rijk. De grootste boordiepte bedraagt 1800—1900 m.

De Meotische olie is veel lichter dan de Dacische en heeft een s.g. van 0,80—0,85. Zij is parafineus.

10—40 % Benzine; 25—40 % Petroleum; 7—17 % Gasoline; 22—42 % Residu; 3—6,5 % Parafine.

De productie van de anticlinaal Moreni-Gura Ocnitei bedroeg in 1929: 2.319.360 ton. De totale productie vanaf 1898, het eerste jaar van de exploitaties bij Gura Ocnitei, tot 1929 bedraagt: 20.567.025 ton.

Delft, April 1931.

LITERATUUR.

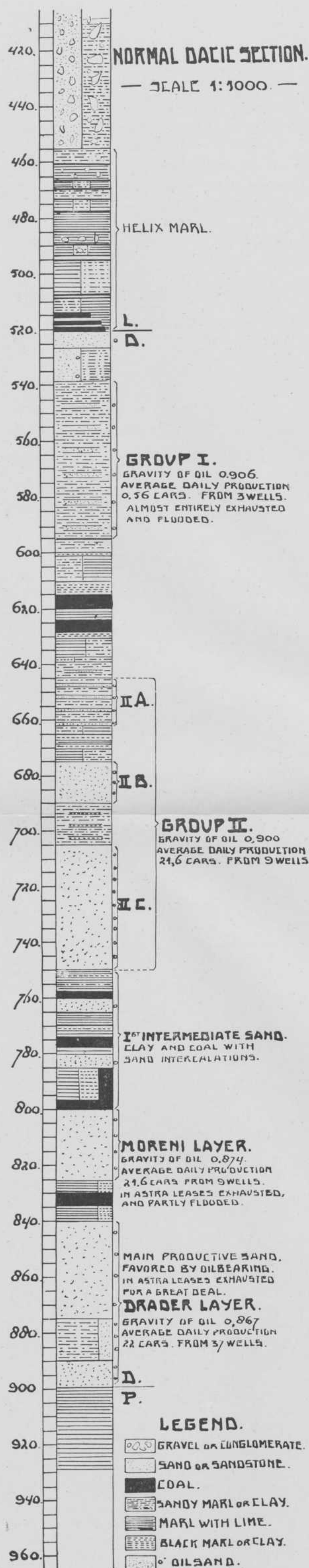
Die Rumänischen Erdöllagerstätten. Karl Krejci. Graf. 1929.
Das Erdöl.

(Met geologische kaart van Roemenië).

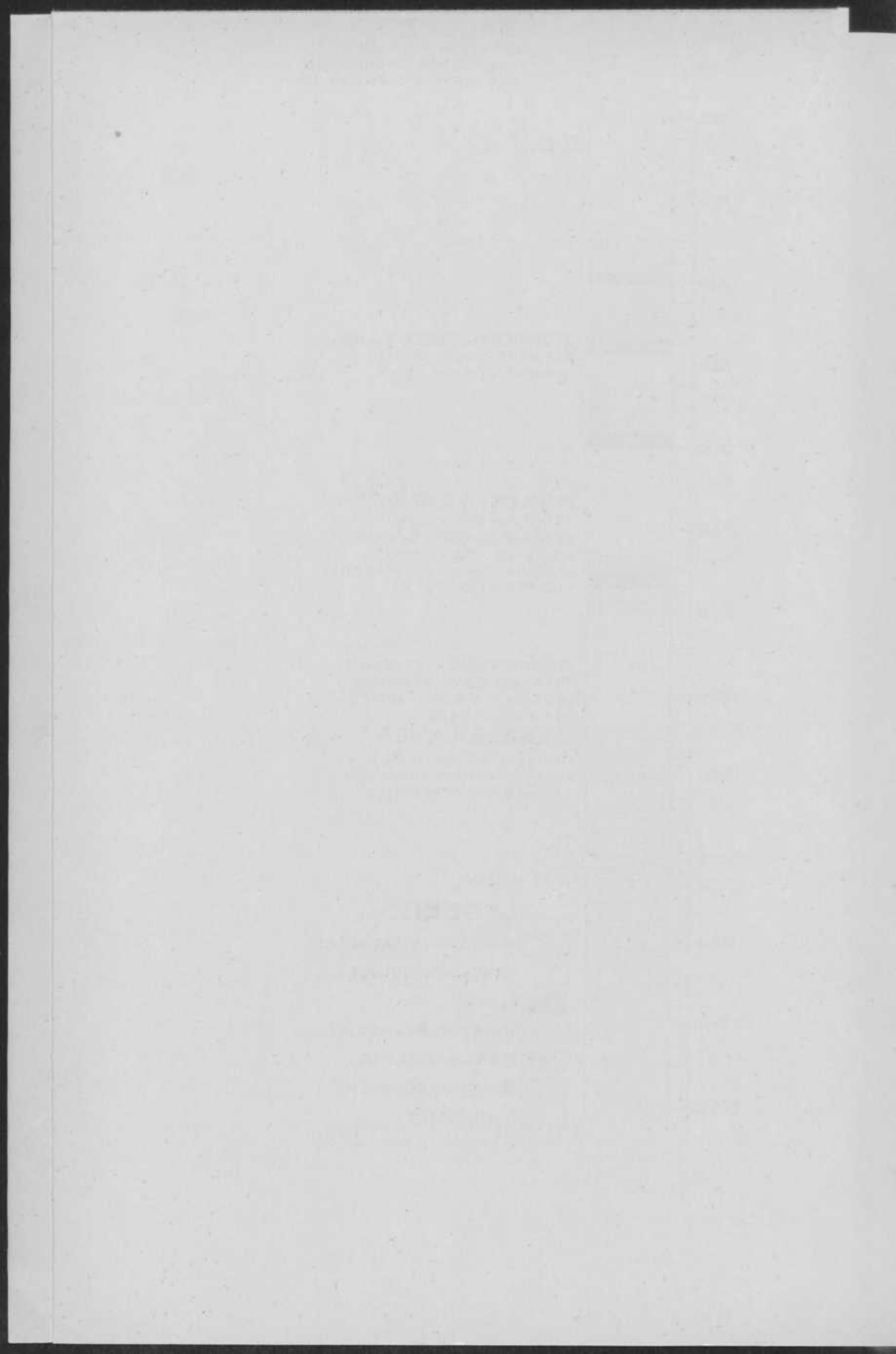


STRATIGRAPHIE VAN HET JONG-TERTIAIR VAN ZUID-ROEMENIË.

(Vereenvoudigd uit: Die Rumänischen Erdöllagerstätten. K. Krejci Graf. 1929).



FORMATIE.		AFZETTINGEN.	FOSSIELEN.	Dikte	Facies	
Kwartair		Rivierafzettingen: zanden, grint, mergels.		?	fl., t.	
	Levantien	boven	Grove zanden en grint. Vaak zeer glimmerrijk en met vele kleine limonietconcreties. Kniskras structuur. Groene mergels.	Tylopoma; Vivipara; Unio; Melanopsis; Helix; Neritina.	ca. 800 m.	l., fl.
		onder				
	Dacien		Op de grens met het Levantien: bruinkoollagen, afwisselend met zand- en mergellagen. Veel fossielbanken. Groene tot gele mergels.	Hydrobia; Tylopoma; Vivipara; Melanopsis; Unio (in banken); Prosodacna; Stylodacna.	300—400 m.	l.
	Pontien	boven	Vaak zandig ontwikkeld. Voornamelijk groenachtige mergels.	Dreissensiomya aperta.	150 m.	↑
		rhomboidale lagen	Grijsgroene, meest compacte mergels. Zelden zandig.	Zeer veel Congeria rhomboidea.	150 m.	brak, verzoetend
		abichilagen	Geelgroene cardienmergel. Naar boven toe Valenciennesia-mergel.	Paradacna abichi. Valenciennesia annulata (ontbreekt in de onderste 20-40 m.).	150 m.	brak
	Meotien	Moldavien	Dunne zandsteenbank.	Congeria novorossica.	300—500 m.	l.
		Dosinia horizont.	Blauwachtige tot groene mergels. Zanden, zandsteenen, fijnkorrelige oölieten.	Anodonta; Hydrobia; Vivipara; Unio; Ostracoden.	30—80 m.	l., br.
	Sarmatien	boven	Ontbreekt.		0	t.
mid-		Kalken; kalkzandsteenen; zanden; groene mergels.	Vaak veel Mactra podolica; zelden Hydrobia e.a.	150 m.	br.	
onder		Kalken; kalkzandsteenen; zanden met groote concreties; mergels; grofkorrelige oölieten; „Rippelmarks“.	Bulla Lajonkajreana; Trochus podolicus; Ervilia podolica; Cerithium; Nodosaria; Bryozoën; Serpula sp.	200—300 m.	brakwordend	
Tortonien	Buglowien	Groene compacte mergels.	Foraminiferen.	50 m.	↑ brakwordend	
	Leithakalk en Sarmatoid	Lithothamnienkalk; zandige mergels; zanden.	Ostrea cochlear; Corbula gibba; Pleurotoma; Turritella turris.	50 m.	marien ↑	
	Grijze Zoutformatie met Tuf	Grijze zandige mergels met lagen en banken daciëtuf. Met zout doordrenkte mergels.		100 m.		
Helvetien	Grijze Zoutformatie met Gips	Grijze mergels, vaak zandig. Lagen met zout doordrenkte mergels. Gips in vaak dikke lagen.		300 m.		
	Roode Zoutformatie	Roode en grijze mergels. Naar boven toe gipslagen; naar beneden toe zandlagen.	Foraminiferen.	200 m.	lagunair	
Burdigalien		Zanden, weinig mergels. Naar boven toe roode mergels, naar beneden toe conglomeraten met kristallijne en mesozoïsche rolsteenen.		100—200 m.		
OLIGOCEEN.	Aquitaniën	Comulagen	Zwarte tot grijze kleischalies, fijngelaagd; afwisselend met gips en zout. Oliemoedergesteenten.	Geen fossielen.	550 m.?	
			<p>~~~~~ = transgressie. ~~~~~ = locale transgressie. br. = brak. l. = lagunair. fl. = fluviaatiel. t. = terrestrisch.</p>			



OVER DEN DEKBLADENBOUW VAN DEN HARZ

door Dr. Ir. L. van Houten.

Het mag terecht verwondering wekken, dat men, lang nadat men den dekbladenbouw van het Caledonisch gebergte zoowel als van de Alpen had leeren kennen, nog niets van eenigen dekbladenbouw in het Varistisch gebergte had ontdekt. 'Of zelfs maar van groote tectonische eenheden, die zich zonair in de strekkingsrichting door het heele gebergte laten vervolgen. En toch vertoonen de drie gebergten in wezen en aanleg in vele opzichten grooten overeenkomst; dezelfde wetten schijnen aan hun ontstaan ten grondslag te liggen. Na iedere voorafgaande orogenese vormde zich ten zuiden van het pas ontstane gebergte een nieuwe geosynclinaal, ¹⁾), waaruit na verloop van tijd een nieuw gebergte ontstond. In volmaakte harmonie volgden de orogenetische cycles elkaar op. De machtige boog, die het Varistische gebergte in Europa tusschen de bogen van Caledoniden en Alpiden beschrijft, is dan ook niet minder geweldig dan die der beide andere gebergten, en zeer waarschynlyk verliep ook de Varistische orogenese niet minder paroxysmaal. Doch terwijl het opvallend was, hoe wet en regelmaat den bouw der beide andere gebergten beheerschen, welke tectonische eenheden zijn te vervolgen van het ééne uiteinde van den boog tot het andere, kregen we van de groepeerling der bouwsteenen van het Varistische orogeen een niet veel beteren indruk dan van een chaos. Zeker, Ed. S u e s s had reeds in 1888 de saamhorigheid der verschillende fragmenten als onderdeelen van één groot ketengebergte herkend; hij had de Armorikaansche en Varistische bogen gereconstrueerd, en gewezen op het verschil tusschen de buitenzijde dezer bogen eenerzijds en anderzijds Vogezes, Schwarzwald en Bohemen aan de binnenzijde. Maar veel verder ging onze

¹⁾ Die er overigens niet steeds volkomen parallel mee verliep

kennis over den inwendigen samenhang van de verschillende onderdeelen van het gebergte niet; zij bleef even fragmentarisch als de wijze, waarop de resten van het gebergte zich thans aan ons voordoen. De groote driedeeling „voorland, centraalorogeen, achterland” — de Helvetiden, Penniden en Austriden van de Alpen — zoo kenmerkend voor de beide andere gebergten, en aan de dekbladen uit elk dezer zones zulk een eigen karakteristiek wat betreft facies en metamorphose verleend, waar vinden we deze in het Varistische orogeen terug? Op grond van de moderne theoriën omtrent de genese der ketengebergten zouden we met stelligheid mogen verwachten, deze eenheden ook in het hercynische bouwplan aan te treffen; ja, het zou er zelfs niet meer dan een vanzelfsprekende consequentie van zijn.

Alvorens, uitgaande van deze praemisse, de Harztectoniek nader te beschouwen, is het nuttig, nog eens onder de oogen te zien, wat dekbladen eigenlijk zijn, en vooral, hoe we ze aantoonen. Het eerste is overbekend: dekbladen zijn groote deelen van de aardkorst, uitgestrekte laagcomplexen, die onder invloed van tangentele krachten over grooten horizontalen afstand geschoven zijn over andere gesteentecomplexen. Karakteristiek is daarbij, dat oudere gesteenten op jongere zijn komen te liggen ¹⁾, die soms in zoogenaamde „tectonische vensters”, door erosie blootgelegd, weer aan den dag treden, terwijl de facies van het bovenliggende laagpakket soms zeer groote verschillen vertoont met die van het onderliggende, omdat ze oorspronkelijk, toen ze afgezet werden, op grooten afstand van elkaar lagen, en eerst later, door het transport tijdens de orogenese, in elkaars onmiddellijke nabijheid zijn gebracht.

Zoo op den eersten blik moet het nu heel eenvoudig lijken, om dekbladen aan te toonen, en voor ons geestes oog zien we de grandiose voorbeelden uit de Alpen verschijnen: voorbeelden van prachtig ontsloten overschuivingsvlakken, van weerkerende series, zooals men die kent van den Segnespass en de Walensee; van het onvergelykelyk indrukwekkende beeld, dat we van de ge-

¹⁾ Waardoor we verdubbeling van series krijgen.

weldigheid der bewegingen krijgen, als wij vanaf den Görnergrat bij Zermatt onze blikken laten zweven over de fiere toppen van Matterhorn, Dent Blanche, Zinal-Rothorn en Weisshorn; en ook van de instructieve wijze, waarop de Tauern, gezien vanaf de Amthorspitze by Gossensass, ons zijn vensternatuur onthult. Maar de werkelijkheid is doorgaans anders; al deze feiten, op zichzelf zoo welsprekend en overtuigend, dat zij bij den ergsten scepticus alle bezwaren tegen de dekbladentheorie doen smelten als sneeuw voor de zon, behooren ook in de Alpen tot de uitzonderingen. Ook hier moet men doorgaans slechts langs indirecten weg, door combinatie van gegevens en deductie, tot een reconstructie van het gebergte komen.

Hoeveel moeilijker wordt dit dan niet in het Varistische gebergte, waarvan we op horsten slechts brokstukken uit de mesozoische en kaenozoische omhulling zien opsteken — brokstukken, waartoe ook de Harz behoort — en waar bovendien vergaande denudatie en een dichte boschbedekking het verkrygen van een overzicht nog meer bemoeilyken. Hier mag men niet verwachten, dat de overschuivingen zich duidelijk in de topographie zullen afteekenen. Hier zal men moeten zoeken naar opvallende faciesverschillen en tectonische herhalingen van serien. Het is daarvoor in de eerste plaats noodig, dat men een nauwkeurige kennis bezit van de stratigraphie tot in vergaande details. Maar hier lag juist, evenals vroeger in de Alpen, de moeilijkheid, die het ontraadselen van de structuur van het gebergte langen tijd in den weg stond. Tusschen laagcomplexen met goed determineerbare fossielen lagen fossiellooze of zeer fossielarme serien, die zich normaal in het laagverband schenen te voegen, en waarvan men den ouderdom door intrapolatie of extrapolatie meende te mogen vaststellen. Op deze wijze schiep men zich van genese en structuur van het gebergte een voorstelling, die overeenkwam met de toen gangbare opvattingen over het ontstaan van plooingsgebergten. De grootte der tangentieele krachten en der daaruit voortvloeiende aanzienlijke horizontale bewegingscomponente was den onderzoekers ten eenenmale ontgaan.

En van dit beeld kon men zich niet meer losmaken. Nieuwe stratigraphische vondsten, die ons den ouderdom van verschillende-

serien op veel jonger deden bepalen dan tot dusver aangenomen werd, en die ons bovendien op het bestaan van belangrijke faciesverschillen op korten horizontalen afstand opmerkzaam maakten, leverden steeds grooter moeilijkheden, en evenals eertijds in de Alpen trachtte men deze uit den weg te gaan en in overeenstemming te brengen met de eenmaal gehuldigde opvatting, door steeds ingewikkelder plooien en „synclinoria” aan te nemen. Men scheen vast te loopen op het doode spoor van dit conservatisme, doch zooals het in zulk een geval wel meer gaat, moest het een buitenstaander zijn, die onze inzichten in nieuwe banen leidde, ¹⁾ en ons den weg wees naar de oplossing. Het was de Alpengeoloog *K o s s m a t t*, die ons het eerst op de mogelijkheid van dekbladenbouw in den Harz wees, nadat hij en *F. E. S u e s s* reeds het bestaan van overschuivingen van zeer groote afmetingen in andere gedeelten van het Varistische gebergte hadden aangetoond. Daarop volgende terreinstudies van *K o s s m a t t* en *D a h l g r ü n* brachten inderdaad op vele punten bevestiging van *K o s s m a t t*'s veronderstelling, terwijl *S c h r i e l* ook in den Z. O. Harz het bestaan van belangrijke „Abscherungen” langs vlakliggende overschuivingsvlakken bewees.

K o s s m a t t's uitgangspunt was de plooibundel van Elbingerode geweest (fig. 1). Deze werd aanvankelijk aangezien voor een samengestelde „Mulde”, een „synclinorium, waarvan de beide vleugels in zeer sterke mate waren overplooid. Zij hielden dus vanaf den Muldekern buitenwaarts, en deze kern werd naar de diepte toe aanzienlijk veel breder; de Mulde zou een soort „Doppelfalte” zijn. De vleugels van het synclinorium bestonden uit onderdevonische gesteenten (1, fig. 1), n.l. zoogen. *Wieder Schiefer* en *Hauptquarzit*. Schijnbaar concordant hieronder wegschietend — althans aan den noordvleugel — volgde een schiefercomplex (4, 5 en 6, fig. 1), dat den uit *Stringocephalenkalk*, *Schalstein* en *kera-tophyr* bestaanden Muldekern omhulde. Men meende hier met een normale stratigraphische volgorde te doen te hebben, rangschikte

¹⁾ Zooals het ook indertijd de buitenstaander *Bertrand* geweest was, die, uitsluitend op grond van literatuurstudies, eerst later door terreinonderzoek aangevuld, een nieuw licht wierp op de *Alpentectoniek*.

derhalve de gesteenten 4—6 in ouderdom tusschen Onder-Devoon en de Stringocephalenkalk (Bovenst-Midden-Devoon), en hield de eruptiva voor het jongste lid in de serie, derhalve voor Boven-Devoon, hoewel overal elders de eruptieve phase vóór de afzetting van de Stringocephalenkalk komt en nergens in het Boven-Devoon valt.

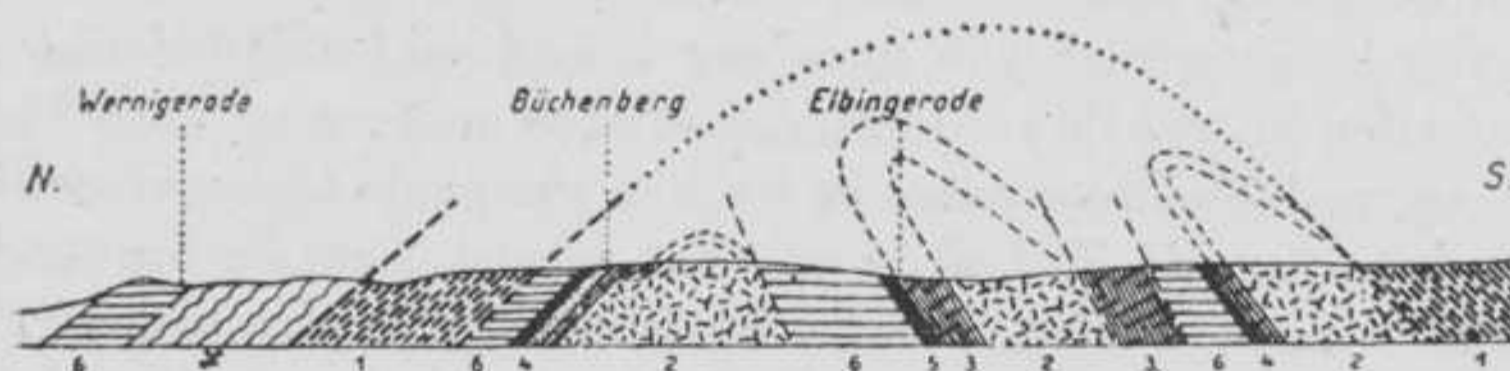


Fig. 1.

Profiel door het venster van Elbingerode
(volgens F. Kossmatt: „Der Überschiebungsbau des Unterharzes”,
C. f. M., G. u. P. Abt B, 1927.)

1. Wissenbacher Schiefer en Onder-Devoon.
2. Schalstein en keratophyr.
3. IJzererts-houdende Stringocephalenkalk van het Bovenste Middendevoon en Iberger Kalk van het Onderste Bovendevoon.
4. Cypridinenschiefer en Clymenienkalk van het Bovendevoon.
5. Kulmkieselschiefer.
6. Kulmkleileien en Kulmgrauwackes.
- x. Is siluur (twijfelachtig) van Wernigerode.

Nauwkeurige stratigraphische onderzoeken van Koch maakten het noodzakelijk, deze interpretatie volledig te wijzigen. Het gelukte hem, in de gesteenten 4—6 fossielen te vinden, die ontwijfelbaar aantoonde dat deze gesteenten tot het Boven-Devoon en Onder-Carboon (Kulm) behoorden. Volgend op de Stringocephalenkalk trof hij Iberger Kalk aan, daarna Cypridinenschiefer en Clymenienkalk, en tenslotte Kulmkieselschiefer, Kulmkleileien en Kulmgrauwackes. De eruptiva, aanvankelijk voor het jongste lid in de serie aangezien, bleken dus in werkelijkheid het oudste te zijn; in volkomen overeenstemming met wat men elders waarneemt, behooren zij tot het Midden-Devoon. En het was zeer opmerkelijk, dat de facies van al deze gesteenten ten volle overeenkwam met de

Oberharzer facies, en zeer markante verschillen vertoonde met het Devoon en de Kulm van de omgeving in de Unterharzfacies. ¹⁾

In plaats van met een Mulde bleek men dus met een eenigszins gecompliceerd gebouwde anticlinalzone te doen te hebben. Als in een venster duiken de boven-devonische en kulmische gesteenten van dezen plooi bundel op uit hun onder-devonische omhulling, en langs de randen van dit venster merken we die verschijnselen op, die zoo karakteristiek zijn voor een gebied met dekbladenbouw. We treffen er, zooals reeds gezegd, oudere gesteenten op jongere aan, en verdubbelde serieën; en we zien frappante faciesverschillen optreden. Aan de Z.O.-zijde van het venster zien we ten duidelijkste, hoe de oudere devonische gesteenten in Unterharzfacies langs een anormaal contact geschoven zijn op de boven-devonische en kulmische gesteenten, die de voor dit gebied vreemde Oberharzfacies vertoonen. ²⁾ Alles schijnt erop te wijzen, dat we hier met horizontale bewegingen van groote uitgestrektheid te doen hebben, dat het venster een tectonisch venster zou zijn, waarin de gesteenten van den Oberharz, die verder in het W. en N.W. zoo abrupt langs de Ackerbruchberg-zone schenen te eindigen, onder de Unterharzgesteenten nog eens te voorschijn treden, zooals in het Tauernvenster de penninische gesteenten van het Engadin nog eens opduiken uit de austro-alpine bedekking. Het Unterharzcomplex schijnt niet autochtoon te zijn, doch allochtoon; het is een dekblad, dat den Oberharz over een afstand van vele kilometers heeft overschoven. Waar moeten we het front van deze overschuiving zoeken, en kunnen we voor onze zienswijze nog meerdere aanwijzingen aanvoeren?

Dit laatste kunnen we inderdaad. Ten Z. W. van het Elbingeroder venster ligt de Sieber Mulde. De grauwackes van deze Mulde

¹⁾ Het bleek bij deze onderzoekingen tevens, dat de zogenaamde „vleugels” van de Mulde weliswaar voor een groot gedeelte uit Onder-Devoon bestaan, doch dat ook het Midden-Devoon, i.h.b. de Wissenbacher Stufe, aan haar opbouw een belangrijk aandeel heeft.

²⁾ Tijdens latere onderzoekingen heeft Dahlgrün nog op verschillende andere plaatsen aangetoond, dat de vensterrand een overschuivingscontact is, en tijdens het congres van de Directeuren der Duitse en Oostenrijksche geologische Landesanstalten in 1927 zijn deze waarnemingen gedurende een excursie in het Elbingerodergebied bevestigd.

schieten aan den zuidelijken Muldegrens op soortgelijke wijze onder de silurische en devonische gesteenten van den Unterharz ¹⁾ weg, als dit bij Elbingerode het geval is. En ook hier gelukte het aan te toonen, dat de grauwackes veel jonger zijn, en tot de Kulm behooren. Ook hier is klaarblijkelijk het Unterharzcomplex over jongere gesteenten geschoven. Hebben we hier echter al met het front van de overschuiving te doen, of lag dit nog verder N.W.-waarts, en is ook de Sieber Mulde, aan welks Muldenatuur overigens getwijfeld wordt ²⁾, een venster?

De westgrens van de Sieber grauwackenzone wordt gevormd door de Ackerbruchbergzone. Oorspronkelijk meende men, dat het Ackerbruchbergcomplex silurisch was, maar recente onderzoekingen hebben aangetoond, dat het een zeer samengestelde serie is, waarin voornamelijk devonische en kulmische gesteenten voorkomen. In hun kwartsitische ontwikkeling wijken ze, vooral wat betreft boven-Devoon en Kulm, zeer af, zoowel van de Oberharz-facies als ook van de Sieber kulmfacies. Het Devoon van het Ackerbruchbergcomplex blijkt bovendien ook de Kulm van de Sieberzone discordant te bedekken. Klaarblijkelijk hebben we hier te maken met een wortellooze massa, die bovenop het Oberharzcomplex ligt, en die we ons, over de Sieber Mulde heen, verbonden kunnen denken met de Unterharzoverschuiving. De Ackerbruchbergserie is het frontale gedeelte van de Unterharzoverschuiving, de „Stirn” van de „Unterharzdecke”, en zijne gecompliceerde structuur is geheel in overeenstemming met de frontale digitaties van de helvetische dekbladen der Alpen in de „brandingszone”.

De afstand van het Unterharzfront tot de rugzijde van het Elbingeroder venster bedraagt 15 K.M., en hierop is minimaal het overschuivingsbedrag te bepalen.

Resumeerend hebben we dus twee eenheden leeren kennen: den Oberharz en den Unterharz. De Oberharz is door den Unterharz overschoven, maar in het Sieber venster en in het bijzonder fraai ontsloten, 5 K.M. breedte en 15 K.M. lange venster van Elbingerode duikt de Oberharz op culminaties nog eens op.

¹⁾ De siluur-devoon-zone van Braunlage-Andreass-Herzberg.

²⁾ Dit zou echter nog meer voor Kossmatt's opvatting pleiten.

Maar dit zijn niet de eenigste tectonische eenheden, die we in den Harz kennen, noch is de Unterharz een ondeelbaar geheel. Zeer belangrijk voor de interpretatie der Harztectoniek zijn ook de Tanner grauwackes, die in een anticlinale zone te vervolgen zijn van Scharzfeld en Lauterberg over Tanne tot aan den Mägdesprung, en die door den tot den Unterharz behoorenden Mittelharzer Devoonzug (Andreasberg) van de Sieber Mulde gescheiden worden. Aan hunne zuidzijde schieten ze weer vlak weg onder devonische en silurische gesteenten, ¹⁾ in oogenschijnlijke

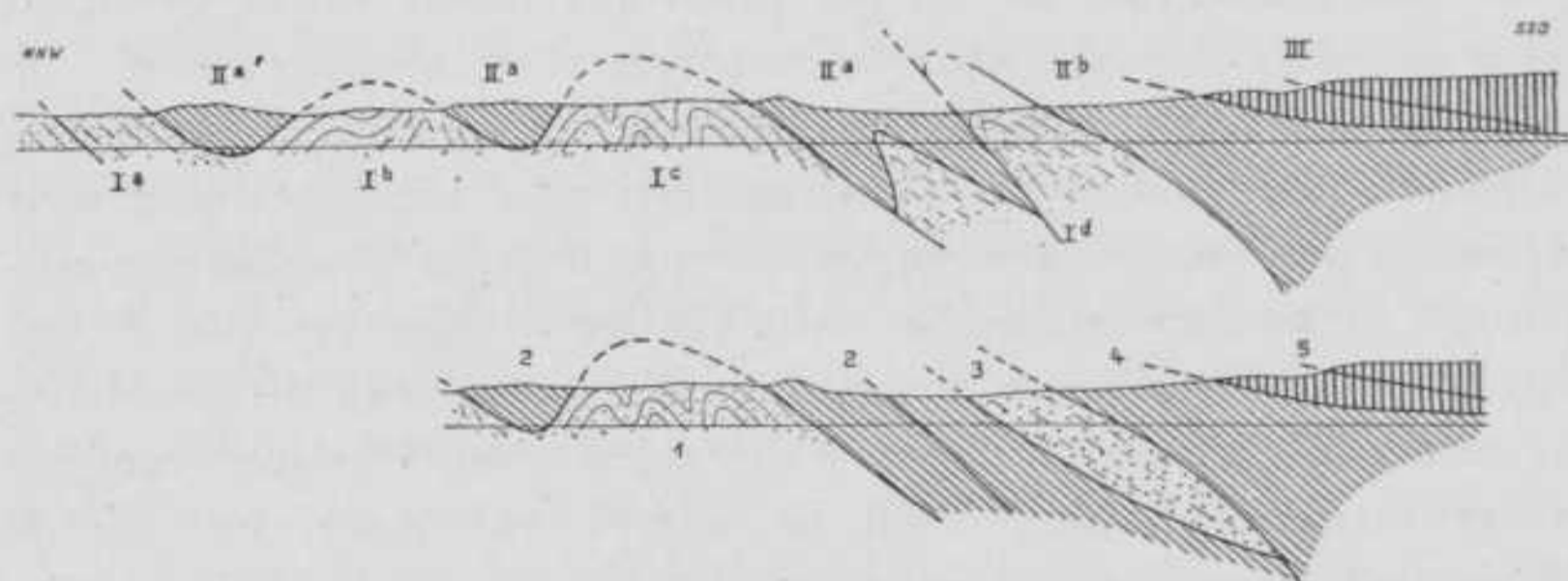


Fig. 2.

A. Schematisch Harzprofiel volgens Kossmatt.

I. Oberharz.

Ia: schubben en plooien van den N.W. Harz. Ib: vensters van Sieber en Wernigerode. Ic: venster van Elbingerode. Id: venster van Tanne.

II. Unterharzdecke.

IIa': Ackerbruchberg kwartsiet. IIa: Blankenburger Teildecke. IIb: Beneckensteiner Teildecke.

III. Stieger Decke.

B. Schematisch Harzprofiel volgens Dahlgrün.

1. Boven Harz-eenheid (met venster van Elbingerode). 2. Blankenburger Decke. 3. Tanner grauwackezone. 4. Unterharzdecke (= Beneckensteiner Decke). 5. Stieger Decke.

(Uit F. Kossmatt: Zur Frage des Deckenbaues im Harz, Z. d. D. Geol. Ges. Bd. 80, 1925).

discordantie hiermee, en daarom meende men aanvankelijk, dat ze er ook in normaal stratigraphisch verband mee voorkomen, en hield ze derhalve voor de oudste gesteenten uit den Harz. Welnu

¹⁾ Waaronder ze in enkele kleine erosievensters nog eens voor den dag treden.

ook in de Tanner grauwcakes zijn fossielen gevonden, voornamelijk plantenresten, die ons hun ouderdom op Boven- Devoon en Kulm deden vaststellen, en dit behoefde ook geen verwondering te verwekken. Want het bleek steeds duidelijker, dat de vorming van deze klastische grauwackeformaties in het nauwste verband staat met de hercynische orogenetische fasen, en dat ze dus tot de jongste gesteenten van den Harz moesten behooren. Zij werden afgezet, toen het zich vormende gebergte boven zee verheven werd en een prooi der denudatie. Zij zijn de afbraakproducten van dit gebergte, de hercynische aequivalenten van de flysch en de molasse in de Alpen. ¹⁾.

Aldus moest men aannemen, dat de Tanner grauwackes aan hun zuidzijde door oudere gesteenten overschoven waren, en het scheen, dat ook zij in een venster aan den dag traden. Maar het bleek weldra, dat zij, in plaats van aan de noordzijde eveneens weg te duiken onder de gesteenten van den Mittelharzer Devonzug, er discordant bovenop lagen. Het was geen stratigraphische discordantie, geen transgressie, zooals Schriël allereerst geneigd was, aan te nemen. Het discordantievlak is een vlak van tectonische discordantie, met duidelijke verschijnselen van sleuring, van verfrommeling en verbrijzeling, in de aangrenzende lagen. En langs dit vlak zijn de Tanner grauwackes op den Mittelharzer Devonzug geschoven. De Tanner grauwackezone is geen venster in de engere betekenis van dit woord; het is niet de onmiddellijke voortzetting van het Sieber venster. Het blijkt, dat de Unterharzdecke gebroken is en in twee Teildecken gesplitst ²⁾, en de Tanner grauwackes liggen tusschen deze schubben en scheiden ze van elkaar. Ook hierin kan men nog een overeenkomst zien tusschen de flysch en de Kulm. Zooals de flysch de helvetische dekbladen omhult en van elkaar scheidt, zoo scheidt ook de Kulm de hercynische overschuivingen. En beide, flysch en Kulm, zijn daarbij vaak het materiaal geweest, waarover deze schubben zijn voortgegleden; zij zijn één der voornaamste bewegingshorizonten.

¹⁾ En evenals in de flysch zien we naar boven toe, met het in hevigheid toenemen der bergvorming, de kulm ook grofklastischer worden.

²⁾ De Blankenburger en Beneckensteiner Decken. (Zie fig. 2).

Kossmatt en Dahlgrün verschillen van meening, in hoeverre men deze Blankenburger en Beneckensteiner schubben inderdaad als Teildecken dan wel als zelfstandige tectonische elementen moet opvatten, maar zooals uit fig. 2 volgt, zijn dit detailquaesties van meer ondergeschikt belang, die het nieuwe beeld, dat men van de Harztectoniek gekregen heeft, principieel niet kunnen wijzigen. Trouwens, ook de Oberharz is nog verschubd, en de Iberger klip is nog een wortelloos denudatierelict van één der hoogste Oberharzer schubben, welks wortel wellicht in het venster van Elbingerode gezocht moet worden.

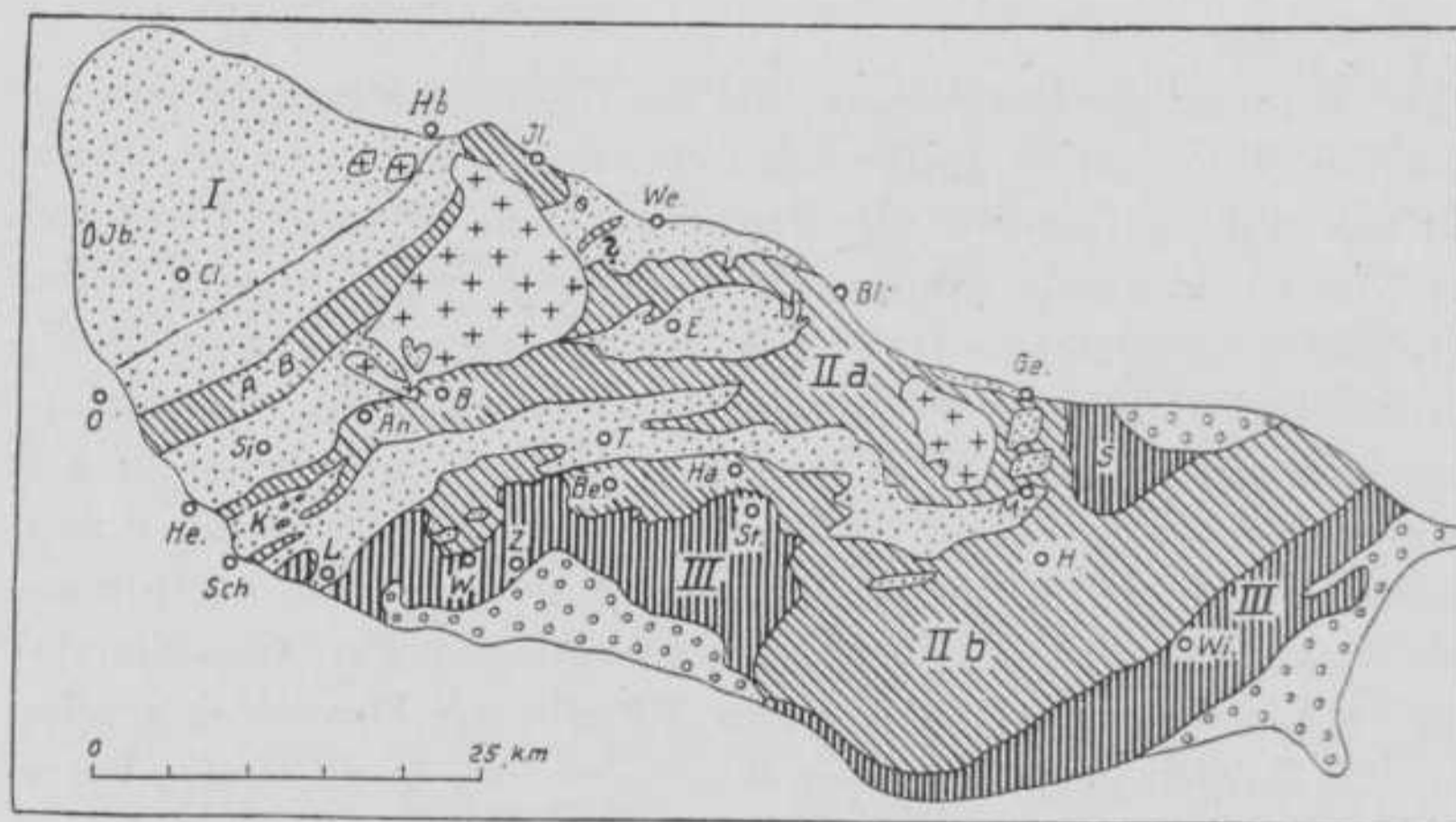


Fig. 3.

Tectonische schetskaart van den Harz
(volgens Kossmatt, Z.d.D. Gsol. Ges. 1928).

- I. Oberharz-eenheid (gestippeld).
 - II. Unterharzdecke (schuin gearceerd). A-B Acker-Bruchberg-Ilsenburgzug. (Stirn der Unterharzdecke). IIa Blankenburger en IIb Beneckensteiner Teildecke.
 - III. Stieger Decke (verticaal gearceerd). Kruisjes: granietintrusies. Cirkeltjes: transgredeerend Boven Carbon en Perm.
- An = Andreasberg. B = Braunlage. Be = Beneckenstein. Bl = Blankenburg. E = Elbingerode. H = Harzgerode. Ha = Hasselfelde. He = Herzberg. Ib = Iberger. L = Lauterberg. M = Mägdesprung. S = Selkemuide. Sch = Scharzfeld. Si = Sieber. St = Stege. T = Tanne. W = Wippra. Z = Zorge.

Een tot dusver onopgeloste vraag was, welke plaats aan de „Stieger Schichten” van Zorge, Stiege en uit de Selkemuide in de

stratigraphie toekomt. Dit is een serie, die schijnbaar transgedeert over devonische en silurische gesteenten, plaatselijk zelfs over de Tanner grauwacke, en die zelf weer discordant door kulmgrauwackes en andere typische Kulmgesteenten bedekt wordt. Het gelukte Schriël aan te toonen, dat deze laatste discordantie eene tectonische is ¹⁾, dat we met een „Scherfläche” te doen hebben. Daarom meende men, dat het niet noodzakelijk was, dat de Stieger Schichten ouder waren dan de Kulm er bovenop; ja, men geloofde zelfs, dat zij zeer jong waren, wellicht eveneens kulmisch, want zij transgredeerden immers over Siluur en Devoon? Doch vreemd was het, dat ze in facies veel meer deden denken aan Devoon, en dat i.h.b. de typische kulmische „flyschfacies” geheel ontbrak, hoewel het hooger liggende Kulmpakket deze facies weer wel verroonde. Daarentegen bestaan de Stieger Schichten voor een groot gedeelte uit basische eruptiva, zoo kenmerkend voor het Midden-Devoon, en deze eruptiva ontbreken volledig in de Kulm; ook in de Tanner grauwacke, waarover deze Stieger Schichten bij Lauterberg schenen te transgredeeren. Welnu, ook hier blijkt het discordantievlak een overschuivingsvlak te zijn, met karakteristieke verschijnselen van doorkneding. De Stieger Schichten vormen de hoogste tectonische eenheid van den Harz, de Stieger Decke, bestaande zoowel uit Devoon als Kulm, en de „Scherfläche” tusschen de Stieger Schichten en de Kulm is een bewegingszone van de tweede orde, waarlangs slechts „Teilbewegungen” hebben plaats gehad. Deze Kulm staat wel degelijk in stratigraphisch verband met de onderliggende, oudere Stieger Schichten, maar door differentieele bewegingen in de Stieger Decke is de Kulm nog verder noordwaarts bewogen, zooals ook in de helvetische dekbladen de jongere laagcomplexen verder voorwaarts geschoven zijn dan de meer achtergebleven, oude kernen.

En hier in het Z.O. is 't ook de eerste keer, dat we in den Harz iets van kristallijn aantreffen. Want de drie groote tectonische eenheden, die we hebben leeren kennen, n.l. de Oberharz (het min of meer autochtone voorland) en de Unterharzer en Stieger Decken,

¹⁾ Hoewel eene van secundair belang.

bestaan slechts uit post-caledonische sedimenten, zooals ook in de helvetische dekbladen slechts het (post-hercynische) sedimentaire Mesozoicum voorkomt, en geen kristallijn. Maar aan de Stieger Serie en de Südharmulde sluit de metamorphe randzone van Wippra aan ¹⁾. En deze zone, waarin dynamometamorphose en regionaalmetamorphose op het mechanisme der bergvorming een heel ander stempel gedrukt hebben, zoodat men herinnerd wordt aan de penninische zone der Alpen, staat in nauwe relatie met de kristallijne zone (ortho- en paragneizen) van den Kyffhäuser, die weer samenhangt met het kristallijn van Thüringen. In deze strook, waartoe ook het Ertzgebirge en de Saksische granulietgebieden behooren, en die over den Spessart te vervolgen is tot aan den Noordrand van Schwarzwald en Vogezen, hadden K o s s m a t t en S u e s s al eerder het bestaan van groote tangentieele bewegingen aangetoond en een tectoniek van het penninische type. Het is de kern van het Varistische gebergte, het centrale orogeen; het is, alsof we uit het Helveticum der Alpen in het Penninicum gekomen zijn.



Fig. 5.

Schematisch profiel door het Varistische gebergte.

(Volgens K o s s m a t t uit: v. Bubnoff; Geologie van Europa).

I. Voorland met Boven-Carboon (R.K.); IIa. Sauerland-Oberharz met Kulm (cu) en Devoon (t); II. B-C = Binnenst gedeelte der Rheno-hercynische gordel met Siluur-Devoon (s-t) over Kulm-Devoon (cu-t). IIIa. Spessart-Thuringerwoud met graniet (G), kristallyne schisten (Kra), phylliet (p), Siluur-Devoon-Kulm (s-t-cu); RS = Ruhlauer stichtel; Z M = Ziegenrückmulde. IIIb. Fichtel-Erzgebirgszone (signatuur als IIIa). Kr₁ = overschoven Moldanubicum (M = gneissklip van Münchberg).

Het zou ons te ver voeren, om deze analogiën met de Alpen stap voor stap door het geheele Varistische gebergte te vervolgen,

¹⁾ De „Wipprazug” is waarschijnlijk de sterk gemetamorphoseerde voortzetting van de Stieger Schichten, en de „Grünschiefer” van Wippra zou men mogen identificeeren met de diabazen van Stiege.

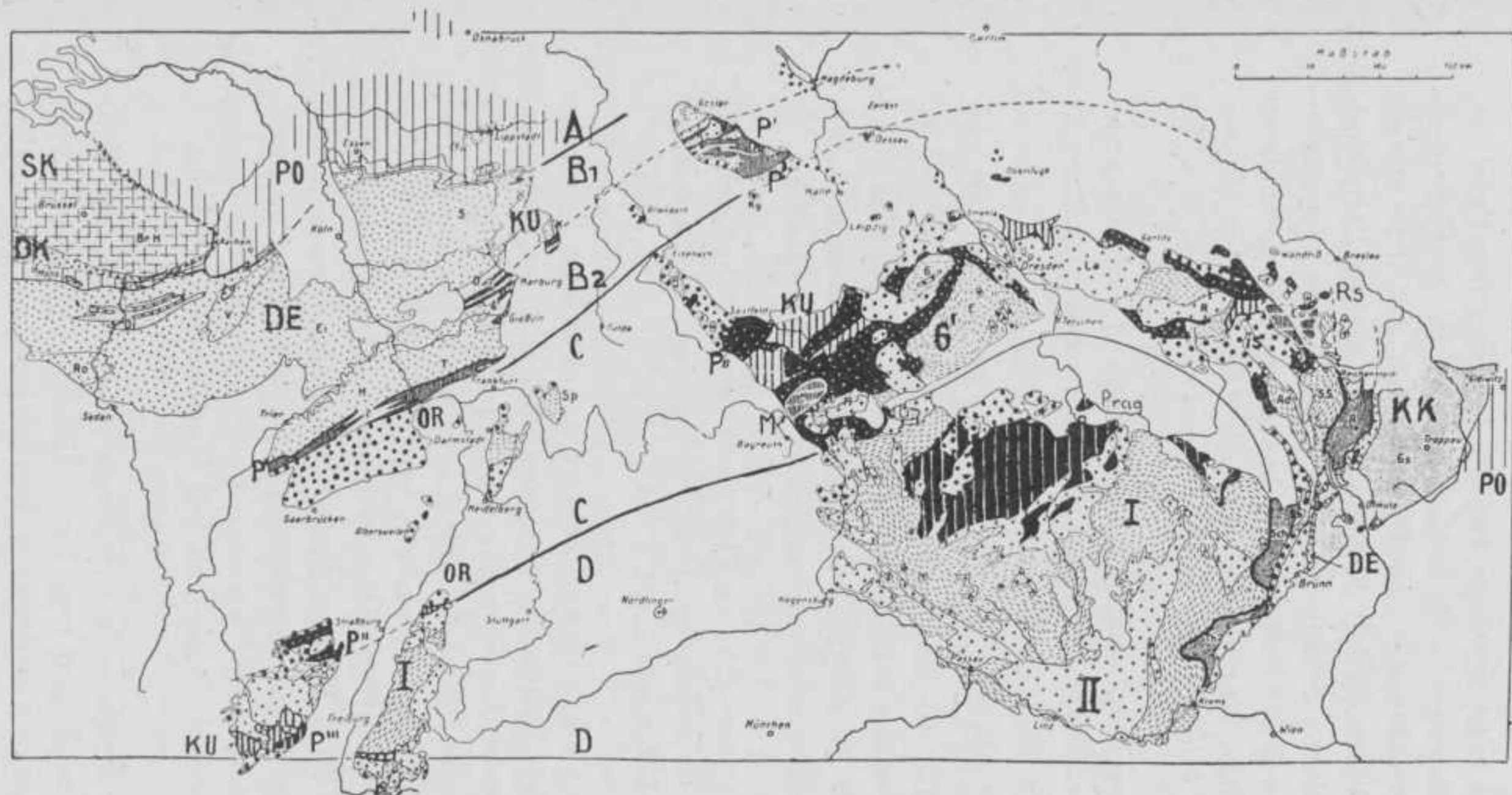


Fig. 6.

Overzicht van den varistische bouw in Duitschland (volgens Kossmatt uit Von Bubnoff: „Geologie von Europa“. II 1).

A = buitenzone: PO = productief carboon; SK = Massief van Brabant.

B = Rhenohersynische zone: DK = ondercarboon; DE = devoon; KK = KU = Kulm; P' = palaeozoicum;

B₁ = Oberharzdecke; B₂ = Unterharzdecke.

C = Saksisch-Thuringsche zone: G' = gueiss en krist. schiefer; P'' = Palaeozoicum; Ku = Kulm.

D = Moldanubische zone: I = Oudkristallijn; II = Batholithen; OR = Bovenroodliggende.

Wit: postvariscische bedekking. A = Altwater; Ad = Adlergebirge; Br H = Brabanter Massiv; D = Dillmulde;

Di = Dinantmulde; E = Erzgebirge; Ei = Eifel; EU = Eulengebirge; Fi = Fichtelgebirge; G = Granulit; Gs = Gesenke;

M = Münchberger Masse; H = Hunsrück; is — innersudetische Mulde; K = Kellerwald; Ky = Kyffhäuser;

L = Lahmulde; La = Lausitz; R = Riesengebirge; Ro = Rocroi; S = Sauerland; Schw = Schwarzawa Kuppel;

Sp = Spessart; SS = Spieglitzer Schneeberg; T = Taunus; Th = Thaya-Kuppel; V = Venn.

gelijk K o s s m a t t in zijne synthese van dit gebergte heeft gedaan. Zooals te verwachten was, is de voortzetting van de Harz-dekbladen en -faciesgebieden te vervolgen vanaf den Flechtinger Höhenzug via den Harz en het Kellerwald tot in het Lahn-Dill-gebied en het Rheinische Schiefergebirge. Vier groote tectonische eenheden leert K o s s m a t t ons daarbij, in treffende overeenkomst met de Alpiden (i.h.b. Karpathen) en ook Caledoniden, in het Varistische gebergte kennen (fig. 6.):

I. De randplooien, waarin het productieve carboon voorkomt; zij gaan noordwaarts geleidelijk over in het vlakliggende voorland.

II. De noordelijke grauwackezones, (de Rhenohercynische zone), die ook nog tot het voorland behooren, en die te vergelijken zijn met het Helveticum der Alpen. Kristallijn komt er niet of nauwelijks in voor. Ardennen, Leisteplateau, Lahn-Dill-gebied, Sauerland, Kellerwald en Harz behooren hiertoe.

III. De Thüringen-Ertsgebergte-zone, het centrale orogeen, met sterke tangentieele „Durchbewegung”. Het kristallijn speelt hier een zeer belangrijke rol.

IV. De Moldanubische zone, het achterland, waartoe in de eerste plaats het Boheemsche Massief behoort, en Schwarzwald en Vogezen. Sterke doordringing met granitisch magma is een kenmerk van deze zone, die ook facieel zeer sterk van de andere zones afwijkt. Horizontale bewegingen spelen er een minder belangrijke rol in, maar toch is ook het Boheemsche Massief over afstanden van 50—100 K.M. over het centrale orogeen geschoven. De geïsoleerde, wortellooze gneisklippen van Münchberg en Frankenberg, van het Eulengebirge e.a. zijn de laatste denudatieresten van deze grootste overschuiving van het Varistische systeem.

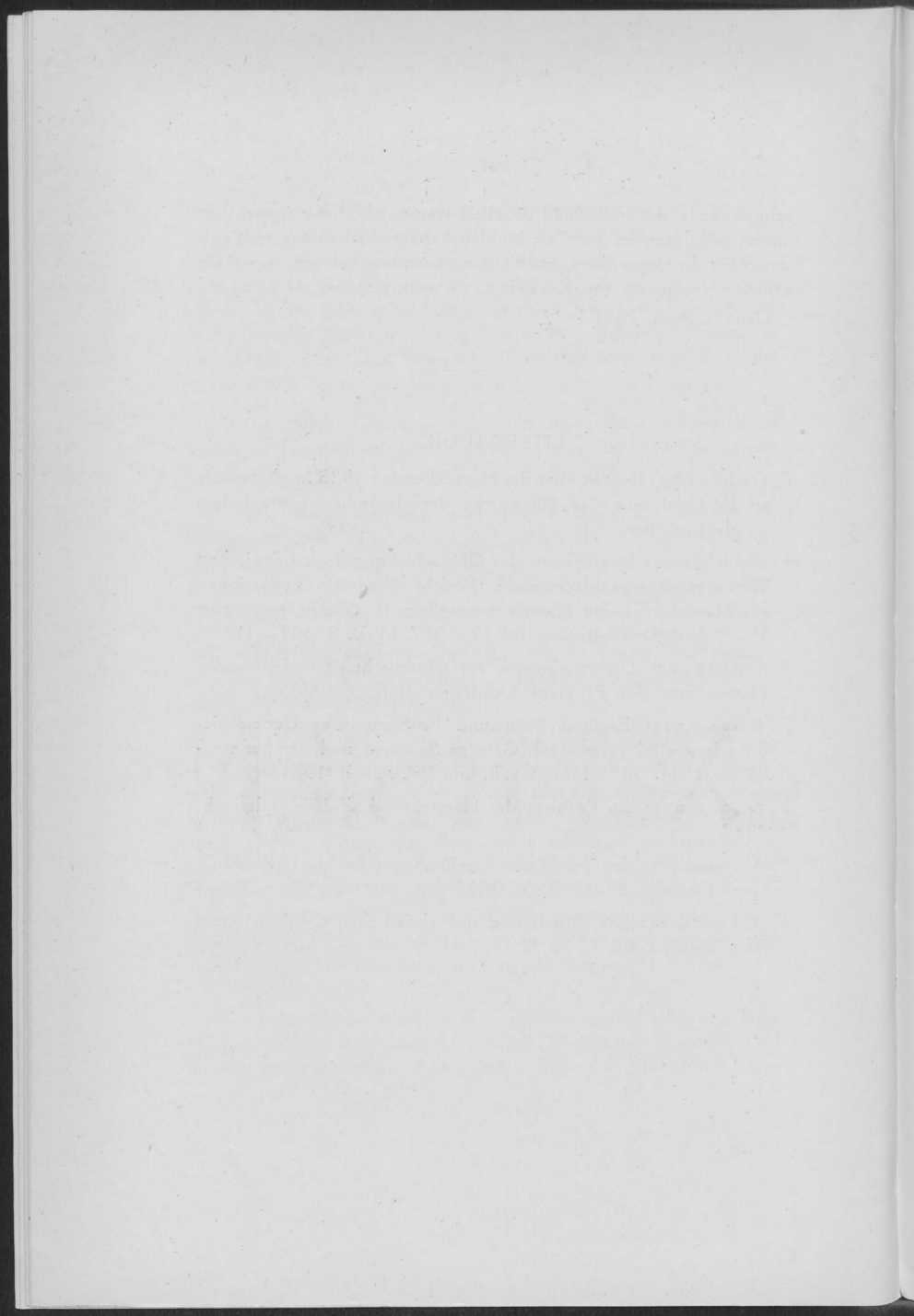
De Kossmatt'sche synthese is een eerste groote stap, die leidt tot het volledig ontraadselen van het Varistische orogeen. Veel moet er wellicht in deze opvattingen gewijzigd worden. Maar zeker

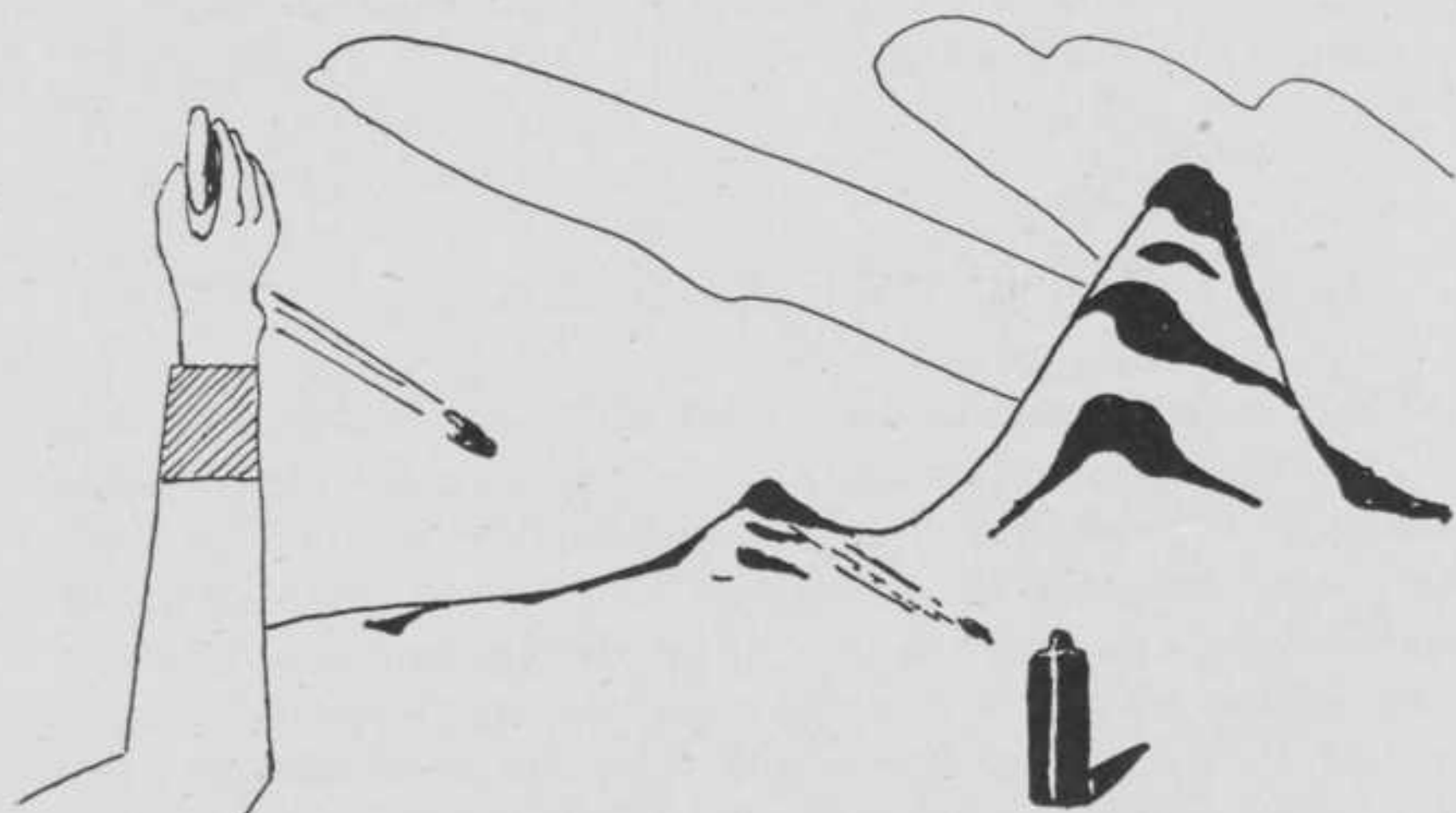
schijnt reeds, dat inderdaad dezelfde wetten, die het ontstaan der alpine gebergten en der Caledoniden beheerscht hebben, ook gelden voor de Hercyniden, en dit aangetoond te hebben, is wel de grootste verdienste van K o s s m a t t's werk geweest.

Delft, 2 April 1931.

LITERATUUR.

- F. D a h l g r ü n: Bericht über die Harzexkursion 1928 im Anschluss an die Konferenz der Direktoren der deutschen geologischen Landesanstalten.
- F. D a h l g r ü n: Das System der Überschiebungsdecken zwischen Wernigerode und Harzgerode. Bericht über die Exkursionen anschliessend an die Hauptversammlung in Goslar im August 1927. Z. d. D. Geol. Ges. Bd 79, 1927. M. B. S. 304—311.
- F. D a h l g r ü n: Untersuchungen zur tektonischen Gliederung des Harzes. Sitz. Ber. Pr. Geol. Landesanst. Hft. 3, 1928.
- F. K o s s m a t t: Erscheinungen und Probleme des Ueberschiebungsbanes im varistischen Gebirge Sachsens und der Sudetenländer. Centr. Bl. f. Min., Geol., und Pal. Abt B, 1925.
- F. K o s s m a t t: Ein Problem der Harztektonik. Zelfde tijdschrift, 1927.
- F. K o s s m a t t: Zur Frage des Deckenbaues im Harz. Z. d. D. Geol. Ges. Bd. 80, M. B. 6/7 1928.
- F. K o s s m a t t: Die Gliederung des varistischen Gebirge baues Abh. sächs. Geol. L. A. 1, 1927.
-





EXCURSIEN

THE
MOUNTAIN
VIEW
CAMP

VERSLAG VAN DE GEOLOGISCHE EXCURSIE
NAAR HET EILAND WIGHT

van 1 October tot 9 October 1930

onder leiding van Prof. Dr. Ir. J. A. A. Mekel, m.i.,
Prof. Dr. J. H. F. Umbgrove en Dr. P. Kruizinga.

Voorwoord.

Ongetwijfeld hebben alle deelnemers aan de excursie naar het eiland Wight een duidelijk inzicht kunnen krijgen van de geschiedenis van het eiland vanaf het Onder-krijt tot heden, voor zoover die uit de daar voorkomende afzettingen, de tectonische bouw, de tegenwoordige topographie en de loop der rivieren is af te leiden.

Langs vrijwel de geheele kust vindt men namelijk prachtige ontsluitingen, de tectonische bouw is zeer eenvoudig en overzichtelijk.

In dit verslag is getracht van de geschiedenis van het eiland een beknopt beeld te geven.

Den leiders van de excursie, Prof. Dr. Ir. J. A. A. Mekel, Prof. Dr. J. H. F. Umbgrove en Dr. P. Kruizinga, betuigen wij onzen dank voor de wijze waarop zij de excursie wisten te doen slagen en Ir. J. A. C. ter Meulen voor zijn zorgen voor het finantieele gedeelte.

Prof. Umbgrove en Dr. Kruizinga zijn wij bovendien erkentelijk voor de wenken, door hen gegeven bij de samenstelling van dit verslag.

A. KECK.

K. H. R. HOYER.

LIJST VAN DEELNEMERS.

Prof. Dr. Ir. J. A. A. Mekel, m.i.	
Prof. Dr. J. H. F. Umbgrove.	
Dr. P. Kruizinga.	
Ir. J. A. C. ter Meulen, m.i.	
Ir. Tj. de Vries, m.i.	
J. J. Arps,	cand. m.i.
H. H. Badings,	"
J. H. Beltman,	"
A. L. Cardozo,	"
J. Duyfjes,	"
F. L. van Ham,	"
J. van Heek,	"
H. J. Houtman,	"
K. H. R. Hoyer,	"
N. J. Kuiper,	"
A. Keck,	"
J. E. van Leeuwen,	"
A. B. Mettievier Meyer,	"
The Sing Bie,	"
E. G. van der Veen,	"

PROGRAMMA.

Woensdag 1 October.

Vertrek met de Batavier van Rotterdam (Boompjes) naar Gravesend. De deelnemers aan de excursie moeten 6 uur n.m. aan boord zijn.

Donderdag 2 October.

Aankomst te Gravesend Pier \pm 8.30 v.m. Vertrek Gravesend Pier 9.12 v.m. Aankomst Victoria Station 10.13 v.m. Van Victoria Station met taxi's naar Waterloo Station. Vertrek Waterloo station 11.50 v.m. Naar Portsmouth met aansluitende boot over naar Ryde. Van Ryde per trein (aansluiting) naar Ventnor. Aan-

komst Ventnor \pm 3 uur n.m. Hotel Crab & Lobster, Grove Road, Ventnor. 7 uur diner.

Vrijdag 3 October.

Proviand meenemen. Van Ventnor wandeling over Boniface en Shanklin-Downs naar Shanklin. Het voetpad gaat over Gault, Upper Greensand en Lower Chalk, en eluviale grindafzettingen (Angular Flint Gravel).

In Shanklin door de Shanklin Chine naar het strand; gezicht vanaf de pier op de antiklinalen van Shanklin en Sandown. Terug van Shanklin langs de kust naar Bonchurch door Ferruginous Sands (Aptien) en Gault. Bezichtiging van Luccomb Chine (jong erosiedal) en landslips. Diner in Hotel.

Zaterdag 4 October.

Proviand meenemen. 's Morgens vertrek van Ventnor naar Sandown (met bus of trein). Langs het strand naar Culver Cliff; Wealden; Red Cliff; Lower Greensand, Chalk. Indien voldoende tijd beschikbaar wandeling over het Culver Cliff naar Foreland. Steilstaande Eocene lagen en grootendeels minder sterk opgerichte Oligocene lagen. Van Bembridge terug naar Ventnor.

Zondag 5 October.

Proviand meenemen. Met autobus van Ventnor naar Niton over het z.g. „Undercliff”. Bezichtiging van „Jonge Landslips”; langs het strand naar Brighston (Brixton). Het strand wordt hier gevormd door grindafzettingen. Bestudeering der profielen; in het Cliff de verschillende afdeelingen van het Krijt. Lower Greensand en de Weald met fossielrijke banken (o.a. Crackers Group). Door de Grange Chine naar Brighston. Per autobus terug naar Ventnor.

Maandag 6 October.

Proviand meenemen. Vertrek per autobus van Ventnor naar „the Needles”. Bestudeering van het Eoceen en Oligoceen, profiel van Alum Bay, Totland Bay en Colwell Bay tot Yarmouth. Van Yarmouth per bus of trein naar Ventnor.

Dinsdag 7 October.

Proviand meenemen. 's Morgens vertrek per autobus naar Brook. Bestudeering van het profiel tusschen Freshwater Bay en Brook. Wealden tot Upper Chalk.

Woensdag 8 October.

Vertrek van Ventnor met bagage; per auto doorkruising van het eiland van Zuid naar Noord over Newport naar Ryde.

Afvaart boot Ryde 1.05 n.m. Aansluitende trein naar London. Vertrek van London Victoria Station 6.10 n.m. Aankomst Gravesend 7.00 n.m.

Donderdag 9 October.

Aankomst Rotterdam 8 uur v.m.

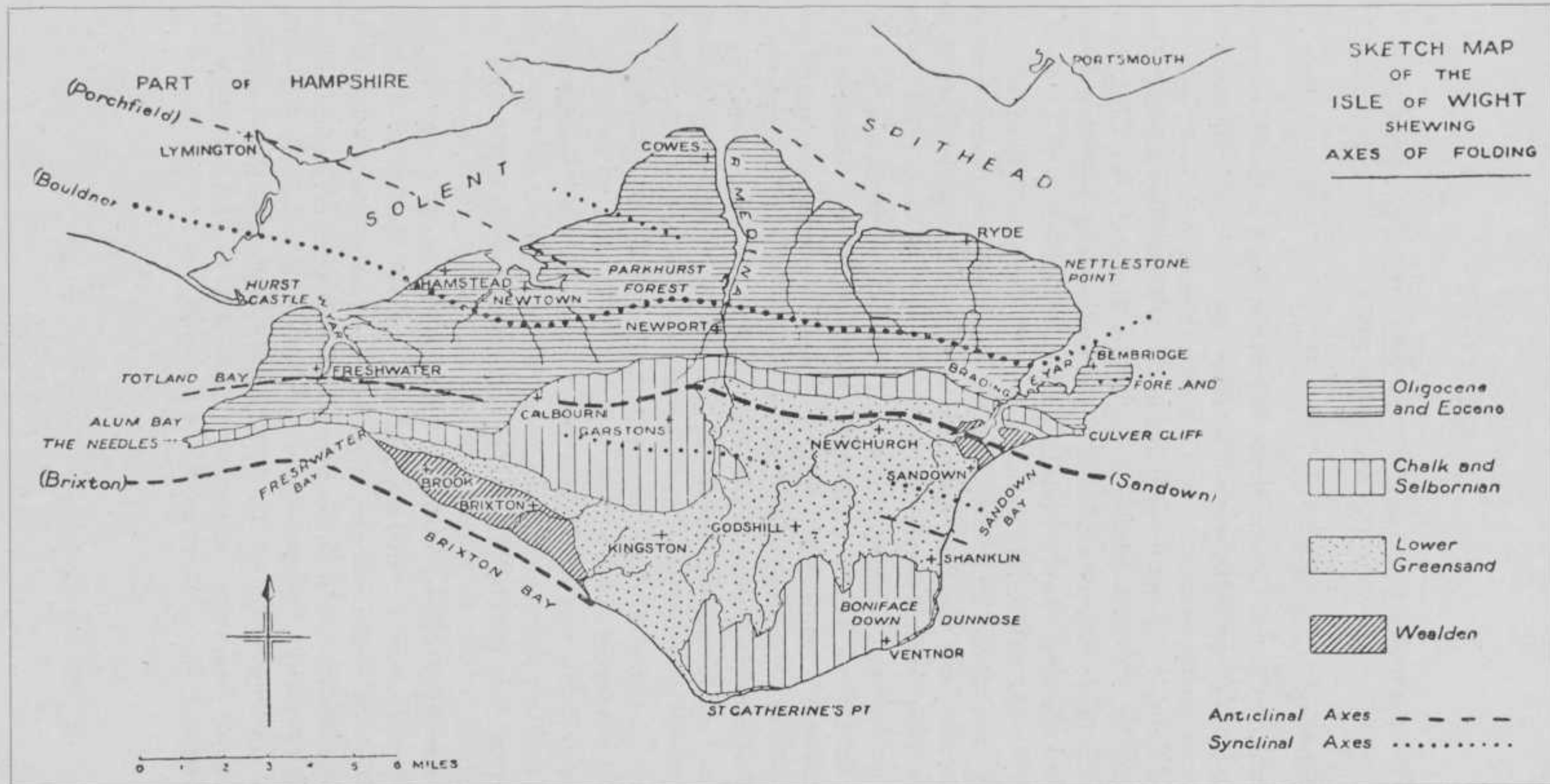


Fig. 1. *Uit: A Short Account of the Geol. of the Isle of Wight,*
by H. J. Osborne White, F. G. S.

OVERZICHT VAN DE GEOLOGIE VAN HET EILAND WIGHT.

Topografie:

Door de Central Downs wordt Wight verdeeld in een Noordelijk gedeelte, dat grootendeels uit tertiaire lagen bestaat en een Zuidelijk gedeelte, bestaande uit cretaceïsche sedimenten.

De Central Downs lopen dus in Oost-Westelijke richting door Wight. In 't Oosten eindigen zij in het steile Culver Cliff, in 't Westen in de bekende „Needles”. Zij worden gevormd door de harde kalklagen van de Middle- en Upper Chalk.

De hoogte van de rug varieert van 100 tot ruim 200 m.

Het Noordelijk gedeelte is betrekkelijk laag en men vindt er in tegenstelling met het Zuidelijk deel veel kreupelhout en bossen (Parkhurst Forest).

Over het algemeen stijgt het land van het laagland aan de voet van de Downs langzaam naar de kust, waarlangs een reeks van grintplateau's voorkomt, waarvan de hoogte langzaam afdaalt van Cowes (± 60 m.) naar Bembridge (± 40 m.). Deze plateau's worden met de Central Downs verbonden door een dwarsrug, 2 mijlen ten Oosten van de Medina River. Ten Westen van deze rivier vindt men overblijfselen van een dergelijke rug. Het geheel wordt doorsneden door verschillende meest in Noordelijke richting stroomende rivieren.

Ten Zuiden van de Downs vindt men eerst een breede vallei met zachte reliefvormen, waartegen de scherpere omtrekken van de resten van grintbeddingen of zandsteenlagen zich duidelijk afteekenen.

Langs de Zuidkust tusschen Chale en Dunnose vindt men de Southern Downs, het hoogste gedeelte van het eiland. St. Boniface Down en St. Catherine's Hill bereiken een hoogte van ruim 260 m. Aan de landzijde zijn de Southern Downs diep ingesneden. De kam vertoont zacht afgeronde golvingen. Naar het Kanaal dalen de Southern Downs steil af. De helling wordt gebroken door een aantal dicht begroeide terrassen (Undercliff), ontstaan door de „landslips”.

De geheele kust ten Zuiden van de Central Downs wordt gekarakteriseerd door deze „landslips”, voornamelijk veroorzaakt door de zee-erosie en de invloed van het grondwater op de kleiachtige lagen van het Onder Krijt en Selbornian. Men vindt ze bijna overal, waar de steile kust wordt gevormd door Wealden Beds en Atherfield Clay, of waar kleilagen als glijvlakken kunnen dienst doen.

De Gault, op Wight bekend als „blue slipper”, heeft aanleiding gegeven tot het ontstaan van de groote slips, die de „Undercliff” van het eiland hebben gevormd. Behalve de eigenschappen van de Gault zelf hebben plaatselijk zeer gunstige omstandigheden (helling der lagen, stratigraphie, hoogte van het zeeniveau, loop van het grondwater) meegewerkt. De Undercliff bestaat voornamelijk uit Upper Greensand, in den vorm van blokken en schollen, die de lengte van een halve mijl kunnen bereiken, afgebroken langs verticale joints en voortglijdende over de „blue slipper”. De verticale bewegingsafstand varieert, is soms zeer klein, maar kan ook tientallen meters bedragen. Men vindt totale verplaatsingen van $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mijl. De oppervlakte van de slips is onregelmatig en vol scheuren en spleten. Het algemeene verloop ervan is, zooals steeds bij dergelijke verschijnselen, loodrecht op de bewegingsrichting.

