

UNIV. OF
TORONTO
LIBRARY

4021

KONINKLIJKE 'AKADEMIE
VAN WETENSCHAPPEN
-- TE AMSTERDAM --

VERSLAG VAN DE GEWONE
VERGADERINGEN DER WIS- EN
NATUURKUNDIGE AFDEELING

VAN 29 MEI 1909
TOT 29 APRIL 1910

DEEL XVIII

19348
26/10/11

JOHANNES MÜLLER :—: AMSTERDAM
:=====: MEI 1910 :=====:

Q
57
P522
d/ 18
gd/ 1

74
KONINKLIJKE AKADEMIE
VAN WETENSCHAPPEN
-:- TE AMSTERDAM -:-

VERSLAG VAN DE GEWONE
VERGADERINGEN DER WIS- EN
NATUURKUNDIGE AFDEELING

-:- VAN 29 MEI 1909 -:-
TOT 27 NOVEMBER 1909

D E E L XVIII
(1^{STE} GEDEELTE)

JOHANNES MÜLLER :-: AMSTERDAM
:=====: DECEMBER 1909 :=====:

Digitized by the Internet Archive
in 2009 with funding from
University of Toronto

v

ERRATA.

In het Verslag der Zitting van 23 April 1909:
p. 1057 r. 7 v. b. : i. p. v. emissiespectrum leze men absorptiespectrum,
i. p. v. absorptiespectrum „ „ emissiespectrum.

Fig. 4 Pl. I behoorende bij de Meded. van HENRI en JEAN BEC-
QUEREL en H. KAMERLINGH ONNES: i. p. v. 511,84 leze men 511,48.

Fig. 8 Pl. II bij dezelfde mededeeling: i. p. v. 391,26 leze men
491,26.

I N H O U D.



	Blz
Verslag Vergadering 29 Mei 1909	1
„ „ 26 Juni „	61
„ „ 25 September „	173
„ „ 30 October „	300
„ „ „ „ Bijvoegsel	391
„ „ 27 November „	419



/

**KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM.**

**VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING
DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING
van Zaterdag 29 Mei 1909.**

—♦♦♦—

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer J. D. VAN DER WAALS.

I N H O U D.

- Ingekomen stukken, p. 2.
- In Memoriam Th. W. ENGELMANN, p. 3.
- C. E. A. WICHMANN: „De veenen in den Indischen Archipel”, p. 5.
- S. H. KOORDERS: „Opmerkingen naar aanleiding van de voordracht van Prof. C. E. A. WICHMANN over „Veevormingen in den Oost-Indischen Archipel”, p. 9.
- Mej. C. J. PEKELHARING: „Onderzoekingen omtrent de betrekking tusschen praesentatietijd en grootte van den prikkel bij geotopische krommingen”. (Aangeboden door de Heeren F. A. F. C. WENT en J. W. MÖLL), p. 11.
- ERNST COHEN en W. TOMBROCK: „Het electromotorisch gedrag der zinkamalgame”. (Aangeboden door de Heeren P. VAN ROMBURGH en W. H. JULIUS), p. 17.
- C. J. ENKLAAR: „Over de inwerking van actief koper op Linaloöl”. (Aangeboden door de Heeren P. VAN ROMBURGH en A. P. N. FRANCHIMONT), p. 23.
- J. J. VAN LAAR: „Iets over den vasten toestand”. III. (Aangeboden door de Heeren H. A. LORENTZ en F. A. H. SCHREINEMAKERS), p. 27. (Met 1 plaat).
- S. H. KOORDERS: „Kleine bijdrage tot de kennis der endozoische zaden-verspreiding door vogels in Java, op grond van een door den Heer BARTHELS op den Pangerango en bij Batavia bijeengebrachte collectie. I. (Bijdrage tot de kennis der flora van Java V)”, p. 40.
- S. H. KOORDERS: „Enkele opmerkingen over de nomenclatuur en de synonymie van *Xylosma leprosipes* Clos., *X. fragrans* Decne en *Flueggea serrata* M'q. (Bijdrage tot de kennis der flora van Java VI)”, p. 49.
- II. ZWAARDEMAKER: „Over geurverwantschappen. Op grond van door den Heer J. HERMANIDES verrichte waarnemingen”, p. 53.
- Aanbieding van boekgeschenken, p. 60.

Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Bericht van de Heeren CARDINAAL en WIND dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen;

2°. Schrijven van den Directeur van het Kabinet der Koningin waarin namens H. M. dank wordt betuigd voor de aangeboden gelukwensen bij gelegenheid van de geboorte van H. K. H. Prinses Juliana.

De Voorzitter leest den door het Bestuur verzonden brief van gelukwensch voor en zegt dat deze ongetwijfeld de gevoelens van alle leden der Akademie weergeeft, waarmede de Afdeeling door applaus haar instemming betuigt.

3°. Schrijven van den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 24 Mei 1909 waarin bericht wordt, dat H. M. de Koningin bekrachtigd heeft de benoeming van den Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN tot Voorzitter, D. J. KORTEWEG tot Onder-Voorzitter en van de Heeren P. VAN LEERSUM, Directeur der Gouvernements Kina-onderneming te Bandong, W. T. DE VOGEL, Stadsgeneesheer te Semarang en C. J. J. VAN HALL, Inspecteur van den Landbouw in West-Indië te Paramaribo tot Correspondenten der Wis- en Natuurkundige Afdeeling.

Voor kennisgeving aangenomen.

4°. Schrijven van den Minister van Binnenlandsche Zaken als begeleiding van een Afschrift van het Kon. Besluit van 21 Mei j.l. N°. 13 waarbij Art. 5 van het Reglement der Akademie (betrekking hebbende op de keuze van Correspondenten) wordt gewijzigd.

Voor kennisgeving aangenomen.

5°. Schrijven van den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 7 Mei 1909 waarbij wordt medegedeeld dat bij Z.Exc. geen bezwaar bestaat tegen het Concept-reglement voor de Commissie van advies voor het Instituut voor Hersenonderzoek en verzocht wordt om toezending van een Concept-instructie voor den Directeur van het Instituut. De concept-instructie zal aan den Minister worden toegezonden.

6°. Schrijven van den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 15 Mei 1909 waarbij Z.Exc. doet toekomen een van wege den Consul Generaal der Nederlanden te Melbourne ontvangen bericht betreffende radium, ontleend aan de „Melbourne Age" van 20 Maart j.l. Voor de leden ter kennisname beschikbaar gesteld.

7°. Schrijven van de Reale Accademia dei Lincei te Rome ter begeleiding van de agenda en de uit te brengen rapporten op de vergadering van de Internationale Associatie der Akademiën van 1—3 Juni te Rome te houden.

Voor kennisgeving aangenomen.

8°. Circulaire van het Comité international ter eere van A. AVOGADRO betreffende de uitgave van zijne werken.

Voor kennisgeving aangenomen.

Verder is ingekomen het bericht van het overlijden van

Dr. THEODOR WILHELM ENGELMANN.

De Voorzitter zegt naar aanleiding daarvan het volgende :

Hoewel ENGELMANN niet meer tot onze gewone leden behoorde, heeft hij te lang te midden van ons vertoefd, te krachtig bijgedragen tot de ontwikkeling der wetenschap in ons land om hem hier niet met een kort woord te gedenken.

THEODOR WILHELM ENGELMANN in 1843 te Leipzig geboren, werd, nadat hij zijne studiën in Jena, Leipzig, Heidelberg en Göttingen had volbracht, door DONDEERS, die den veel belovenden jongen man had leeren kennen, in 1867 aan het Utrechtsche physiologische laboratorium verbonden en wel als assistent, doch wat hij als zoodanig verrichtte was zoo voortreffelijk, dat hij reeds in 1871 benoemd werd tot hoogleeraar in de algemeene biologie en histologie.

In 1889 verving hij DONDEERS als hoogleeraar in de physiologie en 8 jaar later gaf hij gehoor aan eene benoeming naar Berlijn, om als opvolger van EMIL DU BOIS REYMOND den leerstoel voor de physiologie in te nemen en het groote physiologische laboratorium te leiden. Zijne beroemde voorgangers vonden in hem een hunner waardigen opvolger.

Gedurende al dien tijd deed ENGELMANN zich kennen als een geleerde van buitengewoon scherp vernuft en groote werkkraft, doch het meest schitterde hij wel gedurende de 31 jaren, zijne beste levensjaren, toen hij te Utrecht zich geheel aan zijne studiën kon wijden.

In zeer verschillende onderdeelen heeft hij daar gewerkt en door vernuftige onderzoekingen, met behulp van door hem bedachte toestellen, tal van nieuwe feiten aan het licht gebracht. Van deze onderzoekingen vermeld ik vooral die over den ureter,

den bouw en de functie van spieren en zenuwen, de ontwikkeling der infusoria, de contractie van het hart, den oorsprong der spierkracht en de zuurstofuitscheiding van het chlorophyl, die naar een door hem gevonden nieuwe methode, de bacteriën-methode, werd bestudeerd.

De vruchten van die onderzoekingen zijn neergelegd ten deele in de werken onzer Akademie en in vele binnen- en buitenlandsche tijdschriften, doch voor het grootste deel in de „Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtsche hoogeschool”, waarvan hij de 3^e reeks met **DONDERS** en de 4^e reeks met **PEKELHARING** heeft uitgegeven en die, behalve een aantal opstellen welke onder den naam van zijne leerlingen het licht zagen, 85 grootere en kleinere verhandelingen van zijne hand bevatten.

Met **ENGELMANN** verliest de physiologie een harer beste en meest geëerde vertegenwoordigers, en verliezen velen in dezen kring een trouw vriend.

Aardkunde. — De Heer A. WICHMANN doet eene mededeeling over:
„De Veenen in den Indischen Archipel”.

In 1778 werd door FRANZ VON BEROLDINGEN eene theorie verkondigd volgens welke de bruinkolen- en steenkolenbeddingen te beschouwen zijn als veenlagen, waarvan de turf, na de bedekking door andere aardlagen, tot kool vervormd werd. Zij heeft zich tot heden glansrijk weten te handhaven. Evenmin bestaat er verschil van gevoelen aangaande eene tweede stelling, nl. dat tijdens het tijdperk der steenkolenformatie een gelijkmatig tropisch klimaat over den geheelen aardbol geheerscht heeft, zooals door de palaeophytologen uit de fossiele plantendeelen wordt afgeleid. In strijd met de zooeven genoemde theorie wordt echter in verreweg de meeste leerboeken en andere geschriften beweerd, dat veenvormingen, althans autochthone, in tropische gewesten niet gevonden worden. Teneinde deze tegenstrijdigheid te ontgaan, nemen sommigen aan, dat de kolenlagen niet uit veenen ontstaan kunnen zijn, terwijl anderen eene oplossing van het vraagstuk zoeken in de veronderstelling, dat kolen- evenals veenvorming slechts tijdens een koel klimaat kan plaats hebben.

Hoewel herhaaldelijk op de aanwezigheid van veengronden in de tropen gewezen werd en, wat den Indischen Archipel betreft, reeds in 1794 door JOHN ANDERSSON turf van Sumatra vermeld werd, heeft men aan die feiten niet de aandacht willen schenken, die zij inderdaad verdienen. Het is integendeel langzamerhand tot een soort van axioma geworden, dat veenen geen deel van tropische gewesten kunnen uitmaken. De vele over den Indischen Archipel handelende geografische werken zwijgen in 't algemeen, ofschoon zij het beter konden weten, over het voorkomen van veenen.

Dat aan dergelijke vormingen zoo geringe aandacht wordt geschonken, vindt zijn oorzaak daarin, dat verreweg de meeste onderzoekers, maar ook personen die geroepen zijn zich met bodemonderzoek bezig te houden, over eene geheel ontoereikende bodemkennis beschikken. Verder is de turf voor tropische gewesten van geen economisch belang, omdat men aldaar voor huishoudelijk gebruik over meer dan voldoende hoeveelheden brandhout beschikt en de turf voor technische doeleinden, door haar hoog aschgehalte, van geen nut is. In tegenstelling met de veengronden der gematigde en koude streken, die „koud” zijn, kunnen die der tropen gemakkelijk in kultuur gebracht worden. Op Java en Sumatra werden dan ook vele veenen tot rijst-, suiker- en tabaksvelden vervormd, en zijn als zoodanig voor het oog niet meer kenbaar. Eindelijk zijn de tropische veenen doorgaans veel moeilijker toegankelijk en wordt

het verblijf in dergelijke moerassen door het vele ongedierte somtijds ten eenenmale onmogelijk gemaakt.

Naast de direkte waarneming, komen als belangrijke indicatoren van de veenen in aanmerking de zoogen. zwarte wateren, die in alle werelddeelen, daar waar veenen gevonden worden, voorkomen. Zij dragen bij de Maleiers de benaming *ajer itam*, *soengei itam*, *danau itam* enz., maar zijn evenmin als de veenen, wat hunne beteekenis betreft, aan de geographen bekend. De zwarte kleur is een gevolg van de reflexie, terwijl zij in werkelijkheid helder doorzichtig zijn en eene kleur als van slappe thee, veroorzaakt door de opgeloste humuszuren en alkalihumaten, die uit de veenen afkomstig zijn, vertoonen.

Het volgende korte overzicht moge tot bewijs van de verspreiding der veenen in den Indischen Archipel strekken, waaruit, niettegenstaande de zeer onvolledige gegevens, kan afgeleid worden, dat zij aldaar meer dan een millioen Hektaren bedekken.

Java. Het grootste veen, dat op Java gevonden wordt, bevindt zich in het keteldal van Ambarawa (residentie Samarang), alwaar zijne aanwezigheid het eerst door JUNGHUHN vastgesteld werd. Een groot gedeelte daarvan (circa 2500 Hektaren) is aan de rijstkultuur dienstbaar gemaakt, terwijl de rest er van (circa 1500 Hektaren) nog op dit oogenblik het onder den naam van Rawah Pening bekende moeras voorstelt. Uit de boringen nabij Fort Willem I is gebleken, dat het veen de anders ongekende, enorme diepte van 30 à 31 M. bereikt. Als echt veen doet de Rawah Pening zich verder kennen, doordien er herhaaldelijk en wel in 1838, 1845, 1865, 1868 en 1885 veeneilanden zijn opgerezen.

Een veen behoorende tot de desa Djoengelangan nabij Kapongan, 10 palen ten O. van Panaroekan (residentie Besoeki) is 21 Hektaren groot. De daaruit vervaardigde turf bevatte 27,07% asch.

Nabij de desa Toewiri-wetan, distrikt Djenoë, afdeeling Toeban (residentie Rembang) is een veen met eene oppervlakte van 24 Hektaren. De turf bevatte 25,9% asch.

Een turf afkomstig uit een veen in de residentie Bantam, waarvan de vindplaats niet nader aangeduid werd, bevatte 36% asch.

Bezuiden Meester Cornelis nabij Batavia worden verschillende veenen gevonden, waarvan de Rawah Pondok Tjempaka door H. C. EDELING nitvoerig beschreven werd. In de daaruit bereiden turf was het aschgehalte 48,5%.

Eindelijk worden er veenen op het Diëng-plateau gevonden.

Sumatra. De verspreiding van veenen in de lage landen langs de noordoostkust is zeer groot. Hiertoe behooren in de eerste plaats

de paja-gronden van Langkat, Deli, Serdang enz. (residentie Sumatra's Oostkust), die nog betrekkelijk korten tijd geleden moerassen waren, maar thans aan de tabakskultuur dienstbaar zijn gemaakt.

Het moerasgebied dat de Kleine Siak-rivier ontwatert, maar nog niet onderzocht is, zal wel veenen bevatten, omdat het eene meer den naam Tasik Ajer Itam draagt en zodoende tot de zwarte wateren gerekend wordt.

Ook de Grootte Siak-rivier behoort tot de zwarte wateren. Veenlagen werden aan zijne oevers boven en beneden Siak Sri Indrapoera gevonden. Een veengebied van ± 80.000 hektaren is tusschen de Siak- en Kampar-rivieren gelegen. Reeds vroeger bekend, werd het bij gelegenheid van de expeditie onder de leiding van J. W. IJZERMAN in 1891 door S. H. KOORDERS, vooral wat betreft de flora, nader onderzocht. Ook bezuiden de Kampar zijn uitgestrekte veengronden. De Batang Nila is een zwarte rivier en een zijner spruiten wordt Ajer Itam genoemd.

In Djambi werden reeds in 1820 door S. C. CROOKE veenlagen ontdekt. In de Benedenlanden van Djambi is een Ajer Itam Laut en in de onderafdeeling Beneden-Tambesi een Ajer Itam bekend.

Zeer rijk aan moerasgronden is de residentie Palembang. Op $3^{\circ}29'$ Z. Br., $104^{\circ}55'$ O. L. is een meer Danau Ajer Itam, dat door de Ajer Itam ontwaterd wordt. Een Ajer Itam Laut heeft zijne monding op $1^{\circ}20'$ Z. Br., een Ajer Itam Dalam op $1^{\circ}13'$ Z. Br. Een Ajer Itam wordt verder in de onderafdeeling Agan Oeloe en Enim, en een andere in de onderafdeeling Ranau-distrikten gevonden.

De meeste veenen op Sumatra hebben hun ontstaan aan de omstandigheid te danken, dat door den aanvoer van slib enz. de beddingen voortdurend verhoogd worden, zoodat ook de oevers hooger liggen dan het omringende land. In de laagste gedeelten der hierdoor tusschen de rivieren gevormde depressies ontstonden meren én moerassen, die tot veenvorming aanleiding gaven.

Veengronden zijn op het eiland *Bengkalis* bekend en waarschijnlijk zal men die op de naburige, eveneens moerassige eilanden, zooals *Roepat*, *Padang*, *Rantau* enz. kunnen aantoonen.

Op het eiland *Bangka* bestaat een Ajer Itam met een dorp van dienzelfden naam in het district Pangkal Pinang, benoorden de plaats van dien naam.

Borneo. Op de uitgebreide veenvormigen in de Zuider- en Oosterafdeeling heeft het eerst C. A. L. M. SCHWANER de aandacht gevestigd. Hij heeft er verder op gewezen, dat de meren langs de Barito en de Kapoewas Moeroeng afgesnoerde rivierarmen voorstellen (Danau Kalahin, D. Masoera, D. Madara, D. Ganting, D. Babai, D. Kambat

enz.) en tot zwarte wateren geworden zijn. Dergelijke moerassen komen ook langs de Kahajan voor. Door W. J. M. MICHIELSEN werden veenen langs de Sampit- en Katingan-rivieren gevonden.

De uitgebreide moerassen in het zuidelijk gedeelte van de Westerafdeeling in het landschap Kandawangan zijn nog niet onderzocht. De namen van twee rivieren, Ajer Itam besar en Ajer Itam ketjil, wijzen er echter op, dat er veenen aanwezig zijn. Hetzelfde is het geval nabij Simpang, waar de Soengei Itam en de Doelah Sidok tot de zwarte wateren behooren.

Rijk aan veenvormingen is de groote Kapoewas-rivier. Reeds nabij de monding vindt men een Soengei Itam, verder moerassen achter Pontianak. De meren langs die rivier, op dezelfde wijze als die langs de Barito ontstaan, behooren tot de zwarte wateren. Veenlagen langs de Kapoewas werden door G. A. F. MOLENGRAAFF waargenomen, aan de Kenepai door J. E. TEYSSMANN, die eveneens vond, dat het moeras achter Sintang een veen is. In een toestand van veenvorming verkeert ook het merengebied van de Danau Loewar enz. Evenzoo schijnen langs den benedenloop der Sambas-rivier veenen voor te komen. Een hoogveen werd door G. A. F. MOLENGRAAFF op de 1036 M. hooge Babas Hantoe in het Madi-gebergte ontdekt.

In Sarawak werden door CH. HOSE een uitgebreide „swamp” tusschen het Madang- en Kalabit-district ($3^{\circ}16'—3^{\circ}20'$ N.Br., $115^{\circ}24'—115^{\circ}38'$ O. L.) en een ander in het Westen van het Kalabit-district ($3^{\circ}28'—3^{\circ}45'$ N.Br., $115^{\circ}24'—115^{\circ}42'$ O. L.) aangetoond. In Noord-Borneo komt, volgens FRANK HALTON, een uitgebreid veen in het Lamag-gebied, behoorende tot het stroomgebied van de Kinebatangan, ($5^{\circ}13'—5^{\circ}23'$ N.Br., $117^{\circ}52'—117^{\circ}56'$ O.L.) voor.

Zeer rijk aan veenvormingen is eindelijk *Nieuw-Guinea*. Terwijl zij in het noordelijke gedeelte vrij spaarzaam schijnen te zijn (Kaptiau aan de Borowai en in het gebied tusschen de Geelvink-baai en het Jamoer-meer, zoomede aan Straat Sélé), komen er in het zuidwestelijke en zuidelijke gedeelte uitgestrekte lagen voor. Aan de Noord-, de Reiger- en de Dumas-rivieren werden zij door J. W. VAN NOUHUYS gevonden. Van een handstuk bedroeg het aschgehalte slechts 4.58%. In de omstreken van Merauke heeft O. E. HELDRING de verspreiding nagegaan. Die onderzoekingen strekten zich uit van af de kust tot $7^{\circ}51'$ Z.Br. en er blijkt uit de opname, dat er van dit gedeelte 224000 Hektaren door veenen bedekt zijn. Vele der rivieren, die aan de zuidkust uitmonden, zooals de Wamal, Boelaka, Bémt, Sewa, Koroi, Bian, Toran, Koembe, Marau en Torasi behooren dan ook tot de zwarte wateren gerekend te worden.

Terwijl de veenen der gematigde en koude streken aan vele

wijzigingen in hun samenstelling, als gevolg van de schommelingen van het klimaat, zijn blootgesteld geweest, is daarvan in de tropische veenen niets te bespeuren. Zij vertoonen dan ook eene groote overeenstemming van bouw met de kolenbeddingen: zooals hier de wortels van *Sigillaria* en *Lepidodendron* — de *Stigmaria's* — aan den vloer van de beddingen gevonden worden, wortelen de boomen der tropenveenen in de onderliggende klei. Doordien de laatste verder groeien en niet zooals in de gematigde en koude streken door de veenmossen verstikt worden en afbreken, blijven zij veelal oprecht staan, evenals dit met vele boomstammen in lagen der steenkolenformatie. het geval is ¹⁾).

In één opzicht bestaat er echter groot verschil, doordien de tijdens de steenkolenformatie bestaande flora een nagenoeg algeheele wijziging heeft ondergaan. Slechts de in de tegenwoordige veenen sporadisch optredende varens herinneren nog flauw aan een lang verleden tijdperk.

Plantkunde. — De Heer S. H. KOORDERS biedt eene mededeeling aan: „*Enkele korte opmerkingen naar aanleiding van de voordracht van Professor Dr. C. E. A. WICHMANN over „„veen-
vormingen in den Oost-Indischen Archipel.*””

Ter aanvulling van de bovenstaande voordracht van den Heer Prof. Dr. C. E. A. WICHMANN en tevens ook ter aanvulling van hetgeen kortelings over dit zelfde onderwerp door de Heeren Dr. E. MOHR te Buitenzorg en Prof. Dr. J. F. NIERMEIJER te Utrecht gepubliceerd ²⁾ is geworden, mag ik niet nalaten een paar korte, in hoofdzaak de botanische zijde van het bedoelde onderwerp rakende, opmerkingen hier kort mede te deelen.

Uit een brief van de Königliche Geologische Landesanstalt, die gedateerd is Berlin 28 April j.l. N^o. 5026/A, VIII en die handelt over een toen reeds in manuscript voor publicatie gereedliggende verhandeling van de hand van den Heer Professor Dr. H. POTONIÉ over de in 1891 door de IJZERMAN-expeditie in de heete laagvlakte van Sumatra ontdekte uitgestrekte tropische veenvormingen blijkt, dat de bedoelde verhandeling van Prof. Dr. H. POTONIÉ spoedig in het licht zal verschijnen.

¹⁾ Aangezien dezelfde boomsoorten als in de tropenveenen ook op het omgevende drooge land gevonden worden, is het niet noodzakelijk de *Sigillaria's*, *Lepidodendron's* en *Calamiten* als moerasplanten te beschouwen.

²⁾ MOHR, Dr. E., in *Bulletin du Departement de l'Agriculture Buitenzorg* (1908).
NIERMEIJER, Prof. Dr. J. F., Rede bij de aanvaarding v/h Hoogleeraarsambt i/d aardrijkskunde van N. Oost-Indië aan de Rijks-Universiteit te Utrecht (1908).

De hoofdinhoud van bedoelden brief luidt als volgt:

„Anbei erhalten Sie Ihrem Wunsch gemäss Ihre Bleistiftskizze der mikroskopischen Zusammensetzung des sumatranischen Tropentorfes mit dem verbindlichsten Dank zurück und ebenso den Brief des Residenten von Sumatras Ostküste. Ihre mikroskopische Skizze befindet sich in einer Kopie zum klischieren bei unserem Zincographen zusammen mit den anderen für den Artikel unseres Landesgeologen Professor POTONIÉ bestimmten Figurenvorlagen. Exemplare des Aufsatzes über das sumatranische Tropenmoor im Vergleich mit den Karbonmooren können wir Ihnen noch nicht zustellen, da der im Manuscript vollständig fertig vorliegende Aufsatz erst in Druck gegeben wird, wenn die Klischeeabzüge vorliegen werden. Der Druck soll nach Möglichkeit beschleunigt werden” (msc. 28 April 1909).

De in genoemden brief der Kgl. Geol. Landesanstalt bedoelde mikroskopische schetsteekening werd door mij op 31 Oct. 1908 te Leiden gemaakt op grond van een voorloopig mikroskopisch onderzoek, dat ik dadelijk na de ontvangst uit Indië van het eerste turfmonster van genoemd sumatraansch „Tropenmoor” instelde.

De bedoelde sumatraansche, tropische turf werd op 29 Juni t/m 1 Juli 1908 door den Heer J. G. LARIVE, Controleur bij het Binnenlandsch Bestuur voor de controleafdeeling Kamperkiri in Sumatra's Oostkust op mijn verzoek ingezameld. Een copie van het door mij ontvangen reisjournaal van den Heer J. G. LARIVE zal spoedig na de verschijning van meerbedoelde publicatie van den Heer POTONIÉ tegelijk met eenige aan mijn eigen reisjournaal van Maart 1891 betreffende dezelfde streek ontleende gegevens door mij aan de redactie van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap te Amsterdam ter publicatie aangeboden worden. Intusschen zal een door mij gemaakte, reeds in het vorige jaar aan Prof. POTONIÉ gezonden, duitsche vertaling van dat reisjournaal van den Heer J. G. LARIVE geheel of gedeeltelijk in de genoemde publicatie van den Heer POTONIÉ in het licht gegeven worden.

De inzameling van de bedoelde tropische turf uit de door de IJZERMAN-expeditie in 1891 in Midden-Sumatra ontdekte veenvormingen geschiedde door den Heer J. G. LARIVE op mijn verzoek en volgens mijne aanwijzingen naar aanleiding van een in Juni 1907 in de Vergadering des *Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg* in Dahlem-Berlijn door den Heer POTONIÉ tot mij gerichte uitnoodiging.

Mijn verzoek werd aan den Heer LARIVE door zeer gewaardeerde tusschenkomst van den Generaal G. M. BLECKMANN (toen Kolonel der infanterie te Soerabaja) overgebracht.

Aangezien het uit den aard der zaak in de bedoeling ligt om met

mijne uitvoerige mededeeling voor het Kon. Nederl. Aardrijksk. Genootschap te wachten, totdat de Heer Prof. Dr. POTONÉ zijn onderzoek over de bedoelde tropische turfmonsters gepubliceerd zal hebben, beperk ik mij hier tot de bovenstaande korte opmerkingen.

Intusschen zij het mij vergund hier openlijk hulde en dank te brengen aan den Heer J. G. LARIVE, die zich geheel belangeloos, ten dienste van de wetenschap, de moeite getroost heeft om den buitengewoon moeilijken tocht voor de bedoelde inzameling op mijn verzoek te willen maken en die daarbij overeenkomstig mijn wensch de turfmonsters persoonlijk ingezameld heeft op hetzelfde punt, waar ik op 20/21 Maart 1891 tijdens de IJZERMANN-expeditie een veenlaag van 8 meter dikte constateerde.

Tevens betuig ik hier ook mijn hartelijken dank aan mijn vriend Generaal G. M. BLECKMANN voor zijne welwillende tusschenkomst, waardoor mijn verzoek door gewaardeerde bemiddeling van den Resident van Sumatra's Oostkust aan den Heer J. G. LARIVE overgebracht werd.

Leiden, 29 Mei 1909.

Plantkunde. — De heer WENT biedt een mededeeling aan van Mej. C. J. PEKELHARING: „*Onderzoekingen omtrent de betrekking tusschen praesentatietijd en grootte van den prikkel bij geotropische krommingen.*”

(Mede aangeboden door den Heer MOLL).

Door onderzoekingen van BLAAUW¹⁾ en FRÖSCHEL²⁾ is gevonden, dat bij phototropische prikkeling met licht van verschillende intensiteit, de praesentatietijden en die intensiteiten omgekeerd evenredig aan elkaar zijn.

Of een dergelijk verband ook bij andere soorten van prikkels bestaat, is niet bekend. Maar voor geotropische krommingen geven waarnemingen van BACH³⁾ een aanduiding, dat dit het geval is.

BACH onderzocht den invloed van verschillende uitwendige omstandigheden op den praesentatietijd voor geotropie. Onder zijn waarnemingen zijn er over den invloed van centrifugaalkracht met kleine

¹⁾ A. H. BLAAUW. a). Zittingsverslag van de K. Akad. van Wet. Amsterdam, Sept. 1908.

b). Die Perception des Lichtes. Recueil des Travaux Botaniques Neerlandais. Volume V. 1909.

²⁾ P. FRÖSCHEL. Sitzungsberichte d. K. Akad. der Wiss., Wien, 117. 1908.

³⁾ H. BACH. Jahrb. f. Wiss. Bot. XLV. 1907, bl. 86—91.

en grootere versnellingen, en over den invloed van opstelling der plant onder verschillende hoeken. In het laatste geval werkt op de plant, zooals door proeven van FITTING¹⁾ is aangetoond, een kracht met een versnelling, die overeenkomt met $g \times \sin$ van den hoek, dien de plant maakt met de normaal.

BACH zelf leidt uit zijn cijfers geen verband tusschen prikkelduur en prikkelsterkte af. Wanneer men dit tracht te doen, en daarbij (om met de methode van BLAAUW in overeenstemming te zijn) den praesentatietijd uitdrukt in seconden, wanneer men bovendien bij de centrifugaalkrachten een gemiddelde berekent uit de opgegeven grenzen van de versnellingen bij elke proef, vindt men het volgende:

I. Met centrifugaalkracht.

Versnelling.	Praesentatietijd.	Product in g -seconden.
1.07 g	480"	513
1.75 g	270"	472
3.00 g	180"	540
5.25 g	120"	630
10.65 g	60"	639
19.40 g	30"	582
27.35 g	15"	410
0.71 g	600"	426
0.60 g	1500"	900
0.40 g	1800"	720
0.14 g	3000"	420

II. Met opstelling onder een hoek.

Versnelling.	Praesentatietijd.	Product in g -seconden.
$g \times \sin 90^\circ = g \times 1$	450'	450
$g \times \sin 60^\circ = 0.866 g$	600"	520
$g \times \sin 45^\circ = 0.7071 g$	690'	488
$g \times \sin 30^\circ = 0.5 g$	840"	420
$g \times \sin 15^\circ = 0.259 g$	1080"	280

FRÖSCHEL²⁾ acht deze cijfers bewijzend voor het bestaan van de betrekking; maar het aantal cijfers is gering, de schommelingen zijn zeer groot en de afwijkingen, vooral bij kleinere versnelling van dien aard, dat een uitgebreider en nauwkeuriger onderzoek door Prof. WENT³⁾ wenschelijk werd geacht. Zooals BACH zelf heeft gevonden, is de praesentatietijd voor geotropische krommingen zéér afhankelijk van uitwendige omstandigheden. De werkende kracht

¹⁾ H. FITTING. Jahrb. f. Wiss. Bot. XLI. 1905, bl. 282.

²⁾ P. FRÖSCHEL. a). l.c. b). Oesterr. bot. Zeit. Jahrg. 1909, no. 2.

³⁾ F. A. F. C. WENT. Zittingsverslag van de Kon. Akad. van Wet. Amsterdam. Sept. 1908.

kan niet binnen zeer groote grenzen (zooals bij het licht van 1 tot 140 millioen bijv.) worden gevariëerd. Daarom is het noodzakelijk het aantal proeven groot en de fouten door de proefneming klein te maken, eischen waaraan bij het onderzoek met lichtprikkeling niet hoeft te worden voldaan. In het laboratorium van Prof. WENT is door mij het onderzoek van BACH daarom ten deele overgedaan.

Ik nam zooveel mogelijk voorzorgen om de uitwendige omstandigheden constant te houden. De proeven met opstelling der planten onder een hoek werden genomen in een volmaakt donkere ruimte in de laboratoriumskas, waar de temperatuur vrijwel constant op 24° C. werd gehouden. De waarnemingen werden, om phototropische krommingen buiten te sluiten, gedaan bij rood electrisch gloeilicht. Om de individueele verschillen buiten te sluiten werd elke proef met tenminste 12 plantjes tegelijk gedaan. Ik gebruikte voornamelijk geëtiolerde coleoptilen van *Avena sativa*; voor het begin van elke proef werden zeer lange en zeer korte exemplaren uit de proefbakjes verwijderd. De plantjes waren gekiemd in dezelfde kas, waar ze gebruikt werden, zoodat ook de, door BACH geconstateerde, invloed van verandering van omstandigheden bij het begin der proefneming, was buitengesloten.

Als voorloopige mededeeling geef ik hier een overzicht van de uitkomsten mijner proeven.

De volgende tabel bevat voor elken hoek één cijfer, aangevend den prikkeltijd, noodig om ongeveer de helft van de plantjes een kromming te doen uitvoeren.

Versnelling.	Praesentatietijd.	Product in <i>g</i> -seconden.
$g \times \sin 90^\circ = g \times 1$	269"	269
$g \times \sin 60^\circ = g \times 0.866$	326"	282
$g \times \sin 120^\circ = g \times 0.866$	332"	288
$g \times \sin 45^\circ = g \times 0.7071$	366"	259
$g \times \sin 135^\circ = g \times 0.7071$	340"	240
$g \times \sin 40^\circ = g \times 0.6428$	441"	284
$g \times \sin 30^\circ = g \times 0.5$	540"	270
$g \times \sin 150^\circ = g \times 0.5$	538"	269
$g \times \sin 25^\circ = g \times 0.423$	607"	257
$g \times \sin 20^\circ = g \times 0.342$	735"	251
$g \times \sin 159^\circ = g \times 0.358$	730"	262
$g \times \sin 15^\circ = g \times 0.259$	871"	226
$g \times \sin 165^\circ = g \times 0.259$	853"	220
$g \times \sin 10^\circ = g \times 0.174$	1405"	244
$g \times \sin 171^\circ = g \times 0.156$	1498"	234
$g \times \sin 5^\circ = g \times 0.087$	2629"	229
$g \times \sin 174^\circ = g \times 0.105$	2233"	234

Bij de kleinere hoeken met de normaal (15° etc.) is de afwijking van het standaardproduct (voor $90^\circ = 269$) wel tamelijk groot, maar dit kan zijn verklaring vinden in het groote sinusverval bij die hoeken. De bakjes, waar de plantjes in werden gekweekt, konden wel zuiver in den gewenschten stand worden gesteld, maar het is niet aan te nemen, dat alle coleoptilen werkelijk zuiver vertikaal groeien; en een afwijking van $\frac{1}{2}^\circ$ geeft in die standen zoo'n verandering van werkzame kracht, dat daardoor groote nauwkeurigheid is buitengesloten.

De proeven met centrifugaalkracht werden genomen in een donkere, goed geventileerde, kamer in het laboratorium, waar de gasleiding voortdurend bleef afgesloten, bij een vrijwel constante temperatuur van 17° . De praesentatietijd voor 90° is bij deze temperatuur grooter dan bij 24° . Die invloed van de temperatuur is door BACH reeds aangetoond; ik zelve constateerde hem eveneens.

Zoo vond ik bijv.: voor 90° afwijking een praesentatietijd van $4'13''$ bij 26° C., van $5'7''$ bij $21^\circ.5$ C. Voor 60° afwijking $5'25''$ bij 24° C., $5'41''$ bij $21^\circ.5$ C. Voor 30° afwijking $9'$ bij 24° C., $9'20''$ bij $22^\circ.5$ C.

Het standaardproduct bedraagt hier 300. De plantjes werden gekweekt in ringvormige bakjes met verschillende stralen (tot 95 mM. toe). Volkomen zuiver in een cirkel rond het middelpunt komen de plantjes niet op; als straal moet men een gemiddelde nemen uit afstanden, die 2—4 mM. van elkaar afwijken. Dit veroorzaakt in het product een onnauwkeurigheid van 3% . Er werd voor deze proeven, met medewerking van den Heer D. B. KAGENAAR, instrumentmaker te Utrecht, een apparaat geconstrueerd, dat volkomen regelmatig loopt; dat krachten levert met versnellingen tusschen 0.03 g. en 60 g.; dat in een tijdsverloop van $1\frac{1}{3}$ seconde zijn volkomen snelheid verkrijgt en verliest; en dat gebruikt kan worden met horizontaal- en vertikaal-staande as.

Met dit toestel kreeg ik de volgende resultaten.

Versnelling.	Praesentatietijd.	Product in <i>g</i> -seconden.	Stand van de as
0.08 <i>g</i>	3900"	312	horizontaal
0.08 <i>g</i>	3900"	312	vertikaal
0.14 <i>g</i>	2230"	312	horizontaal
0.25 <i>g</i>	1300"	325	„
0.36 <i>g</i>	830"	299	vertikaal
0.38 <i>g</i>	805"	306	horizontaal
0.60 <i>g</i>	510"	306	vertikaal

Versnelling.	Praesentatietijd,	Product in <i>g</i> -seconden.	Stand van de as.
0.67 <i>g</i>	441"	296	horizontaal
0.76 <i>g</i>	415"	315	"
1.04 <i>g</i>	310"	322	vertikaal
1.25 <i>g</i>	248"	310	"
2.08 <i>g</i>	140"	291	"
2.14 <i>g</i>	145"	310	"
2.24 <i>g</i>	125"	281	"
2.30 <i>g</i>	135"	311	horizontaal
2.89 <i>g</i>	110"	318	vertikaal
3.00 <i>g</i>	100"	300	"
3.04 <i>g</i>	95"	286	"
3.71 <i>g</i>	80"	297	horizontaal
3.93 <i>g</i>	75"	295	vertikaal
4.42 <i>g</i>	72"	318	"
4.43 <i>g</i>	70"	310	horizontaal
4.68 <i>g</i>	65"	304	vertikaal
5.36 <i>g</i>	55"	295	"
5.76 <i>g</i>	53"	305	horizontaal
6.48 <i>g</i>	45"	292	vertikaal
10.08 <i>g</i>	31"	312	"
11.70 <i>g</i>	26"	304	"
13.89 <i>g</i>	22"	306	horizontaal
17.28 <i>g</i>	18"	311	vertikaal
23.86 <i>g</i>	13"	310	"
41.76 <i>g</i>	7"	292	"
58.43 <i>g</i>	5"	292	"

In deze producten is dus een onnauwkeurigheid van 3 % door den aard der proefneming. De uitkomsten om vertikale en horizontale as zijn overeenstemmend. Bij krachten met kleine versnellingen (0.12 *g* en lager) wordt de intensiteit van de kromming steeds geringer, de beoordeeling wordt ten slotte (beneden 0.08 *g*) moeilijk. Hierdoor is misschien een verschil te verklaren tusschen de uitkomsten van BACH en van mij, bij krachten met versnellingen beneden 0.7 *g*. BACH vindt in die gevallen praesentatietijden, die naar verhouding te hoog zijn. Maar ook de reactietijden vindt hij langer dan ik in overeenkomstige gevallen.

Bijv. BACH: (met *Vicia Faba*) voor 0.3 *g*. een reactietijd van 1^u55'; dat is 59% langer dan de reactietijd voor 1 *g*.

Ik: (met *Avena sativa*) voor 0.28 g. een reactietijd van 50'; dat is 10% langer dan de reactietijd voor 1 g.

Eveneens: BACH: voor 0.06 g. een reactietijd, die 188% langer is dan voor 1 g.; ik: voor 0.06 g. een reactietijd, die 147% langer is.

Vicia-Faba-wortels zijn zeker minder gevoelig materiaal dan *Avena-coleoptilen*. Misschien heeft BACH, om tot zeer duidelijk waarneembare krommingen te komen, in deze gevallen iets langer dan den praesentatietijd geprikkeld. Vooral in dit deel zijn zijn proeven onvoldoende in aantal om overtuigend te zijn.

Zijn poging tot verklaring van de, ook hem abnormaal hoog voorkomende waarden, is zeker niet juist, daar ze, trouwens zonder eenige proef als grondslag, een verschil in perceptie van den prikkel aanneemt, bij centrifugeeren om verticale en horizontale as. In mijn proeven heb ik, zooals uit de meegeedeelde cijfers blijken kan, een dergelijk verschil niet gevonden.

Uit al deze cijfers voor centrifugaalkrachten en voor verschillende standen volgt dus wel, dat inderdaad de betrekking, die men uit BACH's proeven meende te mogen afleiden, bestaat.

Ook met wortels heb ik eenige proeven gedaan, en wel met worteltjes van *Lepidium sativum*, die gekweekt werden volgens de methode van BUDER.¹⁾ Ik kreeg daarmee:

Versnelling.	Praesentatietijd.	Product in <i>g</i> -seconden.
$g \times \sin 90^\circ = g \times 1$	355"	355
$g \times \sin 45^\circ = g \times 0.7071$	544"	385
$g \times \sin 135^\circ = g \times 0.7071$	525"	371
$g \times \sin 30^\circ = g \times 0.5$	715"	358
$g \times \sin 150^\circ = g \times 0.5$	700"	350
$g \times \sin 15^\circ = g \times 0.259$	1460"	378
$g \times \sin 165^\circ = g \times 0.259$	1370"	355

Het resultaat van deze proeven is dus dat, evenals voor phototropische krommingen, ook voor geotropische krommingen het product van prikkelduur en prikkelsterkte constant is. In hoeverre lichtprikkel en zwaartekrachtprikkel in hun werking op de plant vergelijkbaar zijn, kan op grond van deze proeven allèen, niet worden uitgemaakt.

Utrecht, Botanisch Laboratorium.

¹⁾ J. BUDER, Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. XXVI. 1908, bl. 164.

Scheikunde. — De Heer VAN ROMBURGH biedt eene mededeeling aan van de Heeren ERNST COHEN en W. TOMBROCK over „*Het Elektromotorisch gedrag der Zinkamalgamen*”.

(Mede aangeboden door den Heer W. H. JULIUS).

1. Nadat bij het ontwikkelen der thermodynamica der normaal-elementen ¹⁾ was gevonden, dat de afwijkingen, die de E. M. K. van het WESTON-element onder bepaalde omstandigheden vertoont, op rekening moeten worden gesteld van het eigenaardig gedrag van het daarin gebruikte kadmiumamalgam, hebben de onderzoekingen van H. C. BIJL ²⁾ het gewenschte licht ontstoken, zoodat wij thans op dit gebied beter georiënteerd zijn. Toch hebben de jongste onderzoekingen van ERNST COHEN en H. R. KRUYT ³⁾ bewezen, dat het laatste woord in deze nog niet is gesproken en dat voortzetting van de studie der Kadmiumamalgamen in de aldaar aangegeven richting noodig zal zijn, al eer men tot het opstellen eener nauwkeurige temperatuurformule voor dien standaard zal kunnen geraken.

2. Over de zinkamalgamen, welker elektromotorisch gedrag men nauwkeurig zal moeten kennen, wil men het CLARKEelement inderdaad als een standaard kunnen gebruiken, werd reeds vroeger ⁴⁾ een onderzoek door een van ons beiden ondernomen.

Hier ligt het gebied nog bijkans geheel braak. De meest verwarde denkbeelden heerschen hier nog in den jongsten tijd, gelijk o. m. kan blijken uit het feit, dat de American Electrochemical Society op hare vergadering van Mei 1907 het volgende thema tot een onderwerp van discussie maakte ⁵⁾: „If an electrode of zinc and another of amalgamated zinc be placed in a solution of zinc and the electrodes connected externally, a current will flow in the external circuit from the zinc plate to the amalgamated one and zinc will be deposited in the former. What is the source of energy of this battery? It has been thought to be thermal, and that the liquid cools by virtue of this reaction, thereby absorbing heat from the air. If so, it would offer a direct means of changing the heat energy of the air into an electric current, and would seem to be contrary to the second law of thermodynamics.”

¹⁾ ERNST COHEN. Verslagen Kon. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. Verg. 30 Juni 1900.

²⁾ Zeitschr. für physik. Chemie 41, 641 (1902).

³⁾ Zeitschr. für physik. Chemie 65, 359 (1909).

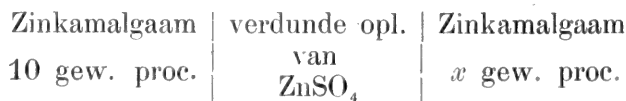
⁴⁾ Zie noot 1. Blz. 135 – 136.

⁵⁾ Electrochemical and Metallurgical Industry, 5, 93 (1907).

Op de theorie van dat verschijnsel komen wij uitvoerig terug in onze verhandeling, die binnenkort in de Zeitschrift für physikalische Chemie zal verschijnen. Hier worde er slechts op gewezen, dat het verschijnsel door HUMPHRY DAVY¹⁾ het eerst beschreven, de aandacht heeft getrokken van FARADAY²⁾, GAUGAIN³⁾, POGGENDORFF⁴⁾, HENRICI⁵⁾, ANTOINE BECQUEREL⁶⁾, REGNAULD⁷⁾, WILLARD GIBBS⁸⁾, ROBB⁹⁾, GABRIEL LIPPMANN¹⁰⁾ en SPENCER¹¹⁾ en dat het niet aan theorieën heeft ontbroken ter verklaring van den *poolwissel*, die daarbij zou optreden. Vooruitlopend op onze resultaten, zij hier reeds meegedeeld, dat dit verschijnsel niet intreedt, indien men slechts de noodige voorzorgen neemt en dat er van een „conflict” met de tweede hoofdwet niet sprake is.

3. Ten einde nevenreacties buiten te sluiten, werden onze bepalingen ter meting der E.M.K. van verschillend gekoncentreerde amalgamen bij 0°.5 uitgevoerd. De bijzonderheden der proeven zullen later uitvoerig worden beschreven. Hier zij slechts vermeld, dat de gebruikte materialen voldeden aan hooge eischen van zuiverheid.

Chemisch zuiver zink bezit slechts dan tegen de oplossingen zijner zouten een scherp gedefinieerden potentiaal, indien het in dendritischen of zwamachtigen vorm langs electrolytischen weg is neergeslagen¹²⁾. Wij vervingen het door een 10 gew. proc. amalgaam, zooals dit in de normaal-elementen van CLARK wordt gebruikt en konstrueerden H-vormige cellen volgens het schema:



1) Phil. Trans. Roy. Soc. **116**, 405 (1826).

2) Phil. Trans. Roy. Soc. 1834, Part. I 459 § 1004 en 1005.

3) C. R. **42**, 430 (1856).

4) POGGENDORFFS Annalen **50**, 262 (1840).

5) POGGENDORFFS Annalen **58**, 376 (1843).

6) Traité d'Electricité et de Magnétisme, Paris 1854. Tome 1, p. 221.

7) Ann. de chim. et de physique (3) **44**, 453 (1855).

8) Transactions of the Connecticut Acad. of Arts and Sciences **3**, 343 (1878).
Speciaal p. 511 dier verhandeling.

9) WIEDEMANNS Annalen, N. F. **20**, 798 (1883).

10) Journ. de Physique (2) **3**, 388 (1884).

11) Zeitschr. für Elektrochemie **11**, 681 (1905).

Vergelijk ook: CROVA, Ann. de chim. et de phys. (3) **69**, 458 (1863).

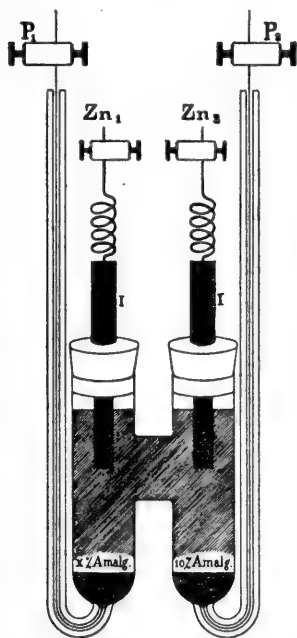
HOCKIN and TAYLOR, Journ. Soc. Tel. Ing. **8**, 282 (1879).

ST. LINDECK, WIEDEMANNS Ann. N. F. **35**, 311 (1888).

12) TH. W. RICHARDS en LEWIS, Zeitschr. für physik. Chemie **28**, 1 (1899).

De daarin gebruikte x -proc. amalgamen (x tusschen 2,5 en 6%) werden bereid door afweging en samensmelten der materialen onder speciale voorzorgen. Daarna werden die amalgamen in de kleine H-vormige elementen overgebracht.

4. De amalgamen van geringer zinkconcentratie werden onderzocht met behulp van het in de figuur afgebeelde apparaatje.



Op den bodem van het rechtsche been brengt men een zinkamalgam van 10 gew. proc., in het linksche been een afgewogen hoeveelheid zuiver kwik. Het geheel wordt aangevuld met een oplossing van zinksulfaat, die bij $0^{\circ}.5$ niet verzadigd is. (Zij reageerde volkomen neutraal met congorood). I en I zijn twee staven van chemisch zuiver zink, die met de poolknoppen Zn_1 en Zn_2 in verbinding staan, terwijl P_1 en P_2 naar het kwik, resp. naar het 10 proc. amalgam voeren. Men plaatst het apparaatje in een thermostaat ($0^{\circ}.5$) en schakelt nu Zn_1 en P_1 zoodanig in een stroomloop, waarin zich een accumulator met voorschakelweerstand bevindt, dat bij het sluiten daarvan Zn_1 als anode, P_1 als kathode fungeert. Dan wordt er een zeker bedrag metallisch zink uit de zinksulfaatoplossing neergeslagen, dat in het kwik

oplost en daarmee een amalgam levert. In dien stroomloop schakelden wij tevens een milliampèremeter, zoodat men, indien de tijd, gedurende welken de stroom geloopt heeft, bekend is, de concentratie van het gevormde amalgam nauwkeurig kent. Onze milliampèremeter was met behulp van een zilvecoulometer nauwkeurig geijkt, maar ter controle schakelden wij tijdens de proef behalve den milliampèremeter twee zilvecoulometers in.

Brengt men nu (met behulp van een wip) P_1P_2 resp. Zn_2P_2 in de schakeling van POGGENDORFF—DU BOIS-REYMOND, dan kan men op elk oogenblik de E. M. K. tusschen het 10 proc. zinkamalgam en de gevormde x -proc. amalgamen meten, maar tevens die tusschen zuiver zink (in staafvorm) en het 10 proc. amalgam.

Vóór elke meting werd het geheele element sterk geschud, ten einde zoowel de zinksulfaatoplossing (welker concentratie plaatselijk kon veranderen tengevolge der elektrolyse) alsmede het amalgam door te roeren.

5. Terwijl wij korthedshalve de beschrijving der bijzonderheden der metingen alsmede die der verder gebruikte (geijkte) apparaten hier achterwege laten, geven wij in de volgende tabellen de resultaten onzer metingen, waarbij nog vermeld worde, dat alle proeven in duplo werden uitgevoerd.

TABEL I.

Temperatuur 0°.5 C.

E. M. K. in Volts van een 10 gew. proc. Zinkamalgaam tegen:

(Dit amalgaam vormt de *negatieve* pool).

Amalgaam van x gew. proc. Zn		Zinkpool Zn ₁	Zinkpool Zn ₂
$x=0.103$	0.0285	0.0086	0.0146
0.309	0.0161	0.0079	0.0146
0.619	0.0078	0.0073	0.0113
1.031	0.0024	0.0065	0.0097
1.134	0.0016	0.0066	0.0090
1.237	0.0007	0.0069	0.0082
1.340	0.0000	0.0064	0.0076
1.443	0.0000	0.0067	0.0075
1.856	0.0000	0.0060	0.0066
2.268	0.0000	0.0060	0.0062

Gelijk de theorie eischt, vormt het 10 proc. amalgaam bij alle concentraties, waar nog een E.M.K. optreedt, de negatieve (oplossings-) pool. De tweede en derde kolom toonen aan, hoe weinig gedefinieerd de potentiaal van zuiver zink is: de staven Zn₁ en Zn₂ waren de helften *eener zelfde* zinkstaaf. Hieruit blijkt weder, dat zink in dezen vorm voor potentiaalmetingen onbruikbaar is¹⁾.

In de thans volgende tabellen vindt men de E.M.K. der amalgaamcellen met amalgamen van hooger concentratie, bij 0°.5 C. in Volts aangegeven. De tijden zijn uren nà de samenstelling der cellen. De + en — teekens vóór het potentiaalverschil geplaatst, duiden aan, dat het *laagst* gekoncentreerde amalgaam de positieve, resp. de negatieve pool van het onderzochte element vormt.

¹⁾ Zie boven, blz. 18.

TABEL II.

10% amalgaam—2.57% amalgaam.

Tijd	E. M. K. in Volts.	
	Element I	Element II
0	— 0.0003	— 0.0003
0.5	0.0000	0.0000
3.5	+ 0.0001	0.0000
11.75	+ 0.0001	+ 0.0001
22.25	— 0.0001	0.0000

TABEL III.

10% amalgaam—3.40% amalgaam.

Tijd	E. M. K. in Volts.	
	Element III	Element IV
0	+ 0.0004	+ 0.0001
0.5	+ 0.0002	0.0000
1.25	+ 0.0001	+ 0.0001
7.25	+ 0.0002	+ 0.0001
17.50	+ 0.0003	+ 0.0000

TABEL IV.

10% amalgaam—4.34% amalgaam.

Tijd	E. M. K. in Volts.	
	Element V	Element VI
0	+0.0007	0.0000
0.5	+0.0001	0.0000
21.3	0.0000	0.0000

TABEL V.

10% amalgaam—7.88% amalgaam.

Tijd	E. M. K. in Volts.	
	Element VII	Element VIII
0	0.0000	0.0000
21.3	0.0000	0.0000

TABEL VI.

10% amalgaam—20.34% amalgaam.

Tijd	E. M. K. in Volts.	
	Element IX	Element X
0	+0.0001	+0.0001
3.5	+0.0004	+0.0004
7	+0.0001	+0.0001
13.5	+0.0001	+0.0001

TABEL VII.

10% amalgaam—38.82% amalgaam.

Tijd	E. M. K. in Volts.	
	Element XI	Element XII
0	+0.0001	0.0000
4	0.0000	0.0000
7	+0.0001	+0.0001
13.5	+0.0001	+0.0001

TABEL VIII.

10% amalgaam—60% amalgaam.

Tijd	E. M. K. in Volts	
	Element XIII	Element XIV
0	+ 0.0008	+ 0.0007
3.5	+ 0.0006	+ 0.0006
7	+ 0.0006	+ 0.0006
13.5	+ 0.0001	+ 0.0001
23.5	0.0000	+ 0.0008
29.0	+ 0.0001	+ 0.0010
30.5	- 0.0008	+ 0.0008
31.25	-	+ 0.0008
37.25	-	+ 0.0009
47.75	+ 0.0009	+ 0.0009

6. Uit Tabel VIII blijkt, dat naarmate de amalgamen meer den vasten toestand naderen, het materiaal minder scherp elektrisch gedefinieerd wordt.

Hiermede zijn alle bezwaren, die oudere waarnemingen, met onvoldoend elektrisch gedefinieerd materiaal uitgevoerd, hebben doen rijzen, uit den weg geruimd en daarmee vervallen tevens de „verklaringen” die voor het intreden van *poolwissel* zijn gegeven.

Zoodra het onderzoek over het verband tusschen het verloop der smeltlijn der zinkamalgamen en hun elektromotorisch gedrag, dat door den Heer P. J. H. VAN GINNEKEN wordt uitgevoerd, geheel is afgesloten, zullen wij op het vraagstuk met betrekking tot de CLARK-elementen nader terugkomen.

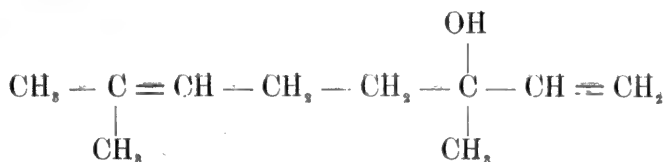
Utrecht, Mei 1909.

VAN 'T HOFF-Laboratorium.

Scheikunde. — De Heer VAN ROMBURGH biedt namens den Heer C. J. ENKLAAR, eene mededeeling aan: „*Over de Inwerking van actief Koper op het Linaloöl*”.

(Mede aangeboden door den Heer FRANCHIMONT.)

Door een voorafgaand onderzoek¹⁾ heb ik aangetoond, dat de tertiaire aliphatische terpeenalcohol linaloöl door actief nikkel en waterstof in een verzadigden tertiairen alcohol en een decaan kan worden omgezet; dezen alcohol heb ik synthetisch bereid en aldus de plaats der (OH)-groep in de formule van het linaloöl vastgesteld. Daar tengevolge hiervan de bestaande meeningsverschillen over deze structuurformule uit den weg geruimd zijn, neem ik thans met TIEMANN en SEMMLER voor het linaloöl de volgende formule aan:



De gewone methoden om de elementen van het water af te splitsen uit tertiaire alcoholen en aldus koolwaterstoffen te bereiden, zijn vaak onvolkomen, wanneer de producten der reactie veranderlijk zijn. Zoo ontstaan door inwerking van zuren op het linaloöl onder meer de

¹⁾ Rec. Trav. Chim. 27, 411 (1908).

terpenen dipenteen en terpineen¹⁾, waarvan de structuren in geen verband staan met de structuurformule van het tuitgangsproduct. Men kan dus als zeker aannemen, dat het verkrijgen van dipenteen en terpineen gepaard gaat met een ingrijpende bindingsverschuiving in het molecuul hetzij van het linaloöl, hetzij van een primair ontstane koolwaterstof. Aan de waarneming is dus steeds naar mijn meening het eigenlijke dehydratieproduct van het linaloöl ontsnapt, terwijl men eindproducten eener „inversie” in handen kreeg, zooals bijna ieder ander terpeen die geleverd zou hebben. Niet geheel is het bovenstaande toepasselijk op de inwerking van azijnzuuranhydride op het linaloöl, die achtereenvolgens bestudeerd is door BARBIER²⁾, STEPHAN³⁾ en ZEITSCHEL⁴⁾. De laatste onderzoeker heeft een koolwaterstof beschreven, met een soortelijk gewicht ($d_{15} = 0.813$) belangrijk lager dan dat van dipenteen en terpineen, en hetwelk tot dat der aliphatische terpenen nadert; ZEITSCHEL spreekt hier van „ein olefinisches, dem Myrcen sehr nahe stehendes Terpen”⁵⁾.

Het scheen mij wenschelijk de dehydratatie van het linaloöl te beproeven met een neutrale of alkalisch reagerende stof.

SABATIER en SENDERENS hebben nu in het actieve koper, bereid door reductie van koperoxyde bij 200°, een contactstof gevonden, die additie van waterstof in geringere mate bevordert dan actief nikkell doet, daarentegen tertiaire alcoholen in water en koolwaterstof kan splitsen. Een praeparaat linaloöl, van hooge optische draaiing ($\alpha_D = -17^\circ 14'$), mij welwillend voor dit doel gegeven door Dr. GILDEMEISTER, chef-chemicus der Firma SCHIMMEL & Co., werd bij 135° over het actieve koper geleid, en daarbij voor ruim de helft gesplitst in koolwaterstof en water. Door fractionneeren van het reactieproduct, van het koolwaterstofdeel ten slotte over natrium, komt men tot het hoofdproduct der reactie, een optisch actieve koolwaterstof van de formule $C_{10}H_{16}$. De constanten der fracties zijn:

Fractie	K _{pt} ₁₂	d_{15}	α_D (100 mM)	$n_{d_{11}}$	$H_\gamma - H_\alpha$ (mol. disp.)
I	66°—68°	0,8401			
II	67.5°—68.5°	0,8344	} + 8° 8'	1,4802	1.84
III	68.5°—69°	0,8339			
IV	69°—70°	0,8340	(MR = 46,1)		

1) BERTRAM en WAHLBAUM, J. pr. Ch. [2], 45, 601 (1892).

2) Compt. rend 116, 1200 (1893).

3) J. pr. Ch [2], 58, 109. (1898).

4) Ber. 39, 1780 (1906).

5) Vergelijk ook: STEPHAN, pr. Ch. [2] 58, 113 (1899) en SEMMLER, Aetherische Oele, Bnd I, 549 (1906).

Het kookpunt bij gewone drukking is 171° — 173° onder ontleding. De reuk van de drie laatste fracties doet denken aan dien van limoneen, die van de eerste aan die van myrceen. Ook in de constanten wijkt deze fractie af, terwijl de overige fracties overeenstemmen. Aannemend, dat in hoofdzaak een enkelvoudige stof verkregen is, die reeds blijkens de constanten geen limoneen of terpineen kan zijn (deze terpenen koken 8° hooger) heb ik de fracties II—IV nader onderzocht en doe over dit onderzoek hier een voorloopige mededeeling.

Zeer eigenaardig valt de moleculaire refractie en dispersie uit. Van de gevonden waarden 46,1 en 1,84 ligt de refractie in tusschen de berekende voor een monocyclisch terpeen (45,2) en die van een aliphatisch terpeen (46,9), de dispersie gaat die van een monocyclisch terpeen met 28,6%, zelfs nog die van een aliphatisch terpeen met 11,5% te boven. Iets dergelijks heb ik waargenomen¹⁾ bij aliphatische terpenen met een geconjugeerd stelsel van dubbele bindingen. In de structuur van de hier verkregen stoffen, zou men een soortgelijke configuratie moeten vermoeden, en er ware iets te zeggen voor de aanwezigheid van een monocyclisch terpeen met twee dubbele bindingen in geconjugeerden stand.

Verder heb ik de inwerking van broom, waterstof en kaliumpermanganaat onderzocht.

De additie van broom vond plaats in een oplossing van tetrachloorkoolstof; per mol werden twee atomen broom snel opgenomen; de verdere ontkleuring (tot drie atomen in het geheel) ging uiterst langzaam onder ontwikkeling van broomwaterstof; het verkregen bromide was een kleurloze olie. De additie van waterstof geschiedde door de stof bij 180° zeer langzaam in een waterstofstroom over actief nikkel te leiden. Het product der reactie is door fractionneering in drie deelen te scheiden n.l. een voorloop van laag soort gewicht, in reuk overeenkomend met het dimethyl-2-6-octaan²⁾ een hoofdfractie van 164° — 166° kokend ($d_{15}^{20}=0,787$), van de samenstelling $C_{10}H_{18}$ en een naloop, van 166° tot 170° kokend. Bijna de geheele vloeistof ging over beneden 169° , het kookpunt van het hexahydro-p-cymol, dat ontstaan zou moeten zijn, wanneer een monocyclisch terpeen, derivaat van het p-menthaan, aanwezig geweest was.

De uitkomst van deze reactie verschaft inzicht in der aard van de producten. SABATIER en SENDERENS hebben de bicyclische terpenen kunnen hydreeen tot koolwaterstoffen van de samenstelling $C_{10}H_{18}$, terwijl de onderzochte monocyclische terpenen alle hetzelfde hexahydro-

¹⁾ Rec. Trav. Chim. 27, 432 (1908).

²⁾ Ber. 41, 2083 (1908).

ervan komen ook zeer aan die nabij van een terpeen, dat SEMMLER¹⁾ uit sabinen verkregen heeft. Hij beschouwt dit terpeen als een representant van een nieuwe klasse van terpenen, die in hun molecuul een vijfving en twee dubbele bindingen bezitten; nader onderzoek ervan zal volgen.

Door de inwerking van actief koper wordt het linaloöl dus gedehydrateerd onder ringsluiting. Tegelijkertijd vond ik een andere methode, waarbij ringsluiting zooveel mogelijk vermeden is. Zij bestaat in verhitting van den alcohol (1 mol) met phenylisocynaat (2 mol) op 140°—150°. Er ontwijkt dan een regelmatige stroom koolzuurgas, terwijl s-diphenylureum uitkristalliseert. Door distillatie kan een koolwaterstof gewonnen worden van laag soortelijk gewicht (0,810). Zij gelijkt in reuk op myrceen en laat zich evenals myrceen door natrium en alcohol hydreeen tot een koolwaterstof van het kookpunt van het dihydromyrceen; met ijsazijn-zwavelzuur mengsel verkrijgt men den kenmerkenden reuk van het myrcenol. Ik ben bezig dit product nader te onderzoeken en de methode uit te werken.

De voortzetting en uitbreiding van dit beschreven voorloopig onderzoek is mij mogelijk gemaakt door den steun van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. De optische bepalingen zijn verricht in het organisch-chemisch laboratorium te Utrecht.

's-Hertogenbosch, Mei 1909.

Natuurkunde. — De Heer LORENTZ biedt eene mededeeling aan van den Heer J. J. VAN LAAR: „*Iets over den vasten toestand.*” III.

(Mede aangeboden door den Heer SCHREINEMAKERS).

10. Voor wij nu verder gaan tot de bespreking van den loop der p - T -lijn vloeibaar-vast, zullen wij eerst nog eenig meerder overtuigingsmateriaal bijeenbrengen. Wij willen nl. voor de door ons aangenomen waarden van a , b , etc. (verg. hierbij II, blz. 957), behalve de reeds berekende isotherm voor $T = 9$ (zie I en II) achtereenvolgens ook de isothermen van 100°, 128°, 144°, 160°, 200° en 400° (alle absolute temperaturen) berekenen, teneinde te laten zien dat deze bij verhooging van temperatuur inderdaad de door ons aangegeven vormen en overgangen (zie de Plaat van Deel I, fig. 1—3) vertoonen.

Het nauwkeurig verloop van al deze isothermen $p = f(v)$ voor

¹⁾ Ber. 39, 4414 (1906).

$T=0, 9, 100$, etc. vindt men op de bij dit stuk behoorende Plaat aangegeven. Terwille der beschikbare afmetingen moest de schaal der drukwaarden ietwat gedrongen worden genomen, hetgeen vooral uitkomt bij de kritische isotherm ($T=400$), waar $p_c=400$, d.w.z. $400 \times 41,2 = 16480$ atm. — of na deeling door 100 (zie II, p. 957¹) = 165 atm. is, hetgeen in de teekening betrekkelijk gering uitvalt. De waarden van v zijn niet verder dan $v=3$ (300) aangegeven, zoodat het laatste maximum niet meer binnen de grenzen der teekening valt.

De isotherm $T=0$ (verg. II, p. 964 boven) is door een streepstippellijn aangeduid²). Verder is de meetkundige plaats der maxima D en der minima C , welke door het buigpunt I gaat, waar C en D samenvallen, door een gewone stippellijn aangegeven. Wij brengen even in herinnering, dat de vaste phase (voor zoover deze realizabel is) altijd op het stuk CD der isothermen ligt; de vloeibare phase op het stuk EF . De dampphase (tusschen A en B) ligt buiten de grenzen onzer teekening.

De meetkundige plaats der minima in E en der maxima in B , welke door het kritische punt K gaat, waar B en E samenvallen, is niet in onze teekening aangegeven.

De coexistentiedrukken vloeibaar-vast, vast-damp, vloeibaar-damp zijn evenmin door horizontale lijnen aangeduid; alleen is bij $T=0$ de coexistentiedruk vloeibaar-vast aangegeven ($p=1000$), terwijl die voor vast-damp met de as $p=0$ samenvalt.

$T=100$.

De formule (3^a) [zie II, p. 956] wordt alsnu met $\theta = \frac{200}{3200} = \frac{1}{16}$:

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 32000 \times \left(\frac{1}{16}\right)^{3/2} e^{-16} \frac{e^{\varphi}}{\varphi} = 500 e^{-16} \frac{e^{\varphi}}{\varphi},$$

¹) Alle drukwaarden in de volgende tabellen zijn dus nog met 0,412 te vermenigvuldigen; alle volumewaarden met 100.

²) De waarden van p in het kromlijnjige gedeelte ED zijn berekend uit de vergelijking $p = \frac{q_0}{\Delta b} - \frac{a}{v^2} = 6400 - \frac{a}{v^2}$ [zie II, bl. 962, formule (8), welke

blijkbaar geldt voor alle punten tusschen E en D , waar $\varphi = \frac{1}{\theta} = \infty$ is, zoodat

$(p + a/v^2)(-\Delta b) = q_0$ wordt (zie II, bl. 961—962)]. De corresponderende waarden van β kunnen voor dit gedeelte worden berekend uit de aldaar geldende betrekking $v=b$

(want $\varphi = \frac{1+\beta}{v-b} (-\Delta b) = \infty$), zoodat $\beta = \frac{b_1 - v}{-\Delta b}$ wordt. (Zie formule (11) van

II, p. 965).

derhalve

$$\log^{10} \frac{1-\beta^2}{\beta^2} = -4,250 + 0,4343 \varphi - \log^{10} \varphi,$$

terwijl voor p gevonden wordt (zie II, p.958) $p = 400 \varphi - \frac{2700}{v^2}$.

$\varphi = \frac{1+\beta}{v-b} (-\Delta b)$	$\log^{10} \frac{\beta^2}{1+\beta^2}$	$\frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	β	v	p
∞	∞	∞	1	0,50	∞
23	4,377	$2,38 \times 10^4$	$1 - \frac{1}{48000}$	0,54	+ 60
17	1,903	80,0	0,994	0,56	-1760
16	1,495	31,3	0,98	0,57	-1920
15	1,089	12,3	0,96	0,58	-1900
13	0,282	1,91	0,81	0,66	- 920
12	-0,117	0,763	0,66	0,74	- 130
11	-0,514	0,306	0,48	0,83	+ 440
10	-0,907	0,124	0,33	0,90	+ 670
9,5	-1,102	0,0791	0,27	0,93	+ 600
9	-1,293	0,0509	0,22	0,96	+ 660
7	-2,055	0,00881	0,093	1,03	+ 260
5	-2,777	0,00167	0,041	1,08	- 300
3	-3,424	0,000265	0,016	1,16	- 800
2	-3,682	0,000208	0,014	1,25	- 940
1	-3,815	0,000153	0,012(min.)	1,50	- 800
0,5	-3,732	0,000185	0,014	2,0	- 470
0,25	-3,539	0,000289	0,017	3,0	- 190
0,1	-3,206	0,000622	0,025	6,1	- 32
0,03	-2,726	0,00188	0,043	18	+ 4,0
0,02	-2,542	0,00287	0,054	27	4,4
0,01	-2,245	0,00568	0,075	55	3,1
10^{-3}	-1,249	0,0563	0,23	620	0,39
10^{-4}	-0,250	0,563	0,60	8000	0,040
10^{-5}	0,750	5,63	0,92	96000	0,004
10^{-6}	1,750	56,3	0,991	10^6	0,0004
0	∞	∞	1	∞	0

De minimumwaarde van β bij $v = 1,5$ ($\varphi = 1$), welke bij $T = 9$ slechts 10^{-38} bedroeg, is thans reeds tot $0,012 = 10^{-2}$ gestegen.

Uit de benaderde betrekking $\frac{v^3}{(v-1)^2} = \frac{2a}{RT} = 27$, welke voor B en C geldt als $\beta = 0$ (zie II, p. 963), zou $v_C = 1,28$ en $v_B = 24,9$ gevonden werden. En daar bij $\beta = 0$ $v = 1 + \frac{1}{2\varphi}$ is, zoo is $\varphi_C = 1,8$ en $\varphi_B = 0,021$, terwijl de corresponderende waarden van p dan verder zijn $p_C = -930$, $p_B = 4,0$. Deze benaderde waarden stemmen alzoo vrij goed met de exacte waarden der tabel overeen.

$$\underline{T = 128.}$$

Met $\theta = \frac{256}{3200} = \frac{1}{12,5}$ wordt thans (3^a):

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 32000 \times \left(\frac{1}{12,5}\right)^{3/2} e^{-12,5 \frac{e}{\varphi}},$$

of

$$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2} = -2,569 + 0,4343 \varphi - \log^{10} \varphi,$$

terwijl verder $p = 512 \varphi - \frac{2700}{v^2}$ is.

φ	$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	$\frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	β	v	p
∞	∞	∞	1	0,50	∞
17	3,584	3830	$1 - \frac{1}{7700}$	0,56	+ 61
12	4,563	36,6	0,987	0,59	- 1630
11	4,167	14,7	0,97	0,61	- 1730
10	0,774	5,94	0,93	0,63	- 1600
9	0,386	2,43	0,84	0,68	- 1210
8	0,002	1,01	0,71	0,75	- 660
7	- 0,374	0,423	0,55	0,84	- 260
6	- 0,741	0,181	0,39	0,92	- 120
5	- 1,096	0,0801	0,27	0,99	- 190
4	- 1,434	0,0268	0,19	1,05	- 380
3	- 1,743	0,0181	0,13	1,12	- 610
2	- 2,001	0,00997	0,099	1,23	- 770
1	- 2,135	0,00733	0,085(min.)	1,5	- 690
0,5	- 2,051	0,00890	0,094	2,0	- 390
0,25	- 1,858	0,0139	0,12	3,2	- 140
0,1	- 1,525	0,0290	0,17	6,8	- 7,8
0,05	- 1,246	0,0567	0,23	13	+ 10,1
0,04	- 1,154	0,0702	0,26	17	+ 10,7
0,03	- 1,033	0,0927	0,29	22	+ 10,0
0,01	- 0,565	0,273	0,46	74	4,6
0,001	0,432	2,70	0,85	930	0,51
0,0001	1,431	27,0	0,98	9900	0,051
0	∞	∞	1	∞	0

De minimumwaarde van β is bij deze temperatuur bijna 0,1.

In het maximum bij D is de druk thans negatief, zoodat wij bij 128° reeds boven de tripelpuntstemperatuur zijn.

$$\underline{T = 144.}$$

De vergelijking (3^a) wordt met $\theta = \frac{288}{3200} = \frac{9}{100}$:

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 32000 \times \left(\frac{9}{100}\right)^{3/2} e^{-\frac{100}{9} e^{\frac{\varphi}{\varphi}}}$$

derhalve

$$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2} = -1,889 + 0,4343 \varphi - \log^{10} \varphi,$$

terwijl p berekend wordt uit $p = 576 \varphi - \frac{2700}{v^2}$.

φ	$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	$\frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	β	v	p
∞	∞	∞	1	0,50	∞
14,5	3,449	2810	$1 - \frac{1}{5600}$	0,57	+ 16
{ 10	{ 4,454	28,4	{ 0,98	0,61	- 1550
{ 9	{ 4,065	41,6	{ 0,96	0,63	- 1640
{ 8	{ 0,682	4,81	{ 0,91	0,66	- 1510
7	0,306	2,02	0,82	0,72	- 1160
6	-0,061	0,868	0,68	0,80	- 770
{ 5	{ -0,416	0,383	{ 0,53	0,89	- 530
{ 4	{ -0,754	0,176	{ 0,39	0,98	- 510
{ 3	{ -1,063	0,0865	{ 0,28	1,07	- 620
{ 2,5	{ -1,201	0,0629	{ 0,24	1,13	- 690
{ 2	{ -1,321	0,0477	{ 0,21	1,20	- 733
{ 1,5	{ -1,414	0,0386	{ 0,19	1,30	- 730
1	-1,455	0,0351	0,18 (min)	1,5	- 620
0,5	-1,371	0,0426	0,20	2,1	- 320
0,25	-1,178	0,0663	0,25	3,4	- 90
0,10	-0,846	0,143	0,35	7,6	+ 10,7
{ 0,07	{ -0,731	0,186	{ 0,40	10,8	+ 17,3
{ 0,06	{ -0,641	0,229	{ 0,43	12,7	+ 17,9
{ 0,05	{ -0,566	0,271	{ 0,46	15,4	+ 17,4
0,01	0,115	1,30	0,75	89	5,4
0,001	1,111	12,9	0,96	980	0,57
0,0001	2,111	129	0,996	10000	0,058
0	∞	∞	1	∞	∞

Wederom is β_{min} grooter, thans reeds = 0,18. Het maximum bij D en het minimum bij C zijn elkaar zeer dicht genaderd; wij zullen aanstonds zien, dat bij 160° de samenvalling plaats heeft in een

buigpunt $I = C, D$. (Zie ook Fig. 3 van de Plaat van Deel 1).

$$\underline{T = 160.}$$

Met $\theta = \frac{320}{3200} = \frac{1}{10}$ hebben wij thans:

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 32000 \times (1/10)^{3/2} e^{-10} \frac{e^\varphi}{\varphi},$$

of

$$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2} = -1,338 + 0,4343 \varphi - \log^{10} \varphi.$$

De druk is gegeven door $p = 640 \varphi - \frac{2700}{v^2}$.

φ	$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	$\frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	β	v	p
∞	∞	∞	1	0,50	∞
12,5	2,994	986	$1 - \frac{1}{2000}$	0,58	— 19
8	1,233	17,1	0,97	0,64	— 1530
7	0,857	7,20	0,94	0,67	— 1536
6	0,490	3,09	0,87	0,72	— 1350
5	0,135	1,36	0,76	0,80	— 1060
4	— 0,203	0,627	0,62	0,89	— 832
3,5	— 0,362	0,435	0,55	0,95	— 775
3	— 0,512	0,308	0,49	1,005	— 753
2,5	— 0,650	0,224	0,43	1,07	— 751
2	— 0,770	0,170	0,38	1,15	— 745
1,5	— 0,862	0,137	0,35	1,28	— 700
1	— 0,904	0,125	0,33 (min.)	1,5	— 560
0,5	— 0,820	0,151	0,36	2,2	— 250
0,25	— 0,627	0,236	0,44	3,7	— 40
0,1	— 0,294	0,508	0,58	8,6	27,6
0,09	— 0,253	0,559	0,60	9,6	28,2
0,08	— 0,206	0,622	0,62	10,8	28,1
0,07	— 0,152	0,704	0,64	12,4	27,3
0,01	0,667	4,64	0,91	96	6,1
0,001	1,663	46,0	0,99	1000	0,64
0	∞	∞	1	∞	0

(C,D)

De minimumwaarde van β is $= 0,33$. Het horizontale buigpunt $I = C, D$ ligt blijkbaar in de buurt van $\varphi = 2,5$, $v = 1,07$, $p = -750$.

Bij 200° is er van het horizontale buigpunt geen spoor meer overgebleven, en vertoont zich alleen nog maar het minimum E en het maximum B der gewone VAN DER WAAALS'sche isotherm, zooals uit een latere tabel zal blijken.

11. Wij geven echter eerst nog een overzicht van de ligging van het maximum D en het minimum C bij de verschillende door ons berekende temperaturen van $T = 0$ tot $T = 160$.