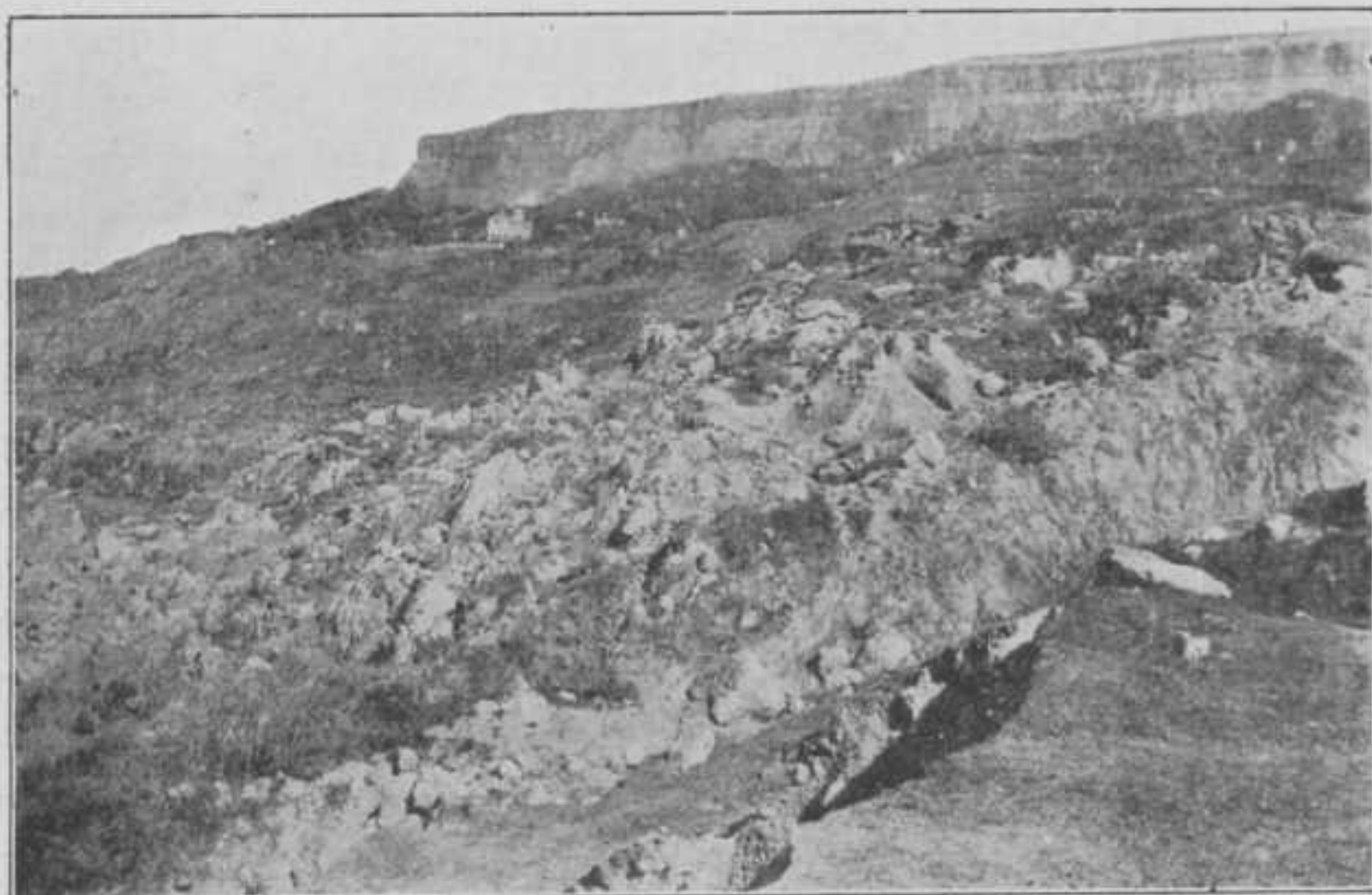
Ook in de tertiaire lagen treft men min of meer karakteristieke landslips aan op kleine schaal.

Landslips zijn natuurlijk niet uitsluitend aan een kust gebonden. Inderdaad zijn groote massa's Greensand naar alle zijden, van b.v. St. Catherine's Down, afgegleden.

Het water, waardoor Wight wordt omgeven is over 't algemeen ondiep. De Solent en de Spithead zijn slechts plaatselijk dieper dan 20 m. Een geul van ruim 60 m. diepte is uitgeslepen door de sterke ebstroom tusschen Cliff End en Hurst Castle, het smalste deel van de Solent. Het Kanaal bereikt pas ongeveer 2 mijlen buiten de kust een diepte van 20 m., behalve tegenover de Southern Downs, waar deze diepte binnen een halve mijl reeds wordt bereikt. Er is blijkbaar een verband tusschen deze afstand en de weerstand van de kust tegen erosie.

Aan de rivieren van Wight, die veel eigenaardigheden vertoonen,

zullen na het tectonisch en stratigrafisch gedeelte nog eenige beschouwingen worden gewijd.



„Land Slip“ bij Rocken End.

De Tectonische bouw van het eiland Wight.

Het bovenste Krijt (Danien) en het oudste Eoceen ontbreken op Wight. Dit stratigrafisch hiaat is zeker in hoofdzaak ontstaan door denudatie en voor een geringer deel te wijten aan het ontbreken van sedimentatie gedurende dien tijd. Deze denudatie vond plaats tengevolge van de regressie die in West-Europa na het Mesozoïcum optrad. Het opgeheven Krijtplatform zinkt dan weer en er wordt gedurende Eoceen en Oligoceen een bijna 700 m. dik pakket op afgezet van afwisselend marine-, zoet- en brakwatersedimenten. Dan vinden we een discordantie tusschen Hamstead Beds en post-pliocene Gravelen. Die Hamstead Beds echter geven geen aanwijzing voor de komende verandering. Integendeel is met het Stampien ¹⁾ een nieuwe sedimentatiecyclus begonnen. Het is dan ook geheel in

¹⁾ Het begin van het Stampien valt samen met de bovenste Upper Hamstead beds (Corbula bed). Zie de stratigrafische tabellen.

overeenstemming met wat we in het aangrenzende tertiaire bekken van Frankrijk vinden, wanneer we aannemen, dat de sedimentatie is doorgestaan tot in het begin of het midden van het Mioceen. ¹⁾ De plooiing valt in het Midden-Mioceen en zet zich tot in het Plioceen voort. Ze valt samen met de periode van grootste orogeenische activiteit in het Tertiair (Alpen) en staat daar ongetwijfeld mee in verband.

Deze plooiing heeft in Wight en aangrenzende gebieden anticlinale ruggen en synclinale bekkens doen ontstaan, gelegen op min of meer O.-W. verlopende assen, die licht gebogen zijn met hun convexe zijde naar het Noorden. De meest bekende hiervan is wel de Wealden anticlinaal, die het bekken van London scheidt van het Hampshire bekken, waartoe ook het Tertiair van Wight behoort, en die zich in Frankrijk voortzet.

De anticlines hebben meestal een steile, plaatselijk overkipte Noordvleugel. In deze vleugel treden dikwijls verschuivingen op, die de neiging hebben met laagvlakken samen te vallen. Door de geringe helling van de Zuidvleugel lijkt de ploi soms op een flexuur.

Op Wight vinden we, afgezien van secundaire plooiingen (fig. 1):

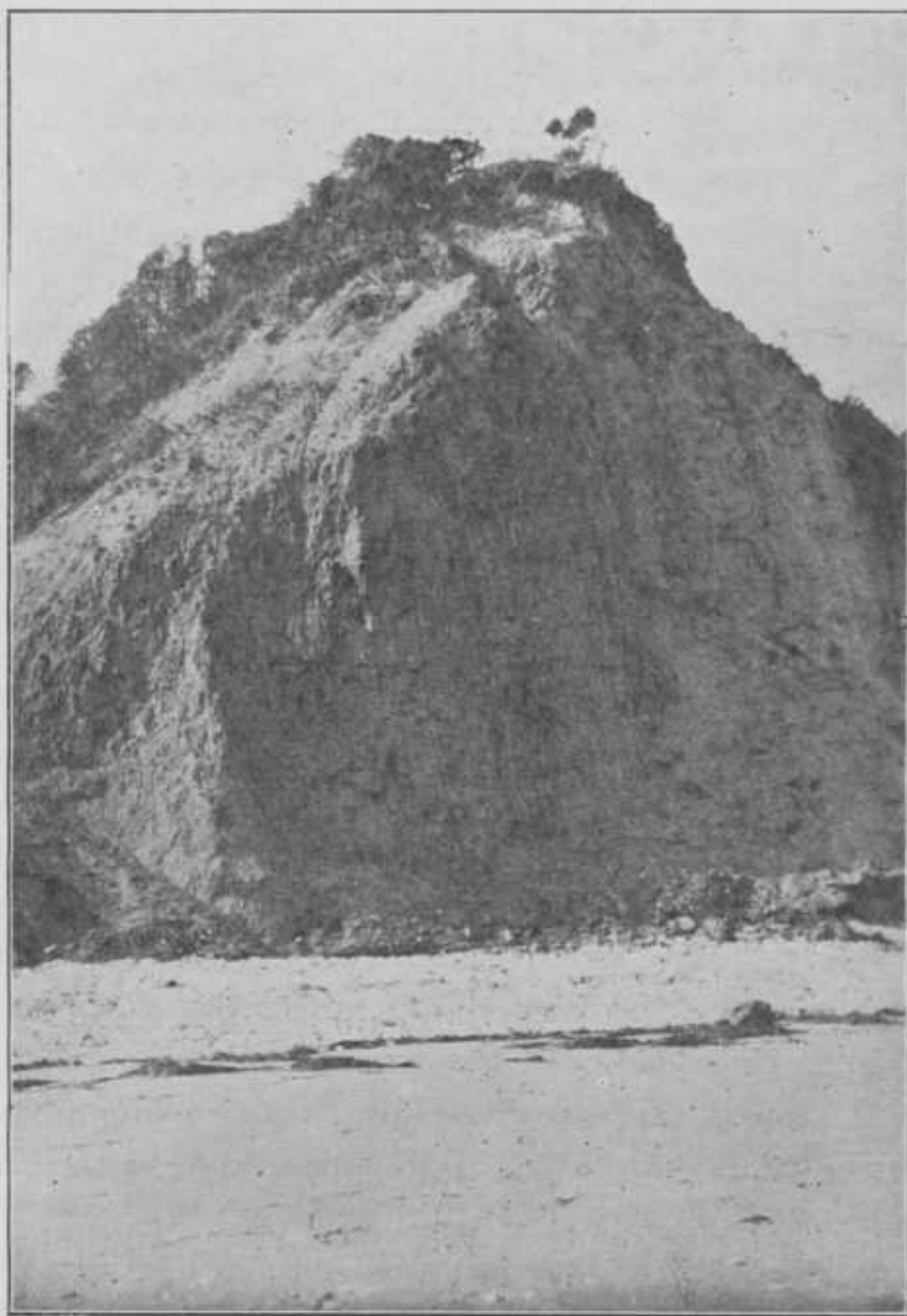
- 1) De Anticline van Sandown;
- 2) Meer naar het Westen, waar de Anticline van Sandown gaat verdwijnen, de Anticline van Brook (ook Anticline van Brighston genoemd), waarvan de as evenwijdig loopt met die van de Anticline van Sandown, maar naar het Zuiden is verplaatst.

De Central Downs met aangrenzende tertiaire lagen vormen de steile Noordvleugels van beide Anticlines, die gedeeltelijk over elkaar grijpen.

Ten N. van de Central Downs heeft men de Bouldnor syncline, die een zeer gering hellende Noordvleugel heeft, welke we in de Portsdown Hills in Engeland zelf terugvinden.

¹⁾ Een argument voor doorgaande sedimentatie gedurende een deel van het Mioceen is ook, dat, wanneer de zachte Oligocene lagen gedurende het geheele Mioceen aan de erosie zouden zijn blootgesteld, het moeilijk te verklaren zou zijn, hoe er nog iets van deze afzettingen over is gebleven.

Volgens Osborne White bleven de lagen eerst horizontaal, behoudens een kleine helling naar het N.W. en trok de ondiepe zee zich terug. Vervolgens werden de lagen door de druk uit het Zuiden geplooid.



White Cliff Bay. Eoceen (Steile Noordvleugel van de Anticlinaal).

De sterkste Miocene plooiing vindt men in Engeland langs de kust van Dorset, met welk gebied Wight een tectonisch geheel vormt.

De Sandown Anticline begint buiten de kust, Z.O. van Culver Cliff. De grootste ontwikkeling valt ongeveer bij de kust (zie fig. 2 Profiel bij Sandown). Bij Calbourne wordt de plooi heel zwak, maar de voortzetting is toch nog bij Totland Bay, aan de Westkust waarneembaar.

De steile „Chalk” lagen van de Noord-vleugel zien we bij Culver Cliff; langs Whitecliff Bay treft men verticale London Clay en Bagshot Sands aan. Het midden van de Bracklesham Series is zelfs iets overkipt.

In de Zuidvleugel neemt men een weinig belangrijke syncline en anticline waar bij Little Stair's Point. Het resultaat hiervan is, dat de lagen ongeveer op dezelfde hoogte blijven en pas bij Shanklin, dus in de Southern Downs een uitgesproken en continue helling naar het Zuiden hebben.

Van de Brighston- (of Brook-) Anticline is alleen de Noordvleugel zichtbaar. De as loopt in W.N.W. richting langs de kust om in Freshwater Bay naar het Westen om te buigen. Aan het verloop der dagzoomen van de lagen, behorende tot de Lower Greensand in de buurt van Kingston en Chale kan men zien, dat hier de anticline eindigt. De Noordvleugel is overeenkomstig die van de Sandown Anticline ontwikkeld.

Ten Noorden van Chillerton Down, Westelijk van Gatcombe verbreedten zich de dagzoomen van de Chalklagen en vormen de Central Downs een klein plateau. De helling der lagen is hier zeer gering of horizontaal. Het is een „tectonic no man's land” (Osborne White), waar de Zuidvleugel van de Sandown en de Noordvleugel van de Brixton Anticline interfereeren. Naar het Noorden toe (bij Apes Down) hellen de lagen weer sterk naar het Noorden, onder invloed van de Noordvleugel van de Sandown Anticline, die zich trouwens tot Calbourne duidelijk merkbaar uitstrekt.

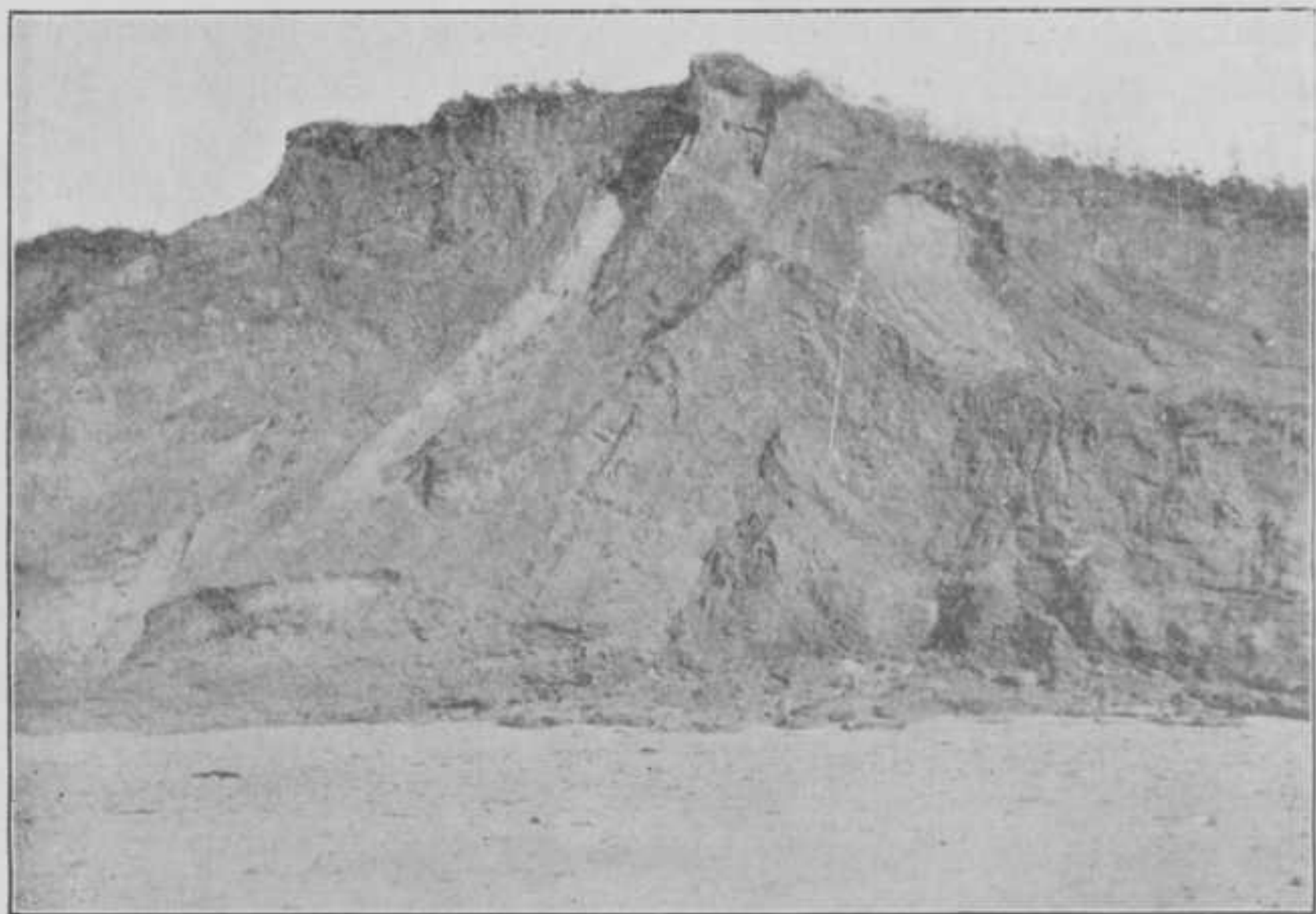
Ten Noorden van de Central Downs en Westelijk van Calbourne wijst de breede dagzoom, vooral van de Bembridge limestone op een zwakke O.-W. verlopende golving, die de voortzetting van de Sandown Anticline schijnt te zijn.

De as van de Bouldnor Syncline begint Oostelijk van Wight,

loopt over Brading Harbour naar Bouldnor Cliff en zet zich naar het Westen over een afstand van 20 mijlen in Hampshire voort.

Ook de secundaire Porchfield Anticline, die onder Parkhurst Forest begint is naar 't Westen in Engeland te vervolgen. De hellingen zijn over 't algemeen zeer gering en een verdere verdeeling heeft dan ook weinig zin. Beter kan men het geheel als een groote syncline opvatten die zich tot in Engeland zelf uitstrekt en waarvan men de Noordvleugel in de Portsdown Hills terug vindt (Hughes).

Opvallend is een kleine, maar scherpe plooï in de Upper Headon beds bij Linstone Chine.



Geplooide Headonbeds bij Linstone Chine ten Z. van Cliff End bij Colwell Bay.

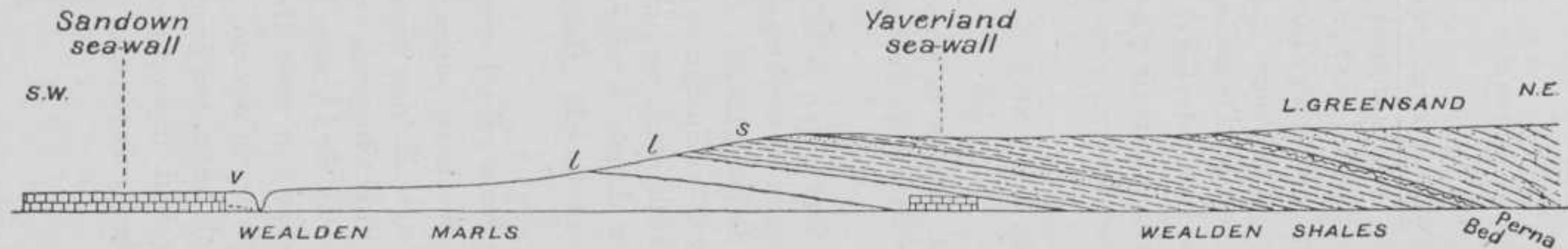
Plaatselijk komen kleine onbelangrijke verschuivingen voor.

In de Zuidvleugel van de Sandown Anticline ziet men bij Little Stairs Point een drietal verschuivingen, waarvan de twee minst belangrijke dadelijk opvallen door het verspringen van een door Fe-houdend water oranje gekleurde laag. Het bedrag der verschui-

Uit: A Short Account of the Geology of the Isle of Wight.
H. J. Osborne White.

Distance, about $\frac{1}{4}$ mile.

Vertical scale and dips exaggerated.



v. *Viviparus* limestone. l Lignite and bone beds. s. Sandstone of Yaverland Fort.

The upper part of the low cliff near Sandown sea-wall is in reconstructed material; a late Pleistocene or Recent land-wash.

Fig. 2. Profiel van de „Wealden Beds” bij Yaverland, Sandown Bay.

vingen is slechts een paar meter, behalve dat van de derde, minder opvallende, waarvoor het ± 16 m. is.

Een veel belangrijker verschuiving komt voor in de kern van de anticline van Brighston, dicht bij Compton Grange Chine. Het heeft moeite gekost deze verschuiving vast te stellen, door de vele landslips ter plaatse. Wandelt men van Compton Bay naar Hanover Point, dan krijgt men tengevolge van deze verschuiving tweemaal de Wealden Shales te zien. De shales in de buurt van de verschuiving zijn sterk gestoord (Contorted).

Veel belangrijker is de invloed van de plooiing geweest op de Krijtlagen die de Central Downs vormen en op de aangrenzende steilstaande tertiaire lagen.

Zoo zijn de Krijtlagen tot de helft van hun oorspronkelijke dikte gereduceerd.

De flints zijn kapot gedrukt. Waren ze rond, dan hebben ze die vorm meestal gehouden maar vallen bij het losmaken uit de lagen in hoekige stukken uiteen.

Verschuivingen in de richtingen van helling en strekking zijn niet zeldzaam. De verschuivingen in strekkingsrichting hebben de neiging samen te vallen met de laagvlakken. Dit is b.v. het geval in de Ryde Waterworks Groeve, ten Zuiden van East Ashe. Onder het verschuivingsvlak is de kalk sterk verhard, gepolijst en gekrast, er boven vindt men een dunne verschuivingsbreccie.

Soms zijn de, in de kalk voorkomende „flints” afgerond (Crush-conglomerate).

Op andere plaatsen zijn de flints geheel vergruisd, of vervormd en vertoonen dan gerkte, verwrongen vormen.

In de spoorweg-insnijding ten Zuiden van Ashe heeft men Bracklesham Beds gevonden, direct rustende op de onderste lagen van de London Clay. De rest van de London Clay en de Bagshot Sands ontbreken. Een laagpakket van meer dan 400 voet is hier tengevolge van een verschuiving verdwenen.

Deze groote tectonische druk heeft een aanzienlijke verharding van de kalklagen tengevolge gehad, hoewel niet overal in dezelfde mate. Zoo heeft de kalk van de Zuidzijde van de Needles zelfs een

Uit: A Short Account of the Geology of the Isle of Wight, H. J. Osborne White.

After A. Strahan in "Geology of the Isle of Wight" (*Mem. Geol. Survey*), 2nd ed., 1889, pl. II.

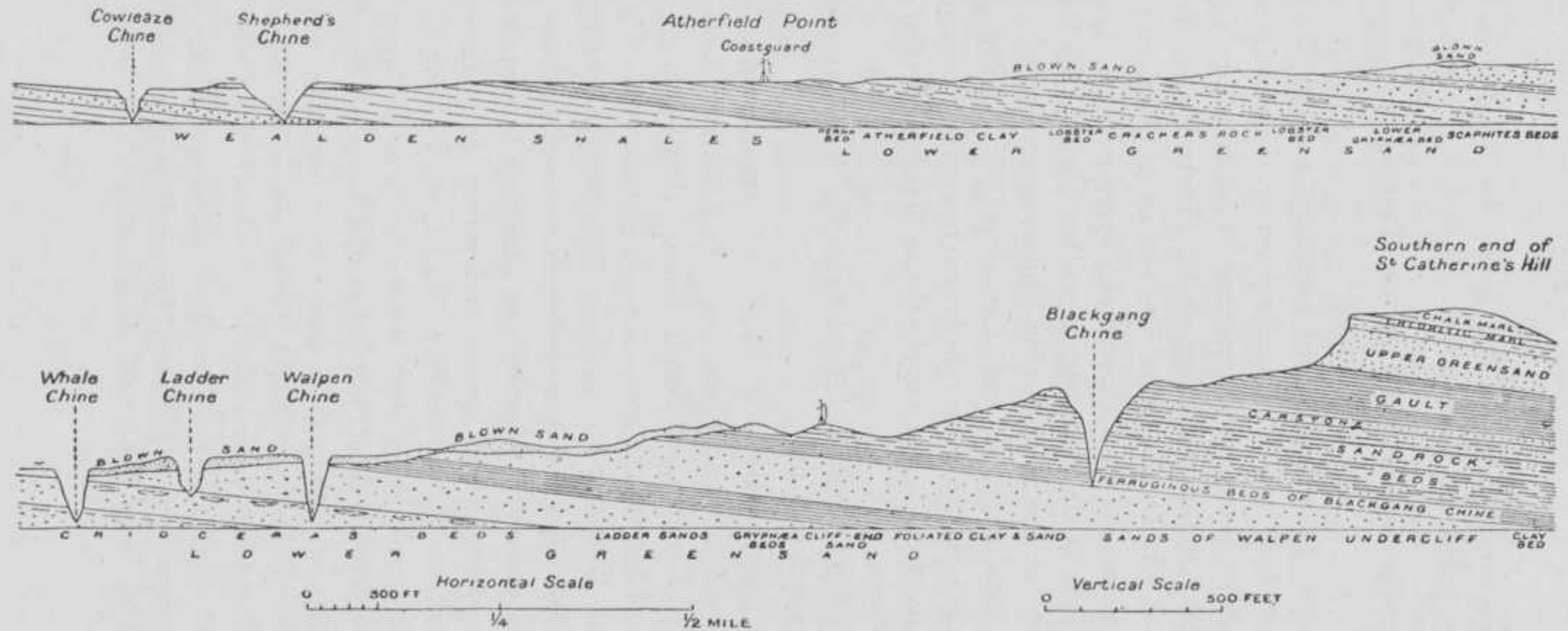


Fig. 3. Lower Greensand Profiel van Atherfield Point tot Blackgang Chine.

semi-kristallijn karakter en is daar zeer hard. Naar het land toe neemt de hardheid weer af.

Stratigrafie van het Krijt en het Tertair.

Krijt.

De oudste lagen op Wight behooren tot het Weald (fig. 2). Een groot deel van Z. Engeland en N. Frankrijk was toen door water bedekt, een soort binnenzee of lagune. De N.-grens liep ongeveer bij Londen, de Z.-grens bij Havre-Parijs, de opening was naar het Z. W. Deze lagune was een overblijfsel van de zee, die in de Jura nagenoeg heel Engeland overspoelde.

Op Wight is de onderste grens het z.g.n. Pine-Raft, een zandsteen met talrijke ingespoelde boomstammen. Aan het einde van deze periode komt er een disconformiteit, veroorzaakt door een kleine erosie en de volgende lagen beginnen transgressief met een dun conglomeraat. Als voorbeeld is hier het profiel van Sandown Bay gekozen.

Lower Greensand. De nu volgende lagen verraden een kleine sedimentatiecyclus nl.

Perna Bed	transgressie.
Atherfield Clay	toename van
Ferruginous Sand.	de diepte.
Sandrock	regressie.
Carstone	nieuwe transgressie.

De sterke wisseling van de lagen, zoowel in dikte als in lithologische samenstelling wijst op een afzetting in niet al te diep water, waar stroomingen een groote invloed op de sedimentatie hadden. Zie profiel van Sandown Bay (fig. 2, zie ook fig. 3).

Van de Gault krijgt men weinig te zien, de lagen zijn niet dik, maar tevens is de Gault het pakket van lagen waarop de hooger gelegen lagen afglijden en is dus een belangrijke oorzaak voor de talrijke „landslips” op Wight. Daardoor wordt de Gault-klei haast altijd aan het oog onttrokken.

Boven Krijt (The Chalk). In de eerste plaats valt de groote dikte te vermelden nl. 500 m. De oude verdeling berustte op de al of niet aanwezigheid van vuursteen.

Op grond van het vinden van foraminiferen nam men vroeger een groote diepte aan om het ontstaan van deze afzetting te verklaren. Om verschillende redenen komt men evenwel hoe langer hoe meer hier van terug.

1. De fauna in het algemeen pleit er tegen. Aanwezigheid van foraminiferen wijst lang niet altijd op afzetting in groote diepte.

2. Een tweetal onderzoekers hebben onafhankelijk van elkaar, zekere mineraalkorrels uit het krijt beschouwd als zijnde door de wind daarin gebracht. Land was dus niet ver af en een buitensporige diepte niet waarschijnlijk.

Neaverson neemt thans aan: Afzetting in niet te diep water (400—600 m.), door chemische processen wordt de kalk neergeslagen, enkele foraminiferen verrijken het sediment met hun pantsers. De belangrijke factor is de afwezigheid van terrigeen materiaal (peneplainisatie van het toenmalige land, de rivieren brachten weinig puin mee). De max. diepte was in de zone van *Micraster coranguinum*, daarna weer afname van diepte.

De *Terebratulina lata* zone bevat een laag met tal van groen overtrokken concreties; deze hield men vroeger voor identiek met de „Chalk Rock” van het Engelsche Krijt. Daar de hiervoor typische fauna niet op Wight gevonden wordt, is men hiervan teruggekomen (veel Gastropoden en Cephalopoden). Men houdt de Chalk Rock voor een afzetting ontstaan in ondieper water; in de *Holaster planus* zone neemt men dus een kleine regressie aan.

Het bovenste Krijt nl. Danien en het onderste Tertiair ontbreken op Wight, tusschen beide is een groot stratigrafisch hiaat en erosie-interval.

Tertiair.

Wight levert een van de beste voorbeelden van het Tertiair van Engeland op.

Over de grens met het Krijt valt het volgende te vermelden. Van het Krijt ontbreekt de bovenste zone volkomen en de „mucronata” zone wisselt plaatselijk sterk in dikte; dit verschil wordt niet aan sedimentatie maar aan denudatie toegeschreven. Het grensvlak wordt door de zachte Tertiaire lagen nagenoeg altijd aan het oog

onttrokken. In de schaarsche ontsluitingen ziet men dan: een rolsteenbed, de oneffen oppervlakte van het Krijt en een kleine klinodiscordantie. Op Wight is dit reeds voldoende om een disconformiteit aan te nemen, maar beschouwt men het heele Hampshire Bekken dan blijkt met zekerheid dat er een stratigrafisch hiaat aanwezig is.

L. D. Stamp geeft een aardige beschouwing over het Engelsch-Fransch-Belgische bekken, dat toen bestond. Stamp laat twee groote rivieren naar dit bekken stroomen, waarvan er een, komende van het W. of W.Z.W. in de Engelsche bekkens mondt. In Engeland onderscheidt men twee bekkens nl. het Bekken van London en het Hampshire Bekken, gescheiden door een Weald koepel.

Om de talrijke schommelingen van het land t.o.v. de zee te verklaren neemt Stamp de Alpine Plooiing, waarvan voorloopers reeds in het Boven-Krijt komen, te hulp.

Stamp voert het begrip „cycle of sedimentation” in, loopende van de eene transgressie tot de volgende dus: eerst een transgressie (begint met een ondiepe zee welke steeds dieper wordt), dan een regressie (de zee wordt weer minder diep, ten slotte continentale afzettingen). Daarna begint weer een nieuwe transgressie enz. Men doet echter goed deze geringe schommelingen niet uit één ontsluiting af te leiden, maar meerdere te raadplegen en hieruit de conclusie te trekken, immers:

1. De transgressie loopt met den tijd mee;
2. Er zijn groote horizontale lithologische verschillen van even oude lagen;
3. Het uitwiggen der lagen levert belangrijke aanwijzingen op over de richting waaruit het materiaal is aangevoerd.

Het blijkt dat de marine lagen naar het W. uitwiggen, de continentale afzettingen naar het O.

Over de zeearm nog het volgende. Men neemt een koudere stroom naar dat bekken aan (Cyprina!) en een warme stroom uit de Thetys, die de hoofdzaak van de fauna (nummulieten) mee-

Uit: A. Short Account of the Geology of the Isle of Wight, door H. J. Osborne White.

W. Topley after J. Prestwich in *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. ii, 1846, Pl. IX, Fig. 2, with slight alterations.
The numbers of the beds are those used by Prestwich.

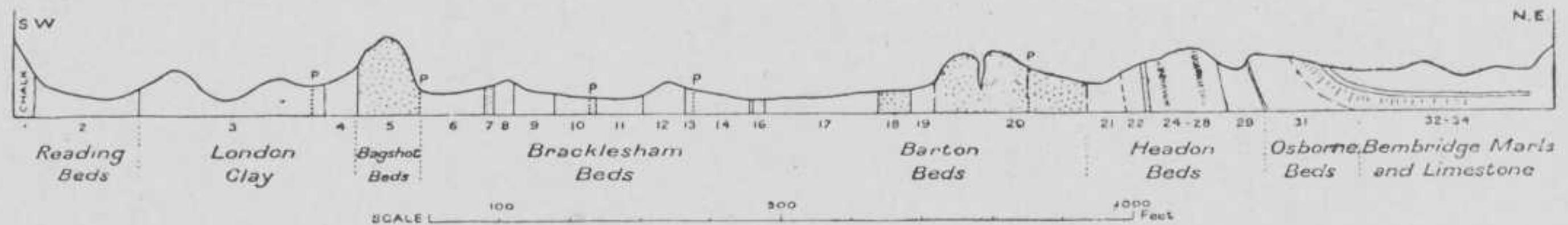


Fig. 5. Profiel van White Cliff Bay.

J. S. Gardner after J. Prestwich in *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. ii, 1846, Pl. IX, Fig. 1, with slight alterations.

The numbers of the beds are those used by Prestwich.

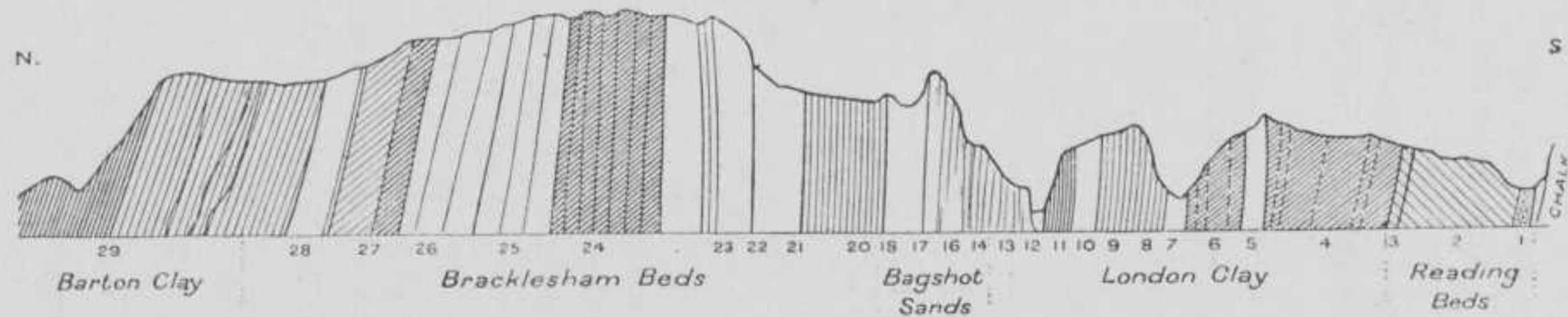


Fig. 4. Eocene Profiel van Alum Bay.

bracht. 4 Etages van het Eoceen worden gekarakteriseerd door nummulieten. Genetisch zijn deze niet uit elkaar af te leiden, in de Tethys echter zijn wel vormen bekend, die in deze ontwikkelingsgeschiedenis passen. Nu neemt men aan dat de nummulieten dus maar tijdelijk in de gelegenheid waren naar het N. te migreeren, de verbinding met de Tethys was niet permanent.

Voorbeeld van sedimentatiekringlopen uit het Eoceen van België:

Sedimentatie kringlopen.	Marien gidsfossiel (in de marine phase).
6. Bartonien.	Nummulites Orbigny.
5. Lediën.	N. variolarius.
4. Lutetien.	N. laevigatus.
3. Ypresien.	N. planulatus.
	Pholadomya margaritacea.
2. Landenien.	Cyprina scutellaria.
1. Montien. Alleen in België.	C. Morrissi.

Deze kringlopen zijn voor het Eoceen.

Over de grens tusschen Eoceen en Oligoceen (fig. 4 en 5) is nog steeds verschil van meening, sommige geologen huldigen de continentale opvatting en leggen de grens tusschen Headon- en Barton Beds. Stamp neemt de grens aan tusschen Onder- en Midden-Headon.

Als beste profiel van Tertiair op Wight wordt dat van Whitecliff Bay afgedrukt (fig. 5).

In het Oligoceen vinden we op Wight één cyclus meer dan Stamp aanneemt, n.l. het Oesterbed uit de Bembridge Marl is hier toch zeker marien.

Verdere bijzonderheden volgen voldoende uit de tabellen.

Wight na de Miocene plooiing.

Zooals reeds vermeld ontbreken Miocene afzettingen niet alleen in Wight, maar in heel Engeland. Pliocene ontbreekt eveneens ¹⁾.

¹⁾ Osborne White rekent een gedeelte van de, nog te beschrijven Plateau-Gravels tot het Pliocene. Ook is het niet onmogelijk, dat het oudste deel van de Angular-Flintgravel toen reeds is afgezet.

TERTIAIR.

		Stratigrafie. 1)			Fossielen etc. (Facies).	Gidsfossielen.	Ontsluiting op de Westkust van Wight.	Dikte in Meter.		Ontsluiting op de Oostkust van Wight.	Conclusie.	Facies.				Afzetting.			3)	
		Serie.	Afdeeling.	Onderverdeling.				grint	zand			klei	mergel	kalk	cont.	lit.	nerit.			
OLIGOCEEN	Stampian	Hamstead Beds	Upper Hamstead Beds.	Corbula Bed.	Ostrea; Corbula; Voluta.	Corbula subpisum (d'Orb).	Donkere (blauwe) kleien met dikwijls org. substantie, ook schalie-achtige kleien.	10			Begin nieuwe cyclus. Marine laag.								Stampian	
			Lower Hamstead Beds.	Cerithium Bed.	Cerithium; Cyrena; Unio. Melania; Mya.		Lagen van klei en mergel, in hoofdzaak klei, dikwijls organische substantie bevatend.	68			Brak- tot zoetwater afzettingen.									
	Sannoisian	B. M.	Bembridge Marls.		Paludina; Unio; Planorbis; Melania; Cerithium; Cyrena; Melanopsis.		In hoofdzaak klei met eenige mergellagen.	19	27	Kleien en mergels in alle kleuren.	Delta-afzetting in brak water.								Sannoisian	
				Oyster Bed.	Ostrea; Cyrena; Mytilus. Cerithium; Cytherea.							Heel lokaal voorkomen, soms ook rolsteenen.								
		B. L.	Bembridge Limestone.		Paludina; Melania; Planorbis; Limnaea. Melanopsis; Cyrena; Cerithium; veel stammen (autochtoon).		Mergel en kalksteen.	5	7	2 lagen kalksteen en mergel, gescheiden door een koolstofhoudende kleilaag.	Zuiver zoetwater-afzetting met resten van landslakken en andere landdieren.									
				O. B.	Osborne Beds.	Melania; Potamomya. Schildpad- en krokodilresten. Planorbis; Limnaea; Paludina.		Witte tot bonte mergels, kalkconcreties, schalies, zandige klei en kalksteen met kiezelconcreties.	24	26	Kleien met zand en mergellaagjes.	Brakwater-afzetting, waarschijnlijk afgezet in lagunes met wisselend zoutgehalte.								
		Headon Beds	Headon Beds	Upper Headon Beds.		Paludina; Potamomya; Melanopsis; Limnaea; Planorbis; Unio.		Blauwe en gele klei en mergel. Kalksteen en bonte kleien.	14	17	Mergel, in hoofdzaak zandige kleien.	Zoetwater-afzetting. Brakwater-afzetting.								
				Middle Headon Beds.	Venus Bed.	Ostrea; Cyrena; Natica. Nucula; Melania; Fusus.		Zand met klei, eenige kalksteen, ligniet.	10	38	Mergel, in hoofdzaak zandige kleien; marien rolsteenbed.	Brak tot marien. Soms vuursteen, rolsteenen, marinelaag.								
	Neritina Bed.				Cyrena; Cerithium; Melanopsis; Neritina.							Brakwater-afzetting.								
	Lower Headon Beds.				Potamomya; Planorbis. Limnaea; Paludina.		Zanden, kleien, iets kalk en lignietlaagjes.	18	8	Zand, klei, kalk met lignietlaagjes.	Zoetwater-afzetting. Brakwater-afzetting.									
	Bartonian	Barton Beds	Upper Barton.	Barton Sand.			Wit zand.	27		Geel zand.									Bartonian	
			Middle Barton.	Barton Clay.		Chama; Voluta; Cardium. Crassatella; Hemiaster. Seraphs.		Donkere, blauwe klei.	34	66	Blauwe zandige klei.	Marine fauna.								
						Koralen; Ostrea; Corbula; Dentalium; Pleurotoma.	Nummulites Orbigny (Galeotti).	Grijs-bruine klei, veel zand in de klei. Septariënklei.	50	28	Blauwe klei met wat zand.	Marine fauna.								
	Lower Barton.		Nummulites; Voluta; Mitra; Cassis; Crassatella.		Donkere blauwe klei.	18	17	Donkere zandige klei, onderste laag ook glauconiet.	Marine fauna.											
Lutetian	Bracklesham Beds	Upper Bracklesham.		Nummulites; Alveolina; Turbinolia; Fusus; Tellina. Corbula; Pecten; Voluta; Cerithium; Pectunculus; Murex; Turritella.	Nummulites variolaris (Lam). Cerithium giganteum (Lam).	In hoofdzaak gekleurde zanden, hier en daar een kleilaag, ook pijpklei en ligniet. Boven ook een conglomeraat.	171	63	In hoofdzaak klei (groen, blauw), afgewisseld met zanden, kleine laagjes rolsteenen.	Conglomeraat v. vuursteenen, helder water, koralen. Klein laagje rolsteenen.							Lutetian			
		Lower Bracklesham.		Nummulites; Natica; Cardita; Turritella; klein rolsteen bed.	Nummulites laevigatus (Brug). Cypraea tuberculosa (Duclos).		Zandige kleien en groenzanden, bruinkoollaag. Klein rolsteenbed onderaan.	112		Kleine rolsteenlaag (Whitecliff).										
Ypresian	London Clay	B. S.	Bagshot Sands.			Pijpklei met plantenresten.	Gele en witte zanden, soms heel ijzerrijk met pijpklei.	23	26	Gele en witte zanden, lagen pijpklei en vuursteenen.	Afgezet in breede, ondiepe brakwater lagune.						Ypresian			
			London Clay.		Protocardia; Pinna; Arctica; Arca; Meretrix; Pholadomya; Panoepa; Tellina; Fusus; Natica.		Zanden en kleien in bonte afwisseling met leembanken.	122	97	Grijze en bruine kleilagen, soms min of meer zandig, een tweetal lagen met rolsteenen etc.	Begint en eindigt met een ondiepe zee, 100 m? In het midden neemt men grotere diepte, 200 m?, aan.									
Landonian	R. Beds	Reading Beds.					Kleien van allerlei kleur, beneden bruin zand, boven op de geërodeerde krijt-opp.	25	46	Gekleurde kleien, in hoofdzaak van roode kleur. Onderlaag van bruin zand.	Bodembed op Wight op enkele plaatsen marien. Rest zoetwater-afzettingen. Strat. hiaat en erosie-interval.						Landonian			
				Basement Bed.	Ditrupe; Corbula; Ostrea. Rolsteenlaag. Ongelijke bodem.	Ditrupe plana, J. Sow.	Glauconiet houdende leem.			Glauconiethoudende leem met rolsteenen (vuursteen).	Begin van een transgressie. Korte erosie, door stroo. mingen?									

1) Stratigrafie volgens „Memoirs of the G. S.“ Isle of Wight.
 2) Sedimentatie kringlopen v. L. D. Stamp.

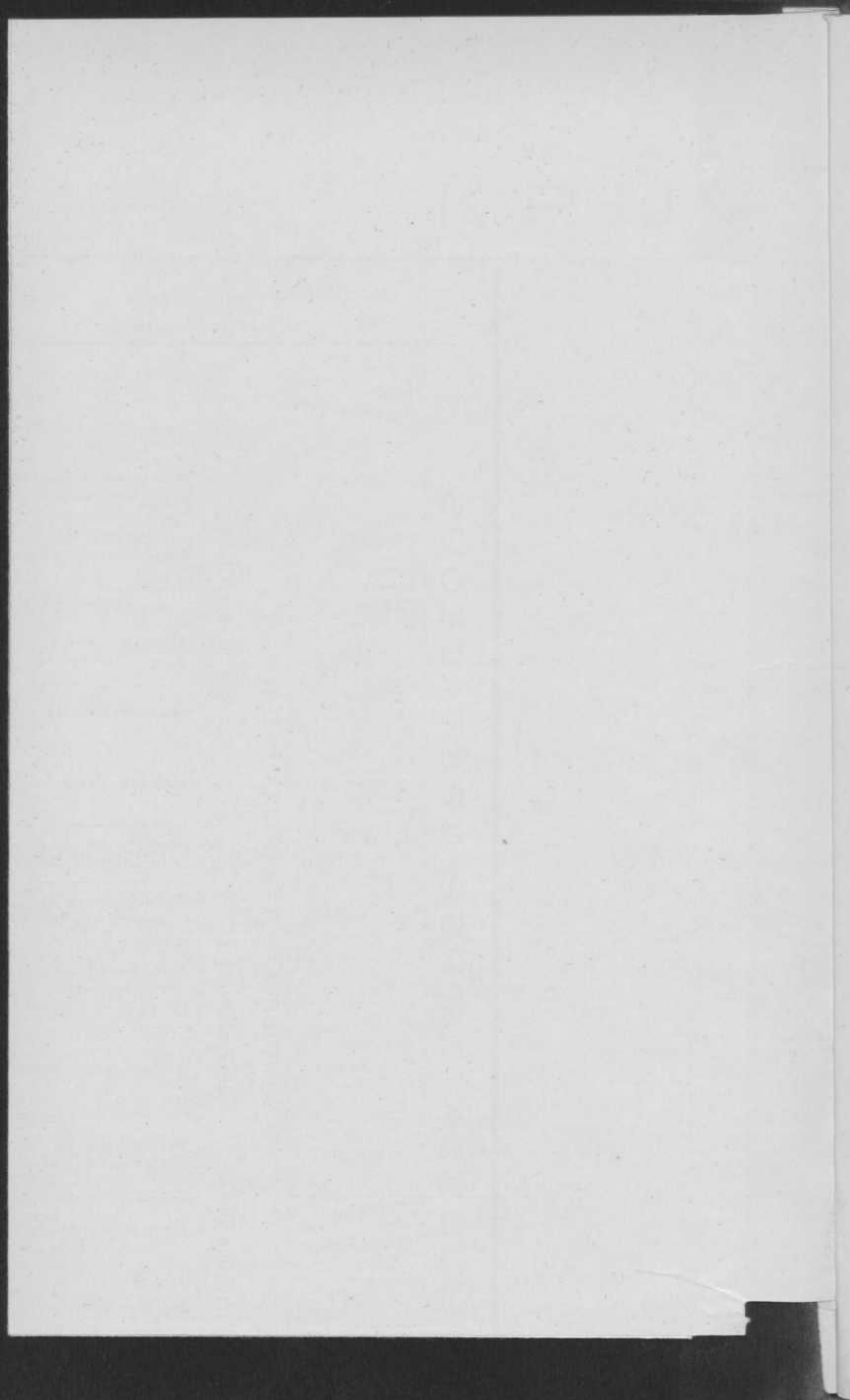
Ontsluitingen langs de Oostkust alle bij Whitecliff Bay.
 Westkust Hamstead Beds-Bembridge Marl bij Hamstead.
 Osborne en Headon Beds bij Headon Hill.
 Overige lagen bij Alum Bay.



K R I J T.

	Afdeeling.		Zone.	Sub-Zone.	Dikte meters	Samenstelling.	Bijzondere lagen.	Fossielen etc.	Conclusie.	Facies.					Afzetting.							
	1)	2)								grint	zand	klei	mergel	kalk	cont.	lit	ner.	bath.				
UPPER CRETACEOUS	Upper Senonian.	UPPER CRETACEOUS	Ostrea lunata.			Ontbreekt op Wight.		Belemnitella. Cardiaster. Cidaris. Crania. Bryozoën. Marsupites. Uintacrinus. Micraster. Spondylus. Inoceramus.	Diepte 400—1200 m., waarschijnlijk ± 600 m., aan het einde van dit tijdperk weer afname van de diepte, Bryozoën.													
			Belemnitella mucronata.		144	Witte kalk met vuursteen.																
	Actinocamax quadratus en Offaster pilula.			120	Witte kalk met vuursteen en mergel laagjes.																	
	Marsupites testudinarius.		Marsupites.	14	Witte kalk met vuursteen.																	
			Uintacrinus.	11	Idem.																	
	Lower Senonian.		Upper Chalk.	Micraster cor-anguinum.		93	Witte kalk, onderaan met concreties, boven zachter en meer massief. Vuursteenen.															
				Micraster cor-testudinarium.		15	Witte en licht rose kalk, met concreties met vuursteenen.															
	Turonian.		Middle Chalk.	Holaster planus.	Hypantoceras reussianum.	18	Grijs-witte „nodular chalk”, met dunne mergellaagjes. Begin van optreden van vuursteenen.	Chalk Rock.	Holaster. Inoceramus. Salenia. Cardiaster.	Gedurende Chalk Rock korte kleine regressie?												
				Terebratulina lata en Inoceramus Brongniarti.		18	Harde Kalk met mergellaagjes.															
					Rhynchonella Cuvieri en Inoceramus labiatus.		27	Witte „nodular chalk” met mergel.														
	Cenomanian.		Lower Chalk.	Holaster sub-globosus en H. trecensis.	Actinocamax plenus.	2	Grijze mergel.	Chloritic Marl.	Holaster. Terebratula. Inoceramus. Stauronema. Jerea.	Cenomane transgressie!												
						30	Grijs-witte kalk, mergellaagjes.															
				Schloenbachia varians.		24—36	Grijze mergelige kalk.															
				Stauronema carteri.		3	Glauconiet houdende mergel (chloritic marl).															
	Upper Greensand		Selbornian Beds.	Mortoniceras rostratum „Passage Beds”.		30—40	Kleilige zandsteen, fosfaatconcreties, vuursteenen. Zandige kleien en mergels.		Hoplites Schloenbachia Trigonia, Siphonia Pecten, Arca, Lima Cardiaster.	Dieptetoename Cenomane transgressie.												
Hoplites denarius.					7	Donkere blauwe klei.																
Gault.		Hoplites interruptus.		22	Blauwe klei.		Weinig fossielen o.a. Hoplitus Panopaea. Inoceramus.	Afgezet op diepte van 100—200 m., in het begin ondieper.														
LOWER CRETACEOUS	LOWER CRETACEOUS	Carstone.			2—21	Fijn grint tot grof zand, in hoofdzaak bruin, veel rolsteenen, aan de voet een „pebble-bed”.		Veel grof zand en rolsteenen. Pebble Bed.	Kleine erosie.													
			Sandrock.		28—34	Grijs, wit, geel zand, dunne kleilaagjes en laagjes met rolsteenen.		Weinig tot geen fossielen, slecht bewaard.	Litorale afzetting. Regressie.													
		Ferruginous Sands.	Lower Greensand.	Tal van lagen waaronder opvallen een tweetal harde Gryphea banken. De onderste laag heet „The Crackers”.		75—150	Tal van lagen, in de ontsluitingen op het eiland niet tot nauwelijks te paralleliseeren. Zoowel dikte als samenstelling van de lagen wisselt sterk. Zand in alle soorten en kleuren fosfaatconcreties, ijzerconcreties, fijn zand, grof zand en grintbankjes.	Crackers.	Exogyra Gryphea. Meyeria. Gervillia Trigonia.	Kustafzettingen.												
						20—30	Ongelaagde blauwachtige klei met talrijke knollen van klei-ijzersteen.		Pinna. Exogyra. Meyeria. Hoplites, Trigonia. Perna, Corbis.	Ongelaagde klei. Grof zand, strat. hiaat en disconformiteit.												
		Atherfield Clay.		Perna Muletti Bed.		2	Fossielrijke zandsteen en zandige klei, grof zand tot grint aan de basis.	Perna bed.														
		Wealden.	Wealden.	Shales.			Donkere goed gelaagde, goed spijltende schalies.		Cyrena. Viviparus. Unio.	Overgang van zoetwater. lagune naar estuarium toename diepte en saliniteit.												
				Marls.			„Variegated clays”. Klei en mergel met banden van zand, zandsteen en zandige kalk.	Pine-Raft	Viviparus, veel drijfhout, varens. Unio, Reptielresten. Aangespoelde stammen.	Zoetwaterlagune die langzaam daalt, soms even droog, sedimentatie houdt gelijke tred met daling.												
Pine-Raft.																						

1) Indeling volgens P. G. H. Boswell. Handbook of the G. of G. B.
2) „ „ Isle of Wight. G. S.



In Engeland vindt men echter in het gebied van de North Downs en in Norfolk en Suffolk, marine ijzerhoudende zanden, die tot het Pliocéen behooren. Binnen de grenzen van het Pliocéen wordt de ouderdom verschillend opgegeven. De zanden liggen op een ruw, doch over 't geheel toch vrij vlak oppervlak, dat in Frankrijk en België onder eveneens Pliocene afzettingen, echter ouder dan de Eng. Pliocene afzettingen, „Crag” genoemd, is te vervolgen. Dit wijst op een reeds vrij ver gevorderde peneplainisatie in 't begin van het Pliocéen. Aan 't eind van het Tertiair, ten tijde van de eventueele marine transgressie zou de erosie de Sandown Anticline ongeveer tot op de toppen van de tegenwoordige Central Downs gereduceerd hebben, echter nog zonder het tegenwoordige relief. Dit volgt uit de ligging der Plateau-Gravels.

Daar de voorstelling, die men zich maakt van de gang van de erosie, tot het hierboven geschetste resultaat was bereikt, berust op de normale verschijnselen die optreden bij erosie van een scheeve plooi, met harde lagen in den ondergrond (Chalk), zal hierop niet nader worden ingegaan.

De jongere afzettingen op het eiland Wight voorkomende, kunnen als volgt worden verdeeld:

1. Angular Flint Gravel.
2. Plateau Gravel.
3. Valley Gravel.
4. Alluvium, veen enz.

De **Angular Flint Gravel** vindt men op de toppen en hellingen van de Central- en Southern Downs. Zij bestaan, zooals de naam reeds aangeeft hoofdzakelijk uit hoekige vuursteenknollen, zooals zij in de Chalk-lagen voorkomen, ¹⁾ soms met bijmengselen van b.v. kwartszand en roode klei. Het zijn klaarblijkelijk de onoplosbare resten van de Chalk-lagen, dus residueele afzettingen. Men kan zelfs uit de aard der vuursteen opmaken tot welke der Chalk-lagen zij eens behoorden. Hun ontstaan is begonnen toen de eerste lagen van de Chalk werden blootgelegd door erosie en het proces gaat ook nu nog door.

¹⁾ Accessorisch komen ook afgeronde vuursteenknollen voor.

De dikte, kan plaatselijk 10 m. en meer bedragen. De Angular Flint Gravels vertoonen geen gelaagdheid. Plaatselijk echter kan een secundaire gelaagdheid optreden (door „Settlement” en „Creep”).

Na de eventueele, boven aangeduide laat-tertiaire marine transgressie treedt een periode van stijgende beweging op, die, tijdelijk



Culver Cliff.

onderbroken en zelfs mogelijk afgewisseld door kleine dalende bewegingen, gedurende het geheele Pleistoceen aanhoudt. Het gevolg hiervan is een hernieuwde, krachtige erosie. Waarschijnlijk werden reeds in 't begin van het Pliocene gedeelten van de zachte lagen beneden de Upper Greensand blootgelegd. Eerst gedurende het Pleistoceen echter wordt het tegenwoordige relief gevormd, en ontstaan de tegenwoordige riviersystemen, al was de algemeene richting van de afwatering gedurende het Tertiair dezelfde en hebben de naar 't Noorden loopende rivieren van 't begin af een

voorsprong gehad op de naar 't Zuiden stroomende. De Noordelijke rivieren gaan voort terrein te veroveren, en tegenwoordig is van de vroegere dip-slope afwatering naar het Zuiden niets over als enkele kleine valleien aan de Kanaalzijde der Southern Downs.

De **Plateau Gravels** komen meestal op aanzienlijke hoogte voor en vormen een bedekking van vlakke heuveltoppen. Tot de Plateau Gravels rekent men een groot aantal afzettingen, die nogal verschillend zijn van samenstelling, ouderdom en ontstaanswijze. Ze behooren evenals de jongere Valley Gravels grootendeels tot het Pleistoceen. Voor een klein gedeelte worden ze door Osborne White ¹⁾ op goede gronden tot Pliocene gerekend. Hieronder is de indeeling, gevolgd door Osborne White gegeven:

a. **Brading en Mersley Downs.**

Hier vindt men drie kleine afzettingen, beter resten van afzettingen, gelegen op de Oostelijke helft van de Central Downs op hoogten van 400 en 415 voet. Deze gravels bevatten behalve andere bestanddeelen veel strandkeien. De heterogene samenstelling wijst op een subaerische afzetting van puin, afkomstig van hellingen. Op grond van de samenstelling komt Osborne White tot de conclusie, dat de strandkeien afkomstig moeten zijn van een laag, later dan de miocene plooiing afgezet. Hierin ligt tevens de grond voor de aanname van een laat-tertiaire marine transgressie, althans van het Noord-Oostelijk gedeelte van Wight, daar de Gravel-afzettingen waarin zij voorkomen zelf aanzienlijk ouder schijnen te zijn dan elke andere afzetting, waarvan de pleistocene ouderdom is vastgesteld. (Dit berust op de veel verder gaande verweering en op de hoogte, waarop de gravels voorkomen).

b. **Headon Hill (bij Alum Bay).**

De gravel afgezet op Headon Hill is waarschijnlijk eveneens een puinafzetting, afkomstig van hooger gelegen Chalk- en Eocene

¹⁾ Memoirs of the Geol. Survey: A Short Account of the Geol. of the Isle of Wight.

lagen. De vuursteen en die er o.a. in voorkomen vertoonen geen sporen van watertransport. Wel komen er kleine, met gelaagd materiaal opgevulde waterlopen in voor. Mogelijk is dit de rest van een groote afzetting langs de N. rand van de Central Downs.

c. De voorkomens van St. George's Down tot East Cowes en Osborne.

Het voorkomen van St. George's Down is het belangrijkste. Het vult gedeeltelijk een opening van drie mijlen in de Central Downs, die geheel het voorkomen heeft van een open vallei. Het vlak waarop de gedeeltelijk duidelijk gelaagde Gravel is afgezet helt zwak naar het Noorden. De vuursteen en e.a. samenstellende keien dragen sporen van watertransport. Het is duidelijk, dat we hier de resten hebben van een afzetting in water, dat in dezelfde richting stroomde als de tegenwoordig Medina, die zijn bed in dezelfde opening in de Chalk Downs verder heeft uitgesneden. De afzetting van een dergelijk grof grint door een rivier als de Medina, zelfs al had die vroeger een grooter stroomgebied is onmogelijk. Bergstroomden rondden het grint dat zij meevoeren veel meer af dan hier is gebeurd. De verklaring van de afzetting moeten we zoeken in de bijzondere klimatologische omstandigheden. De afzettingen moeten gevormd zijn tijdens een pleistocene ijstijd. Het landijs heeft weliswaar niet verder gereikt dan tot de Theemsvallei, maar het klimaat van Wight was toch subarctisch. De hypothese van snelle dooi in de lente van dikke sneeuwlagen zou dan een verklaring kunnen geven voor het optreden van de groote massa's snelstroomend water, noodig om de afzettingen te kunnen verklaren. Clement Reid verklaart het voorkomen van de „Combe-Rock” of „Head” op de klippen van de Zuidkust van Engeland, door tijdens de dooi de beweging aan te nemen van water, massa's ijs, bevroren grond en steenen (semi-liquid flow). Hughes ¹⁾ vindt deze verklaring het waarschijnlijkste.

Een van de tot deze groep behorende afzettingen schijnt tot een wat later stadium te behoren daar de basis van die afzetting (Hude Hill) lager ligt, dan die van St. George's Down.

¹⁾ The Geol. Story of the Isle of Wight.

d. Afzettingen van Parkhurst tot W. Cowes.

Deze zijn bijna geheel van het fluviatiele type.

e. Afz. langs de Solent en van Calbourne, High Down, enz.

Dit zijn meest kleine afzettingen van fluviatielen oorsprong. Ze bevatten veel palaeolithische werktuigen.

f. Fluvio-marine afzettingen langs de Spithead.

Dikwijls hebben we laterale verplaatsing of bedekking van deze afzettingen door zuiver fluviatiele- of subaerische afzettingen. Het zijn de resten van afzettingen langs de baai van de vroegere Solent River en er zijn twee opgeheven strandterrassen te onderscheiden, die eveneens in het aangrenzende deel van Engeland voorkomen. Ze bestaan uit grint, klei en zand.

g. Gebied v. d. Upper Medina en Eastern Yar.

De Plateau Gravels in dit gebied zijn meest fluviatiel, soms subaerisch. De afzettingen zijn jonger dan die van St. George's Down ze liggen relatief lager. Er is ook meer verband met de tegenwoordige rivierloop. Een reeks plateau's volgt eerst de bovenloop van de E. Yar, volgt echter niet de scherpe bocht van deze rivier bij Little Kennerley, maar de loop van de Blackwater tot deze de Medina bereikt. Inderdaad heeft de E. Yar de Blackwater onthoofd bij Little Kennerley. Duidelijk blijkt, dat dit gebeurd is na afzetting van deze Plateau Gravel. Uit de voorkomens in het Oostelijk gebied van de Yar volgt, dat het diepste deel van de oude vallei bijna geheel dezelfde lijn volgt als de bodem van tegenwoordige vallei.

h. Het oude gebied van de W. Yar, Z. van Brook.

Een gedeelte van de oude vallei van de W. Yar loopt vlak langs de kust. De Zuidzijde ervan is bijna geheel door de zee weggeslagen, maar op vier plaatsen is de Plateau Gravel, die op hooger niveau voorkomt dan de jongere Valley Gravel gespaard gebleven. Deze Plateau Gravel is afgezet op Wealden klei. Die klei-

lagen nu zijn verfrommeld en het grint is in de plooien geperst. De leem- en zandlagen, die in de gravels voorkomen zijn eveneens sterk gestoord. Men zoekt de verklaring van deze verschijnselen in de werking van ijs, gedurende de afzetting van de gravel.

Valley Gravel.

Dit is een jongere groep grintafzettingen, evenals de Plateau Gravels tot het Pleistoceen behoorend. Zij zijn afgezet langs bestaande valleien en vormen voornamelijk terrassen op verschillende hoogten boven het tegenwoordige Alluvium.

De Valley Gravels zijn voornamelijk opgebouwd uit producten van de Plateau Gravels met zand, leem, e.d. Ze worden voornamelijk gevonden langs de valleien behorende tot de beide Yars, veel minder langs de Medina.

Daar de rivieren hun valleien tot beneden de basis van de Valley Gravel verdiept hebben, bestaat het grootste deel van de bank, die de Valley Gravel scheidt van het Alluvium uit oorspronkelijke afzettingen.

In de Plateau Gravels zijn geen fossielen gevonden, wel Palaeolithische werktuigen.

In de Valley Gravels zijn op verschillende plaatsen overblijfselen gevonden van *Elephas Primigenius*.

„Head”.

Deze afzettingen komen op verschillende plaatsen van het eiland op hellingen voor. Ze bestaan voornamelijk uit kalkgruis en leem en werden gevormd tijdens het laat-Pleistoceen onder bepaalde klimatologische condities. Men heeft in de „Head”, die op de rotsen van het Oostelijk deel van Freshwater Bay voorkomt, een tand gevonden van *Elephas primigenius* en talrijke schelpen van de landslakken *Pupa muscorum* en *Succinea oblonga*. Uit andere soortgelijke afzettingen worden vondsten vermeld van een rendierschedel (*Rangifer tarandus* Linn.) en beenderen van paard en rund.

Recente afzettingen.

Aan 't eind van 't Pleistoceen komt de stijging van het land tot stilstand. Het zeeniveau stond 50—80 voet lager dan tegenwoordig. Dan treedt een daling in van 't land (of een stijging van het zeeniveau) gedurende het Neolithicum tot \pm 2000 j. v. Chr. ¹⁾ Het alluvium der rivieren zet zich dus ver beneden het tegenwoordige bed voort, althans wat betreft de benedenlopen en is gedeeltelijk van marine oorsprong (afgezet in baaien).

Aeolisch afgezet zand vindt men vooral tusschen Atherfield en Chale; het is opgewaaid van de rotswanden en is voornamelijk afkomstig uit gedesintegreerd Lower Greensand. Het zet zich af in de vorm van kleine duinen.

Een mooi voorbeeld van winderosie levert de Ladder Chine, vroeger een nauwe spleet, die door wind met behulp van zand is uitgeslepen tot een symmetrisch gevormd amphiteater.

De Rivieren van Wight.

Een van de meest opvallende verschijnselen is, dat de rivieren alle naar het Noorden stroomen en dwars door de harde rug van de Chalk heenbreken. Dit verschijnsel nemen we niet alleen in Wight waar, maar b.v. ook in de Wealden Anticline in Engeland, een breede vallei uit dezelfde zachte Wealdlagen opgebouwd, die we ook in Wight vinden, met heuvels in 't midden. Naar 't O.Z.O. is deze vallei open, en ten Noorden en ten Zuiden begrensd door de harde ruggen van de North- en South Downs. Toch ontspringen alle rivieren er op de hoogten in 't midden van de vallei, en breken door de North- of South Downs heen, en loopten uit in de Theems of in het Kanaal.

Hetzelfde zien we in Wight, maar hier niet symmetrisch ontwikkeld. Door de onsymmetrische bouw van de Sandown en de Brighston Anticline kregen de Noordelijke rivieren een voorsprong boven de Zuidelijke. Waarschijnlijk begonnen zij reeds tijdens laat-Mioceen en Pliocene ten Zuiden van de anticlinale as.

Toen tijdens het Pleistoceen de erosie met vernieuwde kracht

¹⁾ C. Reid, „Submerged Forests”.

voortschreed en het tegenwoordige relief werd gevormd, gingen de naar 't Noorden stroomende rivieren voort (of begonnen opnieuw) hun stroomgebied uit te breiden ten koste van de naar 't Zuiden stroomende, tot tegenwoordig van de oorspronkelijke „dipslope“ afwatering naar het Zuiden niets meer over is, als een onbeteekend valleitje aan de Zuidrand van de Southern Downs.

De rivieren, die zich een weg hebben gebaand door de Central Downs en zich hebben kunnen handhaven, zijn de Western Yar, de Lukeley Brook, de Medina met zijn zijrivier van Carisbrook, de Eastern Yar met zijn Yaverland zijtak. Deze Yaverland zijtak is geheel onbeteekenend en bevat alleen bij nat weer water.

„Windgaps“ in de Central Downs ten Noorden van Brook en Shorwell getuigen ervan, dat daar twee rivieren wel gedeeltelijk hun dal hebben uitgeslepen doch zich niet hebben kunnen handhaven.

We hebben gezien, dat reeds tijdens de afzetting der Plateau Gravels de tegenwoordige valleien zich begonnen te ontwikkelen.

Beschouwen we nu de verschillende rivieren afzonderlijk.

Western Yar.

Deze rivier is eind Pleistoceen of begin Holoceen, van zijn geheele bovenloop en zijrivieren door de zee beroofd, en gereduceerd tot een beekje, dat in de vallei ontspringt, die de W. Yar in de Central Downs had uitgeslepen en vandaar naar Yarmouth stroomt over een bed van alluvium, daar door de oude Yar is afgezet.

In de vallei van Brighston en Brook vinden we een deel van het oude stroomgebied terug, met grintterrassen en alluviale afzettingen. Deze worden gevolgd door beekjes, die wat hun bovenloop betreft, loopen in een vallei, die zijn oude open karakter heeft bewaard, hun benedenloop hebben ze echter tot zeeniveau verlaagd en daar vormen ze nauwe, diepe ravijnen (Chines).

De Lukeley Brook ligt tectonisch ongunstig, namelijk daar waar Sandown- en Brixton Anticline doodloopen en over elkaar heengrijpen en heeft nooit grootere uitbreiding gehad.

Het gebied van de Medina is door de S. Downs beter beschermt tegen zee-erosie dan de beide Yars, maar ligt tectonisch ongunstiger;

bovendien werd snelle uitbreiding naar 't Westen verhinderd, door weinig hellende, weerstandbiedende Upper Greensand en Chalklagen. De Eastern Yar kreeg dus een voorsprong en onthoofde in tamelijk recenten tijd de Blackwater River bij Little Kennerley. In het Zuid Westen verliest de Medina langzaam terrein tegenover de naar 't Z.W. stroomende Shepherds Chine en Whale Chine.

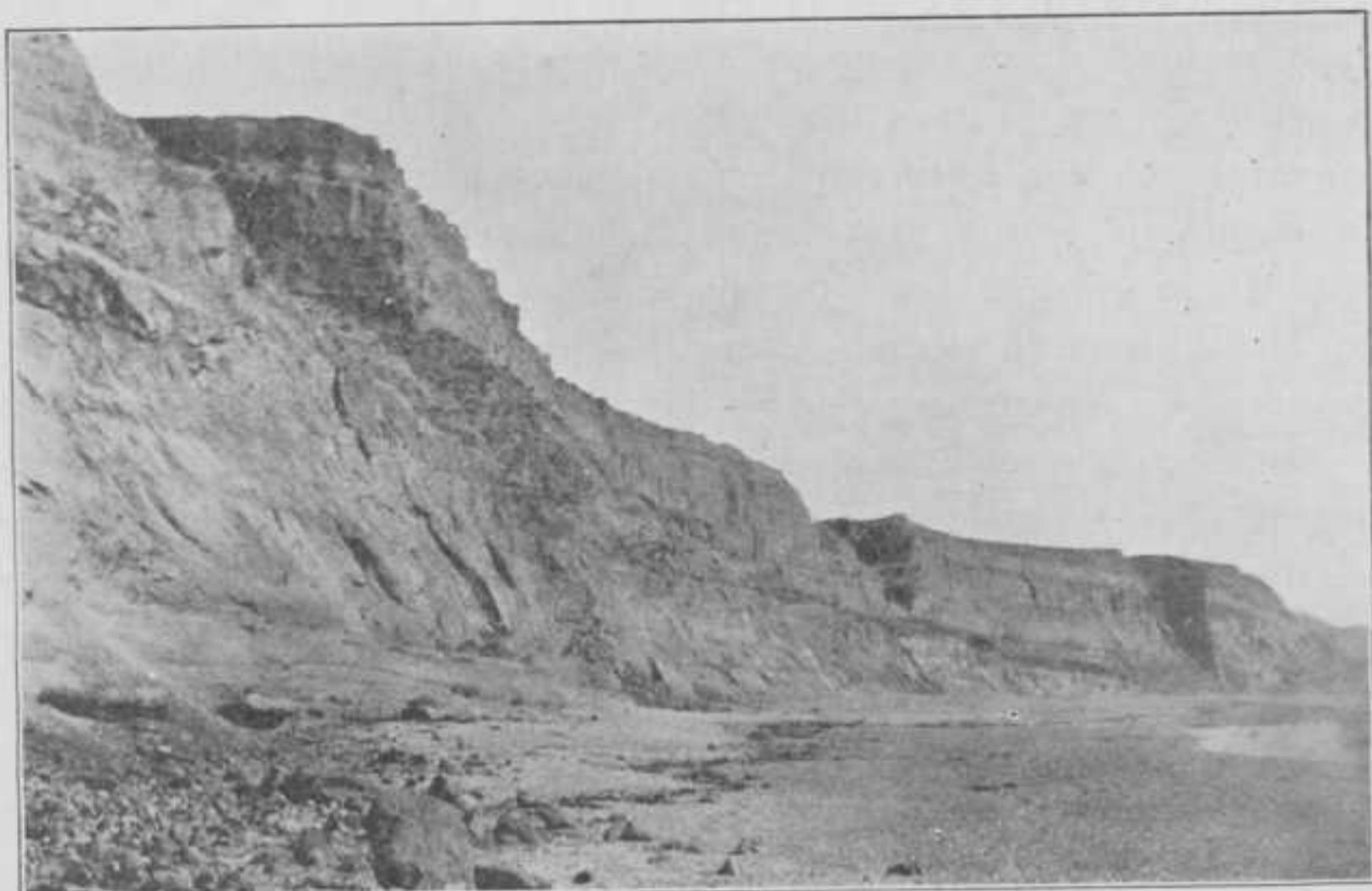
De Eastern Yar heeft evenals de W. Yar veel van zijn stroomgebied door zee-erosie verloren. Voor de vallei door de Down's zijn de Morton moerassen gevormd, die blijken uit twee convergeerende afzettingen te bestaan, waarvan een door de kust bij Sandown wordt afgesneden. Dit moet de vroegere hoofdstroom zijn geweest (met transversaal verloop). De riviertjes, die de Shanklin en Luccomb Chine hebben gevormd, moeten oorspronkelijk zijrivieren van de E. Yar zijn geweest. Deze hebben zich in een oorspronkelijk veel ondiepere vallei ingesneden. De vorm van de „Gaps” tusschen St. Boniface en St. Catherine's wijzen er op, dat de Niton- en Wroxall zijtakken van de E. Yar zich vroeger meer Zuidelijk uitstrekten. Zij hebben tengevolge van de landslips hier een deel van hun bovenloop verloren.