	$T = 0$	9	100	128	144	160
$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_D \\ \varphi_C \end{array} \right.$	∞	173	9,5	5,9	4,4	2,5
	∞	8	1,8	1,8	1,8	
$\left\{ \begin{array}{l} \beta_D \\ \beta_C \end{array} \right.$	0	0,027	0,27	0,37	0,45	0,43
	0	$1,77,10^{-37}$	0,014	0,096	0,20	
$\left\{ \begin{array}{l} v_D \\ v_C \end{array} \right.$	1	0,99	0,93	0,93	0,94	1,07
	1	1,06	1,28	1,26	1,24	
$\left\{ \begin{array}{l} p_D \\ p_C \end{array} \right.$	+ 3700	+ 3470	+ 690	- 120	- 500	- 750
	- 2700	- 2100	- 940	- 770	- 730	

De meetkundige plaats der maxima en minima (één doorloopende kromme, waarop ook het buigpunt gelegen is) is, zooals reeds gezegd, op de Plaat door een stippellijn aangegeven.

Wanneer men de gegevens van het buigpunt nauwkeurig wenscht te kennen, zoo berekene men die uit de formules, die ik in het reeds geciteerde stuk in de Arch. Teyler voor een *kritisch* punt (d.w.z. voor *elk* punt, waar een maximum en een minimum in de isotherme $p = f(v)$ tot een horizontaal buigpunt samenvallen) opstelde, nl. (zie l.c. bl. 29 en 31)

$$\frac{v_c}{b_c} = 3 \frac{m^2}{3m^2 - n^2} ; \quad RT_c = \frac{8}{27} \frac{a}{b_c} \frac{1}{1 + \beta} \frac{n^2(3m^2 - 2n)}{m^5}, \quad (14)$$

waarin m en n de volgende beteekenis hebben:

$$\left. \begin{aligned} m &= 1 + \frac{1}{2} \beta(1-\beta)(1-\varphi)^2 \\ n &= 1 + \frac{3}{4} \beta(1-\beta)(1-\varphi) + \frac{1}{8} \beta(1-\beta)(1-3\beta^2)(1-\varphi)^2 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

De druk is dan verder door de toestandsvergelijking bepaald, terwijl β door formule (3) in II van T en φ , d.w.z. van T en v afhangt.

Daar $\varphi_c = \frac{(-\Delta b)(1+\beta_c)}{v_c - b_c} = \frac{1/2(1+\beta_c)}{v_c - b_c}$, en $v_c - b_c$ tengevolge van de

bovenstaande vergelijking voor v_c blijkbaar $= 2b_c \times \frac{n}{3m^2 - 2n}$ is, zoo is ook:

$$\varphi_c = \frac{1}{4} \frac{1+\beta_c}{1-\frac{1}{3}\beta_c} \cdot \frac{3m^2 - 2n}{n}, \quad \dots \quad (14^a)$$

wijl $b = b_1 + \beta\Delta b = 1 - \frac{1}{2}\beta$ is. Verder wordt met $a = 2700$ en $R = 2$:

$$T_c = \frac{400}{(1+\beta_c)(1-\frac{1}{3}\beta_c)} \frac{n^2(3m^2 - 2n)}{m^5} \quad \dots \quad (14^b)$$

Wij merken nog op (zie ook Teyler l.c.), dat voor $\beta = 0$ of 1 de formules (14) behoorlijk overgaan in $v_c = 3b_c$ en $RT_c = \frac{8}{27} \frac{a}{b_c}$, daar m en n alsdan $= 1$ zijn. Wel is waar vindt men bij $\beta = 1$ voor RT_c de uitdrukking $\frac{8}{27} \frac{a}{b_c} \cdot \frac{1}{2}$, maar daar alle grootheden op dubbelmoleculaire hoeveelheden betrekking hebben, zoo is bij $\beta = 1$ $a = 4a_2$, $b_c = 2b_2$, derhalve toch weer $RT_c = \frac{8}{27} \frac{a_2}{b_2}$.

Ten einde nu uit (14^a) en (14^b) in verband met (3) de juiste waarden van φ_c , β_c en T_c te berekenen, kan men beginnen aan φ een willekeurige waarde toe te kennen, welke in de nabijheid der verwachte waarde van φ_c ligt. Met een paar waarden van β , welke eveneens in de buurt van β_c liggen, berekene men alsdan de overeenkomstige waarden van m en n , en vervolgens uit (14^a) en (14^b) die van φ_c en T_c . Men bepale nu door interpolatie β zoodanig, dat de berekende waarde van φ met de aangenomen waarde overeenstemt. Hierbij behoort dan ook (eveneens door interpolatie te vinden) een waarde van T_c .

Nu gaat men na (uit de voorafgaande tabellen) welke waarde van β bij de zoeven bepaalde waarde van T_c met de aangenomen waarde van φ overeenstemt (formule (3) in II). Hierbij zal men

natuurlijk weer te interpoleeren hebben. De aldus gevonden waarde van β zal niet dadelijk overeenstemmen met de zoeven bepaalde waarde van β , en men herhale alsdan de geheele berekening met een andere waarde van φ , zoolang tot de beide waarden van β overeenstemmen.

Zoo vindt men bv. met $\varphi = 2,5$:

$\varphi = 2,5$	}	$\beta = 0,4$	m	n	f	T_c	f'	φ
		$\beta = 0,5$	1,27	0,6774	0,4838	172,8	5,144	2,251
			1,281	0,6924	0,4916	174,8	5,114	2,557

waarbij ter bekorting de uitdrukking $\frac{n^2(3m^2-2n)}{m^5}$ door f' is voorgesteld, en $\frac{3m^2-2n}{n}$ door f .

Wij zien terstond, dat men $\beta = 0,48$ moet aannemen om $\varphi = 2,5$ te vinden, in overeenstemming met de aangenomen waarde. Dan zou $T_c = 174,4$ zijn. Maar hierbij behoort, volgens de tabel voor 160° en die van 200° op blz. 38, bij $\varphi = 2,5$ voor β een waarde¹⁾ $= 0,59$, welke in het geheel niet met $\beta = 0,48$ overeenstemt. De aangenomen waarde $\varphi = 2,5$ is derhalve niet juist.

Nemen wij thans $\varphi = 2,6$ aan.

$\varphi = 2,6$	}	$\beta = 0,4$	m	n	f	T_c	f'	φ
		$\beta = 0,5$	1,307	0,6481	0,4214	150,5	5,911	2,586
			1,32	0,6680	0,4332	154,0	5,823	2,912

Om $\varphi = 2,6$ te vinden, moet dus $\beta = 0,404$ zijn, waarbij behoort $T_c = 150,7$. Doch aangezien volgens de tabellen hiermede correspondeert $\beta = 0,34$, zoo is ook $\varphi = 2,6$ onjuist.

Daar bij $\varphi = 2,5$ de eerst gevonden waarde van β 0,11 eenheden lager is dan de tweede, terwijl bij $\varphi = 2,6$ de eerste 0,064 hooger is, zoo zal de nauwkeurige waarde van φ in de nabijheid van 2,55 liggen.

$\varphi = 2,55$	}	$\beta = 0,43$	m	n	f	T_c	f'	φ
		$\beta = 0,44$	1,294	0,6643	0,4492	160,5	5,567	2,535
			1,296	0,6654	0,4491	159,9	5,573	2,572

¹⁾ Uit beide tabellen, in verband met die voor 144° , blijkt nl. dat β in de buurt van $\gamma = 2$ tot 3 en $T = 160$ met elken graad temperatuursverhooging met circa 0,011 toeneemt.

Neemt men dus $\beta = 0,434$, dan vindt men $\varphi = 2,55$. T_c wordt dan $= 160,3$. Hierbij behoort $\beta = 0,439$ zoodat $\varphi = 2,55$ nog iets te klein is.

		m	n	f	T_c	f'	φ
$\varphi = 2,56$	$\beta = 0,40$	1,292	0,6600	0,4462	159,4	5,586	2,444
	$\beta = 0,45$	1,303	0,6643	0,4437	157,9	5,645	2,640

Hieruit volgt $\beta = 0,430$, $T_c = 158,5$. Deze laatste waarde geeft evenwel $\beta = 0,421$, zoodat $\varphi = 2,56$ iets te groot is.

De nauwkeurige waarde van φ_c is derhalve $= 2,55 + \frac{5}{5+9} \times 0,01 = 2,554$, waarbij behoort $\underline{\beta_c = 0,433}$, $\underline{T_c = 159,6}$.

Voor v_c vindt men dan verder uit $v = 1 - \frac{1}{2} \left(\beta - \frac{1+\beta}{\varphi} \right)$ de waarde $\underline{1,064}$, terwijl voor p_c uit $p = 638,4 \varphi - \frac{2700}{v^2}$ gevonden wordt $p_c = 1630 - 2385 = \underline{-755}$.

De theoretisch gevonden waarden stemmen alzoo uitstekend met de aan de tabel voor 160° ontleende waarden van het buigpunt overeen.

12. Thans mogen de tabellen voor $T = 200$ en $T = 400$ volgen.

$T = 200$.

Met $\theta = \frac{400}{3200} = \frac{1}{8}$ wordt de formule voor β :

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 32000 \times \left(\frac{1}{8}\right)^{3/2} e^{-8} \frac{e^\varphi}{\varphi},$$

d.w.z.

$$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2} = -0,3238 + 0,4343 \varphi - \log^{10} \varphi,$$

terwijl de druk gegeven is door $p = 800 \varphi - \frac{2700}{v^2}$.

φ	$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	$\frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	β	v	p
∞	∞	∞	1	0,50	∞
9	2,631	427	$1 - \frac{1}{860}$	0,61	- 16
6	1,504	31,9	0,98	0,67	-1150
5	1,149	14,1	0,97	0,71	-1300
4	0,811	6,48	0,93	0,78	-1280
3	0,502	3,18	0,87	0,88	-1120
2	0,244	1,75	0,80	1,05	- 850
$1\frac{1}{2}$	0,152	1,42	0,77	1,21	- 660
1	0,110	1,29	0,75 (min)	1,5	- 460
0,5	0,194	1,56	0,78	2,4	- 72
0,25	0,387	2,44	0,84	4,3	+ 51
0,15	0,565	3,67	0,89	6,8	+ 62
0,10	0,720	5,24	0,92	10	+ 54
0,01	1,681	47,9	0,990	100	+ 7,7
0,001	2,677	475	$1 - \frac{1}{950}$	1000	0,80
0	∞	∞	1	∞	0

De invloed van de temperatuur op de waarden van β wordt hoe langer hoe sterker. Was β_{min} bij 160° nog slechts 0,33, deze waarde is thans reeds tot 0,75 gestegen. Zooals wij reeds boven opmerkten, is van een buigpunt geen spoor meer aanwezig; alleen het minimum bij E en het maximum bij B van de gewone VAN DER WAALS'sche isotherme zijn overgebleven.

$$T = 400.$$

Voor β hebben we in dit geval de betrekking

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 32000 \times (1/4)^{3/2} e^{-4} \frac{e^\vartheta}{\varphi} = 4000 e^{-4} \frac{e^\vartheta}{\varphi},$$

door $\theta = \frac{800}{3200} = \frac{1}{4}$ is. Dit geeft dus:

$$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 1,865 + 0,4343 \varphi - \log^{10} \varphi.$$

De waarde van p wordt dan verder gevonden uit $p = 1600 f - \frac{2700}{v^2}$.

φ	$\log^{10} \frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	$\frac{\beta^2}{1-\beta^2}$	β	v	p
∞	∞	∞	1	0,50	∞
5	3,337	2175	$1 - \frac{1}{4400}$	0,70	2490
4	3,000	1000	$1 - \frac{1}{2000}$	0,75	1600
3	2,691	491	$1 - \frac{1}{980}$	0,83	910
2	2,4 3	271	$1 - \frac{1}{540}$	1,00	500
1	2,2 9	199	0,9975 (min)	1,5	400 (K)
0,5	2,383	242	$1 - \frac{1}{490}$	2,5	370
0,25	2,576	368	$1 - \frac{1}{740}$	4,5	270
0,1	2,908	810	$1 - \frac{1}{1600}$	10	140
0,01	3,869	7400	$1 - \frac{1}{15000}$	100	16
0,001	4,865	73300	$1 - \frac{1}{150000}$	1000	1,6
0	∞	∞	1	∞	0

De temperatuur is hier reeds zoo hoog, dat de dissociatie der dubbelmoleculen nagenoeg volkomen is; zelfs bij $\varphi = 1$ is de minimale waarde nog 0,9975. Ware β precies = 1, dan zou de isotherm van 400° de *kritische* zijn (zie de berekening in het voorgaande stuk); thans is zij *praktisch* daarmede identiek. De kritische druk is 400, het kritische volume = 1,5, d.i. juist driemaal het volume der enkelvoudige moleculen (= 0,5). Dat het kritisch punt juist valt bij de minimale waarde van β , is louter toeval. Immers in het algemeen is, wanneer $\beta = 1$ is, $v_c = 3 \times 2b_2$. Het minimum van β daarentegen wordt gevonden bij $v_m = 2(b_1 - b_2) = b_1 - \Delta b$ (zie vroeger). v_c is dus = v_m , wanneer $6b_2 = 2(b_1 - b_2)$ is, d.w.z. $b_1 = 2 \times 2b_2$. Nu namen wij bij onze willekeurige stof aan $b_1 = 1$, $2b_2 = 0,5$, zoodat toevallig aan deze voorwaarde voldaan is.

Uit de tabel en de Plaat blijkt, dat hier het vroegere minimum bij

E en het maximum bij B zijn samengevallen in een *horizontaal buigpunt*, d.w.z. in het *kritische* punt K . Bij temperaturen hooger dan 400° zal ook dit buigpunt langzamerhand verdwijnen.

De verschillende minima E en maxima B liggen alle op een kromme die door het kritisch punt K gaat, omdat aldaar het genoemde maximum en minimum samenvallen. Op de plaat is deze meetkundige plaats niet aangegeven. (zie bl. 28).

De volgende tabel geeft tenslotte een overzicht van de ligging dezer maxima en minima.

	$T=0$	9	100	128	144	160	200	400
$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_E \\ \varphi_B \end{array} \right.$	∞	186^+	46	41	9	7	5	1
$\left\{ \begin{array}{l} \beta_E \\ \beta_B \end{array} \right.$	1	$1 - \frac{1}{600}$	0,8	0,97	0,96	0,94	0,97	$1 - \frac{1}{400}$
$\left\{ \begin{array}{l} v_E \\ v_B \end{array} \right.$	0,50	0,506	0,57	0,61	0,63	0,67	0,71	1,5
$\left\{ \begin{array}{l} p_E \\ p_B \end{array} \right.$	-4400	-3840	-1920	-1730	-1640	-1540	-1300	+400
	0	+0,030	+4,4	+11	+18	+28	+62	

In een vierde Vervolgstuk zal thans de discussie aangaande het algemeen verloop der p, T -lijn vloeibaar-vast (de lijn SM in Fig. 4 van 1) volgen. Wat het eindpunt dezer lijn bij $T=0$ (absoluut) betreft, daarover is reeds in II, § 8 (p. 961—967) uitvoerig gesproken.

Plantenkunde. — De Heer S. H. KOORDERS biedt eene mededeeling aan getiteld: **Kleine bijdrage tot de kennis der endozoische zaden-verspreiding door vogels in Java, op grond van een door den Heer Barthels, op den Pangerango en bij Batavia bijeengebrachte collectie. I.**

(*Bijdrage tot de kennis der Flora van Java. V*).

§ 1. Algemeene opmerkingen en methode.

De uitmuntende kenner der javaansche vogelfauna de Heer M. BARTHEL'S te Tjisaat, Preanger, West-Java, had de welwillendheid om ingevolge mijn verzoek een kleine, maar zeer zorgvuldig verzamelde en accuraat geëtiketteerde in alcohol geconserveerde collectie

bijeen te brengen van zaden en vruchten, uit de maag of de ingewanden van eenige door hem in West-Java op den Pangerango en bij Batavia geschoten vogels.

Van deze in Mei j.l. door mij alhier (Leiden) uit Indië ontvangen collectie was voor alle vogels reeds de wetenschappelijke speciesnaam door den Heer BARTHELS vastgesteld geworden, maar de botanische determinatie der zaden en vruchten had nog niet plaats gehad. En thans is, voor zoover de tijd en de aard van het materiaal zulks veroorloofden, de botanische determinatie met behulp van het in 's Rijks Herbarium te Leiden aanwezige vergelijkingsmateriaal door mij ten uitvoer gebracht.

De op de inzamelings-etiquetten door den Heer BARTHELS aangegeevende gegevens omtrent den naam van de vogels, de plaats en datum van inzameling en het volgnummer zijner ornithologische collectie heb ik steeds tusschen aanhalingsteekens en onder bijvoeging van de letters (M. B.) tusschen haakjes aangeduid.

Terwijl er vooral door de ornithologische onderzoeken van wijlen Dr. VORDERMAN, van den Heer M. BARTHELS en vooral ook van Dr. J. C. KONINGSBERGER ¹⁾ speciaal over de namen der in de maag van javaansche vogels aangetroffen insecten talrijke gegevens, vooral over het dierlijk voedsel van „nuttige” en „schadelijke” vogels bekend zijn geworden, is onze kennis omtrent de beteekenis van de verschillende soorten van vruchtende vogels voor verspreiding van zaden en vruchten in *Java* nog uiterst gering.

Althans ontbreken in de literatuur voor Java methodisch hierover gedane waarnemingen (met numerieke gegevens omtrent aantal en botanische herkomst der zaden en den wetenschappelijken naam van den vogel) nog bijna geheel. Slechts over twee javaansche plantensoorten [o.a. *Lantana Camara* L., *Myrica javanica* Bl.] zijn in de literatuur speciale gegevens hierover te vinden ²⁾.

¹⁾ KONINGSBERGER, J. C., Aanteekeningen over maaginhouden van vogels (in *Teijsmannia* XIX. (1908) p. 83—99).

²⁾ ERNST, A., Besiedelung vulkanischen Bodens auf Java, etc. (in KARSTEN & SCHENCK, *Vegetationsbilder*. I. REIHE, Heft 1 u. 2. (1909) IV. Text von Tafel 9 und 10).

KOORDERS, S. H., Bijdrage Nr. 1 tot de kennis der flora van Java. § 1. Over de standplaatsvoorwaarden, verspreidingsmiddelen en geographische verspreiding van de in Java, vooral in het hooggebergte, wildgroeiende soorten der Myricaceae (in Kon. Akademie v. Wetenschappen in Amsterdam, Verslag der Gew. Vergadering d. Wis- en Natuurk. Afd. 12 Maart 1908. p. 645—652 en de aldaar geciteerde

Daarom heb ik getracht om van de bedoelde door den Heer BARTHELS bijeengebrachte zaden-collectie, althans wat de plantenfamilie en het geslacht betreft zoo goed mogelijk de botanische herkomst vast te stellen.

De nadere determinatie der soorten kan, dank zij de gevolgde etiketteering later, wanneer meer tijd en meer materiaal beschikbaar is, plaats hebben. Voorloopig heb ik mij in de meeste gevallen met de vermoedelijke determinatie der plantengeslachten tevreden gesteld.

Intusschen blijven in het vervolg *in loco* gedane kiemproeven zeer gewenscht. Daarbij zal een gedeelte der in de vogelmagen aangetroffen zaden en vruchten in loco dadelijk uitgezaaid moeten worden, terwijl het andere gedeelte dan met de kiemplanten voor de botanische determinatie bewaard wordt. Bij de thans behandelde collectie ontbreken echter nog zulke vergelijkende kiemproeven, omdat de Heer BARTHELS den daarvoor noodigen tijd niet had kunnen vinden.

Voor een groot aantal europeesche planten zijn onlangs in Europa door Dr. SELIM BIRGER talrijke dergelijke voedingsproeven genomen en gepubliceerd¹). Maar voor Java zijn kiemproeven met zaden en vruchten uit vogelmagen, zoover bekend, alleen met *Myrica javanica* Bl. gedaan (zie noot 2 hiervoor op p. 41).

Voorts blijven voor het verkrijgen van een beter inzicht in de beteekenis der endozoische zaden-verspreiding door vogels in N.-O. Indië en vooral van Java, aldaar ingestelde speciale vergelijkende voedingsproeven met eenige der uit een phyto-geographisch oogpunt belangrijkste vogelsoorten zeer gewenscht. Ook bij deze met in gevangenschap gehouden vogels genomen voedingsproeven blijft gewenscht om vooral de zaden en vruchten van *algemeen voorkomende, wildgroeïende planten* te kiezen en om daarbij steeds een gedeelte der

literatuur, zoomede in de Engelsche vertaling in: Kon. Akademie v. Wetensch. Amsterdam, Proceedings 24 April 1908. p. 674—680).

VALETON, TH., De verspreiding van vruchten door dieren. (in Teijsmannia. IV. (1881) p. 205—222. (*Lantana Camara* L., p. 217).

CORDES, H. J. W. De djatiboschen op Java. 1881. (Batavia) p. 81—83. — Hier over de verspreiding van de vruchten van de ongeveer in 1850 in Java uit Zuid-Amerika ingevoerde en thans vooral in Midden-Java vele duizenden hectaren oppervlakte beslaande, overal verwilderde *Leantana*-heester (*Lantana Camara* Linn.). Zie ook de daar genoemde literatuur: Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië XXXI. p. 287 en Tijdschrift voor Nijverheid en Landbouw Ned. Indië XXII. p. 75.

¹) Vergelijk o.a. SELIM BIRGER, Über die Pflanzen mit endozoischer Verbreitung (in Botaniska Notizer 1907). — Referaat van ULBRICH hierover in Literaturbericht van ENGLER's Botan. Jahrb. Bd. 40 (1907) p. 215. — SELIM BIRGER, Über endozoische Samenverbreitung durch Vögel (in Särtvijek Svensk Botanisk Tidskrift. Bd. I. (1907) 1—31 en referaat van ULBRICH hierover in ENGLER's Botan. Jahrb. Bd. 41 (1908) Heft. 3. p. 68.

zaden als contrôle der botanische determinatie te bewaren. Door combinatie der volgnummers (voor de vogels) en letters, *a*, *b*, *c*, voor de zaden en vruchten kan zoodoende de herkomst van elk der zaden wetenschappelijk scherp vastgelegd en elke verwisseling met andere zaden en vruchten buitengesloten worden.

Als 1^{ste} voorbeeld dezer eenvoudige, doeltreffend gebleken, nummer-methode, kies ik hier de volgende combinatie: BARTHELS n. 5903*a* beteekent bijv. de van plantensoort *a* in den maag van den vogel Coll. BARTHELS n. 5903 op 18 X 1908 in West-Java op den Pangerango gevonden zaden en vruchten. En hier werd (zie hieronder), blijkens de origineele etiketten, de vogel n. 5903 door den Heer BARTHELS gedetermineerd voor ♂ *Criniger gularis* Horsf., terwijl de plantaardige maaginhoud *a* door mij voorloopig gedetermineerd werd voor *Micromelum pubescens* Bl.

Als 2^{de} voorbeeld dient de volgende combinatie: BARTHELS n. 6162*a* en BARTHELS a. 6162*b*. Hier beteekent dus (zie hieronder) n. 6162*a* de zaden met de vruchtwand-deelen van de soort der *Euphorbiaceae*, terwijl door de combinatie 6162*b* de steenkernen van de soort der *Myrsinaceae*, aangeduid worden, welke beide gevonden werden in den maaginhoud van den op 30 I. 1909 in West-Java op den Pangerango door den Heer BARTHELS geschoten en door hem voor ♀ *Poliomyias luteola* Pall. gedetermineerden vogel (wintergast!).

Met behulp van deze combinatie, nummer en letter, kan de voorloopige botanische determinatie steeds gemakkelijk later bevestigd of verbeterd worden.

§ 2. Lijst der javaansche vogels met de botanische herkomst der in den maaginhoud aangetroffen zaden en vruchten.

„**Aleippa solitaria** *Cab.* ♂. — 12. X. 1908. — Pangerango. — Coll. BARTHELS Nr. 5892” (M. B.).

Maaginhoud (5892*a*): 4 vruchten en 12 onbeschadigde zaden van één soort der *Araliaceae* en vermoedelijk van het geslacht *Schefflera* Forst.

„**Carpophaga lacerunulata** *Temm.* ♂. — 20. IX. 1908. — Pangerango. — Coll. BARTHELS Nr. 5837” (M. B.).

Maaginhoud 5837*a*: één onbeschadigd nog door arillus omgeven zaad van de familie der *Myristicaceae* en vermoedelijk van *Knemalaurina* Bl. of van *Knemaglauca* Bl.

„**Chloropsis nigricollis** *Viell* ♂. — 8. II. 1909. — Pangerango. — Coll. M. BARTHEL'S". Nr. 6180. (M. B.).

Maaginhoud 6180a: Twee rijpe vruchten van een soort der *Loranthaceae* en vermoedelijk óf van het geslacht *Loranthus* *Linn.* óf van het geslacht *Elytranthe* *Blume*. — Verder in de ingewanden nog: zes onbeschadigde rijpe vruchten van dezelfde soort der *Loranthaceae*.

„**Chloropsis nigricollis** *Viell*. ♂. — 30. I. 1909. — Pangerango. — Coll. M. BARTHEL'S Nr. 6161. (M. B.).

Maaginhoud 6161a: Drie zaden van een nog niet nader bepaalde soort der *Dicotyledonen*.

„**Chloropsis nigricollis** *Viell*. ♀. — 12. X. 1908. — Pangerango. — Coll. M. BARTHEL'S. Nr. 5891". (M. B.).

Maaginhoud 5891a: te veel beschadigd; niet meer determineerbaar.

„**Cochoa azurea** *Temm*; ♂. — 5. XI. 1908. — Pangerango. — Coll. M. BARTHEL'S. Nr. 5940". (M. B.).

Maaginhoud 5940a: Zeven onbeschadigde rijpe vruchten van één soort der *Rutaceae*, vermoedelijk van het geslacht *Fagara* *Linn.*

„**Criniger gularis** *Horsf.* ♂. — 15. X. 1908. — Pangerango. — Coll. M. BARTHEL'S". Nr. 5897. (M. B.).

Maaginhoud 5897a: drie onbeschadigde rijpe zaden met fragmenten van het vruchtvleesch van één en dezelfde soort der *Araliaceae* en hoogst waarschijnlijk van *Arthropphyllum diversifolium* *Bl.*

„**Criniger gularis** *Horsf.* ♀. — 2. X. 1908. — Pangerango. — Coll. M. BARTHEL'S. Nr. 5870". (M. B.).

Maaginhoud 5870a: Vier onbeschadigde rijpe, goed ontwikkelde en eenige rudimentair gebleven jonge zaden, benevens de stukken van de vruchtkleppen en de vruchtwand van een en dezelfde soort der *Euphorbiaceae* en waarschijnlijk van het geslacht *Glochidion*.

„**Criniger gularis** *Horsf.* ♂ — 18. X. 1908. — Pangerango. — Coll. M. BARTHEL'S. Nr. 5903". (M. B.).

Maaginhoud 5903a: Twee onbeschadigde rijpe zaden met

eenige fragmenten van het vruchtvliesch van één soort der Rutaceae, en wel vermoedelijk van *Micromelum pubescens* Bl.

„**Cyanops armillaris** *Temm.* ♂. — 21. I. 1909. — Pangerango. — Coll. M. BARTHELS Nr. 6143”. (M. B.).

Maaginhoud 6143a: Tien onbeschadigde rijpe zaden van één soort der Euphorbiaceae, waarschijnlijk van het geslacht *Antidesma* en wellicht van de op den Pangerango veelvuldig wildgroeijende boomachtige *Antidesma tetrandum* Bl.

„**Cyanops armillaris** *Temm.* ♂. — 25. VII. 1908. — Coll. M. BARTHELS. Nr. 5645”. (M. B.).

Maaginhoud 5645a: Fragmenten van rijpe receptacula van één soort der Moraceae en wel van *Ficus*.

„**Hemiscus virescens** *Temm.* ♂. — 17. X. 1908. — Pangerango. Coll. M. BARTHELS. Nr. 5902”. (M. B.).

Maaginhoud 5902a: Fragmenten van rijpe receptacula van een soort der Moraceae, van het geslacht *Ficus*.

„**Hemiscus virescens** *Temm.* ♀. — 20. XI. 1908. — Pangerango. — Coll. M. BARTHELS. Nr. 5973”. (M. B.).

Maaginhoud 5973a: achttien rijpe, onbeschadigde zaden met fragmenten van de kleppen der opengesprongen vruchten van één soort van de familie der Euphorbiaceae, vermoedelijk van het geslacht *Glochidion*.

„**Laniellus leucogrammicus** *Swains.* ♂. — 19. VII. 1908. — Pangeranga. — Coll. M. BARTHELS. Nr. 5634”. (M. B.).

Maaginhoud 5634a: Fragmenten van rijpe vijgvruchten van één soort van *Ficus* (familie Moraceae).

„**Limonites ruficollis** *Pall.* ♀. — 18. XII. 1908. — Batavia. — Coll. M. BARTHELS. Nr. 6051. (Wintergast!).” (M. B.).

Maaginhoud 6051a: zeven rijpe, gedeeltelijk iets beschadigde vruchten van één soort der Cyperaceae, vermoedelijk van het geslacht *Carex* en in vrucht gelijkende op, maar verschillende van *Carex baccans* Nees.

„**Poliomyias luteola** *Pall.* ♀. — 30. I. 1909. — Pangerango. — Coll. M. BARTHELS. (Wintergast!). Nr. 6162”. (M. B.).

Maaginhoud 6162a: zeven onbeschadigde rijpe zaden met

fragmenten van de kleppen en tusschenschotten der vruchten van één soort der Euphorbiaceae, vermoedelijk van het geslacht *Glochidion*.

Maaginhoud 6162*b* (in dezelfde maag): drie rijpe steenkernen van één soort der Myrsinaceae en vermoedelijk van *Embelia Ribes Burm.* of van een daaraan verwante soort.

„*Pycnonotus bimaculatus Horsf.* ♀. — 26. VII. 1900. — Pangerango. — Coll. M. BARTHELS. Nr. 5646”. (M. B.).

Maaginhoud 5646*a*: Vijf onbeschadigde rijpe vruchten van één soort der Myrsinaceae en vermoedelijk van *Embelia Ribes Burm.*

„*Pycnonotus bimaculatus Horsf.* ♀. — 14. XI. 09. — Pangerango. — Coll. M. BARTHELS. Nr. 5958”. (M. B.).

Maaginhoud 5958*a*: Vier en twintig rijpe zaden van één soort der familie der Euphorbiaceae, vermoedelijk behoorende tot het geslacht *Glochidion*.

§ 3. Beknopt overzicht, alphabetisch gerangschikt naar de plantenfamilies.

Araliaceae: *Arthrophyllum diversifolium* Bl. = Nr. 5897*a*. (Criniger); *Schefflera* spec. = 5892*a* (Aleippa).

Cyperaceae: *Carex*? spec. = Nr. 6051*a* (Limonites).

Euphorbiaceae: *Antidesma* spec. = Nr. 6143*a* (Cyanops). *Glochidion* spec. = Nr. 5870*a* (Criniger); Nr. 5958*a* (*Pycnonotus*); Nr. 5973*a* (*Hemiscus*) en Nr. 6162*a* (*Poliomyias*).

Loranthaceae: *Elytranthe* of *Loranthus* spec. = Nr. 6180*a* (*Chloropsis*).

Moraceae: *Ficus* spec. div. = Nr. 5643*a* (*Laniellus*); Nr. 5645*a* (*Cyanops*) en Nr. 5902*a* (*Hemiscus*).

Myristicaceae: *Knema laurina*? Bl. = Nr. 5837*a* (*Carpophaga*).

Myrsinaceae: *Embelia Ribes Burm.* = Nr. 5646*a* (*Pycnonotus*).

Rutaceae: *Fagara* spec. = Nr. 5940*a* (*Cochoa*); *Micromelum pubescens* Bl. = Nr. 5903*a* (Criniger).

Résumé der vogelmaagnummers en der door den Heer M. BARTHELS gedetermineerde geslachtsnamen der vogels van de collectie BARTHELS: Nr. 5634 (*Laniellus*); 5645 (*Cyanops*); 5646 (*Pycnonotus*); 5837 (*Carpophaga*); 5870 (Criniger); 5891 (*Chloropsis*); 5892 (*Aleippa*); 5897 (Criniger); 5903 (Criniger); 5940 (*Cochoa*); 5902 (*Hemiscus*); (*Pycnonotus*); 5973 (*Hemiscus*); 6051 (*Limonites*); 6143 (*Cyanops*); 6161 (*Chloropsis*); 6162 (*Poliomyias*); 6180 (*Chloropsis*).

§ 4. Plantengeographische opmerkingen over het voorkomen der opgesomde plantengeslachten in de streek, waar de bovengenoemde vogels geschoten werden.

Araliaceae. — *Arthrophyllum pinnatum* Bl. is een in de lagere bergbosschen van den Pangerango en ook elders in Java, vooral in jonge secundaire bosschen van 0—1500 m. zeehoogte zeer algemeen voorkomende, zeer rijk vruchtdragende kleine boom. (Zie maaginhoud Nr. 5897a, Criniger).

Van het geslacht *Schefflera* *Forst.* komen in Java een 14-tal min of meer boomachtige, of slechts heesterachtige wildgroeïende soorten voor. Eenige dezer soorten komen o.a. voor in de lagere en hogere bosschen van den Pangerango en één boomachtige soort (*Schefflera rugosa* Harms) wordt in de hoogste bergtopwouden van den Pangerango o.a. 2500—3030 m. zeehoogte zeer algemeen aangetroffen.

Enkele der *Schefflera*-soorten worden o.a. in de vochtige bergwouden van den Pangerango dikwijls niet alleen als grondplant, maar ook hoog in de kruinen der woudreuzen als epiphyt gevonden. (Zie Nr. 5892 a, Aleippa).

Cyperaceae. Het geslacht *Carex* is in Java, vooral in de hogere koele bergstreken en o.a. ook op den Pangerango door eenige soorten vertegenwoordigd. Een paar soorten (o.a. *Carex baccans* Nees., *C. filicina* Nees., *C. Rafflesiana* Boot. en *C. hypsophila* Miq.) komen o.a. op 2500—3030 m. zeehoogte veelvuldig op den hoogsten top van den Gede en Pangerango voor. In de lagere streken is *Carex* op Java zeldzaam. (Zie maaginhoud Nr. 6051 a, Limonites).

Euphorbiaceae. Het geslacht *Glochidion* *Forst.* is in Java door een aantal boomachtige, gedeeltelijk zeer veelvuldig wildgroeïende soorten, o.a. ook in de lagere bergwouden van den Pangerango vertegenwoordigd. In de allerhoogste bergtopbosschen van den Pangerango o.a. op 3000 m. zeehoogte ontbreekt het geslacht *Glochidion* geheel. (Zie maaginhoud No. 5870 a, Criniger, enz.).

Van het geslacht *Antidesma* komen in Java behalve de ook veel gekweekte *A. Bunias* Linn., een aantal boomachtige vooral in de lagere bergbosschen wildgroeïende soorten voor. Een zeer algemeene kleine, rijk vruchtdragende woudboom der bergbosschen van den Pangerango, enz. is o.a. *Antidesma tetrandrum* Bl. (Zie maaginhoud Nr. 6143 a, Cyanops).

Loranthaceae. De geslachten *Loranthus* en *Elytranthe* zijn in West-Java o.a. ook op den Pangerango door *Loranthus lepidotus* Bl., die van 0 tot 2500 m. zeehoogte parasitisch op de meest verschillende boomsoorten zeer algemeen voorkomt, voorts door *Elytranthe globosa* (Roxb.) Engler en *E. avenia* (Bl.) Engler vertegenwoordigd. (Zie maaginhoud Nr. 6180 a, Chloropsis).

Moraceae. Het geslacht *Ficus* is in Java door ruim 80 wildgroeïende, meestal boomachtige, gedeeltelijk heesterachtige en voor een klein deel klimmende soorten vertegenwoordigd.

Een groot aantal soorten leeft, o.a. in de jeugd tijdelijk epifytisch. Ook op den Pangerango komen talrijke *Ficus*-soorten in de bergbosschen voor. Enkele weinige soorten komen ook nog in de hoogste bergtopwouden van den Pangerango voor.

Tot de zeer veel voorkomende, rijk fructificeerende boomachtige soorten van de lagere Pangerango-bosschen behooren o.m. de volgende, ook elders in Java voorkomende soorten: *F. toxicaria* Linn., *Ficus Ribes Reinw.* en *Ficus variegata* Bl.

Myristicaceae. — *Knema laurina* Bl. en *Knema glauca* Bl. zijn twee o.a. in de lagere bergbosschen van den Pangerango voorkomende notenmuskaatsorten. Zij groeien echter in West-Java aldaar meestal niet veel hooger dan tot op ongeveer 1200 M. zeehoogte. (Zie maaginhoud Nr. 5857a, Carpophaga).

Myrsinaceae. — *Embelia Ribes Burm.* is een buitengewoon rijk vruchtdragende, in geheel West-Java o.a. ook in de lagere wouden van den Pangerango veelvuldig voorkomende houtachtige klimplant. (Zie maaginhoud Nr. 5646a, Pycnonotus).

Rutaceae. — Van het geslacht *Fagara* komt in West-Java o.a. ook op den Pangerango in de lagere bergwouden een hoogklimmende, houtachtige, rijk vruchtdragende soort, *F. scandens* (Bl.) Engler, bergopwaarts tot op ongeveer 1300 M. zeehoogte, niet zelden voor. (Zie maaginhoud Nr. 5940a, Cochoa).

Micromelum pubescens Bl. is een in geheel Java van de laagvlakte tot in de lagere bergbosschen buitengewoon veel voorkomende en bijna steeds zeer rijk en vaak vruchtdragende, zeer kleine boomsoort, die o.a. ook op den Pangerango tot op ongeveer 1200 M. in jonge secundaire bosschen veel voorkomt (Zie maaginhoud Nr. 5903a, Criniger).

Ten slotte is het mij een hoogst aangename plicht hier den Heer M. BARTHELS in Tjisaat—Preanger mijn hartelijken dank te betuigen voor de toezending der zaden, enz. uit vogelmagen en voor de determinatie der vogelsoorten, waarvan het hier behandelde materiaal door hem ingezameld werd.

Alle botanische determinaties en de bovenstaande tekst voor zoover die niet (zie boven) tusschen aanhalingsteekens geplaatst is geworden, zijn van mij.

Leiden, 25 Mei 1909.

Plantkunde. — De Heer S. H. KOORDERS biedt een mededeeling aan getiteld: *Enkele opmerkingen over de nomenclatuur en de synonymie van *Xylosma leprosipes* Clos., *X. fragrans* Decne en *Flueggea serrata* Miq.*” (*Bijdrage tot de kennis der Flora van Java VI.*).

§ 1. Over de authentieken van *Xylosma leprosipes* Clos en *X. fragrans* Decne.

Door de ontvangst uit Parijs van een fragment van het authentiek herbariumspecimen, dat omstreeks 1805 door LESCHENAULT DE LA TOUR in Java (vermoedelijk op het Rahoen-Idjen-gebergte) verzameld en in 1857 door Prof. D. CLOS onder den naam van *Xylosma leprosipes* CLOS als nieuwe soort beschreven werd, heb ik kunnen uitmaken, dat de in 1859 door MIQUEL (Fl. Ind. Bat. I. 2. p. 105) als type van een nieuw geslacht onder den naam *Bennettia Horsfieldii* MIQ. beschreven javaansche soort, beide volkomen identiek zijn. Van laatstgenoemde soort had ik gelegenheid authentiek herbarium-materiaal in 's-Rijks Herbarium te Leiden en in Utrecht te onderzoeken.

Een gevolg van deze identiteit is, dat in opvolging der nomenclatuur-regelen van het Weener botanische congres de naam *B. Horsfieldii* van MIQUEL niet gehandhaafd mag blijven en plaats moet maken voor *Bennettia leprosipes* (CLOS) KOORD. nomen nov.

Het bovenbedoelde fragment van het authentiek van *Xylosma leprosipes* CLOS werd mij op mijn verzoek reeds eenige jaren geleden door Professor Bois uit het Museum d' Histoire Naturelle als cadeau toegezonden, tegelijk met een fragment van het authentiek van *Xylosma fragrans* CLOS.

Eerst kort geleden echter ontdekte ik, dat de *Xylosma leprosipes* CLOS ten onrechte tot dusver in de literatuur als een soort van het geslacht *Xylosma* G. FORST, beschouwd was geworden

en uit dit geslacht naar het door MIQUEL l.c. in 1859 beschreven geslacht *Bennettia* MIQUEL overgebracht moest worden en voorts, dat de eenige javaansche soort van dat geslacht volkomen identiek was met *Xylosma leprosipes* CLOS.

Xylosma fragrans *Decaisne* is echter blijkens het authentiek eene van *X. leprosipes* CLOS. zeer scherp verschillende en terecht door *Decaisne* in het met *Myroxylon* J. & G. FORST synonieme geslacht *Xylosma* G. FORST geplaatst geworden.

Laatstgenoemde soort (*X. fragrans*) werd blijkens het bedoelde authentiek materiaal in Timor verzameld. Deze door Professor Bois bij het fragment eigenhandig geschreven vindplaats steunt goed overeen met de specimina, welke ik van *Xylosma fragrans* *Decaisne* in het Rijks Herbarium te Leiden aantrof. Aldaar is deze soort alleen door specimina uit Timor vertegenwoordigd. Deze zijn aldaar o. m. verzameld door SPANOGHE, DECAISNE, BROWN en ZIPPELIUS.

In de literatuur en in 's Rijks Herbarium is *X. fragrans* dus uitsluitend van Timor en o.a. nog niet voor Java bekend. Intusschen trof ik in 's Rijks Herbarium een doublet aan van een steriel ongedetermineerd gebleven exemplaar eener op Java door mij verzamelde zeer zeldzame boomsoort (*Kds* n. 10019 β uit Herb. Buitenzorg) dat veel op sommige van de Timoreesche specimina gelijkt. Evenwel onderscheidt zich het bedoelde javaansche steriele specimen (*Kds* n. 10019 β) onder andere door de volgende kenmerken; foliis junioribus laxe sericeis, glabrescentibus; innovationibus dense sericeis. Aangezien voorts de bloemen en vruchten nog ontbreken en het origineele specimen van het Buitenzorgsche Herbarium thans niet te mijner beschikking staat, schijnt het mij niet gewenscht om een besliste conclusie te trekken omtrent de vraag of het al dan niet tot *Xylosma fragrans* Decne (sensu latiore) behoort.

***Bennettia leprosipes*, (CLOS) KOORD. nom. nov.; *Bennettia Horsfieldii*, Miq. ! Fl. Ind. Bat. I. 2. (1859) 105; *Xylosma leprosipes*, CLOS! in Ann. Sc. Nat. Sér. 4. VIII. (1857) 233.**

Tot dusver was deze soort in de literatuur uitsluitend voor Java vermeld geworden (verg. KOORD. & VALETON Bijdr. Booms. Java V. (1900) p. 30; WARBURG en ENGLER & PRANTL Natürl. Pflanzenfam. III. 6a. p. 45). Thans heb ik echter in 's Rijks Herbarium te Leiden ook van Sumatra exemplaren aangetroffen, die zonder den minsten twijfel met de javaansche *Bennettia leprosipes* identisch zijn. Die exemplaren zijn: Sumatra, Padangsche Bovenlanden, op den Singalan (BECCARI ! nr. 51 en 324, anno 1878), Sumatra, Hochangkola, Bataklanden, in de bosschen op 300—1000 m. zeehoogte

(JUNGHUHN! — anno 1839? = Herb. Lugd. Bat. n. 127 (898/260)).

De javaansche exemplaren van *Bennettia leprosipes* in 's Rijks Herbarium te Leiden zijn de volgende: Java, zonder nadere vindplaats (HORSFIELD. — ex. Herb. Utrecht). — Java, zonder nadere vindplaats (Graf VON HOFFMANNSEGG ex Herb. Hasskarl). — West-Java, Preanger (Plantae JUNGHUHN.! ineditae n. 546, 547, 548 en 549). — Midden-Java, G. Oengaran (JUNGHUHN!). — Uit Oost-Java trof ik in 's Rijks Herbarium geen exemplaren aan, terwijl deze soort ook in dat gedeelte van Java door mij in zeer groot aantal o. a. in de bosschen van het Rahoen-Idjen-gebergte op 1000—1500 m. zeehoogte waargenomen en ook verzameld is geworden. (Verg. KOORD. & VALETON l. c. 30). De soort komt in geheel Java beneden 1600 m. zeehoogte veelvuldig in altijdgroene heterogene bosschen voor.

Het is mij een aangename plicht om den Heer Prof. D. G. J. M. Bois te Parijs hier mijn dank te betuigen voor de zeer gewaardeerde toezending der fragmenten van de authentieke specimina van *Xylosma fragrans* DECAISNE en *Xylosma leprosipes* CLOS.

Xylosma amara, (SPANOGHE) KOORD. nomen nov.; *X. fragrans*, DECAISNE! in Voy. Venus. Botan. (1835) tab. 25 absque diagn.; CLOS. in Ann. Sc. Nat. Sér. 4. VIII. (1875) 232; *Flacourtia amara* SPANOGHE in Linnaea XV (1841) 166; *Myroxylon amara*, (SPAN.) WARBURG u. ENGLER u. PRATL Natürl. Pflanzenf. III. 6^b (1894) 41 *Rhamnus timoriensis*, ZIPP.! msc. in Herb. Lugd. Batav.

TIMOR (ZIPPEL.; SPANOGHE; DECAISNE; R. BROWN). —? Java.

§ 2. Over het authentiek van *Flueggea serrata* Miq.

Bij de herbarium-revisie van de in hoogere bergstreken van Java wildgroeijende *Euphorbiaceae* vond ik in het Herbarium der Rijks Universiteit te Utrecht het authentieke specimen, dat aan MIQUEL gediend heeft voor het ontwerpen van zijne voor duidelijke herkenning niet geheel voldoende diagnose van de in zijne Flora Ind. Bat. I. 2. (1859) p. 356 gepubliceerde *Flueggea? serrata* MIQ.

Bij nader onderzoek van dit authentiek bleek mij, dat zeer terecht door MIQUEL bij den geslachtsnaam *Flueggia* een vraagteken geplaatst werd, want mijn onderzoek leverde het verrassende resultaat op, dat de soort niet alleen ten onrechte door MIQUEL in het genoemde *Euphorbiaceen*-geslacht geplaatst was, maar zelfs, dat het bedoelde authentiek niet tot de familie der *Euphorbiaceae* behoort, maar, tot de familie der *Celastraceae* en niet een nieuwe soort voorstelt, maar tot een reeds onder talrijke namen beschreven, zeer variabele, vermoedelijk uit tal van elementaire species bestaande, en algemeen verspreide soort

van het geslacht *Celastrus* LINN., namelijk tot *Celastrus paniculata* WILLD. (Spec. Pl. I. p. 1125) gebracht moet worden. Het bedoelde Utrecht'sche herbariumspecimen, dat blijkens de origineele etikette door JUNGHUHN in het hooggebergte van Midden-Java verzameld was geworden, is namelijk slechts een vermoedelijk tengevolge van de ongunstige hooggebergte-standplaatsvoorwaarden bijzonder kleinbladig exemplaar van die ook in verschillende streken van Java voorkomende en aldaar tot ongeveer 2000 m. zeehoogte voorkomende, meestal niet hoog klimmende heestersoort van het geslacht *Celastrus*.

In het Kew Herbarium en ook in 's-Rijks Herbarium te Leiden heb ik het meer bedoelde authentiek van het Utrechtsche Herbarium (*Flueggea? serrata* MIQ.) met zeer talrijke exemplaren van *Celastrus paniculata* WILLD. uit zeer verschillende streken kunnen vergelijken en daarbij ook enkele kleinbladige specimina van genoemde soort van *Celastrus* gevonden, die er goed mede overeenkwamen.

De synonymie der soort wordt dus nu als volgt:

Celastrus paniculata, WILLD. (sensu latiore) Spec. Pl. I. 1125; MIQ. Fl. Ind. Bat. I. 2. (1859) p. 590; Hook. Fl. Br. India I. (1875) 617; *C. alnifolia*, DON. Rodr. 190; *C. dependens*, WALL. Catal. (1825) n. 4302; *C. multiflora*, ROXB. Fl. Ind. I. 622; *C. nutans*, ROXB. Fl. Ind. I. 623; *C. Rothiana*, ROEM. & SCHULT. Syst. V. 423; *C. Metziana*, TURCZ. in Bull. Soc. Nat. Mosc. (1858) 447; *Ceanothus paniculatus*, ROTH. Nov. Spec. 154; *Scutia paniculata*, DON. Gen. Syst. II. 34; *Flueggia serrata*, MIQ.! msc. in Miq. Plant. Jungh. ined. msc.; MIQ.! Fl. Ind. Bat. I. 2. (1859) 356.

Aan de Directie der Herbaria van Kew, Leiden en Utrecht zeg ik hierbij dank voor de mij verschaftte gelegenheid tot onderzoek van het bedoelde materiaal.

Leiden, 25 Mei 1909.

Physiologie. — De Heer ZWAARDEMAKER biedt eene mededeeling aan: „*Over geurverwantschappen, op grond van door den Heer J. HERMANIDES verrichte waarnemingen.*”

De Heer HERMANIDES bereidt in het Physiologisch Laboratorium te Utrecht een proefschrift voor over de constanten der bij kwalitatieve reukmeting gebruikelijke olfactometers.¹⁾ Deze laatsten zijn negen in getal. De reukstoffen zijn zooveel mogelijk zuiver chemische lichamen, opgenomen in paraffinum liquidum, met uitzondering van muscon, dat in myristinezuur is verdeeld. Bij de metingen wordt allereerst voor elken reukmeter afzonderlijk de zwakst waarneembare prikkel vastgesteld. Om de uitkomsten, die de Heer HERMANIDES daarbij verkreeg, met die van andere waarnemers te kunnen vergelijken, is in onderstaande tabel een overzicht van minimum-prikkelwaarden gegeven. Elk cijfer is een gemiddelde uit 10 waarnemingen.

MINIMA PERCEPTIBILIA
in cm.

	Z ₁	Z ₂	N	K	H ₃	v. d. H. L. abnorm reukstelsel ²⁾	Ha
Isoamylacetaat 1/2‰	0.23	0.2	0.3	0.245	0.3	0.34	0.4
Nitrobenzol 5‰	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.007	0.03
Terpineol 2.5‰	1.10	1.10	2.0	2.90	1.3	>7.00	1.2
Muscon 0.627‰	0.15	0.15	0.3		0.2	1.45	0.3
Aethylbisulfide 1‰/100	0.015	0.015	0.005	0.004	0.012	0.28	0.02
Guajacol 1‰	0.30	0.30	0.25	0.50	0.5	2.30	0.6
Valeriaanz. 1‰/1000	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.05	0.04
Pyridine 1‰	0.02	0.02	0.02	0.023	0.03	2.25	0.03
Skatol 10‰/1000	0.002	0.003		0.0003	0.002	0.000043	0.003

De namen van de waarnemers, wier initialen aan het hoofd der kolommen zijn vermeld, luiden: ZWAARDEMAKER, NOYONS, KUBO, HERMANIDES, VAN DER HOEVEN LEONHARD, HERINGA. De gemiddelde fout der waarnemingen van den Heer HERMANIDES was zeer bevredigend, te weten:

¹⁾ Verg. Zittingsverslag v. 28 Sept. 1907.

²⁾ Tevens abnorm. trichromaat, wat kleurenzin betreft, verg. Onderz. Physiol Lab. Utrecht (5) Deel 8 p. 394.

voor den isoamylacetaatreukmeter	16 %
„ „ nitrobenzolreukmeter	40 „
„ „ terpineolreukmeter	20 „
„ „ musconreukmeter	24 „
„ „ aethylbisulfidereukmeter	10 „
„ „ guajacolreukmeter	20 „
„ „ valerianaanzuurreukmeter	18 „
„ „ pyridinereukmeter	12 „
„ „ scatolreukmeter	23 „

In absolute maat uitgedrukt, beantwoordt het minimum perceptibile van HERMANIDES aan :

voor isoamylacetaat	9.10^{-6}	gram per Liter lucht
„ nitrobenzol	412.10^{-7}	„ „ „ „
„ terpineol	185.10^{-6}	„ „ „ „
„ aethylbisulfide	3.10^{-7}	„ „ „ „
„ guajacol	37.10^{-7}	„ „ „ „
„ valerianaanzuur	21.10^{-7}	„ „ „ „
„ pyridine	1625.10^{-7}	„ „ „ „
„ scatol	35.10^{-8}	„ „ „ „

De Heer HERMANIDES heeft zijne 9 standaardgeuren in alle combinaties, die mogelijk zijn, samengevoegd en een compensatie beproefd. Door afwisselend zwakker en sterker maken van den eenen of den anderen van beide prikkels werd in den dubbelen reukmeter, eerst bij unilateralen, later ook bij bilateralen toevoer de quantitative verhouding opgespoord, waarvoor de menggeur of geheel wegviel, of tot nul naderde. Dit laatste werd verondersteld het geval te zijn, wanneer bij gelijktijdig ruiken aan de combinatie nog slechts een uiterst zwakke, onbepaalde geur waargenomen werd. In het geheel werden op die wijze 72 samenvoegingen telkens van 2 geuren onderzocht. Daar zich bij unilaterale waarneming elk mengsel tweemaal herhaalt, worden op die wijze 36 combinaties gevormd. De daarvoor aangetroffen verhoudingsgetallen zijn in onderstaande tabel samengevat, terwijl ter vergelijking de tabel uit mijne eerste mededeeling betreffende geurverwantschap er naast is geplaatst. De reukprikkels zijn daarbij uitgedrukt in olfactiën en telkens is de verhouding $\frac{p}{q}$ aangegeven, waarin voor elke combinatie de quantiteiten waren vermengd.

Ten einde beter te kunnen beoordeelen in welke verhoudingsgetallen de beide waarnemers onderling overeenstemmen en in welke zij verschillen, zijn in onderstaand ruitenveld de gevallen aangegeven, waarin binnen de grenzen der wederkeerige waarschijnlijke fouten overeenstemming heerscht.

Gevallen, waarin het verhoudingsgetal $\frac{P}{q}$ bij Z en H_s binnen de grenzen der waarschijnlijke fouten overeenstemt.

	P I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
q I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									
IX									

Een bepaalde orde in deze overeenstemmingen is vooralsnog niet te zien.

Wij hebben nagegaan of wellicht een grootere overeenstemming verkregen zou kunnen worden, wanneer in plaats van de verhouding der olfactiewaarden die van de logaritmen der olfactiewaarden werden genomen. Onderstaande tabellen geven daarvan rekenschap.

VERHOUDINGSGETALLEN DER LOGARITHMEN VAN ELKAAR COMPENSEERENDE PRIKKELS.

De Tabel geeft de waarde van $\frac{\log p}{\log q}$ (aan).

		ZWAARDEMAKER.									HERMANIDES.											
		log p	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	log q	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
log q	I											I										
	II	0.8	12.5	1.25	0.85	1.79	2.27	∞	5.88	0.67	5.56	II	0.92	1.09	0.67	2.94	4.11	0.63	2.44	0.47	1.96	
	III	1.18	4.35	1.16	0.86	2.27	2.38	1	2.5	0.78	2.44	III	2.43	1.49	1.09	3.45	1.64	1.19	4.54	0.68	1.35	
	IV	0.08	0.44	0.74	0.44	1.01	1.01	0	3.57	1.32	1.69	IV	0.34	0.92	0.29	0.64	0.64	0.52	15.15	1.28	2.63	
	V	0.44	0.99	0.56	0.42	0.99	0.33	0.33	0.7	0.94	1.54	V	0.9	0.61	0.67	1.55	0.78	0.78	1.23	1.32	2.38	
	VI	0	∞	0.87	1	3.08	∞	∞	∞	3.09	1.41	VI	1.58	0.84	0.53	1.91	1.28	0.78	10	0.84	2	
	VII	0.17	1.43	0.4	0.28	1.04	0	0	∞	0.74	0.56	VII	0.41	0.22	0.066	0.81	0.85	0.4	0.85	0.38	1.25	
	VIII	1.5	4.06	1.28	0.76	1.25	0.41	1.35	1.35	1.18	1.18	VIII	2.14	1.47	0.78	0.76	1.19	1.18	2.66	1.82		
	IX	0.19	0.65	0.41	0.49	0.71	∞	1.79	0.85	0.85		IX	0.51	0.74	0.38	0.42	0.50	0.48	0.8	0.55		

Zoekt men in deze tabellen de waarden op, die in de tabellen rechts en links ten naastebij overeenstemmen, dan blijkt ras, dat geenerlei regelmaat kan worden opgemerkt.

De Heer HERMANIDES heeft hierop een vectorieele bewerking van zijn waarnemingsmateriaal beproefd. Was door mijzelf indertijd slechts één stelsel onder de 252 mogelijke combinaties aangetroffen¹⁾, waarin drie geuren, als vectoren opgevat, konden worden samengevoegd, HERMANIDES gelukte het drie zulke stelsels te vinden.

Het stelsel van ZWAARDEMAKER was dat van terpineol, aethylbisulfide en guajacol in de verhouding 1 : 18 : 1 en als zoodanig niet construeerbaar; de stelsels van HERMANIDES blijken.

A. isoamylacetaat, guajacol en valerianaanzuur in de verhouding 2 : 1 : 29.

B. nitrobenzol, aethylbisulfide en pyridine in de verhouding 1.9 : 1 : 0.5

C. guajacol, pyridine en scatol in de verhouding 1.5 : 1 : 24.

Wegens de betrekkelijke zeldzaamheid van zulke constellaties en het gebrek aan overeenstemming tusschen het stelsel van ZWAARDEMAKER en die van HERMANIDES is m. i. ook hieruit voorloopig niets verder af te leiden.

Belangrijk echter is het, dat bij de verdere vectorische bewerking eenige identiteiten tusschen vectoren voor ons beiden gemeenschappelijk gevonden zijn. Onderstaande tabel geeft hiervan rekenschap.

TABEL van het samenvallen van twee vectoren ten opzichte van twee andere, zoowel bij Z als Hs.

Identiek wordende vectoren	Vectoren, wier ligging vooraf gegeven is
isoamylacetaat en guajacol	valerianaanzuur en scatol
aethylbisulphide en valerianaanzuur	guajacol en pyridine
valerianaanzuur en scatol	isoamylacetaat en terpineol
valerianaanzuur en scatol	isoamylacetaat en guajacol

Ook de reciprociteit tusschen de verhouding van isoamylacetaat en guajacol eenerzijds en valerianaanzuur en scatol anderzijds, vroeger door mij opgemerkt, is door HERMANIDES teruggevonden, zooals een blik op de tabel kan doen zien.

Evenzoo meervoudige identiteit. Voor vier vectoren kwam zij, evenals bij mij, slechts éénmaal voor en wel voor de geuren

¹⁾ Door een rekenfout is in Verslagen Deel XVI, p. 187 noot de eenig mogelijke combinatie van drie vectoren in mijn stelsel foutief aangegeven. De unieke constellatie is die van Terpineol, Aethylbisulfide en Guajacol. Gevolgtrekkingen zijn toen niet gemaakt en worden ook nu niet beproefd.

isoamylacetaat
terpineol
guajacol
pyridine

} Geplaatst als vectoren tegenover de, mede als vectoren gedachte, geuren valeriaanzuur en scatol.

In die constellatie wordt, gelijk men bespeurt, pyridine aangetroffen, in tegenstelling tot nitrobenzol in mijn geval. Laten wij dit, in de beide stelsels verschillende, element achterwege en houden wij alleen rekening met het gemeenschappelijke, dan kunnen wij in beide geurenstelsels, die van mij en die van HERMANIDES, twee groepen van geuren tegenover elkander stellen.

<i>Groep A.</i>	<i>Groep B.</i>
isoamylacetaat	valeriaanzuur
terpineol	scatol
guajacol	

In deze beide groepen verhouden zich op grond der zooeven vermelde reciprociteit terpineol en guajacol onderling op dezelfde wijze als valeriaanzuur en scatol dit doen.

Gevallen van geurcompensaties, waarin voor Z en Hs nagenoeg overeenstemmende verhoudingen gelden.

Geurcompensaties	Z	Hs	Ha
Isoamylacetaat : Guajacol	3	2	5.7
Nitrobenzol : Terpineol	1.37	2.22	28
Nitrobenzol : Muskon	0.43	0.81	0.29
Nitrobenzol : Guajacol	0.65	0.61	49
Nitrobenzol : Valeriaanzuur	0.03	0.013	0.8
Nitrobenzol : Pyridine	3	3.99	10.0
Terpineol : Muskon	0.12	0.18	0.05
Terpineol : Valeriaanzuur	0.050	0.062	0.026
Terpineol : Pyridine	0.50	0.58	0.093
Muskon : Aethylbisulfide	1.0	2.27	0.15
Muskon : Pyridine	1.2	0.55	0.16
Aethylbisulfide : Valeriaanzuur	1.2	0.58	0.13
Aethylbisulfide : Pyridine	3.2	1.85	0.45
Aethylbisulfide : Scatol	0.023	0.037	0.036
Guajacol : Valeriaanzuur	0.030	0.035	0.013

Wij zijn in de gelegenheid geweest de combinaties, waarmee wij overeenstemmen, nog door een derden persoon, den Heer H. HERINGA, assistent aan het laboratorium, te doen onderzoeken. Ter vergelijking zijn de bedoelde gevallen hier nevens elkaar geplaatst. (Zie p. 59).

Van de verhoudingsgetallen in kolom 4 (Ha) verwijderen zich drie zeer weinig van de overeenkomstige waarden in kolom 2 (Z) en 3 (Hs), n.l. terpineol tot valeriaanzuur, aethylbisulfide tot scatol, guajacol tot valeriaanzuur (streng genomen blijft allen aethylbisulfide tot scatol binnen de grenzen der wederkeerige fouten; de overige zijn meer globaal genomen overeenstemmend).

Brengen wij dit in verband met de verdeeling in twee gewone groepen A en B, dan komen wij er toe uit de 9 standaardgroepen er drie af te zonderen, wier werking op het normale reukorgaan vermoedelijk kenmerkend en in het algemeen voor verschillende personen gelijk zal zijn (althans drie waarnemers verkregen ongeveer dezelfde quantitative verhoudingen, wanneer zij deze drie geuren in onderlinge combinaties beproefden).

Het zijn de geuren :

Uit groep A.

terpineol

guajacol

Uit groep B.

valeriaanzuur

Het zal aanbeveling verdienen het onderzoek voorloopig met deze drie geuren in alle bijzonderheden voort te zetten, want het zijn deze drie chemisch scherp gedefinieerde stoffen geweest, die op het zintuig-bewustzijn-complex van drie, onderling geheel onafhankelijke waarnemers quantitatief overeenstemmenden invloed hebben uitgeoefend. Men mag dus aannemen, dat de werking dezer geuren, van de toevalligheid der psychologische waardeering ontdaan, binnen de grens der waarschijnlijke fouten en in de physiologische organisatie gegrond, normaliter een scherp omschreven gaardheid en een zeer bepaalde mate van intensiteit bezit.

Over de uitkomsten der bilaterale geurmenging hoop ik later mededeeling te kunnen doen, wanneer de drie gemeenlijk gelijkwerkende elementaire geuren door meerdere waarnemers op dit punt zijn onderzocht.

Voor de Boekerij worden de volgende dissertaties aangeboden: 1°. door den Heer WICHMANN, namens den Heer L. M. R. RUTTEN: „*Die diluvialen Säugetiere der Niederlande*”; 2°. door den Heer WENT, namens den Heer A. H. BLAAUW: „*Die Perception des Lichtes*”; 3°. door den Heer JULIUS, namens den Heer G. J. ELIAS: „*Anomale magnetische draaiingsdispersie in verband met selectieve absorptie*”.

De vergadering wordt gesloten.

(9 Juni, 1909).

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING van Zaterdag 26 Juni 1909.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer J. D. VAN DER WAALS.

INHOUD.

- Ingekomen stukken, p. 62.
- Levensbericht van wijlen den Heer C. A. J. A. OUDEMANS, door den Heer J. W. MOLL, p. 62.
- L. BOLK: „Over de ligging en verschuiving van het Foramen magnum bij de primaten”, p. 62.
- G. A. F. MOLENGRAAFF: „Over oceanische diepzeeafzettingen van Centraal-Borneo”, p. 78. (Met één kaart).
- H. A. BROUWER: „Glimmerleucietbazalt van Oost-Borneo”. (Aangeboden door de Heeren G. A. F. MOLENGRAAFF en K. MARTIN), p. 85. (Met één plaat).
- E. H. ! ÜCHNER: „De radio-aktiviteit van rubidiumverbindingen”. (Voorloopige mededeeling). (Aangeboden door de Heeren A. F. HOLLEMAN en P. ZEEMAN), p. 91.
- A. SMITS en S. POSTMA: „Over de verbindingen van ammoniak en water”. (1ste Mededeeling). (Aangeboden door de Heeren A. F. HOLLEMAN en F. A. H. SCHREINEMAKERS), p. 94.
- J. J. VAN LAAR: „Iets over den vasten toestand”. IV. (Aangeboden door de Heeren H. A. LORENTZ en F. A. H. SCHREINEMAKERS), p. 97. (Met één plaat).
- L. E. J. BROUWER: „Over één-éénduidige continue transformaties van oppervlakken in zich zelf”. (2e Mededeeling). (Aangeboden door de Heeren D. J. KORTEWEG en P. H. SCHOUTE), p. 106.
- H. E. J. G. DU BOIS: „Een verbeterde halfring-electromagneet”, p. 118 (Met één plaat).
- A. SMITS en E. C. WITSENBURG: „Over de verschijnselen die optreden, wanneer in een ternair stelsel het plooi puntsvlak het tweebladig driefasenooppervlak ontmoet”. (1ste Mededeeling). (Aangeboden door de Heeren J. D. VAN DER WAALS en P. ZEEMAN), p. 122.
- H. A. LORENTZ: „Over de theorie van het ZEEMAN-effect bij waarneming in willekeurige richting”, p. 126.
- JEAN BECQUEREL: „Contribution à la connaissance du phénomène de ZEEMAN dans les cristaux”. (Aangeboden door de Heeren H. KAMERLINGH ONNES en H. A. LORENTZ), p. 146. (Met één plaat).
- P. LÉNARD, H. KAMERLINGH ONNES en W. E. PAULI: „Het gedrag der aardkalkaliphosphoren bij verschillende in het bijzonder zeer lage temperaturen”, p. 151. (Met één plaat).
- H. KAMERLINGH ONNES: „Isothermen van één-atomige stoffen en hun binaire mengsels. IV. Gegevens betreffende neon en helium”, p. 168.
- Aanbieding eener verhandeling van den Heer J. LORIÉ: „Het Uddelermeer en de Veluwe”, p. 172.
- Aanbieding van boekgeschenken, p. 172.

Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn :

1°. Bericht van de Heeren KAMERLINGH ONNES, MAC GILLAVRY en WIND, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen ;

2°. Circulaire van de Commissie voor de uitgave van de Werken van ALESSANDRO VOLTA. Voor kennisgeving aangenomen.

De Heer MOLL leest het Levensbericht van wijlen den Heer C. A. J. A. OUDEMANS, hetwelk in het Jaarboek voor 1909 zal worden opgenomen.

Anatomie. — De Heer BOLK doet eene mededeeling „*Over de ligging en verschuiving van het Foramen magnum bij de Primaten.*”

Bij de Primaten neemt het Foramen magnum een zeer verschillende ligging in de schedelbasis in. Nu eens is het — zooals bij Mycetes — de occipitale pool van den schedel zeer dicht genaderd, en bestaat een toestand zooals men bij de overige zoogdieren als regel aantreft, dan weer ligt het — als bij den mensch, ongeveer in het midden van de schedelbasis. Dit laatste heeft wel aanleiding gegeven de verschuiving van het Foramen magnum faciaalwaarts met het verkrijgen van den opgerichten gang in betrekking te brengen. Echter is er reeds door HUXLEY op gewezen dat de graad van de verschuiving niet afhankelijk is van de plaats die het geslacht in het systeem der Primaten inneemt, en zooals in deze mededeeling zal worden aangetoond zal men zeker het verband tusschen beide verschijnselen niet daarin mogen zien dat de verkrijging van den opgerichten gang de oorzaak is van de verschuiving van het Foramen magnum.

Met het verschil in ligging verandert ook in het algemeen de helling van het vlak van het Foramen magnum, doch hierop zal ik in deze mededeeling niet nader ingaan, mij beperkend tot het verschijnsel der verschuiving. Deze is wat de hoofdzaken betreft reeds sinds langen tijd bekend, ja in zekeren zin begint de geschiedenis der vergelijkende craniologie met de studie van deze verschuiving. In het jaar 1764 toch verscheen reeds eene verhandeling van DAUBENTON, op dit onderwerp betrekking hebbend ¹⁾. Hij toonde de verschuiving in het bijzonder aan door de hoegrootheid te bepalen van een hoek, die sinds als DAUBENTON's occipitaalhoek bekend is, doch die het nadeel heeft dat de beide beenen ervan niet in het

¹⁾ Différences de la situation du trou occipital dans l'homme et dans les animaux. Mém. Acad. d. Sciences.

mediaanvlak liggen. Hij is later vervangen door den occipitaalhoek van BROCA, die althans het voordeel heeft, dat dit laatste wel het geval is. Toch komt het mij voor dat zoowel de methode van BROCA, als de door latere onderzoekers (HUXLEY, VIRCHOW, WELCKER) toegepaste om de verschuiving van het Foramen magnum in getalwaarde uit te drukken, door een andere meer exacte kunnen worden vervangen. Zij construeerden een bepaalden hoek en bezigden dezen als maatstaf voor de verschuiving. Een analyse van hun methoden leert echter dat de hoegrootheid van hun hoek niet alleen bepaald wordt door de ligging van het Foramen magnum, maar daarenboven door verschillende andere factoren (helling van het vlak van het For. magn., knikkingsgraad van de schedelbasis, verschuiving der anatomische punten waarheen de beenen van den hoek divergeeren). Ik zal dan ook in deze mededeeling een andere methode volgen, waarover straks nader ¹⁾.

Deze mededeeling bevat de eerste resultaten van een onderzoek over de anatomie van den Primaten-schedel, in het bijzonder gebaseerd op de studie van het mediaanvlak. Ten einde in latere mededeelingen herhalingen te voorkomen zal ik eene opsomming van het materiaal dat door mij voor dit onderzoek gebruikt is, doen voorafgaan. In volgende mededeelingen kan dan hiernaar verwezen worden. Alle schedels werden mediaan gehalveerd, en het mediaanvlak met den pantograaph van MARTIN door mij op natuurlijke grootte geteekend, met uitzondering der schedeltjes van Hapale, die op tweemaal de ware grootte geteekend zijn. De mediagrammen der foetale menschedels werden op andere wijze vervaardigd. Alle nu en later mede te deelen maten, verhoudingsgetallen enz. zijn, indien niet uitdrukkelijk het tegendeel vermeld is, aan de mediagrammen ontleend.

Menschenschedels.

20	foetale	schedels	
10	schedels	uit het 1 ^e jaar	
5	„	van het 1 ^e — 2 ^e jaar.	
7	„	„ „ 2 ^e — 3 ^e „	
4	„	„ „ 3 ^e — 4 ^e „	
5	„	„ „ 4 ^e — 5 ^e „	
7	„	„ „ 5 ^e — 7 ^e „	
6	„	„ „ 7 ^e — 8 ^e „	

¹⁾ Het beste werk op het gebied der vergelijkende craniometrie der Primaten (n.l. dat van AEBY) onderscheidt zich ook in dit opzicht van de overige dat hierin zooveel mogelijk toepassing gemaakt wordt van verhoudingsgetallen en zoo weinig mogelijk van hoekwaarden. C. AEBY. Die Schädelformen der Menschen und der Affen. Leipzig 1867.

Menschenschedels.

4	schedels van het	8 ^e —10 ^e	jaar		
6	„	„	„	10 ^e —12 ^e	„
10	dolichocephale	schedels	(Friezen)	Ind. ceph. gem.	75.7
10	„	„	(Papoeas)	„ „ „	67.5
10	„	„	(Negers)	„ „ „	71.2
10	brachycephale	schedels	(Zeeuwen)	„ „ „	84.8
10	„	„	(Javanen)	„ „ „	82.7

Bovendien werden mediaansneden vervaardigd door nog 10 dolichocephale schedels, met een gemiddelden index van 74.8, waarvan echter de herkomst niet nauwkeurig bekend was.

Apenschedels.

Hapale sp.	. . . . .	6
Cebus fatuellus ♂	. . . . .	5
Cebus fatuellus ♀	. . . . .	5
Chrysothrix sciurea.	. . . . .	10
Mycetes seniculus	. . . . .	5
Pithecia nocturna	. . . . .	4
Ateles sp.	. . . . .	7
Inuus nemestrinus	. . . . .	5
Cynocephalus sp.	. . . . .	3
Macacus cynomolgus ♂	. . . . .	5
Macacus cynomolgus ♀	. . . . .	5
Cercopithecus sp.	. . . . .	4
Colobus guereza.	. . . . .	2
Semnopithecus maurus	. . . . .	5
Siamanga (ad.)	. . . . .	10
Siamanga (juv.)	. . . . .	2
Hylobates sp.	. . . . .	5
Simia satyrus (ad.)	. . . . .	10
Simia satyrus (juv.)	. . . . .	3
Troglodytes niger (ad.)	. . . . .	2
Troglodytes niger (juv.)	. . . . .	2
Troglodytes gorilla (ad.)	. . . . .	8
Troglodytes gorilla (juv.)	. . . . .	2

Van Ateles, Cynocephalus en Cercopithecus zijn de gegevens ontleend aan individuen van verschillende soorten. Van de beide eerste geslachten zijn mij de soorten niet nauwkeurig bekend, van Cercopithecus behoorden de schedels tot de soorten: albogularis, patas, talapoin en Campbelli. De schedeltjes van Hapale waren afkomstig van indi-

viduen uit de omgeving van Paramaribo, of zij alle tot één soort behooren zou ik niet durven beslissen. Ook van *Hylobates* was mij de soort niet nauwkeurig bekend, twee waren afkomstig uit het Zuidwestelijk deel van Borneo (vermoedelijk *H. concolor*) de drie overigen uit Deli op Sumatra (vermoedelijk *H. agilis*). Ik herinner er echter aan dat SCHLEGEL, THOMAS en MAX WEBER van oordeel zijn, dat dit geen afzonderlijke soorten doch regionale variëteiten zijn.

De hier als Friezen vermelde schedels zijn oude „terp” schedels uit de eerste eeuwen onzer jaartelling, zijn dus als representanten van den Germanenschedel te beschouwen, en kunnen dus worden aangeduid als schedels van den *Homo europaeus, frisius*. De bovengenoemde schedels van Zeeuwen zijn afkomstig uit het verdronken land van Z. Beveland. Zooals elders door mij aangtoond is en ook reeds vroeger door anderen opgemerkt was, heeft men in de oude bewoners van Z. Beveland te doen met een zoo goed als onvermengd rondhoofdige bevolking, die gerekend moet worden te behooren tot het korte, bruinoogige, brachycephale ras van Europa, thans algemeen bekend onder den naam *Homo alpinus*. De schedels kunnen dus nader worden aangeduid als die van *Homo alpinus zeelandicus*.¹⁾

Alvorens met de bijzondere mededeeling op het Foramen magnum betrekking hebbende te beginnen moet ik een korte uiteenzetting geven van de methode door mij bij dit vergelijkend craniologisch onderzoek gevolgd. Onmiddellijk deed zich bij het begin van dit onderzoek de noodzakelijkheid gevoelen aan een grondlijn in het mediaanvlak van den schedel gelegen ten opzichte waarvan de verschillende te berekenen en te vergelijken verhoudingen moesten worden vastgesteld. Deze grondlijn van het systeem moet aan bepaalde eischen voldoen. In de eerste plaats moet zij bij alle schedels twee gemakkelijk te bepalen overeenkomstige punten verbinden. Deze punten moeten door den vorm van den schedel zelve bepaald zijn. Zij mogen dus niet zijn reliefpunten, daar deze door verschuiving de richting van de grondlijn zouden wijzigen, terwijl bovendien de lengte ervan afhankelijk zou worden van de meer of minder krachtige ontwikkeling van het relief. Om dezelfde reden mocht ik niet een lijn kiezen die in lengte of verloop afhankelijk zou kunnen zijn van den plaatselijken diktegroei van den schedelwand, en moest dus begin- en eind-

1) Met deze omschrijving geef ik gehoor aan den door FRIZZI uitgesproken wensch: Es ist zu wünschen dass alle Länder und deren einzelne Bezirke, welche auf den Alpinus Anspruch erheben werden dürfen, fernerhin dem Oberbegriff *Homo alpinus* als Unterbegriff den seines näheren Bestimmungsortes beifügen mögen. E. FRIZZI. Ein Beitrag zur Anthropologie des „*Homo alpinus tirolensis*”. Mith. Anthrop. Gesellsch. Wien Bnd XXXIX.

punt gelegen zijn aan de binnenvlakte van dien wand. Waar het betreft schedels van zoo verschillenden vorm als die der Primaten, kwam het mij ook niet gewenscht voor als vaste punten te kiezen het kruisingspunt van een der het mediaanvlak snijdende suturen. De ligging toch van deze op het schedeloppervlak is te zeer afhankelijk van de eigen ontwikkeling der aangrenzende schedelbeenderen. ¹⁾ Het punt waar een suture het mediaanvlak snijdt moge een bij alle schedels homoloog punt zijn, de grondlijn van een vergelijkend craniometrisch systeem moet zooveel mogelijk tusschen twee homotope punten liggen.

De grondlijn van mijn systeem, waarop alle verdere maatverhoudingen zullen worden teruggevoerd en ten opzichte waarvan steeds zooveel mogelijk de waarde van hoeken zal worden bepaald, is in Fig. 1 in het mediagram van een Cebusschedel geschetst. Als voorste punt koos ik het onderste punt van den frontalen wand van den schedel ter plaatse waar de binnenvlakte van den schedel zich in een min of meer scherpe bocht ombuigt om zich in het dak van de neusholte voort te zetten. De bepaling van dit punt biedt gewoonlijk geene moeilijkheid, omdat in het mediaanvlak de binnenvlakte van alle Primatenschedels een duidelijk frontalen wand bezit, die wel min of meer helt, min of meer geleidelijk in het schedeldak overgaat, maar toch steeds aanwezig is. Ik zou dit zoo kunnen uitdrukken: op een mediaansnede bezitten alle primatenschedels aan de binnen-

¹⁾ Ten onrechte beweert dan ook KLAATSCH dat de door hem voorgestelde „glabella-lambdalin” de voorkeur zou verdienen boven de „glabella-inionlijn” van SCHWALBE. Moge het Inion een variabele ligging hebben, als liggend in een spierlijst, het lambda is niet minder variabel als zijnde afhankelijk van den vlaktegroei van de squama occipitis. En wanneer men denkt aan het zeer variabele aandeel dat de ossa interparietalia aan de vorming der squama nemen, dan heeft men hierin zelfs een grond, om zich het verloop der lambdanaad wisselvalliger te denken dan dat van eenige andere naad van den schedel. Dat trouwens de lijn van KLAATSCH niets voor heeft boven die van SCHWALBE, is mij uit het volgende gebleken. KLAATSCH beweert dat zijn Glabella-lambdalin steeds bij den mensch een ongeveer rechten hoek maakt met de Basion-Bregmalijn. Ik heb nu aan de mediagrammen van mijn volwassen menschedels de hoeken gemeten die de Basion-Bregmalijn maakt met de lijn van KLAATSCH en met die van SCHWALBE en vond nu het volgende. Bij 70 menschedels varieerde de hoek die de Basion-Bregmalijn maakt met de glabella-lambdalin (KLAATSCH) tusschen 84 en 98 graden, en de hoek die deze lijn maakt met de glabella-Inionlijn (SCHWALBE) tusschen 104 en 117 graden. Volgens de methode van KLAATSCH ligt de top van de variatie curve bij 90 graden (in 17 van de 70 gevallen) volgens de methode van SCHWALBE bij 112 graden (in 14 van de 70 gevallen). Uit deze vergelijking blijkt ten duidelijkste dat de eigen verschuiving van het inion niet grooter is dan die van het lambda en dat dus op grond hiervan aan geen der beide lijnen eenige voorkeur boven de andere gegeven mag worden.

vlakke een voorhoofd. Ter zijde van het mediaanvlak verdwijnt deze frontale wandvlakte doordat het dak van de orbitae tot zeer dicht onder het schedeldak nadert, zoodat schedeldak en orbitaaldak onder een dikwijls zeer scherpen hoek aan elkander stooten. En zooals ik in eene volgende mededeeling dan ook zal aantonen is het voorhoofd van den mensch niet uitsluitend ontstaan door een hoogere welving van het Os frontale doch voor een niet gering gedeelte door eene benedenwaartsche verschuiving der oogkassen. Ook in AEBY's werk vind ik deze gedachte reeks uitgesproken, en het komt mij voor dat de onderzoekingen der laatste jaren over dit deel van den schedel wel in een eenigszins andere richting zouden zijn gegaan, wanneer men aan het feitenmateriaal in AEBY's werk meer aandacht had geschonken.