Het is slechts aan kunstwerken te danken, dat de E. Yar tegenwoordig niet bij Sandown in zee stroomt. Aan de Noordzijde van de Central Downs stoort de rivierloop zich niet aan de Stratigrafie tengevolge van superpositie. De rivieren begonnen hun tegenwoordige loop in de Plateau Gravel. Het ontbreekt echter niet aan correcties in overeenstemming met de structuur. Thorley Brook volgt de dagzoom van de Bembridge Marls en heeft dus een uitgesproken subsequeunte loop. De Clammerkin Lakestroom volgt de Zuidflank van de Porchfield Anticlinaal.

De Chines.

Van deze ravijnen, die aan de Zuidkust voorkomen werden er reeds verschillende genoemd. Hun ontstaan is steeds een gevolg van de zee-erosie. In sommige gevallen kan een reeds bestaande Chine vergroot en verdiept, of nieuwe Chines gevormd zijn. Andere zijn ontstaan zooals voor de Shanklin en Luccomb Chine is beschreven.

Het is een opvallend verschijnsel, dat vele Chines (Blackgang Chine b.v.) boven zeeniveau eindigen, zoodat de beekjes van een hoogte in zee storten. De snelheid van de zee-erosie is dus zoo groot, dat de kleine stroompjes geen tijd hebben hun Chine tot zeeniveau uit te snijden.



Chines aan de Zuid-Westkust.
Whale Chine, Ladder Chine en Walpen Chine.

De Solent River (fig. 6).

Zooals reeds werd vermeld vormt Purbeck met Wight een tectonisch geheel. Het is waarschijnlijk, dat de Central Downs met de overeenkomstige Downs in Purbeck een doorlopende rug vormen, met een vallei ten Noorden ervan in Oost-Westelijke richting verlopende, in 't verlengde van de River Frome naar de Solent. De rivier, die door deze vallei moet gelopen hebben, wordt de Solent River genoemd. Van het Zuiden ontving deze rivier water van de rivieren van Wight en van het land dat sindsdien door de zee is weggeërodeerd, uit het Noorden van de rivieren Stour, Avon

en een groote rivier, sedert dien onthoofd, juist tengevolge van de inbraak van de zee, uitlopende in Southampton Water. (Dit blijkt uit de samenstelling van bepaalde gravels ter plaatse). De hoogte

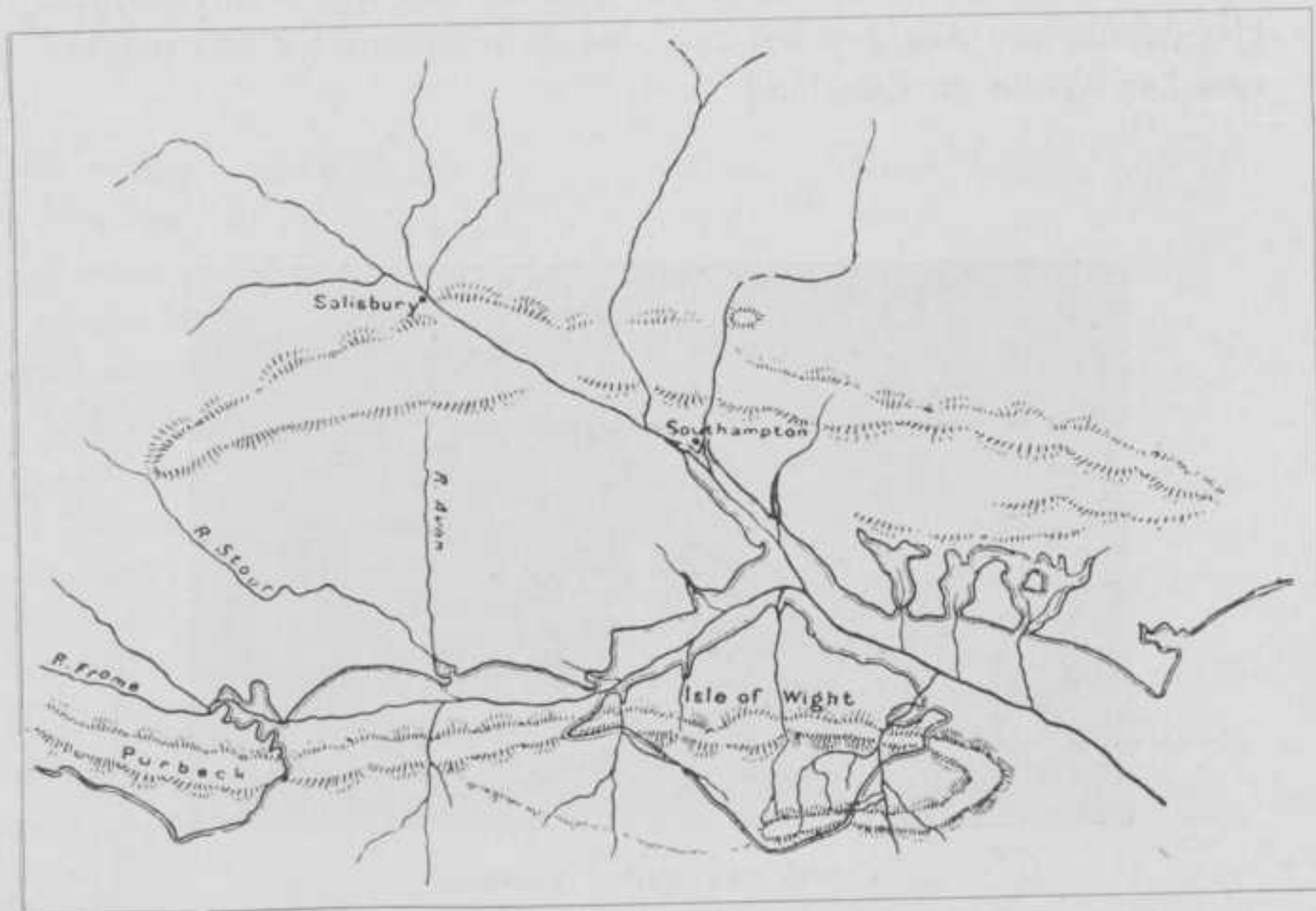


Fig. 6. De Old Solent River. Naar J. Cecil Hughes.
The Geological Story of the Isle of Wight.

van deze vallei was nog boven het toenmalige zeeniveau, dus aanzienlijk hooger dan nu de bodem van de Solent. Nu is de zee zeer waarschijnlijk het eerst door de Downs gebroken op een plaats, waar een uit het Zuiden komende rivier reeds een „Gap” gemaakt had (vgl. W. Yar bij Freshwater Bay). Het is het meest waarschijnlijk, dat deze inbraak ongeveer in 't midden tusschen Wight en Purbeck plaats had, dus ongeveer tegenover de R. Avon (vgl. het kaartje).

Dit zou voor de River Avon een verlaging van erosie basis en een kortere weg naar zee betekend hebben, dus aanzienlijke verjonging, met als uiteindelijk gevolg onthoofding van de naar Southampton stroomende rivier bij Salisbury.

Hiervoor zijn inderdaad sterke aanwijzingen. Doorgaande erosie verlaagde het niveau van het land; en de zee ging door met het veroveren van terrein. Bovendien trad na het Pleistoceen de reeds vermelde daling van het land (of stijging van het zeeniveau) in. Het gevolg zou dan geweest zijn, dat de zee een scheiding maakte tusschen Wight en Engeland.



Vertrek van Station Ventnor.

LITERATUUR.

- „A Popular Guide to the Geol. of the Isle of Wight” Mark U. M. Norman 1887.
- „Memoirs of the Geological Survey. A short account of the Geology of the Isle of Wight.” H. J. Osborne White 1921.
- „Handbook of the Geology of Great Britain.” J. W. Evans en C. J. S. Stubblefield 1929.
- „Cretaceous.” P. G. H. Boswell.
- „Eocene & Oligocene sedimentary rocks.” P. G. H. Boswell.
- „Stratigraphical Palaeontology.” E. Neaverson. 1928.
- „An Introduction to Stratigraphy.” (British Isles) L. D. Stamp. 1923.
- „The Geological Story of the Isle of Wight.” J. C. Hughes 1922.
-

VERSLAG VAN DE GEOLOGISCHE EXCURSIE NAAR HET
THURINGER- EN FRANKENWALD

van Zaterdag 22 Sept. tot Maandag 1 Oct., 1928.

Onder leiding van den Hoogleraar Dr. ir. H. A. Brouwer.

Voorwoord.

Wanneer eenigszins mogelijk, verschijnt van een gehouden geologische excursie een verslag in het eerste, na die excursie verschijnende jaarboek van de Mijnbouwkundige Vereeniging. Er bestond eenige aanleiding, ditmaal van deze gewoonte af te wijken. Het is reeds eenige jaren geleden, dat de excursie naar het Thüringer- en Frankenwald werd gehouden en dan bestaat er een uitgebreid verslag van twee excursies naar hetzelfde gebied, gehouden in 1908 onder leiding van den hoogleraren Dr. G. A. F. Molengraaff en Dr. H. G. Jonker. Hiertegenover staat, dat door omstandigheden een verslag van de excursie naar Cornwall al achterwege moet blijven; ook liggen de excursies van 1908 alweer in een vrij ver verleden en blijft Thüringen voor geologische excursies een buitengewoon aantrekkelijk gebied.

In tegenstelling met het genoemde verslag is de nadruk gevallen op het algemeene overzicht van de geologische bouw van het bezochte gebied. De samensteller is er zich van bewust, dat het nauwere verband met wat tijdens de excursie werd gezien en besproken voor een deel is verloren gegaan, misschien zelfs wel voor een heel groot deel. Het is dan ook wenschelijk, dat door een jaarlijksche uitgave van het jaarboek dit verband in het vervolg behouden blijft, een excursieverslag minder aan actualiteit verliest en de samenstellers daarvan kunnen steunen op de steeds welwillend verstrekte hulp van de leiders der excursies.

Een bijzonder woord van dank is hier op zijn plaats aan Prof. Brouwer, door wiens bezielende leiding de excursie uitstekend slaagde.

Ook hun, die bij de voorbereiding behulpzaam waren, betuigen wij onzen dank.

A. KECK.

PROGRAMMA.

Eerste dag.

Horsten evenwijdig aan het Thüringer Wald. De Trias in de N.O.-grensflexuur van het Thüringer Wald.

(De Seeberger Horst).

Vertrek van Eisenach 8 uur per autobus. Van Gotha naar den Grossen Seeberg. Onderweg gezicht op het Thüringer Wald (Inselsberg). De weg loopt over een langgerekten horst van Schelpkalk, aan weerszijden begrensd door verschuivingen. Langs de steile Z.W.-zijde komt de Midden-schelpkalk voor den dag, waarin gipsafzettingen. De gips wordt in talrijke groeven gewonnen. De zwak glooiende N.O.-zijde wordt door Boven-schelpkalk gevormd.

Door de zuidelijke verschuiving is de Midden-schelpkalk in gelijk niveau gebracht met de Midden-keuper.

Tusschen Seebergen en Günthersleben Lias in een gezonken schol. Daarna naar den Seeberg. In één der steengroeven een bijna volledig profiel van de Boven-keuper. Rhät-zandsteen en kleilagen.

Overzicht van den loop der storingslijnen, die het Thüringer Wald begeleiden. De stratigrafie van de Midden- en Boven-keuper aan de oosthelling van den Seeberg.

's Namiddags naar Wutha. Onderzoek van het profiel aan den kleinen Hörselberg, tegenover het station Wutha; stratigrafie der Schelpkalk. Door een verschuiving wordt het profiel in twee deelen gescheiden; rechts Midden-bontzandsteen tot en met Wellenkalk, links Wellenkalk tot en met Nodosen-kalk. Duidelijke sleuring der lagen.

Op den Hörselberg fraai gezicht op den Hörsel met zijn meanders. Door Bontzandsteen terug naar Wutha en vandaar naar Eisenach.

Avondeten en overnachten in Hotel Kronprinz.

Tweede dag.

De randflexuur aan het einde van den horst. Georgental, Stopfelskuppe, Epichnellen.

Opmarsch 8 uur. Onderzoek van een profiel aan den Eichrodter Weg langs de spoorbaan; Nodosenkalk en Onder-keuper in naar het Thüringer Wald toe hellende lagen. Vervolg der flexuur langs den weg naar het Burschenschaftsdenkmal en de Göpelskuppe. Bontzandsteen, Zechstein en Rotliegendes (bovenste Tambacherconglomeraat).

Panorama van het Buschenschaftsdenkmal.

Terug naar Eisenach. Koffiedrinken in Hotel Kronprinz.

's Middags per autobus door het Georgental.

Boven-rotliegendes: Wartburg-conglomeraat, afwisselend met roode kleischalies.

Naar de Stopfelskuppe: een kraterpijp door Onder-bontzandsteen. De kraterpijp is ten deele met basalttuf, ten deele met limburgietlava gevuld. Contactverschijnselen in den Bontzandsteen.

Naar Epichnellen door Midden-zechstein. Onderzoek van het Permprofiel van Epichnellen: Boven-rotliegendes tot en met Midden-zechstein.

Terug naar Eisenach. Avondeten en overnachten in Hotel Kronprinz.

Derde dag.

Het graniet- en schistgebied van Ruhla en Brotterode. De Zuidwestelijke horstgrens (verschuivingen) Eruptief-, erts- en mineraalgangen.

Vertrek half acht per autobus. Over Wutha naar Thal. Door Kittelsthal (onderste Bontzandsteen) naar den Kalkberg. In den Kalkberg groeve in normale Midden-zechstein. Over den Spitzigen Stein naar Heiligenstein bij Thal. Bij het station groeve in amfiboliet (mesodiabaas). Verderop profiel in glimmerschist met kwartsgangen. Aan het voetpad naar Heiligenstein een barietont-

ginning en tal van goed ontsloten gangen van granietporfier in de schist.

Van Thal naar Ruhla door glimmerschist. Daarna naar Brotterode door graniet (Trusentaler Hauptgraniet).

Van Brotterode het Truse-dal af naar Herges-Vogtei door graniet, in verscheidene groeven goed ontbloot. Samengestelde gangen in de graniet. Sommige van deze gangen zijn in steengroeven goed ontsloten even voorbij het Gasthof „Zum Trusentaler Wasserfall“. Verder bij Herges-Vogtei talrijke barietgangen, gemengd met fluoriet. Bij Elmenthal een drievoudig samengestelde gang.

Vervolgens langs talrijke barietontginningen (Mommel) over Beierode langs het Korällchen (Zechsteinrif) terug naar Liebenstein. Hohe Klinge, Z.O. van Bad Liebenstein weer een samengestelde gang.

Terug naar Eisenach. Avondeten en overnachten in Hotel Kronprinz.

Vierde dag.

De zoutlagen van den Boven-zechstein.

Bezoek aan een kalimijn te Unterbreizbach (Rhön). Zoutlagen van den ondersten Boven-zechstein. Tertiaire eruptief-gesteenten in de zoutlagen. Bezichtiging van de onder- en bovengrondsche werken.

Terug naar Eisenach. Avondeten en overnachten in Hotel Kronprinz.

Vijfde dag.

Horsten evenwijdig aan het Thüringer Wald. (De Wachsenburgen omgeving).

Naar Arnstadt. Van Arnstadt naar den zuidelijken Schelpkalkhorst. Langs den weg naar Bittstedt profiel in de sterk geplooide Onder-schelpkalk. Hooger op den horst Nodosenkalk. Op den Kirchberg Rhätzandsteen. Bij de afdaling naar Holzhausen Schelpkalk in abnormale ligging.

Daarna beklimming van de Wachsenburg. Verklaring van de

circumsynclinale ligging der lagen. Stratigrafie van de Middenkeuper.

De top van de Wachsenburg bestaat uit (niet ontsloten) Rhätzandsteen. Op den top der Wachsenburg panorama: verklaring van den bouw der omgeving.

Per autobus naar Ilmenau. Avondeten en overnachten in het Bahnhofshotel „Zum Deutschen Kaiser“.

Zesde dag.

Stratigrafie en tectoniek van het Roodliggende in den horst. De noord-oostelijke randflexuur.

Per autobus naar het granietgebied bij Meyersgund. Bij de Schneidemüllerkopf groeve in enstatietporfieriet. Daarna weder graniet. Bestijging van de Kichelhahn over de Dachskopf langs een houtbaan. Volledig profiel van de Gehrener lagen. Op den top panorama. Afdaling naar Manebach langs den Gr. Hermannstein. Men passeert hierbij het verschuivingsvlak, waarlangs de Manebacher lagen zijn afgezonden. Kichelhahnporfier en Manebacher lagen met kool. Door het dorp noordwaarts langs de Marienquelle over de Preussenhöhe naar Elgersburg. Bij Marienquelle overzicht van het verloop der verschuivingen in de omgeving van Manebach.

Goldlauterer, Oberhöfer- en Tambacher lagen.

Boven het dorp naar den Totenstein ten westen van Elgersburg. Een fraai profiel loodrecht op de grensflexuur vanaf de Tambacher lagen tot en met de Midden-bontzandsteen. Van den Totenstein terug langs het station Elgersburg naar Roda. De weg loopt door het gebied van den ouden kopermijnbouw. Holten in verband staande met de uitlooging van gipsafzettingen uit den Boven-zechstein. Aan de overzijde van het dal Bontzandsteen.

Bij Roda een groeve, waarin steilstaande Plaatdolomiet ontbloot is. Bij het station Roda groeven in de gips van den ondersten Boven-zechstein.

Per autobus van Roda naar Sonneberg. Avondeten en overnachten in Krugshotel.

Zevende dag.

De samenstelling van het leigebergte.
Resten van het posteodyadische dek
op het leigebergte.

Vertrek per autobus half acht. Ten noorden van Sonneberg eerst langen tijd door Culm, uit leien en grauwacken bestaande. Daarna door Boven-devoon: kalkknotenschiefer en cypridinenlei; verder Midden-devoon: weinig karakteristieke leien en tentaculietenlei. Dan Siluur, waarvan de bovenste afdeeling als graptolietenlei en ockerkalk, de middelste als graptolietenlei en de onderste als lei ontwikkeld is.

Vandaar naar de Schieferbrüche op den Steinheider Berg. Onder-silurische griffellei. Verwerking van het materiaal tot griffels. Van Steinach naar den Sandberg door leien en kwartsieten. In den Sandberg een groote groeve in Bontzandsteen: rest van het sedimentaire dek, dat zich na het Roodliggende over Thüringen heeft gevormd. Onderzoek van den Bontzandsteen. Het kaoliengehalte van sommige lagen heeft porceleinindustrie doen ontstaan. Van den Sandberg over Scheibe naar Rauenstein. De zuid-westelijke grensverschuiving: Cambrium van het gebergte grenst aan de Trias van het voorland.

Per autobus van Sonneberg naar Coburg. Overnachten.

Achtste dag.

Type van den bouw van Midden-Europa in het gebied van de Varistische plooiing. De Culm-lei van Oost-Thüringen met een intrusieve granietkern.

Vertrek per autobus acht uur naar Lehesten. Bezoek aan de Oertelsbruch, (Culmlei) een van de grootste leigroeven der wereld. Langs de Bärensteinbruch door het dal van de Kl. Sormitz en langs de Weitisbergaer Mühle naar den Henneberg. Bij Weitisberga de contacthof van den Henneberg-graniet.

Bestijging van den Henneberg, blokveld van graniet.

Daarna door de dalen van de Sormitz en de Loquitz naar Eichicht. Het Saale-dal af naar Saalfeld. Meanders, grintbeddingen, terrassen, enz. van de Saale.

In den Z.O. wand van den Gleitsch bij Fischersdorf is prachtig de plooiing van het Boven-devoon te zien. Op den top panorama. De top wordt gevormd door een, aan de erosie ontsnapte rest van Zechsteinkalk.

Over den Pfaffenberg naar Bohlen. Op sterk geplooid Boven-devoon rust horizontaal Zechsteinkalk.

Bezoek aan de Feengrotten: oude ontginning in aluinschalies. De verlaten ontginningsruimten zijn bekleed met fraaie stalactieten, enz.

Per autobus naar Arnstadt. Avondeten en overnachten.

HET THÜRINGER- EN FRANKENWALD.

Algemeen overzicht.

Het Thüringer Wald vormt met het Frankenwald, het Fichtelgebirge, Vogtland, Ertzgebirge en het bijbehorende Saksische gebied een, zij het uit geologisch en morfologisch zeer verschillende gedeelten bestaand, samenhangend geheel, de N.W. randzone van het Boheemsche massief.

Het Thüringerwald vormt van deze randzone eene ver naar het N. W. vooruitspringend gedeelte. Het strekt zich over een lengte van ongeveer 100 K.M. uit in Z. O.—N. W. richting en verheft zich gemiddeld 400—500 m. boven het grootendeels triadische voorland, het Thüringer bekken in het N. O. en het Frankische Stufenland en het gebied tusschen Rhön en Thüringerwoud in het Z. W.

Het eigenlijke Thüringerwald is niet meer dan 20 K.M. breed, behalve het Z. O.-deel, dat ruim 30 K.M. breed is. Dit gedeelte heeft meer plateauarakter dan de rest van het gebergte en vormt de overgang naar het Frankenwald. Het Frankenwald verbindt het Thüringerwald naar het Z.O. met het Fichtelgebirge, naar het Oosten met het Vogtland en het Ertzgebirge. de randstoringen, die de Z.O. begrenzing van het Thüringerwald vormen, zetten zich voort langs het Frankenwald en het Fichtelgebirge om pas in het Boheemsche Woud te eindigen.

In het N.W. wordt de grens gevormd door de Werra bij Eisenach. Het gebergte is opgebouwd uit gesteenten van palaeozoïschen ouderdom en mogelijk voor een klein gedeelte uit nog oudere gesteenten (glimmerschisten van Ruhla en Brotterode). Dat in het cambrische gebied van het Schwarzatal-Sattel ook Algonkische gesteenten zouden voorkomen, is zeer onwaarschijnlijk. Hetzelfde geldt voor het Cambrium van het Frankenwald. De Münchberger gneismassa, die nog tot het Frankenwald wordt ge-

rekend, bestaat waarschijnlijk wel uit prae-cambrische gesteenten. Het voorland is grootendeels triadisch. Het Thüringerwald is dus een horst, of een horstgebergte in dien zin, dat oudere, grootendeels palaeozoïsche gesteenten door tectonische bewegingen op gelijk niveau zijn gekomen met jongere, aan de oppervlakte grootendeels mesozoïsche sedimenten.

De grens tusschen gebergte en voorland wordt niet gevormd door enkelvoudige, doorlopende verschuivingen, maar soms door een flexuur, dan weer door verschuivingen, of ook door storingszonen, bestaande uit meerdere evenwijdige verschuivingen. Dergelijke storingszonen vinden we ook in het voorland tot op grooten afstand van het gebergte (zoo door het geheele Thuringer bekken), die dan evenals de randstoringsen een Z. O.—N. W. verloop hebben. De storingsen nemen dikwijls het karakter van overschuivingen aan.

We vinden in het Thüringerwald evenals in zoovele andere Duitse middelgebergten een rest terug van het oude varistische ketengebergte. De strekking van dit gebergte is ongeveer loodrecht op de strekking van het tegenwoordige Thüringerwald.

De hoofdphase van de plooiing viel hier tusschen Onder- en Boven-carboon. Het Boven-carboon ontbreekt en het Perm ligt discordant op de oudere gesteenten.

De tegenwoordige vorm van het Thüringerwald heeft zich pas na het Oligoceen ontwikkeld. De aanleg is echter veel ouder. Het vaststellen van den ouderdom van veel bewegingen is in het Thüringerwald dikwijls zeer moeilijk of onmogelijk, daar jongere mesozoïsche sedimenten, voor zoover ze in dit gebied zijn afgezet, geheel of bijna geheel zijn weggeërodeerd. Bovendien hebben dikwijls nieuwe bewegingen plaats gehad langs oude verschuivingen, wat een ouderdomsbepaling nog moeilijker maakt.

Tengevolge van de varistische gebergtevorming werden de lagen, ouder dan Boven-carboon geplooid. In het groot vertoont het gebied tengevolge van deze gebergtevorming een „Sattel”- en „Muldenbouw” met Z. W.—N. O. verlopende assen. Van N. W. naar Z. O. kunnen we onderscheiden:

- 1) Het Ruhlaer Sattel, waarin de glimmerschisten van Ruhla

en Brotterode aan den dag komen. Het grootste gedeelte is door Rotliegendes bedekt.

2) De Oberhöfer Mulde, waarin geen prae-permische gesteenten ontbloomt zijn.

3) Het Schwarzatalsattel, besaande uit cambrische en silurische gesteenten met een strook devonische afzettingen langs de Z. O. grens.

Aansluitend vinden we in het Frankenwald:

4) De Ziegenrücker- of Oost-Thuringsche Mulde (Frankenwalder Hauptmulde), die een groot Culm-gebied vormt.

5) Het Zeulenrodaer- of Oostthuringsche Sattel (Frankenwalder Hauptsattel) uit Cambrium en Siluur bestaande. Het Zeulenrodaer Sattel bereikt niet de Z.O. grens van het Frankenwald maar de as duikt hier en de Ziegenrücker Mulde vloeit samen met de:

6) Mulde van Hof-Plauen (Culm-Devoon). Ten Zuiden van deze Mulde vinden we de Münchberger gneismassa, die in 't N. W. en Z. O. door overschuivingen begrensd is. De strijd over de tectonische beteekenis van dit gneisgebied is nog steeds niet definitief beslecht. Volgens verschillende geologen (b.v. von Seydlitz) is de gneis geplooid tijdens een praevaristische orogenese, waarschijnlijk dus de post-algonkische gebergtevorming, die in Bohemen duidelijk waarneembaar is en daar de oorzaak is van de discordantie tusschen Algonkium en Cambrium, en overeenkomt met de huronische orogenese in N.W. Schotland. De overschuivingen over de palaeozoïsche afzettingen zijn dan tijdens de varistische orogenese ontstaan.

Volgens anderen echter (Kossmat e.a.) hebben we te doen met een vanuit het Z. overschoven schol.

De Münchberger gneismassa wordt door een smalle strook palaeozoïsche afzettingen gescheiden van het gneis-granietgebied van het Fichtelgebirge. Hier loopt tevens de Z. O. grens van het Frankenwald.

In Z. O.—N. W. richting verloopende storingsen, die van iets jongeren datum zijn, maar waarschijnlijk nog palaeozoïsch. De belangrijkste zijn de storingsen, die het Frankenwalder Quersattel

hebben doen ontstaan, waardoor Devoon, Siluur en Cambrium opduiken in het groote Culmgebied van het Frankenwald.

Praecambrium en Palaeozoïcum tot de Varistische gebergtevorming.

Praecambrium. Afgezien van de Münchberger gneismassa is het niet zeker, of in het Thüringer- en Frankenwald praecambrische gesteenten voorkomen. Tot het prae-cambrium worden meestal de gesteenten gerekend, waaruit het Ruhlaer Sattel is opgebouwd. Ze zijn grootendeels door Rotligendes bedekt, maar komen bij Ruhla, Brotterode en Klein-Schmalkalden aan de oppervlakte. Het gebied is bijna geheel opgebouwd uit glimmerschisten, waarin groote granietintrusies van carbonischen ouderdom (Gerberstein, Trusental, Klein-Schmalkalden) en tijdens het Rotligendes veel gangen zijn gedrongen. Vezelige en schisteuse variëteiten van de graniet en veldspaatrijke variëteiten van de glimmerschist geven overgangen naar gneis. De granietporfier van Heiligenstein bij Thal is o.a. volgens F. Deubel praevaristisch en hoort dan bij een vroegere Post-algonkisch-cambrische magmatische cyclus. De granietporfier vormt gangen in de glimmerschist in Thuringische ¹⁾ (Z.O.—N. W.) en Ertsgebergte richting (Z. W.—N. O.). In verband met granietintrusies treden ook elders lokaal gneisachtige gesteenten op, die ongetwijfeld uit weinig veranderde graniet bestaan. (Hirschberg, Schwarzatal).

Cambrium. In het Thüringerwald vinden we Cambrium in het Schwarzatalsattel, dus in het Z.O.-deel. Rekent men de Phycodenkwartsiet tot het Siluur, dan behoort het grootste gedeelte van dit gebied niet tot het Cambrium en blijft slechts een betrekkelijk smalle strook over, waarvan de as in Z. W.—N. O. richting over Grosz-Breitenbach loopt. Het N.W.-gedeelte van het Schwarzatalsattel is grootendeels door Rotligendes bedekt.

Een tweede strook, echter met N.W.—Z.O. strekking duikt

¹⁾ De uitdrukkingen Herzynisch, Erzgebirgisch, Thüringisch, e. a., die veel in de Duitsche literatuur voorkomen, duiden meestal slechts richtingen aan.

INDEELING VAN HET LEIGEBERGTE VAN DE
GEOL. L.-A.

Karbon	Oberkulm		C_2	
	Unterkulm		C_1	
Devon	Oberdevon		$t_3; T_3$	
		Tonschiefer		
		Kalkknotenschiefer	a	
		Quarzit	q	
		Kleinkn. Kalke	k	
		Hauptmasse d. Kalkknotenschiefer Cypridinenschiefer	a	
Mitteldevon			$t_2; T_2$	
	Tuffschiefer en Braunwacken			
	Zachte, donkere Tonschiefer	$t_2 a, t_2 \delta$		
(Thür.) Unterdevon			$t_1; T_1$	
	Nereiten-Schichten	β		
	Kalkknoten-Schiefer	a		
Silur	Obersilur		s_3	
		Obere Graptolithenschiefer	$s_3 \beta$	
		Ockerkalk	$s_3 a$	
	Mittelsilur			s_2
		Untere Graptolithenschiefer		
	Untersilur			s_1
		Lederschiefer	$s_1 \beta$	
		Hauptquarzit	π_2	
		Griffelschiefer met „Einlagerungen” van ijzererts	$s_1 a$ oo	
Quarzit (plaatselijk)		π_1		
Kambrium			Cb	
	Oberste Quarzitzone	Cba		
	Tonschiefer met	Cbs		
	Quarzit	Cbq		
	afzonderlijk of afwisselend	Cbs		
	Halfphyllietische, halfklastische Schieferzone	pCb		
	Phyllitiesche Schieferzone	p		
Präkambrium	Glimmerschiefer		gl	

op in het Frankenwalder Quersattel. Hiertoe behoort ook het gebied bij Lauenstein.

Verder komt in het Frankenwald nog Cambrium aan de oppervlakte in het Zeulenrodaer Sattel.

De indeeling van het Cambrium heeft slechts relatieve waarde, daar een indeeling aan de hand van de uiterst spaarzame fossielvondsten niet mogelijk is. De door de Kgl. Preus. Geol. Landes-Anstalt tot het Cambrium gerekende Phycodenkwartsiet, die de bovenste kwartsietzone, cba en het bovenste gedeelte van de zone der kleileien en kwartsieten, Cbq en Cbs omvat, moet op grond van nieuwe vondsten tot het Siluur gerekend worden. Deze afzettingen voeren het problematicum *Phycodes circinatum* Richt.

In de onderste zonen van het Cambrium vindt men Archaeocyathusachtige fossielen.

De phyllieten zijn zachte, volkomen schisteuse, zeer fijnkorrelige gesteenten, met sterke zijdeglans. Zij bevatten kwarts, chloriet en sericiet en vertoonen dikwijls fraaie detailplooïing.

Op sommige plaatsen vindt men „Alaunschiefer” een grafiet-schisten. Kwartsuitscheidingen komen dikwijls voor.

De overgang van phyllieten naar half-phyllietische kleileien is geleidelijk. De laatste hebben veel minder zijdeglans. Kwartsieten en leiachtige grauwacken wisselen met de kleileien af. De kwartsieten zijn ontstaan uit echte zandsteenen. Zij bestaan uit dichtgepakte ronde kwartskorrels, aaneengekit door een cement, dat eveneens uit kwarts bestaat.

De fijn- tot grofkorrelige grauwacken zijn samengesteld uit detritus van kleileien en kwartsieten en bevatten verder kwartskorrels en stukjes veldspaat, glimmer en resten van granietische en porphyroïdische gesteenten. Ook breccieuse en grofconglomeratische variëteiten komen voor.

In goede ontsluitingen zijn kris-kras gelaagdheid en golfsporen waargenomen. De gesteenten moeten afwisselend in ondiep water en op land zijn afgezet.

In beide zones komen gesteenten voor met porphyroïdische-granietische-, gneisachtige of amphibolietische habitus.

Hun ligging is soms concordant, soms discordant, de strekking meestal normaal varistisch.

De porphyroïden zijn volgens *Johnsen* grootendeels kwartskeratophyren, zeldzamer zijn felsokeratophyren.

Primaire breccienatuur en tufkarakter werd soms waargenomen.

Volgens *Johnsen* zijn de meeste voorkomens submarien gevormd. Men vindt alle overgangen naar de granieten en de gneisen, die in het Schwarzatalsattel worden gevonden. De gneisen staan steeds met granietintrusies in verband. Men vindt ook alle overgangen van gneis naar graniet. Deze gesteenten zijn gemetamorfoseerd tijdens de varistische orogenese, die ook de andere genoemde stollingsgesteenten dynamometamorf heeft veranderd. Bij de grofkorrelige porphyroïden neemt men meestal slechts kataklaasstructuur waar langs de randen der kristallen. De dichte variëteiten hebben dikwijls het karakter van kristallijne schisten gekregen, soms maken zij den indruk van echte kwartsieten. De granietische gesteenten vertoonen alle overgangen van geringe kataklaasstructuur tot sterk gedrukte gneis.

Op dezelfde wijze als de porphyroïden treden amphibolieten op, die een sterk wisselende structuur en textuur vertoonen. Men vindt grofkorrelige gabbroachtige typen naast diabaasporfieriet en fijnkorrelige tot dichte variëteiten.

In 't midden van de voorkomens is de structuur meestal richtingloos, naar de randen treedt toenemende „Schieferung” op. Soms zijn echte „Grünschiefer” gevormd.

Microscopisch is meestal primaire diabaasnatuur waar te nemen.

Uit het naast elkaar voorkomen van de stollingsgesteenten en hun afbraakproducten en uit het eruptief karakter van sommige afzettingen kan men besluiten, dat ze van cambrischen ouderdom zijn.

F. Deubel paralleliseert ze met de praevaristische eruptiefgroepen door *Scheumann* in het Saksische Fichtelgebirge gevonden en concludeert, dat we hier te doen hebben met een magmatische „Nachphase” van een Post-algonkisch-cambrische orogeenisch-magmatische cyclus, die in Bohemen wordt waargenomen. De genoemde eruptiefgesteenten komen in de Phycoden-lagen

niet voor. Wel zijn hierin diabaas-intrusies gevonden, die echter van de genoemde amphibolieten petrografisch verschillen. Eruptiva zijn niet waargenomen. Waarschijnlijk zijn dit dus jongere intrusies.

v. Freyberg is tot de conclusie gekomen, dat in Thüringen het Boven-cambrium evenals in Bohemen ontbreekt.

A. Wurm heeft in het Beiersche gedeelte van het Frankenwald fossielvoerend Midden-cambrium (Paradoxides Stufe) gevonden, wat het waarschijnlijk maakt, dat dit ook in het Thüringische Frankenwald en in het Schwarzatalsattel voorkomt.

Siluur.

Tot het Onder-siluur behooren de, door de Geol. L.-A. tot het Cambrium gerekende Phycodenlagen. We vinden deze lagen aan beide zijden van de phyllietas van het Schwarzatalsattel, vooral aan de Oostzijde daarvan, maar ook veel in de zadels van het Frankenwald (Zeulenrodaer- of Ostthüringisches S., Frankenwalder Quersattel). De serie bestaat uit kwartsieten en phyllieten, die dikwijls afwisselend voorkomen. Karakteristiek is de groenachtige klei, die bij verweering van de phylliet ontstaat. Bij Amt Gehren is de Phycoden-kwartsiet conglomeratisch ontwikkeld. K. Walter heeft een triboliet uit de familie der Asaphiden gevonden, die karakteristiek is voor het Onder-siluur. Naast Phycodes vindt men enkele brachiopoden (*Dinobolus*) en problematica (*Palaeophycus*).

Door hun grooten weerstand tegen erosie geven de kwartsieten aanleiding tot reliefvorming.

In de phyllietische kleileien vindt men dikwijls leigroeven, b.v. in 't benedendeel van het Schwarzatal.

Bij Schmiedefeld in de N.W. vleugel van het Schwarzatalsattel wordt ijzererts gevonden in het granietcontact van den Eisenberg. De ijzermineralen zijn magnetiet en haematiet.

Voor 1700 werd, o.a. in het Schwarzadal goud gewonnen, afkomstig uit de Phycodenlagen.

Soms is de kwartsiet zeer fijnkorrelig en wordt dan als „Wetz-schiefer” gebruikt.

INDEELING VAN HET SILUUR.

Geol. L.—A.		Philippi.		R. Hundt	
Boven-Sil.	a. Obere Grapt.Sch. $s_3 \beta$ b. Ockerkalk $s_3 a$	Boven-Sil.	Obere Grapt.Sch. Ockerkalk	M.-Devoon, in 't O. Boven-dev., Culm zelden. Hangender Alaunsch. } Alaunsch. Grapt.zone 20 Hor. } Ockerkalk „ 16-19 ev. Alaunsch. „ 15	
Midden-Sil.	Untere Grapt.Sch. s_2		Untere Grapt.Sch.	Liegender Kieselech. } Kieselsch., ondergeschikt Hor. } Al.-Sch. Grapt.zone 10-14	
v. Freyberg.					
Onder-Sil.	Lederschiefer $s_1 \beta$ Hauptquarzit π_2 Griffelschiefer $s_1 a$ mit einlagerungen von Eisenerz $o o$ Quarzit, (plaatselijk) π_1	Onder-Sil.	6. Hauptschiefer (Leder- sch. volgens Gumbel) 5. Oberer Quarzit. 4. Oberer Eisenoolith of Thuringit (plaatselijk) 3. Griffelschiefer en Dachschiefer 2. Unterer Quarzit (plaatselijk) 1. Eisenoolith (plaatsel.) (Unterer Thuringit)	Lederschiefer. I. Eisenerzlager } Hauptquarzit } Oberer Erzhorizont II. Eisenerzlager } Griffelschiefer. Ubergangsquarzit III. Eisenerzlager } Sandiger Schiefer } Unterer Erzhorizont IV. Eisenerzlager }	
Cambrium	Oberste Quarzitzone Cb a Tonschiefer Cb s mit Quarzit Cb q (Ook afwisselend voor- komend)		Phycodenquarzit	Phycodenquarzit en Phyll. Schiefer	
		Cambrium		Midden-Cambrium.	

Unterer Silur, Grapt-zone 1—9.

Het siluur wordt gewoonlijk in twee onderafdeelingen gesplitst: het Onder-siluur (Ordovicium) en het Boven-siluur. De L.-A. volgt een indeeling in Onder-, Midden- en Boven-siluur. Men kan het Midden- en Boven-siluur van de L.-A. vereenigen tot het Boven-siluur van de meer gebruikelijke indeeling.

De dikte bedraagt, afgezien van de Phycodenkwartsiet 250—300 m. Het Boven-siluur (volgens de indeeling van de L.-A.) bereikt hoogstens een dikte van 100 m.

Siluur vinden we ten Oosten van het cambrische gebied van het Schwarzatalsattel in een strook tusschen Saalfeld en Mengersgereuth. Verder als omranding van cambrische gebieden in Oost-Thuringen (Frankenwald en aangrenzend gebied in het N.O.) en in de omgeving van Schleiz.

De horizonten 3 en 6 (indeeling volgens Philippi) hebben enkele fossielen geleverd. Het zijn meestal verdrukte trilobieten: *Asaphus marginatus*, *Iliaenus Loretzi* en *Megalaspis gladiator*. Verder *Conularia modesta* en enkele brachiopoden en ostracoden.

In de Hauptschiefer of Lederschiefer vindt men kwartsietknollen met *Echinospaerites aurantium* His. De Griffelschiefer zijn plaatselijk zacht en de korrelgrootte is buitengewoon gelijkmatig. Bij Steinach worden ze ontgonnen. Hier worden meer dan 90 % van alle griffels geproduceerd.

De ijzerertsen werden vroeger veel ontgonnen, doch zijn nu zonder beteekenis. Ze zijn meestal oöolithisch.

De oöolithen bestaan uit thuringiet, een Al-Fe-silicaat, dat 30 % Fe en 10 % water bevat. De grondmassa bestaat uit lei, kwartsiet, sideriet of thuringiet, dus uit klastisch of chemisch neergeslagen materiaal. Soms bestaat het geheele gesteente uit thuringiet. Magnetiet komt soms voor. Volgens Philippi heet het erts chamoisit, wanneer het veel sideriet bevat. V. Freyberg spreekt van chamosiet, wanneer alleen chemisch gepraecipiteerd materiaal voorkomt. Ook wordt een soortgelijk mineraal als thuringiet chamosiet genoemd.

Volgens v. Freyberg bevat de onderste ersthorizont in 't W. chemisch gepraecipiteerd ijzer (Roteisenerz) met veel klas-

tisch materiaal, in 't O. alleen chemisch geprecipiteerd ijzer (chamosiet) en bevat de bovenste ertshorizont geen klastisch materiaal. Meestal vindt men aan de basis van de afzettingen, die klastisch materiaal voeren een duidelijk ontwikkelde conglomeraatbank.

Men concludeert hieruit, dat het erts zich vlak voor een in het Westen gelegen kust heeft afgezet. Uit het ontbreken van klastisch materiaal in de bovenste ertshorizont leidt v. Freyberg een transgressie af, voortschrijdend van W. naar O.

Tijdens de afzetting van de Lederschiefer stond het gebied van het Schwarzatal weder aan denudatie bloot, althans tijdelijk en plaatselijk. De Lederschiefer bestaan volgens E. Zimmerman voor een groot gedeelte uit „Gerölltonschiefer”. Als rolsteenen vindt men fijnkorrelige kwartsiet, glimmerrijke zandsteen, conglomeratische kwartsieten en granieten. Men leidt deze rolsteenen af van vroegere afzettingen en van de hiervoor genoemde prae-silurische zure eruptiva.

Het Onder-siluur uit het Frankenwald is op overeenkomstige wijze ontwikkeld als dat, uit het Schwarzatalsattel.

Boven-siluur (Midden- en Boven-sil. van de Geol. L.-A.).

De onderste graptolietenleien bestaan gedeeltelijk uit kiezelleien, bijna altijd met witte kwartsaderen, gedeeltelijk uit pyrietrijke, zachte kleileien, die bij verweering Fe-aluin geven (Alaunschiefer).

Van de graptolieten worden *Rastrites*, *Retiolites*, *Diplograptus*, *Monograptus convolutus* Barr. en *Monograptus turriculatus* Barr. gevonden.

De Ockerkalk is een donkere, vaste knollenkalk. Kalkknollen ter grootte van een noot liggen in een phyllietisch-leiachtige grondmassa, die dikwijls sterk is gereduceerd. Tusschen de kalkknollen komen onregelmatige Ocker-afzettingen voor, die bestaan uit, door Fe-hydroxyde geelbruin gekleurde klei. Van de fossielen komen alleen crinoïden tamelijk veel voor. Zeldzamer zijn *Orthoceras* en *Cardiola interrupta* Sow..

De bovenste graptolietenleien bestaan uit Alaunschiefer. Ze bevatten veel minder graptolieten. *Monograptus colonus* Barr.

en *Monograptus bohemicus* zijn de gidsfossielen voor deze zone.

De onderste graptolieten-schiefer is petrografisch en palaeontologisch goed gekarakteriseerd. De Ockerkalk daarentegen is een bepaalde faciësvorming en is niet absoluut „niveau-beständig“.

In plaats van bovenste Alaunschiefer (zone 20) kunnen Tentaculites voerende leien voorkomen.

Diabaasintrusies komen evenals in het Onder-siluur voor. Ze vertoonen duidelijke contactwerking in boven-silurische kalksteen en Alaunschiefer en zijn van post-silurischen ouderdom.

Vroeger was het Boven-siluur belangrijk, daar het de grondstoffen leverde voor aluin- en vitrioolfabricage. De leien verweeren aan de oppervlakte wit, ondergronds tot diepzwarte, zachte aarde, die vroeger als „Zeichenerde“ werd gebruikt.

De kiezelleien doen dienst als steenslag voor bestrating.

De Ockerkalk, een donkerblauw gesteente, dat geel verweert, wordt als bouwsteen gebruikt (Thuringsch marmmer).

Het verweert plaatselijk tot Ocker, dat bij Saalfeld werd ontgonnen in kleine schachtjes.

Devoon.

Het Onder-devoon ontbreekt in Thüringen. Midden-devoon ligt discordant op verschillende zones van het Siluur, soms bedekt het direct de Phycodenquarzit. In hoeverre deze verschillen ontstaan zijn door een a priori zwakker ontwikkeld zijn van het Boven-siluur is nog niet uit te maken.

Thüringen werd dus aan 't eind van het Siluur of aan 't begin van het Devoon getroffen door een, in dit gebied betrekkelijk zwakke orogenese, die het equivalent is van de caledonische plooiing in Noord-Europa. De discordantie neemt toe naar het Oosten en Noord-Oosten. De strekking van de plooien is over het algemeen N.N.O.

Het Devoon komt voor in een smalle strook tusschen Steinach en Saalfeld, naar het N.W. aansluitend aan de strook Siluur tusschen Mengersgereut en Saalfeld, naar het Z.O. aan het groote Culmgebied van het Frankenwald (Ziegenrücker Mulde). Bij

Gräfenthal grijpen Siluur en Devoon in elkaar. Hier bereiken de storingen van het Frankenwalder Quersattel het gebied van het Schwarzatalsattel. Bij de Saale buigt de strook naar het N.W. om.

Hier en daar duikt Devoon op uit het Siluur, in de omgeving van het meer W. gelegen Döschnitz.

Aansluitend aan het Siluur treedt verder Devoon op in het Frankenwalder Quersattel, evenals in het Zeulenrodaer-sattel. In Oost-Thüringen is het zeer verbreid. Vroeger stelde men de Kalk-knotenschiefer en de Nereiten-schiefer in het Onder-devoon. E. Kayser bracht het palaeontologisch bewijs, dat deze lagen tot het Midden-devoon behooren. De discordantie omvat dan niet alleen het onderste Onder-devoon maar het geheele of bijna het geheele Onder-devoon.

Het Midden-devoon bestaat grootendeels uit leien evenals het Siluur en de Culm. Het oude „Grauwackengebirge” is opgebouwd uit een, op het eerste gezicht vrij monotone serie afzettingen. Met een nadere indeeling is men dan ook vrij laat begonnen; de dikwijls ingewikkelde tectonische bouw en de groote fossielarmoede zijn er de oorzaak van, dat het lang geduurd heeft, voor men een eenigszins juist en meer gedetailleerd overzicht kreeg van de palaeozoïsche geschiedenis van dit gebied.

Het Midden-devoon (Onder-devoon van de L.-A.) is 200—400 m. dik. Het bestaat overwegend uit zachte tot middelharde, meest blauwgrijze kleileien, die plaatselijk zeer rijk zijn aan tentaculieten (Tentaculieten-schiefer). Tusschen deze leien komen zeer dungelaagde fijnkorrelige kwartsietbankjes voor, licht- tot donkerblauwgrijs van kleur. Op de laagvlakken hiervan vindt men dikwijls nereiten. Aan de basis van de leien komt dikwijls een Kalkknollenschiefer voor, die meestal aan Ockerkalk aansluit. K. Walther ziet hierin een rifvorming (naar aanleiding van enkele koraalvondsten), die zich bij voorkeur op klippen van Ockerkalk ontwikkelde. E. Zimmermann betwijfelt of men van rifvorming spreken kan, daar het aantal fossielvondsten uiterst gering is. Dit kan op zichzelf overigens geen sterk argument tegen rifvorming zijn, vooral niet in een gebied, dat door een sterke gebergtevorming werd getroffen. In ieder geval zijn de lagen in ondiep

water afgezet. Dit blijkt ook uit de nereiten-kwartsieten, waarin golfsporen en plantenresten zijn gevonden en uit kwartsietbankjes die buitengewoon rijk zijn aan fossieldetritus.

Uitgesproken litoraal schijnen gele, fijnkorrelige zandsteenen te zijn, die in 't Z. O. voorkomen en plaatselijk het heele Midden-devoon vertegenwoordigen. Diagonale gelaagdheid komt voor in gesteenten, die K. Walther „zandige Nereitenschichten” noemt (Blad Schwarzburg). De lagen wijzen op afzetting in ondiep water met veel niveau schommelingen.

Aan de basis van het Devoon komen machtige, samenhangende diabaaslagen voor (ged. palaeopikrieten). Het zijn duidelijk discordante dekken van vroeg Midden-devonischen of laat Onder-devonischen ouderdom. Waarschijnlijk behooren de intrusiefgesteenten, die in het Boven-siluur en gedeeltelijk die, welke in het Onder-siluur voorkomen bij deze „Deckenergüsse”.

Het is palaeontologisch niet bewezen, dat het bovenste Midden-devoon (Midden-devoon van de Geol. L.-A.) in Thüringen voorkomt.

K. Walther wijst er reeds op, dat een zeker bewijs van de aanwezigheid van het bovenste Midden-devoon nauwelijks te geven is. Waarschijnlijk wordt het Boven-midden-devoon vertegenwoordigd door een serie zwarte kleileien, die plaatselijk het karakter van kiezelleien hebben (meestal in diabaascontacten), verder door tufachtige leien, diabaastuffen en grauwacken. De gedeeltelijk kalkhoudende grauwacken zijn dikwijls conglomeraat. In de omgeving van Zeulenroda-Schleiz (Oost Thüringen) nemen zij soms het karakter van arcose-kwartsieten aan.

K. Walther was van meening, dat de bovenste afdeeling van het Midden-devoon van de L.-A. tot het Boven-devoon behoorde. Deze meening heeft zich bevestigd door nieuwere onderzoekingen van O. H. Schindewolf.

Tijdens de afzetting van deze lagen traden sterke niveauschommelingen op. Er komen vele litorale afzettingen in voor. In 't N. O. van Thüringen ontbreken lagen van dezen ouderdom, in andere gebieden wisselt de dikte sterk. In conglomeraat afzettingen vindt men componenten van onder Midden-devonische ge-

steenten. Dit wijst op tijdelijke verlanding en denudatie van sommige gebieden. Ook vindt men veel granietische producten, die uit praesilurische gesteenten afkomstig zijn.

De Midden-devonische diabasen zijn, afgezien van de genoemde basaaldekken en tuffen, die heel aan 't begin van het Midden-devoon of aan het einde van het Onder-devoon optreden, intrusief. Dit blijkt uit de structuur en uit de contacten, die meestal in het liggende en in het hangende kunnen worden waargenomen. De in het bovenste Midden-devoon (volgens de Geol. Spezialkarte) voorkomende aphanieten, die duidelijk eruptief zijn, behooren met een groot deel der tufleien, tuffen, brecciën, grauwacken en conglomeraten in het Boven-devoon ¹⁾.

Het Boven-devoon is 400—500 m. dik.

Het is uitgesproken transgressief. De transgressie is het duidelijkst in 't Oosten. Het Boven-devoon begint in West-Vogtland en Oost-Thuringen met eruptieve facies (diabaas, tufschiefer, tuffen, grauwacken, e.d.) en transgredeert over het vroegere Devoon en het Siluur (gedeeltelijk zelfs over de Phycodenschichten). Naar het Westen is de grens over het algemeen onzeker en vooral palaeontologisch niet scherp. In de omgevingen van Schleiz en Saalfeld kenmerken grofklastische afzettingen en eruptiva (op de Spezialkarte M.-devoon) de basis van het transgredeerende Boven-devoon; men heeft dit palaeontologisch voor verschillende plaatsen kunnen bewijzen (K. Walther, O. H. Schindewolf).

Het Boven-devoon bestaat voornamelijk uit kalksteen, leien, zandsteen, kwartsieten en conglomeraten. In het onderste Boven-devoon treedt, vooral in het Oosten en Zuid-Oosten van Thüringen de eruptieve facies op den voorgrond, gekarakteriseerd door machtige dekken van aphanieten en amandelsteendiabasen, tuffen, brecciën, diabaas-conglomeraten, e.d. In het Schwarzatalstättel treden vooral leien en kalken op; in het bovenste gedeelte van het Boven-devoon vooral treden de kalken op den voorgrond. In het Frankenwalder Quersättel vindt men vooral de eruptieve faciës en leisteen. In Oost-Thüringen (Zeulenrodaer Sättel en Hirsch-

¹⁾ O. H. Schindewolf. N. Jahrb. für Min., Beilage-Bd 49, 1923.

berg Gefeller Nebensattel) komen meest eruptieve afzettingen voor en in het Beiersche Frankenwald kalksteen.

Indeeling van het Devoon:

	E. Kayser.	Frech.
Boven-Devoon	Cypridinen-Schiefer Clymenienkalk	Clymenienkalk Leien van de Elsterberger tunnel
	Intumescens-kalk	Tuffen, koraalbrecciën en kalken met <i>Gephyroceras</i> , <i>Spirifer</i> <i>Verneuili</i> , enz. van Schleiz, Hof en Plauen
	Planschwitzertuffen	Tuf van Pl. en Kürbitz in Vogtland ?
Midden-Devoon	Tentaculieten- en Nereiten-Schichten	Boven-Tentaculieten-Schiefer Nereiten-Schiefer
		Tentacul. Knollenkalk en onderste Tentac.-Sch.
Onder-Devoon	(discordantie)	(discordantie)
Boven-Siluur		

Carboon. Alleen het Onder-carboon (Culm) komt in Thüringen voor. Een uitgebreid Culmgebied vindt men in het Frankenwald (Ziegenrücker Mulde) en een smallere strook komt voor tusschen Plauen en Greiz.

De opgaven over de dikte van het Onder-carboon wisselen tusschen 1000—2000 m. Het Thüringsche Onder-carboon vertoont Culm-facies ¹⁾, het bestaat uit klastische gesteenten. Kalken

¹⁾ Culm wordt tegenwoordig meestal gebruikt in de beteekenis van Onder-carboon. Soms heeft het echter een meer beperkte beteekenis, en wordt het alleen gebruikt, wanneer het Onder-carboon uit klastische sedimenten is opgebouwd.

komen heel weinig voor. De Culm is voornamelijk uit donkere kleileien, kwartsieten, zandsteen, grauwacken, kalk-grauwacken, brecciën en conglomeraten opgebouwd.

Het Thüringsche Onder-carboon wordt verdeeld in twee geleidelijk in elkaar overgaande afdeelingen.

De Onder-culm bestaat uit overwegend fijnklastische gesteenten, conglomeraten zijn zeldzaam. In het Thüringsche Frankenwald vindt men aan de basis van de Onder-culm meestal kool- en pyriethoudende leien, welke laatste door verweering in Alaun-schiefer kunnen overgaan. Gedeeltelijk bevatten ze veel phosphriet-concreties, waarin dikwijls talrijke radiolariën voorkomen.

Boven deze „Ruszschiefer” vindt men de „Dachschiefer” of „blaue Schiefer”, blauwzwarte, gemakkelijk splijtende leien, die bij Lehesten in geweldige groeven worden gewonnen. In enkele lagen treden kiezelconcreties op („Kieskälber”), die sideriet en pyriet-kristallen bevatten. De talrijke spleten, die in het gesteente voorkomen zijn gevuld met kwarts, sideriet en Braunspat. Boven de Dachschiefer liggen de Bordenschiefer, waarvan de lagen sterk in kleur en hardheid verschillen.

Daarop volgt een zone, bestaande uit tamelijk dun gelaagde, donker gekleurde kwartsieten, die aan de lucht hun kleur verliezen. Hierin worden soms resten van slecht bewaard gebleven Calamiten gevonden.

Boven deze kwartsietzone vindt men afwisselend Dachschiefer en Bordenschiefer. In deze lagen komt het problematicum *Dictyodora Liebeana* veelvuldig voor (mogelijk boorgaten van wormen). De korrelgrootte van het materiaal, waaruit deze lagen bestaan, wisselt sterk in grootte.

In de omgeving van Hof komen tusschen de leien kalkafzettingen voor. Op grond van de productidenfauna, die in deze Kohlenkalk werd gevonden, rekende men deze afzettingen tot het Viséen (Boven-onder-carboon). Volgens nieuwe onderzoekingen van Schindewolf zou de Kohlenkalk iets ouder zijn. De Ruszschieferzone behoort volgens Schindewolf tot de pericyclusstufte (Midden-onder-carboon) ¹⁾. In ieder geval schijnt tusschen Devoon en Culm een stratigrafisch hiaat te bestaan.

¹⁾ O. H. Schindewolf: Über eine Unterkarbonfauna aus Ost-Thüringen Senckenbergiana, Bd 4, 1922, Heft 1/2.

In Ober-Franken komen granietische conglomeraten en grau-wacken voor. Bij Reitzenstein vindt men zelfs opstapelingen van geweldige granietblokken. Waarschijnlijk komt een gedeelte van het massief zelf aan de oppervlakte. Volgens onderzoekingen van Scheumann is de graniet ongetwijfeld prae-silurisch. De conglomeraten en grau-wacken zijn boven-devonisch of onder-carbonisch; waarschijnlijk het laatste.

Tijdens het Boven-culm worden de afzettingen grofklastischer. Leien komen veel minder voor. Dikke complexen conglomeraten en grau-wacken worden afgezet. In leiachtige grau-wacken treedt dikwijls *Archaeocalamites scrobiculatus* op.

Granietisch materiaal speelt in de conglomeraten en grau-wacken van het Onder-culm en in die van het Boven-culm een groote rol.

Het conglomeraat van Teuschnitz bevat rolsteenen van praesilurische leien, granieten, porfierische gesteenten en van amfiboliet. De petrografische samenstelling wijst op een denudatiegebied overeenkomstig het Schwarzatalsattel.

In het Culm van de bladen Schleiz en Lobenstein van de geol. kaart komen rolsteenen van muscovietgneis voor, die door E. Zimmermann met de gesteenten van de Münchberger gneis-massa in verband worden gebracht. ¹⁾ Is dit juist, dan steunt dit de opvatting van Scheumann, die in die gneisen dieptegesteenten ziet, behorend tot de „Syntectonische phase van een algonkisch-cambrische magmatisch-orogeenetische cyclus“. Ook onder-carbonische gesteenten (b.v. Kohlenkalk) treden in culmische conglomeraten op.

Diabaasmateriaal is onder de componenten van deze conglomeraten zeldzaam. Dit maakt de vaststelling van de herkomst dezer componenten moeilijker, daar, afgezien van de zeer grofklastische gesteenten, die aan de grens van Devoon en Culm voorkomen een transport over langeren afstand moet worden aangenomen, terwijl de componenten soms typisch Oost-Thuringsch zijn.

Volgens F. Deubel wijzen de conglomeraten uit het jongere Onder-carboon op intra-culmische niveauveranderingen en denu-

¹⁾ E. Zimmermann, Erl. Bl. Lehesten, blz. 56; Bl. Lobenstein, blz. 55.

datie terwijl tusschen Devoon en Culm orogenetische bewegingen hebben plaats gehad. Dit zou ook blijken uit de transgredeerende ligging van het Culm, terwijl in Oost-Thuringen een discordantie wordt waargenomen, die naar het Westen minder duidelijk wordt. De zones, die meestal aan de basis van het Culm worden waargenomen, ontbreken soms. Het Culm transgredeert dus met verschillende stratigrafische niveau's over oudere gesteenten. Een bewijs voor de orogenetische bewegingen tusschen Devoon en Culm ziet F. Deubel ook in den bouw van het Frankenwalder Quersattel. De aanleg van het zadel, (afgezien van de storingen, die het begrenzen) zou uit dezen tijd stammen. Veelal wordt hiervoor post-culmischen ouderdom aangenomen, en meestal wordt het ontstaan zelfs na de varistische plooiing gesteld. F. Deubel wijst erop, dat terwijl in de praeculmische gesteenten van het Quersattel een N. W.—Z. O. strekkingsrichting duidelijk tot uiting komt, de Culm steeds Z. W.—N. O. strekkingsrichting vertoont. ¹⁾ Deze N. W.—Z. O. richting vindt men ook in het Devoon van de Gartenkuppen bij Saalfeld en elders. Ten N. O. van Nordhalben, waar storingen geen rol spelen neemt men hetzelfde waar. In deze plooiing ziet Deubel ook de verklaring van wat Zimmermann ²⁾ „Faltenvergitterung” noemt, een duiken en stijgen van de plooiingsassen, zóó, dat de culminatie- en depressiepunten van die assen, met elkaar verbonden opnieuw assen vormen, in dit geval met N. W.—Z. O. richting. Ook bestaat er verschil tusschen de graad van metamorfose van Devoon en Culm.

In het Z. O. van het Frankenwald komen veel keratofieren voor in de Culm, waarvan de ouderdom onzeker is. Uitgezonderd de onderste lagen vindt men in het Thuringische Culm vrijwel geen mariene fossielen. De aard der afzettingen en het optreden van plantenresten wijzen er op, dat steeds meer land boven de zeespiegel uitkomt.

¹⁾ Beitr. zur Geol. v. Thüringen, 1. Heft, blz. 42.

²⁾ E. Zimmermann, Erl. Bl. Hirschberg, blz. 157.

De varistische plooiing.

Na het Culm treedt de hoofdphase op van de varistische of hercynische plooiing. Volgens Stille valt deze tusschen Onder- en Boven-carboon (Sudetische phase). Gedurende het Boven-carboon is Thuringen denudatiegebied en de eerste sedimenten, die na de plooiing in Thuringen worden afgezet, behooren tot het Perm.

De Sattel- en Muldenbouw in het groot, die men in het Thüringer Wald, Frankenwald en Vogtland waarneemt, is in de inleiding reeds genoemd. ¹⁾ Tengevolge van de sterke tangentiele druk zijn de lagen dikwijls zeer intens geplooid en sterk gestoord en is de tectonische bouw dikwijls ingewikkeld. Eigenlijke plooien ziet men zelden. Meestal wordt slechts een meer- of minder steil hellen van de lagen waargenomen. Bij nader onderzoek blijkt, dat het gebergte bestaat uit een groot aantal schollen, die door talrijke verschuivingen worden begrensd. Deze verschuivingen zijn gedeeltelijk van veel lateren datum.

Door de intensiteit van de plooiing zijn de vleugels van de plooien meestal gebroken en over elkaar geschoven en zijn er talrijke overschuivingen en stelsels van isoclinale plooien ontstaan. De strekking der lagen is over het algemeen Z.W.—N.O.; ze hellen naar het N.W. of naar het Z.O.

Dikwijls is de oorspronkelijke laagrichting van de leisteelagen moeilijk terug te vinden, tengevolge van de drukgelaagdheid. Deze drukgelaagdheid (Transversalschieferung) treedt soms in meerdere elkaar snijdende richtingen in de leisteelagen op.

In de uitgestrekte leisteelagen- en phyllietgebieden zijn de verschuivingen lastig te vervolgen. Beter blijkt de sterke verbrokkeling van het gebied daar, waar silurische en devonische afzettingen aan de oppervlakte komen.

De ombuigingen van de plooien zijn meestal scherp. Harde, moeilijk plooibare lagen zijn in tegenstelling met de leisteelagen sterk gestoord. In de nabijheid van hardere lagen is de leisteelagen

¹⁾ Om in dit verband van een „Sattel-“ en „Mulden-“bouw te spreken, is niet geheel juist.

dikwijls verfrommeld of ze vertoont detailplooïing. Dit kan men meermalen in de buurt van een diabaaslaag waarnemen. Over den algemeenen bouw van het Armoricaansch-Varistische gebergte evenals over de intensiteit van de plooiing loopen de inzichten nog ver uiteen.

Verschillende geologen meenen in het varistische gebergte in analogie met de Alpen een dekbladenbouw te kunnen constateeren.

K o s s m a t, e.a. vergelijken het Thüringer Woud met de Penninische Alpen en spreken van sterke tangentieele „Durchbewegung”.

Anderen ontkennen de dekbladenbouw van het varistische gebergte of houden een zoo vergaande parallelisatie tusschen de Alpen en het Armoricaansch-Varistische gebergte, dat zoo ver is gedenudeerd, voor onmogelijk.

P h i l i p p i rekent het Thüringer Woud tot de binnenste randzone van het varistische ketengebergte.

Volgens v o n B u b n o f f is de carbonische plooiing in het gebied van het Thüringer Woud zwak geweest en werd deze geheel bepaald door vroegere consolidatiecentra, zooals het gebied der glimmerschisten en granieten van Ruhla en Brotterode en de Münchberger gneismassa. Dit zijn dan massieven, ontstaan tijdens een oudere orogenese (algonkisch-cambrisch).

K o s s m a t, e.a. daarentegen zien in de Münchberger gneismassa een allochtone, wortellooze dekschol.

In verband met deze verschillende inzichten staat de vraag omtrent den ouderdom van de schisten en granieten van Ruhla-Brotterode en van de gesteenten van de Münchberger gneismassa en ook die, omtrent de ouderdom van verschillende intrusies in die gebieden.

Jong-palaeozoïsche intrusiefgesteenten.

In verband met de carbonische plooiing staat het optreden tijdens het Boven-carboon en het Perm van een periode van sterke vulcanische activiteit. Een nauwkeurige vaststelling van den ouderdom van de granietintrusies is niet mogelijk.

Afgezien van de mogelijkheid, dat in het gebied van Ruhla en

Brotterode syntectonische granieten voorkomen, dus ontstaan tijdens de plooiing, zijn de Oost-Thuringsche granieten gedeeltelijk praesilurisch, gedeeltelijk post-culmisch. Men rekent de laatstgenoemde tot het Boven-carboon, omdat hun afbraakproducten in de oudste afzettingen van het Rotliedendes voorkomen. Soms vindt men alleen de contacthof en is de intrusie zelf niet door de erosie ontbloot.

Men vindt de graniet van Döhlen, de contacthoven van Schweinbach, Hirzbach en Leutenberg, de graniet van den Henneberg of Hain Berg, van het Sormitzdal en van Helmsgrün en de contacthof van Sparnberg-Pottiga. Deze granietintrusies staan blijkbaar gedeeltelijk met de storingen van het Frankenwalder Quersattel in verband. Andere liggen op de verbindingslijn van het Quersattel met de Gartenkuppen bij Saalfeld. Ze vertoonen over het algemeen een Z.O.—N.W. rangschikking. De contacthof in de Culm van de Henneberg-graniet bewijst, dat de graniet post-culmisch is.

De contacthof van Sparnberg-Pottiga zegt nog iets meer omtrent den ouderdom van de intrusie. E. Zimmermann¹⁾ heeft gevonden, dat de contactmineralen niet door de dynamo-metamorfose getroffen zijn, de leien zelf wel. De contactmetamorfose is jonger dan de dynamometamorfose. Bovendien stoort de contacthof zich weinig of niet aan de Rudolsteiner dwarsstoring, die dus ouder blijkt te zijn. Daar de meeste storingen evenwijdig aan de plooiing door de dwarstoringen verschoven worden is de graniet over het algemeen ook jonger dan deze storingen. De granietintrusies kwamen na het inzetten van de breuktectoniek.

In het N.W. Thuringer Woud vindt men carbonische granieten, onder andere bij Schmiedefeld en Zella--Suhl te midden van Rotliedendes-afzettingen en in het gebied van Ruhla-Brotterode.

De granietintrusies zenden talrijke gangen uit, meestal met porfierische structuur. De strekking is meestal Z.O.—N.W.

Tijdens het Rotliedendes heerscht ook nog sterke vulcanische activiteit. De uitvloeiingsgesteenten zullen bij het Perm beschreven

¹⁾ E. Zimmermann, Erl. Blatt Hirschberg.

worden. Men vindt echter ook de overeenkomstige intrusiefgesteenten, daar, waar het Rotliedendes door erosie verdwenen is; zoo in het gebied van het Schwarzatalsattel en in het gebied van Ruhla en Brotterode, meestal in den vorm van gangen, die dikwijls enkele K.M. lang zijn en meestal niet meer dan 1 of 2 M. breed. Tot deze permische gangen behoort ook de bekende groep der samengestelde gangen van het Trusental en Friedrichroda.

Gangen van granietporfier vormen vooral in de omgeving van den Henneberg de apophysen van deze carbonische graniet. Gangen van kwartsporfier vindt men in menigte in het gebied van het Schwarzatalsattel. In het Frankenwald komen permische gangen in groot aantal voor.

Naats de zure kwartsporfiergangen treden lamprophyren en basische gesteenten op. Zeer verbreid is kersantiet, zeldzamer zijn glimmer- en hoornblende-porfieriet. Met melaphyr in verband staan waarschijnlijk de mesodiabasen, een plagioklaas-augiet gesteente, dat dikwijls olivijn bevat en minder sterk dan diabaas verweerd is. Hier zij tevens de geweldige gang van een overeenkomstig gesteente vermeld, dat afwisselend mesodiabaas, melaphyr, palatiniëet, tholeiïet, „Grünstein”, of hyperstheenrots wordt genoemd. Deze gang is 10 K.M. lang en tot 2 K.M. breed en strekt zich in N.N.O. richting uit van Schnellbach tot dicht bij Finsterbergen en Friedrichroda. Deze melaphyr heeft Oberhöfer- en Goldlauterer lagen contactmetamorf veranderd. Er zijn adinolen en spilositien gevormd. De gang zendt apophysen uit in het nevengesteente en is soms grofkorrelig gekristalliseerd, dikwijls ook fijnkorrelig tot dicht, evenals echte melaphyr. Het gesteente is waarschijnlijk gevormd ten tijde van het onderste Boven-rotliedendes, (Manebacher lagen), dus aan het einde van de periode van permische vulcanische activiteit.

Over het algemeen is de strekking der gangen Z.O.—N.W., al komen ook N.O. gerichte gangen voor. De laagvlakken van de leisteenen worden zelden en dan over korte afstanden gevolgd.

De samengestelde gangen bevatten verschillende gesteenten. Uit het phyllietgebied worden gangen beschreven, die in het dal van de Schleuse voorkomen en aan de randen kersantiet bevatten

over een breedte van 1—7,5 M. en in 't midden glimmerporfieriet ter breedte van ruim 20 m. De kersantiet kan ook aan een kant ontbreken.

Het bekendste zijn de samengestelde gangen uit de omgeving van Liebenstein en uit het Trusental.

De gesteenten, die in deze gangen voorkomen zijn:

a) Granietporfier.
 b) Syenietporfier (H. B ü c k i n g), een donker tot roodbruin porfierisch gesteente; in een dichte grondmassa vindt men fenokristen van orthoklaas, kwarts (in wisselende hoeveelheden), biotiet, augiet en hoornblende.

c) gangmelaphyr (H. B ü c k i n g), ook augiet-kersantiet genoemd, een zwart, fijnkorrelig gesteente, soms porfierisch door fenokristen van plagioklaas en augiet. Ook hoornblende, biotiet, orthoklaas en een weinig kwarts en magnetiet komen voor. Het gesteente is iets basischer als de kersantieten uit het Schleusedal, die meer orthoklaas dan plagioklaas bevatten.

Deze gesteenten kunnen alleen, of met z'n tweeën of gezamenlijk voorkomen. Het zuurdere gesteente neemt dan steeds het midden van de gang in, terwijl het basische gesteente aan weerszijden daarvan voorkomt. Meestal zijn de gangen symmetrisch en zijn de gesteenten scherp gescheiden, terwijl het middelste gesteente insluitsels van het meer basische gesteente bevat.

Men heeft verschillende meeningen over het ontstaan van deze gangen.

E r d m a n n s d ö r f f e r, L e p s i u s en anderen denken aan verschillende opeenvolgende intrusies. Voor deze meening pleit het afzonderlijk optreden van de gesteenten, die in de samengestelde gangen gezamenlijk voorkwamen, de scherpe scheiding van de verschillende gesteenten in de gangen en het feit, dat de middelste gesteenten insluitsels bevatten, die dezelfde samenstelling hebben als de randgesteenten.

De symmetrie der gangen kan verklaard worden, door een snelle opeenvolging der intrusies aan te nemen, zoodat het midden van de gang nog niet afgekoeld was. Hierdoor zou ook de vaste vergroeiing der verschillende deelen van de gang verklaard worden.

Bij Bad Liebenstein aan het „Corällchen“ komt een gang voor bestaande uit melaphyr en granietporfier. De granietporfier doorbreekt plaatselijk de melaphyr en zendt apophysen uit in het nevengeesteente (gneis). Ook bevat de granietporfier een naar de grenzen toenemend aantal insluitsels van de melaphyr. Deze moet dus wel geheel uitgekristalliseerd zijn geweest voor de tweede intrusie kwam. Bücking en Pringsheim o.a. nemen voor een gedeelte der gangen een enkele intrusie aan en splitsing van het magma ter plaatse, na de intrusie. De basische gesteenten vormen dan een „Salband“; ook wordt de differentiatie wel aan drukveranderingen toegeschreven. Een derde verklaring is afkomstig van Linck, die intrusie van reeds gedifferentieerd magma aanneemt, waarbij men nog onderscheiden kan gelijktijdige, of opeenvolgende, continuë intrusie van de splitsingsproducten van het magma.

Het is natuurlijk mogelijk, dat niet alle samengestelde gangen op dezelfde manier zijn ontstaan. Voor enkele gangen is de eerste verklaring wel de meest waarschijnlijke. Vermelden we hier nog de veel omstreden porfier van Thal en Heiligenstein, die in gangen en platen voorkomt. Deze porfier vertoont een buitengewoon fraaie fluïdaalstructuur, evenwijdig aan de gangwanden. De kwartsfenokristen loopen in één richting dun uit en vertoonen unduleuse uitdooving, terwijl ook de overige fenokristen kataklaasstructuur vertoonen.

Een gedeelte der onderzoekers nam gewone fluïdaalstructuur aan, anderen schreven de eigenaardige textuur toe aan dynamometamorfose.

Waarschijnlijk is het magma toen het reeds begonnen was uit te kristalliseeren en taai-vloeibaar was onder sterke N.O.-gerichte druk gestold en door de druk min of meer uitgewalst.

Perm. Het Perm wordt verdeeld in Rotliendes en Zechstein. Terwijl de Zechstein in de randflexuren en storingen optreedt en op het Thüringer Wald niet meer voorkomt, behalve in een paar geïsoleerde schollen bij Steinheid en Scheibe bedekt het Rotliendes bijna het geheele N.W. Thüringer Wald en bepaalt het de tegenwoordige morfologie van dit deel van het gebergte. In het

STRATIGRAPHIE PERM-LIAS.

JURA	Lias	Onder-Lias	Donkere Klei
	Keuper	Boven-Keuper (Rhät)	Klei, Mergel Rhätzandsteen Gurkenkernschicht
		Midden-Keuper (Gipskeuper)	Semionotuszandsteen Schilfsandsteen Bonte Letten, Mergel en Gips
		Onder-Keuper (Lettenkohle)	Grensdolomiet Mergel Zandsteen Letten met kool
	Schelpkalk	Boven-Schelpkalk (dikbankig)	Nodosenkalk met Cycloidesbank Trochitenkalk
		Midden-Schelpkalk (dunplatig)	Dunplatige kalksteen Zellendolomit en Gips
		(Wellenkalk) (duidelijk gelaagd) Onder-Schelpkalk	Schaumkalk Wellenkalk Macrodonbank Terebratulabank Wellenkalk Öolithbank Wellenkalk Myophorienlagen
TRIAS			

	Bontzandsteen	Boven- Bontzandsteen (Röth)	Boven- Röth	Vulgaris-dolomiet Roode Mergel en Letten met Gips
			Midden- Röth	Mergel met Gips
			Onder- Röth	Mergels met: Rhizocoralliumdolomiet Muschelbreccie Saurierzandsteen Tenuisbank Mergel met Gips
		Midden- en Onder- Bontzandsteen		Chirotheriumzandsteen Tigersandstein Zandsteen (<i>soms met Tongallen</i>) Bröckelschiefer
PERM	Zechstein	Boven-Zechstein		Bovenste Roode Letten Plattendolomit Onderste Letten met Gips
		Midden-Zechstein { Riffacies } { Bryozoendolomiet }	Dolomiet, Gips, Anhydriet Blasenschiefer, Rauchwacke	
		Onder-Zechstein		Zechsteinkalk Kupferschiefer Zechsteinconglomeraat
	Rotliegendes	Boven-Rotliegendes		Tambacher lagen (<i>roode conglomeraten</i>)
		Midden-Rotliegendes ¹⁾		Oberhöfer lagen Goldlauterer lagen
		Onder-Rotliegendes ¹⁾		Manebacher lagen (<i>met steenkool</i>) Gehrener lagen

¹⁾ Tegenw. door de L.-A. samen gevat.

Z.O., b.v. tusschen Amt Gehren en Pössneck is het niet afgezet. De Zechstein bedekt hier direct culmische en prae-culmische gesteenten. Dit gebied was dus tijdens het Rotliedendes nog geen accumulatiegebied. De Zechsteinzee echter heeft het heele Thüringerwoud bedekt.

In het voorland komt nog Perm aan de oppervlakte langs sommige storingsen, die evenwijdig aan de randstoringsen van het Thüringer Wald verloop. Zoo in het kleine Thüringer Wald ten O. van Schleusingen en ten Z.W. van het eigenlijke Thüringer Wald, en langs de storingsen van den Kleinen Dolmar. Een geïsoleerde schol duikt bij Rudolstadt uit de Bontzandsteen op.

Rotliedendes (voor de indeeling zie men de tabel).

Tijdens verschillende perioden van het Rotliedendes heerscht een geweldige vulcanische activiteit. Eigenlijke vulkaankegels zijn niet bewaard gebleven, maar wel groote lavastroom, tuffen, brecciën en dergelijke afzettingen.

De Goldlauterlagen liggen concordant op de Manebachlagen, wanneer deze aanwezig zijn, maar discordant op Gehrenerlagen of andere afzettingen.

Een tweede discordantie neemt men waar tusschen Boven-rotliedendes (Tambachlagen) en oudere afzettingen. Beide discordanties zijn zwak. Zij duiden de laatste fasen aan van de hercynische (varistische) gebergtevorming.

De laatste sporen van vulcanische werkzaamheid worden in de onderste lagen van het Boven-rotliedendes (Tambachlagen) gevonden.

De **Ghrenerlagen** zijn waarschijnlijk wel in het geheele N.W. Thüringer Wald afgezet, maar zijn grootendeels door jonger Rotliedendes bedekt. Een uitgebreid gebied vormen ze ten Z.O. van de lijn Ilmenau-Suhl. Verder komen ze voor langs de Oostgrens van het Thüringer Woud tusschen Suhl en Steinbach-Hallenberg.

De Ghrenerlagen bestaan uit afbraakproducten van oudere gesteenten, vooral van carbonische graniet en uit eruptiefgesteenten. Men vindt brecciën, arcosen, zandsteenen en kleileien.

De eruptiefgesteenten bestaan in hoofdzaak uit porfierieten, zooals de glimmerporfieriet van het Boven-Ilmgebied, verder uit mela-

phyr (Höllkopf) en enstatietporfieriet (Schneidemüllerskopf). Ook kwartsporfieren komen voor (Kichelhahnporfier). Behalve de uitvloeiingsgesteenten komen overeenkomstige tuffen, brecciën, e.d. voor.

De onderste Gehrenerlagen bevatten eenige onbeduidende koollaagjes.

De **Manebacherlagen** komen slechts op enkele plaatsen aan de oppervlakte voor. Het belangrijkste is het gebied bij Manebach, waar te midden van Gehrenerlagen een, door verschuivingen begrensde schol voorkomt, die uit Manebacherlagen bestaat. Ook bij Gehlberg en in de omgeving van Schmücke worden de Manebacherlagen gevonden.

Eruptiefgesteenten komen niet in de Manebacherlagen voor. Ze bestaan uit conglomeraten, zandsteen en kleiën met dunne kool- en kalksteenlaagjes. De leien in de buurt van de koollagen zijn rijk aan *Pecopteris arborescens*. Ook *Annularia*, *Asterophyllites*, *Sphenophyllum*, *Odontopteris obtusa* en *Od. ormundaeformis* komen voor. Zeldzaam is *Walchia piniformis*.

De fauna wordt vertegenwoordigd door de zoetwaterschelp *Anthracosia*.

De **Goldlautererlagen** treden in het Z.O. van het Rotligendesgebied op, waar ze groote geïsoleerde schollen vormen, b.v. bij Masserberg en ten Noorden van Eisfeld, en in een smalle strook langs den Z.W. rand van het gebergte tusschen het Schleusedal en Suhl.

Over grootere uitgestrektheid komen ze voor in de Oberhöfer Mulde, tusschen Ilmenau en het graniet- en glimmerschistgebied van Ruhla en Brotterode.

In het Z.O. zijn ze vrij van eruptiefgesteenten, in tegenstelling met de Goldlautererlagen van de Oberhöfer Mulde.

Hier vindt men de porfier van den Groszen Hermannsberg, de melaphyr van Sembach en Hohe Heide, de porfieriet van den Drehberg, met bijbehorende tuffen, brecciën, enz.

Verder bestaan de Goldlautererlagen uit polygene conglomeraten en zandsteen en lokaal uit schalies, waarin soms koollaagjes, die *Callipteris conferta* bevatten.

Ook zwarte kleileien met een rijke vischfauna komen voor tusschen de andere afzettingen. Men vindt o.a. *Amblypterus*, *Palaeoniscus* en *Acanthodes*.¹⁾

In de zandige lagen worden voetsporen gevonden (amphibiën?).

De **Oberhöferlagen** zijn grootendeels aan de Oberhöfer Mulde gebonden en vormen hier groote, samenhangende dekken. Meestal liggen ze concordant op Goldlautereralagen. Tijdens hun afzetting heerschte weer heftige vulcanische activiteit.

Tusschen dikke kwartsporfierdekken zijn tuffen, zandsteenen en leien geschakeld.

In de Oberhöferlagen worden de eerste amphibiën gevonden. Zoo treedt in de leien bij Friedrichroda en bij Oberhof *Branchiosaurus amblystomus* Herm. - Credn. (Protriton) op. Ook komt de kreeft *Gampsonyx fimbriatus* Jordan voor, een overgangsvorm tusschen isopoden en amphipoden.

De **Tambacherlagen** liggen altijd discordant op oudere afzettingen. Op de afzetting van de Oberhöferlagen moeten hernieuwde orogenetische bewegingen²⁾ hebben plaats gevonden, gevolgd door sterke denudatie.

Grootere uitgestrektheden worden door de Tambacherlagen ingenomen bij Ilmenau-Elgersburg, bij Tambach en bij Eisenach. De lagen bestaan grootendeels uit conglomeraten. Bij Ilmenau en Tambach zijn het in hoofdzaak porfierconglomeraten, bij Eisenach polygene conglomeraten met veel rolsteenen uit het kristallijne gebied van Ruhla-Brotterode, die de Tambacherlagen vormen.

Eruptiva komen alleen in de oudste Tambacherlagen voor. Zoo vindt men bij Ilmenau melaphyr en kleine porfierlagen.

Zechstein. Het Rotliedendes bestaat uit terrestrische afzettingen, ontstaan op een dalend vasteland. Dan, met het begin van de Zechstein krijgt de zee toegang en bedekt geheel Thüringen.

¹⁾ Lebacher fauna en flora.

²⁾ Orogenetisch volgens de definitie van Stille.

De Zechstein begint meestal met een transgressieconglomeraat, dat hoofdzakelijk uit weinig afgeronde brokstukken van de onderliggende lagen bestaat.

De Zechstein vinden we als een zoom om het Thüringerwald, evenals om de Harz. De breedte van deze zoom is afhankelijk van de helling der lagen. Zoo kan men op de geologische kaarten het verschil zien tusschen de flexuren langs den N.O.-kant van het Thüringerwoud, waar de lagen steil staan en de Zechsteinzoom smal is en het langzame wegduiken der lagen, b.v. ten O. van Saalfeld onder de Trias van het Thüringer Bekken.

Langs den Z.W.-rand van het gebergte ontbreekt de Zechstein dikwijls. Door groote verschuivingen is het Rotliegendes of het oudere palaeozoïcum van het gebergte op dezelfde hoogte gekomen als de Trias van het voorland.

Resten van de Zechstein komen ook op het gebergte zelf voor, zoo bij Steinheid en Scheibe; geïsoleerde blokken van verkieselde Zechstein worden bij Oberhof gevonden.

De Zechstein begint met het reeds genoemde conglomeraat, het Weissligendes. In de omgeving van Mansfeld ten Z.O. van de Harz vindt men in plaats van het conglomeraat een $\frac{1}{2}$ —2 m. dikke zandige tot fijn-conglomeratische afzetting, het Weissligendes in engeren zin. De naam wordt echter ook wel gebruikt, om de lagen onder de Zechstein aan te duiden, die steeds over een dikte van 1—5 m. gebleekt zijn. Dit kunnen zoowel Rotliegendes-, Culm-, als oudere afzettingen zijn.

Er zijn geologen (Prof. Walther, Dr. Ludwig, e.a.), die het mariene karakter van de onderste Zechstein ontkennen en het conglomeraat tot het Rotliegendes rekenen. Beischlag, E. Kayser, e.a. bestrijden deze meening. Nu volgt de verbreiding van het Zechstein-conglomeraat niet die van 't Rotliegendes, maar meer die van de jongere Zechstein. Bovendien worden op verschillende plaatsen, o.a. bij Epichnellen mariene fossielen gevonden. *Productus cancrini*, *Strophalosia Leplayi* en *Rhynchonella Geinitziana*, vormen, die verder in Duitschland onbekend zijn, maar veel

in het Russische Perm voorkomen, en de Duitse vormen *Bakewellia ceratophaga*, *Pseudomonotis*, *Speluncaria*, e.a.

Nu schijnt echter onder de Kupferschiefer van Mansfeld, waar het Weissliedendes zandig ontwikkeld is, kris-krasgelaagdheid voor te komen en ook de vorm van het laagvlak waarop de Kupferschiefer is afgezet op duinvorming te wijzen. Het is dus niet onmogelijk, dat de onderste Zechstein niet overal marien is, maar dat in sommige streken duinen zich vormden op land, dat nog boven de zee uitstak.

Op het Zechstein-conglomeraat volgt de **Kupferschiefer**. Deze belangrijke laag is gewoonlijk weinig meer dan 0,5 m. dik en in het mijndistrict van Mansfeld gemiddeld slechts ongeveer 25 cm. Het is een zwarte, bitumineuse, mergelachtige schalie, die erts voert en rijk is aan vischresten en landplanten. De echte Kupferschiefer komt voor in het gebied tusschen de Harz en het Thüringer Wald en in Neder-Hessen (Reichelsdorfer gebergte). In andere gedeelten van Duitschland is de laag anders ontwikkeld of ze ontbreekt.

Hoewel vroeger met succes o.a. bij Kamsdorf iets ten Oosten van Saalfeld afgebouwd, is de Kupferschiefer uit de omgeving van het Thüringer Wald te arm, om economische afbouw mogelijk te maken. Bij Mansfeld echter leverde de mijnbouw in 1928 nog 20.179 koper op een totale productie voor Duitschland van 24.000 ton.

De eerste onderzoekers verklaarden dit, in een zoo dunne en uitgestrekte laag voorkomende en aan een zoo bepaald stratigrafisch niveau gebonden erts voor syngenetisch. De strijd over de ontstaanswijze begon pas, nadat Beyschlag in 1889 voor de erts van Kamsdorf, Posepny in 1893 voor die van Mansfeld een epigenetische ontstaanswijze aannamen. Nadat het omstreeks 1920 scheen, dat de syngenetische theorieën hadden afgedaan, kwam een sterke reactie ten gunste van de syngeneese en naar 't schijnt, zijn zij, die voor het bekken van Mansfeld, nog vasthouden aan de epigenese, thans sterk in de minderheid. Deze reactie is vooral ontstaan, doordat de onregelmatigheden van de

afzetting werden verklaard te zijn ontstaan door secundaire verplaatsingen.

Hiermede was een argument tegen de syngenetische- en voor de epigenetische theorie weggenomen. Een bewijs tegen de epigenetische ontstaanswijze is daardoor echter niet geleverd. Overtuigende bewijzen voor de syngenetische theorie zijn nog evenmin gevonden, als het absolute bewijs voor de epigenetische ontstaanswijze. Wel kan men zeggen, dat de epigenetische theorie het eenvoudigste is, en dat de verklaring van de ontstaanswijze van de afzettingen langs syngenetischen weg groote moeilijkheden geeft, getuige de vele verschillende meeningen hieromtrent van de aanhangers van de syngeneese.

Men onderscheidt bij Eisleben in de Kupferschiefer van onder naar boven „feine Lette”, „grobe Lette”, Kammschale en Schieferkopf of Lochberge. De ertsvoering neemt naar boven snel af.

Daarboven ligt ongeveer 0,5 m. kleiachtige kalksteen en dan volgt de eigenlijke Zechstein, een bitumineuse, mariene kalksteen.

Het erts komt voor:

a. als „Speise”, fijne, macroscopisch nauwelijks zichtbare korreltjes, die de hoofdzaak van het erts vormen. Men vindt de „Speise” meestal in de „feine Lette”, soms in de „grobe Lette”. Zij zijn in de „Lette” onregelmatig verspreid of naar het schijnt plaatselijk geconcentreerd in depressies van het laagvlak, waarop de Kupferschiefer is afgezet.

b. als kleine korrels of concreties. Deze schijnen secundair te zijn. In dezen vorm komt ook het „Sanderz” (nesten van erts in de onderliggende zandsteen) en de „Hieken” (korrels erts in de bovengenoemde kalksteen, die de overgang vormt naar de Zechsteinkalk) voor. Het „Sanderz” en de „Hieken” zijn nergens afbouwbaar.

c. in dunne aderen, in den vorm van vlakke, geïsoleerde lenzen, die meestal de laagvlakken volgen. Dit is de typische vorm voor de „Kammschale”.

d. De veel voorkomende vischresten zijn dikwijls vervangen door de mineralen chalcosien, borniet, chalcopyriet en pyriet.

Behalve bovengenoemde mineralen bevat de Kupferschiefer

nog iets galeniet en sfaleriet en gedegen zilver. Accessorisch komen Au, Pa, Mo, Va, U en vele andere metalen voor.

In de laag komen talrijke kleine verschuivingen voor, Rücken genoemd. Deze hebben dikwijls invloed op de ertsverdeeling. In de nabijheid van de Rücken is het erts rijker, verder weg armer. In contact met de Kupferschiefer kunnen de Rücken iets erts bevatten. Er komen ook belangrijker verschuivingen voor, die tot op groote diepte zijn te vervolgen. Het is niet gelukt hierin erts te vinden. Wel komen, echter naar het schijnt onafhankelijk van het erts van de Kupferschiefer, gangen voor, die erts voeren, voornamelijk Ni- en Co-erts en ook wel eens iets koper. Deze gangen zijn zeker epigenetisch.

De invloed, die de verschuivingen hebben op de verdeeling van het erts is nog niet zeker vastgelegd. Sommige geologen constateeren, dat daar, waar geen verschuivingen zijn, ook weinig of geen erts is. Volgens anderen is de invloed der verschuivingen slechts secundair; waar het erts arm is, zouden de verschuivingen geen invloed op de verdeeling hebben gehad, dus de bovengenoemde aanrijkingen in de buurt van de verschuivingen achterwege zijn gebleven.

De schalie was oorspronkelijk een fijne, bitumineuse, kalkhoudende modder. Ze is na afzetting sterk gereduceerd, waarschijnlijk tot ongeveer een vierde van de oorspronkelijke dikte. Men kan dit waarnemen aan oorspronkelijk verticale, met zand gevulde spleetjes, die sterk ineengeplooid zijn.

Gips schijnt de oorspronkelijke afzetting gedeeltelijk te vervangen langs kleine scheurtjes of langs de laagvlakken. Men vindt nog weinig gegevens over onderzoek van polijstvlakjes; borniet en chalcosien zijn echter waarschijnlijk secundair.

De vischresten zijn vooral afkomstig van *Palaeoniscus Freieslebeni* Agass., *Platysomus gibbosus* Agass. en *Pygopterus*.

Onder de plantenresten vindt men *Voltzia*, *Ullmannia Bronni*, (vooral uiteinden van twijgen en bladeren), *Archaeopodocarpus*, *Taeniopteris*, e.a.

Verder zijn resten gevonden van *Proterosaurus Speneri* en *Palaeochameleo*. Zeldzaam zijn *Asteria* en *Strophalosia* cf *Gold-*

fussi. Bij Gera komen foraminiferen voor, *Nodosaria*, *Dentalina*, e.a.

De Kupferschiefer is dus onder water afgezet, maar ook zeker dicht bij land. Bij Gera is de afzetting in ieder geval marien.

De syngenetische theorie in zijn eenvoudigsten vorm veronderstelde, dat het erts chemisch was neergeslagen uit een zee, die buitengewoon rijk was aan metaaloplossingen. Deze oplossingen zouden ontstaan zijn door uitlooging van het omringende land. De visschen zouden door kopervergiftiging om het leven zijn gekomen. *Freiesleben* verklaart zelfs hierdoor de verwrongen vormen van sommige der fossiele visschen. Later zijn gewijzigde theorieën ontstaan. *Scheiderhöhn* nam praecipitatie door bacteriën aan; *Samojloff* meent, dat het bloed van de visschen haemocyanine bevatte, dat de haemoglobine gedeeltelijk zou hebben vervangen! Ook aan sedimentatie is gedacht. Denkt men aan een syngenetische ontstaanswijze, dan is echter chemische praecipitatie het eenvoudigste en het meest in overeenstemming met de wijze van voorkomen van het erts, en ook is de combinatie van metalen dan het eenvoudigste te verklaren.

De oplossingen zijn volgens de meeste aanhangers van de syngene afkomstig van het Westelijke deel van de Harz of van het Ertsgebergte. Men is het er overigens niet over eens, welke mineralen primair zijn. Groot verschil van meening heerscht ook over het milieu waarin de Kupferschiefer is afgezet. Men denkt aan een ondiepe, grootendeels afgesloten zee, aan zoetwater (*Posepny*), aan een playa of ingesloten woestijnzee (*Walther*), aan lagunaire- of estuarische afzettingen ¹⁾.

Volgens *Gregory* ²⁾ is het rijke erts van Mansfeld in een lagune afgezet. *Gregory* neemt oplossingen van sulfaten aan, en praecipitatie als carbonaten tijdens een periode van afsluiting en concentratie. Men kan echter de sulfiden ook direct neergeslagen denken door organisch materiaal.

Volgens de epigenetische theorie is het erts afkomstig van de permische eruptiva melaphyr en kwartsporfier, die in alle deelen

¹⁾ Volgens *Weigelt* (1928) maakt de vischfauna een lagunairen indruk.

²⁾ Bull. of the Inst. of M. and Met., No. 315, Dec. 1930, waarin tevens literatuuropgaven.

van de wereld in verband met koperertsen optreden. Het erts is uit de oplossingen neergeslagen door reductie van de zoutoplossingen door het organisch materiaal van de Kupferschiefer. Volgens de vroegere verklaringen hebben de oplossingen hun weg gevonden langs de genoemde verschuivingen en zouden zich daarna in de Schiefer hebben verspreid.

De hoofdargumenten tegen de epigenetische theorie zijn:

1) dat de verschuivingen alleen invloed hebben op de secundaire aanrijkingen van het erts (althans volgens veel onderzoekers).

2) dat de verschuivingen veel jonger zijn dan de genoemde eruptiva, zoodat deze geheel inactief moeten zijn geweest toen de „Rücken“ werden gevormd. De ouderdom van de verschuivingen is laat-jurassisch (Kimeridgien), cretaceïsch of tertiair.

3) de gebondenheid van het erts aan één bepaalde horizont, terwijl andere lagen aanwezig zijn, die veel meer permeabel zijn dan de Kupferschiefer en eveneens bitumineus.

4) de moeielijkheid om de combinatie van de vele metalen te verklaren, die in de Kupferschiefer voorkomen.

Afgezien echter van het feit, dat de ouderdom van de verschuivingen niet vaststaat en dat deze dus gedeeltelijk ouder kunnen zijn (volgens *Beyschlag* gedeeltelijk ouder dan de Zechsteinkalk) kan men een verklaring van de ertsvorming geven onafhankelijk van de verschuivingen en die bovendien op eenvoudige wijze zoodat de gebondenheid van het erts aan een bepaalde laag, als de combinatie der metalen verklaart. ¹⁾

Onder de Kupferschiefer komen namelijk zeer permeabele lagen voor. Hydrothermale oplossingen kunnen door scheuren zijn opgestegen en vooral wanneer ze onder druk stonden, zich verspreid hebben door de zandsteen of het conglomeraat. Door adsorptie kunnen de ertsen in de schalies zijn neergeslagen. Een andere voorstelling is, dat de Schiefer oorspronkelijk dunne laagjes en lenzen van kalksteen bevatte, die door de oplossingen gedeeltelijk zijn opgelost, gedeeltelijk door erts vervangen. De toplaag van de

¹⁾ Bull. of The Inst. of M. and Met. No. 136, Jan. 1931, blz. 15 en 17.

Schiefer kan den weg naar boven voor de oplossingen versperd hebben (blanketing).

Het schijnt, dat in sommige gedeelten van het Zechsteinconglomeraat kiezelzuur is afgezet. Dit zou op hydrothermale werking kunnen wijzen.

Ook in andere afzettingen, waarvan de epigenetische ontstaanswijze algemeen wordt aangenomen, komen combinaties van vele metalen voor.

Verder kan opgemerkt worden, dat er, zooals vermeld, koper voorkomt in gewone gangen, die de Kupferschiefer doorsnijden, zij het weinig en niet in direct verband met het erts van de Kupferschiefer.

De **Zechsteinkalk** is ongetwijfeld marien. Het is een dikplatige, dichte, grijze kalksteen, gemiddeld ongeveer 10 m. dik. Deze kalk bevat veel brachiopoden en lamellibranchiaten: *Productus horridus* Sow, *Spirifer alatus* Schloth. (= *undulatus* Sow.), *Terebratula elongata* Schloth., *Comarophoria Schlotheimi* v. Buch, *Streptorhynchus pelargonatus* Schloth., *Strophalosia Goldfussi* Münst, *Schizodus obscurus* Sow., *Gervilleia ceratophaga* Schl., *Avicula Speluncaria* Schl., *Myalina Hausmanni* Goldf., verder *Fenestella retiformis* Schl., e. a. Cephalopoden en koralen ontbreken, echi- nodermata zijn zeldzaam. Deze fauna is een relictfauna; men vindt veel individuën van weinig soorten. De Zechsteinkalk is dus niet in een open zee afgezet.

Bij Kamsdorf komen barietgangen voor, die koper en cobalt voeren; vanuit deze gangen is de kalk in sideriet veranderd over een afstand van enkele meters tot 20 meter. De sideriet is dikwijls tot limoniet verweerd.

In de afzettingen van de **Midden-zechstein** treden gips, ev. anhydriet en steenzout op, wat op het indrogen van de zee wijst. De afzettingen variëren voor verschillende streken.

Aan de basis treedt gips, ev. anhydriet op, ¹⁾ soms begeleid door

¹⁾ De zoutafzettingen beginnen meestal met anhydriet, dat door wateropname in gips overgaat.

een steenzoutlaag. Dikwijls echter vindt men slechts enkele meters „Asche” en „Rau(c)hwacke, die het residu vormen van uitgeleegde gipsvoerende dolomieten en zoutafzettingen. De „Asche” is weinig samenhangend, soms stofvormig of gemakkelijk fijn te wrijven; de Rauchwacke is vaster, dikwijls breccieus en bevat talrijke brokstukken van de bovenliggende lagen, vooral van de Stinkschiefer. Beide afzettingen hebben de samenstelling van dolomiet.

Het bovenste deel van de Midden-zechstein is de Stinkschiefer, eigenlijk een dungelaagde, donkergrijs-bruine, zeer bitumineuse kalk, die bij stukslaan bitumineus ruikt. In dezen typischen vorm komt ze echter alleen voor in de Oost-Harz en de Kyffhäuser. Meer naar het Westen vindt men de Hauptdolomiet, die licht gekleurd is, soms dikbankig of bijna ongelaagd en tot 50 m dik wordt. Zij bevat dikwijls *Gervilleia ceratophaga* Schl., *Myolina Hausmanni* Goldf., *Schizodus obscurus* Sow., *Terebratula sufflata*, en andere fossielen. Bij Salzungen in het dal van de Werra komt „Anhydrit-Knötchenschiefer” voor, aan de oppervlakte uitgeloozd tot een „dolomitische Blasenschiefer”.

Naast de beschreven ontwikkeling van de Onder- en Midden-zechstein vindt men vooral ten Oosten van Saalfeld in de Orlagau, maar ook in de omranding van het Thüringer Wald een bijzondere ontwikkeling: de riffaciës. De riffen konden ontstaan waar de zeebodem niet vlak was, maar waar klippen werden gevormd. Dit gebeurde op plaatsen waar de zee over ouder palaeozoïcum transgredeerde.

De riffen zijn echter niet door koralen opgebouwd, maar door bryozoën als *Acanthocladia*, *Fenestella*, *Phyllopora*, e.a. en ook door kalkalgen, z.g. evinospongiae: *Spongia Eisliana* Gein.

Verder vindt men onder meer: *Strophalosia Goldfussi* Münst., *Terebratula elongata* Schloth., *Spiriferina cristata*, *Avicula speluncaria* Schl. en *Prospodylus Liebeanus*.

De bryozoënriffen zijn zeer dikke, ongelaagde dolomietmassa's, die geïsoleerd liggen te midden van normaal ontwikkelde Zechstein.

De riffen groeiden sneller dan de normale Zechsteinlagen in dikte toenamen; zij steken boven die lagen uit (fig. 1).

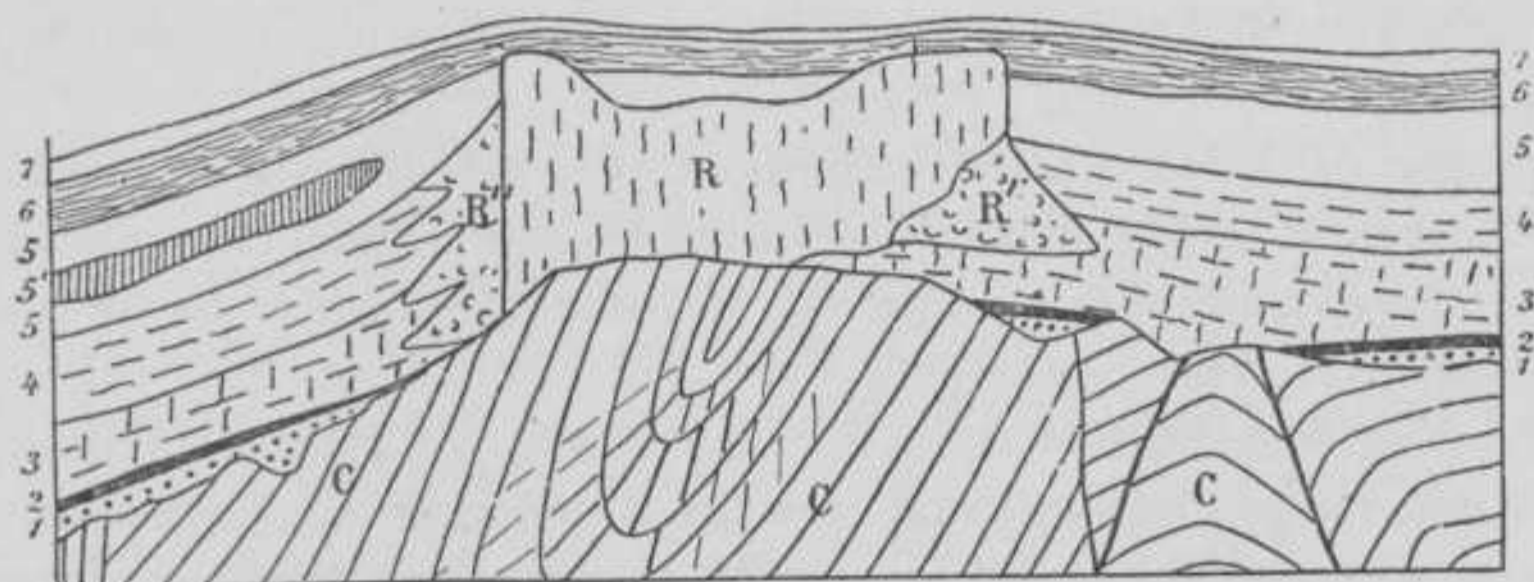


Fig. 1. Ideaalprofiel van een Bryozoënrif uit de Oost-Thuringsche Zechstein volgens Th. Liebe.

C Culmlagen. R Rif. R' en R'' „Vor” en „Anguszriff”. 1 Zechsteinconglomeraat. 2 Kupferschiefer. 3 Zechsteinkalk. 4 Rauhwacke. 5 en 7 Letten. 5' Gips. 6 Plattendolomiet.

Door hun weerstand tegen erosie vormen zij dikwijls heuvels, vooral in de Orlagau ten O. van Saalfeld, waar deze geïsoleerde, meestal met een burcht gekroonde toppen karakteristiek zijn voor het landschap. In het eigenlijke Thüringer Wald vindt men bryozoënriffen langs de N.O.-zijde bij Thal en langs de Z.O.-zijde bij Liebenstein. De Zechsteinzee transgredeerde hier direct over kristallijne leien en graniet. Het is niet zeker uit te maken of hier nooit Rotliegendes was afgezet, of dat het voor de Zechstein weer door erosie werd verwijderd.

Van de **Boven-zechstein** vindt men evenals van de Midden-zechstein aan de oppervlakte slechts het uitloogingsresidu. Dit bestaat uit de onderste „Letten” met gips, daarboven de Plattendolomiet en daarboven vindt men de bovenste roode „Letten”. In de Boven-zechstein vindt men afzettingen, die op de „Asche” van de Midden-zechstein gelijken.

Belangrijk is het kalizoutgebied van Salzungen, ten Z.W. van het N.W. uiteinde van het Thüringer Wald. De zoutafzettingen zijn

hier ontwikkeld volgens het z.g. Werra-type, dat van het Staszfurt-type afwijkt. Het Südharz-type is een tusschenvorm.

Bij het Werra-type ontbreken de jongere zoutlagen. In plaats van één zeer dikke kalilaag komen twee lagen van geringere dikte voor.

Onder de gewone Zechstein-afzettingen vinden we steenzoutafzettingen ter dikte van 200—300 m, waartusschen in het midden, 50—70 m van elkaar verwijderd, de beide kalilagen voorkomen. Het geheel is descendent.

De bovenste laag is 2 m dik en bestaat uit Hartsalz (dunne sylvienlagen, afwisselend met steenzout en kieseriet). De onderste laag is zeer onregelmatig en soms 10 m dik. Ook deze laag bevat „Hartsalz”, waarboven „Hauptsalz”-conglomeraat (kieseriet en steenzout in een matrix van carnalliet en steenzout). Normaal is, dat eerst anhydriet, dikwijls samen met dolomiet wordt afgezet, daarna steenzout en eindelijk de K- en Mg-zouten, ged. als carnalliet, ged. als „Hartsalz”. De normale ontwikkeling wordt echter dikwijls gestoord door hernieuwde transgressie of door opheffing, waardoor de serie onderbroken kan worden, maar ook kan geheele of gedeeltelijke oplossing optreden en eventueel hernieuwde praecipitatie, echter in andere volgorde en samenstelling (descendente zouten).

Secundaire vormingen, maar ook uitloogingen kunnen dadelijk zijn ontstaan door circuleerende onverzadigde oplossingen, secundaire vormingen ook nog door oplossingen, die met de aanwezige zouten nieuwe zouten vormen; zoo geven b.v. verzadigde $Mg Cl_2$ -oplossingen secundaire carnalliet.

Verder kunnen chemische veranderingen optreden, wanneer het zout op grotere diepte komt door temperatuur en druk, waarbij ook tectonische druk een rol schijnt te kunnen spelen. De ingewikkelde tectonische vormen, die het zout onder invloed van de laatste aanneemt, zijn bekend. Bij de aardoppervlakte wordt het zout opgelost en vormt zich boven de zoutspiegel een gips- en anhydriethoed als uitloogingsresidu. Dit verschijnsel vindt men ook in de omgeving van het Thüringer Wald. Door inwerking van oppervlakte-water

ontstaan ook de posthume zouten, kainitiet, „Hartsalz” en „Haupt-salz”-conglomeraat.

Door de uitloosing kunnen groote holruimten ontstaan, die dikwijls instorten. Men krijgt dan aan de oppervlakte trechtervormige verdiepingen, die veelal meertjes vormen, zooals men er in het Werragebied verschillende vindt. Ook grootere gebieden kunnen tengevolge van de uitloosingen zakken. Aan de grens van het Werra-gebied heeft zich in de uitloogingszone geen horizontale zoutspiegel gevormd, maar een „Salzhang”.

Op de basaltintrusies in het zout zal bij de beschrijving van het tertiair nog teruggekomen worden.

Trias. De Trias is in Thüringen de meest verbreide formatie. Vrijwel het geheele voorland is triadisch, zoo het Thüringer Bekken ten N.O. en het Werra-gebied ten Z.O. van het Thüringer Wald. De Trias volgt hier de typisch Germaansche ontwikkeling en wordt verdeeld in Bontzandsteen, Schelpkalk en Keuper.

Tot de Bontzandsteen en de Keuper behooren overwegend terrestrische en wel fluviaatiele, limnische en aeolische afzettingen. De Schelpkalk daarentegen is marien, evenals de Röth, die de Schelpkalk inleidt. De Schelpkalk is echter niet in een open zee afgezet, maar in een binnenzee. De fauna is een relictenfauna. Bontzandsteen en Keuper zijn zeer fossielarm.

De **Bontzandsteen** omzoomt, evenals de Zechstein, het Thüringer Wald. De breedte van de zoom is zeer ongelijk en veel breeder dan die, welke door de Zechstein wordt gevormd. Op verschillende plaatsen duikt ook verder de Bontzandsteen op uit de Schelpkalk.

Geïsoleerde schollen van Bontzandsteen vindt men op de oud-palaeozoïsche afzettingen van het Thüringer Wald bij Steinheid en Scheibe.

De Bontzandsteen bestaat, zooals de naam reeds aangeeft, in hoofdzaak uit zandsteenen. Ondergeschikt treden mergels, dolomiet, enz. op.

De dikte van de Bontzandsteen wisselt sterk en verandert ook

voor de verschillende onderafdeelingen snel van plaats tot plaats. Voor Thüringen bedraagt de dikte 440—700 m.

De Bontzandsteen wordt in drieën verdeeld, welke verdeling hoofdzakelijk op petrografische gronden berust. De grens tusschen de bovenste Zechsteinletten en de onderste kleiachtige Bontzandsteenlagen is dan ook dikwijls moeilijk te trekken. Volgens K o l e s c h bedraagt de dikte van de Onder-bontzandsteen in Thüringen 220—250 m.

De volgende beschrijving der lagen geldt alleen voor de omgeving van het Thüringerwald. De onderste lagen zijn de Bröckelschiefer, weinig samenhangende roode schalies, die veel op de bovenste Zechsteinletten gelijken. Ze bevatten enkele dolomiet- en veel anhydrietknollen.

Daarboven komen roode, groen- of geelachtige, ook lichtgekleurde fijnkorrelige zandsteen en kleiachtige zandsteen, soms afwisselend met Bröckelschiefer. De zandsteen bevatten fijne glimmerblaadjes. Het bindmiddel is vooral kaolien.

In de Onder-bontzandsteen vindt men overal ronde insluitels van donkerroode letten, de Tongallen ontstaan uit onderliggende bontzandsteenlagen, of waarschijnlijker uit plaatselijke kleiafzettingen.

De „Rogenstein“ komt als zoodanig in de naaste omgeving van het Thüringer Wald niet voor. In Oost-Thüringen worden ze volgens K o l e s c h vertegenwoordigd door overeenkomstige fijnöolithische, dolomietische zandsteen.

De grens tusschen Onder- en Midden-bontzandsteen is moeilijk vast te stellen. K o l e s c h trekt de grens daar, waar kalkvrije zandsteen op kalkhoudende zandsteen volgen. ¹⁾

Fossielen ontbreken bijna geheel. Men vindt soms slecht bewaard gebleven plantenresten en nog zeldzamer kruipsporen. Zeer verbreid zijn verschijnselen als z.g. golfsporen, scheuren, ontstaan door uitdroging, „fossiele regendruppels“, diagonale- en kris-krasgelaagdheid.

¹⁾ Beitr. zur Strat. des M.-Bunts. im Gebiete des Bl Kahla. Jahrb. des Preuss. Geol. Landesanst. Bd. 40, II, 1921.

De Midden-bontzandsteen is ongeveer 150—300 m dik en kan verdeeld worden in een onderste, tamelijk grofkorrelige en een bovenste fijnkorrelige zone, die veel minder dik is dan de eerste (Chirotherium-zandsteen).

Men kan de onderste Midden-bontzandsteen in Thüringen nog onderverdeelen in een rolsteenvoerende en rolsteenvrije zone.

Rolsteen worden vooral bij Saalfeld gevonden. Naar het Noorden en het Westen verdwijnen ze en worden de zandsteen ook fijnkorreliger.

De rolsteen bestaan vooral uit gangkwarts, verder uit kiezellei en kwartsiet; soms vindt men rolsteen van gneisen en schisten. De grootte wisselt sterk, terwijl de geringe afronding wijst op transport over niet zeer grooten afstand.

Overigens bestaat dit gedeelte van de Bontzandsteen meestal uit lichtgekleurde, wit- tot geelachtige zandsteen, soms rijk aan kleiachtig bindmiddel of aan kaolien (Sandberge bij Steinheid).

De rolsteenvrije zone bestaat uit dikbankige roode zandsteen. De korrels zijn gelijkmatig en van gemiddelde grootte.

Kleiachtige gesteenten vindt men weinig. Meer dan in de Onderbontzandsteen komen diagonale- en kris-kras gelaagdheid voor.

In Z.O.-Thüringen treedt een fossielvoerende horizont op met *Aucella Geinitzi*, *Gervilleia Murchisoni* Gein. en *Turbonilla? Weissenbachi* H. Br. Geinitz. Deze slecht bewaard gebleven fossielen zijn waarschijnlijk afkomstig van de arme relictfauna van een tijdelijke binnenzee.

De Chirotheriumzandsteen is meestal fijnkorrelig en heeft een gering kleigehalte. Enkele groenachtige letten komen tusschen de zandsteenlagen voor. Over het algemeen is deze zandsteen dikbankig en licht gekleurd. Karakteristiek zijn carneoolknollen (kiezelconcreties). In kleine holruimten is kwarts afgezet. De naam is afkomstig van voetsporen vermoedelijk van dinosauriërs afkomstig. De voet is meer dan tweemaal zoo groot als de hand; beide zijn 5-teenig.

De Boven-bontzandsteen of Röth wordt in drieën verdeeld. De Onder-röth bestaat uit gipsafzettingen, afwisselend

met zandig-mergelige, fossiellooze lagen. Daarop volgen groenen geelachtige mergels, die verschillende fossielrijke banken, hoofdzakelijk dolomiet-banken, bevatten. Van onder naar boven vindt men:

De Tenuisbank, met de ammoniet *Beneckia tenuis*, de Sauriërzandsteen met beenderen van *Nothosaurus*, de Muschelbreccie, opgebouwd uit verbrijzelde schelpen met gips als cement en de *Rhizocorallium*-dolomiet met *Rhizocorallium jenense*.

Alle banken bevatten *Myophoria costata*, het meest voorkomende fossiel.

De Midden-röth bestaat uit fossielarme, roode mergels met groenachtige kwartsietbanken en meerdere knollengipshorizonten.

Men kan twee zones onderscheiden ¹⁾.

De onderste zone bestaat uit roode mergels met knollengips en karakteristieke kwartsietlagen. Deze zone bevat *Gervilleia socialis* Schloth. en *Gerv. costata* en *Myophoria costata* Zenk. en *-vulgaris* Schl.

De bovenste zone bestaat uit roode mergels met veel zandsteenachtige schalies en enkele groene mergellagen, gipsmergels en gipshoudende letten.

De Boven-röth wordt weer in twee zones verdeeld. De onderste zone bestaat uit roode mergels met Fasergips, gipshoudende letten en zandsteen, de bovenste zone uit grauwgroene mergels en fossielrijke dolomiet, de z.g. *Vulgaris*-dolomiet, die *Myophoria vulgaris*, *Modiola hirudiniformis*, *Gervilleia mytiloides* en andere fossielen bevat.

Dikwijls vindt men op de laagvlakken van zandige Röth steenzoutpseudomorfofen. Vooral ten N. van de Harz komen zeer dikke zout-afzettingen voor, die ook kalizouten bevatten.

De Röthfauna sluit zich geheel aan, aan de Schelpkalkfauna en is daar een voorlooper van.

Algemeen nam men voor de Röth een mariene ontstaanswijze

¹⁾ Passarge, Das Röth im östl. Thüringen, Diss. Jena; 1891.

aan. De transgressie zou echter dikwijls onderbroken zijn en voor tijdelijke regressies hebben plaats gemaakt.

Een nieuwe meening is naar voren gebracht door Vollrath.¹⁾ Vollrath neemt continentale ontstaanswijze aan en volgens hem begint de transgressie pas met de Wellenkalk. De mariene fossielen en zoutafzettingen zouden afkomstig zijn van voorafgaande kleine tijdelijke transgressies of inbraken van de zee (Meeresvorstösze).

Volgens Vollrath begint de Wellenkalk ook niet overal gelijktijdig, maar zou b.v. in het Noorden van het Thüringer Wald Wellenkalk afgezet zijn, terwijl in het Zuiden van Duitschland nog Röth ontstond. Röth en Wellenkalk zouden dus gedeeltelijk twee verschillende faciës uit denzelfden tijd zijn. Op deze manier kan men verklaren, dat de Wellenkalk in verschillende Deutsche gebieden met verschillende zones begint, zonder een stratigrafisch hiaat aan te nemen.

Er zijn nog verschillende geologen die ook in Onder- en Mid-den-bontzandsteen en in de Keuper mariene afzettingen zien. Deze meening schijnt in het licht der feiten niet houdbaar. Behalve de genoemde verschijnselen komen door wind geslepen steenen vrij veel voor.

Barrell, Kayser, e.a. nemen een groot, laaggelegen gebied aan, doorstroomd door groote rivieren met een semi-aride klimaat. Afwisselend werden fluviatiele-, lacustrine- of aeolische sedimenten afgezet. Bij daling konden tijdelijke transgressies optreden, die mariene afzettingen gaven (Grensdolomiet en Corbula-banken van de Keuper bijvoorbeeld) tusschen een overigens limnische of aeolische serie. Er zijn overigens ook andere theorieën, die wel een in hoofdzaak continentale ontstaanswijze aannemen, maar in details van elkaar afwijken.

Schelpkalk. De Schelpkalk is ongeveer 150—200 m. dik en is in het voorland, maar ook in de storingszonen langs het Thüringer Wald zeer verbreid.

¹⁾ Naturw. Wochenschr. N. F. XXI, No. 19, 1922.

De Schelpkalk bestaat uit mariene afzettingen, ontstaan in een binnenzee, die slechts beperkte verbinding met de open zee had. Tijdens de Midden-schelpkalk droogde deze zee in. Bijna fossieltooze afzettingen van Midden-schelpkalk scheiden de Onder- en Boven-schelpkalk van elkaar.

De Onder-schelpkalk of Wellenkalk is de dikste van de drie afdeelingen, althans in Noord-Duitschland. Ze biedt ook de meeste weerstand tegen erosie en treedt daardoor meestal duidelijk in het terrein op den voorgrond. De Wellenkalk begint met de Myophorienlagen (ook wel Coelestienlagen genoemd, naar het voorkomen van coelestienlaagjes, o.a. in de omgeving van Jena). Zij bestaan uit grauwegele mergels en dunplattige kalksteen, die zeer rijk zijn aan *Myophoria vulgaris* Schl. Verder vindt men o.a. *Gervilleia socialis* Schl. en *Beneckia Buchi* v. Alb. Boven de Myophorienlagen komt, althans bij Jena een bank voor van gele dolomiet, de Wellendolomiet en daarop volgt de eigenlijke onderste Wellenkalk. Dit is een dunplattige, klei houdende kalk met oneffen, gegolfde, of gerimpelde laagvlakken. De Wellenkalk wordt verdeeld door verschillende meestal zeer fossielrijke banken.

De onderste Wellenkalk bevat bankjes vol *Dentalium torquatum*, *Natica (Turbo) gregaria*, enz. Verder vindt men in de onderste Wellenkalk verschijnselen, die op sterke beweging van het water wijzen. Conglomeratische- en breccieuze banken, plaatselijke kris-kras en diagonale gelaagdheid en erosie-discordanties. Reeds afgezette kalkbanken werden verwoest en de brokstukken gecementeerd. Even boven de helft van de onderste Wellenkalk treden de z.g. Oölithbanken α en β op, gescheiden door Wellenkalk. Door hun grootere vastheid zijn zij meestal duidelijk te onderscheiden. De onderste Oölithbank bevat talrijke steel- leden van *Holocrinus Wagneri*. De kelk is zeer zeldzaam. Verder vindt men vooral *Terebratula Ecki* en *Beneckia Buchi* v. Alb. (onderste Terebratula-horizont).

Dan volgt opnieuw een Wellenkalk horizont met talrijke conglomeraatbankjes en een rijke fauna; vooral *Spiriferina fragilis* Schl. komt veel voor. Behalve de genoemde fossielen vindt men

nog andere brachiopoden als *Terebratula vulgaris* Schl., *Gervilleia costata* en *socialis* Schl., *Myophoria vulgaris* Schl., *-laevigata*, lamellibranchiaten als *Pecten discites* Schl. en *-laevigatus* Schl., *Lima lineata*, *Nucula Goldfussi* v. Alb., *Monotis Albertii* Goldf., *Pseudomelania scalata* Schl. Van de Crinoidea komt o.a. *Dadocrinus* voor, terwijl van de ammonieten *Beneckia Buchi* zeer verbreid is.

De bovenste Wellenkalk begint met twee *Terebratula*-banken (ook wel „Werksteinbänke“ genoemd, daar ze goede bouwsteen leveren) gescheiden door Wellenkalk. Deze banken bevatten zeer veel *Terebratula vulgaris* Schl. Ongeveer 1 m. boven de bovenste *Terebratulabank* treedt de fossielrijke *Macrodonbank* op. De naam is afkomstig van *Macrodon Beyrichi* Schl. Daarop volgt Wellenkalk met „Schaumkalk“-banken (meestal uit uitgeloopte oölithen bestaande). Dit is een van de meest fossielrijke afdeelingen van de Schelpkalk. Men vindt o.a. *Encrinus Carnalli*, de zeldzame ammoniet *Ptychites dux* en veel brachiopoden, gastropoden en lamellibranchiaten, (vooral steenkernen) waaronder: *Myophoria vulgaris* Schl., *cardissoides* en *elegans* Dunk., *Gervilleia Goldfussi*, *Monotis Albertii* Goldf., *Pecten discites* en *laevigatus* Schl., *Ostrea complicata* en andere *Ostrea*-soorten, *Lima striata* Schl. en *lineata*, *Macrodon Beyrichi* Schl., *Nucula Goldfussi*, *Spiriferina fragilis* Schl. en *hirsuta*, *Terebratula vulgaris* Schl.

Tijdens de Midden-schelpkalk of Anhydrietgroep droogt de zee weer in en er zetten zich dolomieten of dolomietische kalken af, samen met anhydriet. De dikte bedraagt 30—100 m. Op verschillende plaatsen ontstaan zoutlagen; zoo in de omgeving van Erfurt (18 m), Gotha en in andere streken van Duitschland.

De Midden-schelpkalk bestaat uit grauwe en gele dolomieten, deels met hoornsteenknollen, deels als *Zellenkalk* ontwikkeld, uit geelgrauwe, dolomietische mergels en kalken en uit anhydriet-, gips- en zoutlagen. Fossielen zijn zeer zeldzaam. Bij Jena vond men vroeger een bank met Sauriërresten, vooral van *Nothosaurus*. Van Jena worden ook vischresten, planten en *Myophoria orbicularis* Br. vermeld, van Gotha *Mytilus eduliformis* Marb. Mus.

Men kan o.h.a. onderscheiden een onderste gipsvoerende en een bovenste uit dolomieten en rauchwacken bestaande zone.

De Zellenkalk is volgens Neumann, Beckenkamp, e.a. ontstaan door opvulling van talloze spleetjes en scheurtjes, waarschijnlijk in een gispafzetting met kalksteen, terwijl de gips dan later uitgeloozd zou zijn.

De Boven-schelpkalk is weder marien. Ze wordt verdeeld in Trochietenkalk en Nodosenkalk.

De Trochietenkalk (20—40 m dik) begint met mergelige, kleiachtige lagen, die veel glauconietkorrels, hoornsteenknollen en oölithen bevatten. Daarboven komt de typische trochietenkalk, bestaande uit banken van vaste, dichte of fijnkorrelige kalksteen met talloze trochieten (steellden van *Encrinus liliiformis* Lam). De kelken zijn zeldzaam.

De Nodosenkalk bestaat uit kalkbanken, afwisselend met grauwe, bladerige mergels, die meestal geen fossielen bevatten. Hun naam is ontleend aan de ammoniet *Ceratites nodosus* de Haan. Volgens G. Wagner geldt voor Thuringen de volgende indeeling van de Boven-schelpkalk ¹⁾.

Semipartituslagen.

4 m. Fränkische Grenzsichten,
met *Ceratites semipartitus*, *Myophoria*,
Ostracoden, enz.

3—4 m. Terebratula-schichten
met *Pecten*, *Ostrea*, *Gervilleia*,
Ceratites dorsoplanus, -*semipartitus*.

—0.5 m. Hauptterebratelbank,
Ceratites dorsoplanus, -*intermedius*.

Nodosenlagen (gem. 40 m.).

1—10 m. Gervilleia-kalk met de „Bank der kleinen Terebrateln“ Sphaerocodiën, en rijke fauna, *Cer. intermedius*, -*dorsoplanus* en -*nodosus* de Haan.

Bovenste Nodosus-Platten, rijk aan *Cer. nodosus* de Haan en *Myophoria*.

—0,4 m. Cycloides-Bank.

Onderste Nodosus-platten
met *Cer. compressus*, -*spinosus*.

Nodosus-
of
Ceratites-
lagen.

¹⁾ Z.schr. der Deutsch. Geol. Ges. Bd. 71, 1919,

Trochietenkalk 20—40 m.

Spiriferinenbank met *Spirifer fragilis*.

„Plattiger” Trochietenkalk met *Cer.compressus*

„Massiger” Trochietenkalk, rijk aan trochieten
en terebratula's.

Grensbanken met hoornsteen.

} Trochiten
kalk.

De meeste geologen baseeren hun indeeling op de ammonieten. R. Wagner en Grube daarentegen op de lamellibranchiaten. Grube onderscheidt Discites-schichten met *Pecten discites*, Albertii-schichten met *Monotis Albertii* en Ostracina schichten met *Placunopsis ostracina*.

Over het algemeen vertoont de fauna van de Boven-schelpkalk veel overeenkomst met die van de Wellenkalk. Echter treden in de groep der ammonieten nieuwe belangrijke soorten op. De fauna is een typische binnENZEefauna.

De lamellibranchiata overheerschen. Men vindt veel *Lima striata*, *Gervilleia socialis*, *Myophoria vulgaris*, *Pecten discites*. Van de brachiopoden vindt men vooral *Terebratula vulgaris* en *cycloïdes* en *Spiriferina*. Ook gastropoden komen voor. Van de echinodermata vindt men bijna alleen crinoïdaea: *Encrinus liliiformis* en *Holocrinus*. Belangrijk zijn de ammonieten, hoewel niet in veel soorten voorkomend van de groep *Ceratites Nodosus* de Haan.

De Keuper. Aan de Z.W.-zijde komt de Keuper niet in de onmiddellijke nabijheid van het Thüringer Wald voor. Een uitgestrekt keupergebied begint bij Koburg en Römhild en strekt zich uit tot aan de Main.

Ten N.O. van het Thüringer Wald bestaat het Thüringer Bekken grootendeels uit Keuper, onderbroken door Schelpkalk. Dit keupergebied komt tusschen Friedrichsanfang en Eisenach tot dicht bij het Thüringer Wald. De Keuper wordt weer in drieën verdeeld:

- 1) Onder-keuper of Lettenkohle.
- 2) Midden-keuper, Gipskeuper of Hauptkeuper.
- 3) Boven-keuper of Rhät.

Dikte en petrografische samenstelling wisselen sterk. Profielen hebben dan ook slechts plaatselijke beteekenis. Zoo verschilt de Keuper van het Thuringer Bekken van de Keuper, die ten Z.W. van het Thüringer Wald voorkomt.

Men vindt zoetwater-, brakwater- en mariene afzettingen. In de Midden-keuper komen gips en soms steenzout voor. Een groote, blijvende transgressie treedt eerst met de Lias op.

Fossielen zijn zeldzaam. De mariene Keuper-fauna kan als verarmde Schelpkalk-fauna getypeerd worden. Zuivere mariene vormen ontbreken bijna geheel. Daarentegen is de Rhätfauna, hoewel armer, meer zelfstandig. Wel vindt men een zeer rijke flora en dikwijls resten van landdieren (Stegocephalen, Sauriërs).

De O n d e r - k e u p e r .

Men onderscheidt in Thüringen van onder naar boven:

1. De onderste Lettenkohle-lagen, bestaande uit donkere, zelden lichte letten met onzuivere, dolomietische kalken (Ocker- en Zellenkalke) en dunne laagjes onzuivere, kleihoudende kool. De lagen bevatten slecht bewaard gebleven plantenresten en *Anoplophora lettica* Qu., *Myophoria transversa* Bornem. en skeletresten van *Mastodonsaurus*.

De onderste Lettenkohle-lagen zijn brakwater afzettingen.

2. Lettenkohle-zandsteen, grauwoegroene zandsteen met letten. In deze lagen vindt men veel plantenresten en vischtanden (van *Acrodus*, *Hybodus* en de grootere karakteristieke tanden van *Ceratodus*). Het zijn brak- tot zoetwaterafzettingen.

3. Lichtgekleurde, bonte mergels zonder fossielen.

4. Grensdolomiet, een horizont, die bijna overal in Duitschland voorkomt. In Thüringen is het een donkergele dolomiet met een mariene fauna, die veel op die van de Schelpkalk gelijkt. Ze is zeer rijk aan *Myophoria Goldfussi* en bevat ook resten van *Ceratodus* en van Labyrinthodonten (*Nothosaurus*).

De Midden-keuper schijnt over het algemeen fluviatiel te zijn met tusschengeschakelde mariene banken, die een arme relict-

PROFIELEN VAN MIDDEN-KEUPER 1):

Indeeling van de Midden-keuper bij Koburg. ONDERSTE GIPSKEUPER.	Indeeling van de M.-keuper bij de Wachsenburg en van Nrd.-Thuringen. ONDERSTE GIPSKEUPER.
1. Bonte, dungelaagde letten met gips: 70 M. waarin: Bleiglanzbank; dolomieten met <i>Myophoria raibliana</i> , enz. Corbulabank met <i>Pseudomonotis</i> <i>keuperiana</i> . Estherienschichten met <i>Estheria</i> <i>laxitexta</i> . 2. Schilfsandstein, fijnkorrelige, glim- merrijke zandsteen met veel planten- resten 14 M. 3. Levendig gekleurde roode en groene letten met gips (Berggips) 20 M. 4. „Lehrbergschicht”, drie dolomiet- bankjes met <i>Anaplophora keupe-</i> <i>riana</i> en <i>Turritella Theodori</i> 3 M.	1. Bonte mergels met gips \pm 180 M. waarin Bleiglanz-, Corbula- en Estherienbank (zie hiernaast). 2. Schilfsandstein 4—10 M. 3 en 4. Roode mergels met gips en Lehrbergschicht 35—40 M.
HELDBURGSTUFE.	HELDBURGSTUFE.
5. Bonte letten met zandsteen en Steinmergel 40—50 M. 6. Koburger Bausandstein met <i>Semio-</i> <i>notus</i> tot 18 M. 7. Bonte letten met witte zandsteen- banken 30—40 M.	5. Bonte mergels met <i>Anaplophora</i> <i>gypsea</i> 40 M. 6 en 7. Onder bonte mergels en Steinmergel, in 't midden <i>Semio-</i> <i>notuszandsteen</i> , boven grauwe mergels en bovenste <i>Semionotus-</i> <i>zandsteen</i> 50 M.
STEINMERGELKEUPER.	STEINMERGELKEUPER.
8. Dolomietische arcose \pm 40 M. 9. Onsamenhangende, grofkorrelige zandsteen, en andere afz. 20 - 25 M. 10. Bovenste roode letten 40—50 M.	8. Bonte mergels en dolomietische arcose. 9. Bonte mergels en roode, kwart- sietische Steinmergel. 10. Bovenste roode mergel en Stein- mergel.

1) Philippi, Vorlesungen.

fauna voeren. De afzettingen bestaan overwegend uit kleurige roode en groene letten. De onderste afdeeling van de Midden-keuper bevat gips. Dikwijls vindt men steenzout-pseudomorfofen. In Zuid-Duitschland komen zoutlagen voor. Ook bij Göttingen is steenzout uit de Midden-keuper aangeboord. De fauna vertoont oorspronkelijk mariene vormen, die zich waarschijnlijk gedeeltelijk aan een brakwatermilieu hebben aangepast, zooals *Pseudocorbula*, *Myophoria raibliana* en *Turritella Theodori*. Dikwijls vindt men resten van sauriërs en van ganoïdvisschen en ook plantenresten, o.a. verkiezeld coniferenhout.

De indeeling van de Midden-keuper vindt men in de tabel.

De Boven-keuper of Rhät is minder verbreid. Ze komt voor tusschen Gotha en Arnstadt en in de omgeving van Koburg. De Rhät is opgebouwd uit donkere kleien en licht gekleurde zandsteenen. Het zijn litorale afzettingen ontstaan dicht bij de kust van een transgreederende zee.

De onderste zone, de Gurkenkernschicht bevat in het Thüringer Bekken lamellibranchiaten, vooral Taeniodon-soorten (*Taeniodon Ewaldi* en *T. praecursor*).

De Rhät-zandsteen levert zeer goede bouwsteen en wordt daarom veel gewonnen. Groote steengroeven vindt men in den Seeberg bij Gotha. Het is een fijnkorrelige zandsteen met kwarts als bindmiddel, die dikwijls rijk is aan plantenresten. Veel plantenresten vindt men ook in de kleien uit de omgeving van Koburg. Een fauna ontbreekt hier geheel.

Tusschen de kleien van de Boven-rhät zijn zandige lagen en mergels ingeschakeld. De laagvlakken zijn soms geheel bedekt met slecht bewaard gebleven lamellibranchiaten, o.a. *Avicula contorta* Portl., *Protocardium rhaeticum* Mer., *Modiola minuta*, *Taeniodon Ewaldi* en *praecursor*, *Anodonta? postera* Fraas., *Gervilleia praecursor*. Verder komen bij Gotha z.g. bonebeds voor, 2—3 cm dikke bankjes, bestaande uit een conglomoraat van tandjes, brokstukken van beenderen, schubben, coprolithen, e.a. Een eerste bonebed-horizont vindt men aan de grens van Rhät en M.-keuper, een tweede, die niet overal voorkomt in 't midden van

de serie, een derde aan de grens van Rhät en Lias, gedeeltelijk in de Lias zelf.

De Rhätfauna, hoewel arm, is zeer zelfstandig en onderscheidt zich zoowel van de oudere Trias-, als van de Liasfauna. Zoo zijn alle in de Rhät voorkomende lamellibranchiaten zelfstandige soorten. De laatste stegocephalen sterven tijdens het Rhät uit.

Een merkwaardigheid van de Rhätfauna is ook haar groote verbreiding; men vindt deze fauna zoowel in Duitschland, Frankrijk en Engeland, als in Alpiene gebieden.

Jura-Krijt. De Boven-keuperzee was een voorlooper van de Jurazee, die ook Thuringen bedekt heeft. Bijna alle Jura-afzettingen zijn in Thuringen echter door erosie verdwenen. Slechts enkele Lias-schollen, die, ingezonken tusschen oudere afzettingen, tegen erosie beschermd waren, zijn nog over. Lias komt nog voor tusschen Gotha en Arnstadt (Seeberg en Röhnberg) en ten N. en N.W. van Eisenach. Een grootere Liasschol vindt men ten O. van Koburg. Dat de Lias in Thuringen wel is afgezet blijkt ook daaruit, dat in tertiaire vulkaankraters Lias-bommen gevonden worden, terwijl in de terrassen van de Saale rolsteenen uit dezelfde periode voorkomen.

Men heeft bij Gotha van de Onder-Lias de volgende lagen gevonden ¹⁾:

1. Pylonotes-lagen, grauwegele, vette kleien en mergels met *Modiola Quenstedti* en *Psiloceras Johnstoni* Sow.
 2. Fijnkorrelige, blauwgrijze zandsteenen, die geel verweeren met *Schlotheimia angulata* Schloth. en *Cardinia*-soorten.
 3. Lichtgrijze kleien en kleihoudende kalken met *Gryphaea arcuata* Lam, *Arictites*-soorten, *Lima gigantea* Sow., enz. Deze zones behooren tot de zwarte Jura α .
 4. Blauwachtig grijze kleimergels, met *Gryphaea obliqua* en *Aegoceras raricostatus* (zwarte Jura β).
- Ook de Midden-lias is aanwezig. Aan de basis treden licht-

¹⁾ Volgens Philippi.

grijze mergels op met *Terebratula numismalis* Sow. *Aegoceras capricornu* Schloth. en *Aeg. Jamesoni*, *Lythoceras fimbriatum* Sow. enz. Dit is de Numismalis-mergel.

Daarboven komen blauwzwarte kleien voor met *Amaltheus margaritatus*, *Am. costatus* Rein, enz.

De Lias eindigt bij Gotha met de bovenste laag van de Midden-lias. Bij Eisenach vindt men behalve deze lagen nog geringe resten van de Boven-lias.

Dogger en Malm, het geheele Krijt en het oudste Tertiair ontbreken in het Thüringer Wald en het aangrenzende gebied. Van de geschiedenis van Thüringen vanaf Boven-lias tot Eoceen is dientengevolge niet zoo heel veel met zekerheid bekend.

In het Ohm-gebergte ten Z.W. van de Harz gelegen, komen eenige geïsoleerde resten van Boven-krijt afzettingen voor. De ligging van dit krijt is belangrijk. Het Boven-krijt transgredeert over verschillende Triashorizonten. Het vlak waarop zich het Krijt heeft afgezet, was oorspronkelijk tamelijk effen, maar is later met het Krijt verbogen.

Ten N. van de Harz transgredeert het Krijt over verschillende horizonten van Trias tot Malm. Ook in de nabijheid van het Ohm-gebergte komt Malm voor.

Men kan hieruit opmaken, dat er een dislocatieperiode is geweest, na afzetting van de Jura en dat voor de afzetting van het Krijt een verregaande denudatie heeft plaats gehad. Deze dislocatieperiode is waarschijnlijk laat-jurassisch (kimmerische fase van de Saxonische plooiing van Stille). Ook tijdens het Krijt zijn in Duitschland verschillende dislocatieperioden opgetreden. Dat deze ook voor Thüringen van belang moeten zijn geweest, blijkt uit de samenstelling van het denudatievlak, waarop zich het Tertiair heeft afgezet. Het Tertiair bedekt namelijk in ouderdom sterk verschillende lagen. De tegenwoordige gedaante van het Thüringer Woud is pas tijdens het Mioceen en Plioceen ontstaan.

Het is niet te zeggen, hoeveel elk dezer perioden heeft bijgedragen tot de ontwikkeling van de tegenwoordige structuur van het Thüringer Woud. Sporen van deze bewegingen vinden we terug in de tectonische structuur, vooral van het Thüringer Bekken. De

meest opvallende hiervan is wel de voortzetting van de Oberhöfer Mulde, die in het Thüringer Bekken te vervolgen is. Even oud of iets jonger zijn dislocaties, die met deze richting een hoek van ongeveer 120° maken.

Afwijkende bewegingsrichtingen vindt men in het gebied van Tannroda (Tannrodaer Aufwölbung). De Thüringsche geologen trachten door gedetailleerd tectonisch onderzoek van de verschillende storingsen en van de strekkingsrichtingen de verschillende fasen te reconstrueeren, een werk dat, door het ontbreken van Jura- en Krijtafzettingen zeer moeilijk is en waarvan de resultaten voorloopig van twijfelachtige waarde zijn.

Vrij zeker kan men echter vaststellen, dat nog Boven-jura geheel of bijna geheel Thüringen bedekt heeft en dat aan het einde van de Jura en tijdens het Krijt verschillende dislocatieperioden optraden, elk gevolgd door perioden van denudatie, die het door de bewegingen ontstane reliëf weer vereffenden.

Het Tertiair. Oud-tertiair wordt alleen in het Oostelijke deel van het Thüringer Bekken gevonden. Ten N.O. van Thüringen bevindt zich een samenhangend tertiair-gebied met bruinkoollagen (Leipziger Bucht). Naar het Z.W. vindt men een gebied, waar het Oud-tertiair in geïsoleerde resten aanwezig is. Ook hier komen bruinkoollagen voor in kleine bekkens. Nog verder naar het Z.W. treden nog slechts onbeduidende resten van deze afzettingen op tot de meridiaan van Erfurt. In hoeverre deze afkomstig zijn van een gesloten afzetting is nog niet uit te maken. Vroeger rekende men de genoemde afzettingen, die behalve uit bruinkoollagen nog uit rivierafzettingen (grind, zand en klei) bestaan, tot het Oligoceen. Door het vinden van *Lophiodon* door S a l z m a n n is echter komen vast te staan, dat ze misschien geheel, maar zeker voor een deel tot het Eoceen behooren.

V. Freyberg ¹⁾ is tot de volgende conclusies gekomen:

Het tertiair is afgezet op een denudatievlak. Een absolute peneplain was dit echter niet. Uitlooging van het zout uit Perm en Trias gaf n.l. aanleiding tot het vormen van dalen en bekkens.

¹⁾ Beitr. zur Geol. von Thüringen. 5. Heft, 1927.

De gesteenten, die aan den dag kwamen waren over groote uitgestrektheid en diepgaand verweerd. Daardoor ontstonden dikke kaolien-afzettingen, waarvan de meer of mindere zuiverheid afhangt van het oorspronkelijke gesteente. De kaolinisatie is zeker al met het Senoon begonnen en zette zich tijdens het Tertiair voort. ¹⁾

Tijdens het Eoceen werden de verweeringsproducten der gesteenten (grind, zand en klei) afgezet in de inzinkingen, die tectonisch of door uitloosing van het zout waren ontstaan. Tusschen deze afzettingen ontstonden bruinkoollagen. De daling van deze gebieden zette zich tijdens de afzetting der sedimenten voort, waardoor deze een aanzienlijke dikte konden krijgen. Er bestond reeds een helling naar het N.O., mogelijk met iets andere richting als de tegenwoordige.

Een hernieuwde kanteling van de „Thuringsche schol“ (Thuringer Woud en Thuringsch Bekken) had tengevolge, dat het Eoceen en ev. Oligoceen, dicht bij het Thüringer Wald aan de opnieuw ingetreden erosie ten offer viel en wel te meer, naarmate de afzettingen dicht bij het Thüringer Wald lagen. Het resultaat van deze denudatie was een nieuwe peneplain, die misschien in meerdere fasen is ontstaan. Ook deze peneplain, of zoo men wil „Rumpffläche“ was niet geheel vlak. Door uitloosing van het zout ontstonden weer vlakke inzinkingen, terwijl mogelijk ook de Henneberg en veel porfierlagen vlakke verhevenheden vormden.

Dalvorming begint eerst na het oud-plioceen („linienhafte“ tegenover „flachenhafte Abtragung“), tengevolge van een nieuwe dislocatiephase. Deze, volgens v. Freyberg jong-pliocene phase heeft aan het Thüringer Wald zijn tegenwoordige gedaante gegeven. Eustatische- of epirogenetische (in den zin van Stille) bewegingen hebben gedurende het Diluvium plaats, waarschijnlijk onder invloed van het ijs.

¹⁾ Zoowel over de wijze van ontstaan, als daarmee samenhangend, over den ouderdom van de kaolienafzettingen bestaan verschillende meeningen. Er bestaat een pneumatolytisch-hydatogene, een verweerings- en een moeraswatertheorie. De laatste theorie veronderstelt een ontstaan tijdens of na het ontstaan van de bruinkoollagen. Volgens v. Freyberg e.a. is het moeraswater, althans niet in 't algemeen de oorzaak van de kaolinisatie.

Resten van de oud-pliocene peneplain zijn nog in veel deelen van Thüringen te herkennen.

Volgens v. Freyberg heeft men dus twee peneplains, die elkaar onder een scherp hoek snijden. Vroeger zag men in het plateau van het Frankenwald een resultaat van de permische abrasie, later (J. Walther, Regel, Supan) een opnieuw blootgelegde permische landoppervlakte. Toen Philippson en Kayser voor het Rheinische Schiefergebirge subaerische, tertiaire denudatie bewezen hadden, trok Phillippi dezelfde conclusie voor Thüringsch gebied. Deze theorie is algemeen aangenomen. Men nam echter voor de peneplain prae-eocene, prae-oligocene of miocene of pliocene ouderdom aan, terwijl v. Freyberg tot een prae-eoceen en een oud-plioceen denudatievlak concludeert.

De jong-tertiaire storingen.

Volgens de nieuwere inzichten is het Thüringer Wald tectonisch geen horst in de oude beteekenis van het woord, maar een gekipte schol, eigenlijk onderdeel van de Thüringsche „Groszscholle“. De Z.W.-randbreuk is veel gewichtiger, dan de N.O.-storingszone. Deze vormt de grens van de Thüringsche „Groszscholle“ en langs deze breuken is het Thüringer Wald opgeheven. Evenwijdig aan deze randbreuk loopen meerdere lange breukzones, niet alleen langs de N.O. grens van het gebergte maar door het geheele Thüringer Bekken. Bij de omkipping van het Thüringer Wald werden volgens v. Freyberg de breukzones langs den N.O. rand van het gebergte door dwarsbreuken en flexuren met elkaar verbonden en ontstond de „Nordspalte“ van het Thüringer Wald. Het Thüringsche Bekken werd door de breukzones in kleinere schollen verdeeld, die eveneens gekipt werden en wel in verschillende richtingen, waarbij de storingszonen als scharnieren dienst deden. De storingszonen vormen opvallend lange en smalle „Keilhorste,“ kipschollen of zeldzamer slenken. De storingen hebben dikwijls het karakter van, naar het Z.W. gerichte overschuivingen.

De randbreuken van en de jong-tertiaire storingen in het Thüringer Wald.

1. De Z.W. begrenzing. Het verloop hiervan is het beste op

het kaartje na te gaan. Ten N.W. van Schweina wordt de begrenzing door een meer of minder vlakke flexuur gevormd. Bij Schweina begint de randbreuk, die naar het Z.O. sterker wordt. Het verloop is vooral tusschen Schweina en Suhl niet eenvoudig; meermalen is de breuk onderbroken of deze verdeelt zich en de verschuivingen loopen verder in het voorland of in het gebergte.

Bij den Mommel en den Stahlberg zijn de randbreuk en kleinere, hiermee evenwijdige verschuivingen met ijzererts en bariet gevuld.

De storing, die langs Schmalkalden loopt, heeft het karakter van een steile opschuiving.

Ten Z.O. van Sonneberg krijgt de randbreuk plotseling een bijna zuidelijke richting, verliest aan intensiteit en gaat in een flexuur over. Hiermede in verband staat het geïsoleerde optreden van Zechstein en Rotliegendes bij Neuhaus en Stockheim.

Bij de Rodach treedt de randverschuiving weer op en krijgt dan een geweldige spronghoogte. Men vindt naast elkaar Keuper en de palaeozoïsche afzettingen van het leigebergte, verder naar het Z.O. Keuper en de gneisen van de Münchberger gneismassa.

2. De N.W. begrenzing. Hier zijn verschuivingen zeldzaam en vindt men gewoonlijk een flexuur. Uit de kaart blijkt duidelijk, dat de rand van het gebergte een bajonetvormig verloop heeft. Merkwaardig is, dat de flexuur dikwijls daar, waar de rand van het gebergte inspringt, niet dezen rand volgt, maar zich in de oorspronkelijke richting in het voorland voortzet, waar ze in een dikwijls tamelijk gecompliceerde storingszone overgaat. Duidelijk is dit waar te nemen bij Friedrichroda en Friedrichsanfang. De storing, die tusschen Saalfeld en Blankenburg de rand van het gebergte vormt, is het begin van een lange storingszone, die over Gotha tot Eichenberg is te vervolgen.