De overgang van de cerebrale in de nasale vlakke, dat is dus in 't algemeen het voorste onderste punt van de binnenvlakke van den schedel, is in verreweg de meeste gevallen onmiddellijk te bepalen. Slechts in enkele gevallen ondervond ik eenige moeilijkheid in de vaststelling ervan en wel bij de schedels van Javanen daar ik hier behoudens een enkele uitzondering een zeer ver in de schedelruimte inspringende crista frontalis aantrof. Kortheidshalve zal ik in het vervolg dit voorste punt der grondlijn als het „Fronton” aanduiden. Het tweede punt bepaalde ik met den passer vanuit het eerste punt. Ik zocht n.l. op den achterwand het punt dat zoover mogelijk van het fronton verwijderd was. Bij de lagere primaten is dit punt gewoonlijk direkt te bepalen, bij den mensch echter en vooral bij den jeugdigen schedel is dit niet het geval. Niet zelden toch vond ik dat een grooter stuk van de binnenvlakke van den achterwand van den schedel in het mediaanvlak een deel van een cirkelomtrek beschrijft met het fronton tot middelpunt. Waar dit het geval was koos ik steeds het midden van deze cirkellijn als achterste punt. In het vervolg zal dit punt als „Occipiton” worden aangeduid.

De tusschen het fronton en occipiton zich uitstrekkende grondlijn kan tevens zijn de lijn van de grootste lengte der schedelholte, en is dit ook in de meeste gevallen, doch niet altijd, in het bijzonder niet bij jeugdige schedels. Zoowel bij den mensch toch als bij de Anthroïden bezit de frontale wand van schedels met nog lactale dentitie een min of meer duidelijk ontwikkelde concaviteit. Bij zulke schedels verloopt dus de „grootste lengte” schuin door de schedelholte van ongeveer het midden van het os frontale tot ongeveer het midden van de squama van het occipitale.

Ik zal nu in deze mededeeling eerst vermelden hoe bij de verschillende door mij onderzochte schedels het Foramen ten opzichte

van de grondlijn is gelegen om vervolgens de ligging ervan bij jeugdige en volwassen schedels van dezelfde soort te vergelijken.

Zooals ik reeds zeide zal ik dit niet doen door een bepaalden hoek te construeeren en de veranderingen in de waarde hiervan te bepalen. In 't algemeen komt het mij voor dat men in de vergelijkende cranio-logie zoo weinig mogelijk eenig verschijnsel door de varieering van hoekwaarden moet bestudeeren, men beperke zich in 't construeeren van hoeken zooveel mogelijk. Elke hoek vereischt toch drie punten, de beide beenpunten en het hoekpunt. Eene schommeling nu in de waarde van een hoek kan alleen dan een juiste uitspraak doen over het verloop van eenig verschijnsel, wanneer men overtuigd is dat twee van deze drie punten ten opzichte van elkander niet verschoven zijn. En dit is in de meeste gevallen wel niet verwezenlijkt. Elk punt in den schedel varieert in zijn ligging zelfstandig doordat op elk punt een groot aantal factoren plaatsbepalend inwerken. En twee punten kunnen nu een aantal factoren gemeen hebben, maar daarnaast ook meerdere die niet gemeenschappelijk zijn. Wanneer men dus bij twee schedels een ongelijken hoek vindt tusschen drie punten, dan is het niet geoorloofd het verschil te verklaren alleen door verschuiving van één der punten. Het onnauwkeurige dat zulk een methode aankleeft, wordt wel niet geheel opgeheven maar wordt toch veel minder wanneer men in plaats van hoekbepalingen, projecties construeert op een grondlijn en nu den gang van een verschijnsel uitdrukt door de verschillende waarde van verhoudingsgetallen. De graad van nauwkeurigheid bij deze methode wordt in hoofdzaak bepaald door de vraag in hoeverre de grondlijn twee werkelijk homotope punten verbindt.

De eerste toepassing van deze methode, die ook door AEBY is gevolgd, zij het dan ook met een mijns inziens onjuist gekozen grondlijn ¹⁾, zal ik in deze mededeeling maken voor de liggingsbepaling van het Foramen magnum. Deze is een zeer eenvoudige. Wanneer men n.l. van den voorrand van het Foramen magnum, — het basion — een loodlijn opricht op de grondlijn dan wordt deze in een voorste en achterste stuk gescheiden. (Zie Fig. 1). Het voorste stuk zal ik in het vervolg korthedshalve met *A* aanduiden, het achterste met *B*. Deze letters zullen dus in mijn geleidelijk te ontwikkelen craniometrisch systeem steeds een bepaald begrip aanduiden. De grondlijn zelve zal met de letter *G* worden aangeduid, zoodat *A* het stuk is van *G* gelegen vóór het projectiepunt van het basion,

¹⁾ De hoofdfout in AEBY's grondlijn is deze dat hij haar legde tusschen twee „anatomische” punten, hij ontleende haar aan de „structuur” van den schedel, de door mij gekozen grondlijn wordt door den „vorm” ervan bepaald.

terwijl *B* het daarachter liggende stuk van *G* is. Hoe verder nu het basion, dat is dus ook het Foramen magnum, naar achter ligt, des

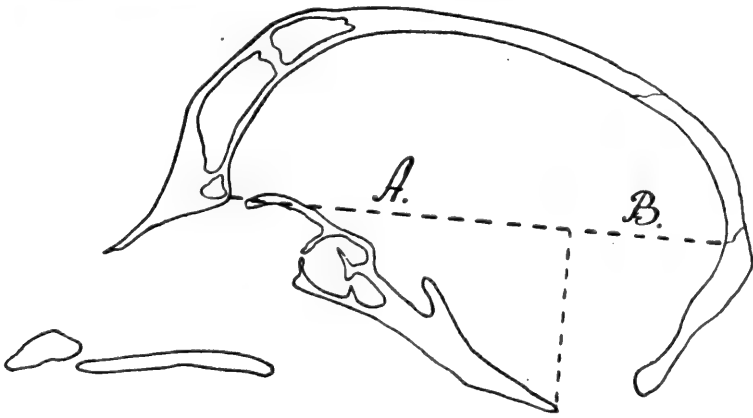


Fig. 1.

e grooter wordt *A*. Wanneer men nu, om onafhankelijk te worden van absolute maten, en direkte vergelijkingen te kunnen maken *G* stelt op 100 dan is door bepaling der absolute maten van *A* en *G* op het mediagram de verhouding van *A* tot *G* direkt uit te drukken in een getal dat grooter wordt naar gelang *A* zelve grooter wordt. Dit verhoudingsgetal zal ik in het vervolg als den „basaalindex” van den schedel aanduiden. Deze beantwoordt dus aan de formule

$$\frac{100 A}{G} = \text{Index basalis.}$$

Deze index wordt dus grooter naarmate het Foramen magnum meer occipitaalwaarts gelegen is.

Ik zal nu beginnen de gevonden basaalindices der verschillende apenschedels te vermelden, daarna volgen die van den mensch.

Index basalis van Apenschedels.

Hapale 77, 72, 71, 70, 70, 68. Gemiddeld **71**.

Chrysothrix 62, 61, 60, 60, 60, 59, 58, 58, 57, 56. Gemiddeld **59**.

Cebus 71, 70, 70, 69, 68, 68, 67, 65, 64, 64. Gemiddeld **67**.

Ateles 67, 66, 65, 64, 61, 58. Gemiddeld **64**.

Pithecia 76, 75, 74, 70. Gemiddeld **74**.

Mycetes 95, 91, 86, 84, 78. Gemiddeld **86**.

Inuus 67, 65, 65, 64, 63. Gemiddeld **65**.

Cynocephalus 69, 66, 60. Gemiddeld **65**.

Macacus 69, 69, 66, 65, 65, 63, 62, 60, 60, 60. Gemiddeld **64**.

Cercopithecus 60, 60, 57, 54. Gemiddeld **57**.

Semnopithecus 76, 76, 74, 71, 70. Gemiddeld **74**.

Colobus 76, 74. Gemiddeld **75**.

Siamanga (adult) 78, 77, 76, 76, 76, 75, 75, 75, 73. Gemiddeld **76**.

Siamanga (juv.) 70, 62.

Hylobates 66, 67, 71, 72, 80.

Chimpanse (adult) 65, 63. Gemiddeld **64**.

Chimpanse (juv.) 53, 50.

Gorilla (adult) 67, 66, 65, 62, 59, 58, 58, 56. Gemiddeld **61**.

Gorilla (juv.) 54, 50.

Orang (adult) 69, 65, 60, 60, 58, 58. Gemiddeld **61**.

Orang (juv.) 55, 53, 51, 51, 50. Gemiddeld **52**.

Laten wij voorloopig de infantiele schedels buiten beschouwing, dan blijkt dat de basaalindex bij de verschillende apengeslachten sterk varieert, terwijl bovendien niet onaanzienlijke individueele variaties bestaan. Het hoogste gemiddelde werd gevonden bij *Mycetes*, het laagste bij *Cercopithecus*. Tevens blijkt de juistheid van hetgeen reeds door HUXLEY beweerd is, dat de ligging van het Foramen magnum aan de schedelbasis onafhankelijk is van de plaats die het geslacht in het systeem inneemt. Dit komt het duidelijkst uit als men de geslachten regelmatig rangschikt volgens de gevonden gemiddelde waarde van hun index basalis, beginnend met het geslacht met den hoogsten index, dus dat waar het For. magn. het verst naar achter ligt. Men verkrijgt dan de volgende opvolging: *Mycetes*, *Siamanga*, *Colobus*, *Pithecia*, *Semnopithecus*, *Hapale*, (*Hylobates*), *Cebus*, *Inuus*, *Cynocephalus*, *Macacus*, *Ateles*, *Chimpanse*, *Gorilla*, *Orang*, *Chrysothrix*, *Cercopithecus*.

Uit deze opeenvolging kan men tevens afleiden, dat er geen direkt oorzakelijk verband bestaat tusschen de ligging van het Foramen magnum en de ontwikkeling van den bipeden gang. Wel is waar zal straks blijken dat de index basalis bij den mensch lager is dan bij de overigen Primaten, maar de gegeven opsomming waarschuwt er tegen dit afhankelijk te stellen alleen van het verkrijgen van den opgerichten gang. Wanneer dit het geval was zou zeker de *Siamang* niet bovenaan staan met op één na de hoogste basaal index. En wat het geslacht betreft waar de hoogste indexwaarde wordt aangetroffen — *Mycetes* — is het wel niet onwaarschijnlijk, dat men hier te doen heeft met een secundaire verschuiving occipitaalwaarts van het Foramen magnum, ingevolge de buitengewone ontwikkeling van het Hyoidapparaat. De plaats die *Mycetes* in dit opzicht inneemt is eene exceptioneele tengevolge van bijzondere ontwikkelingsverschijnselen. Neemt men dit in aanmerking, dan staat de *Siamang*, het dier dat in den bipeden gang misschien meer bedrevenheid bezit

dan eenige andere der in deze mededeeling genoemde Primaten, bovenaan wat de waarde van zijn basaalindex aangaat, en nadert het meest tot de halfapen, waarvan ik o. a. bij Lemur albifrons een Index vond van 87, bij Propithecus diadema een van 80. Men wachtte er zich echter voor, niet alleen om op grond hiervan aan Siamang een lager plaats in het systeem toe te kennen dan den Primaten met kleiner basaalindex, maar vooral ook om dit verschijnsel zelve bij Siamang als een behouden gebleven oorspronkelijken toestand op te vatten. Hiervan ben ik niet overtuigd. De ligging van het Foramen magnum, wordt toch, zooals in een der volgende mededeelingen zal worden aange- toond, in hooge mate bepaald door de ligging van den aangezichts- schedel ten opzichte van den hersenschedel. En in dit opzicht is bij de Primaten wel degelijk een ontwikkelingslijn te herkennen, in 't kort hierop neerkomend dat de aangezichtsschedel, eerst gelegen vóór den hersenschedel, zich onder dezen schuift, om zich daarna te verkorten. De verschuiving nu van den aangezichtsschedel occipitaal- waarts heeft een grooten invloed op de ligging van het Foramen magnum.

Onderaan in de rij met den kleinsten basaalindex staat Chrysothrix als vertegenwoordiger der platyrrhine apen, en Cercopithecus als die der katarrhine. Wat deze laatste betreft komt mij een onderzoek aan meerdere individuen, vooral van dezelfde soort, niet ongewenscht voor, ten einde te beslissen of inderdaad in het algemeen in het geslacht Cercopithecus het Foramen magnum zoover naar voren ligt. De Anthropoiden nemen wat hun basaalindex betreft niet een in 't oog vallend bevoorrechte plaats in onder de apen, en vormen zeker niet een direkten overgang tusschen de lagere apen en den mensch.

De index basalis van dezen laatste blijkt uit de volgende gegevens waarbij ik de verschillende vroeger genoemde groepen afzonderlijk blijf bespreken. Volledigheidshalve vermeld ik tevens den index cephalicus.

Schedels van Zeeuwen (Homo alpinus var. Zeelandicus) Index cephalicus: laagste 81.6, hoogste 88, gem. 84.8.

Index basalis: 50, 49, 48, 48, 48, 48, 45, 44, 43, 43, gem. 45.7.

Schedels van Javanen. Index cephalicus: laagste 78.3 hoogste 87.9

Index basalis: 52, 51, 50, 50, 49, 48, 46, 45, 42, 42, gem. 47.9.

Schedels van Papoea's. Index cephalicus: laagste 63.4, hoogste 69.6 gem. 67.5.

Index basalis 46, 45, 45, 45, 44, 44, 44, 44, 43, 42, gem. 44.6.

Schedels van Friezen (Homo europaeus var. Frisius). Index cephalicus: laagste 71.5 hoogste 79.1 gem. 75.7.

Index basalis 48, 47, 46, 46, 46, 44, 44, 44, 42, 40, gem. 44.7.

Schedels van Negers. Index cephalicus: laagste 68.2 hoogste 76.4, gem. 71.2

Index basalis: 50, 49, 48, 47, 47, 47, 45, 44, 43, 42, gem. 46.6.

Vergelijkt men de indexwaarden bij den mensch met die der volwassen apen dan blijkt dat een vrij groot verschil tusschen beide bestaat, en dat in het bijzonder het gemiddelde van alle menschedels ruim 15 eenheden kleiner is dan dat van alle Anthropoidenschedels. Door deze aanzienlijke verschuiving van het Foramen magnum naar voren, heeft de menschedel een kenmerk verkregen dat hij met geen der andere primaten gemeen heeft. Wanneer toch de index basalis grooter is dan 50, dan wil dit zeggen, dat de projectie van het basion op G. achter het midden van deze lijn ligt. Dit nu was zonder uitzondering bij alle volwassen apenschedels het geval, bij den mensch daarentegen ligt het projectiepunt van het basion bijna steeds vóór het midden van G. bij uitzondering valt het hiermede samen of ligt het een weinig ervoor. De zelfstandige plaats die de mensch ten opzichte van de ligging van het Foramen magnum inneemt blijkt ook nog hieruit, dat de laagste waarde van den Index basalis die ik bij den volwassen apenschedel vond, n.l. 54 bij *Cerco-pithecus patas* — hooger is dan de hoogste waarde die ik bij den mensch vond: 52 bij een Javaan. Terwijl dus bij de apen A steeds grooter is dan B, is bij den mensch het omgekeerde het geval.

Op de vraag of bij den mensch het Foramen magnum bij den brachycephalen en den dolichocephalen schedel een met dit verschil in vorm in verband staande verschillende ligging inneemt, geven bovenstaande cijfers een ontkennend antwoord. Wel is waar bezitten de beide brachycephale groepen — de Zeeuwen en de Javanen — een index basalis die iets hooger is dan die der dolichocephale Papoea's en Friezen, maar daartegenover staat dat de groep der sterk langhoofdige Negers met hun index cephalicus van gemiddeld 71.2 een index basalis bezit die hooger is dan die der zeer korthoofdige Zeeuwen.¹⁾ Ik kan dus uit mijne uitkomsten geen aanwijzing putten dat er bij den mensch eene betrekking bestaat tusschen de ligging van het Foramen magnum en den vorm van den schedel, noch op grond der gemiddelden, noch op grond der variatiebreedte, want bij de brachycephale schedels varieerde de index basalis van 52—42 bij de dolichocephale van 50—40.

Deze onafhankelijkheid van index cephalicus en index basalis kan

¹⁾ In AEBY's monographie, vind ik met betrekking tot het Foramen magnum bij de negers de volgende opmerking: Einige Beobachter glauben die Wahrnehmung gemacht zu haben dass die Stellung dieser Oeffnung insofern veränderlich sei, als sie bei gewissen Völkerschaften und zwar speziell den Negern, weiter hinten liege, als bei andern. (Die Schädelformen der Menschen und der Affen. Leipzig 1867 blz. 16).

ook nog blijken uit onderstaande tabel waarin ik van tien langhoofdige schedels de beide indices naast elkander plaats. Deze schedels behooren niet tot een der bovenstaande groepen.

Index cephalicus	Index basalis
68.9	46.7
71.5	43.8
72.3	48.—
72.5	41.7
72.9	44.5
73.1	48.7
74.7	50.—
74.8	50.6
75.9	45.5
76.4	44.6

Ook bij deze tien schedels treft men weder dezelfde variatiebreedte van ongeveer 10 eenheden in den index basalis als bij de vijf bovenstaande groepen.

Als voornaamste conclusie uit het voorgaande is dus deze te stellen dat bij den mensch de projectie van het basion op *G* regelmatig valt een weinig vóór het midden van deze lijn. En wanneer men nu bedenkt dat de steunlijn van den schedel die dus het midden der beide condylen met elkander verbindt regelmatig een weinig achter het basion ligt dan komt men tot de conclusie dat het projectiepunt van de steunlijn van den menschelijken schedel op de door mij aangenomen grondlijn, samenvalt met het midden van deze lijn. Men kan zich denken dat in verband met den opgerichtten gang van den mensch, deze verhouding uit een oogpunt van statiek een gunstige is.

Een verrassende uitkomst leverde de vergelijking van de indices basales van onvolwassen schedels met volwassenen van dezelfde soort. In alle gevallen waarin deze vergelijking gemaakt kon worden bleek dat de index basalis van den infantielen en juvenielen schedel lager is dan die van den adulten, met andere woorden: *gedurende de postfoetale ontwikkeling van den schedel, verschuift het Foramen magnum occipitaalwaarts*. Deze uitkomst had ik niet vermoed. Ik had a priori het tegenovergestelde verwacht, meenende in de individueele ontwikkeling een afspiegeling van de phylogenetische te zullen terugvinden. Ik zal nu het omschreven verschijnsel weder eerst aantonen bij de apenschedels daarna bij die van den mensch.

Het directe bewijs van deze verschuiving verkrijgt men door eene vergelijking der indices basales. Ik zal echter nog op een tweede

wijze een sprekend bewijs er van leveren, n.l. door een superpositie van de mediagrammen van jeugdige en volwassen schedels.

Van den Siamang vervaardigde ik doorsneden van twee onvolwassen schedels, de jongste was in het bezit van een volledig melkgebit, terwijl nog geen tand van het blijvende gebit doorgebroken was. De index basalis van dezen schedel was .62, dat is elf eenheden kleiner dan de laagste index basalis van de volwassen siamang-schedels. De tweede bezat een gemengd gebit, de blijvende canini, de eerste premolaren, en de 3e molaar waren nog niet doorgebroken. Van dezen schedel bedroeg de index basalis 70. Er had dus reeds een aanzienlijke verschuiving van het Foramen magnum naar achter plaats gehad, doch deze waselijkbaar nog niet beëindigd.

Het verschil in ligging van het Foramen magnum dat uit deze verschillende waarden van den Index basalis reeds blijkt, komt in Fig. 2 nog sprekender uit.

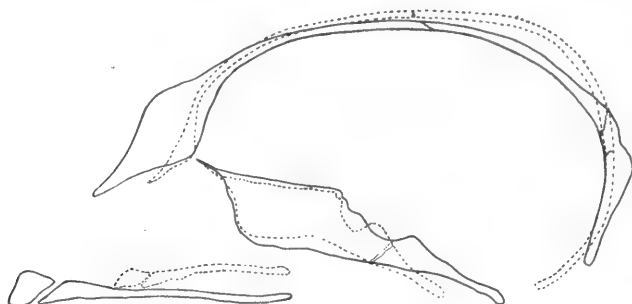


Fig. 2. Mediagrammen van een volwassen en infantielen Siamangschedel.

De doorgetrokken lijn is in deze Figuur het mediagram, door een volwassen Siamangschedel met een index basalis van 76, de gestipelde lijn is het mediagram van den jeugdigen Siamang met volledig melkgebit en een index basalis van 62. De absolute lengte van G bedroeg bij den volwassen schedel: 80 mM., bij den jeugdigen 72 mM. Het mediagram van den juvenielen schedel is nu geteekend bij een vergrooting van $\frac{80}{72}$. Wanneer men nu de grondlijnen laat samenvallen, zoodat het fronton en occipiton van beide schedels elkander dekken, dan verkrijgt men een figuur waaruit men direkt zien kan welke vormveranderingen de schedel ondergaat bij zijn ontwikkeling van den juvenielen tot den adulten vorm. Ik zal in mijne mededeelingen over dit onderwerp meerdere malen van zulke figuren gebruik maken, hier pas ik de methode toe om het verschil in ligging te doen zien van het Foramen magnum bij onvolwassen en adulte schedels.

En in Fig. 2 komt dit verschil bij den schedel van Siamang duidelijk uit, bij den volwassen schedel ligt het Foramen magnum aanzienlijk verder naar achteren dan bij den jeugdigen. Tevens blijkt dat deze verschuiving tot stand komt in hoofdzaak door verlenging van het basi-sphenoid en het basi-occipitale, de basislengte van de Fossa anterior van den schedel blijkt bij het jeugdige individu weinig van die bij het volwassene te verschillen.

De verschuiving van het Foramen magnum naar achteren heeft ten gevolge, dat de squama van het occipitale hare welving grootendeels verliest en meer vertikaal komt te staan.

Na het voorafgaande kan ik over de Anthroïden kort zijn. Van Chimpanse onderzocht ik twee volwassen en twee jeugdige schedels, beide met een nog volledig melkgebit. De index basalis der beide eerste bedroeg 65 resp. 63, die der beide laatste 53 resp. 50. Ook hier dus blijkt het Foramen magnum bij de juveniele schedels niet onaanzienlijk meer naar voren te liggen. Wat trouwens ook blijkt

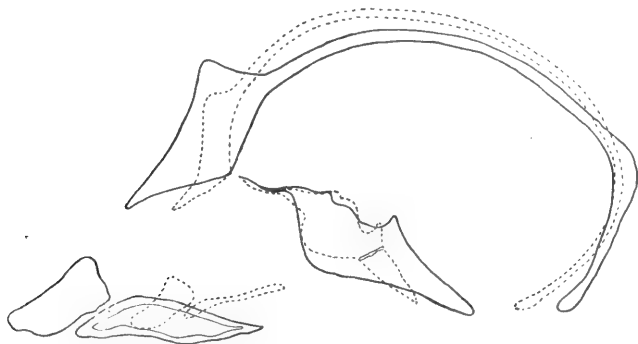


Fig. 4 Mediagrammen van een volwassen en infantieel Chimpanse-schedel.

uit fig. 3, waarin ik weder het mediagram van een jeugdigen schedel op dat van een volwassene gesuperponeerd heb¹⁾. Het is voor de kennis van de vervorming van den schedel van belang er op te wijzen dat ook hier de verschuiving tot stand komt door verlenging van het basi-sphenoid en basi-occipitale gepaard aan een steiler worden van de squama van het occipitale.

Dat ook bij Orang het Foramen magnum zich occipitaalwaarts verplaatst wordt voldoende bewezen door de beide series der indices

¹⁾ Terloops maak ik opmerkzaam op de eigenaardige doorsnede van het palatum van den volwassen Chimpanse, dat blazig verdikt is doordat de sinus maxillares van rechts en links met elkander samenhangen, door het palatum heen, een verschijnsel dat ik ook bij andere apen (Mycetes) waarnam.

basales van volwassen en onvolwassen schedels naast elkaar te plaatsen. Het bewijs is hier meer afdoende aangezien van een grooter aantal jeugdige Orangschedels de index basalis bepaald werd. Voor de volwassen schedels verkreeg ik de volgende waarden: 69, 65, 60, 60, 58, 58 en voor de onvolwassenen de waarden 55, 53, 51, 51, 50.

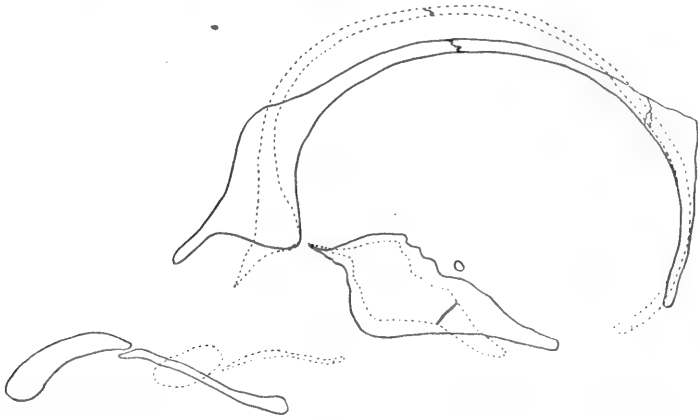


Fig. 3.

Mediagrammen van een volwassen en infantieel Orangschedel.

In fig. 4 zijn weder de mediagrammen van een jeugdigen en volwassen schedel gesuperponeerd. Bij den eerste bestond nog een volledig melkgebit.

Voor Gorilla eindelijk kan ik naar fig. 5 verwijzen waarin het mediagram van een infantieel gorillaschedel met nog volledig melkgebit op dat van een volwassen schedel is geschetst. Dezelfde ver-

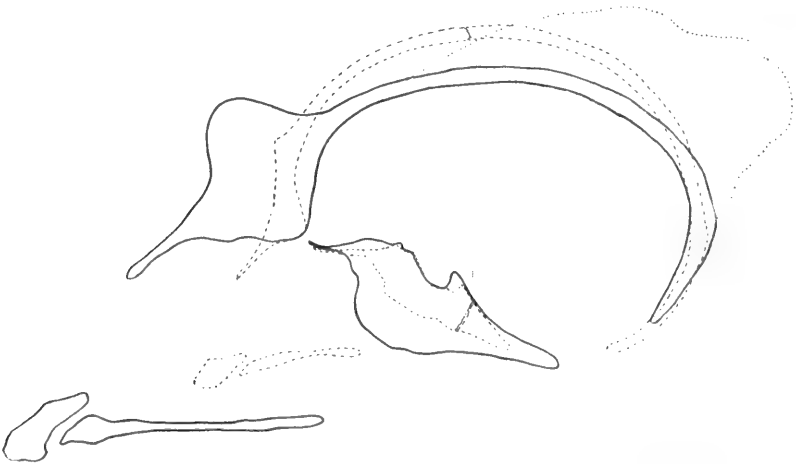


Fig. 5.

Mediagrammen van een volwassen en infantieel Gorillaschedel.

schijnselen als bij de overige Anthropoïden: verlenging van de schedelbasis en verminderde welving van het achterhoofdsbeen treffen wij ook hier aan. Wat den index basalis betreft zij er op gewezen dat deze bij de volwasschen schedels varieerde tusschen 67 en 56, terwijl de index-waarde der jeugdige schedels bedroeg 50 en 54. Bij den laatste van deze twee was de eerste molaar reeds doorgebroken en de mediale incisivus gewisseld.

Door het bovenstaande is afdoende bewezen dat bij alle Anthropoïden het Foramen magnum zich gedurende de juveniele periode in achterwaartsche richting verschuift. Op welk tijdstip deze verschuiving een aanvang neemt, of zij begint onmiddellijk na de geboorte, kan ik niet beslissen, daar ik geen schedels bezit waarin het melkgebit niet reeds volledig ontwikkeld is.

Door verschillende onderzoekers is er in de laatste jaren op gewezen, dat de infantiele schedel van Anthropoïden morphologisch dichter bij den menschedel staat dan die van de volwassen Anthropoïden. Voornamelijk is dit verschijnsel ter sprake gebracht in verband met de voorhoofdswelving. Daar het in mijne bedoeling ligt den geheelen schedel systematisch te bewerken, zal ik ook op dit punt te gelegener tijd nader ingaan, en beperk mij hier tot de opmerking dat, wat de ligging van het Foramen magnum betreft, deze grootere overeenstemming bevestigd wordt. Waar toch zonder uitzondering de index basalis van den infantielen apenschedel lager is dan van den volwassenen, nadert deze meer tot den index van den menschedel. Deze toenadering gaat zelfs zoover dat de laagste index van den infantielen schedel der Anthropoïden n.l. 50 bij Chimpanse, Gorilla en Orang, gelijk is aan den hoogste dien ik bij Zeeuwen en Negers vond, terwijl bij Javanen zelfs een hogere index werd gevonden. In hooge mate belangrijk en leerzaam is dan ook een superpositie der mediagrammen van den jongen Gorillaschedel met 50 tot index basalis en een Zeeuwenschedel met gelijken index, die in een der volgende mededeelingen zal gegeven worden.

Er rest ons nu nog aan te toonen dat hetzelfde verschijnsel dat voor den schedel der menschen geconstateerd is ook bij den mensch voorkomt, dat dus ook hier de index basalis bij het kind lager is dan bij den volwassene. De foetale schedels zal ik op deze plaats buiten beschouwing laten, en alleen de uitkomsten mededeelen die ik van de infantiele schedels verkreeg. Ik zal deze geven in den vorm van gemiddelden der groepen die ik hiervoor bij mijn materiaalopgave genoemd heb.

Index basalis Kinderschedels.

10	schedels van	0— 1	jaar: gemiddeld	41.99
5	„ „	1— 2	„ „	40.4
7	„ „	2— 3	„ „	40.4
4	„ „	3— 4	„ „	41.5
5	„ „	4— 5	„ „	40.—
7	„ „	5— 7	„ „	40.7
6	„ „	7— 8	„ „	40.9
4	„ „	8—10	„ „	44.—
6	„ „	10—12	„ „	43.5

Voor de appreciatie dezer cijfers moet men in aanmerking nemen dat ik als gemiddelde van vijf groepen van volwassen schedels de volgende waarden vond: 44.6, 44.7, 45.7, 46.6 en 47.9. En vergeelijkt men hiermede de voor de kinderschedels gevonden waarden, dan blijkt onmiddellijk dat bij den mensch evenals bij de Anthropoiden het Foramen magnum gedurende de ontwikkeling zich occipitaalwaarts verschuift. Was het aantal in elke groep der kinderschedels talrijker dan zou men spoediger geneigd zijn aan de gevonden gemiddelden de conclusie te verbinden dat deze verschuiving met het 8e jaar begint, dus ongeveer gelijktijdig met het begin der tandwisseling.

Nu wij de ligging en verschuiving van het Foramen magnum bij de Primaten in getalwaarden hebben leeren uitdrukken kunnen wij ons onderzoek voortzetten met de bepaling van de variaties in de helling van het vlak dezer opening. Dit zal het onderwerp der volgende mededeeling uitmaken.

Aardkunde. — De Heer MOLENGRAAFF doet eene mededeeling:
„Over oceanische diepzee afzettingen van Centraal-Borneo”.

In 1894 werden door mij in het stroomgebied van den Boven-Kapoewas in West-Borneo ¹⁾ kiezelgesteenten gevonden en als diepzee-afzettingen beschreven, die bijna uitsluitend bestaan uit skeletten van Radiolariën. Zulke gesteenten worden wel Radiolariten genoemd.

De Radiolariën hieruit werden door HINDE ²⁾ onderzocht en daardoor werd de ouderdom dezer gesteenten als prae-cretaceïsch, waarschijnlijk jurassisch, vastgesteld.

De formatie, waarvan deze Radiolariten deel uitmaken, noemde ik

1). G. A. F. MOLENGRAAFF. Geological explorations in Central Borneo. p.p. 123 & 414.

2). G. J. HINDE, ibidem, Appendix I.

Danau-formatie naar de groote danau's of meeren in West-Borneo, waar zij goed is ontwikkeld en door mij het eerst werd aangetroffen. De Danau-formatie neemt een strook gronds in van gemiddeld 60—70 K.M. breedte, welke aan de noordzijde wordt begrensd door oudere vormingen, nl. die der oude-leiformatie, terwijl zij aan de zuidzijde wegschiet onder jongere, tertiaire zandsteenen en vulkanische producten. De geheele formatie is geplooid met oost-westelijke strekking en maakt deel uit van het Boven-Kapoewas-ketengebergte.

Van uit het meerengebied kon ik deze formatie oostwaarts vervolgen tot aan de waterscheiding tusschen Boven-Kapoewas en Boven-Mahakkam over een afstand van 230 K.M. Omtrent den geologischen bouw van het stroomgebied der Boven-Mahakkam was destijds nog niets bekend, maar sedert korten tijd is het mij mogelijk geworden de studie naar de verspreiding dezer Radiolariten weder op te vatten, nu ik de beschikking heb gekregen over de collecties door NIEUWENHUIS in het stroomgebied van de Mahakkam en van de Boven-Kajan in de jaren 1896—97 en 1898—1900 bijeen gebracht, over onuitgegeven resultaten van onderzoekingen, door BONARELLI langs de rivieren Kélai en Ségah in het landschap Bërau in de jaren 1905 en 1906 verricht, en bovendien over een collectie gesteenten, door VAN MAARSEVEEN bijeen gebracht aan de Kélai en haar zijrivier de Kêloh in het jaar 1907. Hierdoor is mij gebleken, dat de Danau-formatie zich met volkomen gelijkblijvend karakter van uit West-Borneo oostwaarts in Oost-Borneo door het stroomgebied van de Boven-Mahakkam voortzet, het scheidingsgebergte tusschen de Mahakkam en de Kélai ten Oosten van de Boh-rivier bereikt, en ten slotte ook aan de noordzijde van dat gebergte wordt aangetroffen in het stroomgebied van de Kélai in het landschap Bërau steeds met dezelfde west-oostelijke strekking. Gemiddeld op 50 K.M. afstand van de oostkust van Borneo verdwijnt zij in het landschap Bërau eindelijk onder het jongere, tertiaire kustgebergte van Oost-Borneo.

De totale lengte van die terreinstrook, waar het voorkomen van deze Radiolariten thans is geconstateerd, is 650 KM. en, zoo men de gemiddelde breedte op ruim 60 KM. aanneemt, dan beslaat zij dus globaal 40000 KM². De samenstelling der kiezelgesteenten blijft over dien geheelen afstand volkomen gelijk, en op alle vindplaatsen vindt men steeds weder dezelfde typen van gesteenten, die zoowel makroskopisch als mikroskopisch een gelijkblijvend karakter vertoonen.

Het eerste type in de Radiolariën-hoornsteen, de echte Radiolriet. Dit gesteente is melkweit, hard, bros en splinterig. Het bestaat voor ongeveer 97 % uit kiezelzuur en is uitsluitend samengesteld uit skeletten en skeletdeelen van Radiolariën, die dicht tegen elkaar

liggen en door een kiezelcement zijn verbonden. De rood gekleurde variëteiten mogen Radiolariën-jaspis genoemd worden; zij bevatten eenige percenten ijzer. In de melkwitte variëteiten zijn de Radiolariën het moeilijkt onder het mikroskoop waar te nemen; veel beter zijn zij te onderscheiden in de roode, jaspisachtige variëteiten, maar het allerbest zijn zij geconserveerd in groenachtige variëteiten van de Long Kéloh in Bërau.

Het tweede type is de steeds rood gekleurde kleiachtige kiezel- of kiezelige klei, die een hooger klei- en ijzergehalte en geringer kiezelgehalte bezit dan het eerste type. Radiolariën komen er in afwisselende hoeveelheden in voor, maar steeds veel minder dan in het eerste type.

De beide typen gaan geheel geleidelijk in elkaar over en allerlei tusschenvormen komen voor. De duidelijke gelaagdheid der kiezel- leien der Danau-formatie wordt veroorzaakt, doordat dikkere bankjes van zuivere Radiolariën-hoornsteen afwisselen met dunne laagjes, die rijker aan klei en armer aan Radiolariën zijn.

Beide typen en alle tusschenvormen komen hierin met elkaar overeen, dat zij geen bestanddeelen bevatten, die een terrigene herkomst beoorkonden, en dat er uitsluitend overblijfselen van plankton-organismen met kiezelskeletten, en wel van Radiolariën, in voorkomen.

In ongecementeerden toestand, in welken zulke vormingen nog thans op den bodem der oceanen bezinken, noemt men afzettingen van het eerste type Radiolariën-slib en die van het tweede type roode diepzeeklei. Radiolariënslib en roode klei gaan geleidelijk in elkaar over en verschillen van elkaar slechts in hun gehalte aan Radiolariën; MURRAY stelt de grens bij een gehalte van 20 % aan Radiolariën. Men heeft waargenomen, dat zulke afzettingen uitsluitend voorkomen en bezinken in de gedeelten der oceanen, die ver van land zijn gelegen en dan nog alleen in de diepste deelen daarvan. Dit wordt verklaard door aan te nemen, dat op zeer groote diepten koolzure kalk door het zeewater wordt opgelost en dat daardoor van de skeletten der plankton-organismen, die voortdurend bezinken, op die diepten slechts de kiezelskeletten den bodem bereiken en dus alleen bewaard blijven.

Neemt men nu aan, dat Radiolariën-slib en roode klei oceanische, abyssische sedimenten zijn, bezonken op zeer groote diepten, dan mag men, bij de volkomen overeenkomst, eenerzijds tusschen Radiolariën-hoornsteen en Radiolariën-slib, anderzijds tusschen roode kiezelige klei en roode diepzeeklei, ook besluiten dat deze kiezelgesteenten der Danau-formatie oceanische, abyssische sedimenten zijn. Hieruit volgt dan verder, dat in den tijd, toen deze sedimenten werden

afgezet, welke waarschijnlijk in het jurassische tijdperk ligt, het grootste gedeelte van Borneo zeer diep beneden den zeespiegel was gelegen en dat land van eenige beteekenis toen in de nabijheid niet voorkwam.

Tegen de opvatting, die het uitgangspunt voor deze conclusie vormt, dat koolzure kalk op groote diepten door het zeewater wordt opgelost, is door THOULET ¹⁾ een bedenking ingebracht, en daarmede tevens tegen de veronderstelling, dat Radiolariën-slib een afzetting zou zijn, uitsluitend bezonken in de diepste deelen der oceanen. THOULET's twijfel ontstond, toen hij bij eenige monsters van diepzee-slib gelaagdheid waarnam en wel op deze wijze, dat laagjes Radiolariën-slib afwisselden met laagjes Globigerinen-slib.

PHILIPPI ²⁾ nam bij de monsters van diepzee-slib, door de Valdivia verzameld, waar, dat zulk een gelaagdheid bij diepzee-sedimenten zeer veelvuldig voorkomt. Hij toonde aan, dat het oplossend vermogen voor koolzure kalk vooral toekomt aan het ijskoude poolwater, dat op hooge breedten bezinkt en zich langs den bodem der oceanen zeer langzaam naar lage breedten beweegt. Dit ijskoude water verliest, doordat het zijn zuurstof langzaam afstaat, gaandeweg het vermogen organische stoffen tot koolzuur te oxydeeren, en daardoor koolzure kalk op te lossen. Ten gevolge daarvan ligt de bovenste grens, waarop roode klei en Radiolariën-slib voorkomen, aan den aequator het diepst, nl. ongeveer op 5500 M., terwijl op hoogere breedten in de sub-arktische deelen der oceanen, die grens reeds tusschen 2000 en 3000 Meter werd aangetroffen. De ligging dier grens moet dus van klimatische condities afhankelijk zijn en zij moet gedurende koude periodes met sterke ontwikkeling der polaire ijskappen in het algemeen minder diep liggen dan tijdens warmere periodes, wanneer het ijskoude poolwater in geringere hoeveelheid en slechts op zeer hooge breedten bezinkt.

PHILIPPI meent, dat de schommelingen in de uitbreiding der polaire ijsbedekkingen, die stellig hebben plaats gehad, op geheel voldoende wijze de gelaagdheid der diepzee-sedimenten verklaren en dat het niet gewettigd is, te twijfelen aan de juistheid van de stelling, dat op groote diepten koolzure kalk door het zeewater wordt opgelost.

Voorloopig schijnt ook mij geen reden te bestaan, om er aan te twijfelen, dat Radiolariën-slib en roode klei in aequatoriale gebieden slechts op groote diepten, beneden 5000 Meter, ontstaan en ook

¹⁾ I. THOULET. Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens p.p. 16 en 33. Paris 1907.

²⁾ E. PHILIPPI. Ueber Schichtbildung am Boden der heutigen und vorweltlichen Meere. Intern. Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie II. p. 1. Leipzig. 1909.

vroeger ontstonden, en dat dus de Radiolariet en de kiezelige, roode kleilei uit de Danau-formatie in Borneo in een zee van een dergelijke groote diepte moeten zijn bezonken.

Aan fossiele oceanische, abyssische afzettingen is tot nu toe niet zoo algemeen de aandacht geschonken ¹⁾ als men zou mogen verwachten, waar deze toch een der meest extreme liggingen documenteeren, waarin een deel der oppervlakte der lithosfeer kan worden gebracht, en waar 40 % van den bodem van alle oceanen op aarde uit zulke afzettingen bestaat, die daar nog voortdurend worden gevormd. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door het feit, dat zulke sedimenten in fossielen toestand als gesteenten nog slechts op zeer weinig plaatsen op aarde zijn gevonden onder zulke omstandigheden, dat hun karakter als abyssische sedimenten onbetwistbaar kon worden vastgesteld ²⁾. En dat is weder begrijpelijk, zoo men bedenkt, dat slechts onder zeer bijzondere omstandigheden afzettingen, gevormd op meer dan 5000 Meter beneden den zeespiegel zoo hoog kunnen worden opgeheven, dat zij deel van het vaste land gaan uitmaken en voor onderzoek toegankelijk worden. Theoretisch bestaat hierop alleen kans in de ketengebergten, waar sedimenten, op zeer verschillende diepten bezonken, bij de plooiing tot ver boven den zeespiegel kunnen worden opgeperst.

Meer en meer wint de overtuiging veld, dat de aardchors bestaat uit deelen van zeer verschillende stabiliteit. De meer stabiele deelen vormen uitgestrekte blokken, die naar het schijnt slechts door zeer langzame vertikale, op- of neerwaartsche bewegingen hun ligging ten opzichte van elkaar en ten opzichte van den zeespiegel kunnen wijzigen HAUG ³⁾ noemt deze stabiele blokken, onverschillig of zij boven of beneden den zeespiegel zijn gelegen, *aires continentales* of kortweg continenten. Liggen zij boven den zeespiegel, dan is de vorming van diepzee-sedimenten er a priori uitgesloten, liggen zij beneden den zeespiegel, dan kunnen er wel oceanische diepzee-sedimenten bij voldoende diepe ligging afgezet worden, maar zij blijven bijna zeker voor ons ontoegankelijk.

De meer bewegelijke deelen der aardchors, de geosynclinale

¹⁾ Hun bestaan wordt zelfs door een der toongevende handboeken betwijfeld en alleen voor Barbados toegegeven. O. KRÜMMEL. Handbuch der Oceanographie, p. 211. 1907.

²⁾ In de eerste plaats is hier voor noodig een groot verspreidingsgebied, omdat lokaal Radiolariten kunnen ontstaan, die geen abyssische sedimenten zijn. Zoo kunnen Radiolariën-houdende kalksteenen door verkiezeling en vernietiging van alle organismen met kalkskeletten lokaal in Radiolariten veranderen.

³⁾ EM. HAUG. Les géosynclinaux et les aires continentales. Bull. de la Soc. Géol. de France. 3. XXXVIII. p. 617. 1900 en Traité de géologie I. p. 157. 1907.

gebieden, scheiden in bredere of smallere strooken de stabiele, continentale blokken van elkaar ¹⁾. De bewegingen der aardchors, die in eerste instantie waarschijnlijk een gevolg zijn van de voortschrijdende afkoeling der lithosfeer, concentreeren zich in deze strooken. Langen tijd wellicht vormen zij onderzeesche troggen van zeer afwisselende diepte, de geosynclinalen, waarin levendige sedimentatie en groote ophooping van sedimenten plaats heeft. Slechts bij uitzondering, daar, waar groote diepte samengaat met zeer grooten afstand van vast land (men kan zich dezen toestand bijv. denken wanneer een of beide der aangrenzende continentale blokken geheel of gedeeltelijk beneden den zeespiegel liggen) kunnen ook oceanische, abyssische sedimenten in zulk een geosynclinale bezinken. Maar daarna, juist wellicht ten gevolge van deze zeer levendige sedimentatie, kunnen zich de evenwichtsconditiën in zulk een labiele strook wijzigen, de geosynclinale wordt ineengeperst en tot een ketengebergte opgestuwd; de oorzaken van zulke wijzigingen zijn nog zeer onvoldoende bekend, maar in ieder geval bewijst de studie van de samenstelling der ketengebergten zelve, dat zij vóór hun opplooiing geosynclinalen waren. Bij de plooiing worden de sedimenten onverschillig op welke diepten zij zijn afgezet, ineengeplooid en ten slotte tot hooge gebergten opgestuwd ²⁾. Ook oceanische, abyssische sedimenten kunnen op deze wijze hoog boven den zeespiegel komen te liggen en voor ons toegankelijk worden. In de ketengebergten bestaat dus theoretisch de eenige, en dan nog een geringe kans, dat fossiele diepzee-sedimenten deel van het vaste land kunnen uitmaken. Om die reden zullen zulke afzettingen, hoe algemeen verspreid zij ook op den bodem der oceanen thans nog mogen zijn en zeker steeds geweest zijn, tot de ketengebergten beperkt zijn en betrekkelijk tot de zeldzaam voorkomende op aarde behooren.

Door de waargenomen feiten wordt deze theorie tot nu toe volkomen bevestigd; alle diepzee-gesteenten, die tot op heden bekend zijn, zijn in ketengebergten of althans in de gebieden der geosynclinalen gevonden.

Vooreerst geldt dit dan voor de Danau-formatie in Borneo, het grootste samenhangende gebied van fossiele diepzee-afzettingen, dat thans op aarde bekend is. Tektonisch maakt nl. de Danau-formatie deel uit van het Boven-Kapoewas-ketengebergte (misschien ware dit thans

¹⁾ De ligging der continenten en geosynclinalen ten opzichte van elkaar wijzigt zich slechts langzaam en permaneert gedurende lange geologische tijdperken.

²⁾ VERBEEK meent, dat, zoo de plooiing op groote diepte zich afspeelt, de hooger liggende sedimenten niet behoeven mede geplooid te worden, maar min of meer vertikaal tot zeer aanzienlijke hoogte kunnen worden opgeperst. Zoowel in den West-Indischen als in den Oost-Indischen archipel schijnen zulke bewegingen op groote schaal te hebben plaats gehad. R. D. M. VERBEEK, Molukken Verslag, p 816, Batavia 1908.

beter Centraal-Borneo-ketengebergte te noemen), dat zich met oost-westelijke strekking dwars door bijna geheel Borneo uitstrekt. De tijd, waarin dit geweldige gebergte is opgeplooid, is nog niet juist bekend. De oudste sedimenten, die nog mede zijn geplooid, behooren tot het Cenomaan, terwijl de tertiaire zandsteen, die het ketengebergte discordant bedekt, waarschijnlijk van miocenen ouderdom is. Men mag aannemen, dat het Centraal-Borneo-ketengebergte waarschijnlijk ontstond door de oudste plooiingen van het alpine plooiingssysteem.

Mesozoïsche Radiolariën-gesteenten zijn van verscheidene andere deelen van den Oost-Indischen archipel ¹⁾ beschreven, als bijv. van Ceram, Boeroe, Rotti, Savoe, Celebes, maar onze kennis van de tektonische gesteldheid van de meeste dezer eilanden is nog onvoldoende en men kan slechts zeggen, dat het voorkomen dier gesteenten in onzen archipel, die geheel in het gebied van het alpine plooiingssysteem ligt, met de boven geschetste theorie niet in strijd is.

De boven-jurassische Radiolariten van Graubunderland en andere deelen der Alpen liggen in een ketengebergte van het alpine plooiingssysteem, en hetzelfde geldt voor de jurassische Radiolariten van de Coast Range in Californië, en eveneens voor de mioceene oceanische diep-zee sedimenten van Trinidad, Barbados en Cuba.

De kiezelieën met Radiolariën uit het Culmtijdperk, welke o.a. in den Hartz, in Devonshire, Cornwall enz. gevonden zijn maken deel uit van een ouder plooiingssysteem, van het hercynische (variscisch-armoricaansche) ketengebergte.

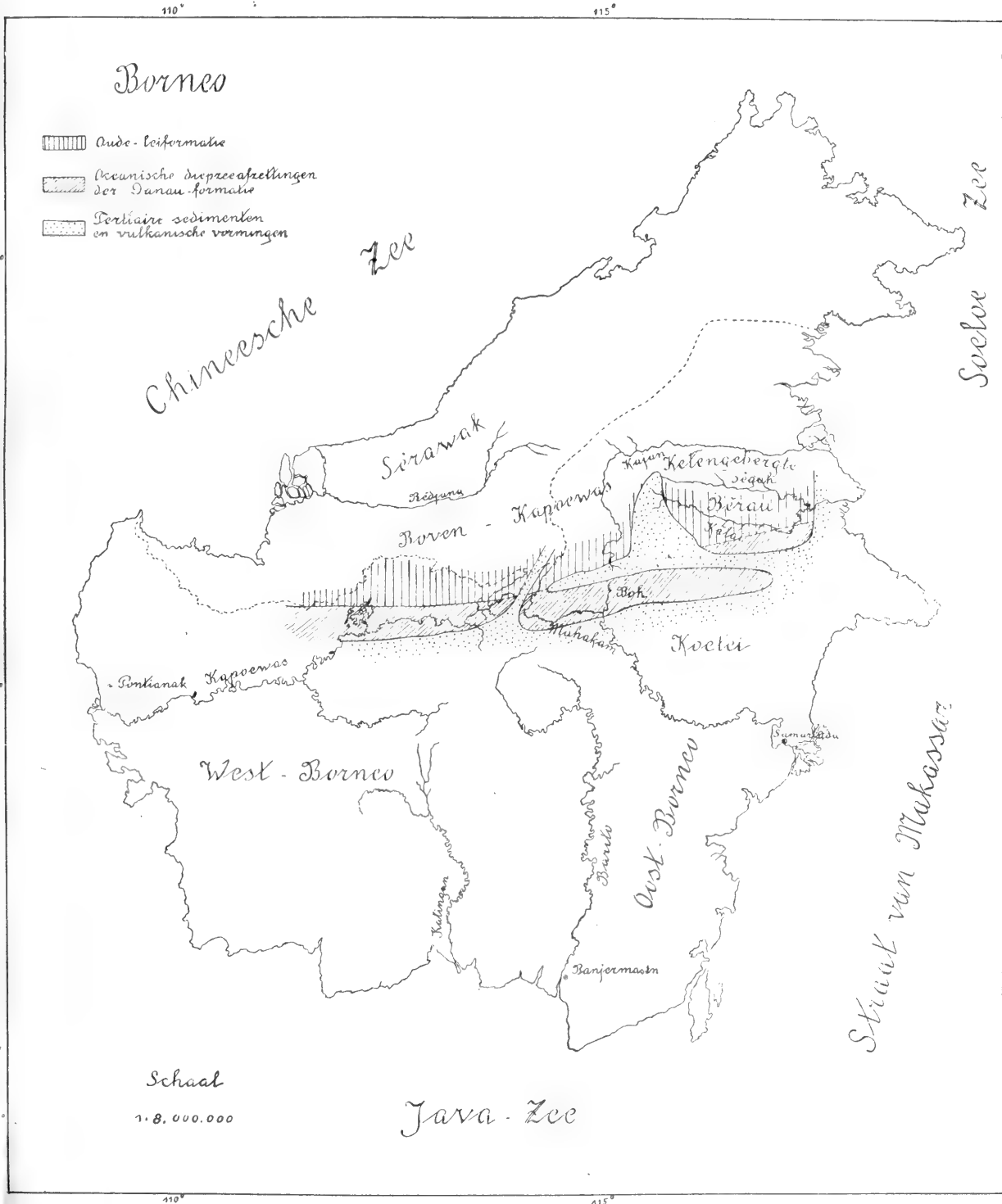
De kiezelieën met Radiolariën uit het Ondersiluur van Schotland behooren tot een nog ouder plooiingssysteem, n.l. tot het caledonische ketengebergte.

De devonische Radiolariten in Nieuw Zuid Wales zijn gevonden in een palaeozoïsch, waarschijnlijk carbonisch plooiingsgebergte.

Uit deze voorbeelden, die nog met verscheidene te vermeerderen zouden zijn, blijkt, dat fossiele oceanische, abyssische sedimenten uitsluitend in lagen worden aangetroffen, die deel uitmaken van plooiingsgebergten, of in ieder geval in hun voorkomen beperkt zijn tot de labile gedeelten der aardchors, de gebieden der geosynclinalen.

De zeldzaamheid dezer sedimenten en hun eigenaardige verspreiding pleiten voor de permanentie der continenten en der oceanische bekkens, maar met die beperking dat de permanentie alleen geldt voor die deelen der continenten en oceanische bekkens, die buiten de geosynclinalen zijn gelegen, dus voor de permanentie der continentale blokken in den zin van HAUG.

¹⁾ Men raadplege hieromtrent R. D. M. VERBEEK, Molukken-verslag p.p. 767, 773, 803 en volg.; en K. MARTIN Ein zweiter Beitrag zur Frage nach der Entstehung des Ostindischen Archipels. Geogr. Zeitschr. XIII. p. 425, 1907.



Petrographie. — De Heer MOLENGRAAFF biedt voor het verslag eene mededeeling aan van den Heer H. A. BROUWER: „*Glimmerleucietbazalt van Oost-Borneo*”.

(Mede aangeboden door den Heer K. MARTIN).

Het voorkomen van leucietgesteenten in onzen Oost-Indischen Archipel, tegelijk het eerste voorkomen buiten Europa, werd ontdekt door VOGELSANG van den Goenoeng Bantal Soesoem op het eiland Bawean; dit gesteente werd na diens dood door ZIRKEL ¹⁾ in 1875 beschreven.

Van Java beschreef LORIÉ ²⁾ leucietgesteenten van den Goenoeng Ringgit, een uitgedoofden vulkaan aan de noordkust der residentie Besoeki, en VERBEEK ³⁾ van den Goenoeng Moeria en den berg Patti-Ajam in de residentie Djapara. BEHRENS ⁴⁾ beschreef gesteenten der zelfde vindplaatsen.

Op Celebes ontdekte WICHMANN ⁵⁾ in 1888 leucietbazalt op het zuidwestelijk schiereiland onder de rolsteenen der rivier Pangkadjéné, en leucitieten uit de rivieren Masépé (bij de gelijknamige kampong) en Walannaë, een zijrivier van de Minralang (bovenloop der Tjenrana). RETGERS ⁶⁾ vermeldt leucitieten van Malawa (Bergregentschappen, noorder-distrikt, Zuid-Celebes) en ten slotte BÜCKING biotietleucietbazalt, liggend onder Nummulietenkalk oostelijk van Kantisang bij Bangkang Sakiang ⁷⁾, leucietbazalt bij Tandjing Lossa aan de Mandarkust (2°42' ZB.) en leucitieten in conglomeraten bij de kampong Tambi in de Baai van Manoedjoe ⁸⁾.

Op Borneo waren tot nu toe geen leucietgesteenten bekend.

Nu ontdekte Prof. MOLENGRAAFF onlangs in de collectie gesteenten, die door Prof. NIEUWENHUIS in de stroomgebieden van de Mahakkam en de Kajan in Oost-Borneo in de jaren 1896—'97 en 1898—1900

¹⁾ F. ZIRKEL, Neues Jahrbuch f. Mineral. 1875, blz. 175.

²⁾ J. LORIÉ, Bijdrage tot de kennis der Javaansche Eruptiefgesteenten. Proefschrift. blz. 247. Utrecht, 1879.

³⁾ R. D. M. VERBEEK und R. FENNEMA, Neue Geologische Entdeckungen auf Java. Neues Jahrb. f. Mineral. B. B. 2. 1883, blz. 205.

⁴⁾ H. BEHRENS, Beiträge zur Petrographie des Indischen Archipels. II. Verh. K. Ak. v. W. Amsterkam. XXXIII. 1883.

⁵⁾ A. WICHMANN, Leucitgesteine von der Insel Celebes. Petrogr. Studien über den Indischen Archipel. I. Naturk. Tijdschr. v. Ned. Indië. LIII. 3. 1893.

⁶⁾ J. RETGERS, Jaarb. v. h. Mijnw. in Ned. Oost-Indië, 1895, blz. 99.

⁷⁾ H. BÜCKING, Leucitbasalt aus der Gegend von Pandkadjéné in Süd-Celebes. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B. 1899, XI, blz. 99.

⁸⁾ H. BÜCKING, Beiträge zur Geologie von Celebes. Sammlungen des Geologischen Reichsmuseums in Leiden. VII. 1902—1904, blz. 43.

waren bijeengebracht, een leucietgesteente, dat hij mij tot nader onderzoek afstond.

Het werd gevonden den 26^{en} Augustus 1900 in een rolsteenbank in de Boven-Kajan boven de monding van de Laja. ¹⁾ De afmetingen van den rolsteen ($14 \times 8 \times 8$ cM.) wijzen op een niet zeer grooten transportafstand, waarschijnlijk stamt hij van de noordhelling van het Bawoeigebergte, dat de waterscheiding vormt tusschen het stroomgebied van de Boven-Mahakkam en de Boven-Kajan. Iets meer oostelijk, waar NIEUWENHUIS dit gebergte overtrok, bestaat het uit steil opgerichte lagen van de oude leiformatie van het Boven-Kapoeasgebergte, die discordant door horizontale zandsteenlagen worden bedekt.

Dit leucietgesteente heeft het uiterlijk van een lamprofyrr: tegen een zeer fijn-kristallijne, maar niet absoluut dichte, grauwwarte grondmassa steken talloze sterk glinsterende bronsachtige glimmerblaadjes af (± 3 mM.). Bij nauwkeurige beschouwing ziet men in zeer groot aantal kleine olivijnkristallen door het geheele gesteente verspreid, slechts bij uitzondering bereiken ze een grootte van 2 mM., de meeste zijn kleiner dan 0,5 mM. en vallen door hun bruingele kleur en sterken glans op. In uiterlijken habitus nadert het gesteente tot de minetten.

Onder het mikroskoop blijkt de grondmassa te bestaan uit leuciet, groote lichtgroene diopsiedmikrolieten en talrijke kleine idiomorphe kristallen van titaanijzererts. De leucietkristallen (gemiddeld 0.05 mM.) vertoonen dikwijls duidelijke 8- of 6-zijdige begrenzingen, andere zijn afgerond of onregelmatig begrensd; ingesloten augietmikrolieten zijn min of meer concentrisch met de lengterichting evenwijdig aan den omtrek gerangschikt (fig. 4). Bij sterke vergrooting en gebruik van een gipsplaatje zijn dubbelbreking en tweelingsstrepen waarneembaar. De diopsiedmikrolieten hebben soms grootere afmetingen en doen zich dan voor als langgerekte lichtgroene duidelijk pleochroïtische zuiltjes zonder goede eindbegrenzing, die soms vertweelindg zijn. Als eigenlijke phenokrist komt de diopsied niet voor.

De olivijn vormt doorgaans kristallografisch goed begrensde kristallen, met duidelijke splinging naar (010); de splinging naar (001) blijft tot onduidelijke niet doorlopende barstjes beperkt. Hij is volkomen onverweerd, kleurloos en doorschijnend, en doorgaans vrij van insluitsels; slechts de grootere kristallen omsluiten enkele kleine kristallen van ijzererts en augietmikrolieten.

De glimmer komt op twee wijzen voor, zoowel sterk geresorbeerd

¹⁾ A. W. NIEUWENHUIS, Quer durch Borneo, II, blz. 350. Leiden. 1904.

— in welk geval de ertskorrels zich in een krans om het kristal ophoopen, of zich voordoen als naar drie richtingen gerangschikte insluitsels (fig. 3) —, als niet geresorbeerd.

In het tweede geval is hij zeer rijk aan poikilitisch ingesloten leucietkristallen en augietmikrolieten, hij is dan dus het laatste kristallisatieproduct. De weinig dubbelbrekende basissneden zijn niet kristallografisch begrensd, ze vertoonen het uittreden van den spitsen bissectrix van een voor biotiet grooten assenhoek; willekeurige sneden zijn vertweelgd volgens de Tschermaksche wet. Het pleochroïsme is sterk en abnormaal:

c > b > a

licht vaalrood kanariegeel lichtgeel tot kleurloos,

waaruit blijkt, dat ook spijltblaadjes sterk pleochroïtisch zijn.

De geresorbeerde kristallen vertoonen voor zoover ze gespaard bleven hetzelfde pleochroïsme, bovendien is een doorgroeien na de resorptieperiode algemeen, waarbij dan kern en rand gelijk georiënteerd zijn,

	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO ₂	46.04	46.04	46.06	45.59	47.28	44.35	47.13
TiO ₂	2.20	0.64	0.73	1.22	0.88		
Al ₂ O ₃	12.40	12.23	10.01	12.98	11.56	10.20	14.47
Fe ₂ O ₃	3.54	3.86	3.17	4.97	3.52	} 13.50	} 13.56
FeO	5.58	4.60	5.61	4.70	5.71		
MnO	sp.	sp.	sp.	0.14	0.13		
MgO	12.60	10.38	14.74	8.36	13.17	12.31	4.16
CaO	8.38	8.97	10.55	11.09	9.20	11.47	9.00
Na ₂ O	1.62	2.42	1.31	4.53	2.73	3.37	0.81
K ₂ O	4.87	5.77	5.14	1.04	2.17	4.42	8.00
H ₂ O	3.55 ¹⁾	2.87	1.44	3.91	2.96		2.94
P ₂ O ₅	—	1.14		0.91	0.59		
SO ₃	—	sp.	0.05	0.03			
Cl	sp.	0.11	0.03	0.05	0.18		
Som	100.78	99.76	99.57	99.87	100.08	99.62	100.07

¹⁾ gloeiverlies.

(fig. 3). De isolatie van zuiver glimmermateriaal was door den grooten rijkdom aan insluitsels niet mogelijk, zoodat de chemische samenstelling geen nader licht kan werpen op de afwijkende optische eigenschappen.

De chemische samenstelling van het gesteente blijkt uit de voorgaande analyse (I), uitgevoerd door F. PISANI en den schrijver. Ter vergelijking volgen mede de analyses van eenige mineralogisch en chemisch nauw verwante gesteenten.

- I. Glimmerleucietbazalt. Rolsteen Oeloe Kajan. Borneo's Ooster-Afdeeling Anal. F. PISANI en H. A. BROUWER.
- II. „Minette of Highwood type". Arrow Peak. Highwood Mountains. Montana. Anal. H. W. FOOTE cf. L. V. PIRSSON BULL. N^o. 237 U. S. Geol. Survey. 1905, blz. 142. (BaO 0.48; SrO 0.25).
- III. Missouriiet. Shonkin Stock. Shonkin Creek. Highwood Mountains. Mont. Anal. E. B. HURLBURT cf. L. V. PIRSSON BULL. N^o. 237 U. S. Geol. Survey. 1905 blz. 115.
- IV. Analciembazalt. The Basin. Cripple Creek Distr. Colorado. Anal. W. F. HILLEBRAND cf. CROSS JOURN. of Geol. Vol. V 1897 blz. 689. (BaO 0.13; SrO 0.12).
- V. Leucietabsarokiet. Ishawooa Canyon. Wyoming. Anal. J. E. WHITFIELD cf. A. HAGUE. AM. JOURN. of Science Vol. XXXVIII July 1889.
- VI. Leucietbazalt. Bongsberg bij Pelm. Eifel. Anal. E. HUSSAK cf. E. HUSSAK SITZ. Ber. K. Akad. der Wiss. Wien Vol. 77 I. 1878.
- VII. Biotietleucietbazalt by Pangkadjéné. Zuid-Celebes. Anal. Dr. BRUHNS cf. H. BÜCKING. Ber. der Naturf. Ges. zu Freiburg i. B. XI 1899 blz. 78.

IDDINGS¹⁾ vermeldt reeds de intermediaire plaats, die de chemische samenstelling van biotiet inneemt tusschen die van olivijn en veldspaat; het biotietmolecuul kan worden gesplitst in olivijn en de oxydmoleculen noodig voor de vorming van veldspaten of veldspatoiden. Hieruit volgt dus, in verband met de hierboven vermelde analyses, dat in gesteenten van bepaalde chemische samenstelling, waarbij de verhoudingen voor de vorming der genoemde mineralen gunstig zijn, deze bij weinig verschillende kristallisatieomstandigheden een groot verschil in onderlinge hoeveelheid kunnen vertoonen. Evencens zal secundaire biotiet gemakkelijk kunnen ontstaan in deze en verwante gesteenten.

¹⁾ J. P. IDDINGS. The origin of igneous rocks. Bull. Phil. Soc. Washington. Vol. XII 1892. blz. 166.

Een magnesiumrijke leucietbazalt is die van Bongsberg bij Pelm in den Eifel (VI), rijk aan olivijn, terwijl de vorming van biotiet aan de olivijnkristallen gebonden schijnt, want men vindt hem slechts hierom afgezet; de volkomen frischheid der beide mineralen maakt een ontstaan van den een uit den ander onwaarschijnlijk, ze wijst op een gelijktijdig ontstaan.

Bij vergelijking met den „Minette of Highwood type” of „mica-basalt” der Highwood Mountains (II), zien we dat hier de verhouding der alkaliën tot het kiezelzuur bij gelijk $Al_2 O_3$ gehalte op zich zelf gunstiger ware geweest voor de vorming van leuciet, terwijl deze in de grondmassa alleen ondergeschikt naast alkaliveldspaat voorkomt. Deze minette is arm aan olivijn en voert ook augiet onder de phenokristen. De biotiet komt zoowel in de grondmassa als porfyrisch voor, waarbij de weinig pleochroïtische bleek-geelbruine kristallen omgeven zijn door een donkeren rand van veel sterker pleochroïsme, overeenkomend met den biotiet der grondmassa. Ook hier zijn dus twee verschillende perioden van glimmervorming, de eerste intratellurisch, toen resorptie, daarna doorgroeien der oude kristallen en kristallisatie der grondmassa, in dit gesteente echter onder andere omstandigheden, waarbij de biotiet geen groote afmetingen heeft kunnen aannemen.

Bij een omgekeerde verhouding der alkaliën en een hoog watergehalte zijn de voorwaarden bij snelle afkoeling onder druk gunstig voor het ontstaan van analciembazalt of monchiquiet; het groote gloeiverlies van het hier beschreven gesteente maakt de aanwezigheid van analciem in de grondmassa waarschijnlijk.

In den door BÜCKING van Zuid-Celebes beschreven MgO armeren biotietleucietbazalt (VII) vormt de biotiet geresorbeerde phenokristen en ook hier is een tweede generatie van kleine kristallen der grondmassa; de porfyrische, kristallografisch goed begrensde olivijn is geheel veranderd in calcië en serpentijn. De leuciet bevindt zich ook hier alleen in de grondmassa; de grootere kristallen (0.1 m.M.) vertoonen zwakke dubbelbreking en vage tweelingslamellen. De hier vrij rijkelijk aanwezige apatiet, ontbreekt in ons gesteente geheel. Alle overige Oost-Indische leucietgesteenten zijn glimmerarm (WICHMANN vermeldt nog biotiet in leucietuffen van den Piek van Maros) en leuciet is bij de meeste niet beperkt tot de grondmassa (Djapara).

Chemisch onderscheidt het hier beschreven gesteente zich door zijn lamprofyrisch karakter van de meeste leucietbazalten. Evenals de door ROSENBUSCH afgezonderde groep der lamprofyrische effusiefgesteenten, waarin o.a. de phlogopietvoerende leucietgesteenten der Leucite Hills worden ondergebracht (WYOMINGIET e.a.), is het geken-

merkt door een laag Al_2O_3 gehalte, den rijkdom aan oxyden der tweewaardige metalen en het overheerschen van magnesium over kalk, eigenschappen, die deze gemeen hebben met de lamprofyrische ganggesteenten.

Waar het ontstaan van glimmer aan druk en pneumatolyse gebonden schijnt en hij daarom al in de grondmassa van effusiefgesteenten zeldzaam is, schijnt dit voorkomen als laatste stollingsproduct in groote kristallen een effusiefgesteente uit te sluiten. Dat ook leucietvorming niet gebonden is aan een uitvloeiend magma van bepaalde chemische samenstelling, bewijst o.a. zijn voorkomen in de oppervlakkige intrusie van missouriet¹⁾, een granitoïd grofkorrelig mengsel van leuciet, diopsied en olivyn met ijzererts en apatiet. Bij vergelijking der analyses I en III, zien we hoe chemische en mineralogische overeenkomst samengaan; het is de dieptevorm van het hier beschreven gesteente.

HÖGBOM²⁾ beschrijft een vergroeiing van leuciet en glimmer van Frascati, waarin deze laatste in verscheidene centimeters groote, sterk glanzende bronskleurige kristallen talloze tot 5 mM. groote leucietpseudomorphosen omsluit, verklaard door een plotseling ontstaan der groote glimmerindividuen, die daarbij de reeds uitgekristalliseerde leucieten poikilitisch omsloten. De volkomen frischheid der poikilitische leuciet in ons gesteente, is eigenaardig in verband met de instabiliteit³⁾ van dit mineraal en de ontstaansvoorwaarden van den glimmer.

Uit al het voorgaande volgt, dat de grondmassa van het hier beschreven gesteente zeer waarschijnlijk is gekristalliseerd met groote snelheid en onder druk, voorwaarden die verwezenlijkt zijn in gangen en kleine intrusies. Onder de lamprofyrische ganggesteenten is het verwant met de monchiquieten en onderscheidt zich van de minetten niet alleen door de volkomen afwezigheid van veldspaat maar ook door een hoog gehalte aan ijzererts en de natuur der femische bestanddeelen.

In elk geval worde dit gesteente, zoolang de geologische zelfstandigheid niet is vastgesteld, ondergebracht in een groep, waarmee ze in kwalitatieve mineralogische samenstelling overeenstemt, en is in

¹⁾ WALTHER H. WEED and L. V. PIRSSON. *Missourite, a new leucite rock from the Highwood Mountains, Montana.* Amer. Journ. of Science 1896, II, blz. 315.

²⁾ A. G. HÖGBOM. *Über einige Mineralverwachsungen. 8. Verwachsung von Leucit und Glimmer.* Bull. Geol. Institution of the University of Upsala. Vol. III, blz. 450. 1896—1897.

³⁾ A. LACROIX. *Etude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve* (Avril 1906). Paris 1907. blz. 96.

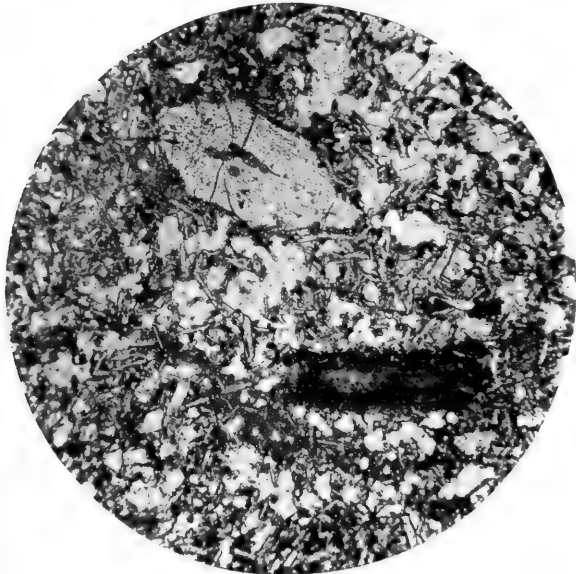


Fig. 1.
50 ×

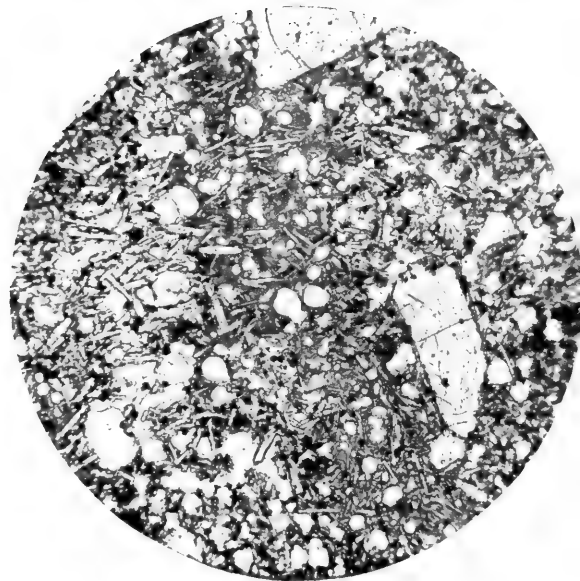


Fig. 2.
50 ×

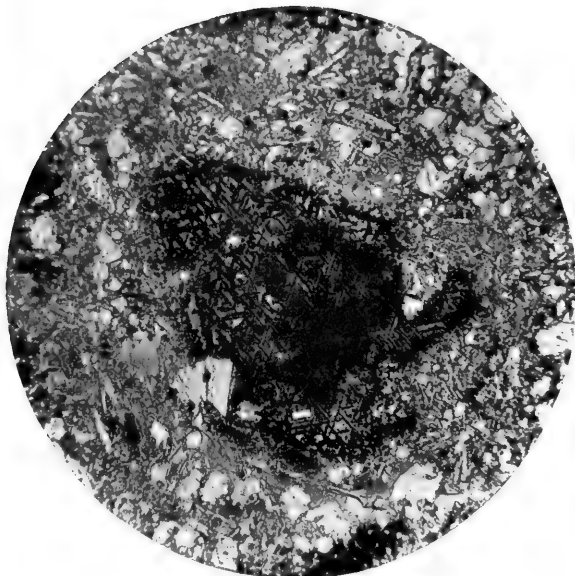


Fig. 3.
50 ×

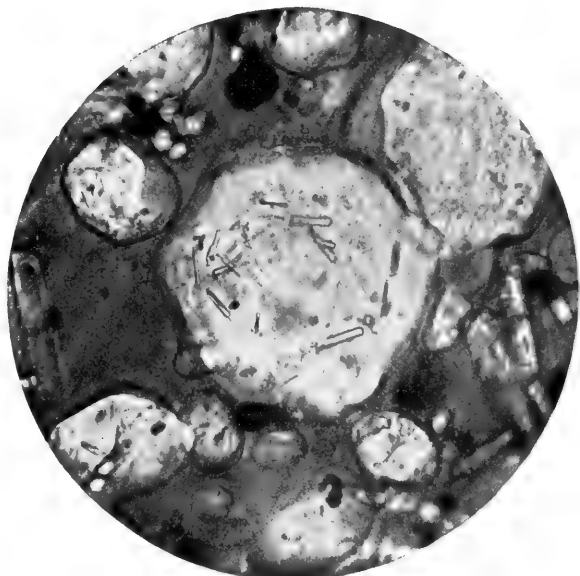


Fig. 4.
500 ×



den naam glimmerleucietbazalt, zoowel de volkomen afwezigheid van veldspaat, als de overvloedigheid van glimmer en olivyn voldoende uitgedrukt.

Aan latere exploraties van dit interessante gebied blijft over uit te maken in hoeverre de bovengenoemde veronderstellingen juist zijn, en of dit gesteente behoort tot een groep van lamprofyrische ganggesteenten, waarvan de overgangen tot minetten en monchiquieten in hun leucietvoerende variëteiten bekend zijn.

VERKLARING DER FIGUREN.

Fig. 1. Boven, een phenokrist van olivijn; daaronder een geresorbeerde glimmer en links daarvan niet-geresorbeerde glimmer in den stand van grootste absorptie, met duidelijke splijstrepn. De grondmassa bestaande uit leuciet, augietmikrolieten en erts.

Fig. 2. Van boven links tot onder rechts bestaat de donkere band geheel uit niet-geresorbeerden glimmer; duidelijk is het poikilitische karakter t/o van leuciet en diopsiedmikrolieten. De olivijn omsluit enkele ertskorrels en augietmikrolieten.

Fig. 3. Geresorbeerde glimmer, omgeven door een rand van gelijk georiënteerden niet-geresorbeerden glimmer (doorgroeien der kristallen na de resorbtieperiode).

Fig. 4. Leucietkristallen met insluitsels, poikilitisch omsloten door niet-geresorbeerden glimmer.

Scheikunde. — De Heer HOLLEMAN biedt namens Dr. E. H. BÜCHNER eene mededeeling aan: „*Over de radioactiviteit van rubidiumverbindingen.*”

(Mede aangeboden door den Heer P. ZEEMAN).

Ofschoon de proeven, die hieronder beschreven worden, nog volstrekt niet afgesloten zijn, acht ik het toch gewenscht met het oog op den langen duur van experimenten als deze, thans reeds over de verkregen resultaten 't een en ander mede te deelen.

Door CAMPBELL¹⁾ werd ongeveer twee jaar geleden ontdekt, dat kaliumzouten, zij 't ook, vergeleken bij uranium en de andere bekende radioactieve stoffen in zeer geringe mate, stralen uitzenden, die de lucht ioniseeren en dus de ontlading van een electroscop bewerken. Van verschillende zijden werd deze vondst bevestigd; verder slaagden LEVIN en RUER²⁾ er in de werking der kaliumzouten op de fotografische plaat waar te nemen. Het schijnt dus vrij zeker, dat kaliumzouten of zelf radioactief zijn, of constant met een radioactieve stof verontreinigd zijn; daar verder bewezen is, dat deze verontreiniging

¹⁾ Le Radium IV, 199.

²⁾ Phys. Zeitschr. 9, 248.

niet één der bekende actieve stoffen zijn kan, ligt het voor de hand het bestaan van een actief alkalimetaal te veronderstellen, hetwelk steeds in sporen bij de kaliunzouten bijgemengd zou zijn. Ten einde deze quaestie nader tot hare oplossing te brengen, leek het in de eerste plaats van belang na te gaan, of ook andere alkalizouten dezelfde eigenschap hebben als de kaliumverbindingen. Vooral moesten daarbij rubidium- en caesiumzouten in het oog gevat worden, daar deze met de kaliumzouten isomorf zijn, en dus, ingeval er werkelijk een onbekend alkalimetaal zijn mocht, te verwachten was, dat dit ook met Rb- en Cs-zouten zich gezamenlijk zou afscheiden.