Zeer steil is de flexuur o.a. bij Eisenach, waar deze zelfs het karakter van een overkipte plooi aanneemt. Vlakke gedeelten vindt men vooral daar, waar de gebergterand inspringt en een N.O. of O.N.O.-strekking krijgt. Dit blijkt direct uit de breedte van de Zechsteinzoom.

3. Storingen in het Thüringer Wald.

Een groot aantal verschuivingen vindt men in het Thüringer

Wald, die min of meer evenwijdig loopen met de randstoringen (Thuringsche- of Hercynische richting). Deze zijn gedeeltelijk jong-tertiair, gedeeltelijk veel ouder, of tijdens het jong-tertiair geactiveerd. De ouderdom is meestal niet uit te maken. Ook de randbreuken zijn, althans gedeeltelijk, in aanleg veel ouder dan Mioceen of Pliocceen. Opgemerkt zij nog, dat lokaal de uitlooming van zoutafzettingen invloed heeft gehad op de tectoniek van het N.W. randgebied van het gebergte.

V. Seydlitz vestigt de aandacht op het naar voren treden van een N.Z.-richting in het N.W. deel van het Thüringer Wald. Volgens hem is deze richting in aanleg zeer oud.

Storingen in het Z.W. voorland.

In de nabijheid van het gebergte komen in het voorland eenige belangrijke verschuivingen voor, die evenwijdig loopen met de randstoring van het Thüringer Wald.

a. De storingen van den Kleinen Dolmar. Deze heeft het karakter van een opschuiving, waarvan het opschuivingsvlak een wisselende helling heeft. In het N.W. deel is deze helling Z.W. en vindt men aan de Z.W. zijde van de verschuiving Zechstein, aan de tegenovergestelde zijde Schelpkalk. Er heeft overschuiving van de Schelpkalk door de Zechstein plaats gehad. Hetzelfde vinden we in het Z.O. deel van de storing, maar in omgekeerde richting. Zechstein treedt nu op aan de N.O. zijde van de overschuiving. Daar de omgeving uit Bontzandsteen bestaat, is de Schelpkalk relatief gedaald, de Zechstein gestegen.

b. De storingen van het „Kleine Thüringer Wald“. Deze hebben hetzelfde karakter als die van den Kleinen Dolmar. In het N.W. deel vindt men overschuiving van de Bontzandsteen door Schelpkalk, Rotliegendes en zelfs graniet. De oudere gesteenten vindt men aan de N.O. zijde van de storing. Het overschuivingsvlak helt naar het N.O.

Naar het Z.O. vertoont de storing een duidelijke knik en verandert het overschuivings- of opschuivingsvlak van helling. Over het algemeen vindt men verder aan de N.O. zijde Schelpkalk, aan de Z.W. zijde Bontzandsteen. Bij Wiedersbach treedt echter

nog Zechstein, bij Görzdorf Zechstein en Rotliegendes op. Ten Z.O. van Weizenbrunn verdeelt de storing zich. Langs de meest Oostelijke verschuiving vindt men Schelpkalk naast Lias.

c. De Marisfelder Mulde. Deze storingszone begint aan de voet van den Grossen Dolmar en is in Z.O. richting tot aan de Schleuse te vervolgen. Hier treedt Keuper op in een Schelpkalkplateau. Er is een slenk gevormd, die ook orographisch tot uiting komt. Dit is echter waarschijnlijk een gevolg van erosie. Het bedrag der verschuiving bedraagt bij Marisfeld, waar naast de twee hoofdstoringen meerdere parallelverschuivingen optreden, ongeveer 700 m.

De storingen in het Thüringer Bekken.

a. De verschuivingen bij het N.W. einde van het Thüringer Wald.

Het N.W. einde van het Thüringer Wald wordt niet door verschuivingen begrensd. Vanuit het gebergte zet zich echter een storingszone voort in N.W. richting tot even ten Z.O. van Kassel. Meestal wordt een smalle slenk gevormd.

Een gewichtige storingszone loopt bij Eisenach vlak langs het Thüringer Wald. Ze begint ongeveer bij de Hörselbergen en is naar het N.W. tot Netra te vervolgen. Over het algemeen wordt door deze verschuivingen een slenk gevormd en vindt men diensengevolge Boven-keuper en Lias te midden van Schelpkalk. Ook hier vindt men opschuivingen naar verschillende richtingen. Oudere gesteenten komen in verband met deze opschuivingen geïsoleerd tusschen jongere gesteenten voor.

Zoo vindt men Zechsteinschollen tusschen Schelpkalk. Deze verschijnselen wijzen op sterke tangentieele druk.

De Saalfeld-Eichenberger storingszone. Deze storingszone begint 75 k.m. ten N.W. van Gotha bij Eichenberg, hoewel niet overall even sterk en op dezelfde wijze ontwikkeld. Van de Galgenberg ten N.W. van Gotha tot de Seebergen vormt ze een smalle horst van Boven- en Midden-schelpkalk aan weerszijden meestal door Midden-keuper begrensd. De storingszone vertoont een smalle „Aufpressungszone,” aan weerszijden door ingezonken ge-

bied begrensd. Men kan dus spreken van een horst, aan beide zijden begrensd door slenken. Het is aan deze inzinkingen te danken, dat aan de oostzijde van de Seebergen nog Rhät en Lias worden gevonden, die door hun ligging tegen erosie waren beschermd.

Deze bouw vinden we ook tusschen de Seebergen en Arnstadt. Lias en Rhät vindt men nog in den Röhnberg. Rhät ook nog bij Mühlberg, de Drei Gleichen en op den top van de Wachsenburg. De smalle Schelpkalkhorst van Mühlberg komt waarschijnlijk overeen met die van de Seebergen en niet die van Haarhausen, zooals op de overzichtskaart is aangegeven. Deze komt waarschijnlijk overeen met de storing van den Petersberg, ten N. van de Seebergen gelegen. Naar het Z.W. treedt tusschen Mühlberg en Arnstadt een tweede dergelijke horst op. Terwijl de eerste bij Arnstadt eindigt, zet de N.O. verschuiving van de laatste zich naar het Z.O. voort. Dan treden een aantal parallelverschuivingen op, vooral voorbij de Ilm. In de Bontzandsteen zijn de storingszonen moeilijk te vervolgen. Duidelijk treedt de storingszone weer op, waar het palaeozoïsche gebied wordt bereikt. Een der verschuivingen vormt hier de randbreuk van het Thüringer Wald tot Saalfeld. Verder naar het N.O. vindt men de beide storingszonen van Remda, de „Graben“ van Kahla, de Ilmgraben tusschen Magdala en Weimar, de „Graben“ van Schlotheim en reeds dicht bij de Harz de belangrijke Finne-Hainleite-Zug, waarin flexuren, breuken en overschuivingen optreden.

Tertiaire stollingsgesteenten.

De post-oligocene dislocatieperiode ging gepaard met vulcanische activiteit, vooral in het Vogels Gebergte en in de Rhön. Uitloopers hiervan vindt men in het Werra-gebied tot dicht bij het Thüringer Wald; merkwaardig genoeg niet in het Thüringer Wald zelf, of ten N.O. daarvan.

De verbreiding blijkt uit het kaartje. Opvallend is, dat de gangen een meer N.—Z. richting vertoonen. Het magma was basaltisch. De Grosse Dolmar is een basalkop. De top bestaat uit nefelienbasalt en is waarschijnlijk een rest van een groter

dek. De Feldsteine bij Themar bestaan uit plagioklaasbasalt. Van de vele basaltgangen ten Z.W. van Hildburghausen bestaan de noordelijke uit veldspaatbasalt, de meer zuidelijke en de Hessberg ten O. van Hildburghausen uit nefelienbasalt.

De Feste Heldburg is een geïsoleerde phonolietkop. Phenokristen van sanidien vindt men in een kwartsvrije, nefelienrijke grondmassa. De door de excursie bezochte *Stopfelskuppe* bestaat uit limburgiet. (augiet, olivijn en glas, geen veldspaat en nefelien). Een explosie sloeg door de bontzandsteenlagen, die horizontaal zijn gebleven, dus niet door opstijgend lava zijn mee-geleurd. Een groote hoeveelheid asch, lapilli en bommen werd in de lucht geslingerd en vormde aan de oppervlakte een puinkegel. Gedeeltelijk viel deze massa echter terug in de kraterpijp. De thans blootgelegde kraterpijp is ten deele gevuld met vulcanische tuf, vulcanische breccie en zandsteenbommen en verder met limburgiet, dat na de explosie naar boven drong. Zeer duidelijk zijn de contactverschijnselen waar te nemen. De zandsteen is gebakken, terwijl krimpscheuren, ontstaan tijdens de afkoeling, dikwijls een mooie zuilstructuur loodrecht het afkoelingsvlak deden ontstaan. Tusschengeschakelde kleischalie werd tot zwarte hoornrots gemetamorfoseerd. In de holten van de lava vindt men secundaire aragoniet en zeolieten.

De bommen uit de kraterpijp van de *Stopfelskuppe* bevatten geen sedimenten, die een ouderdom hebben tusschen Bontzandsteen en Tertiair. Dit is een aanwijzing, dat hier deze afzettingen, voorzoover ze aanwezig waren, weer door erosie waren verwijderd.

Basaltintrusies vindt men ook in de zoutafzettingen van het Werragebied. In de zoutlagen zijn fijne spleten ontstaan, die dikwijls over grooten afstand een rechtlijnig verloop hebben.

Langs vele van deze spleten is basaltisch magma opgestegen, waarbij zich basaltgangen gevormd hebben, die dikwijls niet dikker zijn dan ongeveer 1 mm. Bij uitzondering zijn echter ook grootere intrusies gevormd, waarin insluitsels voorkomen van lagen uit het liggende van de zout-afzettingen. Meestal zijn de lagen langs de genoemde spleten niet verschoven. Aan weerszijden ervan

treden contactverschijnselen op. Klaarblijkelijk door opstijgende waterdamp is een gedeelte van de meest oplosbare zouten van de kalilagen uitgeloozd, zoo $MgCl_2$ uit het carnallietgesteente en KCl uit het „Hartsalz”. Uit het carnallietgesteente ontstond hierbij Sylvinit, terwijl de steenzout, die er in voorkomt sterk blauw is gekleurd. Gelijktijdig heeft het zout, eveneens in de nabijheid van de basaltintrusies een groote hoeveelheid koolzuur opgenomen.

Miocene sedimenten zijn uit Thüringen niet bekend. Mochten ze hier en daar in rivierlooppen afgezet zijn, dan zijn ze later door erosie verwijderd of door jongere sedimenten bedekt.

Plioceen daarentegen is op sommige plaatsen met zekerheid aangetoond. Het ligt niet meer, zooals het Oligoceen van het Thüringer Bekken op de hoogvlakten, maar is gebonden aan rivierdalen, hoewel het voor een gedeelte hoog boven den tegenwoordigen dalbodem is afgezet.

Het Plioceen bestaat geheel uit rivierafzettingen; zoowel grof-klastische afzettingen als zeer fijne kleien komen voor. Meestal is de pliocene ouderdom door het vinden van fossiele vertebraten vastgesteld. Plioceen heeft men gevonden bij Dienststedt en waarschijnlijk bij Stadt Ilm en Bittstedt bij Arnstadt. In het Werra-gebied schijnt het ten Z.O. van Ritschenhausen voor te komen.

Het belangrijkste voorkomen is echter dat van Rippersroda, 100—200 m. boven het tegenwoordige niveau van de Zahme Gera in een nog herkenbaar oud rivierdal. Hier vindt men klei, zand, grind, bruinkool, e.d.

Het Plioceen is kalkvrij, uitgezonderd een grauwe mergellaag, waarin zoetwaterschelpen (Boven-plioceen) voorkomen.

Van de planten vindt men *Magnolia*, *Corylus*, *Cytisus*, *Trapa*, enz., terwijl onder de dierresten *Mastodon avernensis* veel voorkomt.

Kwartair. De praeglaciale sedimenten zijn meest rivierafzettingen (puin en zand). De rivieren van het Thüringer Bekken stroomden destijds in N.O. of N.N.O. richting. Alleen de Saale heeft zijn ouden loop behouden. De Ilm volgt de oude richting tot

Mellingen, de Gera tot Erfurt. De Apfelstädt, thans een kleine zijrivier van de Gera, stroomde destijds verder in N.N.O. richting, terwijl de bovenloop van de Unstrut door de Hörsel werd gevormd, die later door de Werra werd geroofd.

De bovenloop van de Werra was, evenals nu nog de Itz en de Steinach een zijrivier van de Main. Rolsteen van het Thüringer Wald komen in de Rhön voor.

Het in N.N.O. richting stroomende rivierstelsel van het Thüringer Bekken was waarschijnlijk veel vroeger gevormd, in een tijd, waarin de hercynische (thuringsche) tectoniek nog niet aan de oppervlakte tot uiting kwam, het gebied in N.N.O. richting afhelde en bedekt werd door gelijkmatig harde lagen. Van Jura en Krijt is te weinig bekend om een nadere conclusie te rechtvaardigen. Merkwaardig is het, dat de stroomverleggingen alle gelijktijdig plaats vonden (geologisch gesproken) en wel na het hoogtepunt van den eersten ijstijd en voor de afzetting van de puinterrassen van het eerste interglaciale tijdperk.

Langs de Saale vindt men twee praeglaciale terrassen. Het bovenste terras treedt reeds in het leigebergte op en is zeer duidelijk ontwikkeld tusschen Rudolstadt en Kahla. In de omgeving van Jena is het grootendeels verwoest. Dit terras bevindt zich 50—150 m. boven den tegenwoordigen dalbodem. De kleinere verschillen vindt men stroomafwaarts.

De Ilm was nog zijrivier van de Unstrut, die evenals nu bij Naumburg in de Saale stroomde, terwijl de Orla bij Saalfeld in de Saale stroomde. Men vindt rolsteen van de Orla tusschen Pössneck en Saalfeld, terwijl het bovenste terras in den benedenloop van de Orla ontbreekt.

Uit het ontbreken van graniet in het bovenste terras te besluiten, dat de Saale destijds nog niet op het Fichtelgebergte ontsprong is gevaarlijk, daar dit zeer goed verder kan zijn verweerd.

Het middelste terras is eveneens praeglaciaal en bevindt zich 15—100 m. boven het tegenwoordige dalniveau.

De vroegere loop van de Hörsel, Unstrut en van de andere rivieren blijkt uit dikwijls zeer dikke puinafzettingen, eveneens op belangrijke hoogte boven de tegenwoordige dalniveau's.

Het is mogelijk, dat de eruptiegesteenten van de Rhön aanleiding zijn geweest, dat de Werra zich van Meiningen stroomafwaarts iets dieper insneed, doordat een gedeelte van het water werd gedwongen een N.W. richting te volgen. De vorming van den bovenloop boven Meiningen en de roef van de Schleuse schijnt echter eerder het werk te zijn van terugsnijdende erosie.

Het l a n d i j s heeft het Thüringer Wald niet bereikt. In Noord-Duitschland zijn drie ijstijden bekend (Mindel-, Risz- en Wurm, of Elster-, Saale- en Weichselijstijd). Alleen de tweede is in Thüringen met zekerheid bekend. De Zuidgrens van het landijs volgde ongeveer de lijn Eisenach-Gotha-Erfurt-Weimar-Jena. De afzettingen bevatten veel materiaal uit Midden- en Noord-Duitschland, b.v. uit het Krijt van Rügen, en veel Scandinavisch materiaal (granieten en roodachtige kwartsieten).

Er is veel gestreden over de vraag of het Thüringer- en Frankenburgwald gedurende den grooten ijstijd een zelfstandig gletschergebied vormden. Een vergletschering van dit gebied is echter nooit bewezen. Meermalen meende men resten van locale gletschers en embryonale karnen gevonden te hebben. Zoo werd de „Schneetiegelmoraine, aan den voet van den Schneekopf voor de eindmoraine van een locale gletscher gehouden, o.a. door P e n c k. Anderen daarentegen en ook P e n c k in lateren tijd, zagen in deze „moraine” het resultaat van een bergstorting.

De puinafzettingen van de Saale, Elster, Ilm, enz., die afkomstig zijn van het Thüringer Wald komen op veel plaatsen in aanraking met de grondmorainen, die door het landijs zijn afgezet. Men heeft dan ook getracht samenstelling en hoogte van verschillende puinterrassen met de verschillende fasen van den ijstijd in verband te brengen in analogie met het Alpenvoorland en andere gebieden. Dit heeft nog niet tot een afdoend resultaat geleid.

Zooals vermeld, vonden de stroomverleggingen in Thüringen plaats na het hoogtepunt van den eersten ijstijd. In laatste instantie zijn zij het werk van terugsnijdende erosie, die leidt tot roef. De erosie werd beïnvloed door klimatologische factoren en waarschijnlijk ook door diluviale bodembewegingen.

Een kleine beek, die bij Orlamünde in de Saale mondde, ver-

overde de Orla, die daardoor niet meer bij Saalfeld, maar bij Orlamünde in de Saale stroomt. Op overeenkomstige wijze wordt de Ilm door de Saale veroverd op de Unstrut, zoodat de Ilm thans een directe zijrivier van de Saale is en niet meer via de Unstrut naar de Saale stroomt. De Werra verovert de Hörsel, de Unstrut de benedenloop van de Apfelstädt. Ook stroomverleggingen komen veelvuldig voor. In 't algemeen ondergaat het rivierstelsel een correctie in hercynische richting (N.W.—Z.O.) en past zich dus eenigszins aan de tectoniek van het gebied aan. Vooral voor de zijrivieren van de Unstrut, in het midden van het Thuringer Bekken, geldt dit.

Glaciale en postglaciale afzettingen. De eigenlijke glaciale afzettingen zijn reeds genoemd. De rivierafzettingen in het glaciale gebied kenmerken zich door materiaal, dat uit de moraines werd gewasschen en door de rivieren getransporteerd. Dit materiaal ontbreekt ten Zuiden van de Zuidgrens van het landijs (althans in Thüringen). Men vindt langs de Saale een „postglaciaal” terras, 13—35 m. boven het tegenwoordige dalniveau, dat beter bewaard is gebleven dan de praeglaciale terrassen. In dit terras heeft men veel zoogdieren gevonden als: *Elephas primigenius*, *Bos primigenius*, *Bison priscus* en *Rhinoceros tichorhinus*.

Jong-diluviale afzettingen vindt men in de omgeving van Jena, enkele meters boven het tegenwoordige dalniveau.

Voor de verklaring van den loop der postglaciale terrassen worden naast klimatologische factoren door verschillende onderzoekers diluviale bodembewegingen aangenomen, die veroorzaakt werden door het ijs (isostatie) en zich uiteten in een reactivering van markante tertiaire dislocaties.

Kalktuffen worden ook nu nog afgezet. De diluviale afzettingen zijn belangrijk om hun fossielen.

Tusschen Weimar en Taubach in het Ilmdal vindt men boven een, uit puin bestaand „postglaciaal” terras het volgende profiel:

1. De onderste travertienafzettingen. In de onderste lagen komen *Elephas antiquus* en *Rhinoceros Merckii* voor, in de bovenste *Elephas primigenius* en *Rhinoceros antiquitatis*. Ook spaarzame

menschenresten en werktuigen komen in deze lagen voor. De conchyliën, die erin voorkomen wijzen op een koud klimaat voor de onderste-, op een gematigd klimaat voor de bovenste lagen. Deze travertienafzettingen behooren waarschijnlijk tot een interglaciaal tijdperk. Men is het er echter niet over eens tot welk interglaciaal tijdperk ze gerekend moeten worden.

2. De „Pariser” (verbastering van „poröser”). Volgens Philippi bestaat deze 1 m. dikke laag uit deels aeolisch, deels fluviaal afgezette, of „abgeschwemmte” Löss, die in grind en puin overgaat. De fauna is arm en bestaat in hoofdzaak uit xerophile slakken.

3. De bovenste travertienafzettingen, die 10 m. dik kunnen worden. De conchyliën duiden op een gematigd klimaat. Ze bevatten verder *Rhinoceros antiquitatis*, *Cervus elaphus* en *Cervus capreolus*.

4. Hellingpuin en lössachtig materiaal.

Volgens Philippi behooren de onderliggende grindafzettingen en de onderste lagen van de eerste travertienafzettingen tot het einde van den grooten Noordduitschen ijstijd, de hoofdmassa van de onderste travertien tot een eerste woudphase, de Pariser tot een steppenphase en de bovenste travertien tot een tweede woudphase van een interglaciaaltijd. Daarboven volgen dan afzettingen, die tot een volgenden ijstijd behooren en een daaropvolgenden steppentijd. Verdere diluviale kalktuffen vindt men bij Tonna, Bilsingsleben en Mühlhausen. Ze bevatten resten van verschillende zoogdieren.

Holen vindt men vooral in Zechsteingebieden, o.a. bij Saalfeld, naast *Rhinoceros*, *Mammuth*, *Hyaena* en *Ursus spelaeus*, komen hierin steppedieren voor als *Equus* en *Alactaga*.

De löss, die in Midden-, Oost- en Noord-Thüringen voorkomt, is wel een van de meest omstreden diluviale afzettingen.

De aeolische ontstaanswijze is wel het waarschijnlijkst en wordt tegenwoordig meer algemeen aanvaard. Een gedeelte van de geologen meent, dat de löss afkomstig is van moraines, anderen gelooven, dat ze van fluviaale afzettingen afkomstig is. Over 't algemeen is men van meening, dat de wind van het ijs af was gericht.

Zimmermann echter neemt W.—Z.W. wind aan, dus naar het ijs toe gericht.

Ook over den ouderdom van de löss is men het niet eens, noch over het klimaat, waarin ze is afgezet (glaciaal, interglaciaal, postglaciaal). Men neigt tegenwoordig tot een ontstaan tijdens een ijstijd over. In ieder geval is het bewezen, dat de löss bestaat uit afzettingen van verschillenden ouderdom en men onderscheidt dan ook oudere en jongere löss.

Het Alluvium eindelijk, bestaat uit de alluviale afzettingen der tegenwoordige rivieren, die in Thüringen uit puin, grind en zand bestaan. Verder wordt ook nu nog kalktuf gevormd. De alluviale kalktuf bevat een recente fauna en flora.

Eerste Dag.

De ochtend van den eersten dag, waarop de excursie het veld introk, was bestemd voor een bezoek aan de Seeberger Horst en omgeving. De weg van Eisenach naar Gotha werd per autobus afgelegd. Tijdens den tocht heeft men een mooi gezicht op het N.W. deel van het Thüringer Wald, dat zich eenige honderden meters boven het voorland verheft. De hoogste top, die van hieruit waargenomen kan worden, is de Inselsberg (914 M.). Het Trias-voorland is over het algemeen zacht golvend.

Een langgerekte rug strekt zich uit van Gotha naar het Zuid-Oosten, eindigend in den ongeveer 400 m. hoogen Groszen Seeberg. De rug heeft een steile Z.W.- en een veel vlakkere N.O.-helling en bestaat uit Schelpkalk. Waar de weg van Günthersleben naar Siebleben den rug kruist, vinden we een insnijding, die gelegenheid biedt het profiel van de Seeberger Horst nader te bestudeeren.

De lagen hellen ongeveer 30° naar het N.O. De zwak hellende N.O.-zijde blijkt uit Boven-schelpkalk te bestaan. In de akkers werd, niet zonder resultaat, gezocht naar *Ceratites nodosus* de Haan. Verder werden aangetroffen *Terebratula vulgaris* Schl., *Lima striata* Schl. en *Gervilleia socialis* Schl. Onder deze nodosenkalk vindt men de dikbankige, grauwe Trochietenkalk met steelieden van *Encrinus Liliiformis* Lam.

Langs de steile Z.W.-zijde komt de Midden-schelpkalk voor den dag, bestaande uit dunplattige kalksteen met dikke, meest grijze, ongelaagde gipsafzettingen, waarin veel groeven. De gips vertoont op veel plaatsen secundaire vezelstructuur. Instortingskuilen en verstoringen van de bovenliggende lagen wijzen op uitloosing van de gips.

Verder afdalend naar het Z.W. worden bonte letten aangetroffen en weer gips, die nu vlekkig rood is gekleurd. De akkers in de omgeving zijn eveneens rood gekleurd. We bevinden ons in de Midden-keuper, dus in een hooger stratigrafisch niveau en zijn de verschuiving gepasseerd, die de Schelpkalk van den rug langs het Z.W. begrensd.

Aan de N.O.-zijde van den rug heeft een hiermede evenwijdig



Fig. 2. Profiel van den Seeberger Horst en den Peters-Berg.



Fig. 3. Profiel van den Grossen Seeberg

loopende verschuiving de bonte letten van de Midden-keuper in gelijk niveau gebracht met de Nodosenlagen.

Bij afdaling naar Günthersleben worden ten Z.W. van den Groszen Seeberg in weidegrond donkere Liasgesteenten aangetroffen. Door een stelsel van elkaar kruisende verschuivingen is de Lias in dit niveau gekomen. Het bedrag der verschuiving is hier belangrijk (350 m.).

Naar den Grossen Seeberg toe treedt de schelpkalkrug topografisch minder op den voorgrond. Er treden een aantal, de richting van den rug kruisende verschuivingen op en ook verheft de Grosse Seeberg zich boven de omgeving. Het grootste gedeelte van dezen top bestaat uit Rhät-zandsteen (Boven-keuper), die veel meer weerstand tegen erosie biedt, dan de Onder- en Midden-keuper en de Lias. De Rhät-zandsteen wordt veel als bouwsteen gebruikt en in een aantal groeven ontgonnen. In een daarvan is een bijna volledig profiel van de Boven-keuper ontsloten (Rhät-zandsteen en kleilagen). In de zandsteenbank volgende op de „Gurkenkernschicht”, vindt men afdrukken van verschillende planten.

De Oosthelling van den Grossen Seeberg biedt gelegenheid de stratigrafie van de Midden- en Boven-keuper na te gaan.

Van de Midden-keuper komen de bonte mergels (vooral rood en grijsgroen) in prachtige ontsluitingen voor. Een groot aantal kleine verschuivingen vallen duidelijk op. De mergels wisselen af met kalk- en dolomietbankjes. De „Schilfsandstein” en de Semionotus-zandsteen ontbreken hier. Op de mergels volgt de gele zandsteen van de z.g. „Gurkenkernschicht”, vol steenkernen van *Anodonta postera* Fraas, de onderste zone van de Boven-keuper. Daarop volgen nog dunbankige, geelwitte zandsteenen (6—8 m.) en daartusschen geelgrijze, glimmerhoudende kleischalie. Daarop volgt de eigenlijke Rhät-zandsteen, die in banken van ongeveer 1 m. is afgezet. Deze zandsteen is ongeveer 12½ m. dik. Vanaf den Gr. Seeberg ziet men hoe eerst de Seeberger Horst in het Keuperlandschap verdwijnt. Verder naar het Z.O. echter neemt men een nieuwen rug waar, de horst van Haarhausen, en ten Z.W. daarvan achter Mühlberg een tweeden rug. Men ziet hier dus de voortzetting van de lange storingszone, waarvan de Seeberger horst

een onderdeel is en die evenwijdig aan het Thüringer Wald verloopt.

Eerste Dag (namiddag).

's Namiddags begaf men zich naar Wutha, waar het profiel aan den kleinen Hörselberg, tegenover het station Wutha, werd onderzocht. De Hörselbergen behooren tot de storingszone, die bij Eisenach dicht langs het Thüringer Wald strijkt, eigenlijk een onderdeel van de randflexuur vormt. Het gebied bestaat in hoofdzaak uit Bontzandsteen en Schelpkalk. Langs het Thüringer Wald is de Schelpkalk door erosie verwijderd en vindt men een Bontzandsteen-gebied, aan de N.O. zijde begrensd door een Schelpkalkrug, die ver in het Z.O. bij Georgenthal begint en ten N.W. van Eisenach in den Petersberg eindigt. Deze rug vindt zijn hoogtepunt in de Hörselbergen, die hun voortzetting naar het N.W. vinden in den Reihersberg, waarvan ze door het dal van de Hörsel zijn gescheiden, die hier door de Schelpkalk breekt.

Het gebied van de Hörselbergen en van hun voortzetting in de richting van Eisenach is sterk gestoord. Men vindt er belangrijke verschuivingen in. Een van de duidelijkst zichtbare nu, is de verschuiving, die men aan de steile zuidelijke helling van den Kleinen Hörselberg waarneemt (in verband o.a. met de helling van de lagen is de Z. of Z.W. helling van de genoemde schelpkalkrug steil, de N.O. helling daarentegen vlak).

Van het station Wutha naar den Kl. Hörselberg ziende, neemt men waar, dat de helling onderbroken is door een vlak hellend terrein. In den ondersten rug zijn steengroeven. Daarachter verrijst de eigenlijke Kl. Hörselberg. Een steilstaand verschuivingsvlak verdeelt den berg in twee deelen. Aan de Z.O. zijde van het vlak treedt in den voet van den berg een roode kleur op (bontzandsteen). De lagen lijken horizontaal te liggen. Ze hellen echter naar het N.O. Langs de helling treden puinkegels op. Van dichtbij ziet men duidelijk hoe, langs het verschuivingsvlak, de lagen gesleurd zijn. Ook tot puin gewreven lagen neemt men langs de verschuiving waar.

De bestijging van den berg aan de N.W. zijde van de verschuiving geeft gelegenheid een bijna volledig schelpkalkprofiel te bestudeeren. Onderaan vindt men de Wellenkalk, waarin de *Terebratula*-banken optreden, samen ± 1.30 m. dik en gescheiden door eenige cm. Wellenkalk. Deze banken bevatten kleine oölithen van bruinijzersteen. Het gidsfossiel is *Terebratula vulgaris* Schl. De Schaumkalk is hier niet duidelijk ontwikkeld. In de Wellenkalk worden ook *Myophoria vulgaris* Schl., *Gervilleia vulgaris* Schl. en andere fossielen gevonden.



Fig. 4. De kleine Hörselberg.

Het karakteristieke uiterlijk van de Wellenkalk, de gegolfde laagvlakken, is ontstaan door de druksuturen of styloieten. Zij

zijn ontstaan, doordat zachtere kalklaagjes ongelijkmatig uit de kalksteen zijn opgelost. Daardoor ontstonden holten. Door den druk van het bovenliggende laagpakket werd eenerzijds de oplossing van de kalk bevorderd, anderzijds de ontstane holruimten dichtgedrukt. Daardoor kreeg men de min of meer golfvormig verlopende druksuturen. Gaat men uit de druksuturen de minimumzakking van het laagpakket na, dan komt men tot een enorm bedrag. Dat inderdaad veel materiaal is weggevoerd, blijkt uit de opvulling van talrijke diaclasen met secundaire calciet.

De Midden-schelpkalk bestaat uit dunplatige kalksteen met Zellendolomiet. Dan volgt de Boven-schelpkalk: Trochietenkalk en daarboven de Nodosenkalk met *Ceratites nodosus* De Haan. Ook vele andere fossielen vindt men in de Boven-schelpkalk: *Lima striata* Schl., *Terebratula vulgaris* Schl., *Spiriferina fragilis* v. Buch, enz.

De verschuiving is sterk wigvormig. Naar het N.W. neemt de spronghoogte af tot nul, naar het Zuiden eerst nog toe.

Van den top van den Hörselberg heeft men een overzicht over den loop van de Hörsel met zijn meanders.

Naar het Oosten gaande komt men van de Boven-schelpkalk in de Wellenkalk. Hier afdalende treedt dan lager Röth op, dat dadelijk opvalt door de roode kleur van de akkers, daarna Middenbontzandsteen, hier Tigerzandsteen (roestvlekken) en Onderbontzandsteen (Bröckelschiefer).

Van Wutha keerde men naar Eisenach terug.

Tweede dag.

De ochtend van den tweeden dag werd besteed aan de studie van den bouw van de randflexuur aan het einde van den horst. De randflexuur was ter hoogte van de Hörselbergen nog breed en kenmerkte zich door tamelijk flauw naar het N.O. hellende lagen. Naar het N.W. vernauwt zich nu de randflexuur: de lagen gaan steiler staan. Bij den kleinen Reihersberg hebben zij een nagenoeg verticalen stand, vlak bij Eisenach is het laagcomplex overkipt.

De Hörsel stroomt hier door een, althans in aanleg tectonisch dal.

Aan de N.O. zijde van het dal in den Petersberg liggen de lagen in normale opeenvolging, aan de Z.W. zijde daarentegen in omgekeerde volgorde. De lagen hellen naar het Thüringer Wald toe en bij het naar boven gaan komt men van jongere in oudere lagen. We hebben hier een overkipte plooï en het overkipte gedeelte van de plooï wordt juist door de topografie gesneden.

De lagen hebben een geringe dikte en zijn gedeeltelijk uitgewald. In een kwartier tijds passeert men achtereenvolgens:

Onder-keuper, Boven-schelpkalk, Midden- en Onder-bontzandsteen, Zechstein, Rotliegendes.

Röth, Wellenkalk en Midden-schelpkalk ontbreken plaatselijk. Het ontbreken van deze lagen moet aan een opschuiving en/of aan uitwalsing worden toegeschreven.

Bij het spoorwegemplacement was dus Midden-keuper ontbloot: glimmerhoudende zandsteen met plantenresten en zandige mergels. De Keuper was het sterkste van alle formaties overkipt. De helling was 30° naar de horst toe.

Hierop lagen Nodosen- en Trochietenkalk. De eerste stond verticaal met aan den bovenkant neiging om een helling van den horst af te krijgen, de tweede helde nog naar den horst toe. Men zag deze beide zones naast elkaar, wat zeer waarschijnlijk het gevolg is van een kleine dwarsverschuiving, die ook het verschil in helling kan verklaren, wat moeilijker is, wanneer men aanneemt, dat de Nodosenkalk de Trochietenkalk omsluit en de laatste door erosie is blootgelegd.

Verder bergopwaarts vindt men in een beekje Midden- en Onder-bontzandsteen ontbloot, waarin vaak ribbelingen op de laagvlakken worden waargenomen en die hier en daar „Tongallen” bevat.

De nu volgende Zechstein en het Rotliegendes staan in hoofdzaak verticaal. Een beboscht heuvelruggetje, dat duidelijk in het landschap is te onderscheiden bestaat uit Zechsteinkalk, die meer weerstand heeft geboden tegen erosie, dan de omringende lagen. Aan de Zuidzijde van het Burschenschaftsdenkmal, dat op dezen rug is gelegen ziet men in een profiel van niet meer dan 20 m. de Zechstein ontbloot: roode letten van de Midden-Zechstein, een

smalle, donkere band, die op Kupferschiefer wijst, en vervolgens het Zechstein-conglomeraat. Daarop volgt Rotligendes (Tambacherlagen). Het geheel is hier zeer sterk gestoord.

Fig. 5



Fig. 5. De Stopfelskuppe.

Vanaf het terras van het Denkmal verklaarde Prof. Brouwer den bouw der omgeving aan de hand van de topografie.

Hierna werd de Wartburg bezocht, gelegen in een gebied, dat uit vrijwel horizontale Tambacher-lagen (o.a. Wartburg-conglomeraat) bestaat. Op weg erheen vielen de steile helling (kenmerk van waterdoorlatende lagen, Drachenschlucht bij Eisenach) en groote horizontale banken op.

Van de Wartburg af heeft men weer een fraai overzicht over de omgeving.

's Namiddags ging men per autobus door het Georgental naar de Stopfelskuppe. In het Georgental vindt men het Wartburgconglomeraat, afwisselend met roode kleischalies. Bij de Z.W. randflexuur krijgen de lagen een helling van den horst af.

Via Zechstein komt men dan in een Bontzandsteengebied. Hieruit ziet men de Stopfelskuppe en andere, overeenkomstige heuvels opstijgen. De tegen erosie veel weerstand biedende limburgiet van de Stopfelskuppe is uitgepraepareerd en heeft tevens de omringende Bontzandsteen beschermd. Aan de Stopfelskuppe werden de verschijnselen waargenomen, die reeds in het algemeen overzicht beschreven zijn.

Vanaf de Stopfelskuppe begaf men zich per autobus naar het station Epichnellen, waar het bekende Permprofiel werd onderzocht. De lagen hebben een geringe helling naar het W.Z.W. Men bevindt zich aan het uiteinde van de Z.W. flexuur. In Z.W. richting wordt de helling dan ook sterker. Onder den weg ligt het Rotliegendes (Tambacher-conglomeraten). De rug zelf ligt in het Grauliegendes, wat niets anders is als een verkleuring van het Rotliegendes. Daarop volgt het Zechstein-conglomeraat, dat zeer moeilijk van het Grauliegendes is te onderscheiden. Het bestaat uit hetzelfde materiaal, dat door de transgredeerende Zechsteinzee is dooreengewoeld. Dan volgt de Kupferschiefer, waarin eenige goede exemplaren van *Palaeoniscus Freieslebeni* Ag. werden gevonden en ook plantenresten: *Voltzia Liebeana* Gein., en *Ullmannia frumentaria* Schl.

Op de Kupferschiefer volgt de Zechsteinkalk en -mergel en daarop de, tot de Midden-zechstein behorende dolomietische, gelaagde Blasenschiefer en ongelaagde Rauchwacke, waarin veel holten voorkomen, die wijzen op uitlooging van anhydriet en gips. Daarop volgen bonte letten, die minder goed ontsloten zijn en een weelderigen plantengroei dragen, terwijl aan den top van het profiel, een eindweegs het land in nog Hauptdolomiet optreedt. De beide laatstgenoemde zones behoren reeds tot de Boven-zechstein.

Derde dag.

Den derden dag werd een bezoek gebracht aan het gebied van Ruhla en Brotterode. Om half acht vertrok men per autobus over Wutha naar Thal. Van Wutha tot Kittelsthal gaat men door Bontzandsteengebied, dat ten Noorden door de Schelpkalk van de Hörselbergen wordt begrensd. Bij Kittelsthal vindt men de Onderbontzandsteen. Van Kittelsthal begaf men zich naar den Kalkberg, waar een groeve is in normale Midden-zechstein; hier wordt een groote anhydrietvoerende gipskens afgebouwd. Verder vindt men er letten en dolomiet. Over den Spitzigen Stein begaf men zich naar Heiligenstein bij Thal. De Spitzige Stein bestaat uit rifkalk. Hier vindt men dus de riffaciës van de Zechstein ontwikkeld. In den namiddag werd deze riffaciës ook gevonden aan de Z.W. zijde van het gebergte (Korällchen).

Bij het station vindt men een groeve in amfiboliet (mesodibaas). Verder naar Thal neemt men een profiel waar in glimmerschist met kwartsgangen. De kleur van de glimmerschist wordt bepaald door een staalgrauwe magnesiaglimmer, die roodbruin verweert of door een glimmer, die meer messinggele verweeringsproducten geeft. Verder vindt men in de glimmerschist een barietontginning en goed ontsloten gangen van granietporfier. Van Thal naar Ruhla gaat de weg eveneens door glimmerschist. Dan, ten Z.O. van Ruhla komt men in een granietgebied, (Trusentaler Hauptgraniet), waarvan de verweering in enkele groeven goed te zien is. Dikwijls is de graniet meerdere meters diep tot gruis verweerd. De graniet bestaat uit een grofkorrelig mengsel van grauwe plagioklaas, roodachtige orthoklaas, kwarts en biotiet. Dikwijls treedt gneisstructuur op, zoo in de omgeving van Brotterode en bij Thal.

De drie op het geologische kaartje aangegeven granietgebieden worden door gneisen met elkaar verbonden. Later komt men weer in een glimmerschist-gebied.

Des namiddags ging men van Brotterode het Truse-dal af naar Herges-Vogtei, weer door Trusentaler Hauptgraniet, waarvan de

verweering tot gneis in enkele groeven goed te zien is. Ook verweering tot wolkzakken kan men waarnemen. Buiten het dorp vindt men een steengroeve, waarin dioriet wordt gewonnen, ontstaan uit een meer basische slier van het granietische magma. Door de dioriet loopt een pegmatietgang.

Barietgangen komen ook hier voor. Het bariet wordt gewonnen en verwerkt in barietmolens, die als drijfkracht het snelstroomende water van de Truse benutten.

Dan komt men in het gebied van de gemengde gangen, die in verband staan met de porfiereruptions van het Rotliegende.

Er werd een gang bezocht, bestaande uit augietkersantiet-syenietporfier-augietkersantiet, vervolgens een bestaande uit augietkersantiet-granietporfier-augietkersantiet.

De Trusentaler Hauptgang tegenover den Eichberg is grotendeels ontgonnen. De hierdoor blootgelegde wanden vertoonen horizontale wrijfkassen, die door verschuiving zijn veroorzaakt. De gang zelf bestaat uit augietkersantiet-syenietporfier-augietkersantiet. Insluitsels van kersantiet in de syenietporfier worden hier niet waargenomen. Wel insluitels van graniet in de kersantiet en apophyten daarvan in de omringende graniet. De kersantietband ontbreekt hier en daar.

De hoofdgang wordt onder een kleinen hoek gesneden door een smallere gang (Bückingsche gang). Aan de linkerzijde namelijk neemt men waar, dat de granietwand is doorgebroken. Men ziet daar eerst een kersantietband, dan granietporfier, dan weer een kersantietband, vervolgens de syenietporfier van de hoofdgang, een kersantietband en eindelijk de graniet van het massief. Aan de rechterzijde vindt men inderdaad de voortzetting van de Bückingsche gang, die voor of tijdens de intrusie van de hoofdgang, die de jongste is, in horizontale richting is verschoven. Insluitsels van granietporfier vindt men in de kersantietbanden van de hoofdgang.

In de omgeving van het Trusental werd voor het eerst de hercynische discordantie waargenomen. Ten N. van Herges-Vogtei vindt men Zechstein, discordant op graniet en glimmerschicht.

In Elmenthal werd een drievoudig samengestelde gang bezocht,

bestaande uit kersantiet-syenietporfier-granietporfier-syenietporfier-kersantiet.

Van Elmenthal ging men terug naar het Truse-dal en verder naar Herges-Vogtei. Hier vindt men de Z.W. verschuivingspleet, en talrijke mineraalgangen, gevuld met bariet en fluoriet. Deze spleet houdt wel verband met de vorming van het Thüringer Wald, in tegenstelling met de samengestelde gangen.

Van Herges-Vogtei ging men langs talrijke barietontginningen (Mommel) naar het Korällchen bij Liebenstein. Men maakte hier opnieuw kennis met de riffaciës van de Zechstein. Het Korällchen bestaat uit ongelaagde massa's dolomiet, afgezet boven graniet. Het is een voorrif en daardoor nog rijk aan fossielen. In de eigenlijke rifafzettingen zijn deze grootendeels verdwenen door dolomitatie en kristallisatie. Men vindt in hoofdzaak bryozoën en brachiopoden. Tusschen Herges-Vogtei en het Korällchen werden nog verschillende verschuivingen gepasseerd, behoorende tot de Z.W. grens van het Thüringer Wald. Zoo vond men eerst plaatdolomiet naast bovenste letten van de Boven-zechstein, later bij een nieuwe verschuiving graniet naast Plaat-dolomiet. Verder passeerde men nog Bröckelschiefer (Onder-bontzandsteen).

De tocht naar de Hohe Klinge moest vervallen.

Vierde dag.

Den vierden dag werd een bezoek gebracht aan een kalimijn in het Werragebied. De weg naar Unterbreizbach leidde dwars door het Thüringer Wald naar Förtha. Men bereikt dan het Bontzandsteengebied van de Werra, waarin ook Unterbreizbach, het doel van de tocht, ligt. In de ondergrondsche werken zag men de verschillende verschijnselen, die in het algemeen overzicht zijn aangeduid.

De loogerij was wegens verbouwing buiten bedrijf, zoodat de bewerking van het zout niet werd gezien.

In de nabijheid van de mijn, werd een, door een spoorweginsnijding blootgelegde kraterpijp bezocht. De geheele omgeving bestaat uit Bontzandsteen. Over een breedte van 50 m. ongeveer vond

men in den wand van de insnijding door elkaar liggende gesteentebrokken, bestaande uit Bontzandsteen, Wellenkalk, Trochietenkalk, Nodosenkalk en zelfs Keuper. Aan een zijde waren de Bontzandsteenlagen over een kleinen afstand sterk naar boven gebogen. Het fijnere gruis bevatte kleine, donkere stukjes glasachtig materiaal, die gemakkelijk als vulcanisch materiaal te herkennen waren. Men vindt hier dus weder een kraterpijp, thans echter zonder intrusie, althans in dit niveau. In tegenstelling met de Stopfelskuppe was hier wel sleuring van de Bontzandsteenlagen waar te nemen.

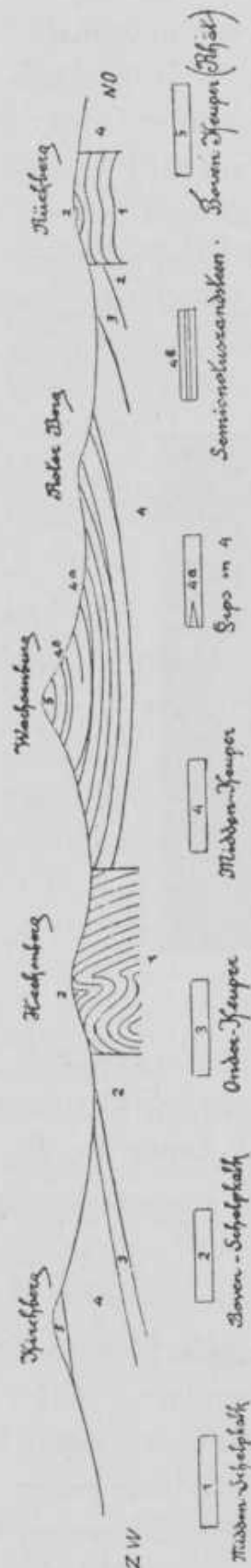


Fig. 6. Bezoek aan de Kalimijn te Unterbreizbach.

Door het ontbreken van tegen erosie weerstand biedend materiaal, was hier geen „Kuppe” uitgepraepareerd. Uit deze pijp blijkt nog, dat in jong-tertiairen tijd nog Schelpkalk en zelfs Keuper in dit gebied voorkwam.

V i j f d e d a g.

Om 8 uur vertrok de excursie per autobus van Eisenach. Het doel van de tocht was een bezoek aan de Wachsenburg en omgeving. Deze maakt deel uit van dezelfde storingzone, die den eersten dag van de excursie werd bezocht (Seeberger Horst) en is een meer Z.O. gelegen deel hiervan. Men vindt hier twee Schelpkalkkruggen, gescheiden door een lager gelegen Keupergebied, waaruit de Wach-



Schaal 1 : 22500.

Fig. 7. Profiel door de Wachsenburg en omgeving.

zenburg en de Gleichen zich verheffen. Op den weg Arnstadt-Bittstedt werd uitgestapt voor den Z.W. Schelpkalkrug. Deze rug werd dwars overgestoken. Eerst vond men sterk geplooide Wellenkalk, die fraaie detailplooïing vertoonde. De terebratulabank met *Terebratula vulgaris* Schl. werd gevonden en ook de poreuse Schaumkalk met spaarzame oolithen. In een topografisch lager gelegen akker kwam de Midden-schelpkalk aan den dag en daarna bereikte men de Trochietenkalk en vervolgens de Nodosenlagen. In een akker werden eenige exemplaren gevonden van *Ceratites nodosus* de Haan.

Vanaf de horst had men een mooi uitzicht op de Wachsenburg en op de N.O. Schelpkalkrug met veel dwarsverschuivingen.

Vervolgens werd de Kirchberg beklommen, Z. van den horst gelegen, welke geheel uit Keuper bestaat.

De Rhätzandsteen is bijna geheel weggeërodeerd; men vindt alleen nog losse stukken van dit gesteente op den top.

De hellingen van den Kirchberg worden gevormd door Onder- en Midden-Keuper (bonte letter).

De Rhät van den Kirchberg ligt 5 m. lager dan die van de Wachsenburg.

Via den Schelpkalkrug daalde men af naar Holzhausen om vandaar uit de Wachsenburg vormt topografisch het hoogste, tegenbrug vormt topografisch het hoogste, tectonisch juist het laagste punt van het terrein. Deze omkeering van reliëf is op eenvoudige wijze door den gang van de erosie te verklaren. Langs de hellingen van de Wachsenburg vindt men prachtige ontsluitingen in de

bonte letten van de Midden-keuper.

Vanaf Holzhausen komt men eerst in mergels, daarna in de bonte letten. Evenals in den Seeberg komen talrijke kleine verschuivingen voor. De spleten zijn meestal gevuld met dolomiet en gips. Boven de letten volgt de Semionotus-zandsteen en daarop de Rhät, die echter op de Wachsenburg niet te vinden is. De fundamenten van het slot zijn wel in Rhät-zandsteen gebouwd.

Vanaf de Wachsenburg heeft men weer een mooi uitzicht over de omgeving: de beide Schelpkalkhorsten, de Drei Gleichen, het Thüringer Wald, de Seebergen, enz.



Fig. 8. Keuperletten bij de Wachsenburg.
Uit het verslag van de excursies, gehouden in 1908.

Des namiddags werd eerst gezocht naar de Semionotuszandsteen die aan de N.N.O. zijde van den berg werd gevonden. Het is een zeer fijnkorrelige zandsteen, met roode puntjes van verweerde veldspaat, en dikwijls onnoemelijk veel bruine vlekjes, afkomstig van fossiele vischschubjes en mogelijk van plantenresten.

De lagen van de Wachsenburg hebben een circumsynclinale- of komvormige ligging, die zich het eenvoudigst laat verklaren, door aan te nemen, dat het geheel geplooid werd tot de elasticiteitsgrens der schollen was bereikt. Een aanhouden van de tangentieele druk

had dislocaties tengevolge, uitpersing van sommige smalle wigvormige schollen (de tegenwoordige Schelpkalkhorsten) en kanteling van andere schollen.

Het is in dit verband opvallend, dat de Keuper van den Kirchberg met de Keuper van de Wachsenburg in bijna gelijk niveau voorkomt.

Afgedaald werd vervolgens in de richting van Haarhausen. Vlak voor dit dorp werd de N.O. Schelpkalkrug gepasseerd, die evenals de Z.O. rug bestaat uit sterk geplooid en gestoorde schelpkalklagen. In een ontsluiting rechts van den weg werd steilstaande Wellenkalk, Trochieten- en Nodosenkalk waargenomen in schollen door elkaar, een bewijs voor het sterk gestoorde karakter der gesteenten.

Van Haarhausen bracht een bus de deelnemers naar Ilmenau, waar overnacht werd in het Bahnhofshotel „Zum Deutschen Kaiser“.

Zesde dag.

De volgende dag was bestemd voor een onderzoek van de omgeving van Manebach. 's Morgens werd de stratigrafie en de tectoniek van het Rotliegendes in de horst bestudeerd, terwijl 's middags de randflexuur in dit gedeelte van het Thüringer Wald werd onderzocht.

Per autobus begaf men zich naar Meyersgrund, vanwaar eerst het dal van de Ilm stroomafwaarts werd vervolgd. Men vond eerst boven-carbonische graniet, bestaande uit kwarts, roodachtige orthoklaas, oligoklaas en een zwarte magnesiumhoudende glimmer, dikwijls in den vorm van goed ontwikkelde zeszijdige blaadjes. Na ongeveer 10 minuten komt men in de onderste Gehrener lagen, gekarakteriseerd door zeer veel basische eruptiva. Hier vond men echter arcose, een afbraakproduct o.a. van carbonische graniet, die veel roode veldspaat, rolsteen van kwarts, kiezellei, kwartsiet, enz. bevat. Daarop liggen roode kleischalies en daarop weer grijze, kalkhoudende zandsteen en donkere kleischalies met zeldzame anthracosiën.

Dan volgen vulcanische afzettingen, namelijk eerst kwartsporfier (Meyersgrundporfier). die door de excursie niet werd bezocht, daar ze in dit deel van het Ilmdal niet voorkomt, en daarop enstatietporfieriet, ontsloten in een groeve bij Schneidermüllerskopf (Schneidemüllerskopf-porfieriet). Deze enstatietporfieriet ligt direct op de onderste Gehrener lagen. Het is een fijnkorrelig tot dicht gesteente, op versche breukvlakken bijna zwart en glinsterend. Bij beginnende verweering wordt het blauw tot bruinachtig grijs. De enstatiet is met het bloote oog niet in de, uit veldspaat en augiet bestaande grondmassa te herkennen.

Daarna treft men tot aan het dal van de Langebach weer arcose en zandsteen aan van de onderste Gehrener lagen en aan de overzijde van het dal duikt, ontsloten in een groeve, de carbonische graniet weer op. Duidelijk kan men hier de wolkzakverweering waarnemen. In de groeve treft men ook een aplitgang aan, bestaande uit kwarts, veldspaat en een weinig witte kaliglimmer.

Nu begon de bestijging van de Kichelhahn, via den Dachkopf, langs een houtbaan. Men krijgt zoo een volledig profiel van de Gehrener lagen. (De profielen wisselen sterk van plaats tot plaats, zoodat een profiel slechts van lokaal belang is).

Achter de granietgroeve vindt men dan eerst weer arcose, bestaande uit korrels veldspaat en kwarts, plaatselijk zonder glimmer, op andere plaatsen glimmerhoudend, zoodat de samenstelling dan gelijk is aan die van graniet. Hoogerop vindt men hier een glimmerporfieriet, donker tot lichtroodbruin gekleurd, op versche breukvlakken ook wel donkergrijs.

De glimmerporfieriet bevat phenokristen van lichtroode plagioklaas, Mg-houdende glimmer, weer in zeszijdige blaadjes ontwikkeld en meestal sterk verweerde augiet. De grondmassa is dicht; soms treedt weinig ontwikkelde amandelstructuur op.

Men kan waarnemen, dat verschillende erupties van glimmerporfieriet hebben plaats gehad. De verschillende erupties worden namelijk gescheiden door tusschengeschakelde andere afzettingen, sedimenten of vulcanisch materiaal. Men vindt brecciën, conglomeraten, zandsteen, kleischalies en ook vulcanische tuflagen of aschlagen met vulcanische bommen van sterk wisselende afmetingen.

Bij den top van den Dachskopf treft men den „Tonstein“ aan, een roodachtig grijs gesteente, uit fijne asch bestaande.

Op den Tonstein volgt de Höllkopfmelaphyr. In een dichte, donkerbruine grondmassa vindt men talrijke, dicht opeen gedrongen, meestal evenwijdig gerangschikte plagioklaaskristallen. In verweerde gedeelten vallen ze sterk op door hun witte kleur. Augiet en olivijn zijn zeldzaam en dan sterk verweerd. Kogelronde holten geven het gesteente een amandelstructuur.

Van den Dachskopf af werd de bestijging van de Kickelhahn verder ondernomen. Men treft weer Tonstein aan, daarop Höllkopfmelaphyr en dan Kickelhahnporfier. In frisschen toestand is deze porfier rood, aan de oppervlakte meestal gebleekt. In een bruinroode, dichte grondmassa vindt men kleine phenokristen van veldspaat, soms groenachtige of roode glimmer, zeldzamer kwarts. Ongeveer halverwege den top treden porfiertuffen op, waaruit blijkt, dat ook de Kickelhahnporfier niet tijdens één eruptie is afgezet.

Op den top vindt men een uitzichttoren en het Goethehuis.

Na den omtrek opgenomen te hebben, begon de afdaling naar Manebach langs den Gr. Herrmannsstein. In lager niveau treft men nu de jongere Manebacher lagen aan.

De Manebacher lagen zijn langs verschuivingen afgezonken en daardoor voor erosie gespaard gebleven. Men neemt twee verschuivingsvlakken waar, die elkaar ten Z.W. van de Kickelhahn ontmoeten. Het eene loopt van hier in N.N.W. richting, het andere in W.N.W. richting. Het bedrag der verschuiving wordt naar het N.W. grooter, zoodat in die richting jongere lagen optreden.

Het meest noordelijke verschuivingsvlak werd aangetroffen. Dit is in het terrein te vervolgen, doordat het stroomende water hier geringeren weerstand ontmoette en de verschuiving gedeeltelijk heeft uitgepraepareerd.

De Manebacher lagen werden in een periode van vulcanische rust afgezet. Er vormden zich groote, vlakke bekkens, waarin klastisch materiaal, afkomstig van de omringende gesteenten, werd afgezet: conglomeraten, brecciën, zandsteen, kleischalies. Over het algemeen vindt men aan de basis een conglomeraat van por-

fierisch en porfierietisch materiaal, afwisselend met zandsteen, transgredeerend over de oudere Gehrener lagen. De volgende lagen hebben een meer grijze of zwarte kleur, veroorzaakt door koolachtige substanties, die afkomstig zijn van de rijke plantengroei, die zich in het tropische klimaat ontwikkelde. Men vindt zandsteen en kleileien met *Walchia*, daarop zandsteen, gedeeltelijk conglomeratisch ontwikkeld, met rolstenen van kwartsiet en andere gesteenten afkomstig (puddingzandsteen), vervolgens fijnkorrelige, deels kalkhoudende zandsteen en zwarte kleileien, waarin varens. Dan treden de koollagen op, onderbroken door kleischalies.

Men kent 8 koollaagjes van enkele cm tot 7 dm dik. In de koollagen en in het nevengeesteente vindt men een permische flora: *Walchia* en *Pecopteris*- en *Annularia*-soorten en *Equiseten*. Alleen dit gedeelte van de Manebacher lagen werd door de excursie bezocht.

's Namiddags beklom de excursie vanuit Manebach de Emmafels. Men loopt dan eerst nog eenigen tijd door Manebacher lagen en komt dan in de onderste zone van de Goldlauterer lagen. Daar-

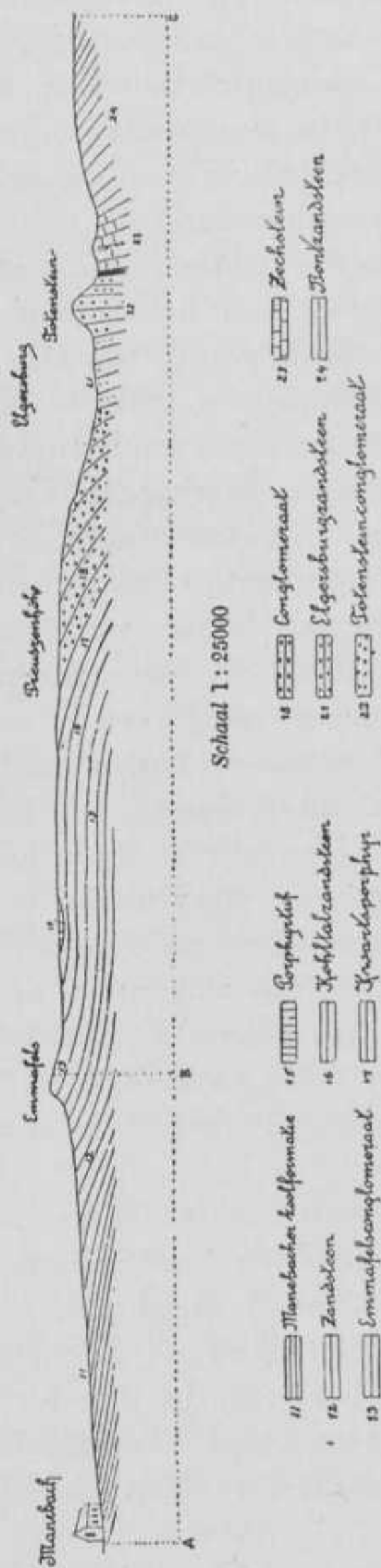


Fig. 9. De N.O. grensflexuur bij Elgersburg.

na komt men in de bovenste zone, die bestaat uit een rood conglomeraat, het Emmafels-conglomeraat, waarin rolsteenen van hoofdzakelijk vulcanisch materiaal. De grootte wisselt sterk. Het conglomeraat is in zeer snel stroomend water afgezet. De lagen krijgen een kleine helling naar het N.O. Langzamerhand nadert men de N.O. grensflexuur.

Bij de Marienquelle werd een verschuiving gepasseerd. In gelijk niveau vindt men het Emmafels-conglomeraat en de Kohltalzandsteen, behorende tot de Oberhöfer lagen. Dit is een roode, kleiachtige zandsteen. Ook de porfiertuf van de Oberhöfer lagen is goed ontsloten. In noordelijke richting verder gaande, komt men spoedig in de Tambacher lagen, het jongste gedeelte van het Rotliedendes. Deze lagen hebben reeds een vrij sterke helling naar het N.O. De onderste zone wordt gevormd door het Schwalbenstein-conglomeraat. Hierin vindt men nog enkele lagen bestaande uit kwartsporfier, die hun aanzijn te danken hebben aan de laatste phase van de uitstervende permische vulcanische activiteit. Het Schwalbenstein- of Preuszenhöhe conglomeraat is meerendeels opgebouwd uit componenten van oudere Rotliedendes-lagen.

In de richting van Elgersburg treft men de steilstaande jongere afzettingen van de Tambacher lagen aan: de Elgersburgzandsteen, een fijnkorrelige, roode zandsteen, en het Totenstein-conglomeraat.

Men bevindt zich nu in de eigenlijke flexuur, die hier buitengewoon regelmatig is ontwikkeld. Het Totenstein-conglomeraat heeft een helling van 60 à 70°, de Onder-zechstein staat verticaal, daarna neemt de helling weer af. De Bontzandsteen ligt bijna horizontaal.

Links van den weg Elgersburg—Roda werd nog de Zechstein bestudeerd. Men heeft achtereenvolgens het Totenstein-conglomeraat van het Rotliedendes, dan het Zechstein-conglomeraat, de Kupferschiefer en de Zechsteinkalk. De Midden-zechstein ontbreekt. Men komt dus direct in de Boven-zechstein en vindt onderste letten met gips, Plattendolomiet en bovenste letten. De laatste lagen hellen al van het Thüringer Wald af, maar staan toch nog zeer steil.

Van de tocht van Elgersburg naar Roda en van de beklimming

van de Preuszenhöhe moest, en wegens het slechte weer en wegens het vergevorderde uur worden afgezien. Per autobus vertrok men van Elgersburg naar Sonneberg, waar overnacht werd in Krugshotel.

Achtste Dag.

Den ochtend van den achtsten dag werd de samenstelling van het leigebergte onderzocht. De route leidde via Sonneberg naar het Steinachdal en door dat dal naar den Sandberg. Men bezocht dus eerst het N.W. deel van het Frankenwald, dat uit Culm bestaat, (Ziegenrücker Mulde of Frankenwalder Hauptmulde) en vervolgens het Z.O. deel van het Thüringer Wald (Schwarzatalsattel), dat uit Cambrium en Siluur bestaat. Het Devoon en het Siluur van de Geol. Landesanstalt liggen ongeveer op de grens van beide gebieden.

Ten Noorden van Sonneberg werd de Z.W. randverschuiving gepasseerd en kwam men vanuit de Bontzandsteen van het voorland in de Culm van het Frankenwald. Eerst vond men leien, afwisselend met kwartsieten of grauwacken (Boven-culm). In een ontsluiting werden de verschillende verschijnselen bestudeerd, die door de hercynische- of varistische gebergtevorming zijn ontstaan. De lagen zijn meestal steil opgericht, terwijl de strekking der lagen varistisch is. De leien hebben druksplijting aangenomen. Deze druksplijting is echter niet ten volle tot ontwikkeling gekomen, gehinderd als de lei was in zijn bewegingen, door de tusschengeschakelde kwartsietbanken, die geen druksplijting vertoonen.

De tocht werd door het dal van de Steinach voortgezet in N.W. richting. In de kernen der anticlinalen treden steeds oudere gesteenten op. Men komt dan ook in Onder-culm, die veel minder kwartsieten bevat dan de Boven-culm. De leien vertoonen een goed ontwikkelde druksplijting en worden in verschillende groeven ontgonnen.

Vervolgens kwam men in Boven-devoon, bestaande uit Cypridinenlei met *Cypridina*, die door opname van kalkknollen in Kalkknotenschiefer en Knotenkalk of Knollenkalk overgaat. De kalkknollen vormden oorspronkelijk doorlopende kalklaagjes, die

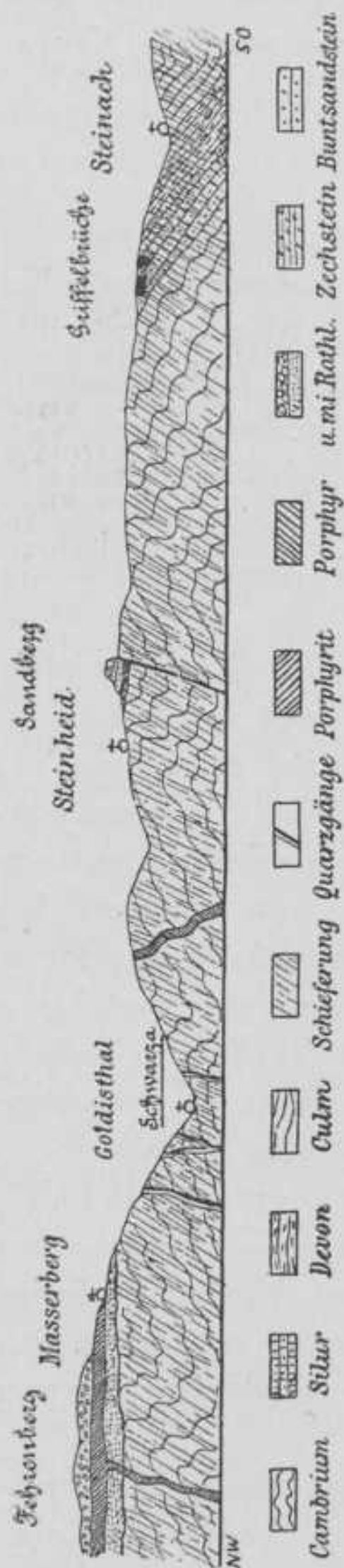


Fig. 10. Prof. door het Schwarzsattel van Steinach naar den Fehrenberg. Volgens Joh. Walther.

echter gebroken en waarvan de deelen door twee systemen van druksplijting van elkaar gescheiden zijn. De druksplijting is het duidelijkst ontwikkeld in de kalkarme lagen.

In een zijdal bij Steinach is de plooiing van de lagen prachtig te zien.

Verder vindt men Midden-devoon: weinig karakteristieke leien en Tentaculietenlei. Vervolgens Siluur, waarvan de bovenste afdeeling als Graptolietenlei en Ockerkalk, de middelste als Graptolietenlei en de onderste als lei ontwikkeld is. Nu werd een bezoek gebracht aan de groeven in Onder-silurische griffellei op den Steinheider Berg. Deze lei vertoont druksplijting in twee richtingen en splijt heel moeilijk volgens de gelaagdheid. Het materiaal heeft een buitengewoon gelijkmatige korrelgrootte.

In de griffellei werd plaatselijk fijne detailplooiing waargenomen.

Na de bezichtiging der groeven werd een bezoek gebracht aan de griffelfabriek en de verwerking van het materiaal tot griffels gevolgd.

Van Steinach begaf men zich naar den Sandberg, door Cambrium (volgens de indeeling van de Geol. L.-A.), bestaande uit leien en kwartsieten.

In den namiddag gold het eerste bezoek de steengroeve in den Sandberg, die uit Bontzandsteen bestaat. Door een plaatselijke verschuiving is deze Bontzandsteen dieper komen te

liggen als de Bontzandsteen uit de omgeving en daardoor voor erosie gespaard gebleven. De verschuiving heeft een N.W.—Z.O. verloop. Ten N.O. ervan liggen cambrische afzettingen, ten Z.W. vindt men Bontzandsteen en Zechstein discordant op Cambrium. Men neemt hier dus weer de hercynische discordantie waar.

De zandsteen vertoont „ripplemarks”, en discordante parallelstructuur en bevat ook „Tongallen”. De „Tongallen” kan men verklaren door afzetting aan te nemen in groote poelen of bekkens, waarin stroomend water, dat alleen zand gelegenheid gaf te bezinken. Op rustige plaatsen echter kon ook de klei tot afzetting komen. Er ontstonden kleiophooping, die later, door den druk der bovenliggende lagen werden samengeperst en als „Tongallen” bewaard bleven.

Het materiaal, waaruit de Bontzandsteen is opgebouwd, is afkomstig van graniet. De veldspaat, die de zandsteen oorspronkelijk bevatte is sterk tot kaolien verweerd, waardoor de Bontzandsteen hier een lichte kleur heeft gekregen. De kaolien wordt gewonnen en dient als grondstof voor de porcelein-industrie.

Na de steengroeve op den Sandberg werd de Schwarzaquelle bezocht, een artesische bron. Hier vindt het water een uitweg, dat door het kleiachtige materiaal van de verschuivingsbreccie van de bovengenoemde verschuiving wordt tegen gehouden.

Van de Schwarzaquelle trok men naar Scheibe, dat volgens de overzichtskaart in Zechstein ligt. Het gelukte na lang zoeken enkele stukken plaatdolomiet uit de Boven-zechstein te vinden. De Bontzandsteen en de Zechstein liggen dieper dan de omgeving, doordat ze minder bestand waren tegen erosie, dan de omringende leien en kwartsieten. Op den duur werden zij echter aan den invloed van de erosie onttrokken en de omgeving door haar hogere ligging meer daaraan blootgesteld. Daardoor is de rest van Zechstein en Bontzandsteen gespaard gebleven, maar ook bedekt met puin van de omringende toppen en daardoor lastig te vinden. In het landschap echter steken duidelijk de Cambrische bergen af tegen de flauwere hellingen van de Zechstein.

Van Scheibe trok men door het cambrische gebied naar Rauhenstein, gelegen bij de Z.W. verschuiving. Hier zijn Cambrium (eig.

Onder-siluur) en Schelpkalk met elkaar in contact gebracht. De verschuiving bereikt hier dus wel een enorm bedrag. Door horizontale Bontzandsteen en Schelpkalk ging men nu in Z.O. richting, passeerde opnieuw de randverschuiving en bereikte het Siluurgebied bij Hämmern. Hier vindt men een groeve, waarin uitstekend geconserveerde graptolieten werden gevonden. Deze groeve is aangelegd in Boven-silurische, bitumineuse leien. Hier werden verschillende exemplaren van *Monograptus*, *Rastrites* en *Didymograptus* gevonden.

Op die leien werd Ockerkalk gevonden, daarboven weer Graptolietenlei, behorende tot de bovenste horizont van het Boven-siluur. Daarop volgde een Kalkknotenschiefer uit het Onderdevon.

Van Hämmern ging men terug naar Sonneberg en passeerde opnieuw de Z.W. randverschuiving van het Thüringer Wald.

N e g e n d e d a g .

Om acht uur vertrok men per autobus via Lehesten naar den Oertelsbruch, een der grootste leigroeven van de wereld. Men reed door het uitgestrekte Culmgebied van het Frankenwald. Onderculm vindt men in de anticlinalen, Boven-culm in de synclinalen. De leisteengroeven bevinden zich in Onder-culmische leien, daar deze homogeen is en gemakkelijk druksplijting aanneemt. Dit blijkt wel hieruit, dat de druksplijting soms heel kleine hoeken maakt met de gelaagdheid. Is de lei niet homogeen, dan verspringen de druksplijtingsvlakken telkens en is de lei waardeloos.

Een gevolg van de sterke druksplijting is, dat de sterke plooiing zeer lastig is waar te nemen. Zij volgt echter wel uit het feit, dat de gelaagdheid alle mogelijke hoeken maakt met de druksplijting, die een constante richting heeft. Nu en dan komen, ondanks de regelmatigheid, knikken en afschuivingen voor.

De Oertelsbruch bevindt zich in een berg, die omgeven is door een onbruikbare, verweerde korst. Dit onbruikbare materiaal laat men zooveel mogelijk staan en er wordt dan ook gewerkt in een groote kuil, die langs trappen en door tunnels bereikbaar is.

Fossielen zijn zeldzaam en alleen bewaard gebleven op plaatsen, waar druksplijting en gelaagdheid samenvallen.

De Culmlei van den Oertelsbruch vormt een groote liggende plooi. Heeft de lei een pyrietgehalte, dan wordt door verweering van de pyriet ijzerhydroxyde afgescheiden, wat op verschillende plaatsen werd waargenomen.

Langs den Bärensteinbruch begaf men zich na het bezoek aan den Oertelsbruch, door het dal van de Kl. Sormitz en langs de Weitisbergaer Mühle naar Weitisberga, gelegen op de helling van den Henneberg. De Henneberg bestaat grootendeels uit Culmlei, die men vindt tot een hoogte van 620 m. Tusschen Weitisberga



Fig. 11. Plooiing in het Devoon bij Fischersdorf.

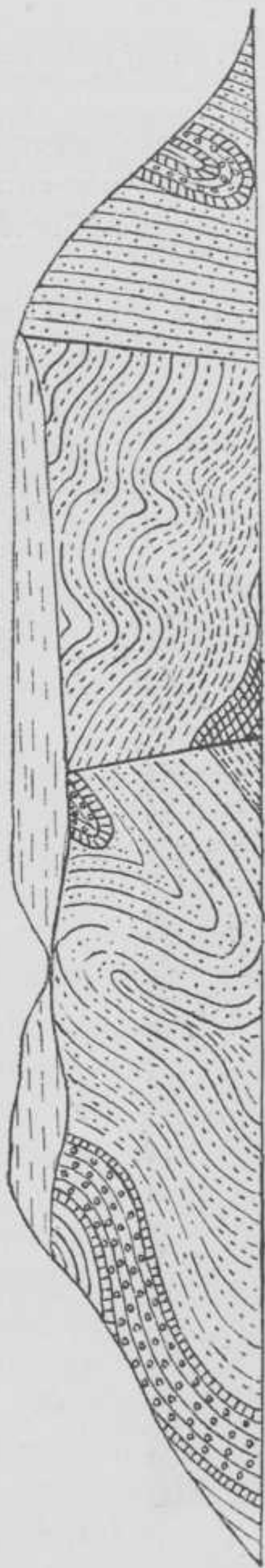


Fig. 12. De hercynische discordantie van de Bohlen.
Zechsteinkalk horizontaal op Boven-devoon (Kalkknotenschiefer en Cypridinenlei).

en Heberndorf verheft de Henneberg zich tot een hoogte van 700 m. en dit gedeelte bestaat uit graniet, dat uit de Culm omhoog steekt. De Culm, die de graniet omringt, is contactmetamorf verandert. Nopjesleien nam men al in den Bärensteinbruch waar. Deze nopjesleien vindt men ook tusschen den Bärensteinbruch en Weitisberga, maar ze gaan spoedig in vlekkeien over en daarna in zeldzamere andalusiet- en en chiasolietlei. Bij Weitisberga treedt hoornrots op.