Proeven in deze richting zijn, gedeeltelijk vóór, gedeeltelijk tijdens mijn onderzoek, ook door CAMPBELL¹⁾ en McLENNAN²⁾ genomen; met behulp van de electroskopische methode stelden zij vast, dat rubidiumaluin eene activiteit had van dezelfde orde als kalium, terwijl verbindingen van Cs, Li, Na niet actief bleken. Dit laatste resultaat werd reeds door mijn eerste proef bevestigd: van een reeks fotografische plaatjes, die aan de inwerking van K_2SO_4 , Rb_2SO_4 , Cs_2SO_4 , NaCl, Li_2CO_3 blootgesteld werden, bleek na ontwikkeling alleen datgene, dat boven het rubidiumzout gelegen had, veranderd te zijn. Bij de volgende proeven heb ik het Cs en Li voorloopig ter zijde gelaten, en dus alleen met de Rb- en ter vergelijking met de K- en Na-zouten gewerkt. De proeven werden als volgt ingericht. LUMIÈRE-plaatjes werden in zwart papier, waarin eene cirkelvormige opening geknipt was, zoodanig ingewikkeld, dat de opening op de gevoelige laag van de plaat kwam. De plaatjes werden dan, met de laagzijde naar beneden, op reepjes kurk gelegd, tusschen welke zich een objectglaasje met het te onderzoeken zout bevond. Daar nu het zout juist onder de opening in het zwarte papier lag, had eene eventueel door het zout uitgezonden straling niets dan 3 à 4 mM. lucht te doordringen, voordat zij de fotografische plaat trof. Met drie tegelijk werden nu de plaatjes in een grootere doos gelegd, waarin tevens een schaalte chloorecalcium geplaatst werd, waarna het geheel in zwart papier lichtdicht verpakt, en onder een klok boven chloorecalcium in een donkere kamer bewaard werd. De verschillende zouten werden in watervrijen toestand gebruikt, en bleken bij opening der doozen geheel onveranderd. Alle plaatjes werden op volkomen gelijke wijze ontwikkeld en gefixeerd. Het resultaat der aldus genomen proeven was, dat na exposities van 81 en 117 dagen de plaatjes, die boven K_2SO_4 en Na_2SO_4 gelegen hadden, onveranderd

1) Proc. Cambr. Phil. Soc. 15, 11; mij slechts door een referaat bekend.

2) Le Radium V, 142.

waren, terwijl daarentegen op de plaatsen, waar het Rb_2SO_4 inwerken kon, duidelijk een zwarte vlek waargenomen werd. Wel is het verschijnsel zwak, maar toch geenszins twijfelachtig.

Er werd toen een nieuwe reeks proeven, op ietwat andere manier genomen; de plaatjes werden weder in zwart papier met eene opening gepakt, doch deze opening werd thans met aluminiumblad van 0,001 m.M. dikte bedekt. Op dit aluminium werd uiterst voorzichtig een hoeveelheid der verschillende zouten gebracht, zoodat de inwerking plaats moest hebben dóór het aluminium heen. Dat er in het schermpje geen gaatjes ontstaan waren, werd na afloop der proef opzettelijk geconstateerd; overigens was de inrichting dezelfde als vroeger. Na een expositietijd van 97 dagen werd weder hetzelfde resultaat verkregen als bij de vorige proevenreeks; het rubidiumsulfaat had een zwarte vlek op de plaat te voorschijn geroepen, de andere zouten hadden haar niet beïnvloed. Wel was het effect van het Rb_2SO_4 zwakker dan bij de vorige proeven.

Het algemeen resultaat is dus, dat het rubidium sterkere werking vertoont dan het kalium of natrium, die beide gedurende den tijd der proef nog geen merkbaren invloed op de plaatjes hadden. (Bij één der kaliumplaatjes was een inwerking misschien aanwezig, doch dan zóó zwak, dat zij twijfelachtig heeten moet). Wat het Na betreft, komt dit overeen met de resultaten van andere onderzoekers; wat het K aangaat, echter niet. Misschien zou dit verschil daaraan kunnen toegeschreven worden, dat de anderen rubidiumaluin, dat slechts $\pm 16\%$ rubidium bevat, gebruikten en ik met anhydrisch sulfaat werkte dat ongeveer 64% rubidium bevat. Het is echter ook mogelijk, dat het onderscheid zijn oorzaak vindt in het verschil in methode van onderzoek; het is immers bekend, dat bij vergelijking van radioactieve stoffen vaak geheel afwijkende resultaten verkregen worden, als men de eene maal met den electroskoop, de andere maal met de fotografische plaat werkt. Met het oog hierop worden nu ook proeven volgens de electroskopische methode voorbereid. Er is ten slotte nog een derde mogelijkheid te beschouwen. Het zou n.l. kunnen zijn, dat Rb_2SO_4 alleen dàn op de plaat werkt, als het te voren aan het licht blootgesteld geweest is, in welk geval van radioactiviteit geen sprake zou wezen, doch het merkwaardige resultaat der genomen proeven dáárin zou bestaan, dat alleen aan het rubidiumzout die werking zou toekomen. Ten einde in deze quaestie een beslissing te verkrijgen, werd nog de volgende proef genomen. Rb_2SO_4 werd in water opgelost; in donker werden eenige druppels der oplossing op een glasplaat gebracht; deze werden ingedampt en de glasplaat eenigen tijd op 150° verhit, zoodat er volkomen droog Rb_2SO_4 op de plaat achterbleef. Dit werd nu

met aluminiumblad bedekt, en hierboven op een afstand van 0,5 m.M. de fotografische plaat gelegd. Na 100 dagen werd de plaat ontwikkeld, evenals een plaat, die in dezelfde doos, op geheel gelijke wijze verpakt was, doch waaronder zich geen zout bevonden had. Hetzelfde resultaat als steeds werd verkregen; alleen op het aan het rubidium blootgestelde plaatje was een zwarte, zij het ook zwakke, vlek te zien. Deze uitkomst schijnt er op te wijzen, dat inderdaad van het rubidiumsulfaat een straling uitgaat, die zijn oorsprong niet in vooraf van buiten opgenomen energie vindt. Ik stel mij echter voor, deze proef met Rb_2SO_4 dat zich nu reeds drie maanden in donker bevindt, te herhalen, en denk ook andere Rb-zouten in mijn onderzoek te betrekken. Tot zoolang moet ik mij van nadere conclusies onthouden.

Scheikunde. — De Heer HOLLEMAN biedt namens de Heeren A. SMITS en S. POSTMA eene mededeeling aan: „*Over de verbindingen van ammoniak en water*”.

(Eerste mededeeling).

(Mede aangeboden door den Heer SCHREINEMAKERS)

Reeds dikwijls heeft men zich de vraag gesteld wat er gebeurt, wanneer NH_3 en H_2O samenkomen, doch het is nog niet gelukt een alleszins bevredigend antwoord te vinden.

Dat wij hier naast het fysisch proces ook nog met een chemische omzetting te doen hebben, daarop wijzen de afwijkingen van de wet van HENRY zoowel als de groote mengwarmte, doch welke deze chemische omzetting is, dat is nog onbekend.

Wanneer men nagaat, wat de meest belangrijke zaken zijn, die men van de oplossingen van NH_3 in water is te weten gekomen, dan zijn dit de volgende:

Bij oplossing van NH_3 in water wordt de OH' -ionen konc. vergroot, zoodat NH_3 in water opgelost zich gedraagt als een betrekkelijk zwakke base.

Verder bleek, dat de oplossing dezelfde NH_4 -ionen bevat als door ammoniumzouten worden afgesplitst, daar de electrolytische dissociatie in de waterige NH_3 -oplossing niet alleen door verhooging der OH' -ionen konc., maar ook door verhooging der NH_4 -ionen konc. wordt teruggedrongen.

Dat er in een waterige oplossing van ammoniak vrij NH_3 aanwezig is werd door HANTZSCH en SEBALDT ¹⁾ aangetoond door uit-

¹⁾ Zeitschr. f. phys. Chem. 30, 258 (1899).

schudden met oplosmiddelen voor NH_3 , zooals CHCl_3 , waarbij bleek, dat de verdeling van NH_3 tusschen water en chloroform van de temperatuur afhangt en bij temperatuursverhooging meer NH_3 in de chloroformlaag gaat.

Hieruit heeft men de conclusie getrokken, dat wij bij het oplossen van NH_3 in water te doen hebben met de vorming van een verbinding, waarvan de concentratie bij temperatuursverlaging toeneemt.

Naar aanleiding van het gedrag van de gesubstitueerde organische afgeleiden van ammoniak hebben nu HANTZSCH en SEBALDT getracht plausibel te maken, dat deze verbinding niet is NH_4OH , maar een hydraat $(\text{NH}_3)_m(\text{H}_2\text{O})_n$ van onbekende samenstelling.

Daarop hebben ABEGG en RIESENFELD ¹⁾ gemeend deze opvatting te kunnen steunen, door aan te toonen, dat de NH_3 -spanning van een waterige ammoniak-oplossing door toevoeging van zouten, die met NH_3 geen komplexe verbindingen geven, het meest toeneemt, wanneer deze zouten zelf groote neiging tot hydraat-vorming vertoonen.

Gaat men nu deze en nog andere beweegredenen na op grond waarvan men tot het besluit is gekomen, dat in een waterige oplossing van ammoniak niet NH_4OH doch hydraten van ammoniak aanwezig zouden zijn, dan blijkt, dat het betoog allesbehalve overtuigend en de conclusie dientengevolge aan groote bedenkingen onderhevig is.

Wanneer men inplaats van NH_4OH de formule $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ schrijft, wil men daar feitelijk alleen mede zeggen, dat men te doen heeft met een verbinding, die zich niet als een base gedraagt. Nu gedraagt de oplossing van NH_3 in water zich echter wel als de oplossing van een base, doch dit tracht men dan te verklaren in het licht van de theorie van WERNER door aan te nemen, dat een deel der vrije NH_3 -moleculen zich ten gevolge van hun neven-valenties zullen vereenigen met de H^+ -ionen van het water tot kationen NH_4^+ , waarbij dan het water-evenwicht zoodanig verschoven wordt, dat de OH^- -ionen in groote overmaat komen kunnen.

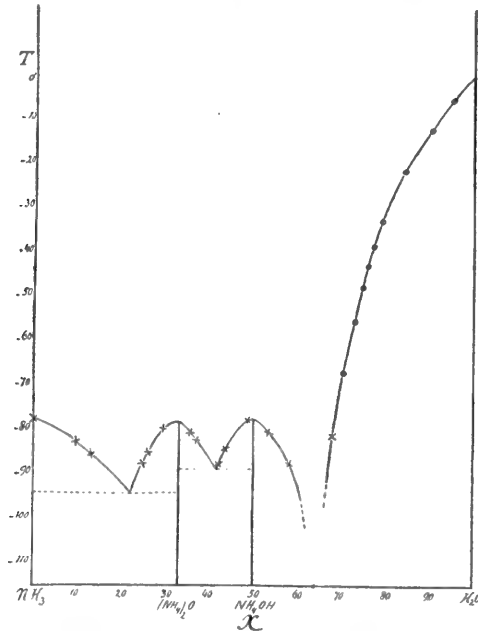
Het is waar, dat de waargenomen verschijnselen verklaard kunnen worden ook al ontkent men het bestaan van NH_4OH , doch voor deze ontkenning bestaat geen voldoende grond, terwijl er geen enkel verschijnsel in strijd is met de aanname, dat in de waterige ammoniak-oplossing NH_4OH voorkomt, dat eenerzijds in evenwicht is met NH_3 en H_2O en anderzijds met de ionen NH_4^+ en OH^- .

Het onderzoek, waarvan hier de eerste resultaten zullen worden medegedeeld, betref nu niet de vraag, die de vorige onderzoekers

¹⁾ Zeitschr. f. phys. Chem. 40, 84, (1902) en 45. 462 (1903).

zich stelden, doch eenvoudig de kwestie „wat zijn, afgezien van de structuur, de verbindingen, die zich uit mengsels van NH_3 en H_2O door afkoeling kunnen afzetten”. Deze vraag kwam ons belangrijk voor, ook omdat uit de afscheiding van een verbinding in vasten toestand met zeer groote waarschijnlijkheid mag worden geconcludeerd, dat deze verbinding van te voren in de oplossing aanwezig was.

Het onderzoek van de smeltlijn gaf nu het volgende resultaat.



In deze grafische voorstelling zijn door cirkeltjes de uitkomsten van onderzoekingen van PICKERING¹⁾ aangegeven, en zoo zien wij dus, dat, terwijl hij door onvolledig onderzoek niets bijzonders heeft gevonden, hier twee verbindingen werden ontdekt, waarin NH_3 en H_2O zich met elkaar hebben vereenigd in de verhoudingen 1 : 1 en 2 : 1.

Dit resultaat is nu niet zonder beteekenis, want gelet op de analogie tusschen de ammoniumzouten en die der alkaliën kon worden verwacht, dat NH_4 zich met de OH-groep en met zuurstof zou kunnen vereenigen in dezelfde verhoudingen als bv. K. dit doet, en wanneer men nu om de hierboven besproken redenen de gevonden verbindingen niet in den vorm van hydraten, doch in den vorm van ammonium-verbindingen schrijft, dan krijgt men inderdaad NH_4OH en $(\text{NH}_4)_2\text{O}$, waarvan de eerste bij ongeveer -77° en de tweede bij circa -78° smelt.

¹⁾ Journ. Chem. Soc., 63, 141 (1891).

Terwijl de mededeeling van meerdere bijzonderheden tot later zal worden uitgesteld zij hier alleen nog vermeld, dat, zooals te verwachten was, het onderzoek aan den waterkant bij lage temperatuur zeer bemoeilijkt werd door de groote viskosititeit van de vloeistof, zoodat het eutecticum tusschen H_2O en NH_4OH voorloopig niet bepaald kon worden.

Dit onderzoek, in verschillende richtingen voortgezet, wordt ook over de aminen uitgebreid.

Amsterdam Juni 1909.

Anorg. Chem. Laboratorium
der Universiteit

Natuurkunde. — De Heer LORENTZ biedt eene mededeeling aan van den Heer J. J. VAN LAAR: „*Iets over den vasten toestand.*” IV.

(Mede aangeboden door den Heer F. A. H. SCHREINEMAKERS).

13. In het reeds eenige malen geciteerde stuk in de Arch. Teyler leidde ik in § 6 (p. 34—35) de formule af voor den coëxistentiedruk van twee willekeurige fasen (vloeibaar-damp, vloeibaar-vast), wanneer *associatie* in beide fasen wordt aangenomen.

Ik wil de afleiding dezer grondformule hier nog even herhalen.

Bij evenwicht tusschen twee coëxisterende fasen moeten de moleculaire thermodynamische potentialen der componenten in de beide fasen gelijk zijn. Worden die componenten door de indices 1 (complexe moleculen) en 2 (enkelvoudige moleculen) aangeduid, dan moet alzoo in ons geval b.v.

$$(\mu_1)_{vl} = (\mu_1)_{vast} \dots \dots \dots (a)$$

zijn. Tengevolge van de evenwichtsbetrekking $\mu_1 = 2\mu_2$ in beide fasen is dan vanzelf ook $(\mu_2)_{vl} = (\mu_2)_{vast}$. Nu is

$$\mu_1 = C_1 - \frac{\partial \Omega'}{\partial n_1} + RT \log c_1, \dots \dots \dots (b)$$

waarin (zie I, p. 831 en 832)

$$\Omega' = \int p dv - pv - RT \sum n_1 \cdot \log \sum n_1,$$

of

$$\Omega' = \sum n_1 \cdot RT \log \frac{v-b}{\sum n_1} + \frac{a}{v} - pv, \dots \dots \dots (c)$$

wanneer de VAN DER WAALS'sche toestandsvergelijking

$$p = \frac{\sum n_1 \cdot RT}{v-b} - \frac{a}{v^2}$$

wordt gebruikt. Voor $\frac{\partial \Omega'}{\partial n_1}$ vindt men dus:

$$\frac{\partial \Omega'}{\partial n_1} = RT \log \frac{v-b}{\Sigma n_1} - RT - \frac{\Sigma n_1 \cdot RT}{v-b} b_1 + \frac{2a_1}{v},$$

omdat uit $b = n_1 b_1 + n_2 b_2$ terstond volgt $\frac{\partial b}{\partial n_1} = b_1$, terwijl uit

$a = n_1^2 a_1 + 2 n_1 n_2 a_{12} + n_2^2 a_2$ gevonden wordt $\frac{\partial a}{\partial n_1} = 2n_1 a_1 + 2n_2 a_{12} =$

$= (2n_1 + n_2) a_1$, wijl a_{12} blijkbaar $= \frac{1}{2} a_1$ is (zie ook I, blz. 832). Verder is $2n_1 + n_2 = 2(1 - \beta) + 2\beta = 2$, derhalve tenslotte $\frac{\partial a}{\partial n_1} = 2a_1$. De

termen met $\frac{\partial v}{\partial n_1}$ vallen alle tengevolge der toestandsvergelijking tegen elkaar weg.

Voor de gevonden uitdrukking kan men nu schrijven:

$$\frac{\partial \Omega'}{\partial n_1} = RT \log \frac{v-b}{\Sigma n_1} - \frac{RT}{v-b} \left[v + n_2 (b_1 - b_2) \right] + \frac{2a_1}{v},$$

omdat $(v-b) + \Sigma n_1 \cdot b_1 = v - (n_1 b_1 + n_2 b_2) + (n_1 + n_2) b_1 = v + n_2 (b_1 - b_2)$ is.

Vervangen wij nog $\frac{RT}{v-b}$ door $\frac{p + a/v^2}{\Sigma n_1}$, dan wordt

$$\frac{\partial \Omega'}{\partial n_1} = RT \log \frac{v-b}{\Sigma n_1} - \frac{p + a/v^2}{\Sigma n_1} v + \frac{2a_1}{v} - \frac{RT}{v-b} n_2 (b_1 - b_2),$$

of

$$\frac{\partial \Omega'}{\partial n_1} = RT \log \frac{v-b}{1+\beta} - \frac{pv}{1+\beta} + \frac{a}{v} \frac{1+2\beta}{1+\beta} - 2\beta RT \frac{b_1 - b_2}{v-b}, \dots (d)$$

wijl $a = a_1$ (zie I, p. 832), $\Sigma n_1 = 1 + \beta$ en $n_2 = 2\beta$ is.

Is $\beta = 0$, dan gaat dit over in

$$\frac{\partial \Omega'}{\partial n_1} = RT \log (v-b) - pv + \frac{a}{v},$$

d. w. z. de uitdrukking (c) voor Ω' , omdat er dan slechts één soort moleculen (nl. complexe) is, en derhalve $\frac{\partial \Omega'}{\partial n_1} = \Omega'$ moet wezen, wanneer $\Sigma n_1 = 1 + \beta = 1$ is.

Voor de evenwichtsbetrekking (a) bij coëxistentie vinden wij alsnu tengevolge van (b) en (d), daar de temperatuurfunctie C_1 wegvalt:

$$RT \log \frac{v'-b'}{v-b} \frac{1+\beta'}{1+\beta} - p \left(\frac{v'}{1+\beta'} - \frac{v}{1+\beta} \right) + a \left(\frac{1}{v'} \frac{1+2\beta'}{1+\beta'} - \frac{1}{v} \frac{1+2\beta}{1+\beta} \right) -$$

$$- 2 RT (b_1 - b_2) \left(\frac{\beta'}{v'-b'} - \frac{\beta}{v-b} \right) - RT \log \left(\frac{1-\beta'}{1+\beta'} \frac{1+\beta}{1-\beta} \right) = 0,$$

omdat $c_1 = \frac{n_1}{\Sigma n_1} = \frac{1-\beta}{1+\beta}$ is. De geaccentueerde grootheden hebben op de vaste phase betrekking. Vervangt men nu $\frac{v-b}{1+\beta}$ door $\frac{RT}{p+a/v^2}$, dan vindt men ten slotte, na deeling door RT :

$$\log \frac{p+a/v^2}{p+a/v^2} = \frac{p}{RT} \left(\frac{v'}{1+\beta'} - \frac{v}{1+\beta} \right) - \frac{a}{RT} \left(\frac{1}{v'} \frac{1+2\beta'}{1+\beta'} - \frac{1}{v} \frac{1+2\beta}{1+\beta} \right) + \left. \begin{aligned} &+ 2(b_1-b_2) \left(\frac{\beta'}{v'-b'} - \frac{\beta}{v-b} \right) + \log \left(\frac{1-\beta'}{1+\beta'} \frac{1+\beta}{1-\beta} \right) \end{aligned} \right\} (16)$$

[Deze betrekking zou bij de coëxistentie vloeibaar-damp, in plaats van vloeibaar-vast, bij genoegzaam lage temperaturen, als wanneer v (vloeib.) tegenover v' (damp), $\frac{1}{v'}$ tegenover $\frac{1}{v}$, en $\frac{1}{v'-b'}$ tegenover $\frac{1}{v-b}$ mag verwaarloosd worden, terwijl alsdan $p+a/v^2 = a/v^2$ en $p+a/v^2 = p$ is, overgaan in

$$\log \frac{a/v^2}{p} = \frac{pv'}{(1+\beta')RT} + \frac{a/v}{RT} \frac{1+2\beta}{1+\beta} - 2\beta \frac{b_1-b_2}{v-b} + \log \left(\frac{1-\beta'}{1+\beta'} \frac{1+\beta}{1-\beta} \right),$$

of daar $\frac{pv'}{(1+\beta')RT} = 1$ en $1 - 2\beta \frac{b_1-b_2}{v-b} = \frac{v-(1-\beta)b_1-2\beta b_2-2\beta(b_1-b_2)}{v-b} = \frac{v-(1+\beta)b_1}{v-b}$ is, in

$$\log \frac{a/v^2}{p} = \frac{a/v}{RT} \frac{1+2\beta}{1+\beta} + \frac{v-(1+\beta)b_1}{v-b} + \log \left(\frac{1-\beta'}{1+\beta'} \frac{1+\beta}{1-\beta} \right).$$

Is nu nog bovendien $\beta = 0$, $\beta' = 0$, zoodat we met een enkelvoudige stof te maken hebben, daa wordt dit ($b = b_1$):

$$\log \frac{a/v^2}{p} = \frac{a/v}{RT} + 1,$$

de welbekende VAN DER WAALS'sche betrekking voor den coëxistentiedruk, daar nl. a/v^2 in p_c en a/v in T_c kan worden uitgedrukt (zie TEYLER, p. 36—37)].

14. Keeren wij tot de coëxistentie vloeibaar-vast terug. De daarvoor geldige formule (16) had ook kunnen gevonden worden uit de betrekking

$$p_0 = \frac{1}{v'-v} \int_v^{v'} p dv = \frac{1}{v'-v} \int_v^{v'} \left(\frac{(1+\beta)RT}{v-b} - \frac{a}{v^2} \right) dv,$$

waarin thans bij de integratie tusschen v en v' de grootheid β veranderlijk moet aangenomen worden. Maar deze weg zou zeer veel omslachtiger geweest zijn, daar alsdan ook van de evenwichtsbetrekking (2) [zie I, p. 83] moet gebruik gemaakt worden. Wij hebben er ons echter van overtuigd, dat het resultaat, zooals kon verwacht worden, identiek is met (16).

Daar v en v' door middel van de toestandsvergelijking, β en β' door middel van de evenwichtsbetrekking (2) kunnen worden geëlimineerd, zoo is de afgeleide betrekking (16) feitelijk de gezochte betrekking $p = f(T)$. Maar die eliminaties kunnen in werkelijkheid helaas niet worden uitgevoerd, zoodat men er zich toe moet bepalen uit de betrekking (16), in verband met (2) en de toestandsvergelijking, de grootte van den coëxistentiedruk p in de verschillende punten der kromme SM (zie Fig. 6 der Plaat) af te leiden.

Wat $T = 0$ betreft, zoo hebben wij reeds langs een anderen weg in II gevonden (zie bl. 965), dat alsdan

$$(T = 0) \quad p_0 = \frac{q_0}{-\Delta b} - \frac{a}{vv'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

is. Immers in de betrekking (2) op blz. 956, nl.

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = \frac{cT^{\gamma+1}}{p + a/v^2} e^{\frac{(p + a/v^2)(-\Delta b) - q_0}{RT}},$$

zal bij $T = 0$ β steeds $= 1$ zijn, wanneer $(p + a/v^2)(-\Delta b) > q_0$ is (stuk FE van fig. 5 op de plaat van III; v is dan konstant $= 2b_2$). Want dan wordt het tweede lid $= 0 \times e^\infty = \infty$. Is daarentegen $(p + a/v^2)(-\Delta b) < q_0$ (stuk DC , waar v constant $= b_1$ is; en stuk CB , waar v van b_1 tot ∞ toeneemt), dan zal β steeds $= 0$ zijn tengevolge van $0 \times e^{-\infty} = 0$.

Langs het stuk ED der isotherme, waar β van 1 tot 0 verandert bij veranderlijke v , zal noodzakelijk $(p + a/v^2)(-\Delta b) - q_0 = 0$ moeten zijn, want anders zou volgens het bovenstaande β òf $= 1$ òf $= 0$ zijn. Het is echter gemakkelijk in te zien, dat de genoemde grootheid t. o. v. T van de orde $RT \log \frac{\lambda}{T^{\gamma+1}}$ zal moeten wezen, want dan wordt

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = \frac{cT^{\gamma+1}}{p + a/v^2} \frac{\lambda}{T^{\gamma+1}} = \frac{c\lambda}{p + a/v^2},$$

wat thans eindig blijft voor $T = 0$, en voor verschillende waarden van v verschillende waarden van β kan opleveren. In het tweede

lid is langs het genoemde stuk ED $p + a/v^2 = \frac{q_0}{-\Delta b}$, zoodat $p + a/v^2$ een constante waarde heeft en bij elke waarde van v een bepaalde

waarde van p behoort. Uit $p_0 = \frac{1}{v' - v} \int_v^{v'} p dv$ volgt dan onmiddellijk

formule (10). En daar $\frac{p + a/v^2}{RT} = \frac{1 + \beta}{v - b}$ is, zoo zal alsdan $v - b$ blijvend

$= 0$ zijn, derhalve $v = b = b_1 + \beta \Delta b$, zoodat β kan gevonden worden uit $\beta = \frac{b_1 - v}{-\Delta b}$. (Zie ook de 2^e noot op blz. 28 van III). Door vergelijking van deze laatste uitdrukking voor β met de bovenstaande zou men de zoeven onbepaald gebleven waarde van λ gemakkelijk kunnen vinden.

15. Wij gaan er thans toe over de uitdrukking voor $\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta E}{T \Delta V}$ nader te beschouwen.

De algemeene uitdrukking voor ΔV kan worden gevonden uit

$$\Delta V = v - v' = (b - b') + [(v - b) - (v' - b')].$$

Hierin is $b = b_1 + \beta \Delta b$, $b' = b_1 + \beta' \Delta b$, derhalve $b - b' = (\beta - \beta') \Delta b$, zoodat we verkrijgen:

$$-\Delta V = (\beta - \beta') (-\Delta b) - RT \left[\frac{1 + \beta}{p + a/v^2} - \frac{1 + \beta'}{p + a/v'^2} \right]. \quad (17)$$

Aangezien nu $\beta - \beta'$ steeds *positief* is (immers, wij duiden de phase met de *geringste* waarde van β , d.w.z. de *vaste* phase, door geaccentueerde grootheden aan), terwijl $-\Delta b$ *positief* wordt ondersteld, zoo zal $-\Delta V$ zijn *grootste positieve* waarde bij $T = 0$ bezitten, nl. $-\Delta b$. Want dan heeft $\beta - \beta'$ zijn maximumwaarde $1 - 0$, en is de term met RT , waarin $\frac{1 + \beta}{p + a/v^2} > \frac{1 + \beta'}{p + a/v'^2}$ zal zijn ¹⁾, zoo klein mogelijk.

Voor ΔE kan geschreven worden (zie (12) op bl. 966 van II):

$$\Delta E = (\beta - \beta') (q_0 + \gamma RT) + \left(p + \frac{a}{vv'} \right) \Delta V,$$

of na substitutie der gevonden waarde van ΔV :

¹⁾ Want v en v' zullen in de praktijk weinig verschillen, terwijl β meest belangrijk grooter dan β' zal wezen. (zie ook II, p. 970. Noot, waar wij op den zelfden grond aantoonen dat $v - b$ altijd $> v' - b'$ is).

$$\Delta E = (\beta - \beta') \gamma RT + (\beta - \beta') \left[q_0 - \left(p + \frac{a}{vv'} \right) (-\Delta b) \right] + \left. \begin{aligned} &+ RT \left(p + \frac{a}{vv'} \right) \left[\frac{1 + \beta}{p + a/v^2} - \frac{1 + \beta'}{p + a/v'^2} \right] \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Nu zagen wij boven dat $q_0 - \left(p + \frac{a}{vv'} \right) (-\Delta b)$, d.w.z. $q_0 - \left(p_0 + \frac{a}{v_0^2} \right) (-\Delta b)$, wanneer p_0 de coëxistentiedruk is bij $T = 0$ en v_0 het „derde” volume op het stuk ED (zie ook II, p. 966), van de orde

$$- (RT \log \lambda - (\gamma + 1) RT \log T),$$

d.w.z. van de orde

$$\alpha T + \beta T \log T$$

is, zoodat de bovenstaande uitdrukking voor ΔE in de nabijheid van $T = 0$ van de orde

$$\alpha' T + \beta T \log T = T (\alpha' + \beta \log T)$$

moet wezen. Hieruit volgt alzoo dat bij $T = 0$ ook $\Delta E = 0$ is;

dat ΔE bij $T > 0$ eerst *negatief* wordt (want $\frac{d(\Delta E)}{dT} = (\alpha' + \beta) + \beta \log T$, hetgeen bij $T = 0$ de waarde $-\infty$ heeft, daar β steeds positief is); daarna een *maximale* negatieve waarde bereikt (blijkbaar wanneer $\log T = -\frac{\alpha' + \beta}{\beta}$ is); om bij grootere waarden van T weer

toe te nemen, opnieuw $= 0$ te worden (wanneer $\log T = -\frac{\alpha'}{\beta}$), en daarna steeds *positief* te blijven — en wel toenemend, wijl de toename van T en die van $q_0 - \left(p + \frac{a}{vv'} \right) (-\Delta b)$, tengevolge der gestadige afname van den coëxistentiedruk p , de afname van $\beta - \beta'$ zal overtreffen.

In de uitdrukking

$$\frac{dp}{dT} = - \frac{\Delta E}{T(-\Delta V)}$$

zal nu $\frac{\Delta E}{T}$ in de nabijheid van $T = 0$ van de orde $\alpha' + \beta \log T$

zijn, zoodat alsdan $-\frac{dp}{dT}$, daar $-\Delta V$ eindig blijft, insgelijks van

de orde $\alpha' + \beta \log T$ is. M. a. w. $\frac{dp}{dT}$ is $= +\infty$ bij $T = 0$; wordt

$= 0$ bij $\log T = -\frac{\alpha'}{\beta}$, waar ΔE ten tweeden male $= 0$ wordt (zie

boven), en zal daarna *negatief* worden en steeds blijven *afnemen*, wijl voorbij het minimum van ΔE (bij $\log T = -\frac{\alpha' + \beta}{\beta}$) ΔE toene- mend blijft (zie boven), terwijl wij reeds gezien hebben dat $-\Delta V$ een met T *afnemende* grootte is.

Dit verloop van $\frac{dp}{dT}$ geeft dus voor de lijn SM (coëxistentie vloeibaar-vast) bij *negatieve* waarden van Δb en ΔV een verloop als in Fig 6 van de plaat hierachter is afgebeeld. (S is het tripelpunt). De lijn SMN zal derhalve in het punt N ($T = 0$) aan de drukas *raken*, wijl aldaar $\frac{dp}{dT} = \infty$ is ¹⁾.

In het punt S kan $\frac{dp}{dT}$ zelfs *positief* worden, wanneer n.l. $-\Delta V$ negatief wordt. Dit is b.v. het geval, wanneer $-\Delta b$ slechts een *geringe* positieve waarde heeft, zoodat in (17) bij grootere waarden van T de term met $RT \left[\frac{1 + \beta}{p + \alpha/v^2} - \frac{1 + \beta'}{p + \alpha'/v'^2} \right]$ gaat overheerschen. M.a.w. wanneer het teeken van $v - v'$ niet meer door het teeken van $b - b'$ alleen is gegeven. In dit geval verloopt de lijn SM als in Fig. 7 is aangeduid; n.l. met een vertikale raaklijn in A , waar $-\Delta V$ van positief, negatief wordt. Dit punt A kan natuurlijk bij zeer hoogen druk gelegen zijn, zoodat het den schijn heeft dat de lijn SM naar rechts *blijft* verlopen (wat natuurlijk alleen bij Δb positief het geval zou wezen).

16. Uit de uitdrukking (10) van II, p. 965, n.l.

$$(T = 0) \quad p_0 = \frac{q_0}{-\Delta b} - \frac{\alpha}{vv'},$$

volgt — hetgeen wij aldaar reeds hebben besproken — dat p_0 (het

¹⁾ In II, p. 966 [formule (12^a) en (13)] is, niet lettende op de logarithmische orde van ΔE , abusievelijk afgeleid dat de limietwaarde van ΔE bij $T = 0$ zou zijn γRT , en derhalve die van $\frac{dp}{dT}$ door $-\frac{\gamma R}{-\Delta b}$ zou gegeven zijn, een eindige negatieve waarde dus; terwijl in werkelijkheid de laatste limietwaarde $= +\infty$ is. Maar deze fout heeft in II geen invloed op het verdere gehad, daar (12^a) en (13) niet meer zijn gebruikt.

Dat de waarde van p zelf bij $T = 0$ aanvankelijk *toenemend* is, blijkt ook uit

$$q_0 - \left(p + \frac{\alpha}{vv'} \right) (-\Delta b) = \alpha T + \beta T \log T,$$

wat bij $T = 0$ afnemend is, terwijl alsdan vv' onveranderd blijft.

stuk ON bij $T=0$) bij *kleine* waarden van q_0 zelfs 0 en negatief kan worden. Wij zullen alsdan een verloop hebben als in de figuren 8—11 is aangeduid.

Het vaste gebied krimpt hoe langer hoe meer in, naarmate p_0 afneemt. Tegelijkertijd zal het tripelpunt S zich meer en meer naar het absolute nulpunt O verplaatsen.

Zoodra p_0 negatief is geworden (fig. 9), verschijnen er noodwendig twee tripelpunten S en S' , daar de *realiseerbare* coëxistentiedruk natuurlijk positief blijft. Bij genoegzame temperatuursverlaging (terwijl de druk tusschen dien van M en S blijft) komt men dus eerst in het vaste, doch tenslotte weer in het vloeibare gebied.

De mogelijkheid van een dergelijk verloop is reeds door TAMMANN geopperd (zie o.a. BAKHUIS ROOZEBOOM, „die heterogenen Gleichgewichte” I, p. 83, fig. 9) — met dit groote verschil evenwel, dat TAMMANN, behalve een vertikale raaklijn in A (zie onze fig. 7) en een horizontale in M , nog een vertikale raaklijn in A' en een horizontale in M' onderstelt (zie Fig. 12). Een dergelijk verloop is echter volgens onze bovenstaande theoretische beschouwingen onmogelijk, daar bij $T=0$ *altijd* een (positieve of negatieve) coëxistentiedruk bestaat. De gronden, waarop TAMMANN een dergelijk verloop mogelijk acht, zijn dan ook theoretisch — wat de punten A' en M' betreft — niet te rechtvaardigen.

BAKHUIS ROOZEBOOM heeft daarom het „heele” ei van TAMMANN vervangen door het „halve” ei (zie l.c. p. 93, fig. 10); maar ook een dergelijk verloop (zie fig. 13 der Plaat) is geheel met de theorie in strijd.

BAKHUIS ROOZEBOOM trachtte met deze voorstelling te verklaren waarom in vele gevallen vloeistoffen *niet kristallizeeren*, zoodat bij temperatuursverlaging een continue overgang zou plaats vinden van den vloeibaren in den amorph-glasachtigen toestand, zonder dat deze laatste metastabiel ware.

Maar dit verschijnsel wordt door onze theorie ook verklaard. Immers bij genoegzaam geringe waarde van q_0 wordt p_0 hoe langer hoe kleiner, en zal reeds bij betrekkelijk zeer lage drukken het vaste gebied (zie fig. 9, bovenste pijl) niet meer bereikt worden. Ten slotte zal het vaste gebied geheel beneden de lijn OK en later beneden de as $p=0$ (zie fig. 10 en 11) verzinken, en heeft men een doorlopend vloeistofgebied — nl. vanaf het oogenblik dat de lijn NM de lijn $OS'SMK$ raakt (fig. 10), waarbij dan S' en S zullen samenvallen.

Afgezien van het niet juist aangegeven verloop van de lijn SM voorbij het punt M , is derhalve de figuur van TAMMANN dichter bij

de waarschijnlijke waarheid (door onze fig. 9 aangeduid) dan de figuur van BAKHUIS ROOZEBOOM met twee coëxistentiedrukken in B en C bij $T=0$. Bij de voorstelling van dezen laatsten (fig. 13) zou de vaste toestand soms bereikt kunnen worden door drukverhooving; bij ons echter (fig. 9) alleen door drukverlaging.

Het *uitblijven* van den vasten toestand kan alsnu aan vier oorzaken worden toegeschreven.

1°. De vloeibare massa is voor het bereiken van het smeltpunt (op de lijn SM gelegen) reeds zóó viskeus, dat zij in den amorph-glasachtigen toestand overgaat. Bij het bereiken van het smeltpunt is dientengevolge de kristallizatiesnelheid zoo gering, dat geen kristalvorming plaats vindt, althans niet onmiddellijk. Prof. JAEGER schrijft mij, dat in dergelijke gevallen soms *na zeer langen tijd* „ontglazing” (devitrificatie) intreedt. Men kan in dit geval dus niets anders doen dan „wachten”.

2°. Het smeltpunt wordt bij afkoeling wel in „vloeibaren”toestand bereikt, maar de druk (bv. die van één atmosfeer) is *te hoog*. (fig. 9 bovenste pijl). Men zou in dit geval kunnen beproeven de vloeistof in een *dichtgesmolten* glazen buis (zoodat deze aanvankelijk *geheel* met de vloeistof gevuld is) langzaam af te koelen. De vloeistof staat dan voortdurend onder den druk van den verzadigden damp, zoodat men langs de lijn KS het punt S bereikt. ¹⁾

3°. Men heeft de afkoeling nog niet ver genoeg voortgezet. Want in gevallen als bij Fig. 9 ligt het tripelpunt S meest bij zeer lage temperaturen. Men heeft dan natuurlijk slechts de afkoeling voort te zetten. Het is dan echter te vreezen, dat vóór het bereiken van de lijn SM het geval sub 1° intreedt.

4°. Er *bestaat* geen gekristallizeerde toestand (fig. 10 en 11). Alsdan kan men zeer lang wachten eer de amorph-glasachtig geworden massa kristallizeert.

¹⁾ Zou langs dezen eenvoudigen weg niet eens beproefd kunnen worden enkele der vele mij door den Heer JAEGER genoemde stoffen, zooals o. a. verscheidene esters van organische zuren, barnsteenzuurnitrl, e. a. tot kristallizatie te bewegen?

(Wordt vervolgd).

Wiskunde. — De Heer KORTEWEG biedt eene mededeeling aan van den Heer L. E. J. BROUWER: „*Over één-éénduidige, continue transformaties van oppervlakken in zichzelf.*” (2^e mededeeling).¹⁾

(Mede aangeboden door den Heer P. H. SCHOUTE).

We beschouwen nu een willekeurig tweezijdig²⁾ oppervlak, en onderwerpen dat aan een willekeurige één-éénduidige continue transformatie in zichzelf met invariante indicatrix.

Onder een *grensgebied* van de transformatie verstaan we een deel-

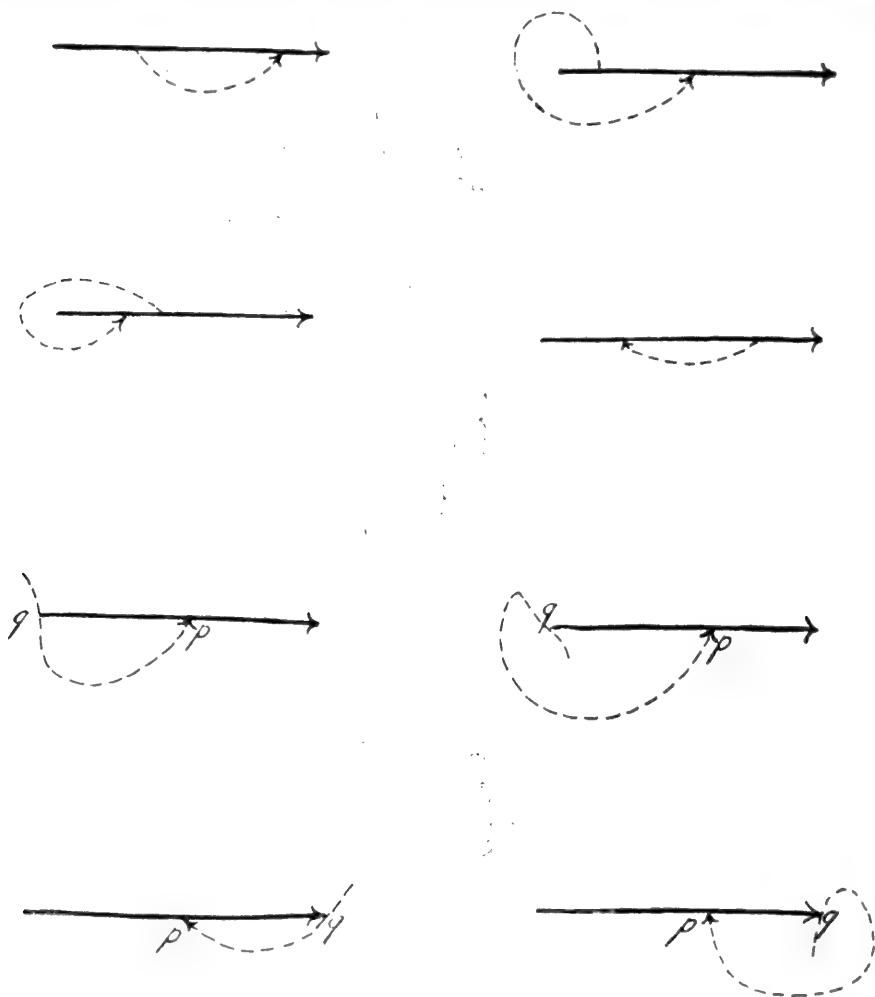


Fig. 1.

¹⁾ Zie deze Verslagen, Dl. XVII (2), p. 741.

²⁾ Omtrent een eenzijdig oppervlak leert ons resultaat dus alleen dan iets, wanneer we het in continue één-meerduidige correspondentie met een tweezijdig oppervlak hebben gebracht.

gebied van het oppervlak, dat geheel buiten zijn beeldgebied ligt, maar waarvoor elke uitbreiding deze eigenschap verloren doet gaan.

Het kan echter voorkomen, dat een grensgebied zich nog laat *vergrooten*, d. w. z. zich na onbepaald kleine wijziging van zijn grens laat vereenigen met een eindig aangrenzend gebied tot een nieuw grensgebied, waarvan het in zeker coördinatenstelsel gemeten oppervlak dan natuurlijk grooter is, dan van het oude. Een toelichting daarvan zal het vervolg geven.

Onder een *transformatiedomein* verstaan we een niet voor vergroting vatbaar grensgebied, en het is onze bedoeling zulk een transformatiedomein te construeeren.

We gaan daartoe uit van twee enkelvoudige kurvenbogen, die elkanders beeld zijn, twee en niet meer dan twee punten gemeen hebben, en elkaar in die punten niet kruisen. We zullen onderstellen, dat die kurvenbogen geen eindpunt gemeen hebben; dan laat de ligging van beide ten opzichte van elkander nog verschillende mogelijkheden toe, die in fig. 1 zijn aangegeven.

Met behulp van deze beide kurvenbogen construeeren we dan twee door enkelvoudige gesloten krommen begrensde gebieden G en G' , die elkanders beeld zijn en geheel buiten elkander liggen, terwijl hun grenzen twee enkelvoudige kurvenbogen gemeenschappelijk hebben. In fig. 2 is dat uitgevoerd voor het geval, dat de tweede der in fig. 1 aangegeven mogelijkheden zich voordoet.¹⁾

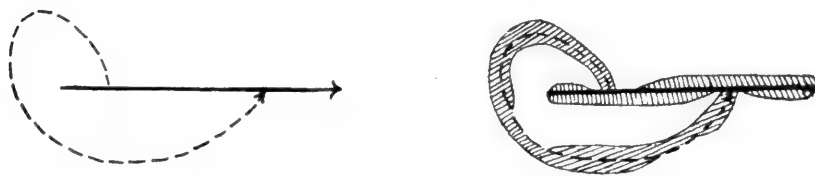


Fig. 2.

Op den omtrek van elk der beide gebieden G en G' liggen dan nu reeds dadelijk eenige ²⁾ enkelvoudige kurvenbogen, die bereikbaar zullen moeten zijn voor elk grensgebied, waartoe zich het gebied G laat uitbreiden, en voor het beeldgebied daarvan.

¹⁾ Alleen in het vijfde en achtste geval van fig. 1 zou dit moeilijkheid kunnen geven, indien de beide gemeenschappelijke punten der beide kurvenbogen elkanders beeldpunten zijn. Door een kleine wijziging der figuur is dan die moeilijkheid op te heffen.

²⁾ In de eerste vijf gevallen van fig. 1 is dit aantal 4; in het zesde 4 of 3; in het zevende 3 of 2; in het achtste 3.

We geven nu aan het gebied G een zoodanige uitbreiding, d.w.z. vervangen het zoodanig door een gebied, waarin het als deelgebied bevat is, dat, wanneer ook aan G' de corresponderende uitbreiding wordt gegeven, de uitgebreide gebieden G en G' nog steeds buiten elkander liggen. Dit uitbreidingsproces herhalen we zoo dikwijls, tot een grensgebied is bereikt, hetgeen na een aftelbaar aantal uitbreidingen het geval zal zijn. Vervolgens voeren we voor dit grensgebied zoo mogelijk na onbepaald kleine wijziging van de grens een vergrooting uit: daardoor gaat in 't algemeen de eigenschap als grensgebied verloren, kan echter door een aftelbaar aantal nieuwe uitbreidingen worden herkreten. Het nieuwe grensgebied trachten we weer te vergrooten, en gaan zoo voort, totdat we door een aftelbaar aantal bewerkingen een *transformatiedomein* O hebben verkregen.

Dit domein O kan, indien geen tegelijk met alle punten van zijn grens invariant deelgebied van het oppervlak bestaat, hoogstens twee restgebieden bepalen, n.l. een restgebied R_1 , waarin O' ligt, en een al of niet hiermee identiek restgebied R_2 , in wiens beeldgebied R'_2 O ligt.

Bestond n.l. nog een derde restgebied G_3 , dan is zoowel G_3 als G'_3 vrij, zoowel van O als van O' . Zij P een willekeurig punt op de grens van G_3 , niet samenvallend met zijn beeldpunt P' . Leggen we dan om P en P' zoo klein als men wil te kiezen enkelvoudige gesloten krommen, die elkanders beeld zijn en gebieden π en π' begrenzen, dan bevatten $\mathfrak{M}(O, G_3, \pi)$ en $\mathfrak{M}(O', G'_3, \pi')$ achtereenvolgens twee gebieden, die elkanders beeld zijn, en die men van O en G_3 resp. van O' en G'_3 zoo dicht als men wil approximeerende deelgebieden ¹⁾ kan laten bevatten, tot welke men dus O en O' zou kunnen *vergroten*, hetgeen zou strijden tegen de domeineigenschap. Deze redeneering blijft met een kleine wijziging van kracht ook voor de onderstelling, dat G_3 en G'_3 zouden samenvallen.

We zullen zeggen, dat een deelgebied van een oppervlak *den samenhang van dat oppervlak niet verbreekt*, wanneer het een enkel restgebied bepaalt, dat voor de analysis situs het karakter bezit van een restgebied van een trematuur. Het deelgebied zelf is dan natuurlijk enkelvoudig samenhangend.

We willen nu aannemen, dat het domein O den samenhang van het oppervlak niet verbreekt. Dan wordt het begrensd door een *gesloten kromme* ²⁾ K , en wel, wegens den aanvang der constructie volgens fig. 2, door een *niet-singuliere gesloten kromme* (d. w. z. die

¹⁾ SCHOENFLIES, Bericht über die Mengenlehre, II, p. 104 sqq.

²⁾ Id., *ibid.*, p. 118 sqq.

zich wèl in twee eigenlijke, en niet in twee oneigenlijke kurvenbogen laat verdeelen).¹⁾

Op elk der krommen K en K' beschouwen we nu de cyclisch geordende verzamelingen u en u' der uitwendig bereikbare punten. Deze bepalen op elkander segmenten σ_n en σ'_n , die telkens paarsgewijze een gesloten kromme κ_n vormen, waartoe een tot u en een tot u' behoorend segment elk een eigenlijke kurvenboog leveren.

In fig. 3 is dat gedrag schematisch aangegeven.

Loopen we u en u' tezamen rond zoodanig, dat telkens paarsgewijs bij elkaar behorende segmenten σ_n en σ'_n gelijktijdig worden bereikt, dan loopen we ze rond *in tegengestelden zin*.

Loopen we dus u en u' tezamen rond zoodanig, dat telkens voor de transformatie corresponderende punten tezamen worden bereikt, dan moeten ze ten opzichte van de vorige ordening bij dien rond-

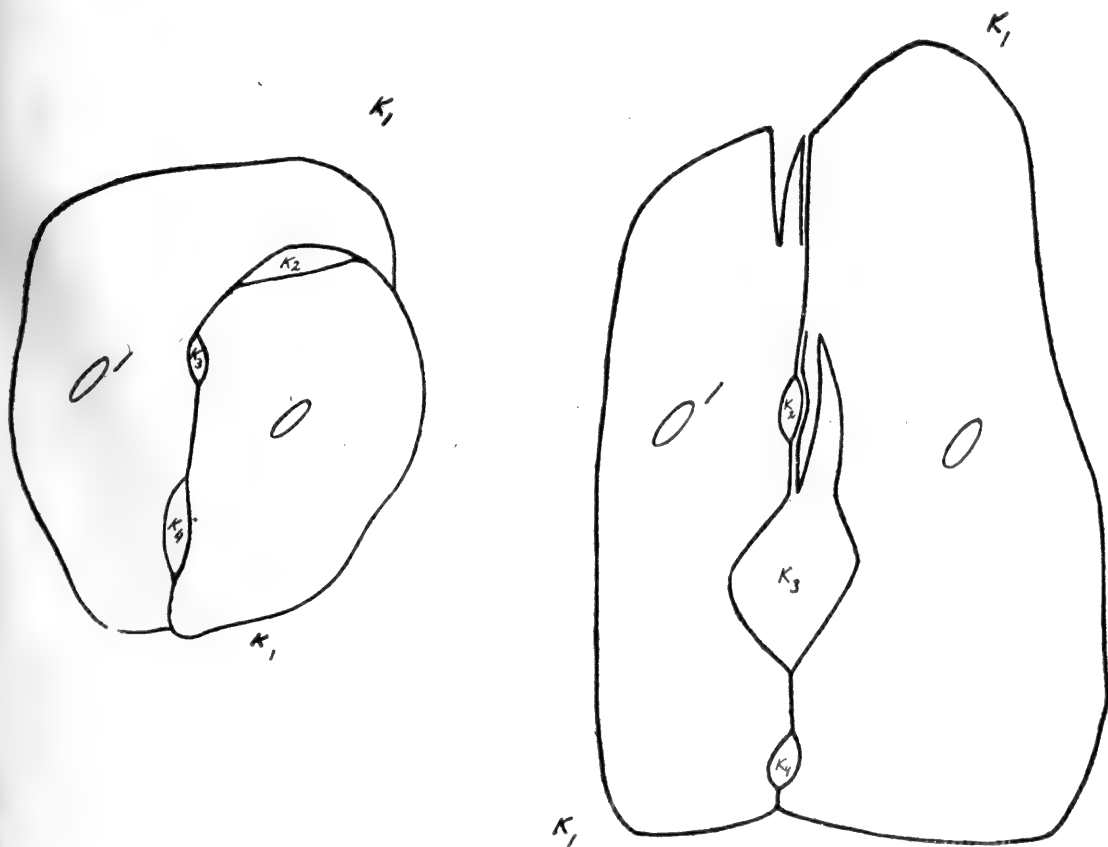


Fig. 3.

¹⁾ Vgl. voor het begrip van kurvenboog en voor andere in dit artikel gebruikte begrippen: L. E. J. BROUWER, „Zur Analysis Situs”, dat in de Mathematische Annalen zal verschijnen.

loop elkander tweemaal ontmoeten, waarbij hetzij overeenkomstige in u en u' liggende *aanhechtingen*¹⁾ Z en Z' zich tot een samenhangende verzameling met één complementairgebied samenvoegen, hetzij een punt P van u en zijn beeld P' zich tegelijk zullen bevinden op eenzelfde gesloten kromme κ_n zoodanig, dat P buiten K' en P' buiten K ligt. Dan zou echter bij die punten P en P' vergrooting van O en O' mogelijk zijn, hetgeen zou strijden tegen de domeineigenschap. We zijn dus zeker, dat beide ontmoetingen op de eerstgenoemde wijze plaats vinden.

Onderscheiden we de bij zulk een ontmoeting behorende aanhechting Z in zijn rechtsch einde Z_r en zijn linksch einde Z_l . Stellen we den tot Z_r resp. Z_l naderenden tak van u voor door K_r resp. K_l , het door K_r resp. K_l werkelijk geapproximeerde deel van den *omtrek*²⁾ van Z_r resp. Z_l door ζ_r resp. ζ_l , en verder den volledige omtrek van Z door ζ . Noemen we verder T de vereeniging van Z en Z' , τ zijn omtrek, T_r resp. T_l de vereeniging van Z_r en Z'_l resp. Z_l en Z'_r , en τ_r resp. τ_l de werkelijk door K_r en K'_l resp. K_l en K'_r geapproximeerde deelen van hun omtrek.

We zien terstond, dat T_r en T_l minstens een van beide samenhangend zijn. Immers anders zou in de omgeving van Z_r op K_r een punt van u buiten K' kunnen worden gekozen, waarvan het beeld op u' buiten K zou liggen, en er zou daar vergrooting van O en O' mogelijk zijn. (Zie de schematische fig. 4).

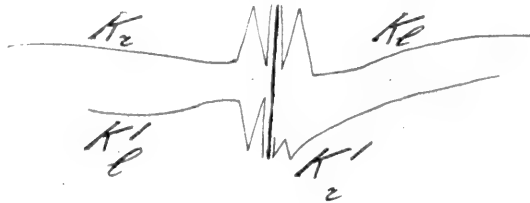


Fig. 4.

Op dezelfde wijze blijkt, dat hetzij ζ_r en ζ_l of ζ_r en ζ_l met elkaar identiek moeten zijn, hetzij Z deel van Z' of Z' deel van Z moet zijn. Immers anders zouden hetzij tegelijk ζ_r gedeeltelijk buiten ζ'_l en ζ'_r gedeeltelijk buiten ζ_l , hetzij tegelijk ζ_l gedeeltelijk buiten ζ'_r en ζ'_l gedeeltelijk buiten ζ_r moeten treden, welke vrije omtreksegmenten gedeeltelijk met elkaar zouden corresponderen, en in hun omgeving vergrooting van O en O' zouden toelaten.

Van de beide zoo verkregen mogelijkheden bespreken we eerst:

1) Zulk een „aanhechting” bestaat uit de *einden* van twee kurvenbogen, die aan elkaar sluiten, en zoo uit beide een enkele kurvenboog vormen.

2) D. w. z. het cyclische ordetype der bereikbare punten.

I. ζ_r en ζ'_l zijn identiek met τ_r . We merken dan verder op, dat ζ_l en ζ'_r tusschen K_l en K'_r geen deel s van den omtrek van T_r kunnen vrijlaten (zoodat ook T_l samenhangend is, al is dit van τ_l nog niet zeker).

Inmers s zou dan zijn een deel van den omtrek van T_r buiten τ_r , ζ_l en ζ'_r ; als we T_r als Z_r beschouwen, correspondeert hiermee een deel s' van den omtrek van Z'_r , buiten ζ'_r , en dus ook buiten ζ_l en τ_r . Tegen die omtrekdeelen s en s' aan zouden dan O en O' zich weer laten vergrooten.

We onderscheiden nu de beide volgende gevallen:

1a. τ_r en ζ_l sluiten op τ niet aaneen, dan sluiten τ_r en ζ'_r evenmin aaneen. We kunnen dan Z schematisch voorstellen volgens fig. 5, waarin elk der segmenten een kurvenboog voorstelt, waaraan nog verdere zijtakken kunnen zijn vastgehecht; echter ontspringen tusschen ap en ah geen verdere zijtakken, en evenmin tusschen bq en bk . Verder merken we op, dat ab zich zoowel in a als in b met elk der beide andere daar in de teekening uitmondende kurvenbogen tot een enkele kurvenboog vereenigt. Op analoge wijze zijn in fig. 5 de verzamelingen Z en T voorgesteld¹⁾.

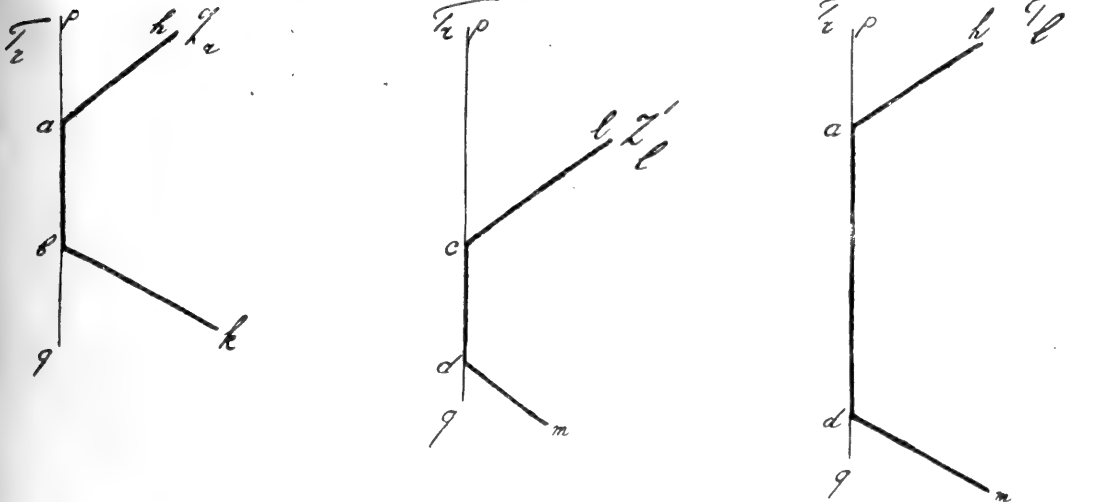


Fig. 5.

De ligging der drie verzamelingen T_r , Z_r en Z_l ten opzichte van elkaar kan nu nog op verschillende wijzen zijn; de beide essentieele mogelijkheden zijn voorgesteld in fig. 6.

¹⁾ Sommige der lijnsegmenten dezer figuren kunnen zich tot nul reduceeren; dit doet intusschen aan de juistheid onzer conclusies niets af.

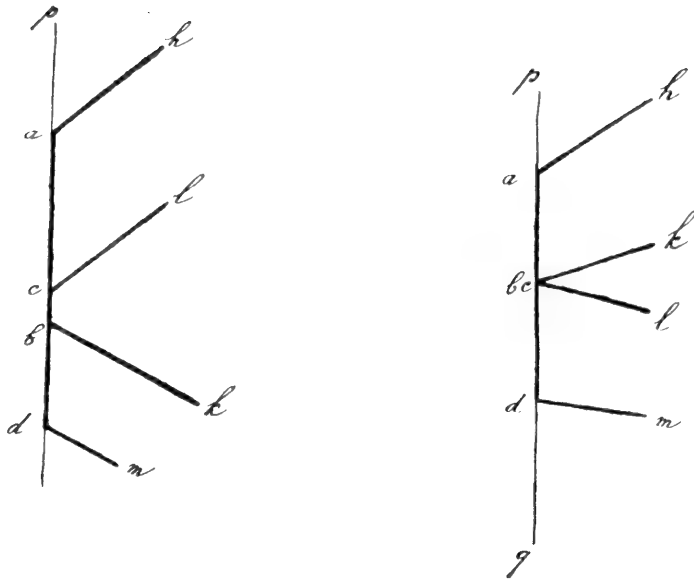


Fig. 6.

Iaa. Doet de eerste mogelijkheid dezer figuur zich voor, dan volgt uit de correspondentie voor de transformatie van de kurvenbogen ab en dc , dat op den kurvenboog bc ergens *een voor de transformatie invariante aanhechting ligt*.

Iaβ. Doet de tweede mogelijkheid zich voor, dan merken we op, dat in bc de kurvenbogen dc en bk zeker samenhangen. Immers anders zouden ook ab en cl daar niet samenhangen, en uit beide zou volgen, dat in bc tusschen ζ'_r en ζ_l een segment s van den omtrek van T_r van ζ'_r en ζ_l beide vrij zou zijn, waarvan we de onmogelijkheid hebben aangetoond.

Noemen we verder in bc achtereenvolgens L_{dc} , L_{lc} en L_{ab} de grensverzamelingen van de kurvenbogen dc , lc en ab , dan spelen deze ten opzichte van elkander, daar $habq$ voor de transformatie $qdcl$ als beeld heeft, en L_{lc} en L_{ab} samenhangen, voor de transformatie geheel dezelfde rol als τ_r , ζ'_r en ζ_l , laten zich dus geheel op dezelfde wijze onderzoeken als deze, waarin ze als deel bevat zijn. Komen we daarbij weer in het geval Iaβ, dan kunnen we weer verdere deelverzamelingen onderzoeken, die in hetzelfde geval verkeerren, en zoo voortgaan. Na een aftelbaar aantal herhalingen van dit proces moeten we dan of op een ander geval hebben herleid, of *een voor de transformatie invariant punt hebben gevonden*.

Ib. τ_r en ζ_l *overdekken elkaar op τ gedeeltelijk*, of sluiten er althans aaneen; dan geldt hetzelfde voor τ_r en ζ'_r .

We kunnen dan, beginnende met ζ_l , daar τ_r beeld is van ζ_l en ζ'_r

weer van τ_r , het gedeelte van τ , waartoe werkelijk door K en K' geconvergeerd wordt, verdeelen in aan elkaar sluitende „transformatiedomeinen”, door Schnitte in den omtrek gescheiden, zoodat bij een omloop elk volgend domein beeld is van het voorafgaande; het laatste domein van de reeks treedt dan in 't algemeen slechts gedeeltelijk op, maar minstens drie moeten volledig aanwezig zijn; verder moet de afleiding van dat laatste deeldomein met die van het eerste domein samenhangen, en kunnen we het aantal der domeinen eindig onderstellen, daar anders tot geval II zou zijn herleid.

We reduceeren nu eerst deze omtrekdomeneinen, door in elk er van die deelverzamelingen van T , die aan geen ander omtrekdomenein toebehooren, te schrappen. Loopt b. v. in fig. 7 het eerste domein van a tot b , het tweede van b tot c , dan kunnen we aan het eerste den kurvenboog pq , aan het tweede den kurvenboog rs onttrekken.

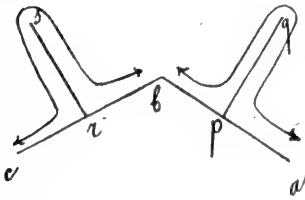


Fig. 7.

Op den omtrek der restverzameling R_1 ligt dan nog steeds een domeinverdeling, met dezelfde eigenschappen, als de oorspronkelijke domeinverdeling op den omtrek van T . Op R_1 passen we hetzelfde reductieproces toe, en herhalen deze reductiebewerking tot we aan een restverzameling R_∞ komen, waarop ze niet verder kan worden toegepast. Deze toestand wordt na een aftelbaar aantal bewerkingen bereikt.

Het zou kunnen voorkomen, dat dan na verschuiving der domeinreeks (waarna in het algemeen zoowel het eerste als het laatste domein slechts gedeeltelijk aanwezig zijn) nog reductie mogelijk was, maar na een aftelbaar aantal verdere reducties komt ook hieraan een einde, en houden we een verzameling R_0 over, die na geen domeinverschuiving meer voor reductie vatbaar is.

Dan bestrijkt een domein d een deel van den omtrek h van een kurvenboog k , zoodanig, dat zoowel het domein zelf als de rest-omtrek de geheele k tot afleiding bezit.

Laat het op d volgende omtrekdomenein d' van dien restomtrek van k eerst nog een gedeelte e' volgen, voor het k verlaat, en zij f het gedeelte van den omtrek van k , dat nòch tot d , nòch tot e' behoort. Zij e' beeld van e , en noemen we g het segment van den omtrek van k , dat door k' wordt geapproximeerd.

Deze hier ingevoerde notaties worden door twee voorbeelden toegelicht in fig. 8.

We onderscheiden nu de volgende twee gevallen:

Ib α . f ligt niet overal dicht op k . Dan moet e overal dicht op k liggen.

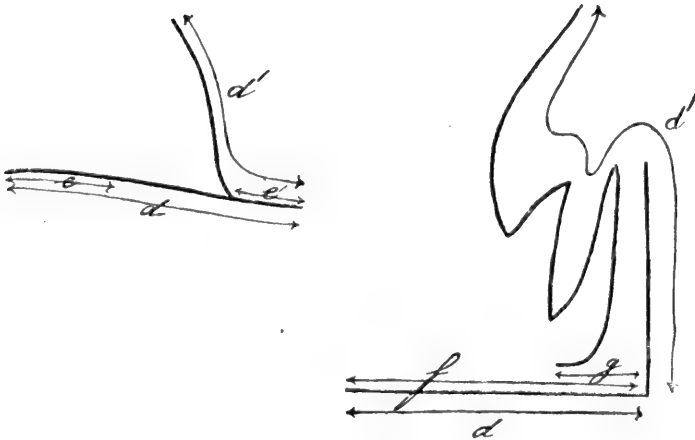


Fig. 8.

Immers in het tegenovergestelde geval zouden we het deel van den omtrek van k , begrepen tusschen de eindlimiet van e en de eindlimiet van e' , als omtrekdomein kunnen nemen; dit domein zou dan echter voor reductie vatbaar zijn, en we hebben ondersteld dat dit niet het geval is.

Maar ligt e overal dicht op k , dan is het beeld van k een deel van k , en hiermee is dit geval tot het onder II behandelde herleid.

Ib β . f ligt overal dicht op k . Dan moet ook g overal dicht op k liggen.

Immers in het tegenovergestelde geval zou evenmin een later volgend omtrekdomein $d^{(n)}$ een in k overal dicht deel van k kunnen approximeeren, want daartoe zou het ook een in k' overal dicht deel van k' , hiertoe weer een in k'' overal dicht deel van k'' , enzovoort, dus ten slotte een in $k^{(n-1)}$ overal dicht deel van $k^{(n-1)}$ moeten approximeeren.

De kurvenbogen k, k', k'' enz. voegen zich dan aaneen tot een enkelen kurvenboog B , van wiens omtrek de domeinen d, d', d'' enz. een in B overal dicht liggend gedeelte vrijlaten, terwijl elke kurvenboog $k^{(n)}$ alleen met $k^{(n-1)}$ en $k^{(n+1)}$, maar met geen der overige samenhangt. Dit echter is onmogelijk, daar we boven hebben aangetoond, dat het laatste en het eerste domein moeten samenhangen.

Maar ligt g overal dicht op k , dan is k deel van k' , en we hebben weer herleid tot geval II.

II. We hebben in dit geval een *open kurvensysteem*¹⁾ S , dat als beeld S' een deel van zichzelf heeft. Het beeld S'' van S' is weer

¹⁾ D. w. z. een perfecte, samenhangende, nergens dichte verzameling, die in een enkelvoudig samenhangend gebied slechts één complementairgebied bepaalt.

een deel van S' , enz. Zij $S^{(\omega)}$ de aan alle verzamelingen $S^{(n)}$ gemeenschappelijke verzameling, dan is $S^{(\omega)}$ een voor de transformatie invariant open kurvensysteem i .

Uit den aanvang der domeinconstructie volgens fig. 2 blijkt, dat de beide verzamelingen T , waarin u en u' elkander ontmoeten, dus ook de beide invariante verzamelingen i , die daarin bevat zijn, van elkaar geïsoleerd liggen.

Wij hebben bij dien constructieaanvang ondersteld, dat de beide kurvenbogen van fig. 1 geen eindpunt gemeen hebben. Is dat wel het geval, dan behoeft de methode slechts geringe wijzigingen, die geen moeilijkheden opleveren. We hebben dan niet direkt bij den aanvang gemeenschappelijke voor O en O' beide bereikbare enkelvoudige kurvenbogen, doch slechts gemeenschappelijke voor O en O' beide bereikbare punten, wat ook voldoende is.

Verder is nog bij het bewijs ondersteld, dat K_r enz. met T niets anders, dan Z_r enz. gemeen hebben. Het zou echter nog kunnen zijn, dat het laatste gedeelte van b.v. den tot Z_r naderenden tak van K_r in Z' bevat was. Men overtuigt zich echter gemakkelijk, dat ook deze bijzonderheid aan het bewijs geen afbreuk doet.

We kunnen ons resultaat aldus samenvatten:

STELLING. 1. *Een willekeurige één-éénduidige, continue transformatie van een tweezijdig oppervlak in zichzelf bezit zeker een transformatiedomein, dat of den samenhang van het oppervlak verbreekt, of twee van elkaar geïsoleerde, voor de transformatie invariante open kurvensystemen verbindt.*

Daar verder zulk een invariant open kurvensysteem minstens één invariant punt bezit, wat ik hier niet nader uitvoer, maar in een ander verband zal bewijzen, geldt eveneens:

STELLING 2. *Een willekeurige één-éénduidige, continue transformatie van een tweezijdig oppervlak in zichzelf bezit zeker een transformatiedomein, dat of den samenhang van het oppervlak verbreekt, of twee invariante punten verbindt.*

De fundamenteele beteekenis dezer stellingen voor de theorie van transformaties en transformatiegroepen zal ik later toonen. Hier wil ik alleen aanwijzen, hoe de in de eerste mededeeling over dit onderwerp bewezen stelling van het invariante punt van den bol er in bevat is, en zich in dit verband gemakkelijk tot het Cartesiaansche vlak laat uitbreiden.

Immers heeft het transformatiedomein van een bol of Cartesiaansch vlak meer dan twee restgebieden, dan is zeker een daarvan invariant tegelijk met alle punten van zijn grens.

Sluiten we dus dit geval uit, dan is een transformatiedomein O

op den bol, dat diens samenhang verbreekt, of ringvormig, of enkelvoudig samenhangend; fig. 9 stelt beide mogelijkheden voor.

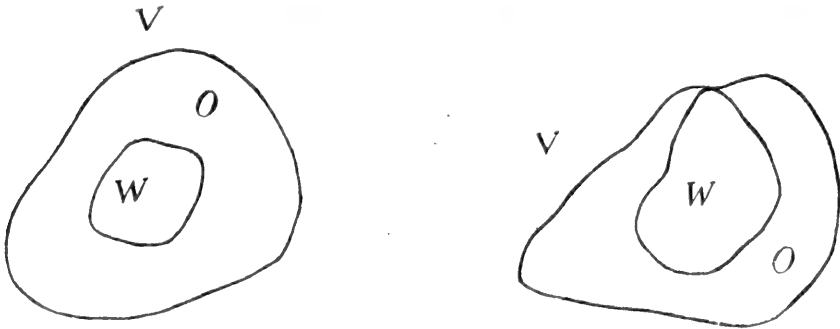


Fig. 9.

In beide gevallen bepaalt het op den bol twee gebieden, V en W , in een waarvan zijn beeld O' voor de transformatie zelf ligt; in het andere ligt dan zijn beeld O'' voor de inverse transformatie. Herhalen we zoowel de transformatie zelf als haar inverse een onbepaald aantal malen, dan krijgen we eenerzijds in V een reeks gebieden O', O'', O''', \dots , en anderzijds in W een reeks gebieden $O'_i, O''_i, O'''_i, \dots$.

In beide reeksen sluiten de opvolgende termen, zonder tusschen zich vrije gebieden open te laten, tegen elkander aan, en ze convergeeren elk tot een invariante limietverzameling, die tot minstens één invariant punt aanleiding geeft. Die beide invariante limietverzamelingen kunnen overigens in het tweede geval van fig. 9 samenhangen; dan zijn we slechts van één invariant punt zeker, anders steeds van twee.

Hebben we in het Cartesiaansche vlak een domein, dat den samenhang verbreekt, dan wordt het of begrens'd door een van het oneindige naar het oneindige loopenden kurvenboog, of door twee zulke kurvenbogen.

In het eerste geval laat zich volgens het bewijs van stelling 1 het bestaan van een invariant open kurvensysteem afleiden.

Wordt in het tweede geval het domein begrens'd door de kurvenbogen B_1 en B_2 , dan kunnen deze aan één of aan beide kanten samenhangen in een aanhechting, die naar het oneindige gaat, en aanleiding geeft tot een invariant open kurvensysteem, dat minstens één invariant punt in het eindige bezit.

Hangen B_1 en B_2 niet samen, dan kunnen we (zie fig. 10) binnen het domein een *enkelvoudige* van het oneindige naar het oneindige loopende kurvenboog β construeeren, die geheel buiten zijn beeld ρ' ligt, en daarmee een nieuw domein ω insluit. Volgens het afbeeldingsprocédé



Fig. 10

van SCHOENFLIES¹⁾ kunnen we dan de door een reeks van opvolgende herhalingen der transformatie bepaalde gebieden $\omega', \omega'', \omega''', \dots$ bij opvolging één-éénduidig continu afbeelden op het tusschen de rechte lijnen $x = na$ en $x = (n + 1)a$ ingesloten gebied, zoodanig, dat een reeks van overeenkomstige punten in de domeinen $\omega, \omega', \omega'', \omega''', \dots$ beantwoordt aan een puntrij $(p, q), (p+a, q), (p+2a, q), (p+3a, q), \dots$; verder kunnen we het, indien geen invariant punt optreedt, altijd zoo inrichten, dat de naar beide kanten onbepaald voortgezette domeinreeks het geheele Cartesiaansche vlak overdekt; m. a. w. we hebben bewezen:

STELLING 3. *Een willekeurige één-éénduidige, continue transformatie van een Cartesiaansch vlak in zichzelf bezit of minstens één invariant punt, of is één-éénduidig, continu beeld eener translatie.*

¹⁾ Mathem. Ann. 62, p. 319—324.

Natuurkunde. — De Heer du Bois biedt eene mededeeling aan uit het Bosscha-Laboratorium: „*Een verbeterde halfring-electromagneet*”.

Uitgaande van mijne theorie voor een gespleten ringmagneet en hare experimenteele bevestiging door H. LEHMANN¹⁾ construeerde ik in 1894 een grooten ring-electromagneet²⁾; deze mag wel beschouwd worden als het prototype der sedert beschreven toestellen. Na de invoering van magnetisch deugdelijk vloeijzer kon hij in 1898 worden vervormd tot een in menig opzicht beter bruikbaren halfringmagneet³⁾ waarvan sedert tal van exemplaren dienst doen. Binnen een cilindrisch „interferricum” van 1 mm. lengte en 6 mm. middellijn bedraagt hunne veldsterkte 38 tot 40, gemiddeld ruim 39 kilogauss, een gevolg van de nog niet al te standvastige eigenschappen van het vloeijzer. Zooals bij schier elke apparatuur blijkt thans na een tiental jaren op grond van velerlei ondervinding opnieuw de wenschelijkheid het model voor het praktisch gebruik verder te verbeteren. Daar voor vele doeleinden een nog ietwat beperkter interferricum reeds voldoet kon de verwachting worden gekoesterd het veld tot 50 kilogauss op te voeren zonder een totaalgewicht van ongeveer 300 kg. — over drie vrijwel even zware stukken verdeeld — te boven te gaan; daarbij blijft een toestel ook in het laboratorium nog vervoerbaar en handelbaar.

Intusschen was door den heer PIERRE WEISS in de lijn zijner vroegere constructie type RÜHMKORFF een electromagneet van groot vermogen, die tot 18 kilowatt verbruikt en ongeveer een ton weegt, beschreven⁴⁾; deze komt echter uiteraard slechts aan enkele bevoorrechte laboratoria ten goede en lijkt mij bovendien voor het zoo belangrijke magneto-optische onderzoek minder geschikt wegens den langen stralengang van ongeveer 125 cm. Van zijne theoretische beschouwingen en uitkomsten zoowel als van enkele constructieve bijzonderheden kon ik ten deele partij trekken.

Fig. 1 is een afbeelding op een tiende der ware grootte. Het onderstel rust op een breeden kogelkrans met verdeelden cirkel, zoodat het toestel zeer gemakkelijk om een verticale as draaibaar is; het kan ook met 3 stelschroeven worden vastgezet. De beide

¹⁾ H. du Bois, Wied. Ann. **46**, p. 485, 1892. — H. LEHMANN, Wied. Ann. **48**, p. 406, 1893.

²⁾ H. du Bois, Wied. Ann. **51**, p. 537, 1894.

³⁾ H. du Bois, Verh. Berl. physik. Ges. **17**, p. 99, 1898; Zeitschr. für Instr.kunde **19**, p. 357, 1899; Ann. der Physik. (4) **1**, p. 199, 1900.

⁴⁾ P. WEISS, l'Éclairage électr. **15**, p. 481, 1898; Journ. de Phys. (4) **6**, p. 353, 1907. — G. ZINDEL, Electrotechn. Zeitschr. **30**, p. 446, 1909.

zijdelingsche stelschroeven links dienen voor de wel eens gewenschte verticaalstelling der magnetische as (zie fig. 2), het handrad voor de geleidelijke voortschuiving van het linker kernstuk. In de praktijk levert het grootere veelzijdigheid en veel gemak op den magnetischen kring door het horizontale bovenzvlak van het onderstel te splitsen zoodat elk der beide kernstukken daarop verschuifbaar en tevens draaibaar is. Elke kern beantwoordt ongeveer aan één derde eener toroïde en loopt onderaan uit tot een aangegoten flens. De verticale ronde poolvlakken hebben eene middellijn van 93 mm.; deze neemt naar onderen geleidelijk toe.

Het in dit laboratorium verrichte onderzoek van het ZEE-MAN-effect en de magnetische draaing leidde tot den eisch van groote lichtsterkte, die door concentratie van den stralenbundel in de intrapolaire ruimte verkregen kan worden, zoodat hij dan een vrij sterk divergeerenden dubbelen lichtkegel zal vormen. De boring in het ijzer moet daaraan blijkbaar beantwoorden, waaruit onmiddellijk ook de eisch van een korten stralengang voortvloeit daar de wijfde van die boring uiteraard beperkt is. Er werden dus conische boorgaten 1 : 5 van slechts 15 cm. lengte aangebracht; een der bij niet optische proeven te gebruiken vulkegels is onder in Fig. 1 afgebeeld; de lengte van den stralengang binnen ijzer wordt tot de boringen zelf beperkt door de uit de figuur blijkende eigenaardig uitgefreesde constructie. De rechthoekige flens is met z.g. spanmoertjes bezet, waaraan optische en andere inrichtingen kunnen worden bevestigd, die aldus onmiddellijk aan den mond der boring komen te liggen. De pooleinden der kernen zijn met een dunne koperen buis omgeven, die tot waterspoeling dient; met 50 liter water per uur verkrijgt men een voldoende werking: daarenboven kan in de boringen gemakkelijk een binnenspoeling worden aangebracht en de poolschoenen nog met uitwendige koelspiralen worden voorzien, zooals die klinisch tot het koelhouden van lichaamsdeelen in gebruik zijn ¹⁾.

De uiterlijke vorm der draadwikkeling blijkt uit Fig. 1; de poolflenzen zijn afgeknot conisch ten einde de intrapolaire ruimte toegankelijker te maken. Wanneer intusschen de hoogste graad van magnetisatie gewenscht wordt kunnen nog 2 losse poolklossen op de poolschoenen worden geschoven; volgens een bekenden regel van KIRCHHOFF beoogt men hiermede de poolstukken zoover mogelijk te verzadigen; dit beginsel werd trouwens door H. LEHMANN bij zijn onderzoek (loc. cit. p. 424) reeds toegepast. Alsdan verkrijgt men

¹⁾ Afkoeling der draadklossen zelf door circuleerende olie is wel gewenscht, maar vrij omslachtig en kostbaar.

met 5 (6) kilowatt 100 (120) kiloampèrewindingen en bedraagt de ontwikkelde stroomwarmte 1,2 (1,45) kilocaloriën per seconde.

Bij het toestel behooren de gebruikelijke schijfpolen en vlakke poolstukken ter verkrijging van meer uitgebreide uniforme velden. Voor de sterkere velden wordt in de eerste plaats de middellijn van 93 tot 43 mm. gereduceerd door middel van „poolschoenen” *P* van eigenaardig gebroken afgeknotten vorm (Fig. 3, de ware grootte). Zij bestaan uit gegloeid Zweedsch walsijzer; hun voordeeligste vorm werd nogmaals empirisch zorgvuldig bepaald en wijkt slechts luttel af van den thans gebruikelijken ¹⁾. Tusschen de beide kleinere cirkelvlakken worden nu de eigenlijke intrapolaire stukken geplaatst.

De betrekkelijk geringe middellijn van 43 mm. maakt het voor elk laboratorium gemakkelijk en wenschelijk voor ieder speciaal doel de meest geschikte „poolspitsen” *Q* zelf uit walsijzer te doen draaien. Hun aandeel in het veld bedraagt 80 tot 90 pCt en overweegt dus verre boven dat der poolschoenen, die er meestal slechts 10 tot 20 pCt. toe bijdragen; en wel neemt de invloed der kegel-elementen zeer toe naarmate zij dichter bij de uiteinden liggen zoodat deze zuiver gevormd en gecentreerd behooren te worden; hiertoe dienen bijzondere centrische afstandhouders van onmagnetisch materiaal. Zoo werden allengs poolspitsen vervaardigd voor kryoen pyromagnetische proeven, voor mikromagnetisch en magneto-optisch onderzoek (FARADAY, KERR en ZEEMAN-effect), voor de methoden der torsiebalans, der stijghoogten en die van den isthmus voor trekkrachtbepalingen. Eene nadere beschrijving dier inrichtingen ware in dit bestek misplaatst maar zal elders verschijnen met eene bespreking der algemeene beginselen voor de constructie.

In de conische boringen (zie Fig. 3) kunnen gespleten kernen of massieve vulkernen worden aangebracht naar gelang van de proeven. Met de afgebeelde poolspitsen, wier eindvlakjes 3,6 mm. middellijn hebben werd empirisch het sterkste veld verkregen; hierbij gingen berekening, meting en mechanische bewerking hand in hand. Daarentegen stellen de stippellijnen den bekenden theoretischen optimumvorm voor, bestaande uit een kegel van $54^{\circ}44'$ halven tophoek en een gedeelte van den „isthmus”. De theorie moet van de onderstelling eener absolute verzadiging in de asrichting uitgaan, waaraan nooit te voldoen is; vandaar de feitelijke afwijking, al is die vrij gering. Het bleek hierbij incidenteel dat de bereikte

¹⁾ Zulke, ietwat afgeronde poolschoenen werden sedert 1901 bij groote halfring-electromagneten geleverd. Bij de kleine waren geen poolschoenen noodig en bleek het integendeel voordeelig de poolspitsen met een opgestuikte wrong te voorzien, waardoor het werkzame kegeloppervlak peripherisch vergroot wordt (zie Fig. 4).

magnetisatie vermoedelijk wel boven 1800 C. G. S. ligt; intusschen zijn zulke berekeningen uiteraard onzeker, te meer daar het veld van het centrum naar den rand der eindvlakjes ietwat aangroeit. Evenals vroeger was het voordeelig den halven tophoek van het midden naar den omtrek te laten toenemen, ongeveer van 56° tot 59° ; inplaats van door een gebroken lijn kan deze overgang ook geschieden door een cirkelboog van 3° en passenden — vrij grooten — straal; het omwentelings-oppervlak wordt dan eenigszins toroïdisch.

Een groot aantal veldmetingen met een zeer klein proefklosje werd eerst verricht ten einde allengs den optimumvorm te benaderen, waaraan trouwens een vrij „afgeplat maximum” beantwoordt, hetgeen den constructeur eenige speelruimte laat. De einduitkomsten vindt men in de volgende tabel

Eindvlakjes: afstand (mm.)	6 mm. Veld (kgs)	3.6 mm. Veld (kgs)
0	50 (extr.)	55 (extr.)
0,5	48.7	52.2 (46)
0,9	—	50 —
1,0	47	— (42.5)
1,5	45.3	46.5 (39)
2,0	43.7	44.5 —

Deze velden werden met 124 kiloampèrewindingen (met poolklossen) verkregen; de eerste limietwaarde is lineair geëxtrapoleerd en theoretisch van eenig belang; bij enkele proeven kan men trouwens reeds met tusschenruimten beneden 0,5 mm volstaan. Tusschen haakjes staan de veldwaarden, die men verkrijgt door dezelfde poolstukken in den ouden ring-electromagneet te schroeven, waarbij 108 kiloampèrewindingen (zonder poolklossen) werden gebruikt.

In Fig. 2 is een kleiner model op $\frac{1}{5}$ der ware grootte in rechtstandige opstelling afgebeeld. Dit is in hoofdzaak eene vereenvoudigde ongeveer $\frac{2}{5}$ lineaire reductie; het is bekend dat kleine electromagneten betrekkelijk veel voordeeliger zijn dan grootere, al is het moeilijker voor de — in dezelfde lineaire verhouding vereischte — ampèrewindingen genoeg plaats te maken. De conische poolspitsen met hun wrong — als in Fig 4 — zijn hier uit één stuk met de kernen zelf gegoten en op de draaibank behoorlijk afgewerkt. Dit toestel weegt slechts 33 kg.; met 24 kiloampèrewindingen — dus slechts $\frac{1}{5}$ van bovengenoemd bedrag — werden ongeveer de volgende uitkomsten verkregen, die het toestel voldoende kenmerken:

Eindvlakjes: afstand (mm.)	6.7 mm. Veld (kgs)	3.6 mm. Veld (kgs)
0	36 (extr.)	40 (extr.)
0,5	34	37
1,0	32	34
1,5	30	31

Den heer KŌTARO HONDA ben ik voor zijne welwillende hulp bij de vele noodige veldmetingen ten zeerste verplicht.

Natuurkunde. — De Heer VAN DER WAALS biedt namens de Heeren A. SMITS en E. C. WITSENBURG een mededeeling aan: „*Over de verschijnselen die optreden, wanneer in een ternair stelsel het plooiingsvlak het tweebladig driefasen oppervlak ontmoet.*”¹⁾ (Eerste mededeeling).

(Mede aangeboden door den Heer ZEEMAN).

Uit het gedrag van het stelsel aether-anthrachinon kan gemakkelijk worden afgeleid, dat hoogst eigenaardige verschijnselen moeten optreden, wanneer aan het systeem aether-anthrachinon een derde stof wordt toegevoegd, die daarin van aether verschilt, dat zij met anthrachinon geen kritische verschijnselen bij verzadigde oplossingen of m.a.w. geen kritische eindpunten p en q geeft.

In dit geval zal zich n.l. dit moeten voordoen, dat bij toevoeging van die derde stof het eigenaardige verschijnsel van het voorkomen van twee kritische eindpunten p en q aanvankelijk blijft bestaan om tenslotte bij grootere hoeveelheden van de derde stof geheel te verdwijnen, doordat de punten p en q elkaar al meer en meer naderen en eindelijk samenvallen.

Om het voorgaande op de meest eenvoudige wijze duidelijk te maken, zullen wij ons bedienen van de ruimte-voorstelling, die in Fig. 1 is aangegeven.

Op het achtervlak is geteekend de P,T -projectie van het stelsel aether-anthrachinon en op het voorvlak die van het systeem alcohol-anthrachinon, zoodat alcohol hier onze derde stof is, die, zooals het onderzoek ons heeft geleerd, aan de hierboven gestelde eischen vol-

¹⁾ Wij wenschen van deze gelegenheid gebruik te maken, de Universiteitsvereniging van Amsterdam onzen dank te betuigen voor de groote bereidwilligheid waarmede zij ons in staat heeft gesteld een pomp van SCHÄFFER en BUDENBERG met toebehooren aan te schaffen, waardoor dit onderzoek mogelijk werd.

Uit genoemde ruimtevoorstelling is verder duidelijk, dat in de ruimte tusschen vóór- en achtervlak het gedrag aangegeven zal kunnen worden van alle mogelijke mengsels van aether-alcohol met overmaat anthrachinon.

Daartoe bedenke men, dat tusschen de onderbroken driephasenlijn $epqd$ en de continue driephasenlijn ed , een tweebladig driephasenoppervlak zich uitstrekt, omdat bij een ternair stelsel een driephasen evenwicht een bivalent stelsel is, tengevolge waarvan bij konstante temp. driephasen over een reeks van drukken kunnen koëxistèeren.

Dit tweebladig driephasen-oppervlak, waarvan wij het onderste blad het vast-dampblad en het bovenblad het vast-vloeistofblad zullen noemen is naar lagere temp. begrensd door de quadrupellijnen eE en e_1E voor vast aether, vast anthrachinon, vloeistof en damp resp. vast alcohol, vast anthrachinon, vloeistof en damp. Naar hogere temperatuur wordt de begrenzing gevormd door de lijn dd' , die volkomen recht is en waarvan elk punt het tripelpunt van anthrachinon voorstelt.

Wat in de ruimte figuur van een binair stelsel een lijn is, is bij een ternair stelsel een vlak en zoo strekt zich dan ook tusschen de plooiptuonskrommen ab en a_1b_1 een plooiptuonsvlak uit, dat naar lagere temperaturen begrensd is door de plooiptuonslijn aa_1 , die betrekking heeft op aether-alcohol mengsels zonder anthrachinon, en naar hogere temperatuur door de lijn bb_1 , waarvan elk punt eenvoudig het kritisch punt van anthrachinon voorstelt.

Uit het feit nu, dat bij het stelsel aether-anthrachinon de plooiptuonskromme in kontakt komt met de driephasenlijn, terwijl dit bij het systeem alcohol-anthrachinon niet het geval is, volgt onmiddellijk, dat in het ternaire stelsel het plooiptuonsvlak van de plooiptuonskromme voor alcohol-anthrachinon uitgaande, het tweebladig driephasenoppervlak al meer en meer zal naderen totdat er een ontmoeting plaats heeft, waarbij het vast-dampblad kontinu in het vast-vloeistofblad overgaat, zoodat daar een plooiptuonslijn voor verzadigde oplossingen ontstaat, die over het plooiptuonsvlak loopt en een gedeelte daarvan tusschen $p p_1 q_1 q$ metastabiel maakt.

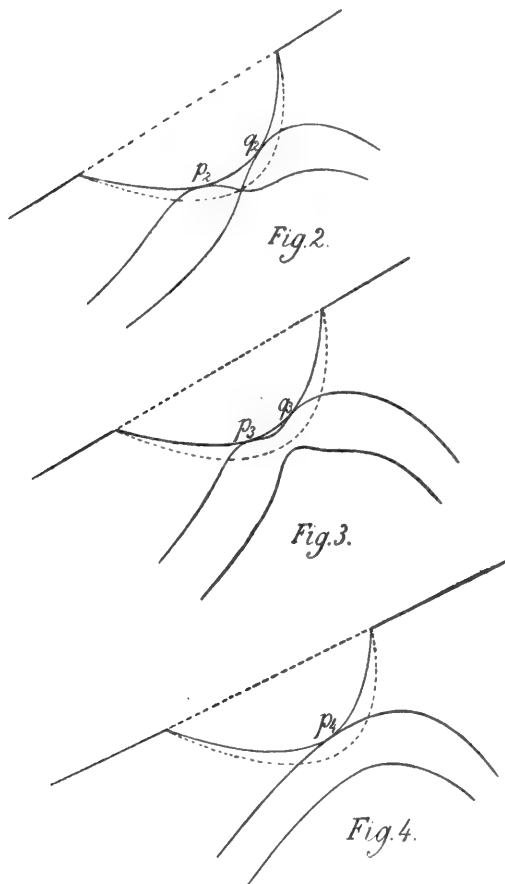
Deze omstandigheid brengt nu hoogst eigenaardige verschijnselen met zich mede, die gemakkelijk uit de hier gegeven ruimte-figuur zijn af te leiden.

Voor een kleine alcohol-concentratie is n.l. in de ruimte-figuur een p -doorsnede van het driephasen oppervlak aangegeven, waarbij is aangenomen, dat voor dit mengsel nog twee kritische eindpunten p_1 en q_1 bestaan, die de raakpunten van de driephasenlussen $e'p_1$ en

$d'q_1$, aan het plooi puntvlak, dus ook aan de plooi puntskromme voorstellen.

Hierbij valt verder op te merken, dat de punten p_1 en q_1 , zooals uit de teekening duidelijk is, niet de uiterste begrenzing vormen van het driephasen hiaat, want deze driephasen evenwichten kunnen bij het onderstelde mengsel nog bestaan boven de temperatuur van p_1 en beneden die van q_1 , zoodat de temperatuur-afstand van de driephasenlussen, die door de verticale raaklijnen wordt aangegeven, kleiner is dan die der punten p_1 en q_1 .

Het is duidelijk, dat wanneer wij grootere hoeveelheden alcohol nemen de punten p_1 en q_1 en tengevolge daarvan ook de punten r_1 en r_2 elkaar zullen naderen, zoodat deze laatste tenslotte samen vallen, op welk oogenblik de vloeistoftak van de rechtsche lus kontinu overgaat in den damp tak van de linksche lus, waardoor de toestand wordt zooals in fig. 2 is aangegeven.



Wij zien dan, dat bij deze samenstelling de punten p_2 en q_2 niet meer door een gebied voor vast-fluïde van elkaar zijn gescheiden en dat er één temperatuur tusschen die van p_2 en q_2 bestaat, waarbij het driephasengebied tot een punt is saamgetrokken.

Bij een grootere alcoholconcentratie wordt de toestand zooals in fig. 3 is geteekend en uit deze figuur spreekt het eigenaardige van het geval nog beter dan uit de vorige, want wij zien nu, dat hoewel wij steeds de binnenste begrenzing van de opening, aangegeven door de gebogen stippellijn, zijn gepasseerd er toch nog twee kritische eindpunten zijn, dus zonder dat de PT -figuur een hiaat vertoont.

Gaan wij nu naar nog grootere hoeveelheden alcohol, dan komen de punten p en q al dichter en dichter bij elkaar om tenslotte saam te vallen, op welk oogenblik er dus slechts één kritisch eindpunt op de driephasenströök voorkomt zooals in fig. 4 is aangegeven.

Aan het slot van deze eerste korte mededeeling zij er op gewezen, dat het experiment de juistheid van het hier besprokene reeds heeft bewezen, en dat in een volgende verhandeling een verslag zal worden gedaan van de experimenteele bevestiging.

Tegelijk zullen dan vx - en px -figuren worden besproken, die een dieper indringen in het merkwaardige der genoemde verschijnselen mogelijk maken.

Amsterdam, Juni 1909.

Anorg. Chem. Laboratorium
der Universiteit.

Natuurkunde. — H. A. LORENTZ: „Over de theorie van het ZEEMAN-effect bij waarneming in willekeurige richting”.

§ 1. De door HALE bij spectraallijnen van zonnevlekken waargenomen verschijnselen hebben mij aanleiding gegeven, het ZEEMAN-effect theoretisch te onderzoeken voor het geval dat de waarnemingsrichting een willekeurigen hoek met de magnetische krachtlijnen maakt.

Dit vraagstuk is reeds door VOIGT¹⁾ behandeld, maar het bracht mij tot eenige beschouwingen die bij hem niet voorkomen.

Ik zal het „omgekeerde” ZEEMAN-effect bespreken en uitgaan van de grondvergelijkingen, zooals ik ze in een artikel der „Mathematische Encyklopädie”²⁾ dat binnenkort zal verschijnen, heb afgeleid.

¹⁾ W. VOIGT, Weiteres zur Theorie der magneto-optischen Wirkungen, Ann. Phys. I (1900), p. 389.

²⁾ H. A. LORENTZ, Theorie der magneto-optischen Phänomene, Encyklopädie d. math. Wiss. V 22, p. 199.

Daarbij wordt ondersteld dat het beschouwde lichaam zich in een homogeen magnetisch veld dat de richting der z -as heeft, bevindt.

Wij zullen aannemen dat de deeltjes van het lichaam, zoo zij niet „magnetisch isotroop” zijn (d. w. z. niet van zoodanigen bouw dat de frequenties der eigen trillingen bij draaiing van een deeltje in het veld onveranderd blijven), zoo door het veld zijn gericht, dat een in elk deeltje aan te wijzen „as” langs een krachtlijn komt te liggen. Verder stellen wij ons voor dat de in de deeltjes op deze of gene wijze gerangschikte electronen onder den invloed van „quasi-elastische” krachten, van weerstanden en van de door het uitwendige veld uitgeoefende werkingen, om hunne evenwichtsstanden kunnen trillen. De trillingswijze van een deeltje kan daarbij, wegens den ingewikkelde bouw, verre van eenvoudig zijn, maar men kan de mathematische behandeling tot op zekere hoogte onafhankelijk daarvan maken; dit is hieraan te danken, dat onder zekere vereenvoudigende onderstellingen de werking van een deeltje naar buiten, en dus ook de invloed dien het op de lichtvoortplanting heeft, geheel bepaald wordt door het elektrische moment. Hieruit volgt dat men, wat die werking betreft, het deeltje kan vervangen door een enkel electron, waaraan men een willekeurige lading e toekent, en waarvan de verplaatsingen x, y, z uit den evenwichtsstand op elk oogenblik zulke waarden hebben, dat de producten ex, ey, ez gelijk zijn aan de componenten van het elektrische moment van het deeltje. Wij zullen dat gefingeerde electron het „aequivalente electron” noemen.

Bevond zich een deeltje buiten het magnetische veld (maar in den stand dien het in werkelijkheid in het veld heeft), en was het bovendien onttrokken aan den invloed der andere deeltjes en vrij van weerstanden, dan zouden de electronen die het bevat op bepaalde wijzen kunnen trillen. Wij stellen ons voor, dat er dan zekere groepen van „grondtrillingen” zouden kunnen bestaan, zoodanig dat alle trillingen van dezelfde groep dezelfde frequentie n_0 hebben. Aan elke groep, evenals in het algemeen aan elke waarde der frequentie n , beantwoordt een bepaalde plaats in het spectrum, een „spectraallijn” kunnen wij zeggen. Zoo noodig onderscheiden wij de verschillende groepen van elkaar door de indices a, b, c, \dots , terwijl wij het aantal trillingswijzen van een groep met k aanduiden.

Laat nu vervolgens het magnetische veld in werking komen, echter nog bij afwezigheid van weerstanden en van alle wisselwerking tusschen de verschillende deeltjes. Terwijl eerst in elke bepaalde groep alle trillingswijzen een zelfde frequentie n_0 hadden, krijgen wij nu met k bepaalde trillingswijzen te doen, waarvan de frequenties een weinig van n_0 verschillen. Elk dezer trillingswijzen onderscheiden

wij door een index (κ), dien wij rechts boven de grootheden schrijven, die op die trillingswijze betrekking hebben.

Voor elke grondtrilling die aldus in het magnetische veld kan plaats hebben kan men nu de beweging van het aequivalente electron beschouwen. Uit de algemeene theorie van trillende stelsels volgt dat in het algemeen die beweging een enkelvoudige, elliptische trilling is, en uit de bij het ZEEMAN-effect waargenomen polarisatietoestanden kan men afleiden dat in werkelijkheid bij elke grondtrilling de baan van het aequivalente electron of een rechte lijn in de richting van het veld, of wel een cirkel in een vlak loodrecht daarop moet zijn. Wij zullen ter aanduiding van grondtrillingen waarbij het eerste het geval is, den index κ_1 bezigen, en voor de andere trillingen den index κ_2 ; verder zal κ_{2+} slaan op een cirkelbeweging van het aequivalente electron in een richting passende bij die van het veld en κ_{2-} op een beweging in de tegengestelde richting. Om al te groote opeenhooping der verschillende indices te vermijden zullen wij ze slechts in zoover gebruiken als voor de duidelijkheid vereischt wordt.

De bewegingstoestanden κ_2 komen steeds in even aantal voor; aan elken toestand κ_{2+} beantwoordt n.l. een andere κ_{2-} van zoodanigen aard dat de frequenties $n^{(\kappa_{2+})}$ en $n^{(\kappa_{2-})}$ evenver aan weerszijden van n_0 liggen. Ook de bewegingstoestanden κ_1 zijn op dezelfde wijze twee aan twee „geconjugeerd”, zooals wij het kunnen noemen, behalve, als κ oneven is, één er van, die nog altijd de frequentie n_0 heeft.

Wanneer men op de gewone wijze met complexe uitdrukkingen werkt, bestaan bij elke trillingswijze bepaalde verhoudingen tusschen de waarden die men voor de componenten van de uitwijkingen der verschillende electronen verkrijgt. Deze verhoudingen bepalen wat men den „vorm” der trillingen kan noemen, en het verdient de aandacht dat, terwijl bij een op zichzelf staand, aan het magnetische veld onderworpen deeltje, de trillingen van de k verschillende vormen met ongelijke frequenties plaats hebben, onder den invloed eener periodieke uitwendige elektrische kracht het deeltje in elken vorm gedwongen trillingen met de periode dier kracht kan uitvoeren.

§ 2. Met dit laatste heeft men juist te doen wanneer zich door het lichaam een bundel homogeen licht van een bepaalde frequentie n voortplant, zoodat, wanneer wij met complexe grootheden werken, alle afhankelijk veranderlijken den factor e^{int} bevatten. Terwijl elk deeltje nu, in al zijn trillingsvormen, met de wisselende elektrische kracht \mathcal{E} die in den lichtbundel bestaat, meetrilt, verkrijgt het een elektrisch moment met de componenten

$$p_x = e\mathbf{x}, \quad p_y = e\mathbf{y}, \quad p_z = e\mathbf{z},$$

en ontstaat er dus in het lichaam een electrische polarisatie (electrisch moment per volume-eenheid), waarvoor men kan schrijven

$$\mathfrak{P} = Np,$$

als N het aantal deeltjes per volume-eenheid is.

Uit de bewegingsvergelijkingen van een deeltje kan men afleiden¹⁾

$$\begin{aligned} \mathfrak{P}_x &= Q_{2+} (\mathfrak{E}_x + i\mathfrak{E}_y) + Q_{2-} (\mathfrak{E}_x - i\mathfrak{E}_y), \\ \mathfrak{P}_y &= Q_{2+} (\mathfrak{E}_y - i\mathfrak{E}_x) + Q_{2-} (\mathfrak{E}_y + i\mathfrak{E}_x), \\ \mathfrak{P}_z &= Q_1 \mathfrak{E}_z, \end{aligned}$$

waar de coëfficiënten Q_1, Q_{2+}, Q_{2-} aangeven in welke mate het meetrillen in de trillingsvormen $\varkappa_1, \varkappa_{2+}, \varkappa_{2-}$ tot de polarisatie \mathfrak{P} bijdraagt. De eerste coëfficiënt wordt gegeven door

$$Q_1 = -S \sum_{ab.. \varkappa_1} \frac{B^{(\varkappa)}}{\left(n + \frac{n_0^2}{n^{(\varkappa)}}\right) (n - n^{(\varkappa)}) - ing}, \dots \dots (1)$$

terwijl voor Q_{2+} en Q_{2-} uitdrukkingen van denzelfden vorm gelden waarin sommen voorkomen, die op de bewegingswijzen \varkappa_{2+} en \varkappa_{2-} betrekking hebben. De teekens Σ, Σ, Σ duiden aan dat men $\varkappa_1 \quad \varkappa_{2+} \quad \varkappa_{2-}$

hetzij over de bewegingstoestanden \varkappa_1 , hetzij over de toestanden \varkappa_{2+} of \varkappa_{2-} van een der groepen a, b, \dots moet sommeeren en het teeken S heeft op al deze groepen betrekking. De coëfficiënt g , dien $ab..$

wij voor al de termen die tot een en dezelfde groep behooren, even groot stellen, is aan de weerstanden toe te schrijven en kan als maat voor de breedte der absorptielijnen beschouwd worden. Eindelijk zijn de grootheden $B^{(\varkappa)}$ reëel en positief; hunne waarde hangt van den bouw der deeltjes af en is voor twee geconjugeerde trillingswijzen dezelfde.

Duiden wij nu de dielectrische verplaatsing door \mathfrak{D} aan, zoodat

$$\mathfrak{D} = \mathfrak{E} + \mathfrak{P} \dots \dots \dots (2)$$

is, en stellen wij ter bekorting

$$\begin{aligned} 1 + Q_1 &= S_1, \\ 1 + Q_{2+} + Q_{2-} &= S_2, \\ Q_{2+} - Q_{2-} &= R, \end{aligned}$$

dan vinden wij

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{D}_x &= S_2 \mathfrak{E}_x + iR \mathfrak{E}_y, \\ \mathfrak{D}_y &= S_2 \mathfrak{E}_y - iR \mathfrak{E}_x, \\ \mathfrak{D}_z &= S_1 \mathfrak{E}_z, \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

welke vergelijkingen wij nu te combineeren hebben met de algemeene betrekkingen

¹⁾ Zie Math. Encykl. V 22, § 47.

$$\text{rot } \mathfrak{H} = \frac{1}{c} \dot{\mathfrak{D}}, \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{rot } \mathfrak{E} = -\frac{1}{c} \dot{\mathfrak{H}}. \dots \dots \dots (5)$$

In deze laatste stelt \mathfrak{H} de bij de lichttrillingen behoorende, met de frequentie van deze wisselende magnetische kracht voor.

§ 3. Wij beschouwen de voortplanting van platte golven in een richting in het xz -vlak, die met de z -as den positieven scherpen hoek ϑ maakt, en nemen aan dat alle veranderlijke grootheden die den toestand bepalen, de coördinaten en den tijd alleen in den factor

$$e^{in \left[t - \frac{(\mu)}{c} (z \cos \vartheta + x \sin \vartheta) \right]} \dots \dots \dots (6)$$

bevatten. De daarin voorkomende nader te bepalen constante (μ) kan men den complexen brekingsindex noemen; is

$$(\mu) = \mu - \frac{ich}{n}, \dots \dots \dots (7)$$

dan is μ de reële brekingsindex en h de index van absorptie; bij het doorloopen van een afstand l wordt n.l. de amplitudo in verhouding van 1 tot e^{-hl} verzwakt.

Uit (5) volgt

$$\begin{aligned} \mathfrak{H}_x &= -(\mu) \mathfrak{E}_y \cos \vartheta, \\ \mathfrak{H}_y &= (\mu) (\mathfrak{E}_x \cos \vartheta - \mathfrak{E}_z \sin \vartheta), \\ \mathfrak{H}_z &= (\mu) \mathfrak{E}_y \sin \vartheta, \end{aligned}$$

en vervolgens uit (4)

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{D}_x &= (\mu)^2 (\mathfrak{E}_x \cos \vartheta - \mathfrak{E}_z \sin \vartheta) \cos \vartheta, \\ \mathfrak{D}_y &= (\mu)^2 \mathfrak{E}_y, \\ \mathfrak{D}_z &= -(\mu)^2 (\mathfrak{E}_x \cos \vartheta - \mathfrak{E}_z \sin \vartheta) \sin \vartheta. \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

Voert men hier de waarden (3) in en stelt men ter bekorting

$$\frac{(\mu)^2}{S_2} = 1 + \xi, \dots \dots \dots (9)$$

$$\frac{S_1}{S_2} = 1 + \eta, \frac{R}{S_2} = \zeta, \dots \dots \dots (10)$$

dan komt er

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_x + i \zeta \mathfrak{E}_y &= (1 + \xi) (\mathfrak{E}_x \cos \vartheta - \mathfrak{E}_z \sin \vartheta) \cos \vartheta, \\ \mathfrak{E}_y - i \zeta \mathfrak{E}_x &= (1 + \xi) \mathfrak{E}_y, \\ (1 + \eta) \mathfrak{E}_z &= -(1 + \xi) (\mathfrak{E}_x \cos \vartheta - \mathfrak{E}_z \sin \vartheta) \sin \vartheta. \end{aligned}$$

Het verdient aanbeveling, voor wij verder gaan, in plaats van OX en OZ nieuwe assen OX' en OZ' in te voeren, die daaruit

door een wenteling ϑ om de y -as ontstaan, en waarvan de laatste met de voortplantingsrichting samenvalt. Gebruikt men de transformatieformules

$$\mathfrak{E}_x = \mathfrak{E}_{x'} \cos \vartheta + \mathfrak{E}_{z'} \sin \vartheta, \quad \mathfrak{E}_z = -\mathfrak{E}_{x'} \sin \vartheta + \mathfrak{E}_{z'} \cos \vartheta,$$

dan gaan de drie voorgaande vergelijkingen over in

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_{z'} \sin \vartheta + i \zeta \mathfrak{E}_y &= \xi \mathfrak{E}_{x'} \cos \vartheta, \\ -i \zeta (\mathfrak{E}_{x'} \cos \vartheta + \mathfrak{E}_{z'} \sin \vartheta) &= \xi \mathfrak{E}_y, \\ (1 + \eta) \mathfrak{E}_{z'} \cos \vartheta &= (\eta - \xi) \mathfrak{E}_{x'} \sin \vartheta. \end{aligned}$$

Door de waarde van $\mathfrak{E}_{z'}$ uit de laatste vergelijking in de eerste en de tweede te substitueeren verkrijgt men de volgende betrekkingen tusschen de transversale componenten der elektrische kracht

$$\left. \begin{aligned} \{ \xi (1 + \eta \cos^2 \vartheta) - \eta \sin^2 \vartheta \} \mathfrak{E}_{x'} &= i \zeta (1 + \eta) \mathfrak{E}_y \cos \vartheta, \\ -i \zeta \{ (\cos^2 \vartheta + \eta) - \xi \sin^2 \vartheta \} \mathfrak{E}_{x'} &= \xi (1 + \eta) \mathfrak{E}_y \cos \vartheta, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

en hieruit door eliminatie van die componenten

$$\xi^2 (1 + \eta \cos^2 \vartheta) - \xi (\eta - \zeta^2) \sin^2 \vartheta - \zeta^2 (\cos^2 \vartheta + \eta) = 0, \quad (12)$$

of

$$(\xi + \zeta^2) (\xi - \eta) \sin^2 \vartheta + (\xi^2 - \zeta^2) (1 + \eta) \cos^2 \vartheta = 0. \quad (13)$$

Zijn de frequentie n_0 , de door het uitwendige magnetische veld gewijzigde frequenties $n^{(*)}$, de weerstanden g , alsmede de coëfficiënten $B^{(*)}$ bekend, en heeft men de frequentie n gekozen, dan kent men S_1, S_2, R_3 , en dus volgens (10) ook η en ζ . De vergelijking (12) dient verder ter bepaling van ξ , waaruit men dan met behulp van (9) den complexen brekingsindex (μ), en dus met behulp van (7) den reëelen brekingsindex μ en den index van absorptie h kan afleiden.

Nadat ξ gevonden is kan men uit de vergelijkingen (11) de verhouding der componenten $\mathfrak{E}_{x'}$ en \mathfrak{E}_y afleiden, waarbij het de aandacht verdient dat de verhouding van $\mathfrak{D}_{x'}$ en \mathfrak{D}_y dezelfde is. Immers, men vindt uit (8)

$$\mathfrak{D}_{x'} = (\mu)^2 \mathfrak{E}_{x'}.$$

De bedoelde verhouding is

$$\frac{\mathfrak{D}_y}{\mathfrak{D}_{x'}} = -i \frac{\xi (\cos^2 \vartheta - \xi \sin^2 \vartheta + \eta)}{\xi (1 + \eta) \cos \vartheta}; \quad \dots \quad (14)$$

hiermede wordt voor elken bundel die zich op de in (6) aangegeven wijze kan voortplanten, en dien wij een „hoofdbundel” zullen noemen, de polarisatietoestand bepaald.

Daar volgens (8), en zooals men reeds van te voren kon zeggen, $\mathfrak{D}_{z'} = 0$ wordt (terwijl $\mathfrak{E}_{z'}$ zeer goed van 0 kan verschillen), beschrijft in elk punt van het medium het uiteinde van den vector \mathfrak{D} een ellips in een vlak loodrecht op de voortplantingsrichting. Deze lijn, die den polarisatietoestand van den hoofdbundel kenmerkt, noemen

wij de „trillingsellips”. De gedaante en de ligging ervan, alsmede de omloopsrichting worden door (14) bepaald.

Wij merken nog op dat wegens de betrekking (2) de verhouding $\frac{\mathfrak{P}_y}{\mathfrak{P}_x}$ even groot is als de onderling gelijke verhoudingen $\frac{\mathfrak{D}_y}{\mathfrak{D}_{x'}}$ en $\frac{\mathfrak{E}_y}{\mathfrak{E}_{x'}}$.

Houdt men nu verder in het oog dat de componenten van \mathfrak{P} evenredig zijn met de verplaatsingscomponenten van het aequivalente electron in een der deeltjes, dan ziet men gemakkelijk in dat bij de samengestelde beweging van een deeltje, die het gevolg is van het (door de sommen in Q_1 , Q_{2+} en Q_{2-} bepaalde) meetrillen in de verschillende trillingsvormen, de projectie van het aequivalente electron op het golffront een ellips beschrijft, die wat vorm en stand betreft met de straks genoemde trillingsellips overeenkomt, en ook in dezelfde richting als deze wordt doorlopen.

Daar (12) twee waarden voor ξ oplevert, zijn er twee hoofdbundels met verschillenden polarisatietoestand en ongelijke voortplantings-snelheid en absorptie-index. Hoe het hiermee gesteld is hangt van den hoek ϑ en, als deze een bepaalde waarde heeft, in het algemeen van de gekozen frequentie n af.

§ 4. De magnetische componenten der absorptielijnen, die tot een bepaalde groep a , b , of c , enz. behooren, vallen binnen een smal gebied van het spectrum, dat wij eveneens door de letter a , b , of c , enz. aanwijzen. Wij zullen ons bepalen tot de voortplanting van licht dat binnen een dezer smalle gedeelten, stel binnen a , valt en nemen aan dat de afstanden daarvan tot de deelen b , c , enz. zeer groot zijn, in vergelijking zoowel met de breedte van a als met die van b , c , enz. Dan mogen wij b.v. in het op de groep b betrekking hebbende deel

$$-\sum_{x_1} \frac{B^{(x)}}{\left(n + \frac{n_0^2}{n^{(x)}}\right) (n - n^{(x)}) - ing}$$

van de uitdrukking (1) n door n_{0a} , elke $n^{(x)}$ door n_{0b} , en, met weglating van den term ing , elken noemer door

$$n^2_{0a} - n^2_{0b}$$

vervangen. Dat deel wordt dus

$$\frac{1}{n^2_{0b} - n^2_{0a}} \sum_{x_1} B^{(x)}.$$

Op dezelfde wijze handelen wij wat Q_{2+} , Q_{2-} en ook wat de overige groepen c , d , enz. betreft. Neemt men nu aan dat voor elke groep

$$\sum_{\kappa_1} B^{(\kappa)} = \sum_{\kappa_{2+}} B^{(\kappa)} + \sum_{\kappa_{2-}} B^{(\kappa)} = 2 \sum_{\kappa_{2+}} B^{(\kappa)} \dots (15)$$

is ¹⁾, dan kan men voor de bijdragen die de groepen b , c , enz. voor de grootheden Q_1 , Q_{2+} , Q_{2-} opleveren, schrijven: s , $\frac{1}{2} s$, $\frac{1}{2} s$, waarin s een reële, over de uitgestrektheid a standvastige grootheid is. Wat de bijdragen betreft, die van de groep a afkomstig zijn, in deze mag men elken noemer vervangen door

$$2 n_0 (n - n^{(\kappa)}) - i n_0 g,$$

waarin nu met n_0 de waarde n_{0a} bedoeld wordt. Verder zullen wij aannemen dat de groep a een magnetisch triplet is. Dan is er één trillingsvorm κ_1 , en eveneens één κ_{2+} en één κ_{2-} . De daarbij behorende frequenties der vrije trillingen zijn

$$n_1 = n_0, \quad n_{2+} = n_0 + \nu, \quad n_{2-} = n_0 - \nu, \quad \dots (16)$$

waarin ν een met de veldsterkte evenredige waarde heeft, en wanneer wij de betrekking (15) ook voor de groep a aannemen, mogen wij stellen

$$B^{(\kappa_{2+})} = B^{(\kappa_{2-})} = a n_0, \quad B^{(\kappa_1)} = 2 a n_0,$$

waar a een positieve constante is. Ten slotte wordt

$$Q_1 = s - \frac{2a}{2(n-n_1)-ig},$$

$$Q_{2+} = \frac{1}{2} s - \frac{a}{2(n-n_{2+})-ig},$$

$$Q_{2-} = \frac{1}{2} s - \frac{a}{2(n-n_{2-})-ig}.$$

Hiermede zijn nu ook S_1 , S_2 , R , η en ζ gegeven. Men ziet gemakkelijk dat $1 + s = \mu_0^2$ is, als μ_0 de reële brekingsindex is, die voor $n = n_0$ bestaan zou, wanneer de deeltjes niet in de trillingsvormen der groep a , maar alleen in die van de groepen b , c , enz. in beweging geraakten. Stellen wij nog

$$a = \mu_0^2 \beta,$$

$$u_1 = \frac{\beta}{2(n-n_1)-ig} = \beta \frac{2(n-n_1)+ig}{4(n-n_1)^2+g^2}, \dots (17)$$

$$u_{2+} = \beta \frac{2(n-n_{2+})+ig}{4(n-n_{2+})^2+g^2}, \quad u_{2-} = \beta \frac{2(n-n_{2-})+ig}{4(n-n_{2-})^2+g^2}, \dots (18)$$

dan wordt

$$\eta = \frac{u_{2+} + u_{2-} - 2u_1}{1 - (u_{2+} + u_{2-})}, \dots (19)$$

$$\zeta = \frac{u_{2-} - u_{2+}}{1 - (u_{2+} + u_{2-})}, \dots (20)$$

¹⁾ Zie het aangehaalde artikel der Math. Encykl., § 51.

en nadat ξ met behulp van (12) is berekend,

$$(\mu)^2 = \mu_0^2 \{1 - (u_{2+} + u_{2-})\} (1 + \xi) \dots \dots \dots (21)$$

Zoolang, zooals in verreweg de meeste gevallen, de absorptie, zelfs daar waar zij het sterkst is, op een afstand van een golflengte zeer weinig bedraagt, zijn de grootheden u zeer klein in vergelijking met de eenheid. Dan zijn blijkens (19) en (20) η , ξ , en blijkens (12) ξ eveneens zeer klein, en mag men voor (19), (20) en (21) schrijven ¹⁾

$$\begin{aligned} \eta &= u_{2+} + u_{2-} - 2 u_1, \\ \xi &= u_{2-} - u_{2+}, \\ (\mu) &= \mu_0 \left\{ 1 - \frac{1}{2} (u_{2+} + u_{2-}) + \frac{1}{2} \xi \right\} \dots \dots \dots (22) \end{aligned}$$

§ 5. Stelt men $\vartheta = 0$ of $\frac{1}{2} \pi$, dan komt men tot de bekende theorie van het ZEEMAN-effect bij waarneming langs of loodrecht op de krachtlijnen terug; uit (13) vindt men nl. onmiddellijk voor het eerste geval

$$\xi = \pm \zeta \dots \dots \dots (23)$$

en voor het tweede

$$\xi = -\zeta^2 \text{ of } \xi = \eta.$$

Verder geeft, als $\vartheta = 0$ is, de vergelijking (14)

$$\frac{\mathcal{D}_y}{\mathcal{D}_{x'}} = \mp i,$$

zoodat dan voor elke waarde van n de eene hoofdbundel, aan het bovenste teeken beantwoordende, links en de ander rechts circulair gepolariseerd is. Wij behoeven daar niet over uit te weiden. Wij herinneren echter met een enkel woord aan de draaiing van het polarisatievlak bij voortplanting langs de krachtlijnen, in het bijzonder aan het bedrag daarvan voor $n = n_0$. Voor dit geval wordt

$$u_1 = i \frac{\beta}{g}, u_{2+} = \beta \frac{-2v + ig}{4v^2 + g^2}, u_{2-} = \beta \frac{2v + ig}{4v^2 + g^2} \dots \dots (24)$$

$$\xi = \frac{4\beta v}{4v^2 + g^2} \dots \dots \dots (25)$$

Volgens (23) en (22) is dus de complexe brekingsindex voor den links circulair gepolariseerden straal

$$(\mu_+) = \mu_0 \left\{ 1 - i \frac{\beta g}{4v^2 + g^2} + \frac{2\beta v}{4v^2 + g^2} \right\}$$

en voor den rechts circulair gepolariseerden

$$(\mu_-) = \mu_0 \left\{ 1 - i \frac{\beta g}{4v^2 + g^2} - \frac{2\beta v}{4v^2 + g^2} \right\}.$$

¹⁾ VOIGT drijft de nauwkeurigheid in vele zijner vergelijkingen verder. Zie ook hieronder § 11.

Vergelijking met (7) doet zien dat beide stralen in gelijke mate geabsorbeerd worden; voor beide is nl.

$$h = \frac{n_0 \mu_0 \beta g}{c(4v^2 + g^2)} \dots \dots \dots (26)$$

Tusschen hunne reële brekingsexponenten bestaat echter het verschil

$$\mu_+ - \mu_- = \mu_0 \frac{4\beta v}{4v^2 + g^2}.$$

Hieraan beantwoordt een draaiing van het polarisatievlak, die per lengte-eenheid

$$\psi = \frac{n_0}{2c}(\mu_- - \mu_+) = -\frac{n_0 \mu_0}{c} \frac{2\beta v}{4v^2 + g^2} \dots \dots \dots (27)$$

bedraagt.

Wat het geval $\vartheta = \frac{1}{2}\pi$ betreft, herinneren wij er alleen aan, dat dan de eene hoofdbundel rechtlijnig gepolariseerd is met de trillingen langs de krachtlijnen en dat voor dezen de maximale absorptie, die men heeft voor $n = n_0$, bepaald wordt door

$$h_I = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{cg} \dots \dots \dots (28)$$

Daarentegen heeft men bij dezelfde frequentie n_0 voor den anderen hoofdbundel, waarvan de trillingen loodrecht op de krachtlijnen staan,

$$h_{II} = \frac{n_0 \mu_0 \beta g}{c(4v^2 + g^2)} \dots \dots \dots (29)$$

§ 6. Wij gaan nu over tot de beschouwing der voortplanting in willekeurige richting, waarbij wij echter het geval dat ϑ zeer dicht bij 0 of $\frac{1}{2}\pi$ ligt zullen uitsluiten, daar men dan met het weglaten van sommige termen voorzichtig zou moeten zijn.¹⁾

Hebben zoowel $\sin \vartheta$ als $\cos \vartheta$ waarden die groot zijn in vergelijking met de kleine grootheden die in onze berekening voorkomen, dan mogen wij (12) vervangen door

$$\xi^2 - \xi \eta \sin^2 \vartheta - \zeta^2 \cos^2 \vartheta = 0, \dots \dots \dots (30)$$

zoodat

$$\xi = \frac{1}{2} \eta \sin^2 \vartheta \pm \sqrt{\frac{1}{4} \eta^2 \sin^4 \vartheta + \zeta^2 \cos^2 \vartheta} \dots \dots \dots (31)$$

wordt.

¹⁾ Dit neemt niet weg dat, zooals ons zal blijken, verschillende uitkomsten, als men $\vartheta = 0$ of $\vartheta = \frac{1}{2}\pi$ stelt, overgaan in die welke bij de voortplanting langs de krachtlijnen of loodrecht daarop gelden.

Tevens gaat (14) over in

$$\frac{\mathcal{D}_y}{\mathcal{D}_{x'}} = -i \frac{\zeta \cos \vartheta}{\xi} \dots \dots \dots (32)$$

zoodat, wanneer men de grootheden die voor de twee hoofdbundels gelden door de indices I en II van elkaar onderscheidt,

$$\left(\frac{\mathcal{D}_y}{\mathcal{D}_{x'}}\right)_I \left(\frac{\mathcal{D}_y}{\mathcal{D}_{x'}}\right)_{II} = -\frac{\zeta^2 \cos^2 \vartheta}{\xi_I \xi_{II}},$$

of, volgens (30),

$$\left(\frac{\mathcal{D}_y}{\mathcal{D}_{x'}}\right)_I \left(\frac{\mathcal{D}_y}{\mathcal{D}_{x'}}\right)_{II} = 1$$

is. Dit beteekent dat, bij geschikt gekozen amplituden, de eene trillingsellips, ook wat de bewegingsrichting betreft, het spiegelbeeld is van de andere ten opzichte van een lijn die den hoek tusschen OX' en OY middendoor deelt.

De imaginaire deelen der uitdrukkingen u_1 , u_{2+} , u_{2-} , van welke deelen de absorptie ten slotte afhangt, zijn een maximum voor $n = n_1$, n_{2+} , n_{2-} en zijn van dat maximum af ver in waarde gedaald zoodra $|n - n_1|$, $|n - n_{2+}|$ of $|n - n_{2-}|$ eenige malen grooter dan g is.

Men kan hieruit afleiden dat er, wanneer v groot genoeg is in vergelijking met g , drie absorptiebanden worden waargenomen, waarvan de maxima op de door (16) bepaalde plaatsen liggen; die banden zijn volkomen van elkaar gescheiden, met een zoo goed als doorschijnend gebied er tusschen, wanneer v veel grooter dan g is. Dit laatste heeft ten gevolge dat op de plaats waar het imaginaire gedeelte van een der grootheden u_1 , u_{2+} , u_{2-} zijn maximale waarde heeft, zowel het reële als het imaginaire deel van de twee andere grootheden in vergelijking met deze maximale waarde mag worden verwaarloosd. Voor $n = n_{2+}$ b. v. heeft men dan

$$u_1 = 0 \quad , \quad u_{2+} = i \frac{\beta}{g} \quad , \quad u_{2-} = 0,$$

$$\eta = i \frac{\beta}{g} \quad , \quad \zeta = -i \frac{\beta}{g},$$

en zijn dus de wortels der vergelijking (30)

$$\xi = -\eta \cos^2 \vartheta \quad \text{en} \quad \xi = \eta.$$

Aan den eersten beantwoordt

$$\frac{\mathcal{D}_y}{\mathcal{D}_{x'}} = -\frac{i}{\cos \vartheta},$$

$$(\mu) = \mu_0 \left\{ 1 - \frac{1}{2} i \frac{\beta}{g} (1 + \cos^2 \vartheta) \right\},$$

en aan den tweeden

De verschijnselfen worden nu verschillend naar gelang $q >$ of < 1 is, welke gevallen zich beide kunnen voordoen. Wij kunnen nl., welke waarde $\frac{v}{g}$ ook moge hebben, altijd een hoek ϑ_1 tusschen 0 en $\frac{1}{2}\pi$ zoo bepalen, dat

$$\frac{v \sin^2 \vartheta_1}{g \cos \vartheta_1} = 1 \dots \dots \dots (37)$$

is, en dan zal $q > 1$ zijn voor $\vartheta > \vartheta_1$, en < 1 voor $\vartheta < \vartheta_1$.

In het eerste geval, dat zich dus voordoet wanneer de voortplantingsrichting niet te ver van een richting loodrecht op de krachtlijnen afwijkt, is de verhouding (35) reëel, nl.

$$\frac{\mathcal{D}_{x'}}{\mathcal{D}_y} = q \mp \sqrt{q^2 - 1}; \dots \dots \dots (38)$$

derhalve hebben de hoofdbundels rechtlijnige trillingen, en wel maken deze met de as OX' hoeken χ_I en χ_{II} (positieve draaiingsrichting van OX' naar OY), die bepaald worden door

$$\sin 2\chi_I = \sin 2\chi_{II} = \frac{1}{q} \dots \dots \dots (39)$$

Beide hoeken liggen tusschen 0 en $\frac{1}{2}\pi$, en wanneer χ_I de kleinste is, beantwoordt die aan het benedenste teeken in (38), zoodat wij kunnen schrijven

$$\left(\frac{\mathcal{D}_{x'}}{\mathcal{D}_y}\right)_I = q + \sqrt{q^2 - 1},$$
$$\left(\frac{\mathcal{D}_{x'}}{\mathcal{D}_y}\right)_{II} = q - \sqrt{q^2 - 1}.$$

Volgens (36) is nu voor beide hoofdbundels ξ zuiver imaginair, en daar hetzelfde van $u_{2+} + u_{2-}$ geldt, volgt uit (22) en (7) dat beide bundels denzelfden reëelen brekingsindex μ_0 (en dus dezelfde voortplantingssnelheid), maar verschillende indices van absorptie hebben, nl.

$$h_I = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{c(4v^2 + g^2)} \{g + 2(q + \sqrt{q^2 - 1})v \cos \vartheta\}, \dots \dots (40)$$

$$h_{II} = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{c(4v^2 + g^2)} \{g + 2(q - \sqrt{q^2 - 1})v \cos \vartheta\} \dots \dots (41)$$

Zooals op grond der elementaire theorie van het ZEE-MAN-effect te verwachten was, wordt dus de bundel waarvan de trillingen den kleinsten hoek met de krachtlijnen maken het sterkst geabsorbeerd.

Het verschil tusschen de in h_I en h_{II} voorkomende uitdrukkingen $q + \sqrt{q^2 - 1}$ en $q - \sqrt{q^2 - 1}$ wordt des te grooter naarmate q grootte is. Laat men bij vastgehouden waarde van $\frac{v}{g}$ den hoek ϑ tot $\frac{1}{2}\pi$

naderen, dan wordt blijkens (34) q steeds grooter. Men mag $q + \sqrt{q^2 - 1}$ door $2q$ vervangen en daar volgens (34) $q \cos \vartheta$ tot $\frac{v}{g}$ nadert, wordt ten slotte

$$h_I = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{cg},$$

overeenkomende met de waarde (28), die wij voor een straal loodrecht op de krachtlijnen, met de electricische trillingen daarlangs hebben aangegeven. Daarentegen mag men $q - \sqrt{q^2 - 1}$ door $\frac{1}{2q}$ vervangen, zoodat h_{II} tot de waarde (29) nadert.

Laat men daarentegen ϑ kleiner worden en in ϑ_1 overgaan, dan wordt $q = 1$; zowel h_I als h_{II} naderen dan tot de waarde

$$h = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{c} \frac{2v \cos \vartheta_1 + g}{4v^2 + g^2}, \dots \dots \dots (42)$$

waarvoor men wegens (37) kan schrijven

$$h = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{cg} \frac{2v^2 \sin^2 \vartheta_1 + g^2}{4v^2 + g^2},$$

en die dus tusschen (28) en (29) ligt.

Wat de trillingsrichtingen der hoofdbundels betreft, deze worden aan de grenzen, voor $\vartheta = \frac{1}{2} \pi$ en $\vartheta = \vartheta_1$ bepaald door $\chi_I = 0$ en $\chi_I = \frac{1}{4} \pi$. Het eerste was te verwachten en aan het laatste ziet men dat voor $\vartheta = \vartheta_1$ de twee trillingsrichtingen samenvallen met de lijn die den hoek tusschen OX' en OY midden door deelt, en die wij OL zullen noemen.

§ 8. Uit het voorgaande blijkt dat voor $\vartheta > \vartheta_1$ de toestand geheel anders is dan voor $\vartheta = 0$, waarbij de hoofdbundels links en rechts circulair gepolariseerd zijn. De overgang tusschen het een en het ander wordt gevormd door hetgeen zich voordoet als $\vartheta < \vartheta_1$ is.

Dan is $q < 1$, zoodat wij, wat sommige formules vereenvoudigt,

$$q = \frac{v \sin^2 \vartheta}{g \cos \vartheta} = \cos \omega$$

kunnen stellen. De trillingswijze der hoofdbundels wordt volgens (35) bepaald door

$$\frac{\mathcal{D}_{x'}}{\mathcal{D}_y} = e^{\pm i \omega}, \dots \dots \dots (43)$$

zoodat, wanneer in een of ander punt

$$\mathfrak{D}_y = ae^{i(nt+p)}$$

(met reële a en p) is, men op die zelfde plaats heeft

$$\mathfrak{D}_{x'} = ae^{i(nt+p \pm \omega)}.$$

De reële gedeelten hiervan zijn

$$\mathfrak{D}_{x'} = a \cos (nt + p \pm \omega) \quad , \quad \mathfrak{D}_y = a \cos (nt + p),$$

waaruit men gemakkelijk afleidt dat beide hoofdbundels elliptisch gepolariseerd zijn. De trillingsellipsen vallen samen en een der assen ervan heeft de richting van de bovengenoemde lijn OL . De omloopsrichting is bij de twee hoofdbundels tegengesteld; dit blijkt b.v. hieruit dat, wanneer α de hoek is, dien \mathfrak{D} met de x' -as maakt,

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{\cos (nt + p)}{\cos (nt + p \pm \omega)}, \\ \frac{1}{\cos^2 \alpha} \frac{d\alpha}{dt} &= \pm \frac{n \sin \omega}{\cos^2 (nt + p \pm \omega)} \end{aligned}$$

is.

In den lichtbundel voor welken de bovenste teekens gelden past dus de omloopsrichting bij de richting van voortplanting. Daarom zullen wij de grootheden die op dezen bundel betrekking hebben, met den index $+$, en die, welke voor den anderen gelden, met den index $-$ aanduiden.

Dat voor $\mathfrak{D} = \mathfrak{D}_1$ ($\omega = 0$) de beide ellipsen in een rechte lijn met de richting OL , en voor $\mathfrak{D} = 0$ ($\omega = \frac{1}{2}\pi$) in cirkels overgaan, behoeft nauwelijks gezegd te worden.

Uit (43), (36) en (22) volgt verder

$$\left. \begin{aligned} \mu_+ &= \mu_0 \left(1 + \frac{2\beta v \cos \mathfrak{D}}{4v^2 + g^2} \sin \omega \right), \\ \mu_- &= \mu_0 \left(1 - \frac{2\beta v \cos \mathfrak{D}}{4v^2 + g^2} \sin \omega \right), \end{aligned} \right\} \dots \dots (44)$$

$$h_+ = h_- = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{c(4v^2 + g^2)} (g + 2v \cos \mathfrak{D} \cos \omega).$$

Tusschen $\mathfrak{D} = \mathfrak{D}_1$ en $\mathfrak{D} = 0$ worden dus voor $n = n_0$ de beide hoofdbundels in dezelfde mate geabsorbeerd, zooals dat voor het geval $\mathfrak{D} = 0$ omtrent de dan circulair gepolariseerde hoofdbundels reeds vroeger gezegd werd. De gemeenschappelijke index van absorptie, waarvoor wij verder h schrijven, wordt bij het afnemen van \mathfrak{D} kleiner; hij gaat voor $\mathfrak{D} = \mathfrak{D}_1$ ($\omega = 0$) in de waarde (42) en voor $\mathfrak{D} = 0$ ($\omega = \frac{1}{2}\pi$) in (26) over. Hoe ver deze uiterste waarden uiteenliggen hangt van de betrekkelijke waarden van v en g af.

§ 9. Evenals bij de voortplanting langs de krachtlijnen het ver-

schil in voortplantingssnelheid der links en rechts circulair gepolariseerde stralen een draaiing van het polarisatievlak ten gevolge heeft, bestaat er tusschen $\vartheta = \vartheta_1$ en $\vartheta = 0$ zulk een draaiing wegens het in (44) uitgedrukte verschil in voortplantingssnelheid. Alleen wordt het verschijnsel nu iets ingewikkelder omdat de hoofdbundels niet meer circulair, maar elliptisch gepolariseerd zijn.

Neemt men voor den eenen hoofdbundel de uitdrukkingen

$$\mathfrak{D}_{x'} = a e^{-h z' + i \left[n_0 \left(t - \frac{\mu_+ z'}{c} \right) + p + \omega \right]},$$

$$\mathfrak{D}_y = a e^{-h z' + i \left[n_0 \left(t - \frac{\mu_+ z'}{c} \right) + p \right]},$$

en voor den anderen dergelijke uitdrukkingen met μ_- in plaats van μ_+ en $-\omega$ in plaats van $+\omega$, of wel, tot de reële waarden overgaande, voor den eenen hoofdbundel

$$\mathfrak{D}_{x'} = a e^{-h z'} \cos \left[n_0 \left(t - \frac{\mu_+ z'}{c} \right) + p + \omega \right],$$

$$\mathfrak{D}_y = a e^{-h z'} \cos \left[n_0 \left(t - \frac{\mu_+ z'}{c} \right) + p \right],$$

en voor den anderen

$$\mathfrak{D}_{x'} = a e^{-h z'} \cos \left[n_0 \left(t - \frac{\mu_- z'}{c} \right) + p - \omega \right],$$

$$\mathfrak{D}_y = a e^{-h z'} \cos \left[n_0 \left(t - \frac{\mu_- z'}{c} \right) + p \right],$$

dan krijgt men door samenstelling, als men

$$\psi = \frac{n_0}{2c} (\mu_- - \mu_+)$$

stelt,

$$\mathfrak{D}_{x'} = 2a e^{-h z'} \cos (\psi z' + \omega) \cos \left[n_0 t - \frac{n_0}{2c} (\mu_+ + \mu_-) z' + p \right],$$

$$\mathfrak{D}_y = 2a e^{-h z'} \cos \psi z' \cos \left[n_0 t - \frac{n_0}{2c} (\mu_+ + \mu_-) z' + p \right].$$

De hieruit resulterende trilling is in elk punt z' rechtlijnig en heeft een amplitudo die, als vector opgevat, kan worden voorgesteld door

$$2 a e^{-h z'} \mathfrak{A},$$

waar \mathfrak{A} een vector in het golffront is met de componenten

$$\mathfrak{A}_{x'} = \cos (\psi z' + \omega) \quad , \quad \mathfrak{A}_y = \cos \psi z'.$$

Trekken wij dezen vector van uit een vast punt, dan beschrijft

het uiteinde een ellips wanneer z' voortdurend toeneemt. Er is dus een draaiing van het polarisatievlak voortdurend in dezelfde richting, maar de snelheid daarvan, als z' gelijkmatig aangroeit, is niet standvastig. Hoe het hiermee gesteld is, wordt nader bepaald door de omstandigheid dat de vector \mathfrak{A} in gelijke tijden gelijke sectoren beschrijft; de snelheid van draaiing is dus het grootst wanneer de trilling juist volgens de korte as der ellips is gericht.

Stelt men den hoek dien de vector \mathfrak{A} met de x' -as maakt door κ voor, dan vindt men uit de bovenstaande formules voor de draaiing per lengte-eenheid, afgeleid uit de draaiing over een oneindig kleinen afstand dz' ,

$$\frac{d\kappa}{dz'} = \frac{\psi \sin \omega}{1 + \cos \omega \cos (2\psi z' + \omega)}, \dots \dots \dots (45)$$

wat slechts voor $\vartheta = 0$ ($\omega = \frac{1}{2} \pi$) onafhankelijk van z' wordt. Daar verder de ellips eens wordt doorlopen, en dus κ met 2π klimt, als men z' met $\frac{2\pi}{\psi}$ laat toenemen, kan men

$$\psi = \frac{n_0}{2c} (\mu_- - \mu_+) = - \frac{n_0 \mu_0}{c} \cdot \frac{2\beta v \cos \vartheta \sin \omega}{4v^2 + g^2}$$

de gemiddelde draaiing per lengte-eenheid noemen. Zij neemt voor $\vartheta = 0$ ($\omega = \frac{1}{2} \pi$) de waarde (27) aan en verdwijnt voor $\vartheta = \vartheta_1$ ($\omega = 0$).

Het verdient nu de aandacht dat, terwijl in de nabijheid van ϑ_1 de gemiddelde draaiing per lengte-eenheid zeer klein wordt, de draaiing per lengte-eenheid $\frac{d\kappa}{dz'}$ bij de meest gunstige trillingsrichting toch nog een merkbare grootte behoudt. Volgens (45) is n.l. het maximum van $\frac{d\kappa}{dz'}$

$$\frac{\psi \sin \omega}{1 - \cos \omega} = \psi \cot \frac{1}{2} \omega = - \frac{n_0 \mu_0}{c} \cdot \frac{4\beta v \cos \vartheta \cos^2 \frac{1}{2} \omega}{4v^2 + g^2}$$

en dit kan zeer goed in de nabijheid van $\vartheta = \vartheta_1$ ($\omega = 0$) een waarde hebben, vergelijkbaar met (27).

Het verdient nog opmerking dat de bovengenoemde door het uiteinde van den vector \mathfrak{A} beschreven ellips denzelfden vorm en denzelfden stand heeft als de trillingsellips, waarvan in § 8 gesproken werd.

§ 10. Het bovenstaande samenvattende kunnen wij zeggen dat, altijd voor de bepaalde frequentie n_0 , tusschen $\vartheta = \vartheta_1$ en $\vartheta = \frac{1}{2} \pi$ de verschijnselen in hoofdzaak van denzelfden aard zijn als het zuiver transversale ZEEMAN-effect dat loodrecht op de krachtlijnen wordt

waargenomen; de hoofdbundels zijn rechtlijnig gepolariseerd en onderscheiden zich van elkaar door verschillende indices van absorptie bij gelijke voortplantingssnelheid. Daarentegen heeft men voor alle waarden van ϑ kleiner dan ϑ_1 iets dergelijks als het zuiver longitudinale effect; de hoofdbundels zijn tegengesteld elliptisch gepolariseerd en hebben juist ongelijke voortplantingssnelheden, terwijl zij in dezelfde mate geabsorbeerd worden.

Daar nu ϑ_1 des te kleiner is naarmate v een grootere waarde heeft, breidt bij versterking van het magnetische veld het gebied van het transversale effect zich meer en meer uit; dat van het longitudinale effect is tenslotte, wanneer $\frac{v}{g}$ zeer groot is, d.w.z. wanneer de onderlinge afstand der magnetische componenten veel grooter is dan hunne breedte, zeer klein geworden.

Wij voegen hierbij dat niet alleen, wanneer men een bepaalde voortplantingsrichting in het oog vat, deze bij voortdurende versterking van het veld, in het gebied van het transversale effect valt, maar dat de verschijnselen ook meer en meer gaan gelijken op die welke men loodrecht op de krachtlijnen waarneemt. Bij het toenemen van v wordt nl. blijkens (34) ook q hoe langer hoe grooter. De door (39) bepaalde hoek χ_I nadert tot 0, zoodat de twee hoofdtrillingsrichtingen I en II loodrecht op elkaar komen te staan, en de tweede bovendien loodrecht op het veld. De index van absorptie van deze laatste nadert tot 0, zooals uit (41) blijkt, en de vergelijking (40) kan worden vervangen door

$$h_I = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{c(4v^2 + g^2)} (g + 4qv \cos \vartheta),$$

of, als men (34) in aanmerking neemt, en bedenkt dat v zeer groot wordt in vergelijking met g , door

$$h_I = \frac{n_0 \mu_0 \beta}{cg} \sin^2 \vartheta$$

(verg. formule (28)). Een en ander is in overeenstemming met de elementaire theorie van het ZEEMAN-effect in het uitgestraalde licht.

Deze verlangt nl. dat de richting der trillingen in het door den straal en de krachtlijn gebrachte vlak ligt, en dat de amplitudo evenredig is met $\sin \vartheta$.

§ 11. Uit een theoretisch oogpunt is het van belang, het bijzondere geval dat de stralen de door den hoek ϑ_1 bepaalde richting hebben nader te onderzoeken; klaarblijkelijk toch kan onze uitkomst dat dan de twee hoofdbundels op dezelfde wijze rechtlijnig gepolari-

seerd zijn, en dat zich dus slechts trillingen van ééne bepaalde richting kunnen voortplanten niet juist zijn. De moeilijkheid wordt opgelost wanneer men de nauwkeurigheid een stap verder drijft dan in de voorgaande berekeningen, bij welke wij alle termen die ten opzichte van u_1, u_{2+}, u_{2-} van hoogere dan de eerste orde zijn, hebben verwaarloosd.

Wij merken vooreerst op, dat ook dan wanneer wij voor η en ξ de strenge formules (19) en (20) gebruiken, voor $n = n_0$, tot welk geval wij ons ook nu weer bepalen, de verhouding $\frac{\xi}{\eta}$ zuiver imaginair met het positieve teeken wordt. Wij kunnen dus een reëelen hoek in het eerste positieve quadrant bepalen door de vergelijking

$$\frac{\sin^2 \vartheta_1}{\cos \vartheta_1} = -2i \frac{\xi}{\eta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (46)$$

en het is nu voor de *hierdoor* vastgestelde voortplantingsrichting dat wij de berekeningen nader zullen uitvoeren. Daarbij merken wij op dat, zooals men aan (33) ziet, als men voor η en ξ de vroeger gebezigde waarden neemt, de hoek die nu met ϑ_1 wordt aangeduid, gelijk is aan den door (37) bepaalden. Daar de waarden, die wij nu aan η en ξ moeten toekennen, een weinig van de vroeger gebezigde verschillen, valt de voortplantingsrichting waarop het volgende betrekking heeft, niet geheel samen met die welke in de vorige § als de grens tusschen het gebied van het longitudinale en dat van het transversale effect beschouwd werd; de afwijking is echter zeer gering, zelfs, zooals wij zullen vinden, zeer klein in vergelijking met de grootheden waarop het bij de volgende beschouwingen aankomt.

Wij beginnen weer met de bepaling van ξ . Voor de daartoe dienende vergelijking (12) kunnen wij met het oog op (46) schrijven

$$\xi^2 + 2i \xi \zeta \cos \vartheta_1 - \zeta^2 \cos^2 \vartheta_1 = -\xi^2 \eta \cos^2 \vartheta_1 - \xi \zeta^2 \sin^2 \vartheta_1 + \eta \zeta^2,$$

en het bijzondere hiervan is nu dat de termen in het eerste lid, de eenige die wij vroeger hebben behouden, een volkomen tweede macht vormen. Dit is dan ook de reden waarom wij in § 7 twee niet van elkaar verschillende hoofdbundels vonden.

Wij moeten nu ook de termen in het tweede lid in rekening brengen, maar daarbij zal het voldoende zijn, daarin voor ξ, η, ζ de waarden te substitueeren, die bij den vroeger bereikten graad van nauwkeurigheid golden en die wij door den index 0 onderscheiden. Wij hebben dus ter bepaling van ξ

$$\xi + i\zeta \cos \vartheta_1 = \pm \sqrt{-\xi_0^2 \eta_0 \cos^2 \vartheta_1 - \xi_0 \zeta_0^2 \sin^2 \vartheta_1 + \eta_0 \zeta_0^2}. \quad (47)$$

Terwijl de waarde van ζ_0 door (25) gegeven wordt, mogen wij wegens (46) stellen

$$\eta_0 = -2i \zeta_0 \frac{\cos \vartheta_1}{\sin^2 \vartheta_1}$$

en hebben wij, wegens (36), daar $\frac{\mathcal{D}_{x'}}{\mathcal{D}_y}$ de waarde 1 had,

$$\xi_0 = -i \frac{4\beta v \cos \vartheta_1}{4v^2 + g^2} = -i \zeta_0 \cos \vartheta_1.$$

Substitueert men deze waarden in (47), dan komt er

$$\xi = -i \zeta \cos \vartheta_1 \pm (1 - i) \zeta_0 \sigma, \quad (48)$$

waarin

$$\sigma = \frac{1 + \cos^2 \vartheta_1}{\sin \vartheta_1} \sqrt{\frac{1}{2} \zeta_0 \cos \vartheta_1}$$

gesteld is. Daar nu de bijkomende term van de orde $\zeta_0^{3/2}$ is (terwijl wij vroeger alleen grootheden van de orde ζ_0 behielden) zullen wij verder termen van de orde ζ_0^2 verwaarloozen. Van deze orde is vooreerst het verschil tusschen de vroeger en nu aan den hoek ϑ_1 toegekende waarden, en verder ook de invloed dien het zou hebben wanneer wij het verschil van η, ζ en η_0, ζ_0 in rekening wilden brengen. Ook mag in de formule (14) van de producten $\xi \zeta, \eta \zeta$ en $\xi \eta$ worden afgezien, en mag men voor den complexen brekingsindex weer de vergelijking (22) gebruiken, waarbij wij opmerken dat wegens (24) en (25)

$$\frac{1}{2} (u_{2+} + u_{2-}) = \frac{i\beta g}{4v^2 + g^2} = \frac{ig}{4v} \zeta_0 = \frac{1}{4} i \zeta_0 \frac{\sin^2 \vartheta_1}{\cos \vartheta_1}$$

is.

Men vindt tenslotte uit (48)

$$\xi = -i \zeta_0 \cos \vartheta_1 \pm (1 - i) \zeta_0 \sigma,$$

uit (14)

$$\frac{\mathcal{D}_y}{\mathcal{D}_{x'}} = 1 \mp (1 + i) \frac{\sigma}{\cos \vartheta_1},$$

en uit (22)

$$(\mu) = \mu_0 \left\{ 1 - \frac{1}{4} i \zeta_0 \frac{1 + \cos^2 \vartheta_1}{\cos \vartheta_1} \pm \frac{1}{2} (1 - i) \zeta_0 \sigma \right\}.$$

Wij komen dus nu weer tot twee verschillende hoofdbundels, en wel met verschillende trillingsellipsen, die intusschen beide zeer weinig van de vroeger beschouwde rechte lijn OL afwijken. Tusschen die bundels bestaat een, zij het ook zeer klein, verschil zoowel in voortplantingssnelheid als in index van absorptie.

Men kan de uitkomst uitdrukken door te zeggen dat de gebieden van het longitudinale en het transversale ZEEFMAN-effect niet, zooals het in § 10 werd voorgesteld, scherp van elkaar gescheiden zijn, maar een weinig over elkaar grijpen. In verband daarmee moet nog worden opgemerkt dat strikt genomen niet alleen voor $\vartheta = \vartheta_1$, maar ook voor waarden die een weinig daarvan verschillen, met de termen die wij in deze § hebben ingevoerd, rekening moet worden gehouden.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt aan Supplement N^o. 20 der Mededeelingen uit het Natuurkundig Laboratorium te Leiden, van den Heer JEAN BECQUEREL: „*Contribution à la connaissance du phénomène de ZEEMAN dans les cristaux*”.

(Mede aangeboden door den Heer H. A. LORENTZ).

Au commencement de l'année dernière, nous avons observé, le Professeur KAMERLINGH ONNES et moi, divers phénomènes optiques et magneto-optiques dans un certain nombre de cristaux de terres rares refroidis à la température de l'hydrogène liquide. Nous avons publié une première note ¹⁾ indiquant seulement l'ensemble des effets observés; il reste à étudier en détail les clichés photographiques obtenus au laboratoire cryogène de l'Université de Leyde. Le Professeur KAMERLINGH ONNES a bien voulu me laisser le soin de ce travail, et je me propose d'indiquer dans une série de notes, au fur et à mesure de leur observation, les résultats que me fournira l'étude des clichés.

Les données que je présente ici forment une extension d'une note publiée à l'Académie des Sciences de Paris, où je m'étais borné à annoncer le résultat qualitatif sans donner les détails ni les mesures. Il s'agit du phénomène suivant; certaines bandes d'absorption de cristaux uniaxes se décomposent sous l'action d'un champ magnétique parallèle à l'axe optique et au faisceau lumineux en doublets dont les composantes ne peuvent être totalement supprimées par un analyseur circulaire convenablement orienté ²⁾.

Ce phénomène a été retrouvé par M. A. DUFOUR ³⁾ dans les spectres cannelés d'émission des chlorures et fluorures alcalino-terreux. M. DUFOUR a appelé „*résidus de polarisation*” les faibles bandes (*bb'* figure 1) qui dans les spectres juxtaposés de deux vibrations circulaires inverses paraissent prolonger les composantes *aa'*.

Je ne crois pas exagéré de dire que parmi les manifestations variées du phénomène de ZEEMAN, cet effet est l'un des plus inattendus et les plus importants. La considération de la symétrie du champ, envisagée seule, permet bien, suivant une remarque due à M. LORENTZ ⁴⁾ et récemment rappelée par M. COTTON ⁵⁾ l'existence d'une

¹⁾ JEAN BECQUEREL et H. KAMERLINGH ONNES. Zitt. Versl. Febr. 1908, Comm. Leiden. N^o. 103; le Radium t. V. p. 235.

²⁾ JEAN BECQUEREL Comptes rendus t. 145 p. 413 (19 août 1907) — Le Radium t. V. p. 9. — JEAN BECQUEREL et H. KAMERLINGH ONNES loc. cit. § 9.

³⁾ A. DUFOUR, Comptes rendus, t. 146 p. 118 (18 janv. 1908) et p. 229 (3 février)

⁴⁾ H. A. LORENTZ. Rapp. au Congrès International de Physique (1909), t. III. p. 6. le Radium t. V, p. 305.

⁵⁾ Voir résumé des Communications de la Soc. franc. de Phys. Séance du 7 mai 1909.

polarisation incomplète de la lumière dans le champ magnétique ; mais il n'en est pas moins vrai que, suivant les théories jusqu'à présent données (LORENTZ, VOIGT, RITZ) un tel phénomène est peu probable dans le cas d'un cristal.

J'ai pensé qu'il n'y avait pas lieu de mettre en échec toutes les théories et que les faibles bandes (*bb'* figure 1) dont la superposition avec les composantes principales donne une lumière incomplètement polarisée sont en réalité, *non pas des résidus de polarisation de ces composantes principales, mais de nouvelles composantes* absolument distinctes de ces dernières : l'ensemble forme alors un quadruplet composé de deux doublets différents polarisés en des sens opposés. L'expérience a justifié cette manière de voir.

J'ai examiné les clichés que nous avons obtenus, le Professeur KAMERLINGH ONNES et moi, et j'ai constaté que la raie $625^{\mu\mu}$ de la *tysonite*, sur laquelle j'avais observé pour la première fois l'effet en question, donne en réalité un *quadruplet formé par deux doublets polarisés en des sens opposés* ; grâce à la finesse de cette bande à 20° K. on voit (figures 1 et 2) que les résidus formant un doublet de $0^{\mu\mu},34$ dans un champ de 15800 gauss sont nettement en dehors du doublet de $0^{\mu\mu},29$ formé par les composantes principales : les deux doublets paraissent avoir même milieu.

Sur les clichés de Leyde, il est facile de voir que pour les bandes $487^{\mu\mu},7$; $642^{\mu\mu},3$; $643^{\mu\mu},4$; $646^{\mu\mu},6$; $655^{\mu\mu},9$ du *xénotime*, *les résidus n'occupent pas la même position que les composantes*. Pour la bande positive ¹⁾ $522^{\mu\mu},15$ du *xénotime*, particulièrement intéressante par sa finesse et sa grande sensibilité, il m'a semblé voir un décalage entre les composantes et les résidus.

J'ai alors repris à Paris les expériences, en refroidissant les cristaux avec de l'azote liquide (80° K.). J'ai ajouté aux pièces polaires habituelles d'un petit électro-aimant WEISS des pièces auxiliaires percées de trous de $1^{\text{mm}},5$. M. REGNIER ayant réussi à réduire à 4^{mm} la largeur de la partie rétrécie du tube de DEWAR, j'ai pu rapprocher les pôles de manière à atteindre un champ voisin de 25000 gauss.

Dans les champs faibles (fig. 3 et 4) on constate d'abord que les deux résidus, pour la bande $522,1$ sont très dissymétriques, le résidu côté violet étant le plus intense alors que les deux composantes ont sensiblement la même intensité ; ce fait montre déjà une certaine

¹⁾ Je désigne par *bandes négatives* les bandes donnant l'effet attribué à des charges négatives et par *bandes positives* celles qui donnent l'effet de sens contraire. Cette dénomination s'impose d'après le langage depuis très longtemps employé pour la polarisation rotatoire magnétique, puisqu'elle est en conformité avec le sens de la rotation au milieu des bandes.

X É N O T I M E.

Longueur d'onde du milieu de la bande (mesurée à 80° KELVIN)	Sens de l'effet ZEEMAN pour le doublet principal	Intensité du champ magnétique	Température de l'observation	Largeur du doublet principal	Positions relatives du doublet principal et du doublet secondaire	Composantes déplacées vers les λ décroissantes	Composantes déplacées vers les λ croissantes
487 ^u / ₇	Phénomène positif	16700 gauss	20° KELVIN	0 ^u / ₁₈	pas de décalage appréciable entre la comp. principale et la composante secondaire	Composantes déplacées vers les λ décroissantes	Comp. secondaire décalée de 0 ^u / ₁₄ à 0 ^u / ₁₆ en dehors du doublet principal.
(forte bande)							
522 ^u / ₁	"	24300	80°	0 ^u / ₅₈	décalage de la comp. second de 0 ^u / ₀₅ à 0 ^u / ₀₆ en dedans du doublet principal	Compos. principale très faible	Comp. second. cesse d'être appréciable dans un champ intense
(fine, et intense)	"						
523 ^u / ₀₁	"	24300	80°	0 ^u / ₉₄	Comp. second en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₂ à 0 ^u / ₀₃	Compos. principale plus intense que la bande primitive. Comp. second. en dedans du doublet principal; décalage de l'ordre de 0 ^u / ₀₁ .	Comp. principale à peine visible.
(fine et très faible)	"						
525 ^u / ₉	"	24300	80°	0 ^u / ₃₁	Comp. second en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₃ à 0 ^u / ₀₆	Compos. second. à peine visible.	Comp. second. très faible en dedans du doublet principal.
(fine, assez intense)	"						
642 ^u / ₃	"	16700	14°	0 ^u / ₅₆	Comp. second en dehors du doublet principal 0 ^u / ₁₁	Comp. second. à peine perceptible.	Comp. second. en dehors du doublet principal 0 ^u / ₀₂ à 0 ^u / ₀₃ .
(intensité moyenne)	"						
643 ^u / ₄	"	16700	14°	0 ^u / ₅₄	Comp. second. en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₂ à 0 ^u / ₀₃	Comp. second. en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₂ à 0 ^u / ₀₃ .	Comp. second. pas nettement visible.
(intensité moyenne)	"						
646 ^u / ₆	"	16700	14°	0 ^u / ₆₀	Comp. second. en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₃ à 0 ^u / ₀₅	Comp. second. en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₂ à 0 ^u / ₀₃	Comp. second. pas nettement visible.
(faible)	"						
654 ^u / ₂	"	22000	80°	0 ^u / ₂₅	Comp. second. en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₃ à 0 ^u / ₀₅	Comp. second. en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₂ à 0 ^u / ₀₃	Comp. second. pas nettement visible.
(Intense assez fine)	"						
655 ^u / ₉	"	16700	14°	0 ^u / ₁₈	Comp. second. en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₂ à 0 ^u / ₀₃	Comp. second. en dehors du doubl. princ. 0 ^u / ₀₂ à 0 ^u / ₀₃	Comp. princp. très faible; comp. secondaire invisible.
(extrêmement fine)	"						

indépendance des prétendus résidus vis à vis des composantes. Au fur et à mesure que le champ croît, le résidu côté violet augmente d'intensité aux dépens de l'autre, et à partir de 20000 gauss on le voit bien nettement décalé à l'intérieur du doublet des composantes principales (figures 5 et 6). Pour 24000 gauss, le décalage est de $0^{\mu},06$.