Vanuit Weitisberga werd de Henneberg verder bestegen. Men vindt een blokveld van graniet. In een groeve aan de N.O. zijde van den berg, die in biotiet-graniet is aangelegd wordt een kersantietgang gevonden, die jonger is dan de graniet. Deze kersantiet is een basisch, donker, gelijkmatig fijnkorrelig gesteente, met veel glimmerblaadjes.

In verbinding met de graniet treden ook aplietgangen op.

's Namiddags vertrok men van Weitisberga en reed door het Sormitzdal naar Eichicht, daarna langs de Saale tot Fischersdorf. Tot even voor Fischersdorf leidde de weg nog steeds door Culm, Boven-culm o.h.a. in de synclines, Onder-culm in de anticlines. Bij Fischersdorf komt men in het Devoon. Het Devoon is zeer goed ontsloten in de Gleitsch, een berg, die uit Kalkknotenschiefer bestaat (Boven-devoon). De lagen zijn hier zeer sterk geplooid

en vormen een bijna cilindervormig gewelf. De plooï heeft een sterke asduiking.

Iets verder stroomafwaarts ziet men weer steil hellende Devoonlagen, terwijl men hooger op horizontale lagen waarneemt. Dit lijkt vanaf den weg gezien veel op een discordantie en men zou verwachten, dat de horizontale lagen uit Zechstein bestonden. Bij nader onderzoek blijkt alles uit Kalkknotenschiefer te bestaan en de horizontale lagen den top te vormen van een groote, eenigszins cilindervormige plooï, waardoor de lagen in het hoogste punt over korten afstand vrijwel horizontaal verlopen. Men trof hier dus een pseudo-discordantie.

Vervolgens werd de hercynische discordantie van de Bohlen bezichtigd. De berg bestaat uit sterk geplooid Boven-devoon: Kalkknoten-schiefer en enkele lagen Cypridenenlei (*Cypridina* werd niet gevonden). De top bestaat uit horizontale Zechsteinkalk, uit de Onder-zechstein. In deze lagen werd een enkel exemplaar van *Productus horridus* aangetroffen.

Het uitzicht van den top op het Saaledal kwam door regen en mist niet goed tot zijn recht. Toch kon het sterke meanderen van de Saale wel waargenomen worden. Dit had men ook onderweg al kunnen waarnemen. Verder zijn twee terrassen duidelijk te onderscheiden, die wijzen op perioden van verschillend afvoerend vermogen van de rivier.

Tenslotte werden nog de Feengrotten bij Saalfeld bezichtigd. Dit zijn verlaten groeven in de aluinschalies van het Boven-siluur, vroeger gewonnen als grondstof voor de vitriool-fabricage. Aan den ingang van de grotten bevindt zich een minerale bron. Het water stijgt op langs een verschuivingspleet tusschen Cambrium en Siluur.

In de grotten zijn druipsteenvormingen van fosfaten afgezet en langs de wanden door verweering tal van verschillende mineralen, waaronder zeer zeldzame.

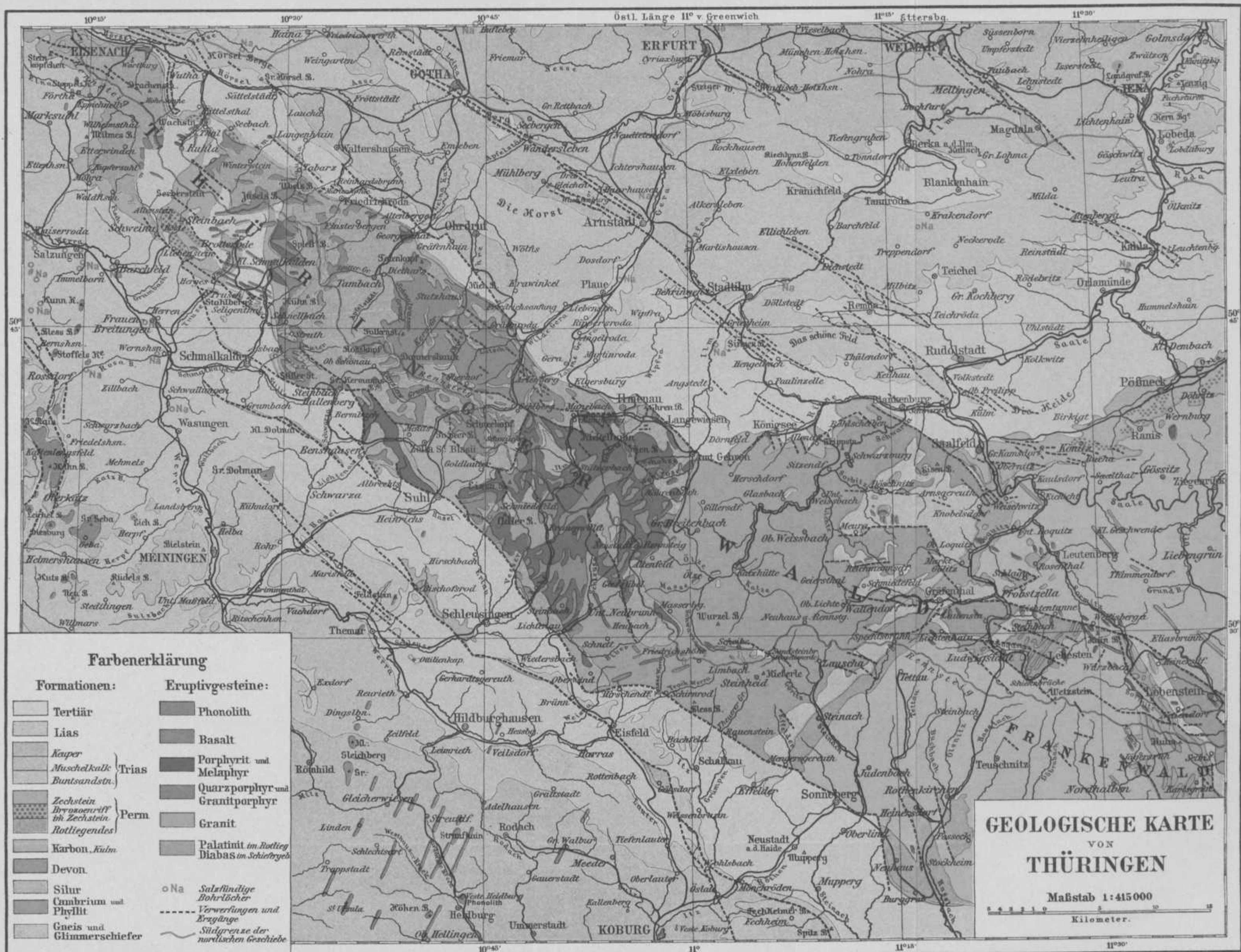
De vele kleuren geven aan deze grot wel een bijzonder cachet.

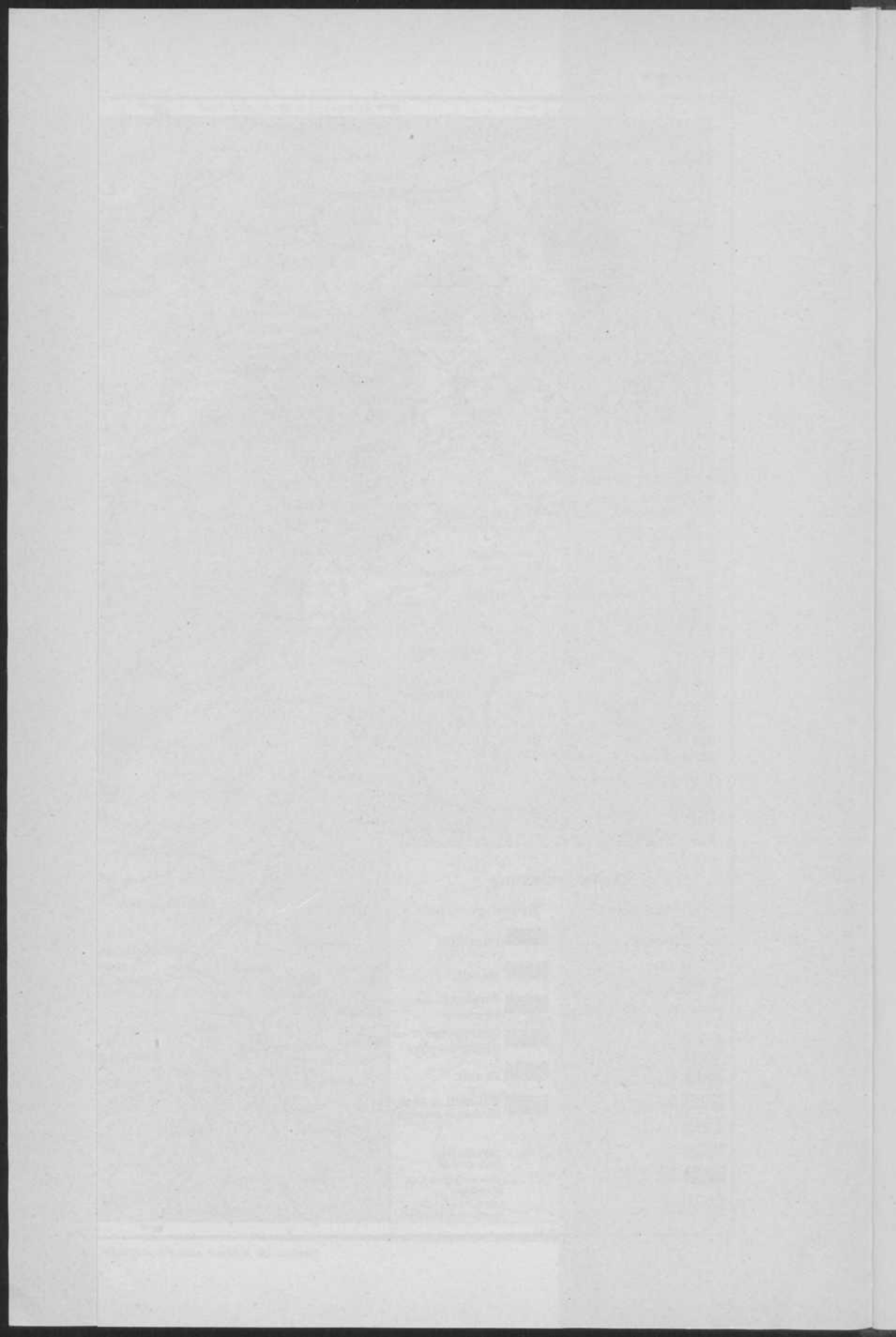
Van Saalfeld begaf men zich naar Arnstadt, waar het slotdiner werd gehouden en vanwaar den volgenden dag de terugreis werd aanvaard.



LIJST VAN DEELNEMERS.

Prof. dr. ir. H. A. Brouwer.	A. H. J. v. Goch.
W. M. Kersten.	J. v. Heek.
H. H. Badings.	A. Keck.
G. L. Blokhuis.	H. G. Kruyt.
J. G. v. Blom.	J. v. d. Lely.
L. E. J. Brouwer.	C. J. A. v. Lummel.
C. N. Cramer.	H. Pomes.
G. W. v. Dedem.	L. L. v. Praag.
H. H. Duurentijdt.	C. H. v. Raalten.
J. Duyfjes.	





DE HARZEXCURSIE.

Door het plotselinge vertrek van een der redactieleden, was het niet meer mogelijk een volledig verslag van de Harzexcursie in dit jaarboek op te nemen. De redactie behoudt zich voor, dit verslag alsnog in het volgende jaarboek te publiceeren. Voorloopig moet zij er mee volstaan de hierachter volgende bijdragen op te nemen, van ir. Tj. de Vries, terwijl in ditzelfde jaarboek een bijdrage voorkomt, handelende over het vraagstuk der dekbladenbouw van de Harz, dat voor hen, die belang stellen in de Harz-geologie van belang kan zijn.

De Redactie.

DE VERSMELTING VAN RAMMELSBERGER ERTSEN TE OKER,

door Ir. Tj. de Vries.¹⁾

De Rammelsberger ertsen bestaan uit fijn vergroeide Pb, Zn, Cu en Fe sulfiden met een geringe hoeveelheid arseenverbindingen en verder leisteen als gangmateriaal. Door de fijne vergroeiing is concentratie door gravitatie niet toe te passen en tot nog toe werd over schuimscheiding niets gepubliceerd.

De koperhoudende ertsen worden verdeeld in twee soorten, n.l. in:

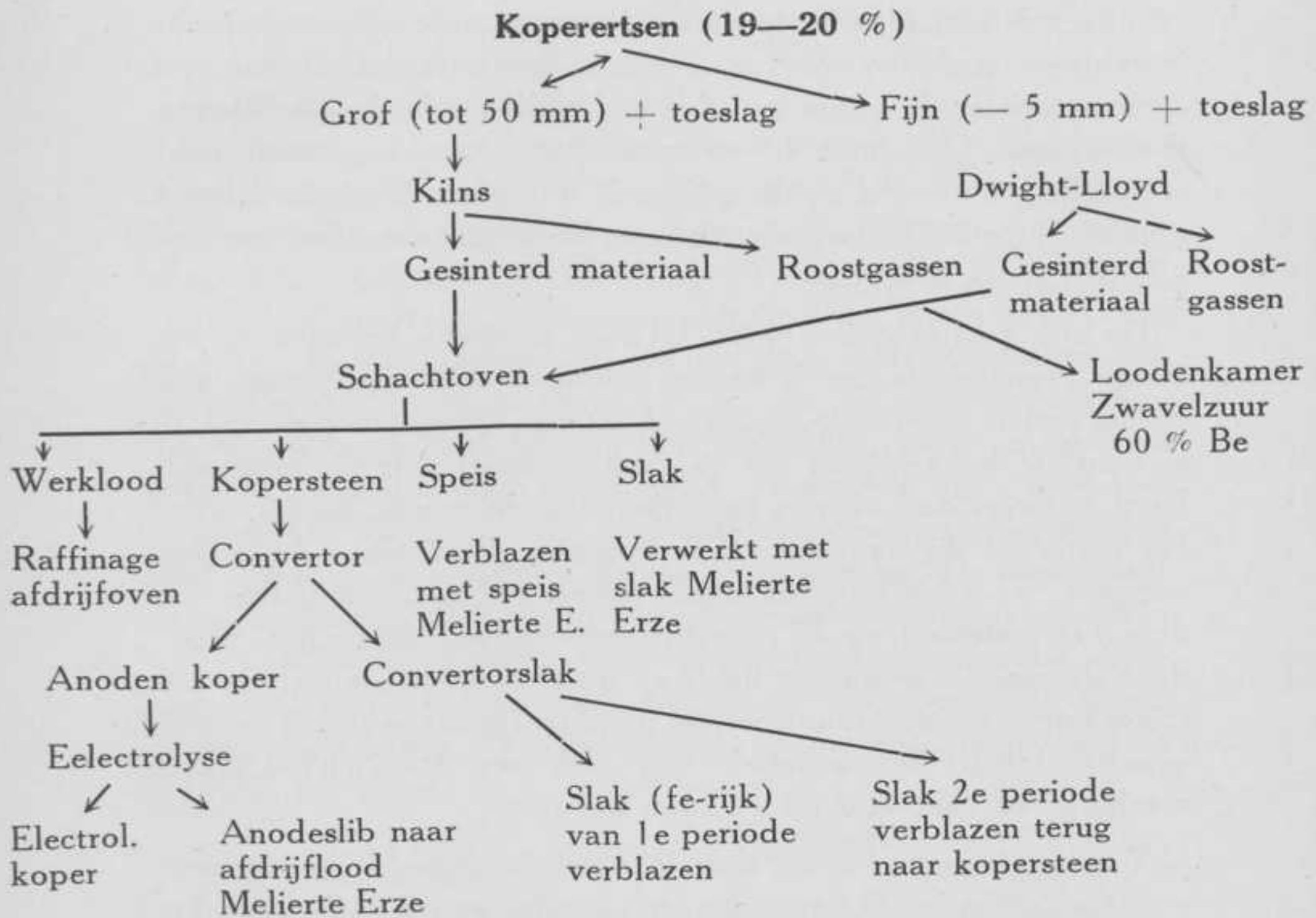
1ste: Koperertsen met 19—20 % Cu;

2de: De z.g. „Melierte Erze” welke een gehalte hebben van 4—5 % Cu, 9 % Pb, 18 % Zn, en 25 % S.

De eerste soort (n.l. die met hoog Cu gehalte) wordt steeds zeldzamer; momenteel (1929) is de productie nog slechts 3000 ton per jaar en levert in totaal ongeveer 800 ton electrolytisch koper op.

De behandeling van dit erts geschiedt geheel afzonderlijk van de andere ertsen, maar de bijproducten vinden hun weg in het proces, dat dient voor de verwerking van de z.g. „Melierte Erze”. Een overzicht van de verwerkingswijze geeft onderstaande stamboom.

¹⁾ De heer Ir. L. R. Beynen was zoo welwillend, dit artikel, na het vroegde vertrek van den heer De Vries, persklaar te maken. In „Metall und Erz” van 1 Maart 1931 is een belangrijk artikel verschenen van Berggrat W. Sauerberg te Oker over het Dwight-Lloyd-systeem zooals het daar wordt toegepast.



Buiten het bovenstaande werden aan de excursie vrijwel geen bijzonderheden verstrekt, daar op het oogenblik van het bezoek geen erts van dit gehalte werd versmolten. Dit geschiedt slechts eens in de drie maanden.

De versmelting van de Melierte Erze.

Deze ertsen vormen dus het normale product, dat door de smelterij verwerkt wordt, en wel op de volgende wijze:

Door walsen wordt het erts gebroken tot een product van — 5 mm, waarop het verkregen materiaal afgeroost wordt in etageovens van het systeem Spirlet, bij een temperatuur van 300° C. Hierdoor wordt het S gehalte teruggebracht tot op 8 %. Vervolgens mengt men het afgerooste erts met SiO₂ en al naar het metaal-

gehalte ook met afgerooste pyriet (kiesabbrände of purple ore). In zeldzame gevallen voegt men zelfs kalk toe. Het toevoegen van deze materialen dient om gunstige verhoudingen in de schachtoven te verkrijgen. Voor men dit materiaal echter kan chargeeren, moet het gesinterd worden en dit geschiedt nu in een Dwight-Lloyd sintermachine welke voor de sintering zorgt en tevens het zwavelgehalte omlaag brengt.

De hier gebruikte Dwight-Lloyd machines berusten op het zelfde principe als het bekende amerikaansche type, maar zijn geheel anders gebouwd. Zij bestaan uit een roteerende ronde tafel, waarop de bakken met het te sinteren goed worden geplaatst. Eerst passeert de bak een inrichting, die de reactie inleidt, door het materiaal op temperatuur te brengen. Vervolgens draait het segment, waar de bak op staat, boven een afzuiginrichting die door het materiaal en de geperforeerde bodem lucht zuigt, waardoor de reactie voortgang heeft en de zwavel verbrandt. De bereikte hoge temperatuur doet het materiaal sinteren en het zwavelgehalte dalen. De capaciteit van zulk een Dwight-Lloyd machine bedraagt 100 tot 120 ton per dag.

Wat de afzuiging betreft, deze is in tweeën gedeeld. De afgassen, welke ontstaan in het begin van de periode, waarin lucht door het sintergoed wordt gezogen, zijn uit den aard der zaak rijker aan SO_2 en SO_3 , dan die, welke tegen het einde van de bewerking ontstaan. De rijkere gassen worden nu te zamen met de afgassen van de roostovens door Cottrell-Müller systeem geleid, ten einde van stof bevrijd te worden. Het door deze installatie neergeslagen stof bevat gemiddeld 30 % Zn als ZnO en 25 % Pb. De van stof gezuiverde gassen bevatten 10—12 % SO_2 , hetwelk in de zwavelzuurfabriek tot zwavelzuur verwerkt wordt met behulp van het loodenkamer-proces.

Wordt gerooste pyriet toegeslagen, dan wordt deze afzonderlijk gesinterd en pas later met het afgerooste erts vermengd. Dit heeft als voordeel, dat men het vormen van Fe-silicaten voorkomt, welke in de schachtoven moeilijk zijn te ontleden.

De versmelting van het gesinterde materiaal in de schachtoven geeft de volgende producten:

1e. Het z.g. „Werklood”.

De verwerking hiervan is geheel zooals te Lautenthal (zie later). De verkregen producten zijn: Hartblei (antimoonlood); loodoxyde dat ten deele handelsproduct is en ten deele weer op lood wordt versmolten; Raffinatblei (zuiver lood) en verder gegranuleerd Au-houdend zilver en een metaalschuim van bismuth met een zeker gehalte aan edelmetaal. Dit laatste wordt elders verwerkt, terwijl het Au-houdende zilver volgens de z.g. zwavelzure scheiding wordt behandeld. Hierbij blijft het goud achter en gaat het zilver bijna quantitatief in oplossing. Het zilver slaat men met koper uit de oplossing neer en wordt tot baren versmolten; het goud wordt na uitwassching tot staven versmolten. De hierbij verkregen kopersulfaat oplossing wordt ingedampt in groote houten bakken, waar buizen doorheen gaan, waarin men stoom laat circuleeren. Het kopersulfaat is een handelsproduct. De totale zilverproductie is 12.000 K.G. per jaar en de goudproductie 100 tot 120 K.G. per jaar.

2e. De „Schlicker”.

Hieronder verstaat men metaal-oxyden welke met S-houdend materiaal, bijv. erts of pyriet, in een schachtoven worden versmolten. Hierbij ontstaat een z.g. „schlickersteen”, „Speis” en slak. De eerste wordt in de koperafdeeling met zwavelzuur geloogd. De speis (lood-koper-arseen sulfiden) wordt verblazen en de slak hiervan gaat terug naar de eerste schachtoven, om met het sintergoed versmolten te worden.

3e. De „Speis”.

Deze wordt in een convertor verblazen op lood-koper en slak. Het koper wordt gegranuleerd en tezamen met de schlickersteen geloogd. Het hiervoor gebruikte zwavelzuur bestaat uit versch zwavelzuur, vermengd met een hoeveelheid zuur, dat reeds bij een vorige looging werd gebruikt. Dit geschiedt, omdat het koper uit de schlickersteen beter oplost in een zure kopersulfaat-oplossing

dan in versch ongebruikt zwavelzuur. Wanneer de oplossing verzadigd is met koper dan wordt zij ingedampt op de boven aangegeven wijze. De rest van de looging bevat edel metaal en wordt in de afdrijfoven samen met het zilverrijke lood op „blicksilber” verwerkt.

Het bij de verblazing verkregen lood bevat eveneens edel metaal en wordt geraffineerd met het werklood.

De slak wordt nogmaals versmolten en geeft wederom kopersteen, speis en slak; de eersten worden op de boven beschreven wijze behandeld, maar de tweede slak gaat terug naar de schachtoven om met het sintergoed te worden versmolten.

4e. De slak.

Deze bevat practisch al het zink (23 %) en wordt met cokes onder doorblazen van lucht op zinkoxyde verblazen. Dit zinkoxyde wordt opgevangen in een systeem van kanalen en geeft een handelsproduct. De hierbij verkregen slak is afvalproduct en gaat naar de stort. Wordt er, wat wel eens voorkomt, bij deze bewerking wat kopersteen verkregen, dan wordt deze afgetapt en weer gechargeerd in de eerste schachtoven.

5e. De afgassen van de schachtoven.

Hieruit wordt in een Cottrell-Müller-installatie het stof neergeslagen. Dit product bevat 20—30% Zn en 15—20% Pb; de hoeveelheid is circa 200 ton per jaar.

De versmelting van de ertsen uit den Boven-Harz in de Clausthaler Hütte.

De capaciteit van deze smelterij bedraagt 17.000 ton concentraat per jaar, terwijl het gehalte van het te versmelten goed als volgt is: 50—70% Pb, ongeveer 14% S en 1,5 tot 1,7 K.G. per ton Ag. De totale productie per jaar is 10.000 ton lood en 20.000 K.G. zilver.

De ertsen, welke uit de mijnen van de Boven-Harz komen, moeten gesinterd worden, alvorens zij in een schachtoven versmol-

ten kunnen worden. Dit geschiedt in Dwight-Lloyd-machines van hetzelfde type, als in gebruik is op de smelterij te Oker. Daar de geperforeerde bodem der bakken, waarin het erts gesinterd wordt, verstopt zouden raken, indien zij gechargeerd werden met een materiaal met een hoeveelheid zwavel als in deze ertsen, past men eerst een voorroosting toe, teneinde dit zwavelgehalte te verlagen. Dit geschiedt in een Huntington-Heberlein-oven (etage-oven). Dit geschiedt bij lage temperatuur, teneinde de vervluchtiging van PbO zooveel mogelijk tegen te gaan. De volgorde der bewerkingen is:

- 1e. Vermenging op machinale wijze van erts en toeslag.
- 2e. Huntington-Heberlein-oven. Roosting bij 600 à 700° C. Vermindering S-gehalte van 14% tot 9 à 10%.
- 3e. De Dwight-Lloyd-sintermachine. S-gehalte tot 3 à 4%.
- 4e. De schachtoven.

Bij de verschillende bewerkingen merken wij nog het volgende op: De tijd die het erts nodig heeft om bij de lage temperatuur-roosting tot het gewenschte S-gehalte te komen, is ongeveer 2½ uur. Verder is de slijtage zeer gering wat harken enz. betreft in deze H.-H.-ovens, zoodat sommige der harken wel 5 jaar meegaan.

De Dwight-Lloyd is, zooals gezegd, van hetzelfde type als dat, hetwelk bij het overzicht van de smelterij te Oker werd beschreven. Te Clausthal wordt echter een ander procédé op de afgassen toegepast. Het rijkere gedeelte wordt volgens het proces Schmiedel-Klencke op zwavelzuur verwerkt, terwijl men hier bezig is een nieuw geheim proces in werking te stellen dat de mogelijkheid biedt, de SO₂ en SO₃ uit de armere gassen op economische wijze tot zwavelzuur om te zetten. Wat de 3 à 4% S, welke in het sintergoed overblijven, betreft, deze zijn noodzakelijk, ten einde in de schachtoven de lood-kopersteen te kunnen verkrijgen. Deze lood-kopersteen is noodig om het lood, dat uit de schachtoven komt, Cu-vrij te krijgen.

Wat de schachtovens betreft, merken wij op, dat hier oude en nieuwere typen in gebruik zijn. De eersten zijn met vuurvaste bemetseling, de laatste zijn van het moderne type met gietijzeren

watermantels, die het voordeel hebben, dat de temperatuur aan de buitenkant laag blijft en de tuyères, appendages, enz., minder lijden, waardoor de reparatiekosten dalen. De charge voor deze ovens is:

800	K.G. sinterblokken	(20 × 20 × 10)
530	„	rijke slak
30	„	Fe-rijke slak
40	„	Kiesabbrände
135	„	Cokes.

De ingeblazen lucht is niet voorgewarmd en heeft 50 mm water druk.

Bij dit proces is het zaak de temperatuur niet hoger op te voeren dan noodzakelijk is. Te hoge temperaturen geven aanleiding tot reductie van ijzer, en waar lood zulk een laag smeltpunt heeft, beheerscht dus de slaksamenstelling hier de werktemperatuur.

De loodkopersteen van de schachtoven dient als toeslag bij het erts voor de Huntington-Heberlein oven. Dit heeft tengevolge dat de loodkopersteen steeds rijker aan koper wordt. Na eerst 1 à 2 % geweest te zijn, stijgt het Cu-gehalte tot circa 10 % met 6 % Pb en 15 % Fe), waarop het materiaal aan de kringloop wordt onttrokken en naar een kopersmelterij wordt verzonden ter verdere bewerking.

Van de oorspronkelijke charge wordt 25 % als werklood gewonnen, terwijl de rest als slak uit het proces komt en als afval wordt weggedaan. De bijzonderheden van deze slak zijn:

CaO	18 %
SiO ₂	34 %
Fe	26—28 %
Pb	1½ % maximaal
Zn	3—4 % (al het Zn uit de charge)
Al ₂ O ₃	3—4 %
S	2 %

Het smeltpunt ligt bij 1250° C.

De raffinage van werklood in de Silber Hütte te Lautenthal.

Het werklood, dat in deze smelterij wordt verwerkt, heeft een gemiddeld gehalte van:

0,2 % Ag
 0,5 à 0,6 % Sb
 0,3 à 0,4 % Cu
 As, Sn en Fe in de derde decimaal
 Rest is lood.

Daar voortdurend weer tusschenproducten in het proces worden teruggebracht, wordt de stamboom van dit bedrijf uiterst ingewikkeld. Nemen wij om te beginnen de hoofdlijn uit het schema, dan zien wij het volgende.

In een raffinage-oven chargeert men 40 ton werklood met 5 ton tusschenproducten. Het geheel wordt nu op 700° C. gebracht. De verhitting geschiedt door het stoken van z.g. „halfgas”, een gas, dat verkregen wordt door kolen te ontgassen met heete lucht. De heete lucht wordt verkregen in een systeem van kanalen, waardoor men met afgassen van de oven de lucht verwarmt, welke naar de generator gaat.

Als de temperatuur in de oven 300° is, is de hoofdmassa reeds vloeibaar en bij 350° scheiden zich de eerste metaaloxiden af. Deze worden afgestreken en zijn de z.g. „kupfer-schlicke”. Hiervan ontstaat ongeveer 1 ton met 5—10 % Cu, 85 % Pb en 0,13 % Ag. Het kopergehalte van de smelt is hiermede tot ongeveer de helft gedaald.

Het volgende stadium is, dat de temperatuur van de oven verhoogd wordt en wel om ook Sb, As en Sn te oxydeeren. Ook deze oxiden worden afgestreken en leveren 1½ ton metaalschhuim met 0,01 % Ag, 12 % Sb en 0,1 % Cu.

Het loodbad bevat nu nog 0,15 % Cu en ten einde dit gehalte nog meer omlaag te brengen, voegt men 30 K.G. zwavelpoeder toe. Bij 650° drijft nu een Pb-Cu-steen boven met 10 % Cu. Het Cu-gehalte is nu gedaald tot 0,015 %.

Na toevoeging van een gedeelte van het zink, noodig voor het Parkes-proces (120 van de 300 K.G.), schuimt men het bad nog-

maals af en verwijderd voor de laatste maal Cu op deze wijze. Het schuim bevat 8—10 % Cu, het loodbad niet meer dan 0,01 %.

Nu voegt men de rest van het zink toe en laat het bad afkoelen van ongeveer 600° tot 320°. Bij deze temperatuur scheidt zich een Ag-rijk schuim af met 5 % Ag, 18 % Zn en 75 % Pb. Het Ag-gehalte daalt hierdoor tot 0,02—0,03 Ag.

Ten derde male voegt men zink toe (130 K.G.). Dit geeft een Ag-arm schuim en het Ag-gehalte is gedaald tot 0,0009 % het Zn-gehalte tot 0,6 %.

Als laatste bewerking voert men water in bij 900° C. Bij deze temperatuur ontleedt het water en wordt het Zn geoxydeerd. Nadat de ongeveer 1½ ton schuim is verwijderd (90 % PbO, 10 % Zn), wordt het lood in baren gegoten. Dit lood heeft een gehalte van 99,99 % Pb en 0,005 % Sb. De verontreinigingen bedragen nu, in procenten uitgedrukt, niet meer dan in de vierde decimaal.

Wat de bijproducten betreft zien wij het volgende:

De „Kupferschlicke”.

Dit materiaal wordt in een vlamoven gesaigerd. Men brengt hierbij de „schlicke” even boven het smeltpunt van lood, waardoor dit uitdruipt. Het loodgehalte daalt hierdoor tot 60 %. Het lood gaat naar de raffinage-oven terug en de rest wordt in een schachtoven op werklood en koper-loodsteen versmolten. Dit lood gaat ook weer terug naar de raffinage-oven (bevat 0,6 % Ag) en de verkregen steen (10 % Cu en 6 % Pb) wordt als zoodanig verkocht.

De „Antimoonabstrich”.

Ook dit materiaal wordt gesaigerd, waarbij men zooveel mogelijk lood direct voor de raffinage-oven tracht te verkrijgen. De rest (met 25 % Sb en 70 % Pb) wordt in een schachtoven „gefrischt”. Dit „frischen” bestaat uit het oxydeeren van de bestanddeelen, behalve het lood en het antimoon. Dit geeft z.g. „schlicker”, die weer in het proces worden teruggevoerd, en z.g. „hartblei”. Het „hartblei” (ongeveer 1½ ton) wordt tezamen met het oxydatie-

schuim (PbO en ZnO) versmolten in een reduceerend milieu. Het product hiervan, het z.g. „antimonialblei”, is direct voor den handel geschikt; het Sb-gehalte is 18—20 %.

Ook het zilverrijk schuim wordt eerst gesaigerd. De saigerrest wordt in een cokes-oven in fleschvormige vaten (half klei, half grafiet) tot 1100 à 1200° C. verhit, waardoor het zink als metaal overgedestilleerd wordt in grafieten condensoren. Er wordt hierbij wat zinkstof gevormd met 7 % Ag. Dit wordt in de afdrijfkettel verder verwerkt. Het zinkvrije rijke schuim wordt in een afdrijfkettel (oxydatie van het lood) in charges van 11 ton intermitterend verwerkt. 75 % hiervan gaat als loodoxyd („Treibglätte”) met 0,2 % Ag en 90 % Pb uit het bad en in de schachtoven van de kopersteen, waar het tot lood gereduceerd wordt. 15 % is een sterk loodhoudend product met 1 % Ag, eveneens voor dezelfde schachtoven. 6 % zijn oxydatieresten in de ketel met 7 % Ag en 70 % Pb. Deze gaan in de volgende charge van 11 ton. 6—7 % eindelijk vormt het ruwzilver, dat 950 fijn is en 2 p. milli Cu bevat. Dit laatste wordt in een speciale „feinbrennung”-oven voorzichtig van zijn lood bevrijd door oxydatie en 85 % vormt het fijnzilver, 997 fijn. Twee andere producten, resp. met 3—6 % Ag en 0,1—0,5 % Ag (samen 13 % van de charge) gaan in de afdrijfkettel terug en de overige 2 % is zilverrest, direct geschikt voor de volgende charge. De charges in de laatste raffinage-oven (feinbrennen) zijn 500 K.G. Het fijnzilver (997 fijn) is handelsproduct.

Eenige gegevens omtrent de installatie:

In 1925 werden 10.677 ton ruwlood verwerkt tot:

10.357 ton zuiver lood; 299 ton antimoonlood en 19.970 K.G. fijnzilver

Gewerkt werd met 107 man, 93 arbeiders en 14 beambten (toezicht).

Energieverbruik: 150 KW.

Raffinage-oven: 1,1 ton steenkool per etmaal; Siemens rookgasautomaat voor CO₂, CO en H₂; pyrometers en pijpvoorwarmer der lucht.

Ontzilveringsketel: 1,1 ton steenkool per etmaal; voor een charge.

Ontzinkingsketel: 1,45 ton steenkool per etmaal; voor twee charges.

Destilleeroven: 500 K.G. gietcokes voor elke charge van 500 K.G. schuim.

Afdrijfoven: 3,8 ton steenkool per etmaal (voor een charge). Mergelbodem voor elke charge. Per charge 600 K.G. „blik”zilver.

Raffinage-oven (cupelleeren): poedervormige posidonienlei als bodem. 500 K.G. steenkool en 100 K.G. lei per charge.

Saigeroven: 1,6 ton steenkool per 24 uur; 20—24 ton schuim en schlicker. De raffineer- en saigerovens zijn de beste in Duitschland.

Schachtoven: 12 % cokes van de totale charge; watermantels; bekleeding goed voor drie maanden, aangezien het zink deze sterk aantast.

Cottrell-Müller rookgasreinigers: 3 systemen van 36 buizen; 3 KW. per systeem. Totaal worden 150 ton stof gewonnen met ongeveer 50 % Pb.

Perslucht: 500 m.m. waterdruk; totaal: 250 cub. m. : 50 P.K.

BEKNOPTE GEOLOGIE VAN DE NOORD-DUIISCHE ZECH-
STEINZOUTEN, SPECIAAL DIE IN HET GEBIED VAN
SALZDETFURTH.

De zoutafzettingen van N. Deutschland en die in het Oosten van ons land vormen een belangrijk onderdeel van de Zechstein (Boven-Perm) en wel van de Boven-Zechstein; verder behoort een klein gedeelte tot de Trias. De zoutmineralen, die deze afzettingen, naast enkele verontreinigingen, zooals zoutklei, leisteembrokjes, zand e.d., opbouwen, zijn in de volgende twee groepen te verdeelen:

Hoofdmineralen:

anhydriet	CaSO_4
haliet (steenzout)	NaCl
sylvien	KCl
carnalliet	$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
kieseriet	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

en secundair (posthuum):

gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
kainiet	$\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

Ondergeschikte mineralen:

langbeiniet	$2 \text{MgSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$
leoniet	$2 \text{MgSO}_4 \cdot 3 \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
glaseriet	$3 \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$
polyhaliet	$2 \text{CaSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
syngeniet	$\text{CaSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
rinneiet	$3 \text{KCl} \cdot \text{FeCl}_2 \cdot \text{NaCl}$
kaliboriet	$\text{KCl} \cdot \text{CaCl}_2$
schoeniet	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

bischofiet	$\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
tachhydriet	$2 \text{MgCl}_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
astrakaniet	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
glauberiet	$\text{CaSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$
loeweiet	$2 (\text{MgSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
reichardtiet	$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
hexahydraat	$\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
glauberzout	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
thenardiet	Na_2SO_4
koeneniet	$2 \text{MgCl}_2 \cdot 3 \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
pinnoiet	$\text{MgB}_2\text{O}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
boraciet	$\text{Mg}_7\text{B}_{16}\text{O}_{30}\text{Cl}_2$
aschariet	$\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$
vanthoffiet	$3 \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$

In de natuur treffen we nu eenige veel voorkomende combinaties van deze mineralen aan, welke de z.g. zoutgesteenten vormen. Van deze hebben slechts vier economische beteekenis voor den mijnbouw, n.l.:

- a. carnallietgesteente of carnallitiet: veel carnalliet met haliet;
- b. sylvinië: sylvien en haliet;
- c. „hartsalz”: sylvien, haliet en kieseriet (of anhydriet);
- d. kainietgesteente of kainitiet: kainiet en haliet.

Het spreekt vanzelf, dat deze combinaties in de eerste plaats studie-object waren voor Van 't Hoff, wiens befaamde onderzoekingen juist op dit gebied hem een wereldreputatie gaven. Meer dan tien jaar lang heeft Van 't Hoff c.s. een zeer uitgebreide serie van kristallisatieproeven moeten nemen, alvorens hij over de bestaansvoorwaarden en ontstaansmogelijkheden dezer zoutgesteenten voldoende ingelicht was, om de genese der Zechsteinzouten in hoofdlijnen te kunnen schetsen (1) ¹⁾.

1) De tusschen haakjes geplaatste nummers verwijzen naar het literatuuroverzicht.

Voor een fysisch-chemische behandeling met een aanschouwelijke voorstelling door diagrammen lijkt het aantal componenten (dus het aantal coördinaten) veel te groot en toch kan alleen een dergelijke voorstelling ons het verloop van de concentratieveranderingen in een zoutoplossing door uitkristallisatie duidelijk maken. Gelukkig kan nu zonder ernstige bezwaren dit aantal componenten van 34 tot 4 teruggebracht worden. Van deze 34 zijn namelijk 25 zonder eenige invloed op de kristallisatie, omdat ze in het zeewater in uiterst minieme hoeveelheden voorkomen. Blijven dan als hoofdbestanddeelen (in 100 deelen zeewater) over: Na (1,02); Mg (0,125); K (0,037); Ca (0,040); Cl (1,843); SO_4 (0,256); Br (0,06); B (0,0002); J (0,0002). Hiermee kunnen alle bovengenoemde zouten gevormd worden. Met deze 9 componenten zou het onderzoek omtrent de genese nog veel te gecompliceerd zijn en Van 't Hoff liet dus de elementen Br, B en J voorloopig buiten beschouwing, omdat ze in mindere mate dan de andere een rol spelen bij de uitkristallisatie.

Verder kon hij om gelijke redenen het element Ca voorloopig schrappen, omdat, waar sulfaten nog rijkelijk in zeewater opgelost voorkomen, de concentratie der Ca^{++} -ionen buitengewoon gering moet zijn. Als laatste vereenvoudiging stelde Van 't Hoff vast, dat als eenmaal uitkristallisatie begint, de oplossing steeds verzadigd is aan keukenzout, dat dus altijd het eerst zich op den bodem afzet. Elk zout dat zich afzet wordt bodemzout genoemd. Daar nu chloor in overmaat t.o.v. Natrium voorkomt, kan men dus dit laatste bij de verdere beschouwingen in zooverre laten vervallen, als men bedenkt, dat op de een of andere wijze overgebleven natrium als NaCl neerslaat bij al deze zoutvormingen. Het H_2O mag men evenzoo afdanken, hoewel niet ontkend kan worden, dat men dan geen beeld krijgt van de oplosbaarheid der verschillende zouten (J ä n e c k e) (3). Van 't Hoff berekende alle bestanddeelen op 1000 grammoleculen H_2O , en nam dus water mee op als een component. Het aantal dezer is dus nu geslonken tot: K, Cl, Mg en SO_4 . Daar we geen zure of basische zouten kennen, bepalen drie componenten de oplossing, want de vierde is hieruit eenvoudig als verschil te vinden, b.v. SO_4 is gelijk

$(\text{Mg} + \text{K}_2) - \text{Cl}_2$, mits alle componenten molair, dus in gram-molsculen zijn opgegeven (resp. gramatomen). Verder is het gewenscht kalium en chloor op dubbelatomen te berekenen, zoodat alle vier onderling chemisch gelijkwaardig zijn (zie fig. 1).

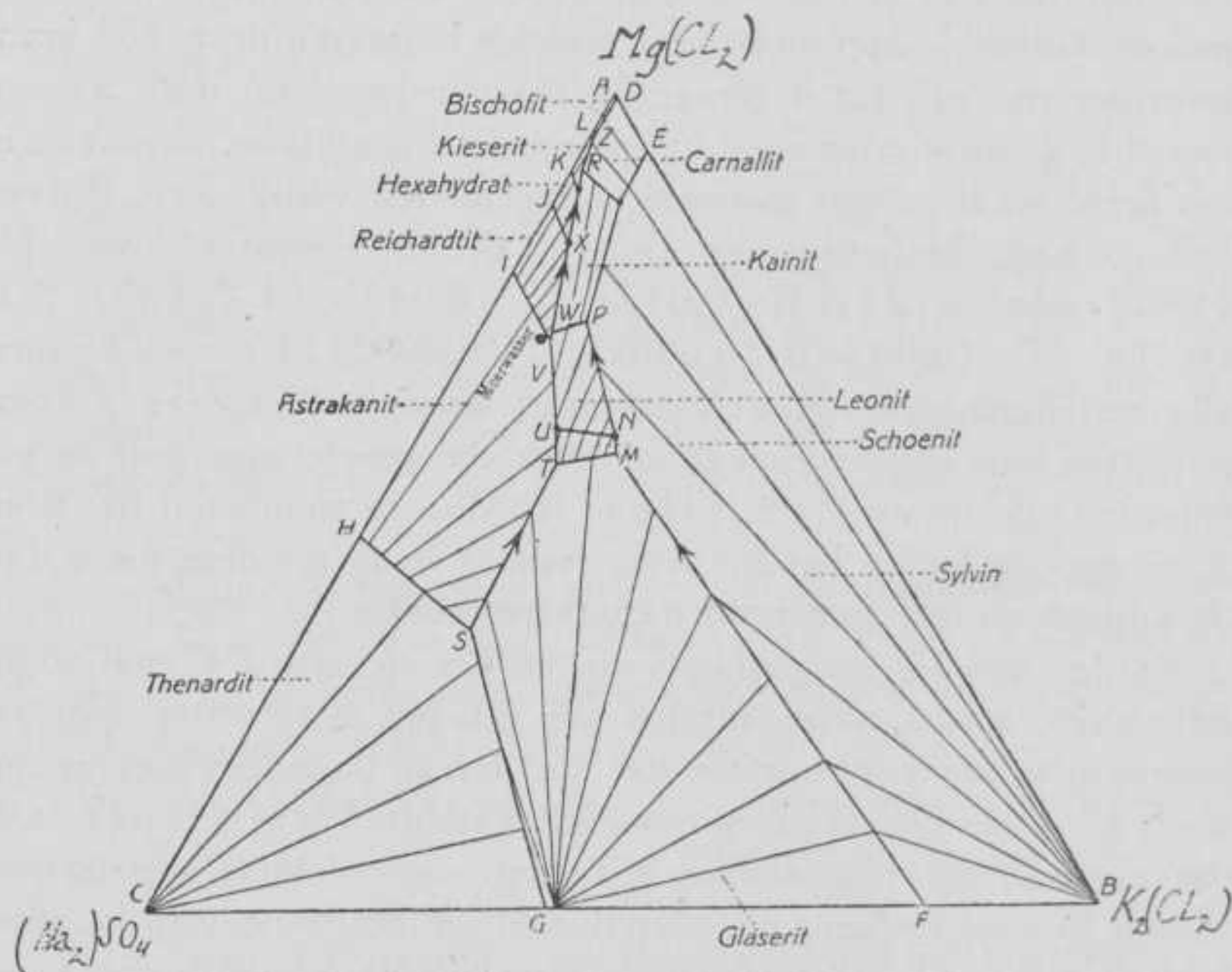


Fig. 1. Kristallisatieschema bij 25° (Jänecke).

Laten we met Jänecke het water buiten beschouwing als representatief bestanddeel, dan kunnen we dus met drie coördinaten volstaan. Deze worden het eenvoudigst tot een gelijkzijdige driehoek verbonden (zijden in 100 verdeeld) met in de hoekpunten A: 100 Mg (als MgCl_2), B: 100 SO_4 (als Na_2SO_4) en C: 100 K_2 (als K_2Cl_2). Elk punt op een zijde of binnen de driehoek stelt dus direct afleesbaar een mengsel van deze drie zouten in grammoleculen met NaCl en water. Zoo ligt op de helft van zijde AC het punt voor kiesriet, dat echter ook hexahydraat en reichardtiet kan beteekenen. Door op de verticale coördinaat de molaire hoeveelheid H_2O , noodig om de oplossing in dat punt te realisee-

ren, af te zetten, kan men aan dit bezwaar tegemoet komen. Daar dan nu alle coördinaten verbruikt zijn, kan een diagram dus slechts voor een bepaalde temperatuur gelden, terwijl bij al deze zoutdiagrammen de druk constant wordt gedacht. De fasenregel van Gibbs leert ons nu, dat, aangezien er slechts een vrijheidsgraad overblijft, het grootst aantal bodemzouten in evenwicht niet meer dan vier kan bdragen.

Men lette nu verder op twee belangrijke eigenschappen van deze diagrammen:

1. Alle punten, liggende op een lijn evenwijdig aan een der zijden, hebben een even groot gehalte aan die component, welke behoort bij het tegenover die zijde gelegen hoekpunt. (Zie punt O en DE fig. 2).

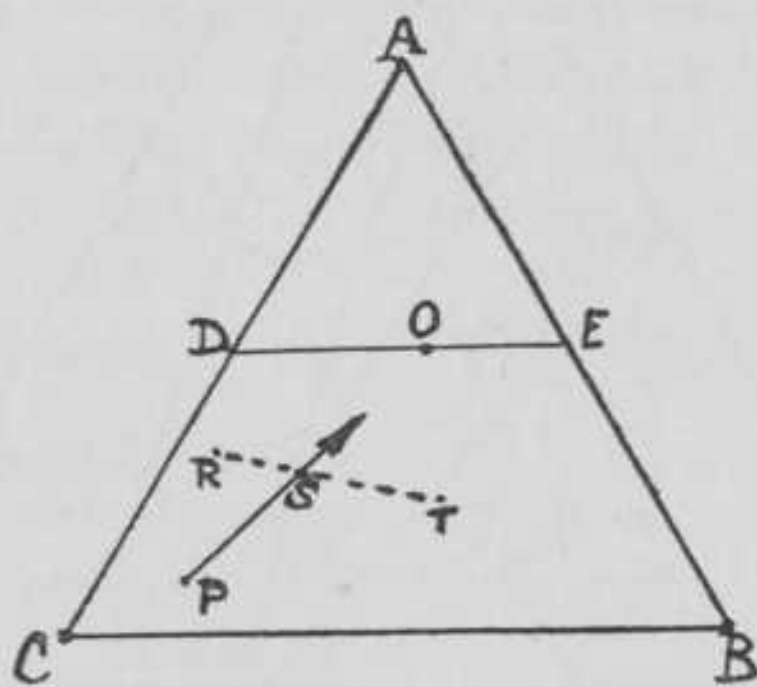


Fig. 2.

2. Een oplossing, voorgesteld door een punt, dat op een lijn door een hoekpunt van de driehoek ligt, krijgt als uitkristalliserend bodemzout de component van dat hoekpunt; bij verdere uitkristallisatie beweegt het punt zich dan langs de lijn van het genoemde hoekpunt af. (Zie fig. 1).

Deze laatste eigenschap geldt ook meer algemeen: b.v. men heeft twee oplossingen R en T (zie fig. 2) in de verhouding ST:SR bij elkaar gevoegd; dan stelt S de mengoplossing voor. Kristalliseert nu een bodemzout met de samenstelling P uit, dan beweegt het punt S van de oplossing zich langn PS van P af. Verder zie men: Findlay, The Phase Rule.

Uit het bovenstaande moet het den lezer reeds duidelijk zijn geworden, dat in bepaalde deelen van de driehoek ook bepaalde bodemzouten (of één bodemzout) uitkristalliseeren (uitkristalliseert). Eén bodemzout is in een bepaald „veld” van de driehoek het eerst in de oplossing verzadigd in het algemeen en pas als door uitkristallisatie de samenstelling zich zoodanig verandert dat we aan een ander veld komen met een ander bodemzout, scheiden

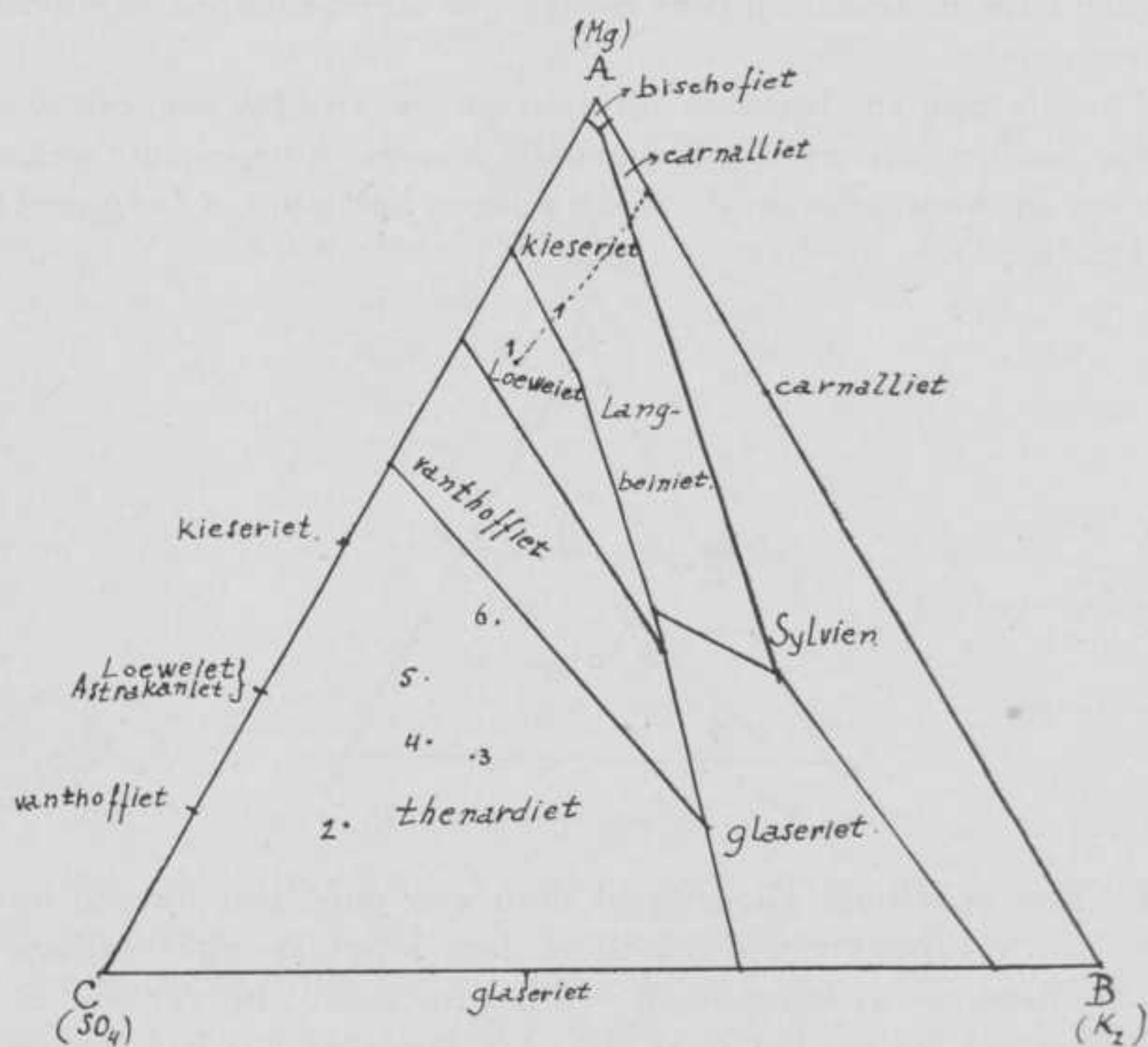


Fig. 3. Kristallisatieschema bij 83° C. (Jänecke).

zich op de grenslijn beide bodemzouten tegelijk uit. De oplossing volgt dan in vele gevallen deze eutectische grenslijn, maar dikwijls ook niet. Zoo stelt b.v. punt 1 in figuur 3 de zoutoplossing van oceaانwater voor en bij uitkristallisatie (bij 83°) krijgen we achtereenvolgens als bodemzouten: loewiet, kieseriet en carnalliet. De oplossing volgt de stippellijn.

Verder stellen voor:
 punt 2: polyhaliet;
 punt 3: schoeniet;
 punt 4: leoniet;
 punt 5: langbeiniet;
 punt 6: kainiet.

Het gebeurt nu niet zelden, dat bij een opeenvolgende uitkristallisatie van verschillende bodemzouten (zooals boven aangeduid), de oplossing bij de uitkristallisatie van het derde zout van zoo'n serie weer met het eerste reageert, dit tot een ander zout omzet of een dele ervan weer oplost. Is het contact met de oplossing echter verbroken door overkorsting van bodemzout, dan zal dit niet plaats vinden. Dit soort van omzettingen spelen bij de verwerking nu een buitengewoon belangrijke rol; soms is het contact met alle bodemzouten gewenscht; in andere gevallen onttrekt men één of meer bodemzouten, waardoor de verdere kristallisatie meestal een geheel ander verloop heeft.

Zie verdere schemas in (3) en (12). Men moet hierbij steeds

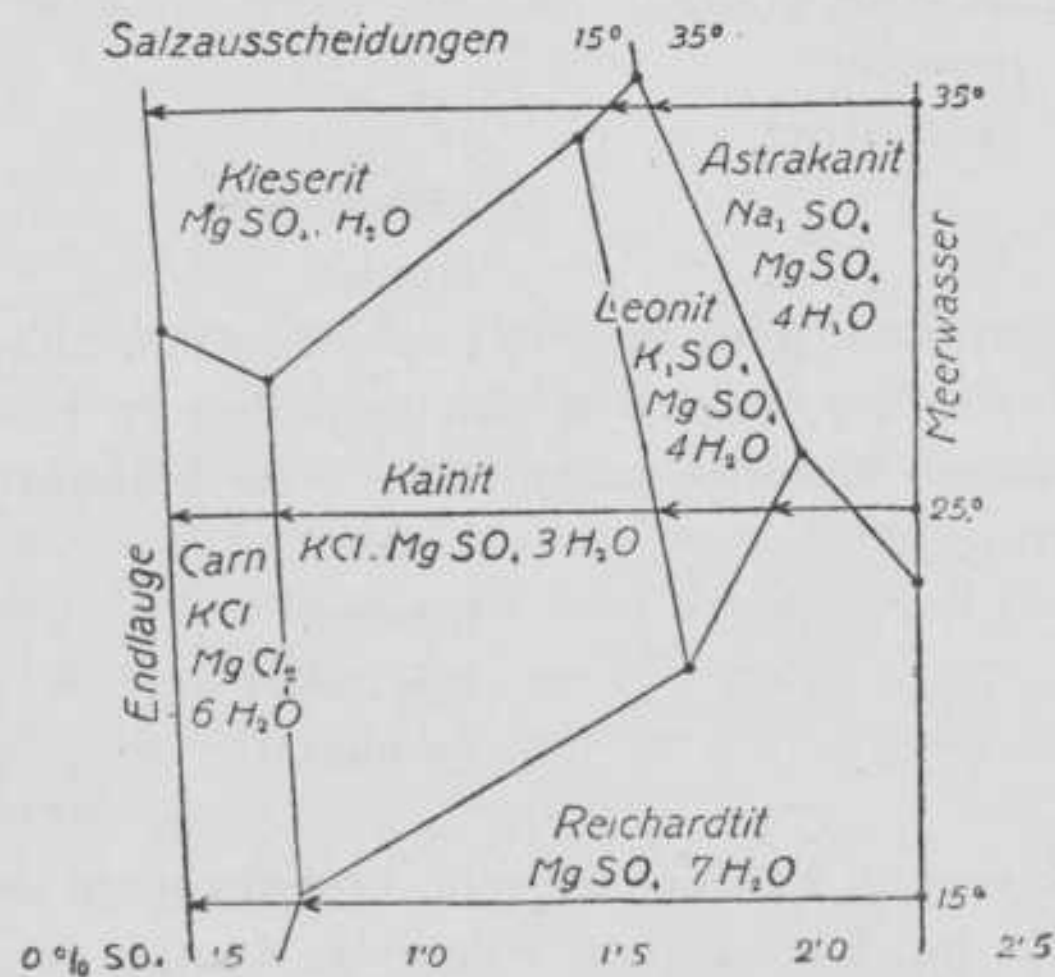


Fig. 4 (van 't Hoff).

bedenken dat chloornatrium continue als bodemzout aanwezig is.

Door het verdwijnen of het ontstaan van bepaalde zouten bij bepaalde temperaturen kon Van 't Hoff reeds aan vele zout-successies in de natuur nauwkeurig begrensde temperaturen van ontstaan voorschrijven. Hij kreeg dus m.a.w. een geologische thermometer, die als zoodanig ongewoon fijngevoelig is. Ziehier de volledige „schaal”: (Zie fig. 4.)

° Celsius:	ontstaan of verdwijnen der zouten:	
	I.	II.
0	kainiet	
4½	astrakaniet	
13	hexahydraat	
13½	thenardiet	
18	leoniet en kieseriet	
18		glauberzout
26		schoeniet
27		reichardtiet
31½		hexahydraat
37	langbeiniet	
43	loeweiet	
46	vanthoffiet	
60		astrakaniet
61½		leoniet
!! 72	nonvariant punt voor het optreden van „hartsalz”, ontstaan door omzetting van carnalliet en kainiet tot sylvien en kieseriet en oplossing (vier bodemzouten!!)	
83		kainiet
110		loeweiet
117		bischofiet
167½		carnalliet

Om aan te toonen hoezeer de serie bodemzouten van 25° verschilt van die bij 83°, is het volgende staatje nog aan Van 't Hoff ontleend:

25°.

1. astrakaniet
2. reichardtiet
3. kainiet-reichardtiet
4. kainiet-hexahydraat
5. kainiet-kieseriet
6. carnalliet-kieseriet
7. carnalliet-kieseriet-bischofiet

83°.

1. loeweiet
2. kieseriet-sylvien
3. carnalliet-sylvien-kieseriet
4. carnalliet-kieseriet
5. carnalliet-kieseriet-bischofiet

Thans moeten we zien hoe deze resultaten op een zout-voorkomen zijn toe te passen. Er komt namelijk nog een leelijk ding tusschen laboratoriumexperiment en natuur en dat is het verschijnsel van overzadiging. Daarmee heeft Van 't Hoff geen rekening gehouden en de geologische beteekenis van zijn grootsch werk heeft erbij ingeboet. Serowy (4) heeft aangetoond dat zouten als langbeiniet, kieseriet, sylvien, carnalliet in de oplossingen, waarom hier gaat, sterk oververzadigd aanwezig kunnen zijn. De lijnen van uitkristallisatie ondergaan hierdoor niet zelden belangrijke veranderingen, doordat b.v. bij de overgang van het kieserietveld in het carnallietveld geen carnalliet uitkristalliseert, dus het veld „overgeslagen” wordt en dan bischofiet als bodemzout verschijnt.

Geologie.

Voor het ontstaan der N. Duitse zoutafzettingen heeft men zich minstens drie verschillende bekkens te denken, onderdeelen van de groote Zechstein-slenk. Wij zullen ons beperken tot het grootste: het Hoofdbekken, waarin ook Salzdettfurth ligt. Dit bekken wordt ongeveer begrensd door de gebroken lijn: Sleeswijk-Rostock-Berlijn, Halle, Erfurt, Cassel-Bremen.

De stratigraphie van het bekken geeft het volgende normale Zechstein-profiel:

		Lagen:	dikte in meters:
Boven-Zechstein	Boven-Jonger zoutcomplex	bovenste Zechstein-klei	30
		grensanhydriet	1
		leembrokken-zoutzone	70
		anhydrietlaag: „Mariagluck“	0,6
		„schneesalzzone“ (sterk verontreinigd)	50
		pegmatietanhydriet	1
		roode zoutklei	15
	Midden-Jonger zoutcomplex	zout met leemvlokken	15
		kalilaag Riedel	5
		„Schwaden“-zout (onzuiver haliet)	15
anhydriet-middenzout		30	
geband zout		15	
Onder-Jonger zoutcomplex	bankig steenzout	15	
	kalilaag Ronnenberg	10	
	„oranjeoogen“-zout (rinneietinsluitels)	20	
	gelijnd zout	20	
	basiszout	3	
	„hauptanhydrit“	35	
	grijze zoutklei	8	
leemig steenzout	0,5		
oudere zoutcomplex	kalilaag Stassfurt (oude kalilaag)	6-40	
	overgangslagen	2-40	
	oudere steenzout	40-500	
	basis-anhydriet	2	
Midden Zechstein	stinkleien	4	
	boven-anhydriet	20	
	oudste steenzout	6	
	onder-anhydriet	30	
Onder Zechstein	Zechsteinkalk	4	
	koperleien	0,3	
	Zechsteinkonglomeraat	2	

We zien dus in het hoofdbekken drie kalilagen n.l. Riedel, Ronnenberg en Stassfurt. De laatste is verreweg het belangrijkste en

heeft een geweldige horizontale verbreiding. De eerste twee daarentegen zijn tot het Hannoversche beperkt. Dit verschijnsel van geringere verbreiding van de hooger liggende kalilagen geldt overal daar, waar meerdere kalilagen boven elkaar liggen en is genetisch van belang. Terwijl de lagen Riedel en Ronnenberg meest een sylvinitisch karakter hebben, bestaat laag Stassfurt uit carnalliteit, of „hardzout” of een mengsel van beide.

Het Kalisalzbergwerk Salzdettfurth (3 schachten) vormt met de mijnen Hildesia en Mathildenhall het drietal ontginnende ondernemingen van de zouthorst Hildesheimer Wald, een onderdeel van het hoofdbekken. Deze horst is tevens een der rijkste zoutvoorkomens in dit bekken. Laag Stassfurt wordt hier niet normaal door het hardzout (hartsalz gevormd, maar door kieseritisch carnallietgesteente, de laag is tot 30 M. dik gevonden en is op een der schachten in echt posthuum kainietgesteente veranderd. Maar niet deze laag, doch laag Ronnenberg levert de „wahrhaftig hochprozentige” kali. Ze bestaat uit kieserietarm „in typisch edler Beschaffenheit” voor. De dikte varieert van 4—10 M.; onderaan vinden we gewoonlijk eerst de carnalliet (met 23 % KCl), terwijl hierop de sylvinit (35 % KCl) is afgezet. Deze volgorde is in strijd met de normale kristallisatie-volgorde (zie genese). We moeten hier dus òf temperatuurdaling, òf oververzadiging òf beide aannemen.

Op enkele schachten is ook laag Riedel in de hoogste niveau's aangetroffen als een posthume sylvinit; niet een kainitiet want er was bij de omzetting geen voldoende sulfaat aanwezig (b.v. kieseriet!).

In de horst van Salzdettfurth komt deze laag slechts op enkele plaatsen als een dunne zoutband voor; deze band bestaat dan uit zuivere sylvinit, die plaatselijk in nog dunnere bandjes van zuivere sylvien overgaat. Deze laag schijnt sterk tektonisch uitgeperst te zijn, want naar het NW van het Hildesheimer Wald, dus naar het einde van de horst, krijgt ze meer beteekenis.

Tektoniek.

De bewegingen, die de sedimenten (dus onze zoutlagen) na hun afzetting ondergaan hebben door zijdelingsche (tangentiale) en

vertikale krachten, als gevolg van het zich oplossen van spanningen in de aardkorst, vat men samen onder den naam: tektonische bewegingen. De zoutlagen nu zijn wel bij uitstek geschikt onder den invloed van zulke bewegingen buitengewoon gecompliceerde structuren te vertoonen; ten eerste, omdat het zout onder de hooge druk, die hierbij optreedt, niet buigt of breekt maar *vervloeit*; en verder omdat na de afzetting in het Perm de zoutlagen meer dan eenmaal onder sterk wisselende druk zijn geraakt. De eerste eigenschap maakte het mogelijk dat de geperste zoutmassa's zoo bijzonder volledig hun nieuwewoning opvulden (de horsten). (5). Het is duidelijk dat deze horsten daar gevormd zijn, waar aan de oppersing de minste weerstand werd geboden in de mesozoische sedimenten erboven. Dit nu zijn de zadels der saxonisch-kimerisch geplooide prekretaceische sedimenten. In de eerste plaats hebben we bij deze oppersing aan tangentiale krachten te denken, hoewel voor de vervloeiing van het zout ook het soms dikke pakket van de erboven liggende sedimenten een duchtig woordje zal hebben meegesproken. (11). Het is niet onwaarschijnlijk, dat de genoemde plooiingsperiode samenviel met een der perioden van zoutoppering. Dit is voor de Magdeburgerhorst b.v. met zekerheid bewezen.

De drukken, noodig om zouten tot vloeien te brengen, zijn door Geller (5) bepaald. Ze zijn grooter dan op vele plaatsen in de natuur door de postpermische sedimenten kunnen zijn uitgeoefend, welke laatste maximaal ongeveer 11 K.M. dik kunnen zijn geweest. De carnalliet vloeit al op ong. 3 K.M. diepte, de haliet op 12 K.M. en gips en anhydriet vervloeiden zelfs bij 40000 K.G./c.M². nog niet. De temperatuur is echter ook van invloed. Voor eenige zouten is gebleken dat de vloedruk bij 250° C. reeds tot op de helft gedaald is van die bij 20° C.

Dat de oppersingskrachten bepaalde richtingen hebben gehad bewijzen de evenwijdige strekkingslijnen der horsten (hercynische richting). De strooken tusschen de horsten hebben waarschijnlijk al hun zout door wegpersing verloren; men heeft n.l. aan de basis van meer dan een horstflank „onvervloeibare” brokken hoofd-anhydriet en zoutklei gevonden, die blijkbaar aan verdere oppersing te groote weerstand boden. De gelaagdheid is merkwaardig

genoeg op vele plaatsen in de horst bewaard gebleven, hoewel soms groote hiaten in de normale opeenvolging ontstaan zijn. (Zie fig. 5).

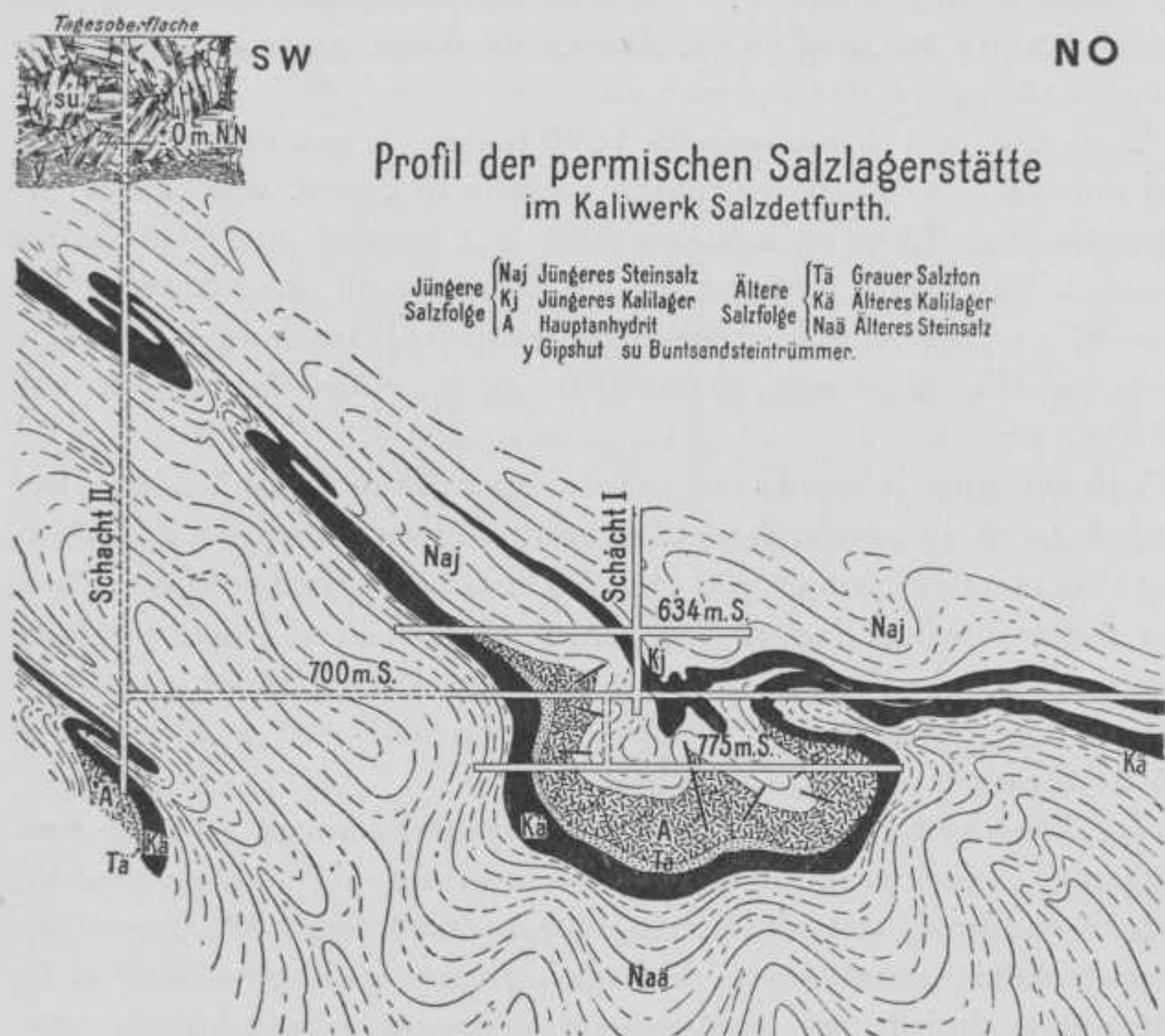


Fig. 5.

In het midden van de horst ligt gewoonlijk het oudere steenzout dik, koepelvormig opgeperst. Op de flanken staan de lagen gewoonlijk vertikaal en hier treden speciaal in de carnalliet, maar ook in de steenzout- en kieserietlagen de meest wilde vervloeiingsverschijnselen op; sterk in elkaar geplooiden banden, verschillend van kleur met vele in elkaar schuivende verbrokkelingen (Trümmercarnalliet). Voor de vergelijking der tectonische vormen der Duitse horsten en Amerikaansche „Salt domes” moet naar de literatuur verwezen worden, vooral: de Golyer e.a.: *Geology of the Salt Domes*.

Genese.

Nu we reeds de grafische vertolking van de verandering der fysisch-chemische eigenschappen van een uitkristalliserende zoutoplossing hebben leeren kennen, kunnen we de oudere theoriën van Ochsenius en Walther, daarna de meer moderne achtereenvolgens de revue laten passeeren.

Toen Ochsenius omstreeks 1880 als eerste een verklaring voor het ontstaan der Zechsteinzouten trachtte te geven, was er over de verspreiding, dikte en samenstelling der zouten nog heel weinig bekend. Hij kende b.v. slechts één kalilaag, n.l. laag Stassfurt en hoewel z'n theorie thans vele dingen onverklaard laat, is dat hem niet kwalijk te nemen. Hetzelfde geldt voor de theorie van Walther.

Uitgangspunt is steeds een groot diep bekken ten tijde der afzetting, hetwelk opgevuld is met het zouthoudende water. Dit bekken, dat dus niets anders als een geosynklinale is, omvatte bijna geheel het tegenwoordige Noord- en Midden-Duitschland, Nederland en een deel van de Baltische landen. Zulke bekkens vinden we tegenwoordig b.v. in Palestina, n.l. de Jordaanslenk met de Doode Zee en de Death Valley in Californië.