Des effets de même nature sont visibles pour de nombreuses bandes; le tableau suivant résume quelques observations relatives au xénotime, faites avec une lame de $0^{\text{mm}},8$ d'épaisseur.

Un fait intéressant est le suivant : pour certaines bandes ($642^{\mu},3$; $643^{\mu},4$) le milieu du doublet faible est décalé par rapport au milieu du doublet principal. Il est possible que le doublet faible soit produit par une bande satellite très voisine de la bande principale, mais il se peut aussi que les deux doublets proviennent de la même bande, l'un au moins d'entre eux ayant une dissymétrie de position par rapport à la bande primitive. ¹⁾

L'expérience montre donc que les doublets à polarisation incomplète sont en réalité des quadruplets (ou peut-être même des types plus compliqués) formés de deux doublets (ou de deux parties) dont les polarisations sont de sens contraires.

Pour les bandes étudiées, les positions relatives des composantes semblent indépendantes de la température entre 80° K. et 14° K.

On peut remarquer qu'à certains points de vue les deux groupes inversement polarisés sont liés: ils occupent des positions extrêmement voisines; ils possèdent des écartements presque égaux; ils paraissent enfin subir tous deux, sous l'influence des variations de température, les mêmes changements d'intensité que la bande primitive. Ils sont, au contraire, indépendants au point de vue des dissymétries d'intensité et de position.

Ces résultats, bien entendu, ne sont établis que pour les bandes des cristaux. Pour les spectres cannelés d'émission des vapeurs, étudiés par M. DUFOUR, je ne puis dire si les effets sont identiquement les mêmes; cependant je pense que les résidus ne doivent être qu'une apparence. Il y aura certainement une grande difficulté expérimentale à observer dans les vapeurs un décalage entre les composantes principales et les résidus; il faudrait en effet des champs magnétiques dépassant 100.000 gauss pour pouvoir atteindre des écartements de doublets comparables à ceux que l'on réalise pour certaines bandes de cristaux avec moins de 25000 gauss; de plus l'aspect dissymétrique des bandes des vapeurs est une grande gêne pour l'observation.

¹⁾ J'ai d'ailleurs observé, pour les composantes principales, des dissymétries de position qui feront l'objet d'un travail ultérieur.

D'ailleurs, il est fort possible que les deux doublets polarisés en des sens opposés quelquefois aient la même position; ce ne serait qu'un cas particulier du phénomène.

La conclusion sera la suivante :

Il existe des bandes qui donnent à la fois l'effet ZEEMAN négatif et l'effet positif, un même système vibrant se décomposant, sous l'action du champ, en deux parties liées entre elles, mais distinctes et différentes par le sens de leur polarisation circulaire.

Toute extension des anciennes théories ou toute théorie nouvelle du phénomène de ZEEMAN devra nécessairement rendre compte de ce fait. Il est à peine besoin de remarquer qu'on y parviendrait aisément, dans toutes les théories actuelles, en supposant que des électrons négatifs et des électrons positifs contribuent à la fois à former les bandes en question.

Je ne veux pas manquer, en terminant, d'adresser l'expression de ma plus vive gratitude à M le Prof. KAMERLINGH ONNES qui a bien voulu collaborer avec moi pour l'obtention des clichés qui ont été l'origine de ces observations. Je tiens aussi à remercier M. IVAN WERLEIN, l'habile constructeur qui a taillé avec une adresse remarquable les lames cristallines, et M. MATOUT, assistant au Muséum, dont le concours m'a été précieux.

LÉGENDE DES FIGURES.

Figure 2. Bande $625\mu,0$ de la tysonite, décomposée par un champ magnétique de 15800 gauss. Température 20° K. Spectres juxtaposés de 2 vibrations circulaires inverses.

On constate l'existence de deux systèmes polarisés en des sens opposés; le doublet faible (secondaire) est plus écarté que le doublet intense (doublet principal).

Figures 3 à 6. Groupe vert du xénotime à 80° K. Aspects successifs des spectres juxtaposés de deux vibrations circulaires inverses, dans un champ progressivement croissant: fig. 3 $H = 6900$ gauss; fig. 4 $H = 13700$ g.; fig. 5 $H = 22000$ g.; fig. 6 $H = 24300$ g.

Suivre en particulier la bande $522\mu,15$. Fig. 3, on voit les 2 composantes principales prolongées par des composantes secondaires faibles, la composante secondaire étant un peu plus intense du côté violet que du côté rouge.

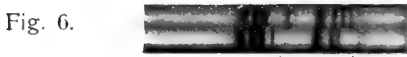
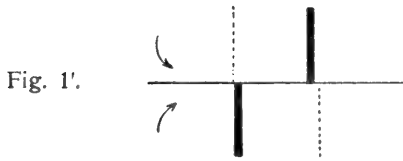
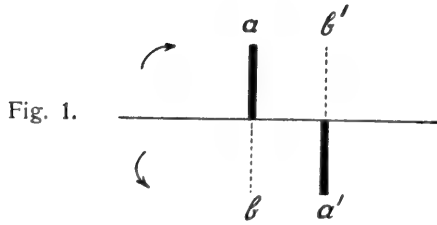
Fig. 4 la dissymétrie d'intensité des composantes secondaires s'accroît.

Fig. 5 la composante secondaire côté violet est nettement décalée en dedans du doublet principal.

Fig. 6. Le décalage s'accroît du côté violet. La composante secondaire côté rouge n'est plus visible.

(Ne pas confondre les composantes de la bande $522\mu,15$ avec les composantes de la bande faible voisine $522\mu,6$).

JEAN BECQUEREL. „Contribution à la connaissance du phénomène de Zeeman dans les cristaux.”



522''',1
525''',2

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt aan Mededeeling N^o. 111 uit het Natuurkundig Laboratorium te Leiden: P. LENARD, H. KAMERLINGH ONNES en W. E. PAULI: „*Het gedrag der aardalkaliphosphoren bij verschillende in het bijzonder zeer lage temperaturen*”.

1. Om twee redenen scheen het ons van belang het gedrag der aardalkaliphosphoren bij zoo laag mogelijke temperaturen te onderzoeken. In de eerste plaats hadden vroegere onderzoekingen van P. LENARD en V. KLATT ¹⁾ bij welke reeds tot -180° C. afgedaald was, aangetoond, dat de ontwikkeling van vele emissiebanden van de genoemde phosphoren eerst bij het afdalen tot nog lagere temperaturen zou afloopen, en was het een open vraag of die verdere ontwikkeling zou beantwoorden aan de („1904”, p. 666 en vlg.) verkregen voorstellingen omtrent de verandering der eigenschappen van de phosphorescentiebanden met de temperatuur. Temperaturen zoo laag als die, welke met vloeibare waterstof te bereiken zijn, schenen bijzonder geschikt om dit uit te maken, daar juist bij deze temperaturen ook in andere verschijnselen wijzigingen op den voorgrond treden, die aan het vastleggen van electronen kunnen worden toegeschreven ²⁾.

¹⁾ P. LENARD und V. KLATT. Ann. d. Phys. 15, p. 451 en vlg. 1904.

Wij zullen deze zeer vele proefondervindelijke gegevens bevattende verhandeling, die de in het volgende gegeven opvattingen omtrent de processen bij de phosphorescentie in hoofdzaak ook reeds bevat, verder korthedshalve als „1904” aanhalen.

²⁾ De verandering in de toename van het galvanisch geleidingsvermogen der metalen met het dalen der temperatuur bij waterstoftemperaturen zijn door H. KAMERLINGH ONNES (Comm. fr. th. physic. labor. of Leiden Suppl. N^o. 9 p. 27 1904) in overeenstemming met het, door KELVIN het eerst uitgesproken denkbeeld, dat het geleidingsvermogen een maximum bij zeer lage temperatuur heeft (verg. KAMERLINGH ONNES en CLAY Zitt.Versl. Juni 1906, Juni 1907. Comm. N^o. 95c, 95d, 99), op grond van de voorstellingen van P. LENARD opgevat als het gevolg daarvan, dat sommige plaats in de atomen (dynamiden) wanneer de temperatuur zeer laag daalt, het vermogen verkrijgen om bij hogere temperaturen vrij bewegende electronen vast te houden. De verschillende bewegingstoestanden der electronen tusschen en om de dynamiden werden in beeld gebracht als drie aggregaats-toestanden, waarbij de opmerking gemaakt werd, dat het magneetveld op den overgang van de electronen uit den eenen in den anderen toestand een soortgelijken invloed zal uitoefenen als de temperatuur.

Deze opvatting werd later bij de, mede op grond van deze bijzondere beteekenis der waterstoftemperaturen voor de op de electronen door de ponderabele stof uitgeoefende krachten ondernomen onderzoekingen over de absorptie-spectra van verbindingen der zeldzame aarden, ook in het magneetveld, (Zitt. Versl. Febr. 1908 Comm. N^o. 103) door J. BECQUEREL en H. KAMERLINGH ONNES verder uitgewerkt (in 't bijzonder pag. 6, 9, 14 Comm. N^o. 103). Als „gas of damp” toestand zou

In de tweede plaats konden de voorstellingen omtrent het mechanisme der phosphorescentie, die in „1904” ontwikkeld zijn, op de proef gesteld en misschien uitgebreid worden wanneer het gelukte een of anderen invloed van het magneetveld op de phosphorescentiebanden te vinden. Dat zulk een invloed bij gewone temperatuur niet kan worden aangetoond was aan P. LENARD, die met dit doel Ca Bi-, Ca Mn- en Ca Ni-phosphoren in sterke magneetvelden onderzocht had, sedert jaren bekend. En daar alle banden bij de gewone temperatuur zeer breed en onscherp zijn scheen er ook geen kans te bestaan om in dit opzicht verder iets te vinden. Nu was echter door de reeds genoemde waarnemingen in vloeibare lucht gebleken, dat alle phosphorescentiebanden bij het dalen der temperatuur zeer merkbaar smaller en scherper worden („1904”) p. 455) en het scheen dus de moeite waard na te gaan of soms bij de temperatuur van vloeibare en anders van vaste waterstof het smaller worden zoo ver ging, dat een onderzoek in het magneetveld nieuw uitzicht kon bieden.

Inderdaad zijn de ten vorigen jare verrichte en intusschen gepubliceerde onderzoekingen van H. en J. BECQUEREL en H. KAMERLINGH ONNES ¹⁾ bij de phosphoresceerende uranylzouten in dit opzicht geslaagd.

Wij hebben derhalve een reeks van scherp gedefinieerde aardalkali phosphoren in vloeibare en vaste waterstof, dus tot 14° K. afdalende, onderzocht. De algemeene uitkomst deelen wij hier vooraf reeds mede: De banden werden geheel in overeenstemming met onze verwachting weder smaller en scherper, zoodat de maxima harer golf-lengten bij deze lage temperatuur onder zeer gunstige omstandigheden bepaald kunnen worden. Maar het bleven banden, die een sterke dispersie niet verdragen, en dit is de reden geweest, dat wij van de

onderscheiden kunnen worden die bewegingstoestand, bij welken de electronen de galvanische geleiding door atomen heen kunnen bewerken, wanneer deze metallisch samenhangen, als „vloeibare” toestand een bewegingstoestand, waarbij zij gevoelig zijn voor de lichttrillingen en de absorptieverschijnselen bewerken, terwijl als „vaste” toestand daartegen overstaat een bewegingstoestand, in welken zij noch aan geleiding, noch aan absorptie van het licht kunnen deelnemen.

Wil men de uitkomst der zooveen genoemde proeven volgens deze voorstelling aangeven, zoo is zij, dat de dynamiden bij zeer lage temperaturen, doordat hun werking zich tot op grooteren afstand uitstrekt, de vrije weglengte in den electronen damp belangrijk gaan verkleinen en dat waterstoftemperaturen reeds laag genoeg zijn om de electronen op verschillende plaatsen van het atoom — waar zij zich bij niet zoo lage temperaturen, volgens het optreden van verschillende absorptiebanden juist bijzonder talrijk in den vloeibaren toestand bevinden — den vasten toestand te doen aannemen.

¹⁾ H. en J. BECQUEREL en H. KAMERLINGH ONNES, Zittg. Versl. April 1909. Comm. fr. the physic. lab. of Leiden N°. 110.

voortzetting der proeven in het magneetveld voorshands hebben afgezien. Wij hebben ons veeleer ten doel gesteld de bijzondere temperatuureigenschappen van een aantal bepaalde banden na te gaan en hebben getracht hieruit algemeene gevolgtrekkingen omtrent het proces der phosphorescentie te maken. Daarbij zijn de vroeger ontwikkelde voorstellingen geheel bevestigd gevonden. In sommige opzichten zijn echter ook niet onbelangwekkende uitbreidingen dezer voorstellingen ontstaan, zoodat wij onze resultaten hier volledig mededeelen.

2. *Toestel.* Bij de proeven met vloeibare waterstof werd de in fig. 1 afgebeelde toestel gebruikt. De vloeibare waterstof wordt door het nieuw zilveren buisje a geschonken¹⁾ in het doorzichtig vacuumglas b , dat gedompeld is in een vacuumglas c met vloeibare lucht. Bij d wordt de gasvormige waterstof afgevoerd naar den gashouder of de vacuumpomp, e is een veiligheidsbuis, tevens manometer. Door het op het nieuwzilveren kapje bevestigde nieuwzilveren buisje f met pakkingbusje kan de stang g_1g_2 op en neer bewogen en gedraaid worden. Deze draagt door middel van θ_1 , een stalen capillair, die door de opening van de buisvormige stang loopt en daarin vastgesoldeerd is, twee roodkoperen aan de langszijden met kleine lijsten $p_{12}p_{13}$ voorziene plaatjes p_{11} en p_{21} . In de roodkoperen lijstjes p_{12} kunnen de dunne glazen plaatjes q worden geschoven, op welke de poedervormige phosphoren in een vernislaagje²⁾ worden gestrooid en onder zeer geringen druk worden vastgehecht. De voorzijde van het lijstje is met talrijke insnijdingen voorzien, zoodat men door het neerdrukken van de door de insnijdingen gevormde tandjes de glazen plaatjes kan vastzetten, zonder dat de phosphoren aan druk worden blootgesteld. De twee plaatjes p_1, p_2 en schroef en moer aan 't bovineind van de glatte stang g geven gelegenheid om verscheidene phosphoren spoedig na elkaar onder dezelfde omstandigheden waar te kunnen nemen.

Tusschen de twee plaatjes p_1, p_2 bevindt zich het reservoir θ_0 , van den heliumthermometer, die voor de bepaling van de temperatuur der phosphoren dient, een elliptische cylinder van nieuwzilver.

1) Verg. Zitt. Versl. Febr. 1908. Med. no. 94 Pl. III. en Zitt. Versl. Juni 1906. Med. no. 103 Pl. I. fig. 4.

2) Wij overtuigden ons er van, dat het gebruikte vernis bij -260° C. nog niet phosphoresceert. Bij adeps lanae, een vet, dat bij niet zoo zeer lage temperaturen voor het bevestigen van phosphoren ook in aanmerking kwam, bleek een nalichten op te treden, die ons bij een der stoffen bijna op een dwaalspoor had gebracht.

Het wordt gedragen door de stalen capillair θ_1 , die in de stang g_1 opgesloten door het buisje f loopt en is door middel hiervan verbonden aan een glazen capillair $\theta_{3,4}$, die voor nauwkeurige aflezing der temperaturen tusschen -260°C. en -180°C. dient en het manometer reservoir θ_4 , waarop hogere temperaturen dan -180° bij benadering kunnen worden afgelezen. De beteekenis der kraantjes θ_5 en θ_6 behoeft geen nadere toelichting.

Op den bodem van het waterstofglas b , is een verwarmingsspiraaltje s , van nieuwzilver aangebracht, welks geïsoleerde toeleidingsdraden luchtdicht in het kapje h bevestigd zijn. Het dient om de waterstof te verdampen en, wanneer deze verdampt is, de temperatuur van de ruimte in b langzaam te doen stijgen, waarbij de gelijktijdige verandering der phosphorescentie en van de temperatuur wordt gevolgd.

Om bij de temperatuur van stollende waterstof te werken, wordt het waterstofgas door de vacuumpomp langs d weggezogen en de spanning verlaagd totdat zich een kristallaag op de vloeibare waterstof vormt; men houdt deze, nadat zij tot eenige dikte is aangegroeid, verder door het wegzuigen te regelen in stand.

Als lichtbron voor het opwekken der phosphorescentie diende een booglamp met ijzeren spitsen met of zonder het vroeger reeds zeer doelmatig bevonden ultravioletfilter van Wood (de inrichting was die van „1904” p. 244) of ook een booglamp met koolspitsen met hetzelfde filter en concentreerende lenzen. Ultrarood licht, dat dikwijls te pas kwam, werd verkregen met behulp van dezelfde booglamp voor welke een laag water en een laag oplossing van jodium in zwavelkoolstof, die als filter diende, gebracht werd. Wij hebben geen merkbare absorptie van dit licht in de lagen van vloeibare lucht en vloeibare waterstof, die het te doorloopen had, gevonden. Wanneer wij, om dit op de proef te stellen den stand der vloeistofoppervlakken zoo wijzigden, dat de op den phosphor vallende stralen alleen nog door glas en gas gingen, en de phosphor niet meer dan juist boven de vloeistof uitkwam, zoodat hij in de damruimte even sterk bleef afgekoeld, werd nimmer eenige verandering opgemerkt.

De stoffen tot welke onze proeven zich uitstrekten waren de phosphoren: CaCuLi , CaMnNa (gele nuance), CaNiFl , CaBiNa , SrZnFl , SrMnNa , SrBiNa , BaCuLi , BaBiNa . Alle waren zoo bereid, dat diegene onder hunne banden, welke in het volgende ter sprake komen, ook goed ontwikkeld waren. Verder nog phosphoresceerend zwavelzink, uranylfluoridfluorammonium en een kristal van uranylnitraat.

3. *Temperatuurtoestanden.* Vroeger zijn reeds de verandering van

de lichtuitzending der phosphoren met de temperatuur uitvoerig en in samenhang behandeld¹⁾.

Volgens die uiteenzetting behooren bij iederen band van het phosphorescentielicht drie toestanden, welke hij bij dalende temperatuur in de volgende orde aanneemt: 1°. de boven momentaantoeestand of warmte-toestand, 2°. de toestand van duur, 3°. de beneden momentaantoeestand of koude-toestand. — Voor elk der verschillende phosphorescentie-banden ligt het temperatuur gebied voor den toestand van duur, waarmede tevens de beide andere toestanden gegeven zijn, op een eigen hoogte op de schaal der temperaturen. In den beneden momentaantoeestand worden de bij het belichten photoelectrisch uit het metaalatom uitgestraalde electronen in de nabijheid²⁾ opgelegd³⁾, in den bovenmomentaantoeestand vindt dit opleggen niet plaats, daar volgt terstond terugkeer onder lichtuitzending, in den tusschengelegen toestand van duur zijn er zoowel electronen, die terugkeeren als die opgelegd worden. Terwijl nu vroeger bij de waarnemingen, die slechts tot -180° C. reikten, het bestaan der drie toestanden voor een aantal van banden hypothetisch gebleven was, hebben wij thans ook voor deze banden kunnen aantonen, dat het schijnbaar ontbrekend gebied van duur of ook van den benedenmomentaantoeestand bij verder dalen in temperatuur werkelijk gevonden wordt.

Zoo bij de tot nog toe steeds alleen momentaan waargenomen banden Ca Mn β , Sr Mn β , Ba Cu β , den toestand van duur en den benedenmomentaantoeestand, en bij Ca Ni β , Ca Bi γ en Ca Bi α_2 , SrZn α , Ba Bi α_2 den nog ontbrekkenden benedenmomentaantoeestand.

Wat vroeger („1904” p. 483 noot 2) omtrent deze phosphoren voorspeld werd is dus bevestigd geworden⁴⁾.

¹⁾ „1904”; verder P. LENARD. Verh. des Naturh. Med. Ver. Heidelberg 5 Febr. 1909, p. 9, 10 en vlg. Wij zullen deze samenvattende verhandeling verder als „1909” aanhalen.

²⁾ Met deze uitdrukking worden steeds deelen van *het centrum zelf* bedoeld; dat de opvullingsstof, die de centra omgeeft met het opleggen van lading niets heeft uit te staan is reeds in „1904” (p. 671) in 't licht gesteld, verg. ook „1909”, p. 14 en vlg. Vergel. verder § 7 van deze Meded.

³⁾ Niet alle uitgestraalde electronen worden opgelegd, eenige keeren terstond terug, en geven daarbij het momentane lichten gedurende de belichting. Zie hierover verder slot van § 7 van deze Meded. Dit „momentaanproces” grijpt met meer of minder intensiteit, (al naar de exiteerende golflengte) plaats naast het „nawerkend proces” van het opleggen. Vroeger („1904” p. 667) is als een uiterst mogelijk geval aangenomen, dat in den benedenmomentaantoeestand ook het momentaanproces alleen, geheel zonder eenig opleggen zou afloopen. Dit geval is echter sedert bij geen enkelen band verwezenlijkt gevonden en daarom is integendeel in „1909” het opleggen als kenmerk voor den benedenmomentaantoeestand gekozen.

⁴⁾ Het blijvende geelrood der SrMn phosphoren, dat vroeger door de geringe

In 't algemeen kan men van den temperatuurstoestand bij zeer lage temperaturen zeggen, dat de temperatuur van vaste waterstof (afgerond -260° C.) laag genoeg is om alle banden van de aardalkaliphosphoren ¹⁾ in den beneden momentaantoeestand te brengen. Daalt men van hogere temperaturen af tot die van vloeibare lucht (-180° C.), zoo vindt men steeds weder nieuwe banden in den toestand van duur. Ook bij de temperatuur van vloeibare lucht hebben nog verscheidene banden langen duur, het meest in 't oog vallend is hierbij het lange en heldere gele nalichten der CaNi phosphoren (CaNi β band) („1904” p. 435) Bij alle nog lagere temperaturen echter tot -260° C. vindt men slechts nog weinig aanhoudend nalichten, alleen het oranje geel nalichten van de BaCu phosphoren (BaCu α_2 band) valt hier door helderheid en duur nog in 't oog, met een maximum bij -190° C. Alle andere banden komen of in den beneden momentaantoeestand, voor zoover zij dien niet reeds overschreden hebben, of zij gaan door een zeer laag gelegen gebied van duur (zooals BaCu β_3 bij -240° C., CaMn β bij -250° C.) van slechts geringe intensiteit. Nog lager, bij -260° C wordt alle phosphorescentie uitsluitend momentaan ²⁾.

De eenige nieuwe band, die wij bij alle onderzochte phosphoren, bij het zoeken in de koude gevonden hebben is een groene band bij CaBi, niet ver van de groene warmte-band CaBi β gelegen, maar in tegenstelling met deze als laagste koude-band aan te wijzen, die een toestand van duur aanneemt bij -255° C, doch, zooals reeds in 't algemeen omtrent deze temperaturen opgemerkt werd, met slechts geringe intensiteit.

Vergelijkt men de aardalkaliphosphoren met de door H. en I. BECQUEREL en H. KAMERLINGH ONNES onderzochte uranylzouten wat de temperatuurstoestanden betreft, zoo is daarbij niets waargenomen wat in strijd is met de opvatting, dat ook de emissies der uranylzouten drie temperatuurstoestanden aannemen. Alleen moeten dan de toestanden van duur en a fortiori de beneden momentaantoestanden

uitgestrektheid van het gebied van duur verborgen gebleven was, werd nu bij -60° C. gevonden.

¹⁾ Bij het thans medegedeelde onderzoek hebben wij de lood-, zilver-, antimoonphosphoren en ook de SrCu phosphoren buiten beschouwing gelaten.

²⁾ Een voor vele doeleinden bruikbare thermoscoop voor lage temperaturen (echter ook voor hooge, tot nabij roodgloeihitte) zou samengesteld kunnen worden uit een aantal kleine vrij van lucht in glas gesloten phosphorsoorten. Deze soorten zou men zoo moeten kiezen, dat het gebied van duur hunner banden op verschillende punten van het gewenschte temperatuurinterval zoo scherp mogelijk eindigt. Uit hun al of niet nalichten in een bepaalde kleur zou dan de temperatuur kunnen worden afgeleid.

bij nog lagere temperaturen liggen, dan tot welke deze onderzoekers en ook wij konden afdalen. Aan hunne waarnemingen kunnen wij toevoegen, dat ook het uranylfluoridfluorammonium zich evenzoo gedraagt als de overige door hen onderzochte uranylzouten, terwijl wij bij uranyl nitraat hunne waarneming bevestigd vonden. Men heeft dus de emissies der uranylzouten alleen in den bovenmomentaanttoestand, waarbij geen opleggen van electronen plaats heeft, waargenomen; kon men ze (beneden — 260° C.) in den benedenmomentaanttoestand brengen, dan zou, na eene belichting bij deze temperatuur, ook oplichten bij verwarming waargenomen worden, wat door bovengenoemde waarnemers bij de laagste tot nog toe bereikte temperatuur gezocht maar niet gevonden is. ¹⁾

4. *Over het oplichten der phosphoren bij het verwarmen van af de lage temperaturen.*

Vroeger („1904”) p. 458) is vastgesteld, dat bij het verwarmen van een phosphor na belichting achtereenvolgens die banden oplichten, wier temperatuurgebied van duur doorlopen wordt. Dit is ook het geval gebleken in het hier onderzochte gebied van lage temperaturen. Vergelijkt men aandachtig het oplichten bij het doorgaan door verschillende temperaturen met het nalichten bij verschillende standvastig gehouden temperaturen dan vindt, men dat het oplichten van een belichte phosphor plaats grijpt zoolang als men zich binnen het gebied van duur van den beschouwd band bevindt. Wij hebben daaraan een middel ontleend, dat ons goede diensten heeft bewezen om het gebied van duur voor banden, bij welke dit nog onbekend is, op te zoeken. De phosphor werd daartoe bij de temperatuur van vaste waterstof belicht en dan langzaam verwarmd met behulp van het in fig. 1 aangegeven verwarmingsspiraaltje *S*, terwijl men afwachtte, dat de nalichtende band, waarvoor men het temperatuurgebied van duur zocht, oplichtte. Het temperatuurinterval, waarin dit plaats vindt, is het gebied van duur voor den onderzochten band. Op deze wijze zijn verscheidene der in deze Mededeeling vermelde gegevens verkregen.

Zoo loopt het gebied van nalichten van den BaCu α_2 band van — 260° C. tot + 350° C. ²⁾, is dus buitengewoon uitgestrekt, even uitgebreid is het gebied van oplichten van deze band bij verwarming. Daarentegen wordt een voorbeeld van een eng gebied van — 180° C. tot ca — 100° C.,

¹⁾ Volgens § 7 van deze Meded. hangt het bij de emissies der aardalkaliphosphoren ook van de golflengte van het de phosphorescentie opwekkende licht af, of men opleggen en dus oplichten zal krijgen of niet.

²⁾ Bij temperaturen boven de gewone temperatuur is de intensiteit van het nalichten of van het oplichten door ultrarood wel is waar slechts gering.

gegeven door den gelen band $\text{CaNi } \beta$, bij welken het oplichten ook tot hetzelfde enge interval beperkt is.

Het vastleggen van de uitwerking der belichting is bij de temperatuur van vaste waterstof bijzonder groot en buitengewoon volkomen. Men kan na eene belichting bij -260°C . den lichtsteen langzaam verwarmen, toch blijft deze donker of nagenoeg donker tot bij het overschrijden van de beneden grens van het gebied van duur bijna op eenmaal de emissie met groote intensiteit begint. Juist het niet afgeven van de belichtingsuitwerking in den beneden momentaan toestand maakt het begrijpelijk, dat het vastleggen zulk een hooge waarde bereikt. Toch blijft zij beneden een zekere grens. Zet men het belichten in vloeibare waterstof langer en langer voort zoo neemt tenslotte de helderheid van het oplichten bij het verwarmen niet meer toe. Dit zal daardoor verklaard moeten worden, dat de centra, welke de banden geven, zoodra zij hun volle lading verkregen hebben, andere eigen trillingstijden (aan welke het uitblusschen — (zie „1909”¹⁾ — beantwoordt) aangenomen hebben, en dus in geen geval het exciteerende licht meer zouden absorbeeren.

Wat de intensiteit van het lichten gedurende de bestraling in den beneden momentaan toestand betreft, zoo gedroegen zich verschillende banden zeer verschillend, wanneer men een bepaalde exciteerende golflengte bijv. het door ons gebruikte filterultraviolet in 't oog houdt. Banden, die in den beneden momentaan toestand bij -260°C . zeer geringe intensiteit hebben, zijn bijv. $\text{CaMa } \alpha$ $\text{SrMn } \alpha$, terwijl andere als $\text{BaCu } \alpha_2$, $\text{BaBi } \alpha_2$ onder dezelfde omstandigheden zeer helder stralen. Ook de laatste verliezen echter, zooals met den beneden momentaan toestand overeenkomt, hun licht snel na het belichten en vertoonen eveneens de zoeven behandelde zeer volkomen vastlegging. We zullen dit verschillend gedrag van verschillende banden later § 7 van deze Mededeeling onder een algemeen gezichtspunt brengen, door op den voorgrond te stellen, dat de quantitative verhouding tusschen het momentaan proces en het gelijktijdige nawerkende proces ook bij een en dezelfde band verschilt al naar gelang van de golflengte, die deze processen opwekt.

5. *Oplichten en uitblusschen door lange golven (rood en ultrarood)*. Reeds vroeger is „1909” p. 7 aangetoond²⁾, dat de werking van het ultrarood op de phosphoren bestaat in een moleculairlocale temperatuursverhooging der centra. Is de temperatuur van het centrum zoover gestegen, dat zij het gebied van duur intreedt, zoo begint het oplichten

¹⁾ Ook reeds P. LENARD en SEM SAELAND *Ann. d. Phys.* 28 p. 499, 1909.

²⁾ Ook reeds P. LENARD en SEM SAELAND *Ann. d. Phys.* 28, p. 499, 1909.

— voorafgaande excitatie ondersteld zijnde — juist alsof de geheele phosphor op die hoogere temperatuur gebracht was. Op het oplichten volgt, als de opgelegde lading verbruikt is, duisternis: het uitblusschen. Ook is reeds vroeger aangetoond dat bij elken band, ook bij die van een zelfden phosphor, bij ultrarode belichting een verschillende moleculairlocale temperatuurstijging behoort, en dat elk werkzaam metaal een bijzondere verdeeling van uitblussching over het spectrum heeft. Aan deze eigenaardigheden zelve zal nog een bijzondere mededeeling gewijd worden, hier wenschen wij hoofdzakelijk stil te staan bij de bevestiging en uitbreiding van deze beschouwingen, welke door de waarneming bij zeer lage temperaturen verkregen is.

In overeenstemming met de groote lading, die bij de lage temperaturen vastgelegd wordt bewaard, is ook het oplichten door ultrarood bij deze temperaturen zeer intensief. In het algemeen is hierbij veeleer *het oplichten* opvallend, dan de daaropvolgende uitblussching, die hier veel langer op zich laat wachten dan bij de gewone temperatuur. Wij vermelden al dadelijk het extreme geval van het zwavelzink, bij welke stof het steeds aan het uitblusschen voorafgaande oplichten („1909”) zelfs aan een voortreffelijk waarnemer ontsnapt is ¹⁾. Laat men in vloeibare waterstof ultrarood op met licht geexciteerd zwavelzink werken zoo neemt men vele seconden lang een oplichten waar.²⁾ Als andere voorbeelden van oplichten door ultrarood in vloeibare waterstof kunnen genoemd worden: BaBiNa, hoogst intensief en blijvend groen met de α_2 en β band, dus gelijk aan het nalichten bij de gewone temperatuur, BaCuLi zeer helder, rood, α_1 band, dus eveneens gelijk aan het lichten bij gewone temperatuur. Evenzoo SrBiNa met helder blauwgroen oplichten. Door ultrarood lichten in vloeibare waterstof in 't algemeen die banden op, wier gebied van duur niet al te hoog ligt. Zoo bij SrMnNa de geelroode band β , samen met een weinig van den groenen band α .

Het gebied van duur ligt voor den band β_1 om en bij de -60°C ., zeer ruim gerekend tusschen -100°C . en -45°C ., dat van den α band tusschen -100°C . en $+100^\circ \text{C}$. De lokale temperatuur der β_1 centra was dus hier in alle geval niet ver boven -45°C . en die der α centra niet ver boven -100° gekomen. Hetzelfde ziet men ook nog in vloeibare lucht (-180°C .). In een mengsel van vast koolzuur en ether (-50°C . ongeveer) daarentegen licht de phosphor zeer helder geel op (α

¹⁾ A. DAHMS, Ann. d. Phys. 1903.

²⁾ De kleur is eerst groen, dan roodachtig. Door projectie van een spectrum op den in stollende vloeibare waterstof gedompelden phosphor hebben wij gevonden, dat het roode oplichten meer in het nabijgelegen, het groene meer in het verdere ultrarood geschiedt.

band) evenals hij nalicht bij de gewone temperatuur en wordt dan donker, hier is dus de lokale temperatuur der α centra reeds boven 100° gestegen. Men ziet daaruit, dat de door een gegeven intensiteit van ultrarood bereikbare lokale temperatuur van de temperatuur van de omgevende opvullende stof afhangt. Blijkbaar komen de centra op die temperatuur, bij welke de door het ultrarood er aan toegevoerde energie gelijk is aan de tezelfter tijd aan de opvullende stof in den vorm van moleculaire beweging afgegeven energie; een evenwicht als bij de verwarming van een willekeurig lichaam bij verbitting onder gelijktijdig verlies van warmte ontstaat.

Op deze wijze is het ook reeds vroeger „1909” p. 18 verklaard dat verschillende soorten van centra van denzelfden phosphor gelijktijdig verschillend in temperatuur verhoogd worden, al naar de mindere of meerdere voortreffelijkheid van hun isolatie tegen energieafgifte aan de opvullende stof. Behalve van deze inwendige eigenschap hangt dan de locale temperatuur nog af van de intensiteit van het ultrarood en, gelijk wij reeds zagen van de temperatuur van de opvullende stof d. i. van den phosphor. Als voorbeeld van de afhankelijkheid van de verschijnselen van de beide laatste omstandigheden diene het volgende. Ca Bi phosphoren hebben, op daarvoor geschikte wijze bereid, naast de blauwe α groep, waarvan het gebied van duur niet ver boven $+200^\circ$ C. ligt, nog den groenen β band waarvan het gebied van duur om en bij $+300^\circ$ C. ligt. De isolatie der energie van beide soorten van centra schijnt nagenoeg gelijk, want bij sterk genoeg ultrarood licht eerst blauw, $+200^\circ$ C., en daarna groen $+300^\circ$ C. op. Is nu de intensiteit van het ultrarood gering zoo ziet men het blauw oplichten, blijkbaar kon de lokale temperatuur van $+300^\circ$ C. nu niet meer bereikt worden. Versterking van het ultrarood maakt, dat daarna nog het groen verschijnt. Wordt dezelfde proef in vloeibare waterstof verricht, zoo gelukt het ook met het meest intensieve ultrarood niet het groen te voorschijn te brengen; altijd vertoonde zich alleen blauw, de lokale temperatuur van $+300^\circ$ C. kan in de nabijheid van -250° C. niet bereikt worden.

6. *Exitatieverdeeling en temperatuur.* Vroeger is de stelling uitgesproken, dat de exitatieverdeelingen, die bij de verschillende phosphorescentiebanden behooren, onafhankelijk zijn van de temperatuur („1904” p. 471). Toen was echter alleen van af de gewone temperatuur naar hogere temperatuur gaande onderzocht. Nu is ook in een mengsel van koolzuur en ether (ca. -50° C.), in vloeibare lucht (-180° C.) en in enkele gevallen ook in vloeibare waterstof (-250° C.) op de vlak uitgespreide phosphoren een intensief spectrum ontworpen en bij

deze belichting het aangegeven resultaat bevestigd gevonden. SrCuNa, SrZnFl, CaMnNa, BaCuLi werden onderzocht, de laatste phosphor in vloeibare waterstof waarbij de l. c. Pl. III N^o. 39 afgebeelde, karakteristieke, ver in het zichtbare gebied reikende excitatieverdeling evenals bij gewone temperatuur bleek te gelden. In dit geval moest het de phosphorescentie opwekkende spectrum (van een koolspitsenbooglamp) door twee vacuümglazen (verg. fig. 1) heen ontworpen worden, waardoor noodzakelijk eenige fijnere details uitgewischt werden. In het mengsel van vast koolzuur en ether en in vloeibare lucht werden de phosphoren in vlakke kwartsbuisjes ca. 1 mm. beneden het vrije oppervlak van het bad gelegd en werd daarop van boven af met een kwartsprisma het spectrum van een kwartsamalgamlamp ontworpen, waarbij minder aanleiding voor storingen is. Hier blijft dan alleen de groote reeds vroeger in 't licht gestelde moeilijkheid („1904” p. 464) bestaan, dat het exciteerende spectrum discontinu is, zoodat steeds in zekere mate alleen de grovere trekken der ladingsverdeling zich doen gelden, terwijl eventueele fijnere eigenaardigheden door de lijngroepeering van het de phosphorescentie opwekkende spectrum bedekt moeten worden. Het zijn deze grovere trekken van de excitatie-verdeling — welke vroeger reeds op Plaat III „1904” weergegeven ¹⁾ werden — die ook bij de lage temperaturen onveranderd blijven.

7. *Spectrale momentaan- en duurverdeling.* Er was nog een bijzondere vraag betreffende de excitatieverdelingen in het spectrum onopgelost gebleven, die ons veel belang inboezemde en in dit opzicht werd een nieuwe uitkomst verkregen.

Vroeger was reeds („1904” p. 470) bij den helderen groenen hoofdband α der SrCu-phosphoren een eigenaardig gedrag der verdeling van het excitatie vermogen waargenomen (voorgesteld door de krommen 1 en 2 in fig. 2, overgenomen van Pl. III l. c. N^o. 21) de verdeling der excitatie over het spectrum verdween niet gelijkmatig, zij splitste zich in een snel toe- en afnemend (momentaan-) en een daarover vallend geheel anders gegroepeerd langzaam toe- en afnemend spectrum van langeren duur. „Men krijgt bij het waarnemen van het uitsterven en evenzoo van het overeenkomstig verloopend aanzwellen onmiddellijk den indruk, dat hier twee verschillende, verschillend snel aflopende processen over elkaar vallen, die beide echter een verschillend excitatiespectrum hebben („1904”, 470).

¹⁾ Een dezer excitatie-verdelingen, nl. dat van BaCu₂ (Pl. III N^o. 40 l. c.) moet — zooals sedert gevonden werd — iets gecorrigeerd worden. Het plan is later in eene afzonderlijke mededeeling een nieuw onderzoek van de excitatie-verdeling met behulp van een continu spectrum te behandelen.

Toen is (onder vermelding van de nu bevestigde andere opvatting) de band als som van twee andere samenvallende of althans zeer nabij elkaar gelegen banden $\alpha_1 + \alpha_2$ opgevat, van welke de eene bij gewone temperatuur in den momentaantoeestand de andere in den toestand van duur zou zijn, en die beide, zooals het bij verschillende banden altijd het geval is, elk hare eigen excitatie verdeling over het spectrum hebben.

Dezelfde eigenaardigheid van het niet als een geheel toe- en afnemen der excitatieverdeling als bij den Sr Cu α band is later door A. WERNER¹⁾ ook bij den Sr Zn α band geconstateerd, verder is bij een fijner en met betere hulpmiddelen ²⁾ dan vroeger door P. LENARD uitgevoerd onderzoek van een groot aantal andere banden bevestigd, dat de genoemde eigenaardigheid een eigenschap van alle banden is, en dat alleen de mate er van bij verschillende banden verschilt. Behalve de beide genoemde banden zijn ook Ca Mn α_1 , Ba Cu α , Ca Bi β in 't oog vallende voorbeelden hiervoor. Door het groot aantal waargenomen gevallen wordt het onwaarschijnlijk, dat men telkens met het overelkaar vallen van zeer nabijgelegen banden met verschillende temperatuurtoestanden te doen zou hebben.

In denzelfden zin luidt nu ook de uitspraak van de volgende waarnemingen, voor welke verschillende temperaturen werden gekozen. Voor de waarnemingen bij lage temperaturen werd gehandeld als reeds opgegeven, voor de hogere temperaturen tot aan beginnende roodgloei-hitte werd de phosphor in een platte kwartsbuis in een luchtbad, dat verwarmd kon worden, met een spectrum belicht. Daarbij bleek, dat de momentaan exciteerende deelen van het spectrum, die wij samen de „momentaanverdeling” zullen noemen, bij *alle* temperaturen wat de lage betreft tot aan die van vloeibare lucht ³⁾, momentaan *bleven*, terwijl de deelen van het spectrum, die nalichten opwekten, de „duurverdeling” dit nalichten zooals te verwachten was, slechts in het temperatuurinterval van den toestand van duur voor den beschouwden band gaven. Bij de temperaturen van den boven en van den beneden momentaantoeestand wordt ook deze duurverdeling momentaan in overeenstemming met de eigenschap van dezen toestand.

Wat bijzonder opmerking verdient is, dat wanneer de banden in den toestand van duur verkeerden, toch, over de „duurverdeling”

¹⁾ A. WERNER. Dissert. Kiel. Juli 1907. Ann. Phys. 24 p. 190, 1907.

²⁾ Over welke door de stichting van het radiologisch instituut te Heidelberg de beschikking verkregen werd.

³⁾ In vloeibare waterstof werd de waarneming zooals reeds aangegeven werd te moeilijk.

vallende, de bijzondere momentaanverdeeling blijft bestaan, dat dus bij het opwekken van een band ook bij temperaturen van duur de beide processen, die wij momentaan proces en blijvend proces genoemd hebben naast elkaar aflopen¹⁾ waarbij de quantitative verhouding der beide processen al naar gelang der exciteerende golflengte verschilt. Sommige golflengten wekken bijna alleen het momentaan proces, andere bijna alleen het proces van duur op, in 't algemeen worden door eene willekeurige golflengte beide processen gelijktijdig opgewekt. Zoo exciteert bijv. $\lambda = 400^{\mu}$. SrCu α momentaan, $\lambda = 434^{\mu}$ blijvend, evenzoo $\lambda = 200^{\mu}$ en $\lambda = 450^{\mu}$ SrZn α momentaan, $\lambda = 366^{\mu}$ blijvend; evenzoo $\lambda = 200^{\mu}$ CaMn α momentaan $\lambda = 334^{\mu}$ blijvend. Het algemeene type der excitatieverdeeling is, dat de kortste golflengten (in het uiterste ultraviolet) alleen het momentaan proces opwekken en dat naar de grens der excitatieverdeeling aan de zijde der grootere golflengten blijvende en momentane excitatie periodisch een of meermalen afwisselen.²⁾

Wil men de duurverdeeling in het nalichten goed waarnemen, zoo moet men met een zeer intensief spectrum verscheidene minuten lang belichten, want het is proefondervindelijk steeds gebleken, dat om blijvende emissies volledig op te wekken groote lichtsterkte („1904” p. 477) en ook lange tijd („1904” p. 281) noodig is. Heeft men te kort of met een niet intensief genoeg. spectrum belicht, zoo kunnen plaatsen van gemiddelden duur in den eersten tijd helderder nalichten dan plaatsen van grootsten duur, omdat de laatste nog niet volledig geëxciteerd waren.

Gelijk te voren gezegd, bleek over de zoo te vinden duurverdeeling steeds bij alle temperaturen de momentaanverdeeling te liggen. Men neemt de laatste waar bij het eerste belichten met het spectrum, of, beter in het terstond na 't ophouden van eene belichting snel verdwijnende deel van het phosphorescentie licht. Het momentane lichten, dat op deze plaatsen der momentaanverdeeling, b.v. in het uiterste violet, waar te nemen was, had in alle gevallen het karakter van den *boven momentaan* toestand d. w. z. er had geen opleggen plaats: de plaatsen door dit deel van het spectrum belicht kunnen noch door verwarmen, noch door ultrarood tot oplichten gebracht worden, alleen de plaatsen in het spectrum, die tot de duurverdeeling behooren, lichten daarbij op.

Er zijn dus bepaalde golflengten, welke bij alle temperatuurstoestanden

¹⁾ Dit is reeds in „1904” p. 668 in 't bijzonder ook met betrekking tot den SrCu α band in 't licht gesteld; door bijzondere metingen is het bij den SrZn α band aangetoond door A. WERNER l.c.

²⁾ Over deze eigenaardigheden zal een afzonderlijke mededeeling handelen.

der centra uitsluitend of bijna uitsluitend het momentaan proces in beweging brengen, d.w.z. de door photoelectrische werking uit de metaalatomen der centra door deze golflengten uitgestraalde electronen keeren snel onder lichtuitzending weer tot hunne metaalatomen terug, terwijl gelijktijdig andere golflengten uit metaalatomen van dezelfde soort van centra electronen doen uitstralen, die in de omgeving vastgehouden worden (opleggen, proces van nalichten). *Men kan deze omstandigheid daaraan toeschrijven, dat door de verschillende golflengten de uitstraling uit de metaalatomen naar verschillende, in het atoom vastliggende, richtingen van de ruimte plaatsgrijpt, dus ook in verschillende richtingen ten opzichte van de nabij het metaalatom gelegen atomen van het centrum, atomen van het aardalkalimetaal, zwavelatomen, misschien ook atomen afkomstig uit de bijgevoegde stof.*

Alleen die electronen, welke gericht zijn naar die plaatsen in de nabijheid, welke geschikt zijn om electronen vast te leggen, worden vastgehouden, opgelegd, geven dus den toestand van duur als de temperatuur binnen het gebied van duur valt. Waar deze plaatsen, wier aanwezigheid het opleggen mogelijk maakt, gezocht moeten worden, is reeds herhaaldelijk uiteengezet. Reeds in „1904” is betoogd dat het alleen plaatsen kunnen zijn *binnen* dat molecuul, waaraan de naam van centrum is gegeven.

Want „voor elken band (soort van centrum) ook van denzelfden phosphor wordt („1904” p. 473 en vlg., p. 481) zijn eigen excitatie opgelegd, op zulk eene wijze, dat zij door geen anderen band verbruikt kan worden”¹⁾ ook, is het opleggen (de toestand van duur) van de verschillende banden van denzelfden phosphor aan dikwijls uiterst verschillende temperaturen gebonden („1904 p. 761), wat ook door onze proeven bij de allerlaagste temperatuur weder bevestigd werd. De opvullende stof, die voor alle soorten van centra van denzelfden phosphor dezelfde is (de omgeving der centra), kan dus met het opleggen niets te maken hebben, daarbij kan alleen het centrum genoemde molecuul zelf eene rol spelen.

Eerst scheen er iets voor te zeggen, dat atomen, die uit het bijvoegsel in de centra overgegaan waren, het opleggen zouden kunnen bewerken. Mocht echter verder bevestigd worden, wat volgens meer in bijzonderheden doorgedrongen waarnemingen van P. LENARD waarschijnlijk begint te worden, dat de bijvoegsels geen invloed hebben op de intensiteit en ook niet *onafhankelijk* daarvan op den duur der banden

¹⁾ Zie ook het samenvattende overzicht in „1909” p. 14. In P. LENARD en SEM SAELAND Ann. d. Phys. 28 1909 is op pg. 499 bij vergissing tweemaal van de „omgeving van het centrum” in plaats van van de „omgeving der metaalatomen” als van de plaats van oplegging gesproken.

zoo zouden in de eerste plaats de zwavel-atomen in de centra in aanmerking komen om verantwoordelijk gesteld te worden voor de goede en lange oplegging der electronen. Want het zijn uitsluitend zwavelhoudende stoffen, aardalkaliphosphoren en zwavelzink die phosphorescentie van langen duur vertoonen.

Wat nu ook de plaats of plaatsen in het centrummolecuul mogen zijn, welke het vermogen hebben de electronen op te leggen, wij beginnen met ter beproeving van eene verklaring aan te nemen, dat het uit het metaal atoom uitgestraalde electron in alle gevalle een dier plaatsen moet bereiken om opgelegd te worden. Om het daartoe in staat te stellen is, zooals wij vonden, volstrekt niet iedere golflengte van het exciteerend licht geschikt. Maar ook de meest geschikte golflengten, overeenkomende met de plaatsen van maximumduur in de exitatie-verdeeling, kunnen tengevolge van de warmtebeweging der moleculen en hunner atomen in den phosphor, waardoor de enkele centra gelijktijdig verschillende configuraties aannemen, niet voor *alle* centra *tegelijk* de meest geschikte zijn om het electron juist uit te zenden in de richting van de plaats waar het kan worden opgelegd.

Hieruit is het te verklaren, dat in „1904” (p. 281, 477, 475) gevonden werd, dat nalichten en eveneens goede oplegging in den beneden momentaantoeestand om tot volle ontwikkeling te komen steeds lange belichting of wel groote intensiteit van exciteerende belichting vereischen. Want duur en intensiteit beide vermeerderen het aantal van de uit het metaalatom (na intusschen voorgekomen terugkeeringen) uitgestraalde electronen en dus ook de waarschijnlijkheid, dat onder deze er zijn wier richting de juiste is. Eveneens wordt het verklaarbaar, dat het momentaan proces, het lichten gedurende de belichting zonder nalichten, in den beneden momentaantoeestand ook niet geheel ontbreekt op de plaatsen der duurverdeeling, omdat juist het terugkeeren van electronen, die de plaats van oplegging niet getroffen hebben, dit lichten veroorzaakt.

-8. *Onoplosbaarheid der banden bij amorphe stoffen.* De opvatting, dat tengevolge van de warmtebeweging de atomen der centra tijdelijk in verschillende configuraties komen, geeft ook van het breeder worden der emissiebanden bij hooge en het smaller worden bij lage temperaturen eene verklaring analoog aan die, welke door P. LENARD bij de uiteenzetting over het verbreden der metaallijnen in vlamspectra¹⁾ is toegepast, en aan die, welke door H. en J. BECQUEREL

¹⁾ LENARD. Ann. d. Phys. 17 p. 232, 1905.

en H. KAMERLINGH ONNES aan het slot hunner bovengenoemde verhandeling gegeven is voor de wijziging van de plaatsen der banden van het uranyl onder de inwerking van de nabijgelegen andere atomen, met welke het tot een molecuul verbonden is. Want de verschillende configuraties zullen wisselende veranderingen in de trillingstijden van de eigen trillingen der centra ten gevolge hebben. Zonder warmtebeweging, bij 0°K , zou elk centrum bepaalde, met den tijd niet veranderende, trillingstijden hebben. Of echter deze met den tijd niet veranderlijke eigentrillingstijden van *alle* centra (van een zelfde soort) in het geheele preparaat elk voor zich wel dezelfde zouden zijn, wat noodig zou zijn om een uit fijne lijnen bestaand spectrum te verkrijgen, hangt nog van een bijzondere omstandigheid af. Alle centra moesten daartoe denzelfden stand ten opzichte van de aangrenzende moleculen innemen. Want deze moleculen oefenen in een vaste stof al naar mate van hun stand verschillende krachten op de centra uit, welke verschillende wijzigingen in den trillingstijd moeten voortbrengen. Deze gelijke onderlinge stand en dientengevolge een gelijke trillingstijd voor alle deelen van het preparaat onafhankelijk van tijd *en* plaats, is alleen bij kristallijne stoffen te verwachten, gelijk de door bovengenoemde waarnemers onderzochte zouten zijn, maar niet in de door ons onderzochte amorphe phosphoren, en hierin vinden wij de verklaring er voor, dat wij ook bij 14°K . de spectra zich nog niet in lijnen zagen oplossen. Wat wij zagen was — naar onze voorstelling — het overelkaar vallen van banden ontstaan uit de scherpe lijnen, die elk centrum bij zeer lage temperaturen geeft, en die door onderlinge verschuiving wederzijdsch minder scherp begrensd geworden zijn. Deze zelfde opmerking zal ook van toepassing zijn op de excitatieverdeeling en op de uitblusschingsverdeeling ¹⁾.

9. *Over de bovenste grenzen der opwekking van phosphorescentie door licht en over het lichten der phosphoren in vlammen en bij het verbrijzelen op hooge temperatuur.* Het schijnt ons van belang er op te wijzen, dat door het aantoonen van het bestaan der phosphorescentie, voornamelijk van het opleggen bij het dalen tot 14°K , ook in verband met een vroeger onderzoek ²⁾ het bewijs dat de licht-electrische werking onveranderd bij lage temperaturen bestaan blijft tot deze zeer lage temperatuur geleverd is. Dit bewijs is voor het eerst direct tot dicht bij de temperatuur van vloeibare lucht afdalende, waaruit met groote waarschijnlijkheid de geldigheid voor alle temperaturen volgde,

¹⁾ De laatste zou volgens „1909” bij lage temperaturen het eerst kans bieden op het oplossen in een groep van lijnen.

²⁾ P. LENARD en SEM SAELAND. Ann. d. Phys. 28 p. 476 1909.

door LIENHOP in het laboratorium te Kiel geleverd ¹⁾ voor hooge temperaturen hebben MILLIKAN en WINCHESTER ²⁾ en LADENBURG ³⁾ belangrijke directe bevestigingen gegeven. Het schijnt dus buiten twijfel, dat de uitstraling van electronen uit atomen door geschikte golflengten bij alle temperaturen plaats grijpt. En het moet derhalve verklaard worden waarom de phosphorescentie door licht bij de aard-alkaliphosphoren boven een bepaalde hooge temperatuur niet meer wordt opgewekt.

Vroeger is („1904” p. 452) vastgesteld, dat deze boven temperatuurgrens van phosphorescentieopwekking door licht bij de Ba-phosphoren het laagst, bij de Sr- en Ca-phosphoren hooger ligt — b.v. bij Ba Bi β 170° bij C., Sr Bi β boven 300° C., Ca Bi β even boven 500° C. — dat zij echter in geen geval een scherp bepaalde temperatuur is, maar dat bij hooge temperaturen de excitabiliteit door licht langzamerhand ophoudt. Later is daaraan de waarneming toegevoegd ⁴⁾, dat de phosphoren juist in de nabijheid van deze grenstemperaturen beginnen electrisch te geleiden. Nemen wij aan dat deze geleiding electrolytisch is, zoo ligt de voorstelling voor de hand, dat de aanwezigheid van electrolytische ionen de opwekking der phosphorescentie door licht verhindert, misschien doordat dan aan de door photoelectrische uitstraling positief geworden metaalatomen de verloren electronen niet als vrije electronen maar door anionen weder toegevoerd worden, van welke soort van neutralisatie dan aangenomen moet worden, dat zij niet door lichten begeleid wordt. Bevindt de phosphor zich in een medium, dat veel vrije electronen bevat, zooals bijv. een vlam ⁵⁾, zoo blijkt hij ook ver boven die temperatuurgrens te kunnen phosphoresceeren: hij licht van zelf in de phosphorescentiekleur, die bij deze temperatuur behoort, terwijl licht bij deze temperatuur geen phosphorescentie zou kunnen opwekken en daarvoor ook niet noodig is. Tot deze groep van verschijnselen behoort ook het in „1904” p. 655 beschreven verschijnsel van het in kleuren oplichten der phosphoren, wanneer zij versch. bereid en, nog gloeiend heet, door druk verbrijzeld worden. Daarbij heeft steeds een verbranden van zwavel uit den phosphor bij aanraking met de lucht plaats en dit lichten geschiedt dan ook alleen waar verse splijtvlakken bij het verbrijzelen in aanraking met lucht komen, waarbij dikwijls ook kleine zwavelvlammetjes te zien zijn. Toevoer van zuurstof versterkt

1) A. LIENHOP, Ann. Phys. 21 p. 211, 1906.

2) MILLIKAN en WINCHESTER, Phil. Mag. Juli 1907.

3) E. LADENBURG, Verh. d. d. phys. Ges. 9 p. 165 1907.

4) P. LENARD en SEM SAELAND, Ann. d. Phys. 28 p. 498, 1909.

5) P. LENARD, Ann. d. Phys. 9. p. 649 1902.

het lichten, wanneer te sterke afkoeling daarbij voorkomen wordt. Is de phosphor te koud om het verschijnsel van het wegbranden van de zwavel te geven, dan is er ook geen oplichten bij het verbrijzelen.

Daarentegen kan men een stukje vooraf niet belichte phosphor — bv. CaBiNa of SrBiNa — gemakkelijk in de gloeihitte, dus boven de grens van excitatie door licht, langen tijd in zijn phosphorescentiekleur (warmteband) laten lichten, wanneer men het aan een platina-draad in een vlam houdt. De vlam moet zuurstofarm zijn als het verschijnsel zal aanhouden, want zoodra de phosphor door het verbranden van zijn zwavel bedorven is, houdt het lichten op.

Wij merken nog op, dat volgens de boven ontwikkelde opvatting de bovenste temperatuurgrens der phosphorescentie door licht zich voordoet als een gevolg van de electrolytische dissociatie van de stof van den phosphor, terwijl het intreden in den boven momentaan-toestand — hetwelk voor de verschillende banden ook van een zelfden phosphor bij zoo zeer verschillende temperaturen plaats grijpt — als bv. weinig boven -180°C . bij $\text{CaBi}\gamma$ en op $+450^{\circ}\text{C}$. bij $\text{CaBi}\beta$ — alleen van processen binnen het bijbehorend centrum afhangen kan, d.w.z. van het, al naar den aard van het centrum bij zeer verschillende temperatuur optredende, weer afgeven der electronen uit de plaats in het centrum waar zij opgelegd waren.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt aan Mededeeling N^o. 112 uit het Natuurkundig Laboratorium te Leiden: „*Isothermen van eenatomige stoffen en hun binaire mengsels. IV. Gegevens betreffende neon en helium.*”

§ 1. *Kritische druk en tripelpuntsdruk van neon.*

De Heer G. CLAUDE te Parijs had de buitengewone goedheid te mijner beschikking te stellen een aanzienlijken voorraad van een neonrijk gas verkregen bij de gefractioneerde distillatie van lucht, welke volgens zijne methode door de Société de l'Air-liquide te Parijs wordt uitgevoerd. Met behulp van mijne waterstofcirculatie was ik in staat, daaruit eene hoeveelheid neon te bereiden ruim voldoende om allerlei physische eigenschappen van dit nog weinig onderzochte gas er mede te kunnen bepalen. Al dadelijk viel, toen het eerste zuivere neon in de kwikluchtpomp opgevangen werd, een eigenaardig lichtverschijnsel in het oog, dat toen nog onbekend scheen doch, gelijk uit eene spoedig daarop volgende publicatie bleek, ook door Prof. COLLIE, die eveneens door de welwillendheid van den Heer CLAUDE verplicht werd, was waargenomen en door hem verder was

P. LENARD, H. KAMERLINGH ONNES en W. E. PAULI. „Het gedrag der aardalkaliphosphoren bij verschillende in 't bijzonder zeer lage temperaturen.”

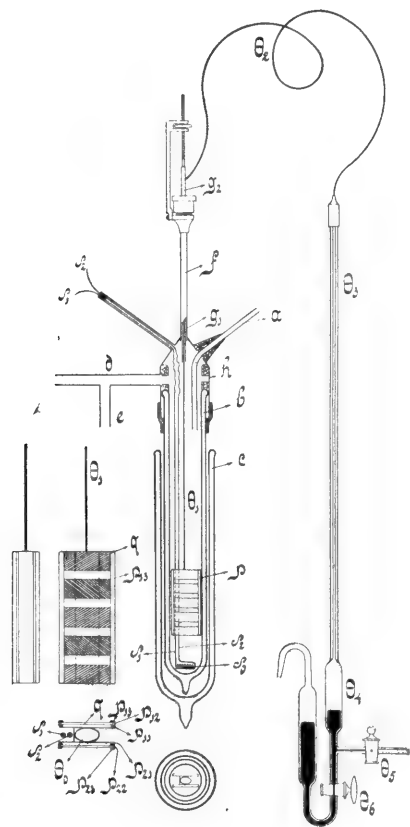


Fig. 1.

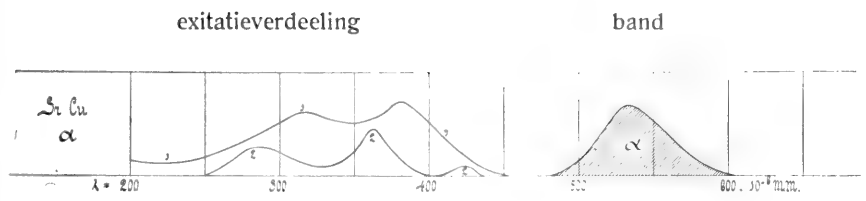


Fig. 2.

1. Opgewekte intensiteit gedurende belichting.
(Momentaan + nawerkende exitatie).
2. Opgewekte intensiteit van het nalichten.

onderzocht. Het bestaat hierin, dat wanneer het kwik uit de peer van de Töpler-pomp in de stijgbuis daalt, de meniscus bij de aansluiting aan het glas omgeven wordt door een smallen ring van helder oranje licht. Men kan aan dit verschijnsel het neon onmiddellijk herkennen.

De tripelpuntsdruk en de kritische druk werden als volgt bepaald. Zuiver neon werd gecondenseerd in een glazen buisje, dat door een stalen capillair verbonden was met een manometerbuisje en met een kraantje, door hetwelk het gas uit een reservoir kan worden toegevoerd. Het condenseeren werd mogelijk gemaakt door het proefbuisje, omhuld door een beschermingsbuisje, dat dient om de warmtegeleiding te verminderen en dus temperatuurveranderingen van den inhoud te vertragen, in vloeibare waterstof te dompelen. Door dan het neon snel te laten toestroomen kan men het zich als vloeistof in het proefbuisje laten af zetten. Houdt men het beschermingsbuisje omgeven door vloeibare waterstof, dan koelt het proefbuisje langzaam af en volgt na eenigen tijd stolling van het neon. Zuigt men daarentegen de vloeibare waterstof om het beschermingsbuisje weg, dan stijgt het proefbuisje langzaam in temperatuur en ziet men, wanneer men met behulp van het kraantje de hoeveelheid neon in het buisje goed geregeld heeft, den meniscus ergens in de buis verdwijnen. Door het gas met behulp van het kraantje te laten expandeeren kan men den meniscus weder te midden van een wolkje te voorschijn roepen, alles geheel zooals dit bij de gewone bepalingen van den kritischen toestand geschiedt. De kritische druk werd bij het verdwijnen van den meniscus op het aan het proefbuisje verbonden manometerbuisje afgelezen.

Gevonden werd voor den tripelpuntsdruk 35 cm., voor den kritischen druk 29 atmosferen.

Van een bad van vloeibaar neon zal dus met groot voordeel partij getrokken kunnen worden bij onderzoekingen in de buurt van het kritisch punt van waterstof. Ik hoop daartoe door verdere welwillendheid van den Heer CLAUDE, wien ik ook hier voor de reeds verleende hulp mijn hartelijken dank betuig, in staat gesteld te worden.

§ 2. *Kritische druk van het helium. Laagste bereikte temperatuur.*

Bij het eerste vloeibaar maken van het helium was uitgegaan van eene zeer voorloopige schatting van den kritischen druk, waarbij deze op 7 atm. werd gesteld. De waarneming van dampspanning en dichtheid van het vloeibare helium wezen er op, dat de kritische druk veel lager moet zijn en veeleer tusschen 2 en 3 atmosferen moest liggen.

Was van deze waarde uitgegaan, zoo zou voor den druk, onder welken het gas ter vloeibaar making door de regeneratorspiraal werd

geperst, ook een lagere waarde gekozen zijn. Dat daarvoor werkelijk aanleiding had bestaan was dan ook gebleken doordat onder de proef met goed gevolg tot verlaging van den druk werd overgegaan. Ja, de proef zou misschien niet geslaagd zijn, en de mislukking zou aan eene zeer bijzondere afwijking van het helium van de wet der overeenstemmende toestanden en, in verband daarmee, aan het niet hoog genoeg opvoeren van den druk of aan een dwaling in het schatten van de kritische temperatuur zijn toegeschreven, wanneer niet was partij getrokken van het bespeuren van eene verwarming en van de wetenschap, dat het JOULE-KELVIN-proces, ook bij eene temperatuur die geschikt is om vloeistof te verkrijgen, bij te hoogen druk verwarming kan geven.

Toen dus, (nadat verschillende omstandigheden dit langen tijd verhinderd hadden), weder tot vloeibaar making van helium werd overgegaan¹⁾ werd van den aanvang af de druk in de regeneratorspiraal op 50 atmosfeeren gebracht. Het vloeibaar maken slaagde hierbij geheel naar wensch; voor het in gang houden van de circulatie als eenmaal vloeistof gevormd was, bleek het brengen van de regeneratorspiraal op den nog lageren druk van 20 atmosfeeren zelfs voordeelen te hebben. Het is zooals vroeger werd opgemerkt: nu de voorwaarden voor het vloeibaar maken van het helium bekend zijn, is het herhalen der proef met denzelfden toestel en het daarin gedurende vele uren instandhouden van een 60 cm³ helium een werk geworden, dat, al kost het veel en uiterst zorgvuldige voorbereiding, geen overwegende moeilijkheden meer oplevert. Nu wordt dan ook beproefd een stap verder te gaan en het vloeibare helium af te schenken in een cryostaat, waarin verschillende meettoestellen gedompeld kunnen worden.

Bij de nieuwe proeven ben ik er ook in geslaagd met het vloeibaar helium tot nog lagere temperaturen af te dalen. Terwijl bij de eerste proeven alleen vaststond, dat de dampdruk tot 1 cm. gedaald was, en dat bij dien druk het helium nog vloeibaar blijft, is het nu gelukt den druk tot 2,2 mm. te verlagen. Ook bij die dampspanning is het helium nog een licht bewegelijke vloeistof. Zij krimpt bij de daling tot deze lage temperatuur belangrijk in en vertoont in overeenstemming met de grootere dichtheid een duidelijk opstaan tegen den wand²⁾. De

¹⁾ Bij de eerste herhaling was het niet gelukt het vormen van een weinig aanslag op het waterstofglas te voorkomen. Was dit bij de eerste proef in dezelfde mate het geval geweest, dan had er, bij de zooveel moeilijker waarneming van het helium, veel kans op bestaan, dat de proef als mislukt gestaakt was, terwijl zich toch vloeibaar helium in den toestel bevond.

²⁾ In de vorige mededeeling is gezegd dat de meniscus bij het kookpunt mescherp tegen den wand, staat. Inderdaad geeft dit den eersten indruk, dien de

temperatuur welke bij deze sterke afkoeling van het vloeibare helium bereikt werd mag beneden $2^{\circ},5$ K. misschien bij 2° K. geschat worden.

Bij de nieuwe proeven heb ik getracht ook deze allerlaagste temperaturen nog met den gasthermometer te meten. Er moet echter, wanneer de temperatuur zoo laag daalt, op gelet worden, dat de thermometer slechts bruikbaar is, zoolang de spanning van het helium in den thermometer lager blijft dan de dampspanning van het helium en waar deze 2 m.m. wordt, moet de spanning in den thermometer bij die temperatuur nog lager worden, bijv. op 1 mm. komen. De druk waaronder de thermometer bij gewone temperatuur gevuld werd is dan ook niet hooger dan 100 mm. genomen. De moeilijkheden van de bepalingen met dezen zeer bijzonderen gasthermometer in de onmiddellijke nabijheid der heliumtoestellen zijn nog niet geheel overwonnen, zoodat omtrent de temperatuur nog geen verdere mededeelingen kunnen worden gedaan.

Wel kan een eerste proefondervindelijke bepaling van den kritischen druk reeds worden medegedeeld; zij gaf 2.75 atmosfeer. Terwijl de schatting op grond van de waarnemingen met het vloeibaar helium aanwees, dat de geschatte waarde, waarvan bij de proef omtrent het vloeibaar maken was uitgegaan, veel te hoog was, blijkt zij zelve nu weder naar de andere zijde af te wijken, nl. den kritischen druk te laag te geven. Bij gebrek aan een cryostaat voor de temperaturen die hier in aanmerking komen kan ook 2,75 atmosfeer slechts als voorloopige waarde gelden en is het misschien beter haar op 3 atmosferen af te ronden.

Intusschen bevestigt de verkregen waarde in verband met nieuwere bepalingen, die het kookpunt weder dichter bij 4° K. brengen de schatting, dat de kritische temperatuur bij 5° K. zal liggen. Doch, gelijk gezegd, zal over de bepalingen betreffende temperaturen en dichtheden eerst later gehandeld worden.

De bepaling van den kritischen druk geschiedde nagenoeg op dezelfde wijze als bij het neon en wel in een kleinen pyknometer, een fleschje van $0,5$ cm³ met nauwen verdeelden steel, dat, evenals het reservoir van den heliumthermometer (zie Med. n^o. 108), in de vooropneming van het vloeibare helium in den liquefactor bestemde ruimte was gebracht en bevestigd was aan een stalen capillair die even als de capillair van den heliumthermometer buiten den liquefactor reikte. Deze capillair was dan, even als die van het buisje voor het neon (zie § 1) verbonden met een manometerbuisje, een toevoerkraantje en een reservoir.

meniscus, maakt het best weer. Toch gelukte het door geschikte belichting ook onder deze omstandigheden nog een uiterst gering opstaan van de vloeistof tegen den wand vast te stellen.

In dit pyknometertje, dat al naar gelang men den vloeistofspiegel van het vloeibaar helium in den liquefactor meer of minder laag deed dalen, ¹⁾ geheel of gedeeltelijk in het vloeibaar helium gedompeld was of ook er boven kwam, kon helium uit het daaraan verbonden reservoir gecondenseerd worden, zoodat de meniscus in het fleschje of in den verdeelden steel was te zien. De hoeveelheid van het in het pyknometertje toegelaten helium werd voor dichtheidsbepalingen, zoo geregeld, dat de stand er van op den verdeelden steel nauwkeurig kon worden afgelezen, terwijl voor bepalingen van den kritischen druk de verdamping werd gevolgd bij dalenden meniscus in het fleschje. De kritische druk werd afgelezen op het oogenblik dat de meniscus, binnen het pyknometer cylindertje ter halverhoogte verdween, wanneer het helium om het pyknometer cylindertje voldoende verdampt was. Door expansie was de meniscus weder voor een korten tijd op te wekken.

De schatting, dat reeds temperaturen beneden $2^{\circ},5$ K. bereikt zijn berust mede op den gegeven kritischen druk. Om tot nog lagere temperaturen af te dalen, zal getracht worden het helium bij nog lagere spanning te doen verdampen en daartoe den toestel, waarin men het helium door verdamping onder nog lageren druk dan 2 mm. zich laat afkoelen, tegen warmtetoevoer te beschutten met een laag vloeibaar helium, om de ontwikkeling van niet te beheerschen dampvolumes te voorkomen.

Aardkunde. — De Voorzitter biedt namens den Heer J. M. VAN BEMMELN voor de Werken der Akademie eene verhandeling aan van den Heer J. LORIE: „*Het Uddeler-Meer en de Veluwe*”. Op verzoek van den Voorzitter zullen de Heeren MOLENGRAAFF EN DE BRUYN daarover verslag uitbrengen in de September-vergadering.

Voor de Boekerij wordt aangeboden: 1°. door den Heer LORENTZ: „*The theory of electrons and its applications to the phenomena of light and radiant heat*”; 2°. door den Heer EINTHOVEN namens den Heer E. C. VAN LEERSUM de dissertatie van den Heer M. A. VAN ANDEL: „*Volksgeneeskunst in Nederland*”; 3°. door den Heer WENT de dissertatie van den Heer J. BOLDINGH: „*The flora of the dutch West-Indian Islands St. Eustatius, Saba and St. Martin*”; 4°. door den Heer HOLLEMAN de dissertatie van den Heer S. VAN DORSSSEN: „*Bijdrage tot de kennis der nitro- en amido-sulfobenzoëzuren*”.

De vergadering wordt gesloten.

¹⁾ Dit werd verkregen door helium, niet voldoende afgekoeld, door de regenerator-spiraal van den heliumliquefactor te blazen.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING
DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING
van Zaterdag 25 September 1909.

Voorzitter: (Waarn^d) de Heer D. J. KORTEWEG.

Secretaris: de Heer J. D. VAN DER WAALS.

INHOUD.

Ingekomen stukken, p. 174.

P. VAN ROMBURGH: „Over het nitreren van diaethylaniline”, p. 175.

W. H. JULIUS: „Regelmattige gevolgen van onregelmatige straalbreking in de zon”, p. 181. (Met 3 platen).

J. KUYPER: „De invloed van de temperatuur op de ademhaling der hoogere planten”. (Aangeboden door de Heeren F. A. F. C. WENT en J. W. MOLL), p. 201. (Met één plaat).

TH. WEEVERS: „De physiologische betekenis van eenige glukosiden”. (Aangeboden door de Heeren F. A. F. C. WENT en HUGO DE VRIES), p. 210.

C. T. VAN VALKENBURG: „Oppervlak en bouw der hersenschors eener mikrocefale idiote”. (Aangeboden door de Heeren L. BOLK en C. WINKLER), p. 218. (Met één plaat).

A. SMITS en J. P. WUIJE: „Over het stelsel water-natriumsulfaat”. (Aangeboden door de Heeren A. F. HOLLEMAN en J. D. VAN DER WAALS), p. 225.

F. E. C. SCHEFFER: „Over heterogene evenwichten bij dissocierende verbindingen”. (Aangeboden door de Heeren A. F. HOLLEMAN en J. D. VAN DER WAALS), p. 238.

OTTO DE VRIES: „Over de abnormale reductie eener aromatische nitroverbinding met tin en zoutzuur en een merkwaardig geval van dimorphie.” (Aangeboden door de Heeren A. P. N. FRANCHIMONT en P. VAN ROMBURGH), p. 247.

A. P. N. FRANCHIMONT: „Over natriumalkylcarbonaten”, p. 248.

M. J. VAN UVEN: „Onderzoek naar de functies, die door infinitesimale iteratie kunnen opgebouwd worden. Bijdrage tot de oplossing van de functionaalvergelijking van ABEL”. (Aangeboden door de Heeren W. KAPTEYN en J. C. KLUYVER), p. 250.

F. J. J. BUYTENDIJK: „Over de veranderingen in het bloedserum van haaien na verbloeding”. (Aangeboden door de Heeren H. ZWAARDEMAKER en T. PLACE), p. 261.

F. J. J. BUYTENDIJK: „Over de samenstelling der urine van haaien, bij normale en versterkte diurese”. (Aangeboden door de Heeren H. ZWAARDEMAKER en T. PLACE), p. 264.

J. TIMMERMANS en PH. KOHNSTAMM: „Over den invloed van den druk op de mengbaarheid van twee vloeistoffen”. (Aangeboden door de Heeren J. D. VAN DER WAALS en P. ZEEMAN), p. 267. (Met één plaat).

W. BURCK: „Bijdrage tot de kennis van de waterafscheiding bij de plant”, p. 278.

A. SMITS: „Over teruglopende smeltlijnen”. (1ste mededeeling) (Aangeboden door de Heeren J. D. VAN DER WAALS en P. ZEEMAN), p. 294.

A. SMITS: „De P,T,X-ruimte voorstelling van het stelsel aether-antrachinon”. (Aangeboden door de Heeren J. D. VAN DER WAALS en P. ZEEMAN), p. 297. (Met één plaat).

Aanbieding eener verhandeling van den Heer S. H. KOORDERS: „Beitrag zur Kenntniss der Flora von Java”, N^o. VII—XII, p. 300.

Aanbieding van boekgeschenken, p. 300.

Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen is:

1°. Missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 23 Juli j.l. waarbij gevraagd wordt om spoedig bericht op het Ministerieel schrijven van 16 April l.l. betreffende de vraag van den Duitschen Gezant over wijzigingen in de Noordzeekust.

Aan Z.Exc. is geantwoord dat de door de Akademie benoemde Commissie nog niet met haar rapport gereed is, maar dit zoo spoedig mogelijk zal inleveren.

2°. Twee missiven van den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 7 en 23 Augustus 1909 betreffende de wijze, waarop door de Regeering de subsidie aan het Laboratorium op den Col d'Olen zal worden uitgekeerd.

Hieromtrent is door de Akademie met Prof. Mosso gecorrespondeerd. De Algemeene Secretaris zal ingevolge Art. 2 der overeenkomst zich als vertegenwoordiger van Prof. Mosso belasten met het ontvangen en overdragen der subsidie.

3°. Schrijven van den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 3 September 1909 met verzoek te berichten of er Nederlandsche geleerden zijn, bereid buiten bezwaar van 's Rijks schatkist te worden afgevaardigd naar het III^e Internationaal Botanisch Congres van 14—22 Mei 1910 te Brussel te houden.

Hierover zal later een beschikking worden genomen.

4°. Missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 8 September ter begeleiding van een afschrift van het Kon. Besluit van 26 Augustus 1909 N°. 36 waarbij de gedelegeerden werden benoemd bij de „Commission polaire internationale”.

Voor kennisgeving aangenomen.

5°. Missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 23 September 1909 de goedkeuring inhoudende van de Instructie voor den Directeur en het personeel verbonden aan het Centaal Instituut voor Hersenonderzoek.

Deze instructie, in overeenstemming met de Commissie van advies opgesteld, zal weldra aan de leden der afdeeling worden toegezonden.

6°. Dankzegging van den Heer C. J. J. VAN HALL te Paramaribo voor zijne benoeming tot Correspondent der afdeeling. Voor kennisgeving aangenomen.

7°. Schrijven van den Secretaris der Gesellschaft für die Erforschung des russischen Nordens te Archangel, met verzoek om opgaaf van literatuur betreffende de Willem Barentz- en Varna-expedities naar de Noordpoolzee. Deze missive is in handen gesteld van den Heer MAX WEBER om advies.

8°. Missive van den Heer M. TREUB te Buitenzorg, waarbij ZEd.

aan de Akademie bericht geeft dat hem met ingang van 5 October a.s. eervol ontslag verleend is als Directeur van het Departement van Landbouw in Nederlandsch-Indië. Voor kennisgeving aangenomen.

9°. Schrijven van de Kong. Danske Videnskabernes Selskab te Kopenhagen, waarbij zij bericht dat door haar aan de Algemeene Vergadering der Internationale Associatie der Akademiën een voorstel zal worden gedaan om fondsen beschikbaar te stellen ten einde vertalingen te publiceeren van werken betrekking hebbende op de geschiedenis van het Oosten. Voor kennisgeving aangenomen.

10°. Circulaire betreffende het Congrès international de Radiologie et d'Electricité van 13—15 September 1910 te Brussel te houden. Voor kennisgeving aangenomen.

11°. Bericht van het overlijden van het Buitenlandsch Lid der Akademie SIMON NEWCOMB, Hoogleeraar te New-York op 11 Juli l.l. Dit bericht is met een brief van rouwbeklag beantwoord en geeft den Voorzitter aanleiding eenige woorden van waardeering uit te spreken ter nagedachtenis van den overledene.

De Voorzitter deelt mede dat het bericht is ingekomen dat de Heer Dr. A. H. BLAAUW, wegens ernstige ongesteldheid verhinderd is naar Buitenzorg te vertrekken en verzoekt daarom de Hoogleeraren in de Plantenkunde aan de Rijks-Universiteiten een nieuw voorstel te doen, ten einde dit aan den Minister van Binnenlandsche Zaken voor te leggen.

Scheikunde. — De Heer P. VAN ROMBURGH doet eene mededeeling „*Over het nitreeren van diaethylaniline*”.

Geruimen tijd geleden heb ik aan de Akademie de resultaten medegedeeld van de inwerking van salpeterzuur op dimethylaniline, opgelost in veel zwavelzuur¹⁾. Het verschil in gedrag, dat dimethylen diaethylaniline vertoonen bij nitreering onder andere omstandigheden, gaf mij aanleiding om ook de reactie van salpeterzuur op diaethylaniline in overmaat van zwavelzuur na te gaan en inderdaad bleek dit amine en verscheidene zijner nitroderivaten zich in verschillende opzichten anders te gedragen dan dimethylaniline.

Lost men diaethylaniline in het dubbele volume geconcentreerd zwavelzuur op en giet deze oplossing in een overmaat van rookend salpeterzuur (D. 1.48) dan verkrijgt men het 1.2.4 dinitrodiaethylaniline (Spt. 80°), zooals ik vroeger aantoonde²⁾.

1) Versl. Akad. v. W. 23 Febr. 1895 en 30 Dec. 1900.

2) Rec. T. II p. 36 [1883].

Lost men echter het diaethylaniline (1 mol) in het twintigvoudige gewicht geconcentreerd zwavelzuur (D. 1.84) op en voegt men bij deze oplossing, onder afkoeling in ijs, voorzichtig 2 mol. salpeterzuur in ongeveer 5-voudig gewicht zwavelzuur opgelost, terwijl men zorg draagt de temperatuur van het reactiemengsel niet boven 5° te laten stijgen en giet het dan na een paar uur staan in ijswater uit dan verkrijgt men een meer of minder hoog geel, kristallijn product.

Filtreert men het af en voegt daarop bij het filtraat soda dan scheidt zich, als het zuur grootendeels geneutraliseerd is, een fraaie donkerroode verbinding af.

Hier zij reeds opgemerkt, dat de beschreven proef vele malen is uitgevoerd; merkwaardigerwijze was echter het resultaat, al scheen 't ook, dat de omstandigheden waaronder gewerkt was vrijwel de zelfde waren, dikwijls geheel anders; de oorzaak daarvan ligt, zooals uit het volgende zal blijken, in de hoeveelheid van het ijswater waarin men uitgiet.

Omkrystalliseeren van de verkregen gele kristallijne massa uit alcohol gaf als hoofdproduct eene bij 59° smeltende verbinding, terwijl zich soms tevens een weinig van een fraai oranje-rood product afzet, dat bij 95° smelt. Werd dit laatste omgekrystalliseerd, dan kreeg ik dikwijls gele naast oranje-roode kristallen, welke echter bij dezelfde temperatuur (95°) smelten. Soms ook ontstonden bij het omkrystalliseeren van het bij 59° smeltend product de oranje kristallen van het bij 95° smeltende, zoodat het den schijn had alsof het laag smeltende in het hoog smeltende overging.

Het donkerroode met behulp van soda afgescheiden product smolt, na omkrystalliseeren uit alcohol, bij 76°.

De elementairanalyse gaf voor al deze stoffen dezelfde uitkomst en wel getallen, die aanwijzen, dat zij alle de samenstelling hebben van dinitrodiaethylaniline.

Het eigenaardig gedrag der bovenbeschreven bij 59° en 95° smeltende producten maakte een nader onderzoek gewenscht en ten slotte slaagde ik er in den sleutel van het raadsel te vinden: de bij 59° smeltende stof is eene verbinding van twee verschillende dinitroderivaten van diaethylaniline en de bij 95° smeltende komt in twee — en zelfs waarschijnlijk in meer — modificaties voor.

Lost men de bij 59° smeltende stof (1 dl.) in 11.4 dl. zoutzuur (D. 1.14) op, voegt dan voorzichtig onder omschudden water toe, zoo scheidt zich een geel product af, dat meestal echter spoedig in een oranje overgaat. Zijn er 6 dl. water toegevoegd, dan filtreert men de kristallen af en wast ze met een weinig verdund zoutzuur (D. 1.08) uit. Voegt men daarna bij het filtraat veel water,

dan slaat er een geel product neer. Het smeltpunt van het oranje-roode product is 95° , dat van het gele 80° . Dit laatste bleek identisch met het vroeger beschreven 1.2.4 dinitrodiaethylaniline.

Bij eene kwantitatieve proef werd uit 750 m.G. van de bij 59° smeltende stof 370 m.G. oranje en 358 m.G. geel product verkregen, terwijl uit de verdunde zoutzure moederloogen na neutralisatie nog 21 m.G. nitroproduct verkregen werd.

Lost men een mengsel van gelijke gewichtshoeveelheden der beide nitro-verbindingen in kokenden alcohol op, dan kristalliseert bij bekoeling de bij 59° smeltende verbinding. Het verloop van de smeltlijn van mengsels der beide nitroverbindingen in verschillende verhoudingen toonde ontwijfelbaar het bestaan van eene uit gelijke moleculen van beide gevormde verbinding aan.

De bij 95° smeltende verbinding is, zooals verder aangetoond zal worden, 1.3.4 dinitrodiaethylaniline. Zij is in de meeste organische oplosmiddelen in de kookhitte gemakkelijk oplosbaar. Koelt men de kokende geconcentreerde oplossing snel af, dan verkrijgt men dikwijls alleen gele kristallen, terwijl bij langzame afkoeling veelal oranje kristallen ontstaan. De gele stellen de labiele (β), de oranje de stabiele, α -modificatie voor¹⁾. Soms schijnt er onder bepaalde omstandigheden nog eene derde, ook gele, modificatie te ontstaan, die echter zeer onbestendig is, veel onbestendiger dan de β -modificatie, welke in drogen toestand zeer langzaam in de oranje overgaat.

Nadat nu de eigenschappen der bij de nitreering in sterk zwavelzuur ontstane producten bekend waren, werd het verloop der reactie nader onderzocht.

In de eerste plaats bleek, dat ook bij het diaethylaniline de nitreering onder de beschreven omstandigheden, dus bij gebruik van 2 mol. salpeterzuur, niet verder gaat dan tot de vorming van mononitroderivaten. Immers, voegt men bij het mengsel van diaethylaniline met zwavelzuur en salpeterzuur nog 1 mol. diaethylaniline — eveneens in 20-voudig gewicht zwavelzuur opgelost — en giet men de massa dan in ijswater, dan blijken er geene *dinitro*verbindingen gevormd en men verkrijgt slechts m. en p. nitrodiaethylaniline.

Lost men echter m. nitrodiaethylaniline in het 75-voudig gewicht verdund zwavelzuur op (1 dl. H_2SO_4 en 2 dl. H_2O) en voegt men 1 mol. kleurloos salpeterzuur toe, dan blijft de verkregen oplossing

¹⁾ Prof. JAEGER heeft deze, alsmede de bij 59° en 76° smeltende verbindingen kristallographisch onderzocht, waarvoor ik ook te dezer plaatse mijn dank uitspreek. De resultaten zijn beschreven: Zeitschr. f. Krystallographie u. s. w. Bd. XL S. 129, (1905).

dagen lang helder, voegt men er echter een spoor natriumnitriet bij dan begint onmiddellijk — klaarblijkelijk door den katalytischen invloed van het salpeterigzuur — eene afscheiding van het bij 95° smeltende dinitroderivaat, terwijl door toevoeging van soda aan het filtraat het roode bij 76° smeltende product verkregen wordt ¹⁾. Ook p. nitrodiaethylaniline wordt gemakkelijk tot 1.2.4 dinitroderivaat gemaakt. De gevolgtrekking ligt dus voor de hand, dat er bij de nitreering van het diaethylaniline — ook bij gebruik van zuiver zwavelzuur en van kleurloos salpeterzuur — sporen salpeterigzuur ontstaan, die de verdere nitreering der mononitroverbindingen in de waterige oplossing (na uitgieten in ijswater) versnellen.

Eene goede keuze van de zuur-concentratie in de vloeistof, die men verkrijgt na het uitgieten van de nitreeringsvloeistof in water zou 't nu bovendien mogelijk maken, dat men niet de bij 59° smeltende verbinding van 1. 2. 4. en 1. 3. 4. dinitrodiaethylaniline verkreeg, maar deze componenten afzonderlijk, omdat de bij 80° smeltende 1. 2. 4. verbinding, zooals we gezien hebben, iets sterker basische eigenschappen heeft dan de 1. 3. 4. verbinding.

Een reeks van proeven toonde nu aan, dat men beide voorwaarden kan vervullen, terwijl tevens bleek hoe, binnen bepaalde grenzen, eene hoeveelheid salpeterzuur, grooter dan de voor 2 mol. berekende, gunstigen invloed heeft.

De volgende werkwijze kan nu aanbevolen worden, wanneer men zich in korten tijd groote hoeveelheden dier nieuwe dinitroderivaten wil verschaffen.

100 gram diaethylaniline lost men in zooveel zwavelzuur (D. 1.84) op, dat het volume der oplossing 1200 cM³ bedraagt. Van deze oplossing neemt men porties van 120 cM³, koelt deze tot 0° af en voegt er dan onder omschudden langzaam eene oplossing van 14 gr. salpeterzuur (D. 1.49) in 42 gram zwavelzuur aan toe, zorg dragende de temperatuur bij het nitreeren niet boven 5° te laten stijgen. Natat het mengsel een paar uur gestaan heeft, giet men het onder flink omroeren in een mengsel van 250 gr. water en 250 gr. ijs. De eindtemperatuur is dan 30°.

De aanvankelijk heldere oplossing begint vrij spoedig troebel te worden, onder afzetting van het bij 95° smeltende product. Men filtreert na ongeveer een uur en indien het filtraat niet meer noemenswaardig troebel wordt, voegt men er een gelijk volume water

¹⁾ Lost men m.nitrodiaethylaniline in verdund salpeterzuur op, dan verkrijgt men na zeer lang staan, naast het bij 95° en het bij 76° smeltende product ook een dinitromonoaethylaniline (1.3.4) dat o.a. ook gevormd wordt bij oxydatie van het bij 76° smeltende met chroomzuur-anhydride in azijnzure oplossing.

bij, onder omroeren. Er slaat een geel product neer, dat eveneens afgefiltreerd wordt; dit is het bij 80° smeltende 1. 2. 4. dinitrodiaethyl-aniline, dat — vooral bij gebruik van meer water — soms met eenig rood 1. 3. 6. dinitrodiaethyl-aniline verontreinigd is.

Door het filtraat daarvan met soda te neutraliseeren krijgt men het bij 76° smeltende 1. 3. 6. derivaat.

Men heeft thans de reactie geheel in de hand. Gebruikt men meer dan de aangegeven hoeveelheid zuur, dan loopt men kans ook trinitro-derivaten te verkrijgen, die de zuivering van het 1. 3. 4. dinitro-di-ethyl-aniline bemoeielijken.

De bij 95° smeltende verbinding gaat door behandeling met salpeterzuur van 60% (D. 1.37) gemakkelijk in trinitroderivaten over. Men lost daartoe 2.5 gr. in ± 21 cM³ van dit zuur op bij gewone temperatuur. Na eenigen tijd staan ($\pm \frac{1}{2}$ uur) zetten zich onder warmteontwikkeling gele kristallen af, die men onmiddellijk affiltreert. Meestal treedt er eenig salpeterigzuur op.

Toen ik deze proef voor de eerste maal uitvoerde verkreeg ik als hoofdproduct een bij 158° smeltende stof.¹⁾ Bij eene herhaling ervan om een grootere hoeveelheid te bereiden, waarbij ook meer salpeterzuur genomen werd, verkreeg ik niet dit, maar als hoofdproduct een bij 175° smeltende verbinding.

De eerste is blijkens de analysesresultaten een trinitrodiaethyl-aniline de andere een trinitromonoaethyl-aniline.

De oorzaak van het verschillend verloop der reactie was nu spoedig gevonden: bij de tweede nitreering was salpeterzuur gebruikt, dat bereid was door verdunning van geel gekleurd zuur van 90%, terwijl bij de eerste het zuur van 1.37 verkregen was door kleurloos zuur van 1.40 te verdunnen met water. Door het aanwezige salpeterigzuur zou dus één aethylgroep door waterstof vervangen zijn.

Dat deze verklaring de juiste is, kon aangetoond worden door het bij 158° smeltende trinitrodiaethyl-aniline in vrij sterk zwavelzuur op te lossen, bij de verkregen oplossing natriumnitriet te voegen en dan de massa in water uit te gieten, waardoor het bij 176° smeltende derivaat afgescheiden werd.

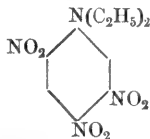
Eveneens werd dit verkregen door oxydatie der diaethylverbinding met chroomzuuranhydride in azijnzure oplossing.

¹⁾ Lost men m.nitrodiaethyl-aniline in verdund salpeterzuur op, dan verkrijgt men na zeer lang staan naast het bij 95° en 76° smeltend product ook een dinitromonoaethyl-aniline (1. 3. 6), dat o. a. ook gevormd wordt bij oxydatie van het bij 76° smeltende met chroomzuur-anhydride in azijnzure oplossing.

Het is verder gelukt de structuur van de beschreven verbindingen te bepalen of af te leiden.

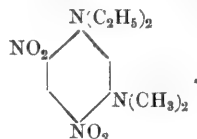
Naar analogie met de uitkomsten van de nitreering van dimethylaniline kan verwacht worden, dat de structuur van de bij 158°

smeltende trinitroverbinding zou zijn :

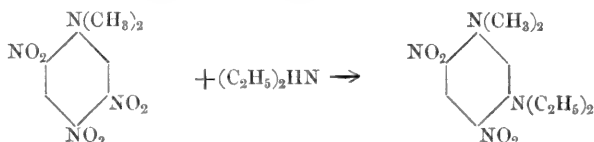


Indien deze hypothese juist is, dan moet door inwerking van *dimethylamine* hieruit een metaphenyleenderivaat ontstaan en wel

4.6. dinitrodimethyldiaethylmetaphenyleendiamine :



Deze stof moet dan echter identisch zijn met het inwerkingsproduct van *diaethylamine* op het vroeger door mij bereide bij 195° smeltende 1.3.4.6. trinitrodimethylaniline :

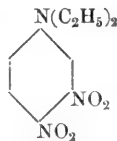


Dr. ULTEE had de welwillendheid deze reacties uit te voeren en verkreeg inderdaad bij beide éézelfde product, dat bij 83° smelt, en bij de analyse uitkomsten gaf vereischt voor de verwachte stof.

Een smeltpuntsbepaling van een mengsel der bij beide reacties verkregen producten toonde geen smeltpuntsverlaging aan.

Wat nu de beide nieuwe dinitroproducten betreft, zal men aan

het bij 95° smeltende de structuurformule :



moeten toe-

kennen. Ééne der nitrogroepen toch is door inwerking van ammoniak of aminen ¹⁾ gemakkelijk te substitueeren, hetgeen er op wijst, dat de beide nitrogroepen zich in orthostand ten opzichte van elkaar bevinden. Er ontstaan dan derivaten van m. phenyleendiamine.

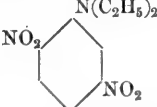
Verder ontstaat dit dinitroderivaat uit m. nitrodiaethylaniline, terwijl

¹⁾ Met ammoniak ontstaat eene bij 135° smeltende verbinding, die in zwavelzure oplossing met sporen salpeterigzuur eene fraai roode verkleuring geeft.

De beschrijving van deze en van vele andere bij dit onderzoek verkregen verbindingen zal in het Recueil verschijnen.

de vorming van het bij 158° smeltende 1.3.4.6. trinitroderivaat door verdere nitreering met die opvatting geheel overeenstemt.

Daarentegen bevat het bij 76° smeltende dinitrodiaethylaniline geene bewegelijke nitrogroep, zoodat men, in aanmerking nemende, dat bij de nitreering met *verdund* salpeterzuur nitrogroepen zich ten opzichte van de aminogroep ortho of meta plaatsen, aan deze verbinding

de structuur:  toegekend zal moeten worden.

De structuur dezer beide verbindingen is dan ook in overeenstemming met die van de nitroproducten, welke ik vroeger uit dimethylaniline verkreeg.

Utrecht.

Org. Chem. Lab. der Univ.

Natuurkunde. — De Heer JULIUS doet eene mededeeling, getiteld:
„*Regelmatische gevolgen van onregelmatige straalbreking in de zon.*”

De beelden die zich vormen op het netvlies van ons oog of in het brandvlak van een kijker kunnen worden beschouwd als de geometrische projecties van lichtuitzendende voorwerpen. Onze voorstelling van het voorwerp, afgeleid uit de gedaante van het beeld, berust op de geldigheid van dien regel. Wordt er niet aan voldaan, bevindt zich bijvoorbeeld een dwarrelende luchtmasa op den weg der lichtstralen, zoodat deze zich krommen en de lichtbundels niet homocentrisch blijven, dan geeft de lichtverdeeling in het beeldvlak ons een verkeerde voorstelling van het voorwerp. Wat wij dan zien, is geen „beeld”.

Men kan nu onmogelijk in twijfel trekken dat lichtstralen, die uitgestrekte gasvormige deelen van hemellichamen doorloopen, daarbij op onregelmatige wijze afwijken van de rechte lijn. Vangt men zulke stralen in een kijker op, dan leveren zij geen beeld van de lichtbron. Willen wij niettemin uit de lichtverdeeling in het brandvlak gevolgtrekkingen maken omtrent stofverdeeling en andere toestanden in en rondom de bron, dan is de eenige weg, dat wij rekening houden met den vermoedelijken loop der lichtstralen binnen het beschouwde hemellichaam.

Door de meeste onderzoekers van zonneverschijnselen wordt dit tot heden onnoodig geacht. Over zonnevlekken, fakkels, flocculi, protuberanties, spreekt men alsof het „voorwerpen” zijn, waarvan de kijkers ons de geometrisch geprojecteerde „beelden” doen zien.

Men *onderstelt* dus dat de straalkromming in de zon te onbeteekenend is om de verschijnselen aanmerkelijk te wijzigen.

Dat men er niet gemakkelijk toe overgaat, het onbeperkt vertrouwen in de optische beeldvorming bij astrofysische beschouwingen prijs te geven, is heel verklaarbaar. Op den eersten blik toch schijnt het alsof men zodoende geen vat meer zou hebben op de zonneverschijnselen, alsof al onze voorstellingen in vaagheid zouden vervloeien. Maar de stap *moet* nu eenmaal worden gedaan; en wij willen trachten aan te toonen dat dit *niet* leidt tot vaagheid, doch integendeel tot scherpe voorstellingen, die den samenhang der voorname zonneverschijnselen duidelijk doen overzien.

Over den graad van refractie die in de zonne-atmosfeer te verwachten is.

Men denke zich de zon als een witgloeiende stofmassa in een gasvormig omhulsel, dat wij als de „zonne-atmosfeer” zullen aanduiden. Of deze laatste al dan niet geleidelijk in de hoofdmassa overgaat, laten wij in het midden. De bestanddeelen der atmosfeer mogen innig gemengd zijn, doch de gemiddelde samenstelling en dichtheid van het mengsel zijn in radiale richting veranderlijk. *Wij zullen ons in deze verhandeling uitsluitend bezighouden met den invloed dien het selectief absorbeerende gasmengsel der zonne-atmosfeer heeft op het witte licht, dat door de diepere deelen der zon wordt uitgestraald.* Misschien zijn er plaatselijke opeenhoopingen van bepaalde gassen: die mogelijkheid laten wij thans buiten beschouwing; evenzeer het feit, dat wellicht selectieve straling van de zonne-atmosfeer in merkbare mate bijdraagt tot het waargenomen zonlicht.

Behalve in radialen zin is de dichtheid ongetwijfeld ook in andere richtingen veranderlijk, en wel op onregelmatige wijze, wegens bewegingen in de gasmassa. De vraag is, of daarbij redelijkerwijze dichtheidsgradiënten te verwachten zijn van voldoende grootte, om duidelijke brekingsverschijnselen te veroorzaken.

Indien onregelmatige dichtheidsgradiënten, ongeveer zoo groot als de verticale gradiënt in onzen aardsehen dampkring $\left(\frac{d\Delta}{ds} = 16 \times 10^{-10}\right)^1$ aanwezig zijn in de zonnegassen, moet dit reeds een zeer merkbaaren invloed hebben op de lichtverdeeling over de zonnescijf. Immers voor gassen geldt bij benadering de betrekking ²⁾

¹⁾ Versl. Natuurk. Afd. XVII, p. 199; Contributions from the Mount Wilson solar Observatory, No. 29, p. 8; Astroph. Journ. 28, p. 367 (1908).

²⁾ Versl. Natuurk. Afd. XV, p. 326; Astroph. Journ. 25, p. 107 (1907).

$$\frac{d\Delta}{ds} = \frac{1}{R\rho}$$

tusschen den dichtheidsgradiënt, de refractieconstante of het soortelijk brekingsvermogen $R = \frac{n-1}{\Delta}$, en den kromtestraal ρ van lichtstralen loodrecht op den gradiënt zich voortplantende. Onderstelt men nu dat de gemiddelde waarde van R voor het gasmengsel der zonne-atmosfeer niet al te veel van 0,5 verschilt, zoo vindt men voor ρ de waarde 1.25×10^9 c.M.; dat wil zeggen de kromtestraal van lichtstralen, die zich voortplanten loodrecht op den onderstelden gradiënt, is ruim 50 maal kleiner dan de straal der fotosfeer ($r = 7 \times 10^{10}$ c.M.). Zelfs in een betrekkelijk dunne chromosfeer-laag kan dus het licht dat uit grootere diepten komt zeer merkbaar van richting veranderen.

Te meer geldt deze gevolgtrekking voor lagen waar de drukking verscheidene atmosferen bedraagt en waar dus allicht ook in vortices dichtheidsgradiënten, grooter dan de genoemde, voorkomen.

En de beteekenis der straalkromming neemt nog aanmerkelijk toe voor lichtsoorten uit de naaste omgeving van absorptielijnen. Zulke lichtsoorten toch ondergaan anomale refractie. De refractie-constante van het absorbeerende gas kan daarbij vele honderden malen grooter zijn dan 0,5; dus zelfs wanneer dat gas slechts tot een bedrag van enkele procenten in het mengsel aanwezig is, zoodat ook zijne dichtheidsgradiënten slechts enkele procenten van die der zonne-atmosfeer bedragen, zal toch zulk licht sterker gekromd worden dan de normaal gebroken stralensoorten. De lengte der kromtestralen is dan een nog kleinere fractie van den straal der fotosfeer.

Over de lichtverdeeling, teweeggebracht door eene plaatselijke verijling of verdichting in de zonne-atmosfeer.

In fig. 1 (Pl. I) moge SS' een deel van een grooten cirkel van het fotosfeeroppervlak voorstellen. Of in dat oppervlak een werkelijke discontinuïteit heerscht in den toestand der stof, is voor de volgende beschouwingen van ondergeschikt belang. Volmaakt ondoorschijnend zal het wel niet zijn; en wij mogen veilig aannemen dat een er buiten gelegen punt M volgens de richting ab meer licht ontvangt dan volgens andere richtingen cd , ef , gh . Een waarnemer bevinde zich op grooten afstand in de richting MN . Denken wij ons nu, schematisch, de atmosfeer $SQQ'S'$ overal van gelijke dichtheid behalve in de omgeving van het punt M . Daar moge de dichtheid een *minimum* zijn (geval A) of wel een *maximum* (geval B), en

geleidelijk naar alle kanten in de normale waarde overgaan. De gradiënt zij het grootst tusschen het doorgetrokken en het gestippelde cirkeltje. Fig. 1 heeft betrekking op geval *A*. De stralen die de omgeving van *M* in de richting *MN* verlaten, zijn daar in het niet-homogene gebied in zoodanigen zin gekromd, dat de concave zijde naar de plaatsen van grootere optische dichtheid, dus van *M* af, is gewend. Uit een verwijderd punt *N* zal men in het genoemde gebied een zekere lichtverdeeling waarnemen, bepaald 1° door richting en grootte der dichtheidsgradiënten en 2° door richting en intensiteit van het invallende licht. Een strenge oplossing zou de kennis van de dichtheid in elk punt en van de intensiteit voor elke invalrichting vereischen; maar het is niet moeilijk in te zien dat het resultaat in hoofdzaak aldus moet wezen: In het midden vertoont het beschouwde gebied de intensiteit van den achtergrond volgens de richting *ef*; nabij den rand *m*₁ zal de intensiteit grooter zijn, corresponderend met de richting *ab*; nog verder naar buiten misschien weer kleiner (richting *cd*); maar zeker is zij uiterst klein nabij den rand *m*₂, van waar den beschouwer slechts stralen bereiken die niet meer uit de fotosfeer afkomstig zijn.

Het niet-homogene gebied, hoewel volmaakt doorschijnend, ziet er dus uit als een voorwerp dat links donkerder en rechts lichter is dan de achtergrond.

Was rondom het beschouwde gebied de dichtheid der atmosfeer niet volmaakt constant, dan zou dit op de lichtverdeeling daarbinnen wel is waar invloed hebben, maar het hoofdkarakter ervan niet wijzigen. Uit geval *A* leiden wij dus den regel af:

Een betrekkelijk klein gebied in de zonne-atmosfeer, waarbinnen de dichtheid een minimum is en dat zich excentrisch op de zonnenschijf projecteert, zal aan den kant die van het midden der schijf is *afgewend*, *donkerder* schijnen dan de omgeving, en kan aan den naar het midden *toegekeerden* kant *helderder* zijn dan de omgeving, doch dit laatste alleen indien de afstand tot het centrum niet te klein is.

Projecteert zich het gebied van minimale dichtheid kort bij het middelpunt der schijf, dan vertoont het zich aan alle kanten donker omgrensd.

Beschouwen wij thans den stralengang in een klein gebied, waarbinnen een *maximum* van dichtheid gevonden wordt (geval *B*, fig. 2). De stralen krommen zich weer *zóó*, dat de concave kant naar de plaatsen van grootere dichtheid gericht is, dus nu naar *M* toe ¹⁾. Uit

¹⁾ Als in de beide gevallen *A* en *B* de dichtheidsgradiënten dezelfde absolute waarden hadden, zou in geval *B* de richtingsverandering der stralen in 't algemeen

N bezien, maakt het gebied rondom M den indruk van een voorwerp, dat links meer licht, rechts minder licht uitstraalt dan de achtergrond.

Geval B levert ons dus den regel:

Een betrekkelijk klein gebied in de zonne-atmosfeer, waarbinnen de optische dichtheid een maximum is en dat zich excentrisch op de schijf projecteert, zal aan den kant die naar het midden der schijf is *toegewend*, *donkerder* schijnen dan de omgeving, en kan aan den van het midden *afgekeerden* kant *helderder* zijn dan de omgeving, mits zijn afstand tot het centrum groot genoeg is.

Projecteert zich het gebied van maximale dichtheid kort bij het middelpunt der schijf, dan vertoont het zich aan alle kanten donker omgrensd.

In ons schema onderstelden wij dat de gebieden van kleinere of van grootere optische dichtheid ten naaste bij bolvormig waren. Om er ons van te overtuigen of het hoofdkarakter van de lichtverdeling door de genoemde regels blijft weergegeven, ook als de loop der dichtheidsgradiënten minder eenvoudig of zelfs zeer onregelmatig is, kunnen wij het onderzoek door eenvoudige proefnemingen aanvullen.

Eenige proeven met kromme lichtstralen.

Verzadigde keukenzout-oplossing heeft bij 15° het soortelijk gewicht 1.204; even groot is het soortelijk gewicht van een mengsel van 78 deelen zuivere glycerine met 22 deelen water. Een druppel van een dezer vloeistoffen blijft in de andere geruimen tijd zwevend, maar lost daarin langzamerhand op. De groote viscositeit van de slechts weinig verdunde glycerine is oorzaak, dat bij dit proces geen te snelle stroomingen plaats vinden: het chloornatrium en de glycerine diffundeeren tegen elkander in.

Daar nu de glycerine-oplossing voor geel licht den brekingsindex 1.44 bezit, de zoutoplossing den index 1.38, heerscht in het diffusiegebied een sterk verval van optische dichtheid. Lichtstralen kunnen er buigen met een kromtestraal van slechts enkele millimeters. Zij bijv. op een gegeven oogenblik de laag waarin diffusie plaats vindt 0.02 cM. dik, dan is de gemiddelde grootte van $\frac{dn}{ds}$ aldaar $\frac{1.44 - 1.38}{0.02} = 3$,
dus de kromtestraal

grooter zijn dan in A , omdat in B de stralen in denzelfden zin gekromd zijn als de niveaувlakken der dichtheid, en zij dus een langeren weg in het niet-homogene gebied afleggen.

$$q = \frac{n}{\frac{dn}{ds}} = \frac{1.41}{3} = 0.47 \text{ cM.}$$

Wij kunnen derhalve met behulp van de genoemde vloeistoffen onregelmatige straalbreking in de zonneatmosfeer nabootsen, met behoud van ongeveer gelijke grootte-verhouding tusschen de kromtestralen der lichtstralen en de afmetingen der lichtbron, indien wij aan deze laatste een middellijn van enkele centimeters geven.

De proeven werden als volgt ingericht.

Tegen den achterwand van een bakje van spiegelglas werd een diaphragma geplaatst met een cirkelvormige opening, die door matglas was afgedekt. Een stel groote condensorlenzen ontwierp het (weinig vergrootte) beeld der koolspitsen van een booglampje (3 Amp.) op een afstand van ongeveer 6 cM. achter het midden van de diaphragma-opening. Daardoor werd het matglas tot een cirkelvormige lichtbron wier intensiteit van het midden naar den rand geleidelijk afnam.

In het bakje bevinde zich glycerine-oplossing. Men perst daarin een druppel zoutoplossing uit een glazen buisje waarvan het eene uiteinde tot een lange, zeer dunne capillair is uitgetrokken (opdat bij het indompelen ervan in de glycerine, deze weinig in opschudding worde gebracht) en het andere einde afgesloten is door een caoutchouc dopje. Het beeld α op plaat II toont drie druppels, die achtereenvolgens uit hetzelfde buisje werden geperst. Men ziet dat zij slechts langzaam van vorm veranderen. Die aan den rechterkant is de oudste; daar is het diffusie-proces dus verder gevorderd dan bij de volgende. In den druppel ontstaan blijkbaar oplossingen van verschillend soortelijk gewicht, want een deel van den inhoud beweegt zich naar beneden, een deel naar boven. Nog duidelijker is dit te zien in β , die drie druppels in een later stadium vertoont. Overal is binnen den druppel de optische dichtheid een minimum, ook nog in de dunnere uitloopers waar de diffusie reeds verder is voortgeschreden, en men vindt den boven uitgesproken regel voor geval *A* in allen deele bevestigd.

Voorbeelden van geval *B* zijn afgebeeld in γ , δ , ϵ . Het bakje was gevuld met de oplossing van NaCl en daarin werden een paar druppels van de optisch dichtere glycerine-oplossing geperst. Wegens de kleinere viscositeit van de middenstof veranderden en verplaatsten zich deze druppels sneller dan die in het eerste geval; en daar men met het fotografeeren zoolang wachtte totdat de diffusie behoorlijk gevorderd was, waren de druppels meestal dan reeds zeer onregelmatig uitgerekt. Maar het algemeene karakter springt ook hier

duidelijk in het oog: steeds is van een optisch dichter gebied de donkere kant naar het midden van de lichtbron, de heldere kant naar buiten gekeerd. Al de fijne slieren zelfs, die uit de dikke droppels in ϵ omlaag zakken, vertoonen diezelfde eigenaardigheid.

Verder blijkt, dat nabij het midden van de schijf zoowel een verdichting als een verijling slechts *vermindering* van de gemiddelde lichtsterkte per vlakke-eenheid te weeg brengt. Als dus in het bakje een zeer groot aantal droppels van grooter of kleiner optische dichtheid werden gebracht, zoodat het zich geheel met slieren vulde, zouden de centrale deelen van het gezichtsveld *gemiddeld* een veel kleinere intensiteit vertoonen dan wanneer de vloeistof homogeen was. Maar plaatselijk zou men daarin, door samenloop van omstandigheden, de oorspronkelijke lichtsterkte wel kunnen aantreffen, die dan ver boven 't gemiddelde zou uitblinken.

Op het midden der zonnenschijf neemt men inderdaad hier en daar plekken waar, die den gemiddelden achtergrond in helderheid aanmerkelijk overtreffen. Door FÉNYI ¹⁾ werd dit feit aangevoerd als argument *tegen* de opvatting, dat het licht van protuberanties gebroken fotosfeerlicht zou kunnen zijn, omdat door geen optisch stelsel, door geen spiegeling of breking, de intrinsieke helderheid van een voorwerp kan worden verhoogd. Met deze wet komen wij echter bij de bovenstaande beschouwingen niet in botsing, zoodat het genoemde bezwaar van FÉNYI ondervangen is.

De beide gevallen *A* en *B* kunnen met onze vloeistoffen ook wel gelijktijdig verwezenlijkt worden. Vullen wij namelijk het bakje met een mengsel van gelijke deelen der beide oplossingen, en brengen wij daarin van elke der oorspronkelijke oplossingen één druppel, dan hebben we zoowel een gebied van maximale als een van minimale dichtheid. Het beeld ζ toont links een glycerine-, rechts een zoutdruppel in hun tegengesteld optisch gedrag.

Om verschillende redenen acht men het bestaan van vortices in de zonne-atmosfeer waarschijnlijk. In de as van een vortex is de dichtheid een minimum. De straalbreking in zulk een gebied moet dan vergelijkbaar zijn met die in onze uitgerekte droppels. In zonnevlekken zijn wellicht vortices waarvan de assen min of meer loodrecht op de fotosfeer staan ²⁾. Bevindt zich een vlek nabij de centrale meridiaan, dan vormt onze gezichtslijn slechts een kleinen hoek met de vortex-as; het licht doorloopt dan lange wegen door het

¹⁾ Memorie della Soc. d. Spettroscopisti italiani XXXVII p. 182 (1908).

²⁾ HALE, Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory Nos. 26 and 30; Astroph. Journ. XXVIII, Sept. and Nov. 1908.

niet-homogene gebied, en de effecten van straalkromming zullen nog grooter zijn dan wanneer het minimum-gebied spherisch was.

Om ook zulke gevallen door proefneming na te bootsen, behoeven wij slechts het licht in vertikale richting door onze vloeistoffen te laten gaan, omdat de druppels zich bij voorkeur in dien zin uitrekken.

Hetzelfde diaphragma met matglas werd dus horizontaal geplaatst, en daarop een bakje met bodem van spiegelglas gezet. Een paar totaal reflecteerende oppervlakken, beneden en boven het bakje aangebracht onder hoeken van 45° met de vertikaal, stelden in staat, het bestralen en het fotografeeren onder bijna dezelfde omstandigheden te doen plaats hebben als straks.

Eenige resultaten vindt men op plaat III. De fotografieën η , en θ hebben betrekking op zoutdruppels in glycerine. Zelfs midden op de lichtschiif ontstaan nu zeer donkere plekken wanneer de gezichtslijn slechts kleine hoeken maakt met de lange cilindrische niveaувlakken der niet-homogene gebieden. Immers stralen, rondom de as van minimale dichtheid volgens de gezichtslijn uittredende, ondergingen in de vloeistof alle zóó sterke breking, dat zij uit de duistere omgeving van de lichtbron afkomstig moeten zijn.

Ligt het ijle gebied ver van het midden der schiif, dan vertoont het ook nu, evenals bij de eerste proevenreeks, steeds een helderen rand aan de zijde die naar 't centrum is toegekeerd.

Met glycerinedruppels in zoutoplossing was het niet zoo gemakkelijk, enkelvoudige, behoorlijk vertikale slieren te verkrijgen, wegens de grootere bewegelijkheid der vloeistof. Maar de fotografieën ι en κ zijn toch voldoende om te laten zien dat men ook daarmee donkere vlekken voortbrengen kan, en dat deze, in tegenstelling met het vorige geval, een helderen rand hebben aan den kant die van het centrum is afgewend.

Soms werd het bakje door een glazen plaat in twee afdeelingen verdeeld. In λ bevond zich rechts van het tusschenschot de optisch dichtere middenstof met een plaatselijke verijling, links de ijlere middenstof met een verdichting. Het beeld μ eindelijk toont beide gevallen in *eenzelfde* middenstof: links zweven twee zoutdruppels, rechts twee glycerinedruppels in een mengsel van de beide vloeistoffen. Al deze druppels waren uitgezakt in een richting, ongeveer loodrecht op het vlak van afbeelding.

Wat zijn zonnevlekken?

Het bovenstaande leidt er toe, de duisterheid van zonnevlekken en de geheele lichtverdeeling in hun omgeving te beschouwen als een gevolg van refractie.

Intusschen vertoont de typische zonnevlek een hoofdkenmerk, dat in onze nabootsingen *niet* als zoodanig wordt teruggevonden, namelijk een penumbra, die de umbra omringt en daarvan in den regel vrij scherp is te onderscheiden.

Maar wij moeten bedenken, dat er ook een essentieel verschil bestaat tusschen den gang der optische dichtheids-gradiënten in een diffundeerenden druppel en dien rondom een vortex. Bij den diffundeerenden druppel worden de grootste gradiënten aangetroffen in de laag van sterkste diffusie, dus niet ver van zijn buitenkant; in het circulatiegebied rondom een wervelende gasmassa daarentegen *neemt de gradiënt naar binnen toe*.

Dit laatste geval, met zijne optische gevolgen, experimenteel te verwezenlijken is minder eenvoudig; maar dat daarbij inderdaad een umbra en een penumbra verschijnen moeten, blijkt onmiddellijk uit de schematische teekening fig. 3 (Pl. I). Binnen de cilindervormige ruimte *abcd* bevindt zich het circulatiegebied dat den vortex *W* omhult. Stralen die uit de binnenste deelen den beschouwer bereiken, hebben de sterkste kromming ondergaan; zij komen uit de ruimte buiten de fotosfeer en bezitten dus de geringste lichtsterkte. Uit iets verder van het midden der vlek gelegen deelen komt het licht tangentieel uit de fotosfeer: hier is de grens van de umbra. Dan volgen de penumbrastralen; de binnenste daarvan hebben de fotosfeer onder groote hoeken met de normaal verlaten en zijn dus vrij zwak; naarmate men den buitenkant van het circulatiegebied nadert, heeft men te doen met licht dat steeds minder gekromd uit de fotosfeer tot ons komt.

Een storing in deze om zoo te zeggen „normale” opvolging van gradiënten opent de mogelijkheid, dat fotosfeer-licht langs een minder gekromden weg ergens midden uit de vlek treedt. De bekende heldere tongen en schijnbare overbruggingen van vlekken zijn op die wijze gemakkelijk verklaarbaar.

In een stroomende gasmassa verandert meestal de snelheid periodisch (men denke aan windvlagen) en treft men dus afwisselend schalen van grootere en van kleinere dichtheid aan, die loodrecht staan op de stroomrichting. Rondom een vortex moeten zulke schalen ten naaste bij radiaal geplaatst, maar eenigszins spiraalvormig gekromd zijn. De straalbreking in een zoo geconstitueerd optisch stelsel brengt een lichtverdeeling te weeg, die ons als de radiaal-vezelige structuur der penumbra bekend is ¹⁾.

¹⁾ Waarschijnlijk hebben de spiraalvormige flocculi, welke in HALE's spectroheliogrammen met H α -licht (Astroph. Journ. XXVIII, Sept. 1908) zich rondom de vlekken over een veel grooter circulatiegebied uitstrekken, denzelfden oorsprong.

Een bepaalde onderstelling aangaande den vorm van het gebied, waarbinnen de dichtheid een minimum is, hebben wij voor onze vlekentheorie niet noodig. Gelijkt dat gebied op een cylinder waarvan de as naar ons is toegewend, dan zullen wel is waar de gevolgen der lichtbreking iets sterker zijn dan wanneer het bijvoorbeeld bolvormig was, maar ook in het laatste geval kunnen zij reeds sterk genoeg wezen en hebben zij hetzelfde hoofdkarakter. Onze verklaring van het ontstaan van een umbra en een penumbra berust uitsluitend op de onderstelling, dat de dichtheidsgradiënten in een zeker gebied groot genoeg zijn, en van binnen naar buiten doorlopend afnemen.

Anomale dispersie in het gebied eener zonnevlek.

Tot zoo ver hielden wij ons slechts bezig met de gevolgen van lichtbreking in 't algemeen, zonder daarbij te letten op haar verscheidenheid voor de verschillende lichtsoorten van het spectrum, dus op de *dispersie*.

In den regel is de refractie-constante van doorschijnende stoffen positief, en neemt zij voor de golven van het zichtbare spectrum toe met afnemende golflengte. Maar vertoont een stof absorptielijnen, dan heeft in de nabijheid van deze de refractie-constante waarden, die aan weerskanten van elke lijn veelal zóó sterk uiteenloopen, dat de straks bedoelde regelmatige dispersie daarmee nauwelijks vergeleken kan worden. De naburige golven aan den naar het rood gekeerden kant eener absorptielijn zullen wij in het vervolg R-licht noemen, die aan den naar het violet gekeerden kant V-licht. Voor het R-licht heeft de refractie-constante snel toenemende *positieve* waarden bij het naderen van de lijn; voor het V-licht heeft zij snel toenemende *negatieve* waarden als wij de lijn naderen.

Het refractievermogen $n-1$ van een gas is gelijk aan het product $R\Delta$ van zijn refractie-constante en zijn dichtheid.

ARAGO en BIOT vonden dat het refractie-vermogen van een gasmengsel gelijk is aan de som van de refractie-vermogens der bestanddeelen:

$$R_m \Delta_m = R_1 \Delta_1 + R_2 \Delta_2 + \text{enz.}$$

Daar voor de meeste lichtsoorten alle gassen een positieve R hebben, is ook voor het mengsel in het algemeen $R_m \Delta_m$ positief. Maar voor V-licht kan $R_m \Delta_m$ negatief zijn, omdat die term van de som, welke betrekking heeft op het bestanddeel dat de beschouwde absorptielijn levert, voor het V-licht een negatieve waarde kan hebben, zóó groot, dat zij de som der overige, positieve, termen overtreft. Een voorwaarde is natuurlijk, dat de Δ van het bedoelde

bestanddeel niet al te klein zij, m. a. w. dat het vibreerend stelsel, waaraan de lijn in kwestie moet worden toegeschreven, niet al te zwak in het mengsel vertegenwoordigd zij.

Nabij lijnen van *hoofd*bestanddeelen heeft de anomale refractie zeer de overhand, dat het negatieve refractie-vermogen van het mengsel voor V-licht in absolute waarde betrekkelijk weinig verschilt van het positieve voor R-licht.

Welke gevolgtrekkingen moet men hieruit maken ten aanzien van het spectrum van zonnevlekken?

Beschouwen wij in de eerste plaats het geval, dat een gebied met een dichtheids-minimum zich bevindt juist voor het midden der zonneschijf. Lichtsoorten waarvoor $R_m \Delta_m$ positief is, dus vooral het sterk gebroken R-licht, wijken daarin af overeenkomstig den stralengang in onze NaCl-droppels; het V-licht daarentegen, waarvoor $R_m \Delta_m$ groote negatieve waarden heeft, wijkt in datzelfde gebied in tegengestelden zin af, dus volgens het schema der glycerine-droppels. Zoowel het R-licht als het V-licht worden meer verzwakt dan de overige deelen van het spectrum: de Fraunhofersche lijnen zijn in het vlekspectrum verbreed. Aan sterkere *absorptie* is deze verbreding niet toe te schrijven; in zulk een geval spreke men dus liever van een *dispersieband*¹⁾, die de absorptielijn omhult, dan van een verbreede absorptielijn.

Niet alle Fraunhofersche lijnen zijn in 't vlekspectrum verbreed of versterkt. Op de individueele verschillen hoop ik bij eene latere gelegenheid terug te komen. Voorloopig zij slechts herinnerd aan het feit, dat de samenstelling van het gasmengsel niet op alle diepten in de zonne-atmosfeer dezelfde zijn kan. Welke lijnen in 'het vlekspectrum door sterke dispersiebanden worden omhuld, is dus mede afhankelijk van de diepte waarop de plaatselijke verijling zich bevindt.

Behandelen wij in de tweede plaats het geval, dat de vlek excentrisch op de zonneschijf wordt aangetroffen.

Het R-licht vertoont dan een intensiteitsverdeeling van het karakter dat door de proeven met NaCl-droppels wordt weergegeven, d. w. z. het is versterkt aan den naar het centrum toegekeerden kant der vlek, zeer zwak aan den van het centrum afgewenden kant.

Het V-licht wordt in tegengestelden zin gebogen, en geeft een intensiteitsverdeeling als bij de glycerine-droppels werd waargenomen, d. w. z. het is versterkt aan den van het centrum afgewenden kant der

¹⁾ Astrophysical Journal **21**, p. 271—291 (1905) en **25**, p. 95—115 (1907).

vlek, en zeer zwak aan den naar het centrum toegekeerden kant.

In deze beide regels ligt geen speciale onderstelling opgesloten aangaande de wijze, waarop de dichtheidsgradiënten binnen het niet-homogene gebied elkaar opvolgen. Wij kunnen onze voorstelling van de plaatsen, die het R-licht en het V-licht in het beeld eener excentrisch gelegen vlek innemen, nog wat verscherpen, door weer te onderstellen dat in het vlek-gebied de gradiënt van binnen naar buiten afneemt. Ter vereenvoudiging denken wij ons dat gebied ongeveer bolvormig.

De figuren 4 en 5 geven schematisch den loop van R-licht en van V-licht. (Lichtsoorten die geen anomale refractie ondergaan, zouden beantwoorden aan het schema fig. 4, maar met een veel geringeren graad van breking; zij zouden dus een vlek doen zien, waarvan zooveel de umbra als de penumbra kleiner waren dan die van fig. 4). Men ziet dat bij het R-licht de umbra naar den zonnerand toe verschoven is, terwijl in de richting naar het centrum, bij c , een heldere plaats gevonden wordt, omdat van daar het licht komt, dat de fotosfeer loodrecht verlaten heeft. Bij het V-licht daarentegen (fig. 5) is de umbra naar het centrum toe verschoven, en treft men het sterke, loodrecht uitgetreden fotosfeerlicht in p aan.

Op twee gelijktijdig genomen spectroheliogrammen met het R-licht en het V-licht van eenzelfde lijn, moet dit onderscheid het duidelijkst aan den dag komen.

De spectroscop zal ons het volgende doen zien.

Stel dat men de spleet zóó geplaatst heeft in 't zonnebeeld, dat zij de vlek middendoor deelt en gericht is volgens een diameter der schijf. In fig. 6 zij PC een Fraunhofersche lijn; P zij naar den omtrek, C naar het centrum gekeerd. Door de horizontale banden wordt het spectrum van de umbra en de penumbra voor het normaal gebroken licht weergegeven. In het R-licht is de umbra grooter, en wel hoofdzakelijk uitgebreid naar den kant van P (vergelijk fig. 4), zoodat in het bovenste deel van het spectrum de Fraunhofersche lijn verschoven schijnt naar het rood, een indruk die nog versterkt wordt, doordien op dezelfde plaats van de vlek het V-licht een maximum van helderheid vertoont in p (vergelijk fig. 5). Aan den kant van C hebben R-licht en V-licht de rollen verwisseld¹⁾.

¹⁾ De lichtverdeling in fig. 6 is afgeleid uit die in de figuren 4 en 5, met inachtname van de gedaante der dispersiekromme, voorgesteld in fig. 8.

Men moet zich namelijk de geheele vlek van fig. 4 kleiner denken, naarmate de beschouwde lichtsoort verder van de absorptielijn gelegen is, omdat de ordinaten $(R_m \Delta m)_R$ in fig. 8 naar het rood toe voortdurend afnemen, totdat zij de constante

De verbredening der lijn strekt zich nog een eind buiten de gemiddelde penumbra uit, omdat voor R- en V-licht ook de penumbra grooter is dan voor licht dat geen anomale dispersie ondergaat.

In het spectrum van een excentrisch gelegen vlek moeten derhalve, als de spleet radiaal over het zonnebeeld geplaatst is, de Fraunhofersche lijnen min of meer S-vormig gekromd zijn, in een mate, afhankelijk van de sterkte der anomale dispersie waartoe zij aanleiding geven, en van den afstand der vlek tot het middelpunt der schijf. Is die afstand zoo klein, dat er geen voldoende asymmetrie meer in den lichttoevoer bestaat, dan wordt het verschijnsel onmerkbaar.

Heeft de spleet een andere richting, dan is het effect geringer; het verdwijnt als de spleet loodrecht staat op de verbindingslijn van de vlek met het middelpunt der schijf.

Moet men in zonnevlekken radiale beweging aannemen?

Bulletin N^o. XV van het Kodaikánal Observatory (Febr. 1909) bevat eene merkwaardige mededeeling van J. EVERSLED, getiteld: "Radial movement in sunspots". Daarin worden verschijnselen beschreven die *volkomen* in overeenstemming blijken te zijn met de hier behandelde noodzakelijke gevolgen van straalbreking. In alle onderzochte vlekken vond EVERSLED lijnverplaatsingen, beantwoordende aan de volgende vaste wet. Waar ook een vlek gelegen moge zijn op de zonnenschijf, mits op een afstand grooter dan 10^2 van het centrum, steeds staan in haar spectrum de meeste Fraunhofersche lijnen een weinig scheef indien de spleet loopt over het midden van de vlek en gericht is naar het centrum der schijf. Stelt men de spleet loodrecht op deze richting, dan verdwijnt de scheefheid.

waarde $R_0 \Delta_0$ bereiken (zie blz. 196). De lichtverdelingen die men daarbij achtereenvolgens op de lijn PC van fig. 4 zou aantreffen, werden in fig. 6 nevens elkander gezet aan den rooden kant der absorptielijn.

Evenzoo ging men te werk aan den violetten kant. Daar nemen de negatieve ordinaten van fig. 8, als men zich van de absorptielijn verwijderd, af, en moet men dus de lichtverdeling die langs de lijn PC van fig. 5 heerscht, op telkens kleiner schaal in fig. 6 overbrengen. Maar in het punt c' van fig. 8 wordt $(R_m \Delta_m)_V = 0$; licht van die golflengte ondergaat geen straalbreking in de zonne-atmosfeer, zoodat het „vlekspectrum" daar onderbroken is. Vervolgens krijgt $(R_m \Delta_m)_V$ positieve waarden, toenemende tot $R_0 \Delta_0$, en moet men dus de lichtverdeling weer ontleenen aan fig. 4.

De vleklijnen zijn derhalve niet alleen scheef, maar ook asymmetrisch, hetgeen vooral bij de zwakkere lijnen merkbaar moet zijn, mits de dispersie van het spectraaltoestel groot genoeg is.

De verplaatsing is steeds naar rood aan den naar den zonsrand gekeerden, en naar violet aan den naar het centrum gekeerden kant der vlek; haar bedrag is uiteenlopend voor de verschillende lijnen¹⁾.

Om dit alles te verklaren roept EVERSLED het beginsel van DOPPLER te hulp. Hij moet dan aannemen, dat in de vlek de materie zich straalsgewijs uit het midden er van naar buiten beweegt, evenwijdig aan de oppervlakte der zon, en wel met toenemende snelheid. Aan den omtrek der penumbra komt zij vrij plotseling tot rust. In het midden der vlek zijn de spectraallijnen zoo goed als *niet* verplaatst; er is daar dus geen beweging van beteekenis in een richting loodrecht op de fotosfeer. Het blijft alzoo een onoplosbaar raadsel, waar de stof vandaan komt, die zich permanent uitspreidt in de vlek, en evenzoo waar zij zich opstapelt. Verder geschiedt de beweging van de verschillende elementen met verschillende snelheden: van 0 tot meer dan 2 kilometers per seconde. Deze bewegingstoestand is bovendien, zooals EVERSLED zelf opmerkt, absoluut onvereinigbaar met de conclusies waartoe HALE gekomen is bij zijne onderzoekingen omtrent vortices en magnetische velden in zonnevlekken.

De bezwaren, aan EVERSLED's verklaring van de belangrijke door hem ontdekte feiten verbonden, schijnen mij onoverkomelijk. Beweging in de gezichtlijn kan de oorzaak van die systematische lijnverplaatsingen niet zijn. Evenmin is het mogelijk, ze aan drukking of aan de werking van magnetische velden toe te schrijven zonder hoogst onwaarschijnlijke hulphypothesen in te voeren. Aan een verklaring daarentegen, die slechts op de anomale refractie van fotosfeerlicht in plaatselijke verwijlingen berust, staan, voor zoover ik dat op 't oogenblik inzie, geen moeilijkheden in den weg.

Over den oorsprong der Fraunhofersche lijnen.

Een zonnevlek hebben wij beschouwd als een gebied, waarin overal de dichtheidsgradiënt met een zekere gelijkmatigheid van binnen naar buiten afneemt, en dus over groote afstanden hetzelfde voorteeken behoudt.

¹⁾ H_{β} vertoonde de scheefheid niet. Wij schrijven dit hieraan toe, dat de anomale dispersie van de waterstof in de zonneatmosfeer *te sterk* is om op gelijke wijze als bij de andere lijnen te blijken. De dispersieband van H_{β} is in het gemiddelde zonnespectrum reeds meer dan een Ångstr. eenh. breed; in het vlekspectrum breidt hij zich nog zóó veel meer uit, dat men geneigd is, hem niet meer tot de lijn te rekenen, en dus de lijn voor verzwakt houdt. De centrale fijne lijn is de echte *absorptie*-lijn H_{β} , en deze kan door straalbreking niet verplaatst of gekromd worden.

Ook buiten de vlekken, door de geheele zonneatmosfeer, nemen wij het bestaan van dichtheidsgradiënten aan die op vele plaatsen van dezelfde orde van grootte mogen wezen als in de vlekken, doch meermalen van teeken wisselen, minder stelselmatig geordend zijn wegens het ontbreken van een sterke wervelbeweging.

Evenzeer nu als de verbreeding der Fraunhofersche lijnen in het vlekspectrum een gevolg is van anomale dispersie, moet ook de breedte der lijnen in het gemiddelde zonnenspectrum voor een aanmerkelijk deel aan diezelfde oorzaak te danken zijn.

Bij oppervlakkige beoordeeling zou men de mogelijkheid daarvan in twijfel kunnen trekken. Men zou namelijk kunnen beweren dat, indien het R-licht en het V-licht niet in de zonneatmosfeer *geabsorbeerd* werd, doch slechts in andere richting gezonden, het toch ten slotte uit de zon zou moeten uittreden, zij het ook van andere plaatsen, en dat het dan in het *gemiddelde* zonlicht dus niet zou kunnen ontbreken.

Maar deze redeneering is onjuist.

Om dit in te zien, stelle men zich voor, dat de geheele zonneatmosfeer door denkbeeldige oppervlakken in cellen is verdeeld op zoodanige wijze, dat binnen iedere cel zich òf een dichtheids-maximum òf een dichtheids-minimum bevindt. Die cellen kunnen allerlei vormen hebben.

Beschouwen wij eerst een ongeveer bolvormige cel waarbinnen een minimum van dichtheid wordt aangetroffen (fig. 7). Al het licht dat, uit de fotosfeer SS' komende, dit gebied bereikt in een richting die een hoek φ maakt met de normaal op de fotosfeer, zal bij het verlaten van de cel een divergeerenden bundel vormen. Deze is des te sterker divergeerend naarmate de refractie-constante R_m voor de beschouwde lichtsoort grooter is. (Is R_m negatief, dan wordt de bundel wel is waar eerst convergent, doch divergeert daarna evenzeer).

Voor kleine waarden van φ en niet te sterke breking hebben alle stralen van den beschouwden bundel na het verlaten van de cel nog zoodanige richtingen, dat zij zich van de fotosfeer verwijderen. Maar zoowel bij vergrooting van φ als bij vergrooting van R_m neemt de kans toe, dat van den uittredenden bundel een deel weer naar de fotosfeer gericht is, en de zon *niet* verlaat.

De totale hoeveelheid licht die onze cel binnentreedt wordt gevonden door integratie rondom de normaal en vervolgens naar φ tusschen de grenzen 0 en $\frac{\pi}{2}$. (Wel is waar kan ook licht binnentreden uit hooger gelegen cellen, tengevolge van de daarin plaats hebbende straalbreking, doch die bijdrage is klein vergeleken met

hetgeen van beneden komt). Dit alles zou het hemellichaam verlaten indien er geen straalkromming plaats vond; maar thans keert een gedeelte naar de fotosfeer terug, en wel een des te grooter gedeelte, naarmate R_m een grootere (positieve of negatieve) waarde heeft.

De cellen zijn nu wel is waar niet bolvormig, doch het is duidelijk dat ook voor andere gedaanten onze uitkomst gemiddeld van kracht blijft. En een gebied dat een maximum van dichtheid insluit, geeft als R_m positief is aanvankelijk tot convergentie, maar verderop tot divergentie, en als R_m negatief is steeds tot divergentie aanleiding. Alle ongelijkmatigheden in de dichtheid werken samen, om aan een deel van het licht den doortocht door de zonne-atmosfeer te beletten.

Het licht uit de naaste omgeving der absorptielijnen wordt dus door de zon in mindere mate uitgestraald dan de overige lichtsoorten, niet omdat het in de zonne-atmosfeer geabsorbeerd wordt, maar omdat het voor een deel naar de diepere lagen terugkeert. De Fraunhofersche lijnen zijn absorptielijnen, omhuld door dispersiebanden.

Asymmetrie der Fraunhofersche lijnen.

Uit bovenstaande gewijzigde opvatting van het zonnenspectrum — die KIRCHHOFF's interpretatie niet bestrijdt, doch slechts aanvult — vloeit voort, dat alle Fraunhofersche lijnen zekere systematische afwijkingen moeten vertoonen ten opzichte van hetgeen zuivere absorptielijnen ons te zien zouden geven.

Dispersiebanden, in de zonne-atmosfeer ontstaan, moeten namelijk asymmetrisch zijn, de smalle in sterkere mate dan de breede.

Immers het refractievermogen dier atmosfeer voor elke soort van R-licht, behoorende bij een bepaalde lijn, kan worden voorgesteld door

$$(R_m \Delta_m)_R = (R_1 \Delta_1)_R + (R_0 \Delta_0)_R$$

waarin de term $R_1 \Delta_1$ betrekking heeft op het bestanddeel der atmosfeer dat de beschouwde lijn veroorzaakt, $R_0 \Delta_0$ het refractievermogen van het mengsel der overige bestanddeelen voor de gekozen lichtsoort beduidt. Beide termen zijn positief.

Schrijft men een dergelijke uitdrukking neer voor V-licht, behoorende bij diezelfde lijn :

$$(R_m \Delta_m)_V = (R_1 \Delta_1)_V + (R_0 \Delta_0)_V,$$

dan is daarin de term $(R_0 \Delta_0)_V$ praktisch even groot als $(R_0 \Delta_0)_R$; daarentegen is R_1 nu negatief. Op gelijke afstanden ter weerszijden van de lijn heeft (volgens de wet der anomale dispersie) R_1 ongeveer even groote maar tegengestelde waarden. Kiest men dus aan den violetten kant der lijn een golflengte, symmetrisch gelegen tegenover het straks gekozen R-licht, dan mag men schrijven

$$(R_m \Delta_m)_V = - (R_1 \Delta_1)_R + (R_0 \Delta_0)_R$$

zoodat voor symmetrisch gelegen lichtsoorten de betrekking geldt:

$$(R_m \Delta_m)_R + (R_m \Delta_m)_V = 2 R_0 \Delta_0 = \text{const.}$$

Stellen wij ons voor dat wij de lijn van twee kanten gelijkelijk naderen, dan zijn eerst $(R_m \Delta_m)_R$ en $(R_m \Delta_m)_V$ beide positief; de eerste wordt grooter, de tweede kleiner, en als $(R_m \Delta_m)_R$ de waarde $2 R_0 \Delta_0$ bereikt heeft, wordt $(R_m \Delta_m)_V = 0$, om vervolgens klimmende negatieve waarden aan te nemen. Maar in *absolute grootte* blijft $(R_m \Delta_m)_V$ steeds achter bij $(R_m \Delta_m)_R$; het verschil groeit aan van 0 tot $2 R_0 \Delta_0$ en blijft bij verdere nadering constant.

Fig. 8 heldert dit alles op. De geteekende ordinaten behooren paarsgewijze bij elkaar als waarden van $R_m \Delta_m$ die symmetrisch liggen met betrekking tot de absorptielijn. De gestippelde lijn geeft de nagenoeg constante waarde van $R_0 \Delta_0$ aan. •

De graad van verstrooiing die het licht door breking in de zonnegassen ondergaat wordt bepaald door de *absolute grootte* van $R_m \Delta_m$; zij is dus aan den rooden kant eener absorptielijn gemiddeld grooter dan aan den violetten kant. Die asymmetrie in den dispersieband moet zich openbaren als een verschuiving van de Fraunhofersche lijn naar rood. Maar indien de termen $\pm R_1 \Delta_1$ in een breed gebied sterk de overhand hebben op $R_0 \Delta_0$, m. a. w. als de trillende stelsels, waaraan onze lijn te danken is, een zeer belangrijk bestanddeel van de zonnatmosfeer uitmaken, wordt de asymmetrie en dus ook de verschuiving onmerkbaar.

Een verschuiving van de meeste Fraunhofersche lijnen naar den kant der groote golflengten, ten bedrage van eenige duizendste deelen van een Ångströmsche eenheid, werd reeds in 1896 gevonden door JEWELL. Maar er waren talrijke uitzonderingen: lijnen die geen verplaatsing, of die een verplaatsing naar het violet vertoonden (vergeleken met de ligging in het emissiespectrum).

Onlangs hebben FABRY en BUISSON¹⁾ hunne fraaie, uiterst nauwkeurige interferentiemethode toegepast ter vergelijking van booglichtlijnen van ijzer met lijnen van het zonnenspectrum. Alleen fijne lijnen konden zij op die wijze onderzoeken.

De resultaten van JEWELL vonden zij bevestigd: in den regel verplaatsing naar het rood, doch vele uitzonderingsgevallen. Deze laatste intusschen bleken uitsluitend betrekking te hebben op lijnen, die onder gewone omstandigheden in de lichtboog niet zeer scherp zijn en asymmetrische verbreding ondergaan bij versterking van den

¹⁾ FABRY et BUISSON, Comptes rendus, 15 mars et 29 mars 1909.

stroom. Voor zulke lijnen kon de plaatsbepaling in het emissiespectrum aan juistheid te wenschen hebben overgelaten. FABRY en BUISSON slaagden er in¹⁾, aan die twijfelachtige lijnen grootere scherpthe te geven door de ijzerboog in het luchtledige voort te brengen. Wanneer met het zoo verkregen emissiespectrum het zonnenspectrum vergeleken werd, bleken de uitzonderingsgevallen verdwenen te zijn: *alle onderzochte lijnen waren in het zonnenspectrum naar den kant van het rood verplaatst*. De verschuiving bedroeg van 0,005 tot 0,010 Ångstr. eenh. voor lijnen, wier breedte gelegen was tusschen 0,07 en 0,16 eenheden (intensiteit 1 tot 8 volgens de schaal van ROWLAND).

In den aanvang van hunne interessante mededeelingen zeggen FABRY en BUISSON: „Le déplacement des raies permet (donc) de mesurer les variations de pression. En comparant les raies du spectre solaire avec les raies correspondantes de l'arc à la pression atmosphérique, on a un moyen d'évaluer la pression de la couche renversante, si toutefois aucun autre phénomène n'intervient.” In de onderstelling dat er geen andere storende verschijnselen waren dan die, welke zij in hunne proeven hebben buitengesloten, berekenen zij dan de gemiddelde drukking in de omkeerende laag op 5 à 6 atmosfeeren.

Naar onze overtuiging is die waarde in ieder geval te hoog getaxeerd. Men mag namelijk de waargenomen verschuivingen niet uitsluitend aan drukking toeschrijven, omdat straalbreking zonder twijfel medewerkt aan het verplaatsen der Fraunhofersche lijnen naar rood. En wanneer soms later andere overwegingen er toe mochten leiden, veel lagere drukkingen in dezelfde deelen van de zon voor waarschijnlijk te houden, zal men veilig die onderstelling kunnen maken, zonder daardoor in botsing te komen met de genoemde waarnemingsresultaten van FABRY en BUISSON, omdat die desnoods *geheel* uit anomale dispersie kunnen worden verklaard.

Hetzelfde geldt voor een andere algemeene uitkomst, namelijk voor zekere stelselmatige verschillen die men gevonden heeft tusschen het spectrum van het midden en dat van den rand der zonnenschijf.

Door BUISSON en FABRY²⁾ worden de bedoelde feiten aldus samengevat:

1°. Il y a un changement d'aspect pour certaines raies. Pour les fortes raies, la pénombre est affaiblie dans le spectre du bord. Parmi les autres raies, quelques-unes sont renforcées ou affaiblies sur les bords du disque, et le changement est en général de même sens que dans le spectre des taches³⁾.

¹⁾ FABRY et BUISSON, Comptes rendus, 10 mai 1909.

²⁾ BUISSON et FABRY. Comptes rendus 28, juin 1909.

³⁾ HALE and ADAMS. Astroph. Journ. 25 June 1907.

2°. HALM a annoncé¹⁾ que certaines raies subissent, du centre aux bords, un léger accroissement de longueur d'onde; ses mesures ont été faites sur deux raies rouges du fer, en comparant leurs positions à celles de deux raies telluriques voisines. Il a trouvé un déplacement de 0,012 angström.

BUISSON en FABRY zelf onderzochten nu ook volgens hunne interferentiemethode 14 lijnen van verschillende metalen (intensiteiten 2 tot 6 van de schaal van ROWLAND) en vonden HALM's resultaat bevestigd: een verschuiving naar rood, wisselend tusschen 0,004 en 0,006 Ångstr. eenh., als men van het centrum op den rand overgaat. (Twee vanadium-lijnen vertoonden geen verplaatsing). En tevens bleek hun, dat die lijnen ongeveer 0,010 Ångstr. eenh. breeder waren aan den rand dan in het midden van de schijf. Men kan het dus opvatten alsof de verbredening hoofdzakelijk aan den naar rood gekeerden kant der lijnen plaats vindt.

Wil men — zooals door de ontdekkers geschied is — ook dit verschijnsel als een effect van drukking uitleggen, dan moet men aannemen dat dieper gelegen lagen, die onder hoogere drukking staan, in de nabijheid van den rand der schijf betrekkelijk meer bijdragen tot de vorming der absorptielijnen dan in haar centrum. Bij verschillende moeilijkheden waarop men bij de uitwerking van dit denkbeeld stuit, willen wij niet blijven stilstaan; waarschijnlijk kunnen zij wel met behulp van speciale hypothesen aangaande dikte der lagen, temperatuur en eigenschappen der absorbeerende dampen, worden uit den weg geruimd.

Maar in ieder geval is het onnoodig, uitsluitend de drukking in de zonne-atmosfeer aansprakelijk te stellen voor de genoemde randverschijnselen, want de anomale refractie — die ongetwijfeld plaats vindt — werkt juist in zoodanigen zin, dat men in het randspectrum verbreding van smalle lijnen naar den kant van het rood verwachten moet.

Immers de randstralen hebben gemiddeld een langeren weg door de zonnegassen afgelegd dan de centrale stralen, en daardoor meer gelegenheid gehad, aan intensiteit te verliezen tengevolge van het terugbuigen van een gedeelte van het licht naar de fotosfeer. De grootte van de onregelmatige straalkromming nu wordt bepaald door de absolute waarde van $R_m \Delta_m$; deze is bij de zwakkere lijnen van 't zonnenspectrum merkbaar grooter voor R-licht dan voor V-licht. Die lijnen moeten dus, naarmate de gelegenheid voor lichtverlies toeneemt, vooral aan den rooden kant breeder en sterker worden.

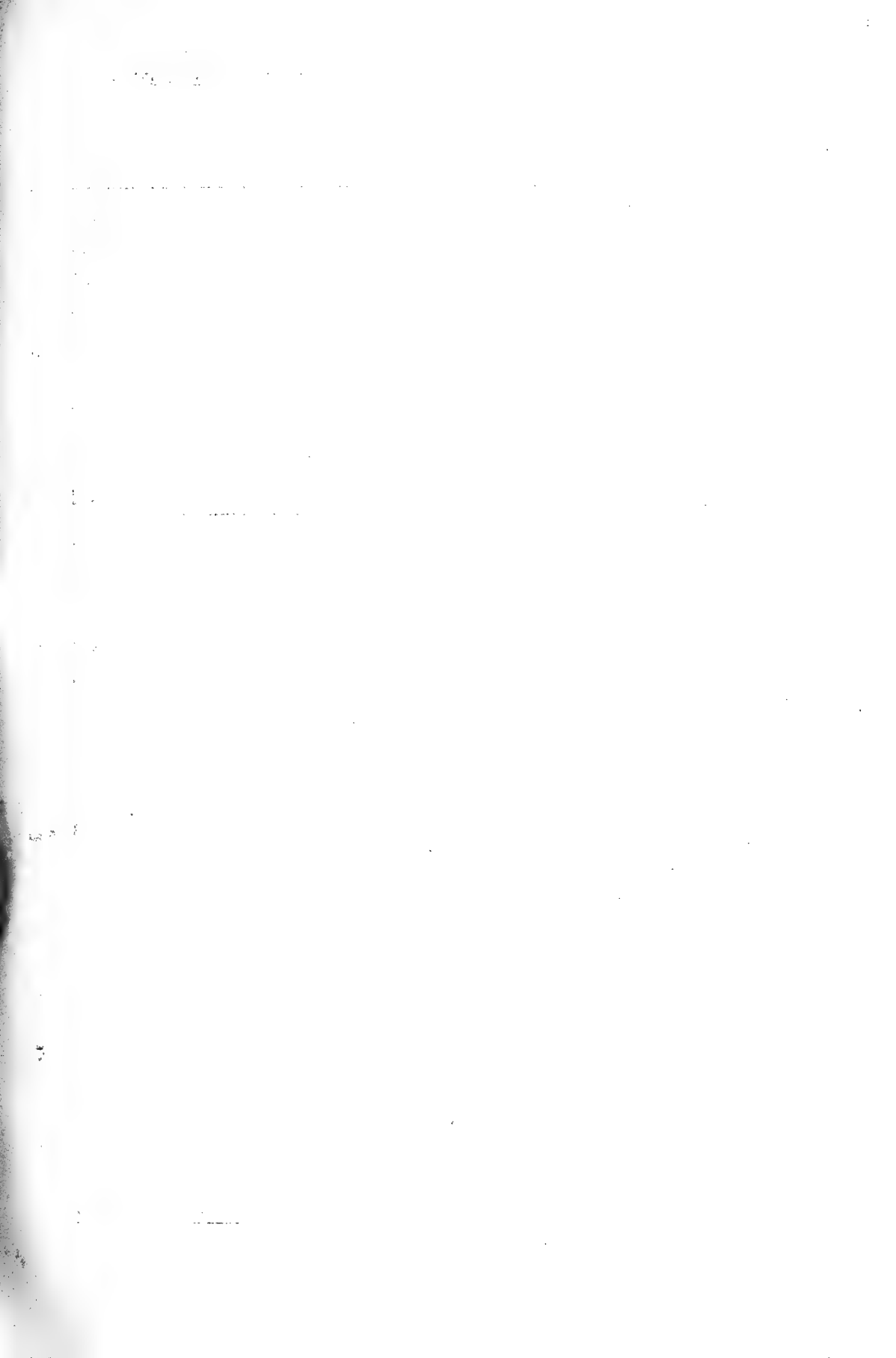
¹⁾ HALM, Astronomische Nachrichten, nos. 41, 46, 47, 1907.

Dat de eigenaardigheden van het randspectrum in vele opzichten gelijken op die van het vlekspectrum, behoeft uit het oogpunt der refractie-theorie geen nadere verklaring. Immers uit de binnenste deelen der penumbra komen feitelijk „randstralen” (vergelijk fig. 3).

Daarentegen zijn er nog tal van bijzonderheden in het gedrag van verschillende Fraunhofersche lijnen, die niet zoo gemakkelijk voortvloeien uit de toepassing der brekingswet — misschien omdat geheel andere oorzaken daarbij mede in het spel zijn, misschien ook omdat de gevolgen der refractie nog veel verder moeten worden doorgedacht. (Men denke aan de verzwakking van de breede uitloopers der zware lijnen in het randspectrum; aan de verzwakking van sommige lijnen in 't vlekspectrum; aan het verschillend gedrag der waterstoflijnen in de spectra van den rand en van vlekken, enz.). Dat alles eischt uitvoerige détail-studie, waarbij men over een groot waarnemingsmateriaal dient te kunnen beschikken.

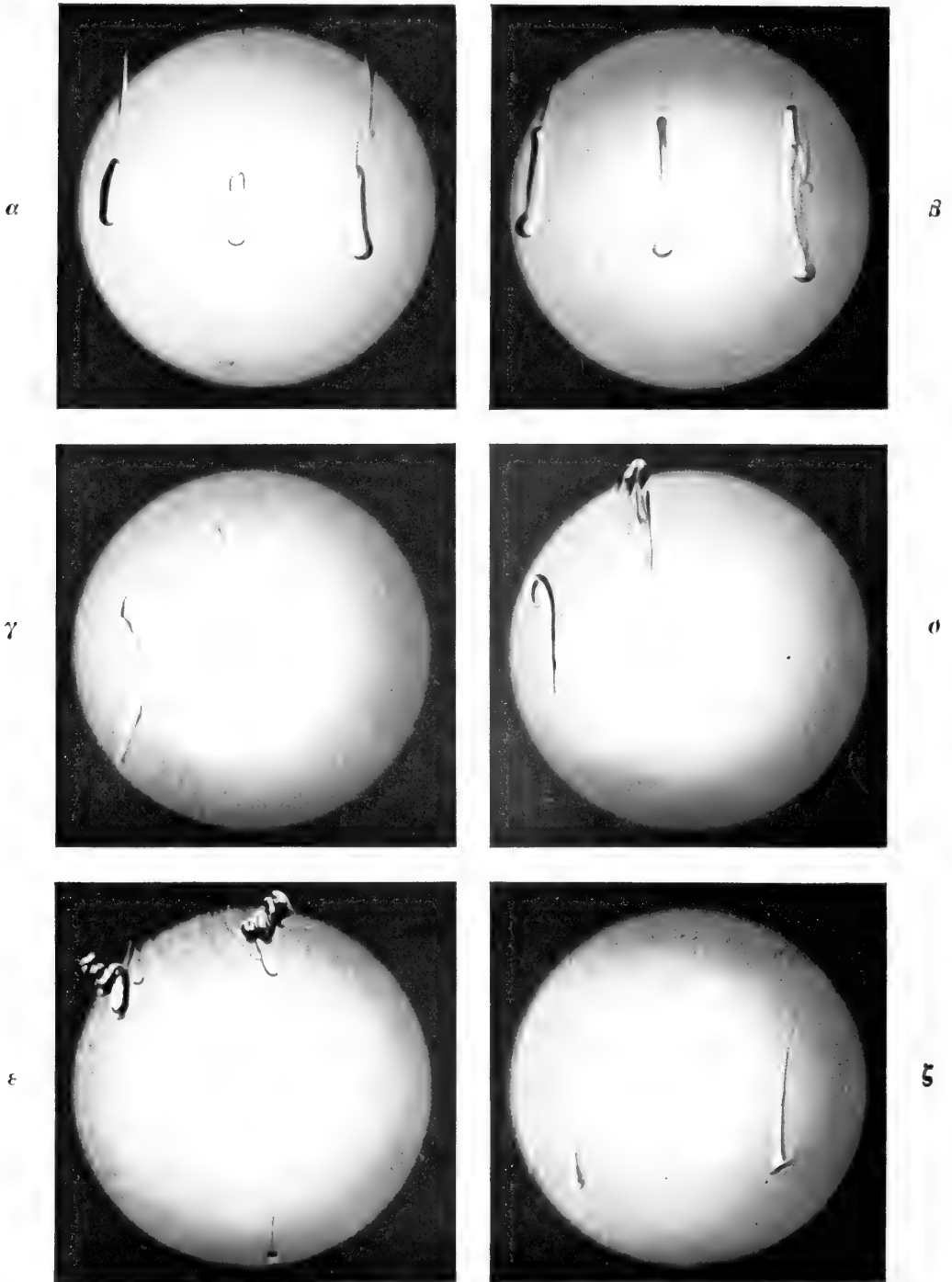
Ten slotte wil ik nog wijzen op een gevolgtrekking waartoe onze opvatting van het Fraunhofersche spectrum voert, maar die in de waarnemingen, voor zoover mij bekend, tot heden niet bevestigd is gevonden.

In het V-licht moet namelijk een lichtsoort voorkomen, waarvoor $R_m \Delta_m = 0$ is (bij c' in fig. 8). Stralen van die en van naburige golflengten ondergaan geringere breking dan licht uit lijnvrije deelen van het spectrum; zij moeten dus plaatsen van grootere helderheid (schijnbare emissielijnen) in het spectrum van het midden der zonneschijf teweeg brengen. Bij sterke Fraunhofersche lijnen ligt het punt c' ver weg, en op een zóó weinig hellend deel der dispersiekromme, dat de lichte band vaag en vermoedelijk onmerkbaar moet zijn; maar bij zwakkere lijnen is de heldere begeleider smal en relatief van grooter beteekenis. Zijn afstand tot de absorptielijn is steeds kleiner dan de breedte der Fraunhofersche lijn. Misschien zal de uiterst gevoelige methode van FABRY en BUISSON in staat stellen, er iets van te zien.