1. Ochsenius nu wil het zout door zeewater gelevrd zien. Daartoe is een verbinding van de zee met het bekken noodig, echter zoodanig dat een drempel tot dicht onder de zeespiegel beide scheidt, zooals de Karaboegas-zee van de Kaspische Zee. De afzettingsvolgorde van indampend zeewater is: a. kleiige neerslagen (koperschiefer, stinkschiefer, zoutklei e.d.); b. kalk dolomiet magnesiet; c. anhydriet, steenzout en de kalium-magnesiumzouten. (Zie fig. 6). We vinden in de natuur deze serie zelden compleet, zoodat stinkschisten b.v. op kalken met wat steenzout en anhydriet zijn gevonden. Dit kan Ochsenius door variaties in de overstromingen van de drempel goed verklaren. Verder moet de temperatuur die van een woestijnklimaat zijn geweest en zijn er weinig of geen rivieren geweest, die in het bekken uitmonden. Terwijl dus water in het bekken verdampt, stroomt telkens nieuw water uit zee toe. We kunnen ons dan voorstellen dat gips en steenzout door concentratie als de minst oplosbare zouten tot

afzetting komen, maar de kalium- en magnesiumzouen vonden telkens veel te veel water om zelfs op de warmste dagen hun verzadigingsgraad te bereiken en neer te slaan. Alleen als door een toevallige omstandigheid de drempel zou rijzen en dus de afsluiting van de oceaan absoluut tot stand zou zijn gebracht, zouden deze

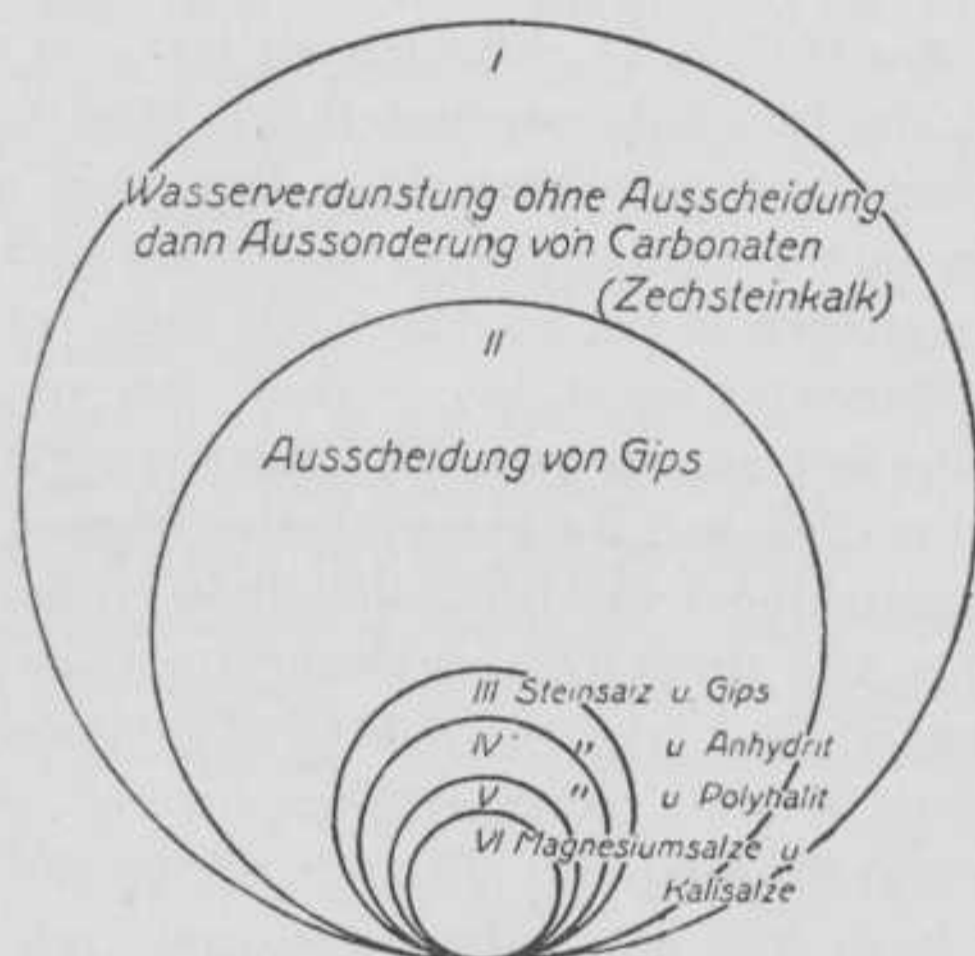


Fig. 6 (volgens Jänecke)

zouten tot uitkristallisatie gedwongen kunnen worden. Dat toeval nam Ochsenius voor laag Stassfurt aan. Maar nu er drie kalilagen boven elkaar zijn gevonden, zou men teveel van het toeval moeten eischen om de drempel driemaal op en neer te laten bewegen alleen in de Boven-Zechstein. Ook zou bij een dergelijke regelmatige uitkristallisatie het zoutprofiel over het heele bekken ongeveer hetzelfde moeten zijn en dat is allesbehalve het geval. Toch zouden de verschillende profielen door de aanname van eenige kleinere bekkens te verklaren zijn maar alleen zoo, dat bij afsluiting van de oceaan de oplossingen zich bij indampen op de diepere deelen samentrokken en daardoor verschil in dikte en samenstelling der zouten veroorzaakten. Doch dan worden de kalilagen op de randen van deze bekkens moeilijk verklaarbaar. Een voordeel van deze theorie is dit, dat ze eenvoudig de groote

paketten zout verklaart, door steeds toestroomen van versch zeewater. Maar ook een „einmalige” vulling is niet onzinnig.

2. Walther heeft al het zout uit de omgevende woestijngronden willen laten toestroomen, nadat het bekken eenmaal gevuld was. (Vroeger wilde hij zelfs dit laatste ontkennen, als absoluut noodig). Hoewel zoutmeren in de woestijn voorkomen, is het niet denkbaar dat over zulke gebieden als hier een zoo groote en continue afzetting (naar de samenstelling) van zouten op deze wijze kan hebben plaats gevonden. Hoe diep moet het bekken bij eenmaal vullen met zeewater geweest zijn? De gemiddelde dikte van de zoutafzettingen in het hoofdbekken bedraagt als minimum 350—400 M. Zeewater bevat $3\frac{1}{2}$ % zout. Dus voor 350 M. zou 10 K.M. waterhoogte noodig zijn. Dit laatste is echter niet noodig.

Aan de verbreiding van de koperschiefer kunnen we ongeveer toetsen de uitgestrektheid van het zoutbekken en deze blijkt ongeveer zeven keer zoo groot te zijn geweest als die van het zout (ruwe schatting 7, resp. 1×10^5 K.M²). Bij indamping kan zich het water van de randen teruggetrokken hebben. Nemen we dit laatste aan, dan verschaffen ons alleen de dikten van de anhydrietlagen aan de basis van het oudere steenzout (n.l. ong. 50 M.) moeilijkheden ter verklaring, daar de verhouding hiervan tot de dikte van het overige zout niet in overeenstemming is met de samenstelling van het tegenwoordige oceaانwater. Het ouder en jonger steenzout, zoo verschillend wat regelmaat van afzetting en dikte betreft, kunnen nu goed verklaard worden. Het jonger steenzout is n.l. veel onregelmatiger in samenstelling en dikte (zie vroeger) en toevloeiingen van oplossingen van de randzouten kunnen tezamen met concentratieveranderingen in het zich inkrimpente wateroppervlak, hieraan debet zijn.

3. Everding, die verschillende resultaten van Van 't Hoff kende, merkte op, dat Carnalliet en Hartsalz dikwijls samen voorkomen. Nu wist men reeds voordien, dat kainiet een secundair zout was, omdat het steeds dicht aan de oppervlakte, resp. aan de bovenkant van een zoutcomplex (met een kalilaag) voorkomt. Everding (7) wilde nu ook het dieper voorkomende hartsalz secundair verklaren en noemde daarom het kainietgesteente, dat na

de horstvorming gevormd is, posthuum en het hartsalz dat in de Zechstein van carnalliet afgeleid was: descendent. De parallele structuur van de carnalliet en hartsalz-lagen over groote afstanden is hem ontgaan, anders kon hij nooit aan een uitlooging van carnalliet gedacht hebben. Ja, de Trümmercarnalliet, die we bij de tektoniek hebben besproken, noemde Everding zelfs descendent. Overigens is het werk van Everding vooral voor de toen ter tijd slecht gekende paragenese van de zouten bij verschillende temperaturen zeer verdienstelijk geweest. Komt nu, zooals bij Stassfurt carnalliet (zuiver) op hartsalz voor, dan kan Everding dit met de descendentietheorie niet verklaren. Daarmee was de genestheorie van Everding van de baan.

4. Hoe moest men dan deze paragenese van hartsalz en carnalliet verklaren? Van 't Hoff had gevonden dat het eerste beneden 72° onbestaanbaar is. Maar dergelijke temperaturen zijn bij geen enkel klimaat bekend. Toen grepen Lachmann en Arrhenius naar een theorie die deze temperaturen door verzinking in de diepte, n.l. door de afzetting eener 3500 M. dik pakket van mesozoische sedimenten, aannemelijk maakten. De zouten zouden bij normale temperaturen van $10-15^{\circ}$ afgezet zijn en als waterhoudende zouten (leoniet, reichardtiet, koeneniet etc.) in de diepte op hooger temperatuur zijn gekomen en daar geheel en al veranderd zijn. Dus alle zouten zijn volgens hen metamorf. Deze verandering bestaat vooral in waterverlies der kristalhydraten en verder in ingrijpende omkristallisaties.

Een groot bezwaar is echter, dat men nooit eenige rest van de loogen die hierbij moeten zijn opgetreden heeft gevonden. Ook voor enkele gebieden is de dikte van een $3\frac{1}{2}$ K.M. dikke laag van sedimenten na de Zechstein absoluut onaannemelijk (Werra). Ook kan later weer retromorfose optreden, dus hartsalz weer in carnalliet omgezet worden. Dit is nooit waargenomen!

5. Jänecke, die het grootste deel der fysisch-chemische moeilijkheden door Van 't Hoff nagelaten, met d'Ans heeft opgelost, houdt zich in hoofdzaak bij de genese. Alleen de bestanddeelen der omzetting worden bij hem anders. B.v. verklaart Arrhenius carnalliet met kieseriet uit kainiet met inwerking

van een warme bischofiet-loog, terwijl J ä n e c k e daarvoor hart-
salz met bischofietsmelt noodig acht. Zoo schijnen ook polyhaliet
en glauberiet aan hoge temperaturen (150—200°) gebonden te
zijn. Bij ong. 100°, verliest de gips z'n kristalwater tot anhydriet.
De bischofiet smelt bij 117°. Bij alle metamorfose naar de diepte
moeten we steeds rekening houden met gecompliceerde retro-
grade omkristallisaties, door latere opheffing.

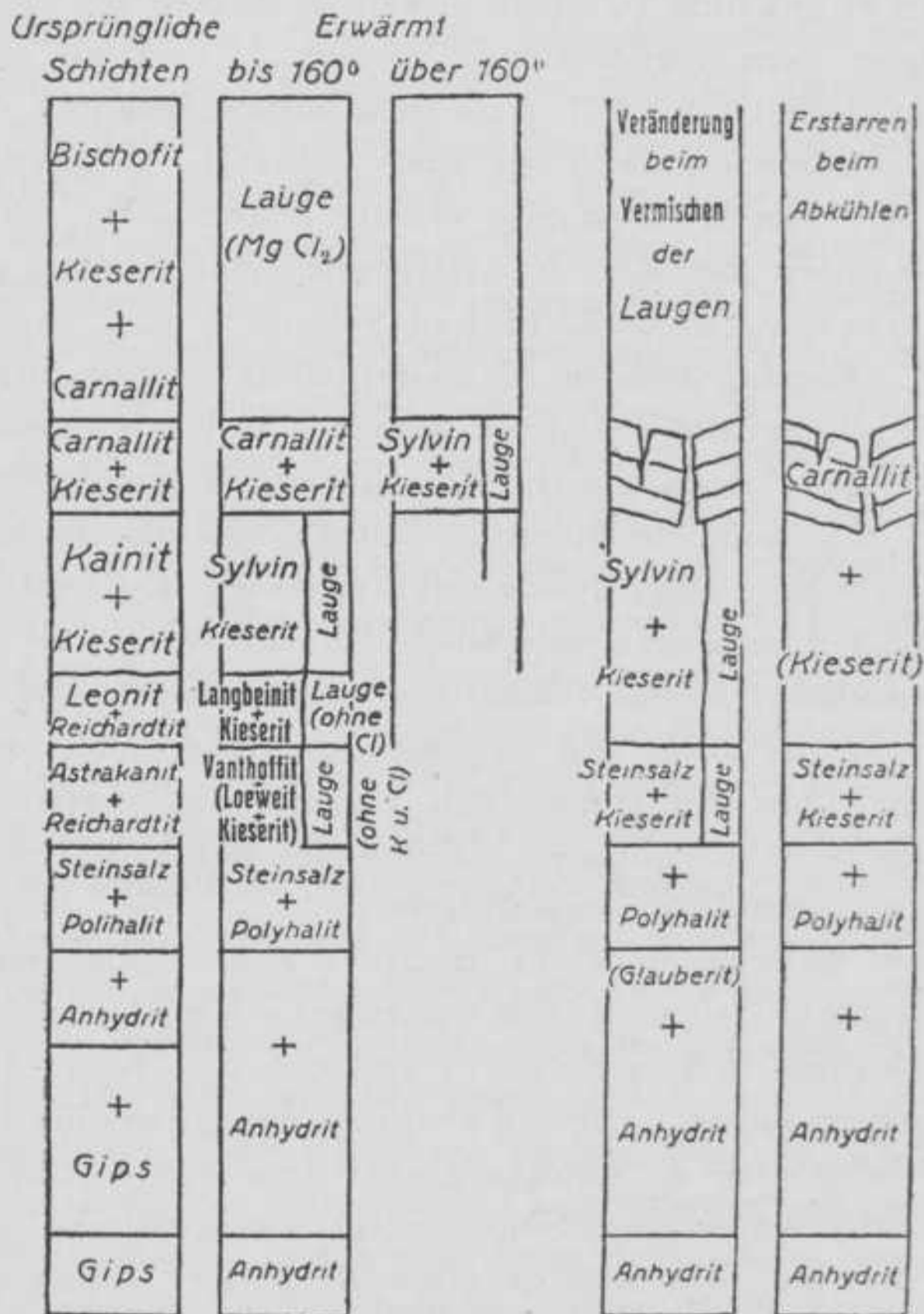


Fig. 7 (volgens Jänecke).

Als algemeen gegeven mogen we aannemen, dat op enkele uit-
zonderingen na (bischofiet en carnalliet) de meeste zouten hun

kristalwater by verwarming meer of minder geleidelyk verliezen beneden 100° C. D eonderzoekingen van de omzettingen boven deze temperatuur zijn nauwelijks begonnen of bekend. (zie fig. 7)

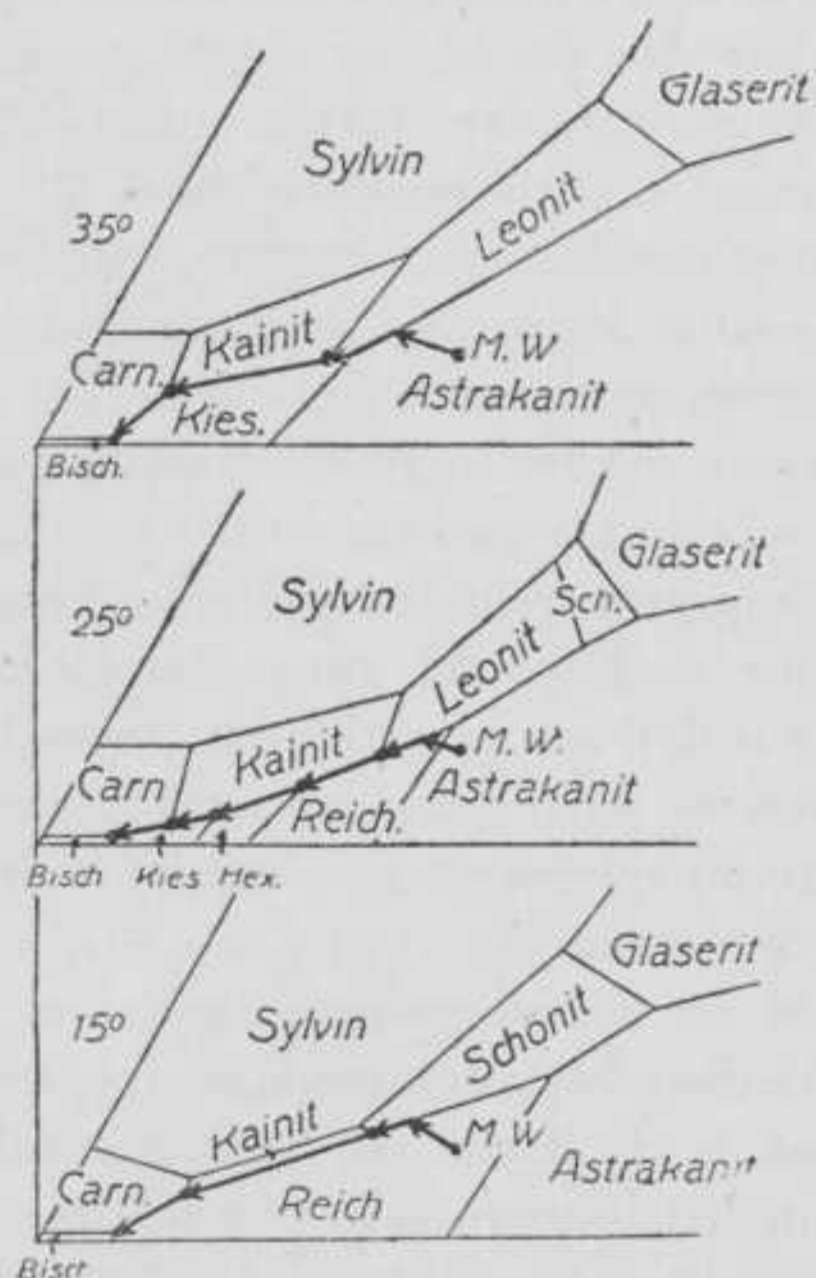


Fig. 7a. M.W. = zeewater (Jänecke).

(Jänecke) (3) (10). Het spreekt vanzelf dat bij deze omzettingen veel water vrijkomt, dus het volume der oplossing toeneemt. Enkele van de meest belangrijke omzettingen van 25° — 167° volgen hier: steenzout + gips gesteente \Rightarrow ong. 100° \Rightarrow steenzout + anhydriet gesteente; kieseriet + carnalliet + kainiet \Rightarrow kieseriet + sylvien + oplossing \Rightarrow langbeiniet + sylvien + kieseriet + oplossing \Rightarrow carnalliet + kieseriet + sylvien + langbeiniet + oplossing \Rightarrow carnalliet + kieseriet + sylvien + oplossing \Rightarrow carnalliet + kieseriet + oplossing \Rightarrow sylvien + kieseriet + oplossing;

astrakaniet \Rightarrow langbeiniet + kieseriet + oplossing \Rightarrow langbeiniet + loewiet + vanthoffiet + oplossing \Rightarrow langbeiniet +

vanthoffiet + oplossing \rightleftharpoons kieseriet + sylvien + vanthoffiet + oplossing.

Tot nu toe hebben we de druk steeds buiten beschouwing gelaten en het schynt niet waarschynlyk, dat uitkristallisatie van zouten uit een binnensee anders dan die by een druk van èèn atmosfeer zal zijn. Kleine schommelingen van enkele atmosferen die in de natuur nooit voorkomen) bleken geen merkbare invloed op de zoutvorming uit te oefenen. (Boeke). Anders wordt dit, wanneer we omzettingen van zouten op groote diepte en hooge temperatuur, zooals boven beschreven, moeten verklaren. De invloed van de druk hierby is pas aan enkele fragmentarische voorbeelden onderzocht. Zoo is de paragenese van carnalliet, tachhydriet en sylvien bij geen enkele temperatuur uit de kristallisatieschema's bekend. Hier is derhalve de drukinvloed waarschijnlijk een belangrijke factor. De vorming is dan zoo te verklaren; carnalliet + CaCl_2 oplossing \rightleftharpoons sylvien + tachydriet. Volgens Van 't Hoff is het samen voorkomen van sylvien en tachhydriet bij elke temperatuur onmogelijk.

Het is dus bij al de zoutvormingen zaak niet dan met groote reserve uitspraak te doen over sommige paragenesen waarvan men mag aannemen dat de druk een rol heeft gespeeld. De temperatuurintervallen voor het bestaan van verscheidene zouten, vroeger afgeleid, behouden echter steeds hun waarde, zoowel voor de paragenese als voor de functie van de geologische thermometerschaal.

Komen we nu terug op J ä n e c k e s theorie van een metamorfose in de diepte, die dus met de vorming van veel water (dus oplossingen) samengaat, dan blijkt een ernstig bezwaar dat we nergens eenige resten van dit water vinden. Een frappant voorbeeld hiervan geven de regelmatige lage van anydriet in de Midden-Z&echstein, ie samen ongeveer 50 M. dik zijn. Daar deze anhydriet volgens J ä n e c k e uit gips moet zijn ontstaan, vraagt Fulda (Z. d. D. Geolog. Ges. 1925) terecht waar de 14 M. kristalwater zijn gebleven, die hierbij vrij moeten zijn gekomen. Eenig teeken of aanwijzing van afvloeiing heeft men hierin, zoomin als in de hart-salz-carnalliet lagen gevonden.

6. Fulda heeft daarom een heel andere factor voor de verklaring van de oodzakelijke hoge temperaturen van 80—100° C. gezocht en deze gevonden uit de waarnemingen van Elscher. Deze heeft in Californië aan de oppervlakte van een met zeewater gevulde zoutpan, die onder de inwerking van de zon indampte op verschillende tijdstippen de temperaturen gemeten. Als de loog een s.g. van 1,3 had bereikt, werd aan de oppervlakte langzamerhand een zoutkorst gevormd, die de verdamping sterk belemmerde. Door verdere insolatie steeg de temperatuur tot op 80° C. aan de korst, welke des nachts de afkoeling van de loog heel gering maakte. Soortgelijke waarnemingen heeft men aan enkele salines in Hongarije gedaan.

In een woestijnklimaat, is het dus volstrekt niet onmogelijk dat door een zoutkoorstvorming de temperatuur van de loog tot op 110° C. stijgt.

Welke temperatuur wordt nu voor de afzetting van een kalilaag in de natuur vereischt? Daartoe gaan we de paragenese der zouten in de laag na, die primair gevormd moeten zijn. Nu ontbreken actrakaniem, leoniet en kainiet primair, terwijl loewiet wel in de overgangslagen (onder laag Stassfurt) voorkomt. De temperatuur der afzetting moet dus volgens de vroeger genoemde resultaten van Van 't Hoff tusschen 83 (verdwijnen van kainiet) en 110° C. (verdwijnen van loewiet) gelegen hebben.

Thans moet dus ook het samen voorkomen van hartsalz en carnalliet volgens het kristallisatieschema verklaard worden, zonder dat van eenige drukinvloed sprake kan zijn. Verder moet ook nog het neerslaan van NaCl als onderbreking van de kalilaagafzetting, waardoor de gesteenten als carnallitiet en hartsalz gekenmerkt zijn, verklaard worden.

Nu vinden we in de vloer van het hartsalz, zooals b.v. van laag Stassfurt in de overgangslagen vanthoffiet, loewiet en langbeiniet, welke in de vloer van carnallitiet ontbreken.

Het hartsalz kan dus als normale uitkristallisatie, na de afzetting van de Ca-zouten anhydriet, glauberiet en polyhaliet uit het schema bij 83° verklaard worden. Na de velden vanthoffiet, loewiet en langbeiniet komt de hartsalzkristallisatielijne (lijn 2 in fig. 8) op

de grenslijn van kieseriet en langbeiniet, waarbij beide zouten dus tegelijkertijd zich vormen als bodemzouten. Daarna komt hij bij F aan het sylvinitveld en volgens de grenslijn FD zet zich nu hart-sals (sylvien plus kieseriet, steeds met steenzout natuurlijk!) af.

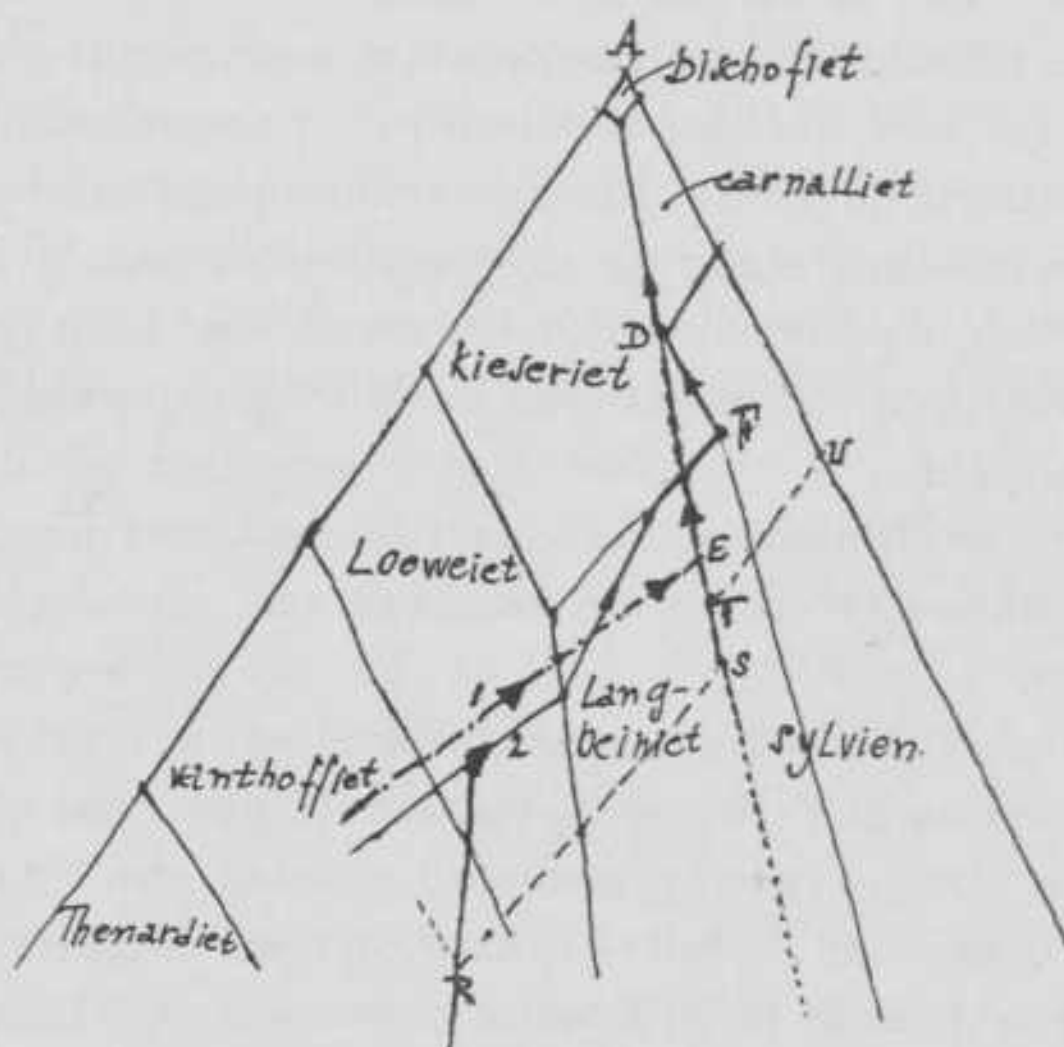


Fig. 8. Temperatuur: 83°.

Tot een volledige bischofietuitkristallisatie komt het niet: bijna nergens komt bischofiet in eenige belangryke dikte voor. Dat wijst er dus op dat òf reeds andere oplossingen toestroomden die de condensatie weer verkleinden. In ondiepere deelen van het bekken kunne we het eerst, vooral indien de verbinding met het bekken moeilijk convectiestroomden toelaat, bischofiet verwachten. In het algemeen is op zoo'n plaats de uitkristallisatie iets vooruit bij die van het bekken.

De carnallietiet kan eveneens als primair zoutgesteente goed verklaard worden. Hiertoe moeten we de oververzadigingsverschijnselen, zooals door Serowy (3) reeds genoemd, in aanmerking nemen. Ook Van 't Hoff merkte reeds op, dat de instelling van de evenwichten soms geruimen tijd vorderde, omdat steeds de sulfaten de neiging hadden in oplossing te blijven, tenzij na lang

roeren dit tegengegaan werd. De waterdamp, die zich nu onder de zoutkorst vormt zal op zeker oogenblik deze doen scheuren en hiermee moet dan een periode van sterker uitkristallisaties gepaard gaan. ós de temperatuur voldoende om gedurende langeren tijd de korst „open” te houden dan zal dus de meeste overzadiging optreden. Zoo is dan te begrijpen, dat vanthoffiet, loeweiet en langbeiniet niet neerslaan, maar het eerste sulfaat kieseriet is. Lijn 1 geeft nu aan hoe na de anhydriet-, glauberiet-, polyhaliet-serie direct kieseriet uitkristalliseert, en daarna carnalliet. Door de oververzadiging van de oplossing aan sulfaat heeft het kieseriet- en carhallietveld zich sterk uitgebreid, n.l. tot de stippellijnen in fig. 8 (zie ook fig. 9) (RSD resp. UTD). Al naar deze oververzadiging

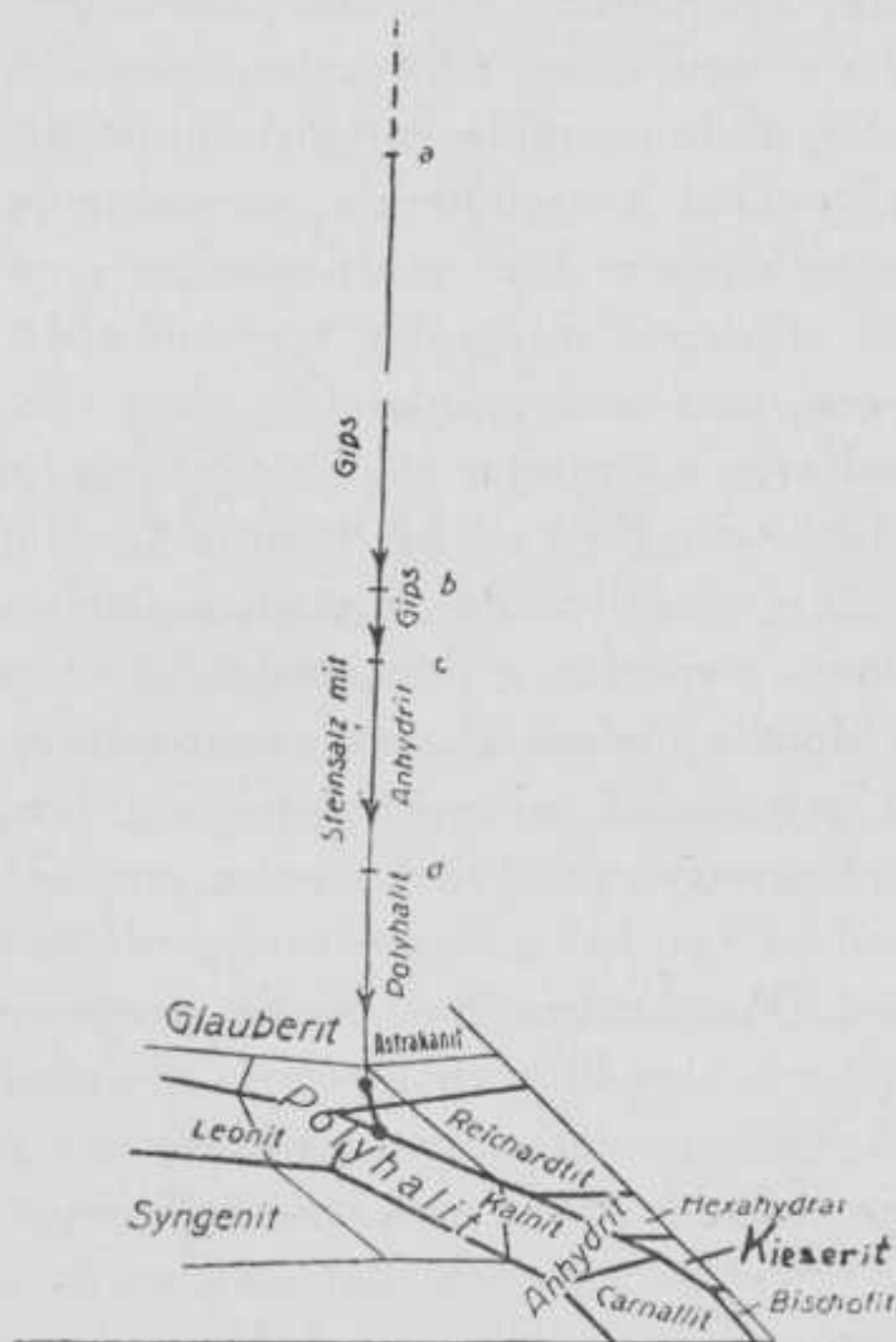


Fig. 9 (Jänecke).

meer of minder optreedt krygen we dus meer carnalliet, resp. meer hartsalz. Dat verklaart, dat steeds onderaan in elke kalilaag hart-

salz met daarboven een of meer series van carnalliet-hartsalzmengsels voorkomen, (laag Stassfurt). Nu kan carnaliet ook uit een niet-oververzadigde oplossing uitkristalliseeren als die oplossing relatief veel $MgCl_2$ en weinig KCl bevat. Dan kan lijn I dus direct in punt D uitkomen. Bij sommige carnallietbanken moet men met deze mogelijkheid steeds rekening houden.

Htt spreekt nu wel van zelf, dat door temperatuursveranderingen en samenstelling van toevloeiende oplossingen lokaal zeer veel verscheidenheden in de zoutsuccessie zullen optreden. Door afkoeling b.v. zal weinig K-zout uitkristalliseeren, maar veel meer steenzout. (afkoeling van 80 op 60° b.v.). Zoo zijn de steenzoutbanken in de carnalliet en hartsalz eenvoudig te verklaren (z.g. „Vertaubungszone”). Zoo kan ook door verschillende diepten de kalizoutvorming op ondiepere eerder begonnen zijn dan elders. Onregelmatigheden in de normale volgorde ontstaan soms, doordat oplossingen van geheel verschillende samenstelling elkaar ontmoeten. Ten slotte kunnen door minder of meer oververzadiging aan sulfaat reeds afgezette mineralen weer met de oplossing omkristallisaties geven, wat soms aanleiding geeft tot rhythmische afzettingen meer sulfaten en minder chlorieden, resp. minder sulfaten en meer chlorieden. (Zie Kali, 1921; blz. 108). Het laatste woord is over deze locale verschillen der zoutsuccessies nog niet gezegd.

Een aparte plaats nemen nog de posthume zouten in. Deze zijn na de oppersing door oplossen van de opgeperste zouten gevormd en bevatten dus gewoonlijk meer kristalwater dan hun moederzouten. De grondwaterspiegel krijgt hierbij een belangrijke rol te vervullen. De bodem van het grondwater wordt de zoogen. „zoutspiegel” genoemd. We krijgen dus hierbij vorming van: gips uit anhydriet; kainiet uit carnalliet en kieseriet (hartsalz); sylvien uit carnalliet; astrakaniet en reichardtiet uit kieseriet; kainiet kan nog weer tot schoeniet worden. De grens van de kainiet met de carnalliet is zooals te verwachten is geen plat vlak en de diepte van omkristallisatie is dan ook sterk varieerend. Door de steeds mogelijke toetreding van water, is het afbouwen van kainiet- en andere posthume kalizouten, bijzonder gevaarlijk, en dikwijls geheel onmogelijk.

LITERATUUR-OVERZICHT.

A. Geologie: Algemeene Chemie.

1. Van 't Hoff: Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen. Braunschweig 1909.
2. d'Ans: Untersuchungen über die Salzgesteine ozeanischer Salzablagerungen „Kali“ 1915. S. 147—270.
3. Jäneck e: Die Entstehung der deutschen Kalisalzlagerstätten 1917.
4. Serowy: Beiträge zur Kenntnis wichtiger Gleichgewichtslösungen ozeanischer Salzablagerungen bei 85°. Zeitschr. „Kali“ 16-te Jahrg. 1922.
5. A. Geller: Salztektonik und Salzmetamorphosen. „Kali“ 1924. S. 297.
6. Engel: Beitrag zur chemisch-petrographischen Kenntnis der Kalisalzlagerstätte von Salzdetfurth 1913.
7. Beyschlag—Everding: Zur Geologie der deutschen Zechsteinsalze Berlin 1907.
8. Ochsenius: Die bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze. Halle 1877.
9. Fulda: Temperatur und Übersättigung der Laugen bei der Bildung von Kalisalzlagerstätten. Zeits. d. D. Geolog. Ges. 1925. Monatsber. S146f.
10. Fulda: Salztektonik. Z. d. D. Geolog. Gesells 1927.
11. Harbort: Zur Frage der Aufpressungsvorgänge und des Alters des nordwestdeutschen Salzvorkommens. „Kali“ 1913. S. 112—121.
12. Boeke—Eitel: Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie 1923.
13. E. Seidl, in: Erläuterungen zur geologischen Karte von Preussen und Bundesstaaten. Blatt Bockenen. Gradabt. 41, blz. 7.

B. Verwerking:

13. Spackeler: Kalibergbaukunde. Halle 1925.

14. O. Krull: Beiträge zur Verarbeitung der Kalirohsalze. Dissertation 1918.
 15. E. Kayser: Die Ersatzzahlen in konstanten Lösungen über KCl und NaCl. „Kali“ 1923. S. lund ff.
 16. Pfeiffer: Handbuch der Kali-industrie.
 17. O. Krull: Die chemischphysikalischen Grundlagen des Verdampfens und des Lösens auf Endlauge. „Kali“ 1922. S. 377, 393, 413, 432, 449.
 18. Dr. K. Hermann: Einführung in die Kaliindustrie.
 19. Fortschritte in der Verarbeitung der Kali-rohsalze. Knapp-Halle/Saale.
-

LITERATUURLIJST. *)

I. GEOLOGIE.

Algemeene geologie.

- Dr. B. G. Escher. De gedaante-veranderingen onzer aarde". Derde druk, 1927. Maatschappij voor Goede en Goedkoope Lectuur f 5,25
- E. Haug. „Traité de Géologie", 1921.
Deel I. „Les phénomènes géologiques" (algemeene geologie). Paris, Colin frcs 40,—
Deel II. „Les périodes géologiques (stratigrafie en historische geologie, 3 banden). Paris, Colin frcs 80,—
- E. Kayser. „Lehrbuch der Geologie".
Deel I. Lehrbuch der Allgemeinen Geologie".
Bd. I, 7e en 8e druk, 1923. Stuttgart, Enke. Ing. R.M. 25,20
Geb. R.M. 28,70
Bd. II, 7e en 8e druk, 1923. Stuttgart, Enke. Ing. R.M. 15,20
Geb. R.M. 18,70
Deel II. „Lehrbuch der Geologischen Formationskunde".
Band III, 6e—7e druk, 1923 Ing. R.M. 20,50
Geb. R.M. 24,—
Band IV. 6e—7e druk, nog niet verschenen.
- Th. C. Chamberlin and R. D. Salisbury. „Geology".
Deel I. „Geologic processes and their results" (algemeene geology), 1904 24 sh net
Deel II. „Earth History" Genesis-Paleozoic, 1905 24 sh net
Deel III. „Earth History" Mesozoic-Cenozoic, 1906 24 sh net
- M. Neumayr. Erdgeschichte.
Bd. I, Dynamische Geologie, 1920 R.M. 16,—
- P. Lake and R. H. Rastall. A text-book of Geology.
3rd Edition 21 sh
- L. V. Pirsson and Ch. Schuchert Textbook of Geology. Part I. Physical geology. 3rd. Ed. New York. 1929 \$ 3,75
- H. Jeffreys. The Earth 2nd. Ed. 1929 (Cambr. Univ. Press.) 20 sh

*) De prijzen zijn welwillend verstrekt door de N.V. Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr. te Delft.

- E Haug. „Traité de géologie”. Armand Colin, Paris. 3e
deel.
- W. J. Miller. An Introduction to historical geology; with
special reference to North America. 3rd. Ed. 1928. Van
Nostrand. New York \$ 2,50
- M. Gignoux. Géologie stratigraphique. Masson et Cie.
1926 frcs 80,—
- A. J. Jukes-Browne. The Student's handbook of strati-
graphical geology. Edward Stanford. London 1912 . . . 12 sh
- E. Neaverson. Stratigraphical palaeontology. A manual
for Students and Field Geologists. London. Macmillan.
1928. 18 sh
- E. Kayser. Lehrbuch der Geology 6—7 Aufl. 1923-'24.
Bnd. 3 en 4. Geologische Formationskunde. Ferd. Enke,
Stuttgart M. 27,50
M. 32,—
- F. X. Schaffer. Lehrbuch der Geologie. Teil 2. Grund-
züge der Historischen Geologie. Franz Deuticke, Leipzig
und Wien M. 20,40
- O. Abel. Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. Gus-
tav Fischer, Jena. M. 34,—
- L. Dudley Stamp. An Introduction to Stratigraphy (Bri-
tish Isles). Thomas Murby en Co. London. 1924 10 sh
- W. Salomon. Grundzüge der Geologie. Bnd. 11. Erd-
geschichte. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuch-
handlung (Erwin Nägele). M. 33,50
- J. W. Gregory and B. H. Barrett. General Stratigra-
phy. Methuen en Co. London. 1931 10 sh
- Wind.**
- J. Walther. „Das Gesetz der Wüstenbildung”, 4e druk,
1924. Leipzig, Quelle und Meyer R.M. 16,—
- F. Solger, P. Graebner e.a. „Dünenbuch”, 1910.
Stuttgart, Enke R.M. 11,20
- IJs.**
- H. Hess. „Die Gletscher”, 1914. Braunschweig Vieweg.
R.M. 18,—
- W. H. Hobbs. „Characteristics of Existing Glaciers”
1911 17 sh net
- W. B. Wright. „The Quaternary Ice Age”, 1914. 21 sh net

Vulkanisme.

- R. A. Daly. „Igneous Rocks and their origin”, 1914. . 25 sh
 F. v. Wolff. „Der Vulkanismus”, 1e deel, 1914. Stuttgart, Enke R.M. 27,30
 F. v. Wolff. „der Vulkanismus”, 2e deel, 1e helft, 1923. R.M. 15,70
 S. J. Shand. „Eruptive Rocks”. Their Genesis, Composition, Classification and their Relation to Ore-deposits with a Chapter on Meteorites. London, Thomas Murby & Co., 1927 20 sh
 G. W. Tyrrell. „The Principles of Petrology” . . . \$ 3,25
 K. Sapper. Volkankunde M. 36,50
 J. P. Iddings. The Problem of Volcanisme. 1914. . \$ 6,—

Aardbevingen.

- A. Sieberg. „Geologische, physikalische und angewandte Erdbebenkunde”, 1923 R.M. 20,—
 De Montessus de Ballore. „La science seismologique”, 1907 frcs 16,—
 De Montessus de Ballore. „Les Tremblements de Terre”, 1906. frcs 12,—
 W. H. Hobbs. „Earthquakes, an introduction to seismic geology”, 1908 12 sh 6 d
 Hobbs-Ruska. „Erdbeben”. Eine Einführung in die Erdbebenkunde, 1910. Leipzig, Quelle und Meyer. R.M. 10,—
 C. Davison. „The origin of Earthquakes” 2 sh 6 d
 B. B. Galitzin. Vorlesungen über Seismometrie. Leipzig 1914. Teubner M. 24,—
 Bouasse. Séismes et sismographes. Delagrave. Paris 1927 frcs 55,—
 Rothé. Le tremblement de terre
 G. W. Walker. Modern Seismology. London 1913. Longmans. 6 sh 6 d

Tektonische geologie.

- C. K. Leith. „Structural geology”, 1914 8 sh 6 d
 Bailey Willis. „Geological structures”.
 L. Kober. „Der Bau der Erde”, 1921. R.M. 17,25
 H. Stille. Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1924. Borntraeger M. 22,50
 Rud. Haub. Bewegungsmechanismus der Erde. Berlin 1928. Borntraeger M. 20,50

Geomorfologie.

- W. M. Davis. „Die erklärende Beschreibung der Landformen“, 1924. Leipzig Teubner R.M. 13,60
 Emm. de Martonne. „Traité de géographie physique“, 3e druk, 1926, I en II. Paris, Colin frcs 50,—

Praktische geologie.

- J. E. Spurr. „Geology Applied to Mining“, 1907 8 sh 6 d
 F. H. Lahee. „Field Geology“, 1923 20 sh

Alpen.

- Albert Heim. „Geologie der Schweiz“. 1919—1922. Leipzig, Tauchnitz R.M. 70,—
 Deel I. Band I. Molasseland und Juragebirge, 1919.
 Deel II. Band II. 1e Ged. Die Schweizer Alpen, 1921.
 Deel II. Band II. 2e Ged. Die Schweizer Alpen, 1922. R.M. 81,50
 Collet. „Structure of the Alps“ 16 sh
 R. Staub. „Der Bau der Alpen“ frcs 50,—
 L. Kober. „Der Bau der Alpen“ R.M. 18,—

Nederland.

- J. van Baren. „De bodem van Nederland“, 1908, aflevering 1—18, (nog niet compleet). Zutphen, Thieme. Per aflevering. f 1,50
 Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff & W. A. J. M. van Waterschoot van der Gracht. „Niederlande“. Handbuch der Regionalen Geologie. Heft 12. Band 1. 3 Abteilung, 1913 R.M. 4,—
 Verhandelingen en Verslagen van het Geologisch Mijnbouw. Genootschap voor Nederland en Koloniën, per deel f 15,—
 Tijdschrift v.h. Kon. Ned. Aardr. Genootschap, Leiden Brill Per jaargang f 17,50
 Dr. F. J. Faber „Geologie van Nederland. 1926 f 6,25

Nederlandsch-Indië.

- Dr. H. A. Brouwer. „The Geology of the Netherlands East Indies. f 7,50
 Dr. L. M. R. Rutten. Voordrachten over de Geologie van Oost-Indië. 1927. f 15,—

II. HISTORISCHE GEOLOGIE.

Handboeken.

- T. C. Chamberlin and R. D. Salisbury. „Geology II & III”, Earth History. John Murray, London . 24 sh net each
 A. de Lapparent. „Traité de géologie”. Vol. II et III. Géologie proprement dite. Masson & Cie., Paris . frcs 38,—
 L. V. Pirsson and Ch. Schuchert. „A Textbook of Geology II”. Historical Geology. Chapman & Hall, London, John Wiley & Son, New York . . . 12 sh 6 d net

Verzamelwerken.

- Joh. Walther. „Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft”
 Joh. Walther. „Geschichte der Erde und des Lebens”. Veit & Comp., Leipzig R.M. 17,50
 M. Neumayr u. V. Uhlig. „Erdgeschichte II”. Bibliographisches Institut. Leipzig, Wien

III. PALAEOONTOLOGIE.

Elementair.

- J. Felix. „Die Leitfossilien aus dem Pflanzen- und Tierreich etc.” Veit & Comp., Leipzig R.M. 8,—
 H. W. Shimer. „An Introduction to the Study of Fossils”. Macmillan Comp., New-York 12 sh 6 d net
 G. Steinmann. „Einführung in die Palaeontologie”. Wilh. Engelmann, Leipzig R.M. 15,20
 H. H. Swinnerton. „Outlines of Palaeontology”. Edw. Arnold & Cy., London 30 sh net

Handboeken.

- E. Koken. „Die Leitfossilien”. Tauchnitz, Leipzig. R.M. 16,—
 H. Potonié und W. Gothan. „Lehrbuch der Palaeobotanik”. Gebr. Borntraeger, Berlin. R.M. 24,—
 G. Steinmann L. Döderlein. „Elemente der Palaeontologie”. Wilh. Engelmann, Leipzig R.M. 12,50
 Karl A. Zittel. Handbuch der Palaeontologie. Unter Mitwirkung v. A. Schenk.
 1. Abth., Palaeozoologie. I. 1876—1880; II. 1881—1885; III. 1887—1890; IV. 1891—1893.
 2. Abth. Palaeophytologie. Band I. 1890.

- Karl A. Zittel. Handbuch der Palaeontologie.
 1e Abt. Palaeozoologie M. 140.—
 2e Abt. Palaeophytologie M. 140.—
 R. Oldenbourg, München, Leipzig. 1880—1890 M. 140.—
- Karl A. Zittel. „Grundzüge der Palaeontologie“.
 R. Oldenbourg, München, Leipzig.
 1e Abt. Invertebrata M. 20,—
 2e Abt. Vertebrata M. 20,—
- E. Stromer von Reichenbach. Lehrbuch der Paläozoologie.
 B. G. Teubner, Leipzig und Berlin. 2 Bde. M. 24,—
- R. Hoernes. Elemente der Palaeontologie.
 Veit und Comp., Leipzig. 1884 M. 16,—
- H. W. Shimer. An introduction to the study of fossils.
 (plants and animals)
 The Macmillan Company, New. York. 1914 \$ 3,10
- H. H. Swinnerton. Outlines of Palaeontologie.
 Edw. Arnold London. 1923 30 sh
- H. Woods. Palaeontology. Invertebrate 6 th. Ed. 1926
 University Press. Cambridge 10 sh 6 d
- O. Abel. Lehrbuch der Paläozoologie. Gustav Fischer,
 Jena M. 16,—
- A. M. Davies. An introduction to palaeontology 2 nd.
 impr. Th. Murby en Co., London. 1925 12 sh 6 d

IV. ERTSKUNDE.

A. ECONOMISCHE EN PRACTISCHE GEOLOGIE.

Algemeen.

- L. de Launay. „Traité de metallogènie gîtes minéraux et
 métallifères“ (1913) frcs 90,—
- Beyschlag-Krusch-Vogt. „Die Lagerstätten der
 nutzbaren Mineralien und Gesteine I-II“ (1922) (Enke-
 Stuttgart) R.M. 51,80
- W. Lindgren. Ore deposits (1922)
- O. Stutzer. „Die wichtigsten Lagerstätten der Nichterze
 II“ R.M. 37,40
- Beck-Berg. Abrisz der Lehre von den Erzlagerstätten
 (1922) R.M. 15,30
- Stelzner-Bergeat. „Die Erzlagerstätten“. 2 Bd. 1904
 —1906 R.M. 63,—
- Emmons. Textbook of general economic geology (1922)
- Emmons. Principles of economic geology (1918). . Sh 30,—

- K. Keilhack. Lehrbuch der praktischen Geologie (Enke-Stuttgart). 2 Bd. R.M. 46,40
- S. F. Emmons. The secondary enrichment of ore deposits (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXX (1900)
- F. v. Posepny. The genesis of ore deposits
- W. Lindgren. Metasomatic processes in fissure veins (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXX (1900)
- J. F. Kemp. The role of igneous rocks in the formation of veins (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXXI (1901)
- W. H. Weed. The influence of country rocks on mineral veins (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXXI (1901)
- W. H. Emmons. The enrichment of ore deposits (U. S. Geological Survey Bulletin 625) (1927)
- W. Lindgren. The genesis of the copper deposits of Clifton Morenci, Arizona (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXXV (1904)
- F. L. Ransome. The geology and the copper deposits of Bisbee Arizona. (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXXIV (1903)

Petroleum en Steenkool (zie voor Petroleum ook onder VI, Metallurgie).

- E. Blumer. Die Erdöllagerstätten usw. (Enke-Stuttgart). R.M. 17,—
- E. H. Cunningham Craig. Oilfinding (Arnold-London) 8 sh 6 d
- W. H. Emmons. Geology of petroleum (McGraw Hill, London & New York) 36 sh
- H. Potonié. Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithen etc. (Borntraeger, Berlin) . . . R.M. 11,40
- R. Potonié. Einführung in die Allgemeine- und Kohlenpetrographie. 1924 R.M. 12,—
- De Golyer and others. „Geology of salt dome oil-fields”.
- O. Stutzer. Die wichtigsten Lagerstätten der Nichterzen II: Allgemeine Kohlengeologie (Borntraeger, Berlin). R.M. 37,50
- Beeby Thompson. Oil field development . . . 25 sh net
- Beeby Thompson. Coal resources of the world (Morange & Co. Ltd., Toronto, Canada)

C. Engler und H. von Höfer. Das Erdöl. Band II. 1909.	R.M.	60,—
K. Potonié. Petrographie der Ölschiefer und Ihrer Verwandten	M.	14,25
G. Stadnikoff. Die Entstehung von Kohle und Erdöl. Stuttgart. 1930 (Enke).	M.	20,—
K. Krejci-Graf. Grundfragen der Oelgeologie. Stuttgart. 1930 (Enke)	M.	20,—
K. Krejci-Graf. Die Rumänischen Erdöllagerstätten. Stuttgart. 1929 (Enke)	M.	15,—

Zusatzsetzungen.

H. Everding. Deutschlands Kalibergbau I, Abschnitt: Zur Geologie der deutschen Zechstein Sälze. (Kön. Geol. Landesanstalt, Berlin) (1907)	R.M.	12,—
A. W. Grabau. Geology of the non-metallic mineral deposits etc. Vol. I: Principles of salt deposition (Mc Graw Hill, London)		30 sh
E. Fulda. Das Kali. II Teil. Stuttgart 1928 (Enke)	M.	29,50
E. Jänecke. Die Entstehung der heut. Kalisalzlager, 2e Aufl. Braunschweig 1923.	M.	5,50
E. de Golyer. Geology of Saltdome Oil fields. (Amer. Assoc. of Petroleum Geologists. 1926.		

Speciale onderwerpen.

Spurr. The ore magmas (1923).		
G. Berg. Mikroskopische Untersuchung der Erzlagerstätten (1915)	R.M.	9,—
J. Rouh-Brahic. Les gîtes miniers et leur prospection (1919).		
P. Krusch. Die Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten (1921).	R.M.	23,10
Beeby Thompson. Iron resources of the world. Generalstabens Lithografiska anstalt (Stockholm).		
H. Schneiderhöhn. Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht	R.M.	10,—
W. M. Davy and C. M. Farnham. Microscopic examination of the ore minerals		
J. Murdoch. Microscopical determination of the opaque minerals.		8 sh 6 d
R. W. v. d. Veen. Minerography and ore deposition	f	12,25
Dr. F. Behrend und Dr. G. Berg. Chemische Geologie.	R.M.	40,40

Aanbevelen Tijdschriften.

Economic Geology.

Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineering.

U.S. Geological Survey (Bulletin and professional papers).

Engineering and Mining Journal.

Herkenning van Ertsen.

Plattner. Probiertkunst mit dem Lötrohre	R.M.	12,—
Weisbach-Kolbeck. Tabellen (Felix, Leipzig) (1923),	R.M.	5,50
F. von Kobell. Tafeln zur Bestimmung der Mineralien. R.M.		1,—

B. VERWERKING VAN ERTSEN.**Algemeen.**

R. Peete. Mining Engineers handbook

Ertsscheiding.

Richards. Ore dressing (4 dln.)		120 sh net
Richards. Textbook of ore dressing		36 sh net
Schennen und Jüngst. Lehrbuch der Erz- und Steinkohlen Aufbereitung (Enke, Stuttgart) (1913). Ing.	R.M.	30,—
	Geb. R.M.	39,—
A. F. Taggart. Handbook of ore dressing		
S. J. Truscott. Textbook of ore dressing (1923).		40 sh net
J. Roux Brahic. Préparation mécanique des minéraux (Dunod, Paris) (1922)	frcs	90,—
C. Bruchhold. Der Flotations-Prozess (Springer, Berlin) (1927)	R.M.	27,—
Milling Methods. 1930. Transactions American Institute of Mining and Metallurgical Eng.	\$	5,—
Ernst E. Fairbanks. Laboratory investigation of Ores. 1928. Mc. Graw	\$	3,50
Weinig and Palmer. Trend of Flotation.		
J. B. Scrivenor. A sketch of Malayan Mining. 1929. Mining Publ.		10 sh 6 d
U. S. A. Bureau of Mines (Washington Superintendent of Documents Bulletin 259; Placer-mining Methods and Costs in Alaska N. L. Wimmeler. 1927.	\$	0,55
P. Wilski. Lehrbuch der Markscheidkunde. I. Berlin. 1929. Springer	M.	26,—

V. MINERALOGIE EN PETROGRAFIE.

Max Bauer. „Edelsteinkunde”		2,20
H. Behrens. „Tabellen voor het bepalen van mineralen. f		27,—
Boeke-Eitel. „Grundlagen der physikalisch-chemische Petrographie”	R.M.	27,—
W. H. en W. L. Bragg. „X-Rays and Cristal structure”. 4th ed. London G. Bell and Sons 1924	10 sh 6 d net	
G. J. Brush-Penfield. „Manual of Determinative Mi- neralogy”		
H. B. Cornwall. „Blowpipe analyses and determinative Mineralogy”	18 sh 6 d net	
Daly. „Igneous rocks and their origin”	25 sh	
E. S. Dana. „A textbook of Mineralogy”	\$ 5,—	
E. S. Dana. „A System of Mineralogy”	\$ 12,50	
C. Doelter. „Physikalisch-Chemische Mineralogie”. R.M.	16,—	
C. Doelter. „Handbuch der Mineralchemie”	R.M. 242,—	
P. P. Ewald. „Kristalle und Röntgenstrahlen” (Natur- wissenschaftliche Abhandlungen-Monographien und Lehr- bücher). Berlin, Julius Springer, 1923	R.M.	26,50
P. Groth. „Einleitung in die chemische Kristallographie”. R.M.	6,—	
P. Groth-Mieleitner. „Physikalische Kristallogra- phie”	R.M.	11,50
P. Groth. „Tabellarische Uebersicht der Mineralien”. R.M.	3,—	
Jaeger. „Inleiding tot de Kristalkunde”		
F. Klockmann. „Lehrbuch der Mineralogie”	R.M.	23,—
C. Hintze. „Mineralogie”	R.M.	13,—
A. Holmes. „Petrographic Methods and Calculation”		
A. de Lapparent. „Cours de minéralogie”	frcs	15,—
Henry A. Miers. „Mineralogy, an introduction to the scientific study of minerals”	25 sh net	
Plattner-Richter. „Probierkunst mit dem Lötrohre”. R.M.	12,—	
H. Rosenbusch. „Elemente der Gesteinslehre,” von Dr. Osann	R.M.	32,50
H. Rosenbusch. „Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine”. 4e Aufl., 1923	R.M.	32,—
1. Die petrografisch wichtigen Mineralien, bearbeitet von Wülfing.		
1. Allgemeiner Teil (Kristalloptik, etc.)	R.M.	22,50
2. Spezieller Teil (Physiographie)	R.M.	22,50

II. Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine.	
1. „Tiefen- und Ganggesteine“	R.M. 28,50
2. „Erguss-gesteine“	R.M. 36,50
J. L. C. Schroeder van der Kolk. „Anleitung zur mikroskopischen Kristallbestimmung“	R.M. 2,40
J. L. C. Schroeder van der Kolk. „Tabellen zur mikroskopischen Bestimmung der Mineralien“. Bearbeitet von Dr. Beekman	R.M. 3,60
G. Tschermak. „Lehrbuch der Mineralogie“. 9e A. 1924.	R.M. 20,—
A. E. H. Tutton. „Crystallography and practical crystal-measurement“, 1923	50 sh net
Cross, Iddings, Pirsson, Washington. „Quantitative Classification of Igneous rocks“	\$ 1,75
C. Doelter. „Petrogenesis“	R.M. 9,50
Grubenmann-Niggli. „Die Gesteinsmetamorphose.“	R.M. 33,—
A. Harker. „Natural History of igneous rocks.“ 6 sh 15 d net	
J. P. Iddings. „Rockminerals, their chemical and physical characters and their determination in thin sections“	23 sh net
J. P. Iddings. „Igneous rocks“. 2 vol.	
Vol. I. Composition, texture and classification	23 sh net
Vol. II. Description and occurrence	23 sh net
J. de Lapparent. „Petrographie“, 1923. Masson & Cie. Paris.	
P. Niggli. „Lehrbuch der Mineralogie“, 2 dln	R.M. 57,—
P. Niggli. „Gesteins- und Mineralprovinzen“. Bd. I.	R.M. 48,—
R. Reinisch. „Petrografisches Practicum“.	
I. Gesteinsbildende Mineralien	R.M. 5,10
II. Gesteine	R.M. 8,20
S. J. Shand. „Eruptive rocks“	20 sh
Terpstra. „Leerboek der Geometrische kristallografie“. Groningen 1927	f 9,—
J. H. L. Vogt. „Die Silikatschmelzlösungen mit bes. Rücks. auf die Mineralbildung und Schmelzpunkt-Erniedrigung“. 2 Bände	Kr. 6,—
E. Weinschenk. „Grundzüge der Gesteinskunde“.	
I. Allgemeine Gesteinskunde als Grundlage der Geologie. 3e A. 1913	R.M. 7,30
II. Spezielle Gesteinskunde, mit bes. Berücks. der Geologische Verhältnisse	
E. Weinschenk. „Petrografisches Vademekum“. Ein Hilfsbuch für Geologen. 2e A. 1913	R.M. 3,20

VI. METALLURGIE EN DOCIMASIE.

(I.) Algemeen.

J. W. Richards. „Metallurgical Calculations” New York 1918. Macgraw Hill	\$	6,—
Joh. E. Bray. „The Principles of Metallurgy” Boston— New-York (Ginn.)	\$	5,80
Ulick. R. Evans. „Metals and Metallic compounds” Vol. I—IV 1923. London (Arnold) 1 —		21 sh
		2 — 18 sh
		3 — 14 sh
		4 — 18 sh
Ernst Hentze. „Sintern, Schmelzen und Verblasen Sulfidischer Erze und Huttenprodukte” 1929 Berlin. M.		46,50
Donald M. Liddell (Editor). „Handbook of Non- Ferrous Metallurgy”. Vol 1—11. New-York London 1926 Mc Graw Hill	\$	12,—
M. Régnauld. „Methodes et Procédés Metallurgiques” Paris 1929 Gauthier Villars	frcs	60,—
L. Guillet. „Traité de Métallurgie Générale” Paris Bal- lière et Fils 1921	frcs	70,—
H. O. Hofman. „General Metallurgy” New-York 1913 Mc. Graw Hill	\$	7,—
Victor Tafel. „Lehrbuch der Metall Hüttenkunde” Vol. 1—11 M.		86,—
J. Gwodz. Generatorgas. Wilh. Knapp, Halle a/S. . M.		8,30
H. Hermans. „Vergasung und Gaserzeuger” Wilh. Knapp Halle Saale 1921	M.	9,60
F. R. Ennos and A. Scott. „Refractory Materials: Fireclays Analyses and Tests” London His Majesty's Stationary Office 1924		

(II.) IJzer.

B. Osann. „Lehrbuch Eisenhüttenkunde”. Wilh. Engel- mann, Leipzig	R.M.	59,—
B. S. Bradley Stoughton. „Metallurgy of Iron and Steel”. Hill Publ. Co. N. Y.	24 sh net	
„Hütte für Eisenhüttenleute”	R.M.	13,50
F. Clements. „Blastfurnace Practice Vol 1—3. Benn London 1929—1930		63 sh
S. P. Kinney. „Effect of sized ore on Blastfurnace Ope- ration”. Washington Bur. of Mines Techn. Paper no. 459 \$		0,20

- J. E. Johnson. „Blast-furnace Practise in America". Mc. Graw-Hill 1917 \$ 5,—
 A. Korevaar. „Combustion in the gasproducer and the Blastfurnace". London Crosby-Lockwood and Son 1924 15 sh

(III.) Metalen, behalve ijzer.

- E. Prost. „Cours de métallurgie des métaux autres que le fer". Ch. Béranger. 2e Edition frcs 125,—
 W. Gowland. „Metallurgy of non ferrous metals". 1921. Griffin, London 30 sh net
 W. Borchers. „Hüttenwesen". W. Knapp. Halle. R.M. 10,—
 J. E. Clenell. „Cyanide Handbook". Mc Graw Hill . 36 sh net
 J. E. Clenell. Chemistry of Cyanide Solutions
 Julian and Smart. „Cyaniding gold and silver ores". 25 sh net
 H. F. Collins. „Metallurgy of lead" 25 sh net
 C. G. W. Lock. „Principles and practice of gold milling". E. & F. N. Spon 21 sh net
 H. F. Collins. „Metallurgy of silver" (II)
 O. Hoffmann. „Hydrometallurgy of silver" 24 sh net
 E. D. Peters. „Modern Copper Smelting". Scient. Publ. Co., New-York \$ 5,—
 E. D. Peters. „The practice of copper smelting". Scient. Publ. Co., New-York 30 sh net
 H. F. Collins. „Metallurgy of lead" 25 sh net
 H. Lang. „Matte Smelting". Scient. Publ. Co., New-York. 12 sh net
 M. P. L. Greenawalt. „Hydrometallurgy of copper". Mc. Graw Hill 36 sh net
 H. O. Hofman. „Metallurgy of lead and desilverization". 42 sh net
 W. R. Ingalls. „Metallurgy of zinc" 42 sh net
 Sydney Fowns. „Metallurgy of Tin"
 P. J. Thibault. „Metallurgy of Tin". J. Pitman & Sons, London 12 sh 6 d
 W. Borchers. „Elektrometallurgie". W. Knapp, Halle a. S. R.M. 2,30
 Handbook of Milling details

Electro-metallurgie.

- T. K. Rose. „The Metallurgy of Gold" 6th. Ed. 1915. London Griffin 25 sh
 H. O. Hofman and Hayward. „Metallurgy of Copper" 2nd. Ed. 1924 New-York Mc Graw Hill \$ 5,—

- A. C. Ralston. Electrolytic deposition and hydrometallurgy of zinc. New-York 1921 Mc. Graw Hill . . . \$ 3,—
- W. Borchers. „Elektrometallurgie“. 3e Aufl. 1903. Leipzig M. 22,—
- J. Billiter. „Die Electrochemischen Verfahren der Chemischen Gross-Industrie“. I—IV. W. Knapp. Halle. 1918. M. 59,—
- A. J. Allmand and Ellingham. The principles of Applied Electro-Chemistry. 2nd. Ed. 1924. London. Arnold, 35 sh net
- M. de K. Thomson. „Theoretical and Applied Electro Chemistry“. Rev. Ed. New York 1925. Macmillan . \$ 4,50
- Foerster. „Electrochemie Wässeriger Lösungen“. . M. 26,—
- W. Borchers. „Electric Smelting and Refining“. 2nd Ed. 1904. Philadelphia Lippincott \$ 7,—
- J. B. C. Kershaw. „Electrometallurgy“. New York. 1908. v. Nostrand \$ 2,50
- Alfred Stansfield. „The Electric Furnace“. Its construction, operation and Uses. 2nd Ed. 1914. New York. Mc. Graw Hill \$ 5,—
- D. A. Lyon and R. M. Keeney. Bulletins of the Bureau of Mines U. S. A. „The Electric Furnace in Metallurgical Work“. No. 77 (1914) \$ 0,25
- D. A. Lyon and R. M. Keeney. „Electric Furnaces for Making Iron and Steel“. No. 67. 1914
- D. A. Lyon and R. M. Keeney. „The Smelting of Copper Ores in the Electric Furnace“. No. 81 (1915). \$ 0,10

(VI.) Economische onderwerpen.

- A. Haenig. „Erz- und Metallmarkt“, F. Enke, Stuttgart. R.M. 12,—
- T. A. Richards, H. C. Hoover, W. R. Ingalls, R. Gilman Brown. „Economics of mining“. Hill Publ. Co. N. Y. 12 sh net
- R. Pitaval. Traité Général du Commerce des Minerais et Métaux. Paris. 2e Ed.

(V.) Petroleum.

- D. T. Day. „Handbook petroleum industry, 2 dln“. 1922. John. Wiley & Son, London 75 sh net

- C. Engler, H. von Höfer. „Das Erdöl“. 6 Bd. S. Hirrel, Leipzig R.M. 415,—
 Boverton Redwood and Holloway. „Petroleum and its products“ \$ 13,50
 A. Danby, „Natural rocks, asfalts and bitumens“. 8 sh 6 d net
 Herbert Abraham. Asphalts and Allied Substances. 25 sh
 R. Cross. „A Handbook of Petroleum“. Asphalt and Natural Gas“. Kansas City. 1928 \$ 7,50

(VII.) Docimasie.

- G. Lunge-Berl. „Chemisch-techn. Untersuchungsmethoden“ 4 bdn. 1921. Berlin, Springer. I: R.M. 36,, II: 48,—
 III: 44,—, IV: 40,—
 L. Campredon. „Guide pratique du chimiste, métallurgiste et de l'essayeur“. 1923. Paris-Liège, Béranger. frcs 72,—
 W. F. Hillebrand. „Analyse der Silikatgesteine“. 1899. R.M. 7,—
 of: „Analysis of silicate and Carbonate rocks“. 1910.
 F. P. Treadwell. „Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie“. 2 bkd. Wien, Deuticke. I: R.M. 17,—, II: 18,—
 H. Low. „Techn. method, of ore analysis“ . . . 14 sh 6 d net
 D. M. Liddell. „Metallurgists and chemist Handbook“, 1918. 2e druk 30 sh net
 R. Biedermann. „Chemikerkalender“, bd. I & II (ook voor petroleumonderzoek) R.M. 20,—
 Van Nostrand's Chemical Annual. Olsen \$ 5,—
 W. W. Scott. „Standard Methods for Chemical Analysis“. 4th Ed. 2 Vols. Van Nostrand Book Co., New York. 1925. \$ 12,—
 W. A. Naish and J. E. Clennel. „Select Methods of Metallurgical Analysis. London 1929. Chapman and Hall, 30 sh

VII. MIJNKUNDE.

1. Prospectie, waardebeplating en bedrijfsleiding.

- A. G. Charleton. Report-book for mining-engineers. \$ 2,50
 E. R. Field. The mining engineers reportbook . . . 3 sh 6 d
 J. A. Finlay. Cost of mining 36 sh
 H. C. Hoover. Principles of mining, valuation, organisation, administration (1909) 18 sh

K. Kegel. Lehrbuch der Bergwirtschaft. Berlin. Springer. 1931.	M.	48—
F. Heise und F. Herbst. Lehrbuch der Bergbaukunde. 1930. B. I	frcs	13,50
Band 2 op komst 1931.		
M. Lecomte Denis. The mining library (9 dln)	\$	7,20 net
P. Krusch. Untersuchung und Bewertung von Erzlager- stätten (1921)	R.M.	23,10
C. G. Gunther. The examination of prospecting		15 sh
H. Höfer. Die Verwerfungen (1917)	R.M.	6,—
T. A. Richard. The economics of mining (1905)		12 sh
C. S. Herzig. Mine sampling and valuing (1914)	\$	2,—
J. C. Pickering. Engineering analysis of a mining share (1916)		9 sh
B. Granigg. Organisation, Wirtschaft und Betrieb im Bergbau (Springer, Berlin). (1926)	R.M.	28,50

2. Algemeene hand- en leerboeken.

Sammelwerk. Die Entwicklung des Niederrheinisch- Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues (12 dln)		
R. Peele. Mining engineers' handbook (9 dln)		28 sh net
Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines (3 dln). (1920)	frcs	240,—
F. Heise und F. Herbst. Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlen Berg- baues. Band I (1930)	R.M.	22,50
Idem. Idem. Band II (1923)	R.M.	11,—
Coal Miners' pocketbook (McGraw Hill, London)		30 sh
W. R. Crane. Ore mining methods (1917—)	\$	3,50
Handbook of mining details. Compiled from the „Engi- neering and Mining Journal“. (McGraw Hill, New York) . (1914)		24 sh
Details of practical mining (1916)		30 sh
H. F. Bulman. The working-out of coal and other strati- fied minerals (Benn, London). (1927		30 sh
Young. The working- of unstratified mineral deposits		42 sh

3. Boringen.

Handb. d. Ingenieurwissenschaften Teil 4, Bd. 2, Kap. 1. Schwemann. A. Das Tiefbohrwesen 3e Aufl. 1924 . M.		10,—
--	--	------

Th. Tecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde. Band I: Das Englische, deutsche und kanadische System (1900)	R.M.	16,—
Idem. Idem. Band II: Das Spülbohrsystem. (1906).	R.M.	14,—
Idem. Idem. Band III: Das Diamantbohren. (1890).	R.M.	
Idem. Idem. Band IV: Das Seilbohrsystem. (1912).	R.M.	16,—
Idem. Idem. Band V: Das horizontal und geneigt Bohren. Das Erweitern und Sicherem der Bohrlöcher. Die Unfälle. (1914)	R.M.	18,—
Idem. Idem. Band VI: Das Tiefbohrwesen. (1912).	R.M.	18,—
H. Bansen. Das Tiefbohrwesen. (1912)	R.M.	18,—
4. Oliewinning.		
B. Schweiger. Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen auf Erdöl. (Berlin). (1927)	R.M.	9,—
L. Steiner. Tiefbohrwesen, Förderverfahren und Elektrotechnik in der Erdölindustrie. (Springer, Berlin). (1926)	R.M.	27,—
A. Beeby Thompson. Oil field exploration and development (Crosby Lockwood, London). (1925)	£ 6. 6 sh	
G. Schneiders. Gewinnung von Erdöl (Springer, Berlin) (1926)	R.M.	32,—
W. H. Osgood. Increasing the Recovery of Petroleum 1930 2 Vols. Mac. Graw Hill	\$	10,—
S. C. Herold Analytical Principles of the Production of oil-, gas-, and water from wells. New York, London Oxford University Press. 1928	f	35,—
C. Engler und H. von Höfer. Das Erdöl 2e Aufl. neu bearb. 1.		
	2. M.	60,—
	3. M.	28,—
	4. M.	71,—
Petroleum Development and Technology 1928-1929 f		18,—
U. S. A. Bureau of Mines (Washington-Superintendent of Documents)		
Bulletin 228; Estimation of Underground Oil Reserves by Oil-Well Production Curves W. W. Cutler 1924		
Bulletin 284; Production and Development Problems in the Powell Oil Field. Navarro County, Texas. H. B. Hill and C. E. Sutton 1928	\$	0,45
Petroleum Engineering Handbook 1930 Los Angeles Calif f		14,—
Miller. Function of Natural Gas in the Production of Oil New York 1929 U. S. Bureau of Mines	f	7,—

Breekarbeid.

- H. Bansen. Gewinnungsmaschinen. (1912) . . . R.M. 18,—
 L. Martel. Les explosifs dans les mines. (1920) . . . frcs 15,—

Schachtdelven.

- A. Hoffmann. Schachtabteufen von Hand (1911) R.M. 9,80
 F. Donaldson. Practical shaft sinking. (1912) . . . 15 sh
 J. Riemer. Das Schachtabteufen in schwierigen Fällen.
 E. O. Forster Brown. Vertical Shaft sinking London
 Benn 1927 52 sh 6 d net

Ondersteuning.

- H. Bansen. Grubenausbau. (1909) R.M. 18,—
 Otto Walch. Die Auskleidung von Druckstollen und
 Druchschachten. (Berlin). (1926) R.M. 21,—

Winningsmethodes.

- H. Pasquet. Etudes sur l'exploitation des couches de
 houille dans le bassin de la Loire. (1897).
 I: Couches puissantes frcs 11,25
 II: Couches moyennes frcs 6,—
 III: Couches minces frcs 7,50
 L. Kirschner. Grundriss über Aufschlussausrichtung,
 Vorrichtung und Abbau von Lagerstätten. (Deuticke,
 Wien). (1909) R.M. 15,—

Schachttransport.

- H. H. Broughton. Electric winders 52 sh 6 d
 H. Bansen. Die Schachtförderung. (1913) . . . R.M. 18,—
 H. Bansen. Die Schachtfördermaschinen. (1913) R.M. 18,—
 W. Philippi. Elektrische Fördermaschinen. (1921) R.M. 9,—

Galerijtransport.

- H. Bansen. Die Streckenförderung. (1921) . . . R.M. 18,—
 F. Schulte. Die Grubenbahnen. (1915) R.M. 4,—

Ventilatie.

- J. Jicinsky. Manuel de la ventilation des mines. (1905).
 frcs 15,—

R a t e a u. Traité des turbomachines et ventilateurs .	frcs	10,—
P. P e t i t. Etudes sur l'aérage des travaux préparatoires dans les mines à grisou. (1901)	frcs	14,—
M. H. H a d d o c k. Mine ventilation and ventilators. (Griffin, London). (1924)		15 sh

Krachtvoorziening (Werktuigbouwkunde en electrotechniek).

Prof. Ir. C. L. v. d. Bilt. Beknopt leerboek der Electrotechniek	f	12,—
D r u c k e r. Leerboek der Elektrotechniek. (6 dln.)	f	35,15
Prof. Ir. F. Westendorp. Handboek voor den werktuigkundige	f	27,50
Dr. H. Hoffmann. Lehrbuch der Bergwerksmaschinen. (Springer, Berlin). (1926)	R.M.	24,—
Prof. Dr. W. Philippi. Elektrizität im Bergbau. (Siemens Bücher, Band XIII). (1926)	R.M.	11,50
David Penman. Compressed air practice in mining. (Griffin, London)		7 sh 6 d
Dr. H. und C. Hoffmann. Lehrbuch der Bergwerksmaschinen 2e Aufl. Berlin 1931. Springer	M.	24,—
G. H a c a u l t. Applications de l'électricité aux mines. Bal-lière Paris 1929	frcs	85,—
K. B e c h t o l d. Die Druckluft-Kraftübertragung im Bergbau 1930	M.	4,—
S t r e c k e r. Hilfsbuch für den Elektrotechnik-Berlin Springer	M.	20,—
K. A. R e d l i c h - T e r z a g h i - K a m p e. Ingenieurgeologie Berlin 1929	M.	57,—
F. K ö g l e r. Taschenbuch für Berg- und Hüttenleute Berlin 1929 Ernst.	Lw. M. 33,50 Ldr. M.	36,50
H ü t t e. Das Ingenieurs Taschenbuch 4 dln. Berlin Ernst 1931 26e Aufl.	M.	70,50
M. D. W i l l i a m s. Practical Machine Mining 1928. Oxford Univers. Press	\$	5,00
H. C o t t o n. Electricity applied to Mining 1929. Ritman	\$ 10,— 35 sh f	21,—
J. K i r s o p p. The Use of Power in Colliery-working 1926		40 sh
M a e r c k s. Bergbaumechanik 1930	M.	21,—
A. T h o m ä l e n. Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik 1929	M.	14,50

Kolenwasscherij.

R. C. R. Minikin. Modern coal washing practice. (Benn, London). (1928)	45 sh
Schennen-Jüngst. Lehrbuch der Erz- und Steinkohlenaufbereitung 2e Aufl. 1930 f	34,80

Bodembewegingen.

A. H. Goldreich. Die Bodenbewegungen im Kohlenrevier und deren Einfluss auf die Tagesoberfläche	
W. E. Thorne and A. W. Hooke. Mining of alluvial deposits by dredging and hydraulicking 1930 Mining Publ.	20 sh
J. B. Scrivenor. A sketch of Malayan Mining 1929 Mining Publ.	10 sh
U. S. A. Bureau of Mines (Washington Superintendent of Documents)	
Bulletin 259: Placer-mining Methods and Costs in Alaska N. L. Wimmler 1927 \$	0,55

VIII. MIJNMETEN EN KARTEEREN.

W. Jordan. Handbuch der Vermessungskunde (vooral Band II). Band I. (1920) R.M.	24,—
idem idem Band II. (1914) R.M.	35,—
idem idem Band III. (1923) R.M.	35,50
P. Uhlich. Lehrbuch der Markscheidekunst. (1901). R.M.	15,—
O. Brahtuhn. Lehrbuch der praktische Markscheidekunst. (1908) R.M.	12,—
O. Brachthuhn. Handbuch der Markscheidekunst. (Weber, Berlin). (1906) R.M.	3,—
L. Mintrop. Einführung in die Markscheidekunst. (1923) R.M.	6,75
Park. Textbook of theod. surveying and levelling for stud. eng. land and mine surveyers. (1922)	30 sh net
Ch. Schols. Landmeten en waterpassen f	6,60
H. J. Heuvelink. Bijlage Q f	1,75
Miller und Seidel. Instrumentenkunde für Forschungsreisende. (1906) R.M.	4,25
Gehrke. Markscheiderisches Uebungsbuch. (Walker, Berlin). (1920) R.M.	4,—

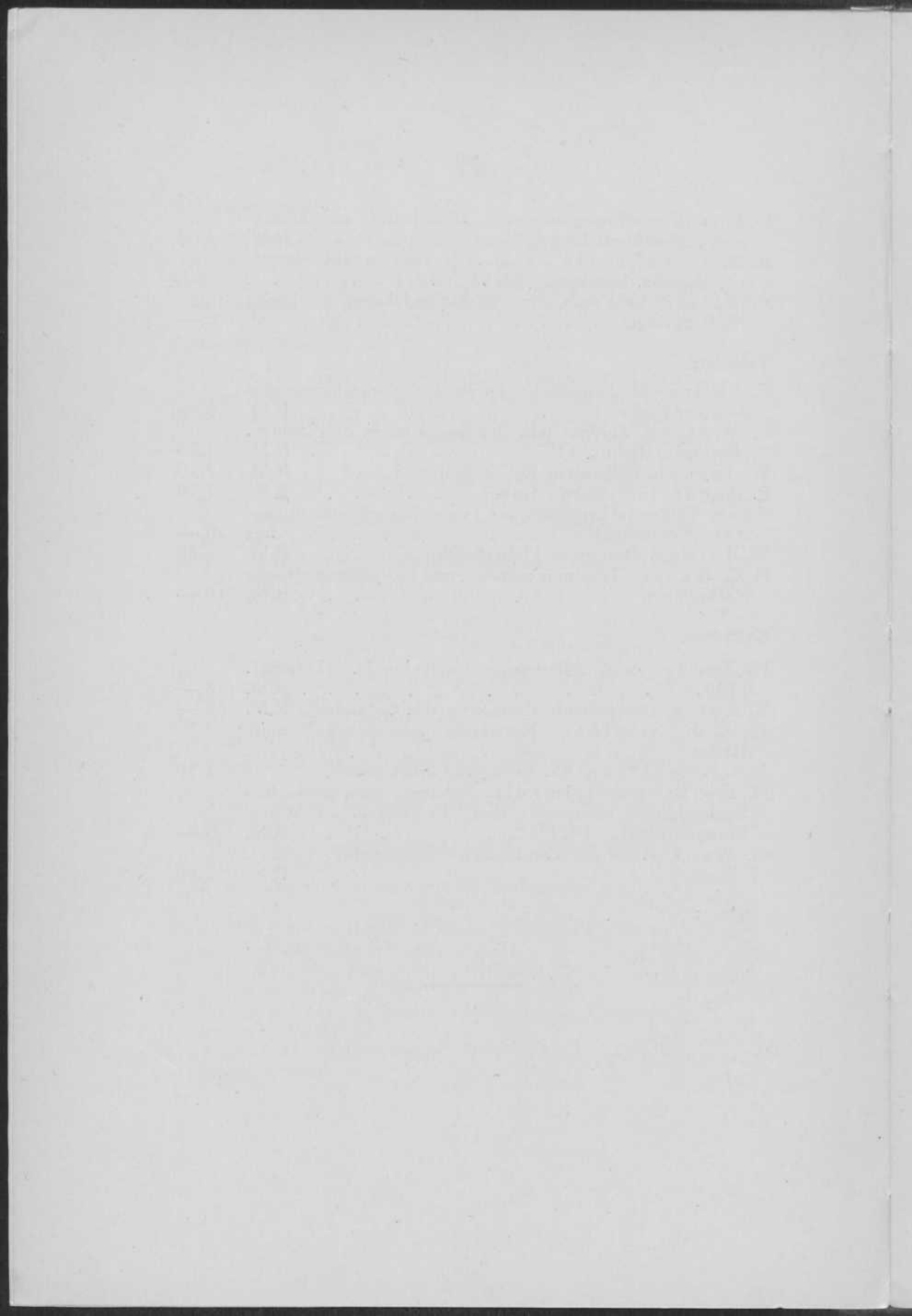
H. Lüscher. Photogrammetrie. (Aus Natur- und Geisteswelt). (Teubner, Leipzig)	R.M.	1,60
B. H. Brough and H. Dean. A treatise on mine surveying. (Griffin, London). (1926)		
P. Wilski. Lehrbuch der Markscheidekunst I, Berlin 1929 Springer	M.	26,—

Tabellen.

E. Lüling. Mathematische Tafeln für Markscheider und Bergingenieure	R.M.	6,—
L. Mintrop. Zahlentafeln der Seigerteufen und Sohlen. (Springer, Berlin). (1912)	R.M.	1,—
W. Jordan. Hilfstafeln für Tachymetrie	R.M.	7,50
F. Reger. Tachymetrie Tafeln	R.M.	7,50
Pons. Tables tacheométriques (voor fransche instrumenten) (Centesimal)	frcs	10,—
W. Jordan. Barometr. Höhentafeln	R.M.	2,40
F. G. Gauss. Trigonometrische und polygonometrische Rechnungen	R.M.	10,—

Karteeren.

H. Zondervan. Allgemeine Kartenkunde. (Leipzig). (1901)	R.M.	6,—
R. Rothe. Darstellende Geometrie des Geländes	R.M.	80,—
J. A. R. Stuffken. Karteering van steenkolenmijn. Jannet		
J. A. R. Stuffken. Karteering van ertsmijnen	f	2,50
H. Höfer von Heimhalt. Anleitung zum geologisch Beobachten, Kartieren und Profilieren. (Vieweg, Braunschweig). (1921)	R.M.	3,—
G. Wenz. Atlas zur Landkarten-Entwurfslehre. (1885).	R.M.	2,80



NAAMLIJST EN WOONPLAATS DER LEDEN VAN DE
MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

CURSUS 1930—1931.

De met * aangeduide namen zijn voor het eerst ingeschreven.

Arps, J. J.	Charlotte de Bourbonplein 3, Den Haag.
Asbeck, H. van	't Hoenstraat 35, Den Haag.
Bartels, T. T.	Oude Delft 170, Delft.
Baggelaar, H.	Julianastraat 22, Rijswijk. (Z.-H.)
Beltman, J. H.	Poortlandlaan 82, Delft.
Bemelmans, J. L. H.	Willem de Zwijgerstraat 5, Delft.
Berding, C. J. A.	Wittenb.weg 184, Wassenaar. (Z.-H.)
Bierling, J.	Piet Heinstraat 54, Delft.
Blank, B. de	Adelheidstraat 192, Den Haag.
Boegheim, W.	Verversdijk 4, Delft.
Borden, J. v. d.	Kleverlaan 109, Bloemendaal.
Brouwer, L. E. J.	S. R. O. W., Soesterberg.
Cleyndert, J.	Geer 2a, Delft.
Coster, W. A.	Willem de Zwijgerstraat 29, Delft.
* Damsté, R. A.	Gasthuislaan 37, Delft.
Dermout, F. J.	Voorstraat 95, Delft.
Dieperink, B. E.	Bergstraat 12, Wageningen.
* Dorsman, A. N.	v. Hogendorpstraat 11, Haarlem.
Duurentijdt, H. H.	Julianalaan 48, Delft.
Dym, K. A.	Burg. Meineszlaan 85, Rotterdam.
Eck, H. van	Verhulststraat 82, Den Haag.
* Eek, W. H. van	Cornelis Trompstraat 78, Delft.
Fennell, J. W.	Hippolytusbuurt 41, Delft.
* Funke, H. C.	Brab. Turfmarkt 72, Delft.
Goekoop, G. J.	Hypolitusbuurt 27, Delft.
Gouka, A.	Patrijslaan 28, Den Haag.
* Gouwentak, C. J.	Statenlaan 138, Den Haag.
* Gramberg, J.	Frankenslag 39, Den Haag.

- * Groenman, J. C. F. Stationsweg 60, Den Haag.
 Ham, F. L. van Galileistraat 141, Den Haag.
 Hartog, L. E. W. den Acaciastraat 158, Den Haag.
 Haverschmidt, R. Langendijkstraat 30, Haarlem.
- * Hoeven Hzn., H. van der Oude Delft 138, Delft.
 Houtman, H. J. Koornmarkt 25, Delft.
 Hoyer, K. H. R. Meeuwenstraat 1, Rotterdam.
- * Kau, W. J. C. Vlierboomplein 30, Den Haag.
 Keck, A. Oude Delft 243, Delft.
 Kibbeling, H. W. v. Leeuwenhoeksingel 34, Delft.
 Kloes, J. A. van der v. Leeuwenhoeksingel 28, Delft.
 Kramers, W. E. M. Kolk 26, Delft.
- * Kroes, R. A. de Voldersgracht 15, Delft.
- * Laan, H. F. van der v. Leeuwenhoeksingel 36, Delft.
 Laan, J. B. van der Stokroosplein 15, Den Haag.
 Laarschot, E. J. v. d. Ingenhouszlaan 11, Den Haag.
 Laive, G. de v. Soutenlanderstraat 47, Den Haag.
- * Lameris, J. Willem de Zwijgerstraat 29, Delft.
 Lanzing, P. W. A. v. Leeuwenhoeksingel 28, Delft.
- * Lap, P. O. Kolk 3, Delft.
 Leeuwen, J. E. van Delfgauwscheweg 169, Delft.
 Lieftinck, L. Koornmarkt 85, Delft.
 Lopez Cardozo, A. v. Bijlandtstraat 98, Den Haag.
 Martens, A. H. W. Hugo de Grootstraat 91, Delft.
 Masion, L. P. v. Leeuwenhoeksingel 14, Delft.
- * Menalda van Schouwenburg, G. Koornmarkt 17a, Delft.
 Mettievier Meyer, A. B. Schimmelpennincklaan 16, Den Haag.
 Mohr, O. W. P. Fr. Valentijnstraat 43, Den Haag.
 Müller, B. C. C. Obrechtstraat 403, Den Haag.
 Naber, R. Prins Mauritsstraat 78, Delft.
- * Naerssen, E. J. van Hertog Govertkade 14, Delft.
- * Nierop, R. H. van Noordeinde 39, Delft.
- * Nijveld, W. J. Markt 27, Delft.
- * Noord, W. van Galistraat 136, Den Haag.
 Okker, M. W. Voorstraat 97, Dordrecht.
- * Oudgenoeg, J. P. Schiebroekschelaan 63, Rotterdam.
- * Paap, A. Schelpenplein 9, Zandvoort.
 Pickee, C. J. Leeuwendaallaan 25, Rijswijk (Z.-H.).
- * Ploem, S. H. Maarten Trompstraat 20, Delft.
- * Post, J. van der Valkenboschkade 311, Den Haag.
 Potjes, H. G. A. Haringvliet 94, Rotterdam.
 Prins, J. J. Zeestraat 1, Den Haag.

Raedts, J.	Markt 85, Delft.
Roelants, J. J.	v. Leeuwenhoeksingel 37, Delft.
Schoorel, P. N.	2e Schuytstraat 186, Den Haag.
Schoute, P. H.	Nieuwelaan 48, Delft.
Simons, A. L.	Kolk 2a, Delft.
Simon Thomas, H.	Oude Delft 81, Delft.
Sizoo, F. P.	Mijnbouwplein 10, Delft.
Sopers, J. F. M.	Brab. Turfmarkt 4, Delft.
Starrenburg, W. F. G. L.	Elandstraat 40, Den Haag.
Tadema, P. J.	Sumatrastraat 19, Dordrecht.
The sing Bie,	Vlamingstraat 72a, Delft.
Tinkelenberg, J.	Voldersgracht 15, Delft.
Veen, E. G. van der	v. Leeuwenhoeksingel 11, Delft.
Veldhuyzen, E. J.	Hippolytusbuurt 41, Delft.
* Verschoor, C.	Goudsche Singel 4a, Rotterdam.
* Vinkesteyn, S. C. T.	Verhulststraat 60, Den Haag.
Vinkhuyzen, C.	v. Leeuwenhoeksingel 28, Delft.
* Vos, A. S.	Hugoplein 5, Delft.
* Vreede, B.	Oude Delft 98, Delft.
Vreedenberg, E. W.	Oude Delft 15, Delft.
Vreugde, F. L. J.	Spruytenboschstraat 14, Haarlem.
Waals, L. van der	Wijnhaven 10a, Delft.
Weehuizen, J. M.	Hippolytusbuurt 41, Delft.
Weg, K. van der	Roterdamscheweg 29, Delft.
* Weisfelt, H.	Spoorsingel 30, Delft.
Wiebenga, W.	Binnenwatersloot 36, Delft.
Wiechen, J. J. J. van	S.R.O.G. Fr. Hendrikstr. 116, Utrecht.
Wijs, H. J. de	Koornmarkt 52, Delft.
Zur Haar, J. W.	Bilderdijklaan 82, Rijswijk (Z.-H.).

NAAMLIJST DER AAN DE DELFTSCHE ACADEMIE, POLYTECHNISCHE SCHOOL EN TECHNISCHE HOOGESCHOOL AFGESTUDEERDE MIJNINGENIEURS.

* Buitengewone leden der Mijnbouwkundige Vereeniging.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Abendanon, E. C.	1900		
*Achterbergh, W. van	1926	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	United British Oilfields of Trinidad Ltd. Port of Spain. (Trinidad). Adres in Nederl. IJsbrand.
Aernout, W. A. J.	1910	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Bouwmanlaan 1, Bandoeng.
Akkeringa, J. E.	1852	Overleden.	
Akkersdijk, M. E.	1923	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Bandoeng.
Arntzenius, W. O. P.	1860	Overleden.	
Badings, H. H.	1931		Hertog Govertkade 6, Delft.
*Bakels, P. S.	1924	Administrador del Ingenio Machacomaca Compania Minero de Oruro.	Oruro, Casilla 154.
Bakker, H. Th.	1923	Secretaris N.V. Steenk.-Mij. „Parapattan”.	Hoofdkantoor Paketvaart.
Bakker Gzn., J.	1913	Bedrijfs-Ing. Staatsmijn „Wilhelmina”.	Heerlenersteenweg 38, Terwinselen.
Bakker Jzn., J.	1921	Leeraar H.B.S.	Graaf Florisstraat 95a, Rotterdam.
*Bauermann, N. K. H.	1907	Geoloog b.d. B.P.M.	Carel v. Bylandlaan 30, Den Haag.
*Be Tiat Tjong.	1925		p.a. Be Kwat King, Peterongan, Semarang.
Beekman, Dr. E. H. M.	1905	Leeraar H.B.S.	M. Trompstr. 25, Delft.
*Beelen, A. van	1919		Heemr.singel 144, R'dam.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Beens, E. J.	1916	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Tandjong Emin. Tot 1 Nov. Collardslaan 3, Assen.
*Berg, J. van den	1927	Ing. b.d. Gem. Mijnb.-Mij. „Billiton”.	Tandjong Pandan. Billiton.
Bergstein, M. J. A.	1921	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Ridder Vosstraat 2, Geleen (L.).
*Bemmelen, Dr. R. W. van	1927	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Progostraat 18, Bandoeng.
Besselink, H. P.	1925	Ing. b.d. Compania Minera de Oruro.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Beukers, C. A.	1924		
*Bevervoorde, W. F. C. Engelbert van	1919	Ing. Coto San Miguel Province de Almeria.	Seron, España.
Beyerink, Dr. F.	1890	Oud-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw in N. O.-I.	Rembrandlaan 6, Apeldoorn.
Beyl, Z. S.	1903	Raadgevend Ingenieur.	Schelmscheweg 4, Oosterbeek.
*Beynen, L. R.	1925	Ass. afd. Metallurgie der Techn. Hoogeschool.	Brummen, Huize Rhien- derstein.
Bianchi, F. J. C.	1922	Ing. Oranje Nassau- Mijnen.	Strijthagerweg 15, Schaesberg.
*Biegman, K. A.	1909	District-administrateur GemeenschappelijkeMijn- bouw Mij. „Billiton”.	Manggar, Billiton.
*Biermann, J. G. A. M.	1921	Boorinspecteur B.P.M.	Pladjoe, Sumatra.
Birnie, S. L. G.	1872	Overleden.	
Blick, P. F.	1903	Raadgevend Ingenieur, Simon Patino.	Boul. Berthier 104, Paris, 17.
*Bloemgarten, H.	1920	Ing. b.d. B.P.M.	Carel v. Bylandlaan 30, Den Haag.
*Blokhuys, G. L.	1929	Ir. Sociedad Minera Ca- barga.	San Miguel Seron, Spanje.
*Blok, J. J.	1927	Leeraar a.d. K.E.S.	v. Diemenstraat 15, Soerabaja.
*Blom, J. G. van	1930		
Boachi, A.	1849	Overleden.	Casilla 90, Potosi, Bolivia.
Boers, R. J.	1893	Oud-Hoofding. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw in N.O.-I.	Galileistraat 191, Den Haag.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Bogaers, A. L. J.	1928	Ingenieur B.P.M.	Balikpapan.
*Bolderdijk, M. J. F. W. G.	1922	Ingenieur B.P.M.	De Bruynestraat 15, Den Haag.
*Bong Soe Hian.	1926	Leeraar K.W.-III school.	Goentoeuweg 49, Batavia, Centrum.
*Boots, B. P.	1925	Ingenieur B.P.M.	Nassau Odyckstraat 5, Den Haag.
Bosse, P. M. van	1900	Directeur Oost-Borneo.	Nassau Zuylensteijnstraat 14, Den Haag.
*Both, W. A. Jonkers	1903	Dir. d. Firma Frölich & Klumpf. Ned. Vice-Con- sul te Unter-Barmen.	Siegfriedstrasse 14, Elberfeld.
*Bothé, A. Ch. D.	1918	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Baoe, Baoe, Boeton.
*Bouman, E. F.	1929	Ingenieur B.P.M.	Pankalan Brandan.
Bouwmeester, G.	1916	Ing. b.d. Octrooiraad.	W. v. Pruisenstraat, Den Haag.
*Bourdrez, H. H.	1929		Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Bouwens, A. L.	1927	Ingenieur B.P.M.	Serang Djaja, S.O.K.
*Buss, K. A. H.	1929	Ingenieur B.P.M.	Pankalan Brandan.
*Braake, A. L. ter	1916	Ing. b.d. Banka Tin- winning.	Mijntok, Banka.
Braam Houckgeest, J. van	1902	Ing. b.d. Firma Gebrüder Goedhart.	Rio de Janeiro, Brazilië.
*Broek, J. van den	1915		Princessegracht 21, Den Haag.
*Broeke, H. J. W. ten	1928	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	Louise, Balikpapan.
Brouwer, Dr. H. A.	1908	Hoogleraar a.d. Univer- siteit te Amsterdam.	N. Achtergracht 125, Amsterdam.
*Browne.	1926	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	Balik Papan.
*Bruggen, G. ter	1926	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
*Bruyn, E. E. de	1922	Ingenieur B.P.M.	Tjepoe, Java.
*Bruining, J. E.	1908	Vertegew. tevens Hoofd- Administrateur der Gem. Mijnb.-Mij. „Billiton“.	Tandjong Pandan, Billiton.
*Bunge, Dr. E. M.	1922		Mauritspark 5, Lutterade (L.).

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Burck, H. D. M.	1919	Geoloog bij 's-Rijks Geo- logischen Dienst.	Spaarne 17, Haarlem.
Buysman, H. J.	1895		Djokjakarta.
*Bijdendijk, J. G.	1903	Hoofd der Banka-Tin- winning.	Muntok.
Caron, M. H.	1910	Hoogleraar a.d. Techn. Hoogeschool.	Sportlaan 103, Den Haag.
*Cramer, C. N.	1930	Ingenieur B.P.M.	Balikpapan.
Collot d'Escury, H. H. A. Baron	1912	Ing. Astra Romana.	Campina, Rumenië.
Cool, H.	1903	Overleden.	
Cordes, J. H.	1863	Overleden.	
*Cornelissen, A. J.	1916	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Muntok.
Cosijn, A. J.	1918		Hoogeweg 6, Wassenaar.
Curvers, J. H.	1920	Staatsmijnen.	Rumpen (L.).
Dam, W. van	1922	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Paloe Laoetmijnen.
*Damme, A. G. J. van	1928	Ingenieur B.P.M.	c.o. United Britsch Oilf. of M. Trinidad. 15 Aber- cromlystreet, Port of Spain. Trinidad, B.W.Y.
Dedem, G. W. Baron van	1930	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	Balikpapan.
*Deelken, J. E.	1913	Ingenieur B.P.M.	Pangkalan Brandan.
Deenen, J. M.	1926	Ing. Staatsmijn Emma.	Hoensbroek.
Degens, Dr. P. N.	1902	Inspect. M.O. in N. O.-I.	Weltevreden.
*Diermen, J. F. van	1916	Ingenieur B.P.M.	Tjepoe, Java.
Diest, P. H. van	1855	Overleden.	
*Dinger, H. L.	1923	Dir. N.V. Handel- & In- dustrie-Mij. „Mestfabriek Java“.	Medan.
*Dissel, E. D. Cartier van	1924	Administrador General de la Compañia de Minas de Colquiri.	Casilla 360, Oruro, Bolivia.
*Doorninck, Dr. N. H. van	1922		v.d. Tulpweg 5, Wasse- naar (Z.-H.).
*Dorp Jr., J. F. van	1921	Consulting-Ingeniero.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Dorsser, S. van	1904	Ingenieur bij de Roxana Petr.-Cy.	Tulsa, Oklahoma (U.S.A.).
*Douglas, E. A.	1905	Hoofdingenieur, Leider Gouvern. Goud- en Zilvermijnen.	Tambang Sawah, res. Benkoelen.
*Douw, A. H.	1922	Geologist Loiri Gold Areas.	P.O. Box. 6. Lusaka, N. Rhodesia.
Douze, E. J. C.	1925	Ingenieur B.P.M.	Pankolan Brandan.
*Dozy, C. M.	1909	Dir.-Gen. Petr. Mij. „Sospiro” Consul Generaal der Nederlanden.	Alea Alexandra 24. Boekarest.
Drift, J. B. C. van der	1912	Overleden.	
Drift, J. B. van der	1911	Bedrijfsingenieur, Staatsmijn Emma.	Akerstraat 138. Hoensbeek.
Dubourcq, P. L.	1903	Dir. der N.V. Fransch-Holl. Oliefabrieken Calvè Delft.	74 Rue de Brancas, Paris.
*Dungen, H. A. van den	1930		
*Duyfjes, G.	1904	Hoofdingenieur b. d. Staatsmijnen.	Akerstraat Noord 65, Treebeek (L.).
*Duyfjes, J.	1931	Ingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N. O. I.	Akerstraat Noord 65, Treebeek.
Duynen, J. van	1909	Ingenieur b. d. Int. Magnesietwerken.	Chalsis (Eubea), Griekenland.
Dijk, P. van	1855	Overleden.	
*Dijkstra, B.	1926	Ingenieur Shell Petr. Corp.	Shell Building, Shell Corner.
Edelman, C. H.	1924	Ass. Geol. Afd. der Amsterdamsche Universiteit.	St. Louis, Missouri, N. Achtergracht 125, Amsterdam.
Edixhoven, G. H.	1918	Ingenieur b. d. Mijn „Laura en Vereeniging”	Eygelshoven (L.).
Elst, E. van der	1850	Overleden.	
*Elst, O. J. van der	1906	Dir. der N.V. Ingenieurs bureau v.h. J. M. C. v. Borselen & Co.	Neuhuyskade 7, Den Haag.
*Engberts, E.	1928	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	Banjoe bij Tarakan, Born. tijdelijk Haagweg 29, Leiden.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Ermenius, F. L.	1901	Overleden.	
*Es Jr., L. J. C. van	1912	Ingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw in N.O.I.	Bandoeng.
Estor.	1909	Leeraar Gymnasium en H. B. S.	Wilbertstraat 11, Hengelo.
Everdingen, A. F. van	1923	Ingenieur b. d. Curaçao-sche Petroleum Mij.	Curaçao.
Everwijn, R.	1852	Overleden.	
Faber, B. von	1902	Hoofdingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N. O. I.	Bandoeng.
Faber, Dr. F. J.	1923	Ingenieur b. d. B.P.M.	Batik Papan.
Fennema.	1872	Overleden.	
*Feringa, G.	1927	Ingenieur b. d. B.P.M.	Tjepoe.
Ferf, A. G.	1906	Ingenieur Gem. Mij. „Billiton”.	Prinses Mariestr. 25.
Fermin, A. J. M. E.	1923		Bandoeng.
*Fermin, P. G. H. A.		Bedrijfsingenieur N.V. Algemeene Industriele Mijnb. en Exploitatie Mij.	Bandoeng.
Fock, J. F.	1922	Ingenieur b. d. Domaniale Steenkolenmijnen	Hoofdstraat 74, Kerkrade.
*Frijlinck, C. P. M.	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	't Hoenstraat 11 Den Haag.
Frijling, H.	1906	Ingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N. O. I.	Muntok, (Banka).
*Geerlings, B. A.	1923	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
*Gelder, Dr. J. K. van	1905	Hoofdingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N. O. I.	Bilderdijkstraat 23, Bandoeng.
*Gemeren, D. van	1923		Casilla 154, Oruro (Bolivia).
Geursen Jr., G. J.	1918	Ingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N.O.I.	Hoofdbureau Tinwinning, Muntok.
Gevaerts, E. A. L.	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	C. v. Bylandl. 30, Den Haag.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Gisolf, Dr. W. F.	1909	Directeur H. B. S.	Bandoeng.
*Goch, A. H. J. van	1929	Ingenieur b. d. B.P.M.	Sambadja O. B.
Godefroy, W.	1877	Oud-Hoofdingenieur Chef afd. Mijnwezen N. O. I.	Trompetstraat 93, Den Haag.
Godefroy, C.	1913	Ingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N.O.I.	Koba, (Banka).
Göllner, E. R. D.	1904	Hoofdingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N. O. I.	Tambang Sawah, (Benkoelen).
Goudoever de Jongh, C. A. van	1902		
Gouka Jr., A. J.	1902	Oud-Hoofding. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N. O. I.	Patrijslaan 28, Den Haag.
*Grandjean, J. B.	1916	Leeraar Prinses Julianaschool	Djokjekarta.
Gravendeel, H. A. D.	1921	Adj. Hoofdadministr. Oost Borneo Mij.	Samarinda.
Gravenhorst, G. E.	1904	Hoofdingenieur b. d. Dienst v. d. M-ijnbouw N. O. I.	Bandoeng.
*Greve, I. R. J. de	1917	Vertegenw. der Centr. Explootatie Mij. (Billiton Mij.).	Mbarara P. O. Box 32, Uganda Protectorate Britsch O. Afr.
Greve, W. H. de	1859	Overleden.	
Grondijs, H.	1916	Ingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N.O.I.	Bandoeng.
Grondijs, H. F.	1905	Hoogleeraar a. d. T. H.	Willem Frederikl. 4, Den Haag.
Groot, C. de	1948	Overleden.	
Groot, C. F. A. de	1918	Bedrijfs-ing. b. d. N. V. Steenkolenmijn „Willem en Sophie”	Spekholzerheide (L.).
*Groot, P. F. de	1916	Geoloog Ned. Kol. Petr. Mij.	Hoofdkantoor N.K.P.M. Koningplein, Weltevreden.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Groothoff, Dr. Ch. Th.	1910	Hoofd-bedrijfs-ing. der Staatsmijnen	Villa „Leeuwenhorst” Valkenburg (L.).
Grutterink, J. A.	1902	Hoogleeraar a. d. T. H.	v. Bleiswijkstraat 139, Den Haag.
Guffroy, C. A.	1905	Leeraar a. d. Koningin Emma-school	Soerabaja.
*Haan W. de	1909	Hocfd-Administrateur a. d. Mijnbouw-Mij. „Aequator”	Mangani via Pajacomba S. W. K.
Haar, C. ter	1919	Ingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw N. O. I.	Bandoeng.
*Haart, P. de	1917	Administrateur Steenkolen-Mij. „Parapattan”.	Beraoe, O. Borneo.
Haeften, C. S.	1916	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Sumatrastraat 19, Bandoeng.
Hagen, J. ten	1926	Overleden.	
Hal, C. J. J. van	1918	Ing. b.d. S.A. Ateliers de Construction des Sondages et Travaux Miniers Lemoine.	Boul. H. de Dinant 10, Luik.
Ham, A. Guyot v. d.	1909	Ing. b.h. Techn. Bur. v.h. Dep. v. Koloniën.	Adr. Pauwstraat 49, Den Haag.
*Hamer, H. J. E. M.	1925	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	Carel v. Bylandlaan 30, Den Haag.
Hannik, Dr. S.	1923	Overleden.	
*Harreveld, B. P. van	1921	Ass. Afd. Mineralogie der T. H.	Oude Delft 34, Delft.
*Harting, A.	1918	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Tambang Sawah.
Heek, J. G. B. van	1903	Oud-Hoofding. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Rijnsburgerweg 163, Leiden.
*Heek, J. van	1931	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Pension Juliana, Treebeek (L.).
*Heelsbergen, F. van	1924	Administrador del Ingenio Potosa.	Casilla 162. Potosa. Bolivia.
*Hemert, P. J. L. van	1920	Ingenieur B.P.M.	Tjepoe.
*Hendrichs, W. Th. M.	1921	Ingenieur B.P.M.	Maracaibo, Venezuela.
Henkemans, G. Snoeck	1921	Oud-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	v. Boetselaerlaan 127, Den Haag.

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Hermans, A. M. H.	1931		
*Hes, F. L.	1922		Jul. v. Stolberglaan 297, Den Haag.
*Hetzal, Dr. W. H.	1921	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Hoofdkantoor v.d. Mijn- bouw, Bandoeng.
Heukelom, J. C. van	1877	Overleden.	
*Hoek, A. van	1918	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Tambang Sawah.
*Hoekstra, J. A.	1916	Ingenieur B.P.M.	Carel van Bylandlaan 30, Den Haag.
Hoepen, Dr. E. C. N. v.	1909	Directeur v.h. Transvaal- Museum.	Bloemfontein.
*Hoff, W. A. van der	1925		Tolsteegsingel 34, Utrecht.
Hofman, A.	1913	Ing. b.d. Mijnbouw Mij. „Paleleh”.	Lintido, Celebes.
*Hogenraad, G. B.	1905	Hoofd-Adm. der N.V. Portlandcementfabriek „Indaroeng”.	Padang.
*Holleman, W.	1912	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
Honert, A. van den	1912		
*Hoop, B. C. M. v. d.	1925	Ing. b.d. Holl. Metallurgi- sche Bedrijven.	Rijnkade 47, Arnhem.
Hooze, J. A.	1872	Overleden.	
Horst, J. W. A. v. d.	1921	Ingenieur B.P.M.	Pladjoe.
*Houten, Dr. L. van	1929	Hoofdassistent T. H.	Wilhelminapark 9, Haarlem.
Houwink, L.	1898	Oud-Hoofd v.h. Mijn- wezen N. O.-I.	Beeklaan 424, Den Haag.
*Hövig Jr., P.	1901	Oud-wd. Dir. v. Gouv.- bedrijven N. O.-I.	Jul. v. Stolberglaan 87, Den Haag.
Huffnagel, P. A.	1905	Overleden.	
Huguenin, J. A.	1861	Overleden.	
Huguenin, O. F. O.	1862	Overleden.	
*Hupkes, L.	1904	Ing. b.d. firma Wm. H. Müller & Co.	2e Emmastraat 173, Den Haag.
*Hylkema, H. K.	1922	Ing. b.d. Gem. Mij. „Billiton”.	Tandjong Pandan, Billiton.

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Jansen, P. J.	1899	Techn. adviseur van Red- jang Lebong en Simau.	Wilhelminalaan 6, Wassenaar (Z.-H.).
Jong, P. H. de	1924	Ingenieur B.P.M.	Carel van Bylandlaan 30, Den Haag.
*Jong, Dr. W. F. de	1922	Assistent a.d. T. H.	Poortlandlaan 80, Delft.
Jongh, A. C. de	1906	Wd. Hoofd-ing. b.d. Dienst v.d. Mijnb. N.O.-I.	Bandoeng.
Jongh, C. A.	1906	Hoofd-ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Bandoeng.
Jongh, W. D. Munnicks de	1906	Ing. Mijnbouw-Mij. „Boeton”.	Boeton, via Makassar.
Jongh Dz., W. H. D. de	1903	Ing. Staatstoezicht.	Prof. Willemstraat 60, Maastricht.
Jongh Hz., D. de	1873	Overleden.	
Jonker, H. J. W.	1860	Overleden.	
*Julius, M. W.	1909	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Muntok.
Kamp, J. W. C. Op den	1914	Bedrijfsingenieur bij de Staatsmijnen.	Rumpen (L.).
Keen, C. D.	1909	Ing. b.d. Keen & Woolf Oil Co.	1013, Giddens-Lane-Buil- dings, Shreveport, U.S.A.
Kerssen, A. W. F.	1896	Overleden.	
*Kersten, W. M.	1929	Ingeniero Minas de Col- quiri.	Seccion Incalacaya, Ca- silla 360, Oruro, Bolivia.
*Klein, Dr. W. C.	1907	Geoloog b.d. B.P.M.	Flatgeb. „Groenendaal”, v. Alkemadelaan, d.Haag.
*Kleinsmiede, J.	1926	Ingenieur B.P.M.	Carel van Bylandlaan 30, Den Haag.
*Klinkert, J. C.	1929	Ing. Staatsmijnen.	Kerkstraat 100, Brunsum.
Kloes, J. van der	1901	Hoofd der Ombilien- Steenkolenmijnen.	Sawah Loento, Sumatra.
Kluft, F. J. C.	1925		p.a. Mevr. C. J. Kluft, N.- Ginnickerstr. 30, Breda.
Knol, W. A.	1902	Oud-Hoogleraar aan de T. H., Financ. Adviseur.	Stadhoudersplein 9, Den Haag.
Knoppert, L.	1909	Overleden.	
Koning Knijff, J. de	1889	Overleden.	
*Konijnenburg, W. J. van	1924	Ing. b.d. Portlandcement- fabriek „Indaroeng”.	Padang.

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Koolhoven, N.C.Benschop	1919	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
Koomans, J.	1894	Overleden.	
*Koopmans, H. P.	1924		Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Kooten, C. van	1928	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Doerian, Sawah Loento.
Koperberg.	1883	Oud-Hoofd-ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	v. Beverinckstraat 13, Den Haag.
Kort, M. C.	1916	Overleden.	
*Korte, P. C. J.	1921	Ingenieur B.P.M.	Tjepoe, Java.
Kromhout, F. N.	1908	Leeraar H.B.S.	Bandoeng.
*Kuiper, N. J.	1931	Staatsmijnen.	Willemstraat 21, Heerlen (L.).
Kunert, F. M. A.	1906	Oud-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Silezië (Duitschland).
*Kruyt, H. E.	1931		Heemsteedsche Dreef 278, Heemstede.
*Kuyk, S. H. van	1922	Ing. b.d. Gem. Mijnbouw- Mij. „Billiton”.	Tandjong Pandan, Billiton.
*Kwantes, G. A. F.	1925	Ingenieur B.P.M.	v. Breestraat 98, A'dam.
*Laive, L. A. de	1925	Geoloog b.d. B.P.M.	Pladjoe.
Lange, J. de	1904	Overleden.	
*Lanzing, W. J. R.	1926	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Hoofdbureau Mijnwezen, Bandoeng.
*Ledeboer, J. L. A.	1905	Hoofdadministrateur der Mijnb.-Mij. „Palaleh”.	Tijdelijk: Javastraat 59, Nijmegen.
Leeuw, K. F. de	1920	Overleden.	
*Lefebvre, P. H.	1929		Teloek Bajoer, Beraoe.
Leger, L.	1907	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
Lely, C. W. A.	1904	Voorzitter v.h. Intern. Electro-Metallurgie- en Handelssyndicaat.	Sleedoornstraat 13, Den Haag.
*Lely, J. van der	1929	Ingenieur B.P.M.	Sanga Sanga Daloen, O.-Borneo.
Lessen, A. H. van	1893	Oud-Chef b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Frankenslag 329, Den Haag.

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Leyds, L. W.	1913	Geoloog b.d. B.P.M.	Dedelstr. 11, Den Haag.
Liebert, F. C. A.	1850	Overleden.	
Lier, F. C. van	1905	Inspecteur der Gen. The- saurie.	Bandoengstraat 12, Weltevreden.
Lier, R. J. van	1901	Directeur der N.V. Holl. Spitsbergen Co.	Dedelstr. 3b, Den Haag.
*Linden, B. H. van der	1906	Ingenieur B.P.M.	Wagenaarweg 12, Den Haag.
*Lint, V. J. van	1924	Ing. b.d. Oost-Borneo Mij.	p.a. Dijkstr. 10, Arnhem.
Lith, A. P. van	1926	Ingenieur B.P.M.	Tjepoe, Java.
*Loenen, L. L. J. van	1928	Ing. b.d. Mijnbouw Mij. „Barisan”.	Tambang, Salida, bij Painan, S.W.K.
Löb, K. L.	1907	Oud-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw, N.O.I.	Halstersche Straatweg, Bergen op Zoom.
Lohr, J. A.	1909		Emb. Kenongo 43, Soerabaja.
Lohuizen, H. J. van	1911	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw, N.O.I.	Bandoeng.
*Loon, C. C. van	1924	Ing. b.d. Gem. Mijnb. Mij. Billiton”.	Tandjong Pandan, Billiton.
Loon, C. J. van	1885	Overleden.	
*Lummel, C. J. A. van	1929		Casilla 154, Oruro, Bolivia.
Lynden, L. L. J. Bar. v.	1912	Overleden.	
*Mallée, G. W.	1906	Overleden.	
Mansvelt, H. A.	1859	Overleden.	
Marck, E. B. van der	1918	Overleden.	
Mariman, O. F.	1924	Ing. b.d. Dienst v.d. Bel- gische Boerenbond.	Vital de Costerstr. 34, Leuven.
*Mathijssen Gerst, G. E.	1921	Ingenieur b.d. B.P.M.	Stau 19, Oldenburg i./o., Duitschland.
*Mathijssen, P. M.	1919		Bave Bave Boeton.
Mekel, Dr. J. A. A.	1916	Hoogleraar aan de T.H.	Oude Delft 126, Delft.
Memelink, O. W.	1925	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw, N.O.I.	Koba.
Menschaar, C.	1905	Ingenieur b.d. B.P.M.	Balikpapan.
Menten, J. H.	1860	Overleden.	

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Mesdag, F. F.	1911	Ing. b.h. Techn. Econ. Adviezen Bureau v.h. Dept. v. Gouv. Bedr.	Bandoeng.
*Meulen, J. A. C. ter	1925	Ass. Afd. Palaeontologie en Hist. Geologie d. T.H.	Botaniestraat 8, Delft.
*Meyjes, E. L.	1928		Bezuidenhout 57, d.Haag.
Middelberg, E.	1896	Oud-Chef b.d. Dienst v.d. Mijnbouw.	Huize „Donkervliet”, Loenersloot.
*Minnigh, L. D.	1926	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	Tarakan.
Moerman, C.	1902		Haagweg 118, Rijswijk (Z.-H.).
Molengraaff, Dr. G. J. H.	1920	Ir. Kon. Petr. Mij.	Batavia.
*Mulder, A. J.	1925	Geoloog b.d. B.P.M.	Tarakan.
Muller, J. A. W.	1923	Ing. „Laura en Vereeni- ging”.	Kerkstraat, Eygelshoven (L.).
*Nash, Dr. J. M. W.	1923	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Wenckenbachst. aat 2, Bandoeng.
*Neeb, E. A.	1896	Oud-Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Lubeckstr. 4, Den Haag.
*Nelissen, F.	1921	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
Nes, C. L. van	1903	Hoogleraar a.d. Techn. Hoogeschool.	Düncklerstraat 49, Den Haag.
Nir, F. E.	1922	Ing. b.h. Iaboratorium d. Illinois Steel Company.	Jeffersonstreet 350, Gary (Ind. U.S.A.).
Oolbekkink, H.	1920	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Kevenstraat 26, Lutterade (L.).
*Oosten, W. H.	1919	Wnd. Admin. B.P.M.	Pladjoe, Sumatra.
Oppenoorth, W. F. F.	1906	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Dagoweg 119, Bandoeng.
*Overstraten Kruijsse, A. van	1922	Ingenieur b.d. B.P.M.	Carel van Bylandlaan 30, Den Haag.
*Paulen, A.	1928	Ing. Staatsmijnen.	Mauritspark 17, Geleen.
*Pel, W. A. H.	1925	Geoloog b.d. B.P.M.	Pladjoe.
Pelster, F. L.	1926		
*Planten, O. M.	1921	Shell Petr. Co.	San Francisco (Cal.).

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Ploeg, F. P. C. S.	1904	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Bandoeng.
Ploem, V. H.	1910	Oud-Leider der Ombilin Steenk.-Mijnen; Ir. b.d. Mijninspectie in Limb.	Louis Loyenstraat 26, Maastricht.
*Poel, H. J. J. te Post, K. G. P.	1928 1923	Ingenieur b.d. B.P.M. Overleden.	Pankalan Brandan.
*Pomes, H.	1930	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Muntok, Banka.
Pott, G.	1921	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Pasir.
*Praag, L. L. van	1930	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Kruisstraat 59, Heerlen (L.).
Puy, J. H. de	1922	Ingenieur b.d. B.P.M.	Pladjoe.
*Quartel, H. J. M. W. de	1928		Padang.
*Raeds, C. E. P. M.	1921	Bedrijfs-Ing. v.d. Oranje-Nassau-mijn IV.	Heideveldweg, Heerlerheide.
*Raalten, C. H. van		Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Bandoeng.
Rant, H. F. E.	1853	Overleden.	
Reeuwijk, W. J. van	1924	Overleden.	
Regout, W. A. H.	1925	Overleden.	
Renaud, C. P. A.	1863	Overleden.	
Renaud, P. J. A.	1868	Oud-Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Bandoeng.
Retgers, Dr. J. W.	1880	Overleden.	
*Reimering, W.	1927	Ingenieur b.d. B.P.M.	Astra Romana, Boekarest.
Reyzer, J.	1910	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Riouwstraat 118, Bandoeng.
Ribbius, W. G.	1880	Overleden.	
Römer, B. F. P.	1904	Oud-geoloog b.h. Mijnwezen in N. O.-I.	Alex. Battalaan, Maastricht.
Roos, G.	1922	Leeraar R.-K. H.B.S.	Heerlen (L.).
*Rueb, Dr. J.	1900	Dir. der Mijnbouw-Mij. Aequator & Barisan.	Bazarstraat 29, Den Haag.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Ruys, Th.	1922	Leeraar R.-K. H.B.S.	Tongerscheweg 94, Maastricht.
Ryckevorsel, E. J. van	1901	Overleden.	
*Salm, J.	1923	Bedr.-geoloog b.d. B.P.M.	Pankalan Brandan.
*Satijn, P. J. M.	1931		
Sandick, O. Z. van	1918	Ing. b.d. Jodium-exploitatie.	Soerabaja.
Schäfer, J. H. W.	1918		Weisenbruchstraat 235, Den Haag.
Schagen van Soelen	1907	Adviseerend Ing.	Molenlaan 4, Rijswijk (Z.-H.).
Schelle, C. J.	1870	Overleden.	
*Schepers,.	1926	Ing. b.d. B.P.M.	Shell Oil Co., Los Angelos (Cal.).
*Schieferdecker, A. A. G.	1918	Ing. b.d. B.P.M.	Parkweg 183, Voorburg (Z.-H.).
*Schilden, B. van der	1924	Ing. b.d. B.P.M.	Tjepoe (Java).
Schlosser, J. P.	1854	Overleden.	
Schmutzer, Dr. J. I. J. M.	1904	Hoogleraar aan de Utrechtsche Universiteit.	Oude Gracht 320, Utrecht.
*Schols, H.	1925	Ing. b.d. B.P.M.	Tjepoe (Java).
Scholtens, K.	1922	Ing. b.d. B.P.M.	Balikpapan.
Schot, A. G. G.	1924	Ing. b.d. B.P.M.	Balikpapan.
*Schouten, C.	1917	Assistent a.d. T. H.	Rotterdamscheweg 224, Delft.
*Schutte, H. R.	1930	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Emmastraat 6, Lutterade, L.
*Schuiling, D. Th.	1910	Ing. b.d. Hollandsche Metallurgische bedrijven.	Rijnkade 101a, Arnhem.
*Schuiling, H. J.	1923	Ing. b.d. Union Minière du Haut Katanga.	Elizabethville, Congo, Belge.
Schuurman, J. A.	1877	Overleden.	
*Seelig, J. C. L. J.	1918	Ing. b.d. Cementos Hidalgos.	Hidalgo, N.L. Mexico via N. York.
*Seldenrath, Th. R.	1922		Strijthagerweg 15, Schaesberg (L.).
Sengers, J. J. M.	1920	Leeraar H.B.S.	Voorschoterlaan 149b, Rotterdam.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Speyer, A. E.	1927	Adj. Administrateur b. d. G. M. Billiton.	Mbarara, P.O., Box 32, Uganda.
*Stheeman, H. A.	1929		Verhulststraat 20, Den Haag.
*Siccama, E. L.	1915	Ingenieur b.d. B.P.M.	Boschestraat 135, Scheveningen.
Smets, N. A. A.	1920	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw, N.O.I.	Bandoeng.
Söhnlein, M. G. F.	1908	Overleden.	
Sonneveld, J.	1902	Directeur der Int. Petroleum Mij.	Buenos-Aires.
*Steggewentz, J. H.	1919	Hydroloog bij het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening.	Goudsbloemlaan 43, Den Haag.
Stigter, P. J.	1900	Hoofdambtenaar v.h. Dept. van G.B.	
Stoop Jr., A.	1887	Oud-Directeur der Dordtsche Petr. Mij.	Bloemendaalscheweg 134, Bloemendaal.
Stork, H. J.	1883	Overleden.	
*Straatman, A. G. H.	1922	Ingenieur b.d. B.P.M.	v. Hogenhoucklaan 98, Den Haag.
Stuffken, J. A. R.	1903	Leeraar H.B.S.	Heerengracht 8, Terneuzen.
Tan Sin Hok, Dr.	1925	Palaeontoloog b.d. Opsporingsdienst, Mijnwezen, N.O.I.	Bandoeng.
*Tan Tek Tjoen, J. Tan.	1918		Bandoeng.
*Taverne, Dr. N. J. M.	1916	Ingenieur b.d. B.P.M.	Pladjoe.
Tekelenburg, J. J.	1922	Leeraar R.H.B.S.	Schiedamscheweg 51, Rotterdam.
*Terpstra, H.	1925	Ing. Mijnb.-Mij. Barisan.	Mocco, Benkoelen.
Terwogt, W. A.	1925	Ing. b.d. N.V. Mijnbouw-Mij. Stannum.	Bangkiwang, S.W.K.
Tesch, Dr. P.	1902	Leider der Opsporingsdienst van Delfstoffen.	Zomerlustlaan 16, Haarlem.
Thie, Dr. A. J. H.	1902	Hoofd-ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Square Sainetelette 91, Bruxelles.
Thiel, Dr. P. van	1898	Geoloog b.d. B.P.M.	Pladjoe.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Thomeer, J. H. M. H.	1925	Exploitatie-Ing. B.P.M.	Pladjoe, Sumatra.
Thywissen, M. P. E. H.	1919	Dir. der N.V. Kunstmest- en Graanhandel v.h. H. M. Jansen.	Beukstraat, Aarle-Rixtel.
*Tilborg, G. C. J. van	1926	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Akerstraat 118, Hoensbroek.
Timmermans, Ph. W.	1908	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
*Tondu, C. L.	1929		Soestdijkerweg 125, Bilthoven.
Tromp, H.	1901	Hoofd-ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Bandoeng.
Twis, W. J.	1905	Hoofd-ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I.	Banka.
*Tijn, J. van	1920	Ing. b.d. Centr. Explora- tie-Mij. (Billiton-Mij.).	Mbarara P.O. Box 32, Uganda Protectorate.
*Ubaghs, J. C. H.	1923	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Samarinda, Z.-O. Borneo.
Ulrich, V. P.	1925		
*Unger, F. A.	1905	Consulting Engineer An- glo-American Corp. of South Africa Ltd.	Box. 4587, Johannesburg, Transvaal.
*Vaes, J. F.	1925	Ing. b.d. Union-Minière du Haut Katanga.	Elizabethville, Congo Belge.
Valk, A. D.	1913	Leeraar a.d. Koningin Wilhelmina-School.	Weltevreden.
Veen, Dr.	1908	Ing. b.d. Octrooiraad.	Goudsbloemlaan 66, Den Haag.
A. L. W. E. van der			
Veen, R. W. van der	1906	Overleden.	
Veenenbos, R. G.	1910	Hoofd-ing. b.d. Staats- mijnen.	Heerlen.
*Velde, J. van de	1915	Admin. der N.V. Steen- kolen-Mij. „Parapattan“.	Teloek Bajoer. O.-B.
Veldkamp, J.	1909	Overleden.	
Verbeek, Dr. R. D. M.	1866	Overleden.	
Verhoef, N.	1924	Administrador de los Minos Compania Minera de Potosi.	Casilla 162, Potosi, Bolivia.

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Vermaes, S. J.	1890	Overleden.	
*Vermaes Hzn., S. J.	1924	Production Eng.	Ned. Kol. Petr. Mij., Palembang, Prod. Dep. Pladjoe.
Verlinden, G. H. J. M.	1927	Ingenieur b.d. B.P.M.	
*Vermeulen, J. A.	1927	Ing. b.d. Gem. Mij. „Billiton”.	Tandjong Pandan, Billiton.
*Vermey, A. E.	1926	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
Versluys, Dr. J.	1905	Dir. d. Gem. Bedr. tevens Dir. d. Gem. Waterleid. te Soerabaja.	Met verlof in Nederland.
*Verstege, A.	1920	Ingenieur b.d. B.P.M.	Balikpapan.
Vis, M. D. Th.	1921	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Boeloengan, Borneo.
Vooren, J. van	1906	Ing. New-Modderfontein Gold Mining Cy. Ltd.	Benoni, P.O. Box. 25, Z.-Afrika.
*Voort, J. A. W. In de Betouw van der	1925	Ingenieur bij de B.P.M.	Pankelan Brandan.
Vooy, G. E. de	1925	Ing. b.d. Nederl. Mij. tot ontginning van Steen- kolenvelden.	Hückelhoven.
Vreugde, L. M. H.	1923	Ing. b.d. Shell Co. of California.	Cal. Av. Bakersfield, U.S.A.
*Vriendt, H. W. de	1915	Hoofd-ing. b.d. Gem. Mijnb.-Mij. Billiton.	Tandjong Pandan, Billiton.
Vries, J. de	1902	Conservator a.d. Tech- nische Hoogeschool.	Prins Mauritsplein 8, Den Haag.
*Vries, Tj. de	1930	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
*Wally, G. J.	1922	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Tandjong Enim, Palembang.
Waterschout van der Gracht, W. A. J. M.		Ing. Care of Marland Re- fining Cy. te Ponca City.	Ponca City, U.S.A.
Weber, D.W.	1922	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Wates, Kediri.

NAMEN.	Afgestudeerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Weckherlin de Marez Oyens, F. A. H.	1910	Vert. der Soc. „Solono” te Buenos-Aires.	Galeria Guemes 614, Buenos-Aires, Argentina. Adres in Nederl.: Hont- horststr. 14, A'dam.
Westerman, J. H.	1929	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Blinjoe, Banka.
*Westerveld, Dr. J.	1928	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw N. O.-I.	Bandoeng.
*Weelden, A. van	1922	Ingenieur b.d. B.P.M.	v. d. Burchlaan 37, Den Haag.
Wertheim, C. J. M.	1892	Oud-ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N. O.-I. Raadgevend Ingenieur.	Nieboerweg 272, Den Haag.
*Wicherlink, E. H. Th.	1909	Geoloog b.d. B.P.M.	Julianalaan 43, Overveen bij Bloemendaal.
Wiessing, G. E. J.	1908		Tjepoe (Java).
*Wilde, E. de	1925	Ingenieur b.d. B.P.M.	Heerlen.
Wilde, J. C. de	1927	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Tandjong Pandan,
*Wilde, L. A. van der	1925	Ing. b.d. Gem. Mij. „Billiton”.	Billiton.
*Willigen, G. van	1927	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	Tg. Loentar, Moeara Enim. Sum.
*Wilhelm, Dr. Ch. J.	1921	Ing. b.d. Singkep-Tin Mij.	Postbox 591, Singapore.
Wing Easton, Dr. N.	1883	Oud-Hoofd-ingenieur b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Geestbrugweg 50, Rijswijk (Z.-H.)
Witteveen, G.	1905	Ingenieur b.d. B.P.M.	Geldermalsen.
Witteveen, J. J.	1911	Ing. Petr. Mij. „Astra Romana”.	Boekarest.
Wijffels, F. C. M.	1925	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Treebeek (L.)
Wijk, G. D. van	1910	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Molenberglaan 110, Heerlen.
*Wijngaarden, Th. C. van	1903	Hoofd-ing. b.d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Sawah Loento.
Wijnhoven, M. J. M.	1925		
*Wijckerslooth de Weerdesteyn, P. J. C.	1928	Ass. a.d. Geologische Afd. der Amsterd. Universit.	N. Achtergracht 125, Amsterdam.

NAMEN.	Afgestu- deerd in	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Zaalberg, P. H. A.	1928	Ing. b.d. Gem. Mij. „Billiton”.	Tandjong Pandan, Billiton.
*Zee, P. F. de	1921		Bodemplein 38, Rumpen (L.).
*Zermatten, Dr. H. L. J.	1928	Ingenieur b.d. B.P.M.	Tjepoe (Java).
*Zeylmans van Emmick- hoven, Dr. C. P. A.	1921	Ing. b.d. Dienst v.d. Mijn- bouw, N. O.-I.	Samarinda, Borneo.
Zijdeveld.	1924	Ingenieuro de la Compa- nia Minera Porvenir.	Casilla 431, Oruro, Bolivia.

BOVENDIEN ZIJN NOG BUITENGEWOON LID.

NAMEN.	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Erb, Dr. J. Th.	Commissaris Kon. Ned. Petr. Mij.	Van Dorpstraat 9, Scheveningen.
Floris, c.i., J.	Hoofd v.d. O.K. in Z.-Sumatra.	Tandjong-Raja, via Tebing-Tinggi, res. Palembang.
Gogh, F. A. A. van		Zeekant 108, Scheveningen.
Langezaal, Mej. Ir. A. M. D. Lijn, J. van der Raaf, H. F. M.	Tuinopzichter.	Haven 18, Leiden. S. F. Tjepper, Tjepper. Laboratoire de Geologie Université de Lausanne, Lausanne (Suisse).
Vereeniging v. Ingenieurs bij 's Lands Mijndiensten Geologisch Mijnbouw- kundig Genootschap voor Nederland Koloniën.		Bandoeng. Gebouw voor Mijnbouw- kunde, Delft.

1^{ste} Rotterdamse
Maatschappij van verzekering tegen ongevallen

**VERZEKER U
TEGEN
ONGEVALLLEN**

GEVESTIGD TE R'DAM - TELEF. 1239/1240

DE GROOTSTE
REDDINGSSTATIONS
DER MIJNEN IN BINNEN- EN BUITENLAND
ZIJN UITGERUST MET

**DRAEGER-ZUURSTOF-
REDDINGSGAPPARATEN
EN VERSCHE-LUCHT-
TOESTELLEN**

VERTEGENWOORDIGSTER VOOR
NEDERLAND, BELGIË EN KOLONIËN:

N.V. MAATSCHAPPIJ „OXYGENIUM”
MEDISCHE AFDEELING, SCHIEDAM



**DROST &
KAPPERS**

AMSTERDAM



SPRINGSTOFFEN

**NOBEL
FAVIER**

MIJNLAMPEN

**FRIEMANN & WOLF
G.M.B.H.**

EN ANDERE



**MIJNBOUW-
BENODIGD-
HEDEN VOOR
NED.-INDIË**



DIAMANTEN EN CARBONS

**VOOR DIEPBORINGEN
EN ALLE ANDERE TECHNISCHE DOELEINDEN.**

ANTON SMIT & Co.

ANTWERPEN P.O. Box 413

**TELEGRAM-ADRES: PROFITABLE, ANTWERPEN
BENTLEY CODE**

BROCHURE OP AANVRAAG

**FILIALE: SELMA MERCANTILE CORPORATION
24, STATE STREET, NEW YORK CITY.
TELEGRAMS: SELMACORP.**



Optische Instrumenthandel
FRANS H. DE WOLFF

Specialiteit in :

Leitz
Reichert
Seibert } **Polarisatie-
Microskopen.**

Brunton
Breithaupt } **Mijn-
Compassen.**

Naudet
Bohne } **Hoogte
Barometers**

PRISMAKIJKERS IN ETUI
vanaf f 35.-

REFERENTIËN:

Instituut voor Mijnbouwkunde der Technische Hoogeschool.

PEPERSTRAAT 9 - TEL. 936

DELFT (HOLLAND)



Gegründet
1864



Wir sind Spezialisten im Bau von:
Schrämmaschinen – Versatzmaschinen
Rutschenanlagen – Bandanlagen,
Kleinhäspeln!

Gebr. **Eickhoff** Bochum

N.V. KONINKLIJKE
ROTTERDAMSCH

BETON

— IJZER —
MAATSCHAPPIJ

V/H. **VAN WANING & Co.**
ROTTERDAM

TELEFOON 21094 (3 LIJNEN)

FILIAAL: ENSCHEDE

GEWAPEND BETON
EN
BIJKOMENDE WERKEN

N.V.

**HYDROTECHNISCHE en
DIEPBOORMAATSCHAPPIJ**

„VULKAAN”

v/h J. DE BOER & Co.

LEEWARDEN

SNEEKERTREK WEG

15

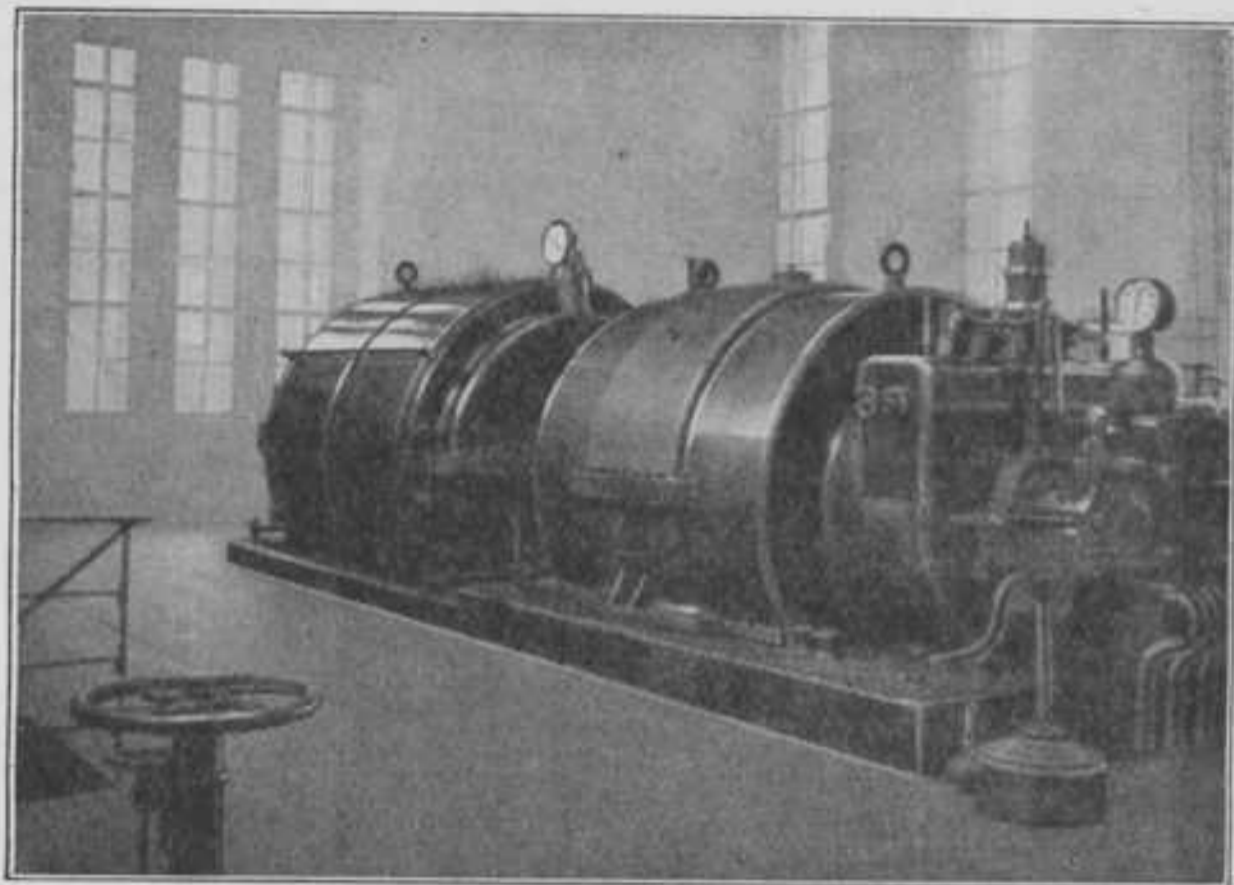
TELEFOON No. 3689

Watervoorzieningen

Diepboringen

Ontijzeringsstoestellen

FMA



FMA – Turbokompressor mit Dampfturbinenantrieb

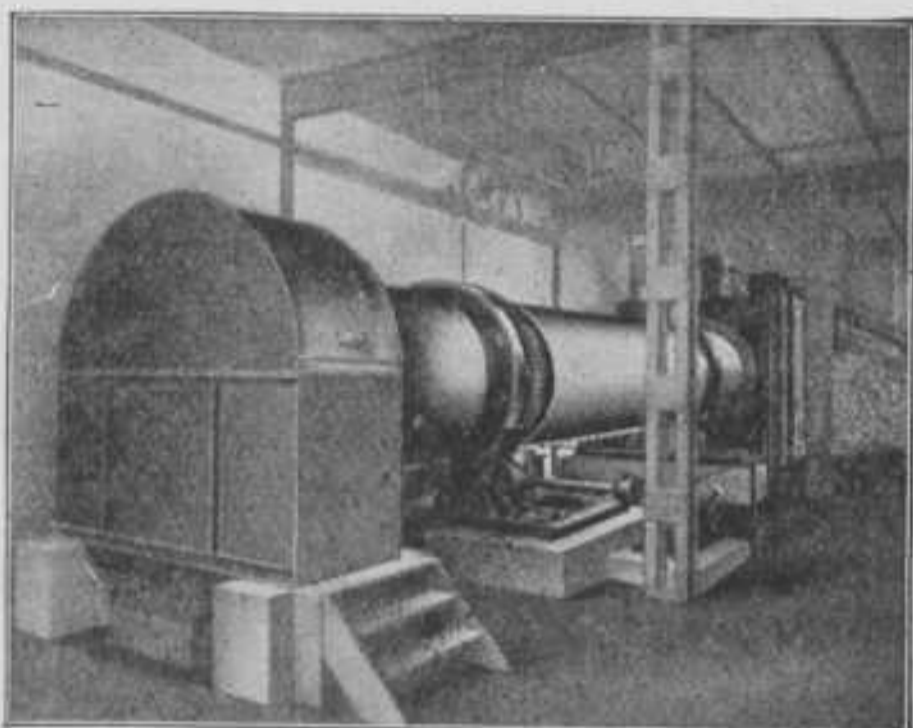
Unsere Maschinen in den
HOLLÄNDISCHEN GRUBEN
haben insgesamt über
200 000 m³/h
Saugleistung.

**FRANKFURTER
MASCHINENBAU-AG.**

VORM. POKORNY & WITTEKIND · FRANKFURT A.M.

Tot

100% meer rendement



bereikt U

met Uw

Droogtrommels

*indien U de
nieuwe succesvolle*

Riesel-Einbau

Systeem HAAS

laat inbouwen.

U verlange bijzonderheden

Friedr. Haas - Lennep/Rheinland

Fa. Jonkers Both & Wintgens

MIJNINGENIEURS - HEERLEN

AANNEMERS VAN
MIJNBOUWKUNDIGE WERKEN

ADVISEURS INZAKE MIJNBOUW

LEVERANCIERS VAN
DRUKLUCHT- EN ELECTRISCHE
MIJNBOUWWERKTUIGEN

E. Otto Dietrich Rohrleitungsbau A.G.

Bitterfeld

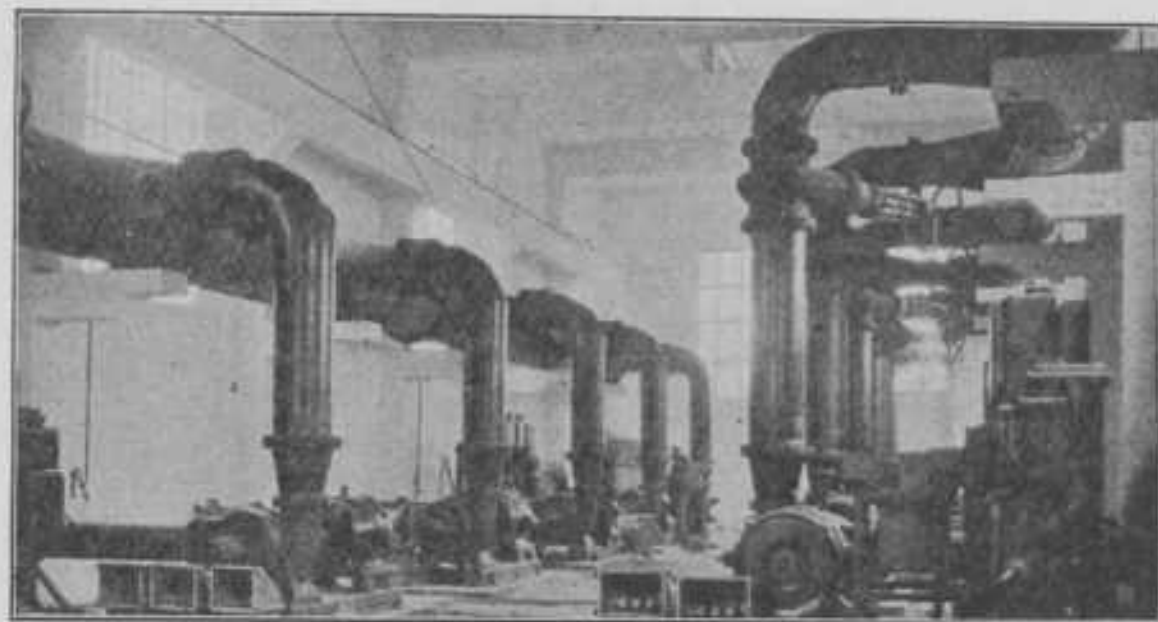
Postfach 89



Düsseldorf

Postfach 716

ADVIEZEN



ONTWERPEN

Uitvoeren van

Stoomleidingen

voor hooge en lage druk.
Oververhitters.
Ontasschings-installaties
voor stoomketels.

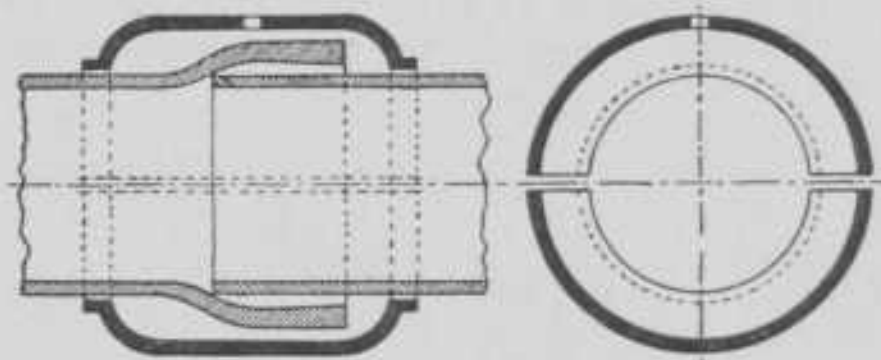
Waterleidingen

Aanleg van waterwerken.

Gasleidingen

voor lange afstanden
en voor plaatselijke netten.

Nadichten van
smeedijzeren
gasleidingen
zonder onder-
breking van
het bedrijf met



Kieler Kappe DRP

Tegen roest beschutte Hoogdrukwatertanks
van S. M. staal D. R. G. M.

Hoogdruk-Watertank-aftapventielen D. R. G. M.

Autogeen gelaschte
Electrisch gelaschte
Geklonken

Buizen en Tanks
in alle uitvoeringen en afmetingen.