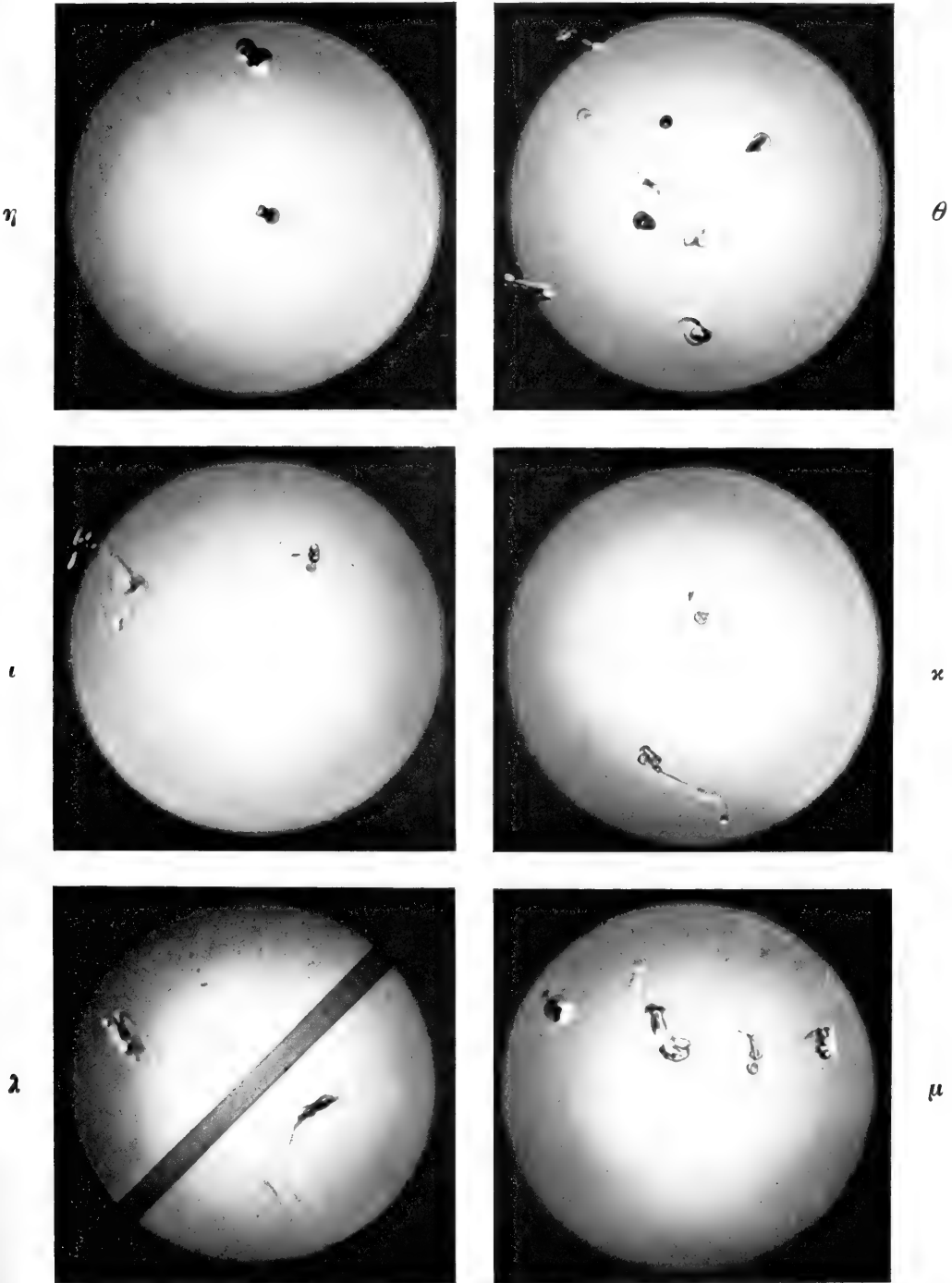
W. H. JULIUS. „Regelmätige gevolgen van onregelmatige straalbreking
in de zon.”

Plaat II.



W. H. JULIUS. „Regelmatische gevolgen van onregelmatige straalbreking
in de zon.”

Plaat III.





Botanie. — De Heer WENT biedt een mededeeling aan van den Heer J. KUYPER: „*De invloed van de temperatuur op de ademhaling der hoogere planten.*”

(Mede aangeboden door den Heer J. W. MOLL.)

Mejuffrouw MATTHAEI¹⁾ voerde in 1905 eenige onderzoekingen uit over de assimilatie van de bladeren van *Prunus Laurocerasus*. De hierbij gevonden cijfers gaven BLACKMAN²⁾ aanleiding tot eenige theoretische beschouwingen onder den titel: „*Optima and limiting factors.*”

Een optimum in een kromme, die de afhankelijkheid van een physiologisch proces van de temperatuur aangeeft, dankt zijn ontstaan, volgens deze beschouwing, aan het optreden van een schadelijken invloed bij hoogere temperaturen, en wel van een, die met de temperatuur toeneemt. Volgde het proces geheel de regels van een chemische reactie, dan zou de regel van VAN T'HOFF-ARRHENIUS voor *elk* temperatuurverschil van 10° gelden; het blijkt uit de cijfers, dat bij assimilatie deze regel slechts opgaat van 0°—20 à 25°. Berekent men op deze wijze de theoretische waarden voor hoogere temperaturen, dan blijken deze hooger te liggen dan de experimenteel gevonden waarden. Tevens blijkt het, dat deze laatste afnemen, naarmate men de objecten langer aan die hoogere temperatuur heeft blootgesteld. Volgens BLACKMAN komt nu de berekende waarde overeen met die, welke men kan vinden door uit de reeks cijfers, gevonden door waarneming in opeenvolgende, gelijke tijden bij constante temperatuur, te extrapoleeren tot een tijd 0.

Deze beschouwing brengt met zich, dat een optimum niet een absoluut punt is, maar dat het verandert met den tijd van waarneming.

De invloed, dien 't proces na langen tijd bij hoogere temperatuur ondervindt, werkt als „limiting factor”. In zijn verhandeling bespreekt BLACKMAN deze beperkende factoren uitvoerig.

Ik heb nagegaan in hoeverre deze theorie van toepassing is op de normale ademhaling van kiemplanten, en geef in de volgende bladzijden een voorloopige mededeeling over de gevonden resultaten.

Als maatstaf voor de ademhaling gebruikte ik de afscheiding van CO₂, die bepaald werd volgens de methode van PFEFFER³⁾. De tem-

1) G. L. C. MATTHAEI, *Philosophical Transactions*, vol. 197 B, p. 47, 1905.

2) F. F. BLACKMAN, *Annals of Botany*, vol. XIX, pag. 281, 1905.

3) W. PFEFFER, *Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen*, Bd. 1, pag. 636—645, 1885.

peratuur werd constant gehouden tot op $1/5^{\circ}$ C.; om te bepalen na hoeveel tijd de objecten geheel op temperatuur waren, heb ik een paar maal het verloop der temperatuur thermoëlectrisch waargenomen; voortdurend kon dit op het botanisch laboratorium niet gebeuren.

De kiemplantjes lagen zooveel mogelijk vrij van elkaar op aluminium platen, die om een spil in het ademhalingsvat geplaatst waren; in het vat bevonden zich steeds 2 bakjes met water, daar de vochtigheid grooten invloed bleek te hebben.

De titratie van het barytwater geschiedde met HCl, met phenolphthaleïne als indicator.

Ik deed als regel waarnemingen om de 5° ; elke proef duurde gewoonlijk 6 uur. Een moeielijkheid, waaraan niet te ontkomen is, is deze, dat, wanneer men zaden lang bewaart, de ademhaling op verschillende tijden aanmerkelijk blijkt uiteen te loopen. De vergelijkbaarheid der cijfers wordt daardoor slechter; ik geef daarom in de volgende tabel een reeks proeven, die met zoo kort mogelijke tusschenruimte genomen zijn.

De meeste proeven werden genomen met *Pisum sativum*; deze zal ik het uitvoerigst bespreken. Voor elke proef werden gebruikt 100 kiemplantjes, die één dag in water en 2 dagen in zaagsel gekiemd waren.

Temp.	mgr. CO ₂ afgescheiden gedurende het						Gemidd. per uur
	1e uur	2e uur	3e uur	4e uur	5e uur	6e uur	
0°	4	4	3.6	4	3.8		3.9
5°	6.7	6	5.6	5.7	5.8		6.1
10°	12	11.2	11.1	11.4	11.4	11.3	11.4
15°	18.6	19	19.4	19.4	20	20.2	19.4
20°	28.6	30.3	30.3	30.6	30.4		30
25°	43.3	42.4	42.2	41.7	40.7	40.9	42
30°	51.7	50.9	52.2	53.6	53.5	53.5	52.6
35°	68.7	62.8	60.1	61.7	60.9	60.9	
40°	73.3	55.2	49	45.3	43	41.2	
45°	73.5	48.4	41.9	35.9	31.9	28.6	
50°	74	38.8	17.8	12	8	5.9	

Uit de gemiddelden voor de ademhaling van 0°—20° blijkt hier reeds, dat de verhouding voor elke temperatuurstijging van 10° tusschen 2 en 3 ligt; uit de gemiddelden van *alle* waarnemingen vind ik de volgende verhouding: ¹⁾

$$\frac{A_{10}}{A_0} = \frac{10.3}{4.3} = 2.4 \quad \frac{A_{15}}{A_5} = \frac{18.5}{5.9} = 3.1 \quad \frac{A_{20}}{A_{10}} = \frac{29.1}{10.3} = 2.8 \quad \frac{A_{25}}{A_{15}} = \frac{40.5}{17.8} = 2.2.$$

De regel van VAN T' HOFF-ARRHENIUS gaat dus op tot 20°, met een coëfficiënt van ongeveer 3. De waarnemingen bij 0° zijn het minst betrouwbaar, omdat bij de geringe hoeveelheid CO₂ de fout van het toestel, die ongeveer 0.7 mgr. bedraagt, den grootsten invloed heeft. Ik heb echter gemeend deze fout niet in aanmerking te moeten nemen, omdat de individueele verschillen der gebruikte planten veel grooter zijn.

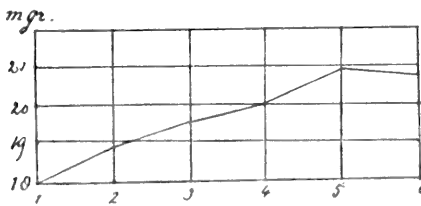


Fig. 1. Ademhaling bij 15° C.

Uit de cijfers blijkt, dat bij 0°, 5° en 10° de ademhaling constant is in de opeenvolgende uren; bij 15° en 20° daarentegen is vaak iets merkbaar van een stijging. (Fig. 1).

bij 30° vertoonen een onregelmatig

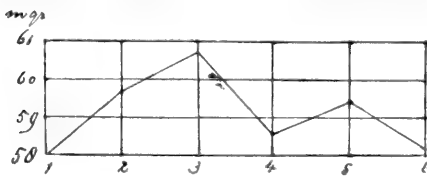


Fig. 2. Ademhaling bij 30° C.

verloop; de cijfers in de tabel voor 25° opgenomen dalen eenigszins; andere vertoonen meer de onregelmatigheid.

De krommen bij 25° en vooral voor 30° geeft fig. 2 een beeld van dit op en neer gaan. Hier zij opgemerkt, dat bij 30° de groei optimaal is, en deze b.v. na 6 uur met het bloote oog duidelijk te constateeren is.

Bij 35° gaat de ademhaling gedurende het eerste uur vrij sterk achteruit, daarna blijft ze eenigszins schommelen; die daling blijft in tegenstelling hiermee doorgaan bij 40°, 45° en 50°; de krommen zien er eenigszins uit als logaritmische (fig. 3), hoewel ze hieraan mathematisch, zoover ik heb kunnen nagaan, niet voldoen. De achteruitgang wordt bij stijging van de temperatuur absoluut en %-gewijs grooter. Het blijkt dus, dat van 35°—50° een schadelijke factor optreedt, dat bij 25° en 30° noch vooruitgang noch achteruit-

¹⁾ A₀ beteekent ademhaling bij 0° enz.

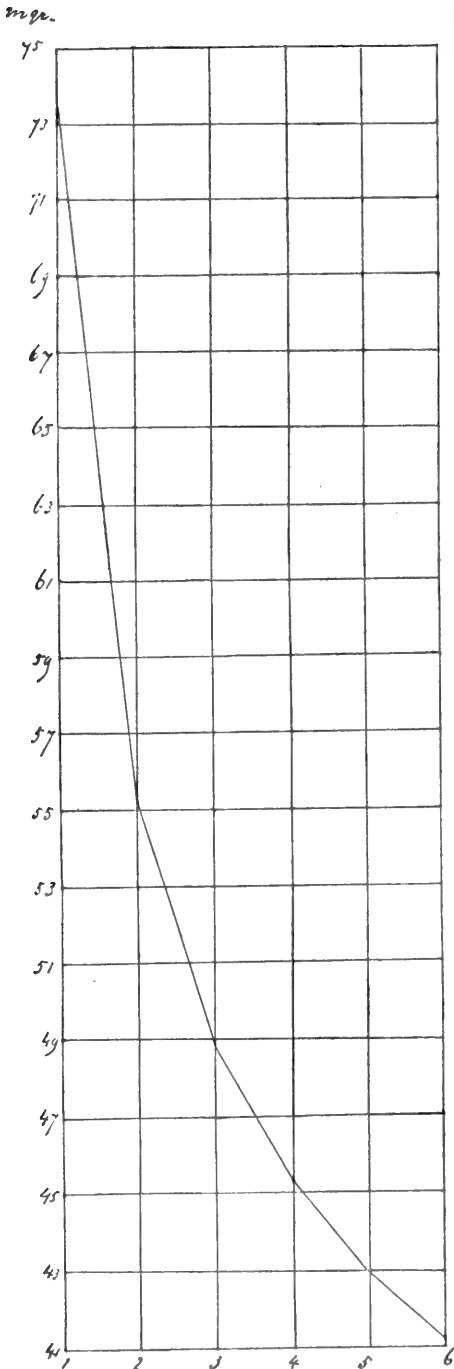


Fig. 3. Ademhaling bij 40° C.

gang is waar te nemen, terwijl bij 15° en 20° een stijging merkbaar is.

Niettegenstaande de voorstelling van BLACKMAN is er reden om na te gaan, hoe het met het optimum voor de ademhaling staat, daar dit een punt van strijd tusschen verschillende onderzoekers is geweest. De voornaamste opgaven zijn die van KREUSLER¹⁾ en van CLAUSEN²⁾.

KREUSLER vond voor takken van *Rubus* geen optimum, de ademhaling stijgt tot aan de temperatuurgrens van het leven, wat ook de meest in handboeken overgenomen opvatting is. De hoogste waargenomen temperatuur is 46°.6 C. CLAUSEN vindt voor *Lupinus luteus* een optimum bij 40°. Ik maak er hier op opmerkzaam, dat CLAUSEN aangeeft, dat hij de plantjes bij 50° 2 uur op die temperatuur hield en dan eerst waarnam. Uit mijn waarnemingen volgt, als men gebruik maakt van de cijfers voor het 1^e uur bij de temperaturen van 35°—50°, de volgende reeks:

0°	5°	10°	15°	20°	25°
4.3	5.9	10.3	18.5	29.1	39.5
	30°	35°	40°	45°	50°
	56.1	68.9	77.7	73	76.4.

Zooals men ziet is van een beslist optimum zoo geen sprake; van af 40° schommelen de waarden eenigszins. Zooals uit de tabel op blz. 202 blijkt, geven de waarnemingen gedurende het 2^e uur een

¹⁾ U. KREUSLER, Landwirtsch. Jahrbücher, Bd. 16, pag. 711, 1887.

²⁾ H. CLAUSEN, Landwirtsch. Jahrbücher, Bd. 19, pag. 893, 1890.

zeer beslist optimum bij 35° ; daarentegen geeft onderstaande tabel, waar

Temp.	CO ₂ afgescheiden per uur in mg. berekend naar waarnemingen van		
	1 uur	1/2 uur	1/4 uur
40°	77.7	79.2	82
45°	73	82	91.6
50°	76.4	92.6	100

de ademhaling voor 40° , 45° en 50° berekend is naar waarnemingen gedurende het 1^e half uur en het 1^e kwartier duidelijk een optimum, dat samenvalt met het maximum. De waarnemingen gedurende 4 opeenvolgende kwartieren geven zeer duidelijk het logarithmisch verloop van den achteruitgang aan, zooals blijkt uit fig. 4.

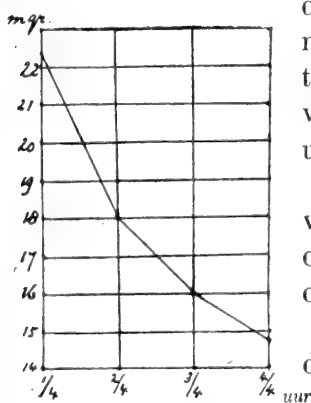


Fig. 4.
Ademhaling bij 45° C. in
4 opeenvolgende kwartieren.

Uit deze cijfers ziet men, dat de opvatting van BLACKMAN voorzover ze de optima betreft, ook voor de ademhaling van *Pisum* geheel opgaat.

Er blijft nu over na te gaan of ook verder de theorie van BLACKMAN van toepassing is; of n.l. de waarde, berekend volgens den regel van VAN T' HOFF-ARRHENIUS, overeenkomt met een door extrapolatie gevonden waarde.

Figuur 5 geeft een voorstelling geheel overeenkomende met die van BLACKMAN¹⁾. De abscis geeft de temperatuur aan, de ordinaat de mgr. CO₂ per uur afgescheiden. De lijn *AB'* geeft de experimenteel gevonden cijfers voor de verschillende temperaturen in het 1^e uur van waarneming, terwijl *AB* is geconstrueerd door als coëfficiënt voor 10° temperatuurverschil aan te nemen 2.8 en de cijfers voor 10° , 15° en 20° als standaardwaarden te beschouwen. Het verband tusschen de hoeveelheid CO₂ en den tijd zou moeten worden aangegeven in een tweede vlak \perp op de abscis. Dit vlak is naar rechts omgeslagen gedacht, voor 40° om de loodlijn bij 40° op de abscis opgericht, en verder voor elke temperatuur om een volgende lijn, daar de punten *D*, *C* en *B* altijd een abscis 0 hebben in dit nieuwe stelsel. Van af het punt 40° geeft de abscis den tijd aan, waarna elke bepaling gedaan is.

¹⁾ BLACKMAN, l.c. pag. 284.

De waarden $D_1—D_6$ enz. zijn ontleend aan de tabel op blz. 2. De lijnen BB_6 , CC_6 en DD_6 zijn niet geheel vloeiende lijnen, zoodat men de punten B , C en D niet als door extrapolatie te vinden mag beschouwen. Aan den anderen kant komt de meer of mindere helling van de stukken BB_1 , CC_1 en DD_1 wel overeen met de meer of mindere helling van de stukken B_1B_6 , C_1C_6 en D_1D_6 .

De totaalindruk, dien men uit deze figuur krijgt, is m.i., dat de voorstelling van BLACKMAN opgaat. Toch meen ik, dat een belangrijke afwijking hierin bestaat, dat de theoretische punten niet door extrapolatie uit de overige cijfers zijn af te leiden. Een betere analyse van het geheele CO_2 afscheidingsproces zal misschien deze afwijking eens verklaarbaar maken.

Van 35° af is, zooals ik hierboven reeds opmerkte, een achteruitgang merkbaar, die aan den een of anderen schadelijken invloed toe te schrijven moet zijn. Ik veronderstelde, dat die invloed ook reeds merkbaar was bij 30° en heb daarom getracht dit op een andere wijze aan te toonen. Ik heb n.l. een reeks proeven genomen, waarbij ik de erwten eerst bij 20° waarnam, dan verwarmde op hoogere temperatuur, en daarna weer waarnam op 20° . De tijden van waarneming werden natuurlijk weer zoo gekozen, dat de erwten goed op temperatuur konden komen; vooraf werd nagegaan of temperatuurwisseling als zoodanig invloed had, door proeven te nemen bij $5^\circ—25^\circ—5^\circ$. Een dergelijke invloed bleek niet aanwezig; de opgaven van ZIEGENBEIN¹⁾ komen geheel met de mijne overeen, in tegenstelling met die van ZALENSKI²⁾ en PALLADINE³⁾, die sterken invloed toeschrijven aan temperatuurwisseling.

Bij deze proeven vond ik nu een daling, tengevolge van den schadelijken invloed door verwarming op 40° en hooger; die achteruitgang was na verwarming op 35° zeer gering; zóó, dat de invloed twijfelachtig was en een verblijf bij 30° had geen daling ten gevolge. Ook op deze wijze was dus niets te bereiken. Wel bleek bij verschillend lang verwarmen op 43° , dat de achteruitgang voor 15 min., $\frac{1}{2}$ uur, 1 uur en $1\frac{1}{2}$ uur, grafisch voorgesteld, een logaritmische lijn gaf. De verzwakking van de ademhaling tengevolge van een verwarming op 40° bleek na 8 uur weer geheel opgeheven te zijn.

Ik heb hierna de proeven uitgebreid over *Triticum vulgare* en

1) E. ZIEGENBEIN, Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. XXV, pag. 563, 1893.

2) W. ZALENSKI, Referaat in Bot. Centralblatt, Bd. 95, pag. 251, 1904.

3) W. PALLADINE, Revue générale de Botanique, t. XI, pag. 241, 1899.

Lupinus luteus. Ik ging hier alleen na de ademhaling in opeenvolgende tijden bij temperaturen van 0°—50°. De plantjes werden behandeld als Pisum; ze werden echter één dag langer op zaagsel gelaten.

Voor Lupinus luteus vond ik het volgende voor 100 kiemplanten:

Temp.	mgr. CO ₂ afgescheiden gedurende het						Gemidd. per uur
	1e uur	2e uur	3e uur	4e uur	5e uur	6e uur	
5°	5.2	5.4	5	4.5	4.5		4.9
10°	8	7.8	7.8	8.2	8.5	8.2	8.1
15°	11.2	12.2	13.4	13.4	13.6	13.2	12.9
20°	20.9	21.9	22.9	22.5	21.1	21.5	21.8
25°	30.5	31.6	30.5	29.9	28.3	27.9	
30°	37.9	37.1	34.7	34.6	32.4	31.8	
35°	43.8	43.3	42.1	41.4	41	39.3	
40°	58	49.7	45.1	41.8	42.3	42.1	
45°	57.1	42.3	35.8	34.9	34	31.4	
50°	49.9	12	5.7				

Uit deze cijfers blijkt:

De coëfficiënt voor 10° temperatuurstijging is 2.6; bepaalt men de verhouding $\frac{A_{25}}{A_{15}}$, door voor A_{25} de ademhaling in het eerste uur te nemen, dan vindt men 2.4; door met het gemiddelde van mijn verdere gegevens rekening te houden, wordt dit zelfs 2.5. De regel van VAN 'T HOFF—ARRHENIUS schijnt hier op te gaan tot 25°. Bij 25° begint reeds een zekere achteruitgang, die eerst bij 40° een logarithmische kromme vertoont.

In 't algemeen is Lupinus minder goed tegen hooge temperatuur bestand dan Pisum; na 6 uur bij 45° was de turgor der wortels gedeeltelijk verdwenen. Ten opzichte van de theorie van BLACKMAN geeft Lupinus hetzelfde beeld als Pisum.

Ik laat hier volgen de cijfers verkregen voor Triticum vulgare, met 50 gram 4-daagsche kiemplantjes.

Temp.	mgr. CO ₂ afgescheiden gedurende het						Gemidd. per uur
	1e uur	2e uur	3e uur	4e uur	5e uur	6e uur	
0°	4.4	4.4					4.4
5°	7.6	7.2					7.4
10°	11	11.2					11.1
15°	21.3	22	22	22.9	22.4	22.4	22.1
20°	26.9	27.3	27.1	28.1	28.7		27.1 ¹⁾
25°	36.4	36.4	36.4	39.2	40.8	40.8	36.4
30°	45.7	46.1	47.3	50.3	49.7	50.5	
35°	48.2	44.6	49.7	46.2	47.7	46.8	
40°	51.8	45.4	42.2	38.2	36.4	35.8	
45°	48.7	40.4	33.7	29.7	26.7	24.8	
50°	42.2	22	12.4	10	9.2	8.8	

Uit *alle* beschikbare cijfers vind ik :

$$\frac{A_{10}}{A_0} = \frac{11.4}{4.4} = 2.6 \quad \frac{A_{15}}{A_5} = \frac{20.2}{8.2} = 2.5 \quad \frac{A_{20}}{A_{10}} = \frac{27}{11.4} = 2.4.$$

De coëfficiënt is hier gemiddeld dus 2.5. Beschouwen we het verloop bij elke temperatuur, dan zien we, dat tot en met 30° een zeer duidelijke stijging waarneembaar is; ik schrijf dit ten deele toe aan de toename der ademhaling met de kiemingsperiode, waarin de plant zich bevindt. Deze toename is reeds geconstateerd door RICHAVI²⁾; zelf vond ik o. a. bij 20° na 4 dagen kieming 28 mgr. na 5 dagen bij dezelfde planten 36 mgr.

Bij 35° is de curve zeer onregelmatig, terwijl bij hogere temperatuur de logarithmische val zich weer vertoont.

Ook hier is dus het totale beeld ongeveer hetzelfde als bij *Lupinus* en *Pisum*. Verschil tusschen de 3 objecten vertoont zich in de

		Lupinus	Pisum	Triticum
Stijging	merkbaar bij	15°—20°	20°	30°
Op en neergaan	„ „	20°—25°	30°	35°
Daling	„ „	25°—30°	35°	40°

¹⁾ De gemiddelden van 20° en 25° zijn berekend uit de eerste drie uren.

²⁾ L. RICHAVI, Landwirtsch. Versuchsstationen, Bd. 19, 1876.

temperatuur, waarbij de stijging, het op en neergaan en de daling optreden.

Men ziet, dat de drie planten in dit opzicht een reeks vormen.

Ik meen, dat dit verschillend gedrag moet worden toegeschreven aan, of ten minste in nauw verband staat met het reservevoedsel, waarover de plant beschikt. Men vindt nl. in: ¹⁾

	Lupinus	Pisum	Triticum
als reservevoedsel	geen zetmeel eiwit 37 %	zetmeel 54 % eiwit 22 %	zetmeel 74 % eiwit 12 %

Uit deze cijfers blijkt, dat de temperatuur, waarop de schadelijke werking intreedt, hooger is naarmate het zetmeelgehalte hooger is; lager naarmate het eiwitgehalte hooger is. Waarschijnlijk is hierin een aanwijzing gelegen, dat het verloop der ademhaling afhankelijk is van de aanwezigheid van proteolytische of diastatische enzymen; de achteruitgang bij lagere temperatuur bij hoog eiwitgehalte is misschien in verband te brengen met het in het algemeen lager liggende optimum voor de werking van proteolytische enzymen.

Ten slotte vermeld ik een paar proeven met bloemhoofdjes van *Crepis biennis*. Ik nam slechts waar van 30°—50°; bij elk der gebruikte temperaturen was een achteruitgang merkbaar, die zeer sterk was en graphisch voorgesteld een bijna rechte lijn gaf. De proeven zijn te gering in aantal om er veel uit te concluderen, maar de sterke achteruitgang zal hier hoogstwaarschijnlijk ook beïnvloed worden door gebrek aan adem materiaal. De ademhaling stijgt volgens de waarnemingen gedurende het 1^e uur tot 45°, terwijl de temperatuurgrens van het leven uiterst weinig hooger ligt; na 6 uur verblijf bij 45° waren de bloemen dood.

Mijn resultaten zijn dus de volgende:

1°. de theorie van BLACKMAN gaat in zooverre ook voor de ademhaling op, dat:

- a. de regel van VAN 'T HOFF-ARRHENIUS geldt van 0°—20° of 25°.
- b. het optimum verschuifbaar is met den tijd van waarneming.
- c. de achteruitgang bij 40°, 45° en 50° logarithmisch verloopt bij kiemplanten.

2°. het verloop der ademhaling is sterk afhankelijk van den aard van het reservevoedsel.

Utrecht, Botanisch Laboratorium.

¹⁾ Deze gegevens zijn ontleend aan HARZ, Landwirtschaftliche Samenkunde, 1885.

Plantkunde. — De Heer WENT biedt een mededeeling aan van den Heer TH. WEEVERS getiteld: „*De physiologische beteekenis van eenige glukosiden*”.

(Mede aangeboden door den Heer HUGO DE VRIES).

In het verslag van de gewone vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeeling van 27 September 1902 is eene mededeeling opgenomen, getiteld onderzoekingen over glukosiden in verband met de stofwisseling der plant, waarvan dit onderzoek als de voortzetting te beschouwen is.

Daarin werd aangetoond, dat zoowel de salicine uit *Salix purpurea* L. als de glukosiden uit de zaden van *Aesculus Hippocastanum* L. reservestoffen zijn, de eerste stof wordt verbruikt bij het uitloopen der knoppen, de laatste bij de kieming.

Bij het uitloopen van *Salix purpurea* treedt saligenine op, wat op eene salicinesplitsing wijst, de gevonden quantiteit was echter zoo klein, dat een andere stof het definitieve aromatische splitsingsprodukt moest zijn en als zoodanig beschouwde ik catechol, dat in alle deelen van de plant te vinden is. Wanneer de salicine afneemt, neemt catechol toe en de grootten dier veranderingen verhouden zich in verschillende gevallen ongeveer als de moleculairgewichten. Deze quantitatieve onderzoekingen waren voor mij de aanleiding om te veronderstellen, dat catechol, na splitsing van de salicine en transport van de daarbij ontstane glukose naar andere deelen, in de cel gelocaliseerd blijft en weer nieuw toegevoerde of door assimilatie gevormde glukose tot salicine bindt. Hierdoor zou dus PFEFFER's hypothese bevestigd worden, dat de verbindingen van benzolderivaten met koolhydraten dienen tot vorming van moeilijk diffundeerende stoffen, dat dus casu quo catechol uit de transportstof glukose de reserve stof salicine vormt.

Bij het nieuwe onderzoek werd allereerst de juistheid dezer veronderstelling nog aan een ander glukoside getoetst, namelijk aan de arbutine, die vergezeld van kleine hoeveelheden methylarbutine bij tal van Ericaceëen voorkomt. Eveneens wordt van deze Ericaceëen vermeld het voorkomen van vrij groote hoeveelheden hydrochinon, het aromatische splitsingsprodukt der arbutine. Onderzoekingen met *Vaccinium vitis idaea* L. toonden echter aan, dat het laatste niet geheel juist is, meestal is de hoeveelheid vrij hydrochinon uiterst klein, in de herfst zelfs nul, zij neemt evenwel belangrijk toe tijdens het uitloopen der jonge loten in het voorjaar.

Arbutine wordt onder invloed van een enzym, dat ik uit *Vaccinium*

vitis idaea verkreeg, snel gesplitst, zoodat slechts die quantitatieve bepalingen goede resultaten geven, waarbij de deelen in kokend water of beter nog in kokende alcohol gedood worden.

De quantitatieve bepaling geschiedt op de volgende wijze: de plantendeelen worden in kokende alcohol gedood, daarna met warm water uitgetrokken, met loodacetaat behandeld, waarvan de overmaat door natriumphosphaat wordt verwijderd. Het vrij hydrochinon wordt door uitschudden met aether uit de vloeistof verkregen in bijna kleurlooze kristallen. Na dit uitschudden wordt de vloeistof een uur gekookt met verdund zoutzuur tot volledige splitsing der arbutine, daarna eveneens de dan gevormde hydrochinon door aether uitgeschud.

Waren de hoeveelheden hydrochinon klein, zoo geschieden de quantitatieve bepalingen op dezelfde wijze als in de eerste mededeeling voor catechol werd aangegeven, n.l. door vergelijking der sublimaten met die eener standaard oplossing. Was de hoeveelheid hydrochinon meer dan enkele m.G. dan gebeurden de bepalingen door titratie met Fehlings-proefvocht volgens de methode van ALLIHN, nadat van te voren door bepalingen met zuiver, afgewogen hydrochinon een tabel van de hoeveelheden gereduceerd koper gemaakt was, waarnaar de waarden berekend konden worden.

De isoleering van het methylhydrochinon geschiedde door extractie van den aetherrest met benzol, waarin methylhydrochinon oplost, hydrochinon daarentegen niet. De hoeveelheid methylarbutine en methylhydrochinon bleek echter klein, zoodat geen noemenswaardige fout gemaakt werd, wanneer alles als arbutine en hydrochinon berekend werd. Het arbutinegehalte vertoonde sterke individueele verschillen en daar één exemplaar te klein was voor één proefneming werden de proeven genomen met een groot aantal planten van één plek. De blaren zijn klein zoodat het nagaan van de veranderingen bij dag en nacht volgens de bladhalveeringsmethode niet mogelijk was; ik bepaalde daarom alleen de veranderingen tijdens het uitloopen der knoppen.

De arbutine speelt de rol van een reservestof, die bij *Vaccinium vitis idaea*, als altijd groene heester, in hoofdzaak in de blaren is opgehoopt en daarin toeneemt gedurende den winter tot het uitloopen der knoppen in Mei toe. Dan wisselt het gehalte van 2 à 3 % bij schaduwplanten tot $\pm 5\%$ bij zonplanten ¹⁾.

Voor het uitloopen is geen of slechts een spoor hydrochinon in de blaren aanwezig, eveneens in stengels en wortels, welke beide laatste in dien tijd ook slechts sporen arbutine bevatten. Bij het

¹⁾ Alle waarden op drooggewicht berekend.

uitloopen neemt de arbutine regelmatig af, hydrochinon eerst toe, daarna bij in die deelen beginnende assimilatie snel af. Vergelijkt men de hoeveelheid arbutine (3 Mei) vóór het uitloopen in een aantal planten met die na het uitloopen (24 Mei) in oude en jonge deelen tezamen, dan is 22 % en 32 % van het totaal verdwenen.

Ook dit glukoside wordt dus bij het uitloopen der knoppen verbruikt en ondergaat voor het gebruik een enzymatische splitsing, waarbij hydrochinon zich in het weefsel vertoont. De hoeveelheid hydrochinon is evenwel veel kleiner, dan men te oordeelen naar de verdwenen arbutine zou verwachten (op 100 m.G. arbutine bijv. 6 m.G. hydrochinon). Hydrochinon schijnt dus hier ten deele direct in de stofwisseling verwerkt te worden, en ook het bij het uitloopen voorhanden hydrochinon verdwijnt weer snel zoodra de assimilatie krachtig begint. Daarom ook vond ik slechts sporen hydrochinon bij het opnieuw uitloopen van sommige planten in Augustus, wanneer toch ook arbutine-splitsing optreedt.

Tijdens het uitloopen vond ik dikwijls geen arbutine in den stengel, een bewijs te meer, dat het glukoside niet qua talis getransporteerd wordt.

In de knoppen van de peer is door RIVIÈRE en BAILHACHE ¹⁾ hydrochinon aangetoond, dit bracht mij er toe, ook daar na te gaan of er een hydrochinonglukoside aanwezig is. Dit bleek 't geval te zijn en eveneens was de hoeveelheid gebonden hydrochinon veel grooter dan in vrijen toestand. Het enzym, dat ik ook hier uit de jonge loten bereiden kon, brengt de splitsing van het hydrochinonglukoside ²⁾ weer snel tot stand, zoodat dooden der deelen in kokende alcohol noodzakelijk was. Dan vindt men in volwassen blaren 0,01—0,03 %, in jonge loten 0,3 % hydrochinon. Methylhydrochinon en methylarbutine ontbreken hier.

Het glukoside is in knoppen, blaren, hout en schors der takken, wortelschors te vinden. De hoeveelheid in de wortelschors is zeer klein (0,05 %), die in 't hout der takken geringer dan in de schors. De quantitative bepalingen, die op dezelfde wijze geschieden als bij *Vaccinium*, vonden plaats met éénzelfde exemplaar der varieteit Bonne Louise d'Avranches.

Het glukoside wordt gevormd in de blaren, eene vorming, die in de jonge loten begint zoodra de eigen assimilatie aanvangt. Verge-

¹⁾ G. RIVIÈRE et G. BAILHACHE de la présence de l'hydroquinone dans le Poirier. C. R. de l'Acad. de Sc. Paris. CXXXIX 1904.

²⁾ Het glukoside kon ik niet in kristallijnen toestand verkrijgen, zoodat ik niet met zekerheid uit de physische constanten kon opnemen dat 't met arbutine identisch is; de gevonden splitsingsprodukten hydrochinon en glukose maken 't echter zeer waarschijnlijk.

lijkt men de hoeveelheden in de bladhelften 's avonds en 's morgens, dan blijkt het glukoside overdag toe te nemen, 's nachts te vermindern. Deze afname 's nachts gaat weer gepaard met een toename van hydrochinon en de hoeveelheden verhouden zich als 100 : 17 ¹⁾ terwijl de moleculairgewichten zich verhouden als 100 : 40. Een deel van het bij de nachtelijke splitsing vrijgekomen hydrochinon schijnt dus bij de stofwisseling direct omgezet te worden, of we zouden moeten aannemen, dat een deel van de arbutine als zoodanig wordt vervoerd. Zomers neemt de hoeveelheid arbutine in de schors toe, van 1.5% tot 4.5%, zoodat we veilig kunnen aannemen, dat de arbutine daar opgehoopt wordt om in 't voorjaar bij het uitloopen verbruikt te worden. Dan neemt de hoeveelheid in de schors sterk af ($\pm 70\%$ van het totaal), in de jonge loten minder sterk toe, zoodat de totale afname van 30 Maart tot 2 Mei $\pm 27\%$ bedraagt. Daarbij neemt vrij hydrochinon sterk toe, door enzymatische arbutinesplitsing en bijv. van 26 April tot 2 Mei verhiel zich de afname van de arbutine tot de toename van het hydrochinon als 100 : 40, juist zooals de moleculairgewichten, m. a. w. blijft het geheele aromatische splitsingsprodukt in de cellen gelocaliseerd²⁾). Later wanneer in Mei de assimilatie begonnen is, wordt hydrochinon snel verwerkt en arbutine ontstaat te zijnen koste, ook hier vinden wij dus de hypothese van PFEFFER bevestigd: hydrochinon bindt de transportstof glukose onder vorming van de reservestof arbutine.

Bij *Salix purpurea* was door mij in 1902 waargenomen, dat bij langzaam drogen 25% van de salicine uit de schors verdween. Dit wees op het voorkomen van een salicine splitsend enzym, maar dit aan te toonen gelukte mij toen niet. De proeven voortzettende kreeg ik weldra betere resultaten: stengelschors werd direct na het afschillen der takken in 96% alcohol gebracht, de alcohol verdampte langzaam aan de lucht in 't donker en na eenige dagen werd de nu zeer zwak alcoholische vloeistof afgefiltreerd. Bij toevoeging van salicine was daarvan na 94 uur 9%, na 2 \times 24 uur 17%, na 4 \times 24 uur weer slechts 9% gesplitst, gemeten naar de gevormde glukose.

Eveneens werden jonge loten in een mortier fijn gewreven, uitgeperst door fijn planktongaas en het sap met overmaat v. 96%

¹⁾ Ook bij *Salix purpurea* week de verhouding van salicineafname en catecholtoename bij dag- en nachtproeven, meer van de theoretische af, dan bij 't uitloopen der knoppen der in water geplaatste takken.

²⁾ Het meeste ontstane hydrochinon bevond zich in de jonge loten; dit zou er dus op wijzen, dat hier ook een arbutine transport plaats grijpt.

alcohol behandeld; dan ontstond een wit neerslag, dat afgefiltreerd, met alcohol nagewassen en ten slotte in water werd opgelost. De verkregen kleurlooze, zwak opalesceerende vloeistof reduceerde FEHLING niet, bevatte geen saligenine of catechol en splitste van toegevoegde salicine na 24 uur 8 %, na 2×24 uur bij 40° C. 28 %, na 3×24 uur 46 %. De splitsing werd gemeten door bepaling van de gevormde glucose en in 't aetherextract was saligenine¹⁾ aan te toonen. Uit de jonge loten was zoodoende een enzymmengsel verkregen, waaronder een enzym, dat salicine splitst in glukose en saligenine²⁾. Hetzelfde enzym verkreeg ik ook uit *Populus canadensis* Mchs.

Deze salikase is niet identisch met emulsine, evenmin met amygdalase, want zij brengt geen ontleding van amygdaline te weeg.

Bovengenoemde proef met het zwak alcoholisch schorsextract wees op een reversibele werking van het enzym en eveneens deden dit enkele andere proeven. Wanneer ik n.l. 200 mgr. glukose en 100 mg. saligenine in 2 cm³. water oploste en salikase toevoegde (met thymol als antisepticum); was na 2 dagen bij 40° C. het reduceerend vermogen met 5 % afgenomen, wat te verklaren zou zijn door een mogelijke salicinevorming³⁾. Het ontbrak mij echter aan voldoende materiaal om dit met zekerheid te kunnen constateeren.

Het vinden van deze salikase was voor mij de reden om nog eens het voorkomen van saligenine bij *Salix purpurea* na te gaan, daar ik vroeger slechts uiterst kleine sporen had kunnen vinden. Daartoe vergeleek ik bij dezelfde heesters op verschillende data de hoeveelheden catechol en saligenine in de jonge loten. De quantitative bepaling van de laatste stof geschiedde op dezelfde wijze als van hydrochinon en catechol, door vergelijking der sublimaten met die eener standaard oplossing; de scheiding van beide benzolderivaten geschiedde door volledig neerslaan van catechol met looacetaat.

Per 200 jonge loten vond ik	23 April	34 mgr.	catechol	—	saligenine
	28 „	26 „	„	—	„
	2 Mei	9 „	„	—	„
	5 „	1 „	„	—	„
	8 „	2 „	„	7 mgr	„
	16 „	1 „	„	24 „	„
	28 „	35 „	„	—	„

¹⁾ Herkend, door 't sublimaat van 't aetherextract te laten uitkristalliseeren uit waterige oplossing en door reacties met koperacetaat en ferrichloride.

²⁾ Toen ik mijn onderzoek reeds geëindigd had, kreeg ik inzage van eene mededeeling von W. SIGMUND (Sitz. ber. Akad. d. Wiss. Wien CXVII, Bd. IX), die uit andere *Salix*soorten en *Populus*soorten een enzym kreeg, door hem salikase genoemd, dat salicine splitst en uit *Galluna vulgaris* en *Vaccinium myrtillus* eene arbutase, die arbutine splitst.

³⁾ Na koken met verdund zoutzuur was het reduceerend vermogen weer even-groot als oorspronkelijk.

In de schors is in dien tijd, evenmin als anders saligenine te vinden, in de jonge loten treedt zij slechts enkele dagen op; juist zooals het methylsalicylaat bij het uitloopen van de beuk ¹⁾.

Dit afwezig zijn van de saligenine wordt niet teweeggebracht door het ontbreken der salikase, want in de takschors, waar de salicine sterk afneemt en in de jonge loten, waar salicine verbruikt wordt, was dit enzym steeds voorhanden. De saligenine moet dus direct omgezet worden en van deze omzetting is, zooals ik vroeger betoogd heb, catechol het waarschijnlijke eindproduct.

Het lag voor de hand om te onderzoeken of er uit *Salix purpurea* een enzym te verkrijgen was, dat uit saligenine catechol vormt. Het bovengenoemde enzymsmengsel uit de jonge loten splitst van waterstofsperoxyd snel moleculaire zuurstof af, bevat dus katalase ²⁾ maar bovendien nog twee andere oxydasen, die van lakkase, het systeem hydroperoxyd-peroxydase en tyrosinase verschillen, zoowel door hunne reacties tegenover de kresolen als door het ontbreken der guajakblauwkleuring na toevoeging van H_2O_2 . Zij werden naar hunne typische reacties saligeninase en catecholase genoemd; in oplossing gaven beide een bijna kleurlooze, iet of wat troebele vloeistof.

Door verhitting zijn beide te scheiden, want na verwarmen tot op $85^\circ C$, was wel de saligeninase maar niet de catecholase vernietigd. De catecholase oxydeert catechol: een catecholoplossing, die op zich zelf dagen lang bijna onveranderd blijft, wordt na toevoeging der catecholase direct door groen heen zwart en na 5 minuten is er reeds een duidelijk, zwart neerslag; saligenine wordt door de catecholase niet veranderd.

Beide oxydasen te zamen vormen uit saligenine, hoewel langzamer, blijkbaar hetzelfde product als de catecholase uit catechol. Het meest ligt het dus voor de hand om aan te nemen, dat de *saligeninase uit saligenine catechol vormt*.

¹⁾ Zie Onderzoekingen over Glukosiden: Diss. Amsterdam 1902.

²⁾ Eene scheiding van de katalase en catecholase door verhitting, gelukte mij niet en men zou dus kunnen meenen, dat 't niet noodig was hier nog het aanwezig zijn van een afzonderlijke katalase aan te nemen, maar tot nu toe heeft men steeds de afsplitsing van moleculaire zuurstof uit H_2O_2 als kenmerkend voor een katalase beschouwd en omgekeerd geven de bekende plantaardige katalasen niet de reacties met catechol en saligenine; voor bovengenoemde beschouwingen is dit trouwens van geen beteekenis.

Het ruwenzym uit *Salix purpurea* bevat geen mangaan en werkt op catechol zoowel in zwak alkalische als zwak zure omgeving (indicator lakmoes en rosolzuur). Door verwarming tot op $100^\circ C$, wordt 't enzym direct vernietigd. De beschouwingen van DONY HÉNAULT Bull. Ac. Roy. Belgique 1909 zijn dus hiervoor niet geldig, evenmin die van EULER BOLIN, Zeitschr. phys. Chem. 1908.

In elk geval is deze oxydatie van de saligenine (salicyl-alcohol) totaal verschillend van die in 't laboratorium, waarbij steeds salicylzuur 't eindproduct is¹⁾.

In het levende plantenweefsel vertoont zich nooit die zwarte stof²⁾, dit geschiedt alleen bij nekrobiose; de aannemelijkste verklaring lijkt mij, dat catecholase en catechol in de cellen van elkaar gescheiden zijn, daarentegen saligeninase en saligenine niet, zoodat het laatste enzym inwerken kan en zoo de catechol vormen, die dan niet door de catecholase ontleed kan worden, zooals bij nekrobiose en in genoemde proeven het geval is.

Vroeger had ik wel de veranderingen van salicine en catechol nagegaan bij het in 't donker uitloopen van in water geplaatste takken, nu deed ik hetzelfde met aan de plant uitlopende takken. Dan heeft men het bezwaar, dat de takken geen afgesloten geheel vormen, dus toevoer en afvoer mogelijk is, terwijl al spoedig de assimilatie begint, alles redenen waarom men bij het nagaan der verhouding tusschen de verdwenen salicine en de gevormde catechol waarden kan verwachten, die meer van de theoretisch berekende zullen verschillen. Ik vond dan ook bijv. eene toename van 94 mgr. catechol tegenover een afname van 457 mgr. salicine dus eene verhouding van 21:100, terwijl de moleculairgewichten zich verhouden als 38:100. Het bleek echter ook, dat bij het uitloopen de populine toeneemt ten koste van de salicine, zoodat de afname van het bij splitsing catechol leverende glukoside te hoog berekend is.

De proeven met geëtioleerd uitlopende takken en met gehalveerde blaren, (de bladhelften vergeleken 'savonds en 'smorgens) herhaalde ik nog eens op grooter schaal en vond het vroeger vermelde volkomen bevestigd. Bij geëtioleerd uitloopen verhielden de catecholtoename en de salicine-afname zich als 36:100; bij de blaren verhiel zich de toename van het catechol 'snachts tot de afname van de salicine als 31:100 (voor 2000 blaren), wat met de hypothese voldoende overeenstemt.

Slechts zoodra het salicine gehalte in de schors te groot geworden is, (6 à 7 %) zoodat het aan dat der blaren gelijk wordt, neemt de salicine 'snacht in de blaren niet meer af en de catechol niet meer toe, schijnt dus het glukose transport der gesplitste salicine opgehouden te hebben. Of dus de salicineconcentratie het transport beïnvloedt, of dat het concentratieverval van de glukose dit doet, zou nog verder te onderzoeken zijn.

¹⁾ Op salicylzuur hebben noch catecholase, noch saligeninase eenige werking.

²⁾ Wellicht is deze zwarte stof dezelfde, als die uit homogentisinezuur zich bij inwerking van alkalien vormt.

Teneinde de in de schors van *Salix purpurea* ook aanwezige populine quantitatief te bepalen, maakte ik gebruik van een uit *Aspergillus niger* verkregen perssap, dat met overmaat van alcohol neergeslagen werd. Het neerslag bevatte een mengsel van verschillende enzymen, waaronder een dat populine volledig splitst, zooals proeven met het zuivere glukoside aantoonde.

Behalve dit, bevatte het enzymmengsel ook emulsine, invertine en maltase; wanneer ik van dit mengsel dus gebruik wilde maken om populine quantitatief te bepalen, moest de na splitsing met 't aspergillusenzym verkregen toename der reduceerende suiker verminderd worden met die, verkregen na inwerking van emulsine, invertine¹⁾ en maltase²⁾.

Zooals te begrijpen is, geeft deze methode alleen dan bruikbare resultaten, wanneer de populine in groote hoeveelheid aanwezig is, in de voor populine gevonden glukose-waarde cumuleeren zich namelijk de fouten der overige bepalingen, die bij enzymplitsingen nooit geheel te vermijden zijn.

Voor *Salix purpurea*, waar de populine quantitatief zeer op den achtergrond treedt, is de methode dus niet bruikbaar. Wel bleek, dat populine in groote hoeveelheden optreedt in de normale jonge loten, daarentegen volkomen ontbreekt in de geëtioteerde loten, wat ook maakt dat bij het geëtioteerd nitloopen de verhoudingswaarde van salicine en catechol zooveel meer met de theoretisch te verwachten waarde overeenstemt.

Ik beproefde met deze methode, ook bij *Populus* species de populine quantitatief te bepalen, maar kreeg ook daar geen goede resultaten, daar bij de door mij tot nu toe onderzochte species *P. alba* L., *P. canescens* Sm., *P. monilifera* Ait., *P. tremula* L. 't populinegehalte te klein is. Wel vond ik ook weer hier in de jonge geëtioteerde loten geen, in de normale vrij veel populine. In al deze onderzochte species komt salicine voor, eveneens catechol; voor een dezer planten *P. monilifera* Ait. werden ook de veranderingen dezer beide stoffen bij het uitloopen der jonge loten nagegaan.

Zoowel bij het uitloopen aan den boom, als bij het geëtioteerd uitloopen van in water geplaatste takken, neemt de salicine af, de catechol toe, de quantiteiten verhouden zich als 100 : 66 en 100 : 64. De catecholtoename is dus grooter, dan men uit de salicineafname zou verwachten, wat ik meen te moeten toeschrijven aan de afname van de populine (benzoÿlsalicine).

1) *Salix purpurea* bevat kleine hoeveelheden saccharose in blaren en schors.

2) Het extract was met warm water uit de deelen verkregen en met loodacetaat behandeld, bevatte dus geen zetmeel of dextrinen.

Ik verkreeg uit deze *Populus* op de boven beschreven wijze een enzym, populase dat van populine benzoëzuur afsplitst, zoodat een ontstaan van catechol als eindproduct der populinesplitsing wel zeer waarschijnlijk is ¹⁾.

Zoowel bij *Populus monilifera* als bij *P. tremula* neemt overdag in de blaren de salicine toe, 's nachts af, juist als bij *Salix*. Quantitatief bepalen van de catechol was bezwaarlijk door aanwezige hars.

Katalase is in de jonge loten voorhanden, eveneens catecholase, het aantoonen van saligeninase leverde bezwaren op, daar het enzymmengsel niet zoo zuiver is en de oplossing aan de lucht vrij snel verkleurt. Ook hier bevatten de geëtiolerde jonge loten geen, de groene wel populine, juist zooals bij *Salix purpurea*.

In de onderzochte *Populus*species vond ik aanzienlijke hoeveelheden saccharose, zij speelt daar de rol van een reservestof, die in blaren, schors en hout aanwezig is (*Populus monilifera* Ait en *P. tremula* L.). Bij het uitloopen der knoppen wordt een groot deel verbruikt, dan vermindert het gehalte in de schors van 4 % tot 1 %; ook de proeven met gehalveerde blaren wijzen op een gedrag overeenkomstig met dat bij *Tropaeolum* door BROWN en MORRIS ²⁾ gevonden. 's Nachts was 32% en 35 % van het totaal, uit de blaren verdwenen. De jonge loten bevatten dan ook, zooals zooveel andere plantendeelen, invertine. Voor nadere bijzonderheden moge verwezen worden naar de binnenkort in het *Recueil des Trav. Bot. Néerl.* verschijnende publicatie.

Amersfoort, 1909 September.

Anatomie. -- De Heer BOLK biedt eene mededeeling aan van den Heer C. T. VAN VALKENBURG: „*Oppervlak en bouw der hersenschors eener mikrocefale idiote*”.

(Mede aangeboden door den Heer C. WINKLER).

Psychisch was de vrouw, van wie de onderzochte hersenen afkomstig zijn, te karakteriseeren als eene middelzware idiote, zonder grove stoornissen in de eenvoudige motorische, sensibele en sensorische functies. Zij bereikte den leeftijd van 38 jaren ³⁾ en stierf aan tuberkulose der longen.

¹⁾ Met het enzymmengsel uit *Salix purpurea* verkreeg ik geen splitsing der populine.

²⁾ BROWN and MORRIS, Journ. of the Chem. Society 1893.

³⁾ Van de uitvoerig beschreven gevallen bereikte slechts één patiënt een hooger leeftijd, 49 jaar (geval van HILTY uit v. MONAKOW's laboratorium); de groote meerderheid betreft jonge kinderen.

Het hersengewicht bedraagt 390 gram.

Het relief der hemisferen vertoont, evenals in verschillende uit de literatuur bekende gevallen van mikrocefalie, reeds bij oppervlakkige beschouwing eene treffende overeenkomst met den toestand, zooals we dien bij menschelijke foetus, voor een deel ook, zooals we dien bij anthropoïde apen aantreffen. In het algemeen schijnt het frontale deel meer foetaal, het parietooccipitale deel meer anthropoïd gebouwd. De vergelijking met foetale hersenen uit verschillende tijdperken, met anthropoïden-cerebra en met normale menschenhersen levert de volgende gegevens.

De zeer weinig talrijke, haast alleen primaire, groeven vertoonen meerendeels het weinig gecompliceerde foetale verloop; breede, min of meer makrogyrische windingen worden er door begrensd (frontale, temporale kwabben). De betrekkelijk het minst goede ontwikkeling van het parietooccipitale deel dokumenteert zich bovendien in de sterkere afwijking van sulci en gyri; naar het anthropoïden-type gaat deze afwijking in het bijzonder in de streek der parietooccipitale overgangswindingen; zonder moeite kan men zich uit de aldaar voorhanden schorsplooiën een aapspleet rekonstrueeren.

Een *aapspleet* is aanwezig, wanneer de parietooccipitale overgangswindingen geheel of gedeeltelijk door de occipitaalschors geoperculeerd zijn; er is dus in eigenlijken zin geen sprake van eene fissuur (evenmin als bij de sulci operculares insulae). Dat nog veelal bij den mensch een persisteerende aapspleet wordt aangenomen als de *fissura parietooccipitalis* met een transversale fissuur op de convexiteit der parietooccipitale wand conflueert, is reeds daarom in beginsel onjuist; (een dergelijke samenvloeiing vindt men in ons geval rechts).

Denkt men zich de achterlip der fissuur *a* frontaalwaarts verlengd tot over de voorste groef van het deltavormige kompleks, dan zou het aldus gevormde schorsdeksel toegang tot een aapspleet geven. Thans kan men de fissuur *a* als de caudale begrenzing eener virtueele aapspleet opvatten.

Aan de mediale zijde is de ononderbroken *sulcus calloso-marginalis* te vermelden, alsmede de links aanwezige breede overgangswinding tusschen *cuneus* en *praecuneus*, terwijl de vereeniging van *calcarina* en *parietooccipitalis*, die alleen bij uitzondering bij de allerhoogste apen wordt aangetroffen, bij den mensch zoo goed als regel is, aan beide zijden is tot stand gekomen.

In het algemeen biedt de homologiseering der voorhanden groeven en windingen met die van het normale menschelijke hersenoppervlak geen grooie moeilijkheden. Het meest bezwaarlijk wordt ze op de slecht ontwikkelde achterhoofdskwab. Afgezien namelijk van de uit

de temporale kwab hier overgaande verlenging van t_2 en van de fissura calcarina, die van de mediale hemisfeerwand afkomstig is, neemt men achter de dwarslopende groeve, waarin de sulcus interparietalis uitmondt (herinnering aan de aapspleet) alleen links op de dorsolaterale vlakte van de achterhoofdkwab eene fissuur waar, die mogelijk met de groeve x naar de nomenclatuur van ZIEHEN en KÜKENTHAL overeen zou kunnen komen. Haar occipitale einde zou dan door de sterke uitgroeiing der calcarina op de convexiteit lateraalwaarts zijn gedrongen.

Met voorbijgaan van een aantal bijzonderheden (zie verklaring der figuren), die nu eens het foetale, dan weer het anthropoide type der groevenvorming vertoonen, echter meer casuïstisch dan algemeen belang hebben, moge nog in het kort op de beide *insulae Reilii* en hare naaste omgeving worden ingegaan.


Aan beide hemisferen is de *insula* over een groot oppervlak onbedekt gebleven. Zooals door BOLK ¹⁾ waarschijnlijk is gemaakt, is fylogenetisch de menschelijke insula met omgeving alleen begrijpelijk door de kennis der bij anthropoide apen vrij dikwijls bestaande samenvloeiing van den *sulcus opercularis* met de *fissura fronto-orbitalis*. Eerst daardoor zou de volkomen operculiseering der insula mogelijk gemaakt worden. De fylogenese der insulabedekking schijnt zich echter ontogenetisch niet, zij het ook slechts in beginsel te herhalen. Men vindt integendeel van de fissura fronto-orbitalis — uit wier opneming in de insularuimte, (waarbij haar schors de insula zelve frontaalwaarts zou helpen vergrooten) de homologie harer frontale eindvork met de 2 voorste takken der fissura Sylvii te verklaren zou zijn — bij den menschelijken foetus geen spoor. Een embryo van 6 maanden, dat op de convexe zijde der groote hersenen alleen de fissura Rolando aangelegd vertoont, bezit reeds in den voorsten bovenhoek der fossa Sylvii de kleine van deze uitgaande, ongeveer horizontale verlenging die de beide toekomstige *rami anteriores* vertegenwoordigt, terwijl de onder-voorzijde van het onbedekte insulagedeelte nog onmiddellijk overgaat in de schors van de voorhoofdkwab. In latere stadia maakt het den indruk, dat de aangroeiende frontale schors ventrodistaal de insula overweldende, deze interoperculaire ruimte sagittaal slijt, waardoor in de groote meerderheid der gevallen bij den mensch de beide *rami anteriores* worden gevormd, het *operculum triangulare* tusschen zich vattende.

Aan den anderen kant is de afsnoering van het eilandoppervlak

¹⁾ Beiträge zur Affen-anatomie II (Orang Utan) in Petrus Camper I 1901 en VII (Gorilla) in Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol. Bd. XIII 1909.

van de frontaalliggende schors door den sulcus opercularis bij den menschelijken foetus reeds lang volledig éér de operculiseering volbracht is. Er zijn dus twee verschillen in de fylogenetische en ontogenetische ontwikkeling van dit gebied waar te nemen: de phylogenetisch-noodzakelijke voorwaarde voor geheele operculiseering door de frontale schors en voor de vorming der rr. ant. f. Sylvii (d. i. dus de confluentie van s. opercul. met s. fronto-orb.) vervalt; en ten tweede is de aanwezigheid eener volledige afsnoering (die derhalve ontogenetisch op andere wijze tot stand komt) niet voldoende om de volkomene overwelving noodzakelijk te maken.

Dit laatste zien we gedemonstreerd aan de linker hemisfeer van ons geval, waar de frontale orbitale schors duidelijk door eene vrij diepe inzinking van het eilandoppervlak is gescheiden. Zekkende naar eene homologie voor de rr. anteriores zoude men de inzinkingen α en β daarvoor kunnen houden; topografisch zouden ze voldoen aan de voorwaarde het — zeer vergrootte — opercul. triangulare te begrenzen. Zien we echter naar de rechter hemisfeer, dan blijkt dit operculum een duidelijke niet-operculiseerende plaats (bij

) te bezitten. In verband nu met de wijze, waarop bij den foetus rr. anteriores en opercul. triangul. ontstaan, schijnt het wel uitgesloten, dat in een reeds tot operculum geworden schorsdeel, later, onder den invloed eener eenvoudige slijting, een gedeelte van deze schors weer onmiddellijk op de insula zoude overgaan. Veeleer is het waarschijnlijk, dat de caudaalgerichte groei der frontale schors bij de abnormale ontwikkeling dezer hersenen, vooral aan de rechter hemisfeer een al te onvoldoende gelijkmatigheid bezat, zoodat in plaats van ééne insnoering, die van deze operculiseerende expansie het gevolg moest zijn, er twee ontstonden, die niet in elkaar vloeiden.

Rechts ontbreekt de voor de vorming van een operc. orbitale noodzakelijke operculaire sulcus.

Aan beide insulae is gemeen, dat ze door een breede winding onmiddellijk samenhangen met de streek achter de fissura Rolando; slechts het voorste deel van het operculum Rolandicum is — althans ten deele — gevormd.

De vraag is te beantwoorden: welke der normalerwijze aan de insulabedekking deelnemende schorsoppervlakken draagt de schuld aan de onvoldoende operculiseering? Waar deze laatste ook niet in beginsel is tot stand gekomen, is het antwoord gemakkelijk: stellig is de retrorolandische schors in groei achtergebleven. Daarmede is het onbedektblijven van het ventraler gelegen insuladeel echter niet verklaard. Om de hiearaan schuldige schors te kunnen aanwijzen, is

het noodig een punt te vinden ten opzichte van hetwelk eene vaste topografische verhouding mag worden verondersteld. Zulk een punt (bij een abnormaal cerebrum als het onderhavige is maar al te zeer eene onvastigheid in allerlei opzichten te onderstellen) heb ik meenen te mogen zoeken in den voorrand van het *foramen Monroi*; embryologische overwegingen rechtvaardigen deze keuze zonder twijfel¹⁾. Projekteert men deze plaats op de laterale hemisfeer-wand, dan blijkt het projectiepunt normalerwijs ongeveer in de fissura praecentralis ten naastebij 2 cM. dorsaal van den onderrand van het operculum frontale te liggen.

In ons geval is deze afstand zeer gering; het punt valt een enkelen millimeter frontaal van de vereenigingsplaats der horizontale en verticale sulci operculares. Zijne verhouding tot de ligging van den ventralen (orbitalen) operculumrand is daarentegen links *normaal*; rechts is deze laatste iets frontaalwaarts verschoven. Wanneer we nu volgens eene eenvoudige berekening de genoemde onvoldoende, resp. afwezige, operculiseeringen korrigeeren, blijft alleen nog het ventraal gedeelte onbedekt. Als mijne aanname, dat dit defekt niet op rekening der frontale schors mag worden gebracht, juist is, blijft slechts over eene onvoldoende ontwikkeling in frontale richting van de temporale kwab als oorzaak aan te wijzen. Controleeren wij dat vermoeden aan de topische verhouding der temporale pool tot het genoemde projectiepunt, dan blijkt inderdaad de horizontale afstand deze twee in ons geval ongeveer 1 cM. minder te bedragen, dan normalerwijs wordt gevonden. In zijn aangehaald opstel maakt Boik opmerkzaam op de fylogenetisch frontaalwaartsche vergrooing van de temporale kwab; als topisch criterium gebruikt hij de ventrale verlenging der fissura centralis. Ik meende in een geval als het mijne (zie ook de asymmetrie der beide fissurae centrales!) van dit middel te moeten afzien, vond echter langs anderen weg eenzelfde verschijnsel.

Korrigeert men in de teekeningen nu ook nog de uitbreiding van den slaapkwab, dan heeft men behalve eene insulabedekking, tevens eene meer normale richting der *fissura Sylvii* verkregen in plaats van de steile groef, die alleen in haar achterste deel de fissura Sylvii vertegenwoordigt, naar voren echter slechts de plooi tusschen eiland en temporale schors is.

Het bijzondere relief van het groote hersenoppervlak is de uitdrukking van den inwendigen bouw der schors. Deze wordt op zijne

1) De grenzen van het corpus callosum — hoezeer bij indeeling van normale hersenoppervlakken bruikbaar (v. MONAKOW) — kunnen niet dienen, omdat de balk in het algemeen evenredig aan het schorsoppervlak (welks deelen topografisch te bepalen zijn) in afmetingen wisselt.

beurt bepaald door den algemeenen aanleg van het orgaan (in verband met mogelijke kiem- en ontwikkelingsstoornissen) alsmede door de hoeveelheid en den aard der verbindingen der schorselementen onder elkaar en met subcorticaal gelegen streken. Over het laatste zal het voorgenomen vezelarchitektonisch onderzoek licht kunnen geven. Omtrent de schorsstructuur kon in hoofdzaak het volgende voorloopig worden vastgesteld, na onderzoek van 14, uit verschillende gebieden genomen, vensters (Nissl-kleuring). Voorop sta, dat in de onderzochte coupes nergens pathologische veranderingen in engeren zin (vaatziekten, ontstekingsrestes, enz.) gevonden werden.

Overall is overeenkomst met den foetalen toestand vast te stellen: de *multiforme* (VI) laag strekt zich te ver in het onderliggende merg uit; tot diep in de mergmassa zijn zenuwcellen waar te nemen, waarvan sommige onrijp zijn, andere zich zelfstandig o. a. tot kleine pyramidencellen hebben ontwikkeld, steken gebleven op den weg der ependymaire matrix naar de periferie (*heterotopie* in haar eenvoudigsten vorm).

In de *frontale* schors, in het bijzonder de voorste centrale winding, is de *binnenste korrellaag* (IV) in afwijking van den norm goed zichtbaar. Een voortduren van embryonale verhoudingen derhalve.

De *area gigantopyramidalis* is aan de rechter hemisfeer ten opzichte van de *fissura centralis* iets frontaalwaarts verschoven: de reuspyramiden beginnen eerst op den koepel van de voorlip dezer groeve, terwijl ze rechts nog om het sulcusdal heen in het gebied der achterste centrale winding reiken.

Achter de *fissura centralis* zijn de veranderingen in zooverre sterker, dat op meerdere plaatsen dan daarvoor (gyr. centr. post., achterste deel T_1 en T_2) duidelijk eene onvoldoende ontwikkeling der *supragranulaire*¹⁾ pyramiden bestaat, terwijl de infragranulaire behoorlijk zijn gevormd.

Het allertreffendst is dit gebrek in de windingsdalen — waar reeds normalerwijs deze en de diepere cellagen armoediger zijn tegenover de verbrede lamina zonalis en granularis externa.

De door een bijzonder karakteristieken schorsbouw uitmuntende streken, naast de reeds gemelde, vertoonen hare typische eigenaardigheden (gehoors-, gezichtsschors). Vermelding verdient, dat de *area striata* eene scherpe afgrenzing vindt op den koepel der boven- resp. onderlip der *fissura calcarina* en daar overgaat in de zoogenaamde

¹⁾ In verband met de fylogenese (zie vooral Morr: Evolution of the visualcortex in Mammalia, Arch. of Neurol. Vol. III) bevat deze vondst wellicht eene wijziging ter gedeeltelijke verklaring der idiotie, afgezien nog van de sterke algemeene volumereductie der hersenen.

psychovisueele zône, die haar verschijnen dokumenteert door het optreden der groote pyramidevormige cellen ter hoogte van het buitenste deel der naar calcarina-aard in tweeën gespleten lamina granularis interna, terwijl de streep van VICQ D'AZIR plotseling ontbreekt.

Een menschelijk type derhalve in een occipitale kwab, die in uitwendigen bouw veelszins aan de anthropoiden herinnert.

VERKLARING DER FIGUREN.

De teekeningen zijn vervaardigd op natuurlijke grootte met behulp van den dioptrograaf van MARTIN. Bij de reproductie werden ze tot op $\frac{2}{3}$ verkleind.

Fig. 1. Dorsale kant der hemisfeeren.

c = *fiss. centralis*, rechts bijna rechthoekig, links met twee frontaalwaarts bolle bochten.

Op de grens van 3e en onderste vierde deel gaat beiderzijds een zijtak naar voren. Links schijnen er twee te zijn bij de horizontale projectie. Inderdaad is de als groeve geteekende laterale begrenzing van den kleinen vierhoek eene vlakke verdieping in den lateralen wand der zijgroeve, welke mediale wand gespleten en mediaalwaarts „getrokken” is door de daarin uitmondende fissuur die evenwijdig aan *c* loopt. De verwijding der zijgroeve veroorzaakt — daar de koepel der laterale lip op zijn plaats blijft, terwijl het sulcusdal iets mediaal wordt verplaatst — het schuine verloop van den lateralen sulcuswand, waarin eene vlakke verdieping onmiddellijk onder den lip koepel zichtbaar is. — Het geheele produkt heeft een eenigszins pathologischen schijn. — Het met *c* parallel loopend deel ervan schijnt het eenige links aanwezige overblijfsel eener *fiss. praecentralis*.

pr = *fiss. praecentralis* rechts. Het aan de *fiss. praec. inf.* beantwoordende deel hangt samen met den *sulc. opercularis* (fig. 3).

*f*₁ = *fiss. frontalis superior*, beiderzijds gefragmenteerd.

*f*₂ = *fiss. frontalis medius*.

rc = *fiss. retrocentralis*, links vrij sterk bol naar achteren, klaarblijkelijk doordat het mediale einde frontaalwaarts is afgebogen in verband met het op de convexiteit overgrijpen van

cm = *fiss. calloso-marginalis*, die rechts eerst caudaler op de convexiteit overgrijpt.

ip = *fiss. interparietalis*, links wel, rechts niet met *rc* samenhangend, links gefragmenteerd. Mondt uit in

a = *aapspleetrest* (zie tekst).

p-o-l = *fiss. parieto-occipitalis lateralis*, overgrijpend op den convexen hersenwand; hangt rechts samen met *i-p*.

*t*₁ = *fiss. temporalis superior*.

Fig. 2 Laterale kant der linker hemisfeer.

Fig. 3 Laterale kant der rechter hemisfeer.

S = *fiss. Sylvii* (zie tekst).

De groeven der insula zijn gestippeld aangegeven.

α, β = *sulc. opercularis* (zie tekst).

↕ = directe overgang van schors naar insula (zie tekst).

*t*₂ = *fiss. temporalis medius*, alleen rechts zichtbaar.

Fig. 4. Mediale kant der linker hemisfeer.

Fig. 5. Mediale kant der rechter hemisfeer.

c-m = *fiss. calloso-marginalis*, beiderzijds niet gefragmenteerd.

r = *fiss. rostralis*.

rh = *fiss. rhinalisposterior*.

p-o = *fiss. parieto-occipitalis*. Links eene breede cuneo-praecuneale overgangswinding, die rechts slechts als begin tot eene diepe overgangswinding is aangeduid ongeveer op het midden van *p-o*.

ca = *fiss. calcarina*, beiderzijds conflueerend met *p-o*.

cc = *corp. callosum*.

Niet nader aangeduid zijn:

foramen Monroi; onmiddellijk daarvóór *commissura anterior*; aan de basis: het *chiasma opticum* en het *corp. mammillare*. Links achter den thalamus het gearceerde *pulvinar*.

Fig. 6. Onderkant der linker hemisfeer.

Fig. 7. Onderkant der rechter hemisfeer.

co = *fiss. collateralis* (= *occipitotemporalis*).

t₃ = *fiss. temporalis inferior*, die frontaalwaarts (apen!) tot voorbij het achter-eind der lange *fiss. rhin. post.* reikt.

f₃ = *fiss. frontalis inferior* (incisure en H. [Broca].)

Scheikunde. — De Heer HOLLEMAN biedt namens de Heeren A. SMITS en J. P. WUITE een mededeeling aan: „*Over het stelsel water natriumsulfaat*”.

(Mede aangeboden door den Heer v. D. WAALS).

Reeds vroeger ¹⁾ gelukte het een van ons aan te toonen, dat het stelsel *water-natriumsulfaat* tot het type *aether-anthrachinon* behoort, waarbij tevens werd gewezen op de waarschijnlijkheid, dat dit ook het geval zou zijn met de overige stelsels water-zout, die een teruglopende oplosbaarheidslijn vertoonen.

Daar nu bovengenoemd gedrag gevonden was bij een voorloopig onderzoek, dat zich bijna uitsluitend over de kritische omgeving uitstreckte en het systeem water-natriumsulfaat ook buiten dit kritische gebied nog zoo veel merkwaardigs vertoont, werd besloten tot een breed kwantitatief onderzoek van dit stelsel over te gaan, waarvan de resultaten hier kort zullen worden medegedeeld.

Het eerste deel van het onderzoek betrof de bepaling van de dampspanningslijnen.

Fig. 1 geeft schematisch het gevondene weer, terwijl bij de belangrijkste punten temperatuur en druk nauwkeurig zijn aangeduid.

¹⁾ SMITS. Rede Amsterdam, 9 Dec. 1907, blad. 19.

Een onderdeel van deze figuur is nog eens in Fig. 2 op grootere schaal natuurgetrouw geteekend en bevat o.a. de driefasenlijnen voor $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq} + \text{L} + \text{G}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{L} + \text{G}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{G}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7 \text{ aq} + \text{L} + \text{G}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7 \text{ aq} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{G}$, die alle door middel van een zéér eenvoudig toestelletje met kwikmanometer tot 0,1 mm. Hg. nauwkeurig zijn gemeten.

Uit de ligging van deze lijnen die reeds door VAN 'T HOFF schematisch waren aangegeven ¹⁾ volgt met vrij groote zekerheid de ligging

Voor de drie eerstgenoemde driefasenlijnen werd het volgende gevonden.

Driefasenlijn. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq.} + \text{L} + \text{G}$		Driefasenlijn. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{L} + \text{G}$		Driefasenlijn. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{G}$	
Temp.	Druk in m.m. Hg.	Temp.	Druk in m.m. Hg.	Temp.	Druk in m.m. Hg.
21	16.4	19.4	13.9	20.2	12.5
22.4	17.8	19.8	14.2	21.6	14.1
22.6	18.1	20.6	14.9	23.0	15.7
23.0	18.5	21.6	15.9	24.1	17.0
23.2	18.7	22.6	17.0	25.0	18.1
23.6	19.2	23.5	18.0	25.9	19.4
25.0	20.6	24.6	19.2	27.0	21.0
26.1	21.8	25.8	20.6	28.1	22.7
27.0	23.0	28.1	23.9	29.5	25.0
28.2	24.7	30.5	27.6	31.0	27.9
29.4	26.3	32.4	30.8	32.4	30.8
29.9	27.0	32.8	31.4		
31.0	28.6	33.8	33.5		
32.4	30.8	35.0	36.0		
		37.0	40.1		
		39.0	44.6		
		40.4	48.2		
		41.7	52.3		
		44.7	61.9		
		48.6	75.5		

¹⁾ Vorlesungen I, 58.

der twee quadrupelpunten E en D, hetgeen wel het best hierdoor bewezen wordt, dat de temperatuur van het punt E volkomen overeenstemt met de uiterst nauwkeurige overgangstemperatuur-bepaling van RICHARDS en WELLS ¹⁾, die voor het overgangspunt van de transformatie $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{aq}$ onder 1 atm. druk, dat zéér weinig van dat onder den dampspanningsdruk E verschilt 32.384° vonden. (Zie tabel p. 227).

Uit deze tabellen volgt in de eerste plaats, dat de driephasenlijn voor $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{L} + \text{G}$ tusschen de beide andere inligt, hetgeen de theorie eischt en verder dat bij 32.4° de drie driephasendrukken even groot zijn n.l. **30.8** mm. Hg. waaruit volgt dat bij deze temperatuur en druk $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ HO}$, Na_2SO_4 , L en G met elkaar in evenwicht zijn, hetgeen met de waarneming van RICHARDS en WELLS als volkomen in overeenstemming kan worden beschouwd.

Passen wij nu op de tabel voor de driephasenlijn $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{G}$ de formule van VAN 'T HOFF toe in den vorm, zooals deze door FROWEIN ²⁾ is benut, dan krijgen wij

$$Q = 4.606 \frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \left(\log \frac{P_2}{P_2'} - \log \frac{P_1}{P_1'} \right)$$

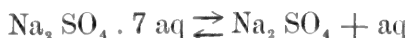
waarin P_1 en P_2 twee driephasendrukken bij de absolute temperaturen T_1 , T_2 zijn, terwijl met P_1' en P_2' de dampspanning van zuiver water bij die zelfde temperaturen wordt aangegeven.

Q geeft dan aan het warmteeffect bij de vorming van dekahydraat uit 1 gr. mol vloeibaar water en anhydried.

Nemen wij de met 20° en $32^\circ.4$ overeenstemmende drukkingen, dan vindt men voor $Q = 2440$ cal, waaruit volgt dat de totale hydratiewarmte van $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O} = 24400$ cal. is.

Hierbij zij tevens opgemerkt, dat deze indirecte bepaling der hydratiewarmte de eenige juiste bleek te zijn, daar de directe meting van het warmte-effect tengevolge der langzame reactie niet mogelijk is.

Het punt D is een metastabiël quadrupelpunt, waar in metastabiëlen toestand de fasen $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7 \text{ aq}$, Na_2SO_4 , L en G met elkaar in evenwicht zijn. Voor dit overgangspunt (onder 1 atmosfeer druk) waar de transformatie



¹⁾ Zeitschr. f. physik chem. **43**, 471, (1903).

²⁾ Z. Ph. Chem. **I**, 8 (1887).

plaats grijpt vindt men grafisch uit de oplosbaarheidslijnen van LOEWEL en GAY-LUSSAC de temperatuur **24,4°**.

Zoals uit onderstaande tabel kan worden afgeleid, werd bij de bepaling van de driephasenlijn voor $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{aq} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{G}$ bij **24,4** een zeer duidelijke knik gevonden, waaruit volgt, dat het overgangspunt onder den dampdruk ook bij **24,4** ligt.

Driephasenlijn.
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{aq} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{G}$

Temp.	Druk in m.m.Hg.	Vaste fasen.
20 0	13.2	7 aq + anh + G
21.0	14.3	"
22.0	15.4	"
22.9	16.6	"
23.6	17.6	"
23.9	18.0	"
24.1	18.3	"
24 4	18 9	7 aq + anh + L + G
24.6	19.2	anh + L + G
24.9	19.6	"
25.3	20.0	"

De driephasenlijn voor $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{aq} + \text{L} + \text{G}$ had indien voortgezet tot deze temp., nog een bevestiging kunnen geven, doch daartoe had men juist de samenstelling, overeenkomende met het overgangspunt, 6,15 mol % Na_2SO_4 moeten nemen, die om bijzondere experimenteele moeilijkheden bijna altijd overschreden zou worden, waardoor naast het hydraat met 7 aq steeds het anhydride zou verschijnen en dus steeds het driephasen evenwicht $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{aq} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{G}$ gemeten zou worden.

Dit is dan ook de reden, waarom zoals uit de volgende tabel blijkt, de driephasenlijn $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{aq} + \text{L} + \text{G}$ slechts tot **23°** is voortgezet kunnen worden.

Driephasenlijn.
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7 \text{ aq} + \text{L} + \text{G}$

Temp.	Druk in m.m.Hg.
19.1	14.5
20.0	15.3
21.0	16.1
21.9	16.9
23.0	17.9

Voor wij van fig. 2 afstappen, zij nog opgemerkt, dat de overgangslijn *DL* niet is nagegaan, wel echter de overgangslijn *EM*, n.l. door TAMMANN ¹⁾, die bij voortzetting van het onderzoek tot hooge drukkingen vond, dat deze overgangslijn een verticale raaklijn bezit, hetgeen uit de volgende getallen duidelijk is.

Driephasendruk.
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{L}$

Temp.	Druk in K. Gr. cm ²
32.6 + 0.045	100
+ 0.079	200
+ 0.122	460
- 0.043	1000
- 1.19	2000
- 3.43	3000

Ten slotte valt nog op te merken, dat met *AB* de dampspanningslijn van zuiver water is aangegeven terwijl *VRW* de sublimatielijn van de twee modificaties van Na_2SO_4 is.

Keeren wij nu weer terug tot Fig. 1, dan dient vermeld te worden, dat de driephasenlijn voor $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{L} + \text{G}$ ook reeds door TAMMANN ²⁾ van 50° tot 100° werd bepaald; deze bepalingen werden

¹⁾ Kristallisieren und Schmelzen, 254.

²⁾ Wied. Ann. 24, 530 (1885).

echter herhaald alvorens het onderzoek naar hoogere temperatuur voort te zetten, opdat de waarnemingen volkomen vergelijkbaar zouden zijn.

Vóór wij tot de vermelding der resultaten overgaan zij opgemerkt, dat de waarnemingen tot de temperatuur van 50° in een met bijzondere zorg luchtledig gepompt toestelletje met kwikmanometer werden verricht, dat geheel in een thermostaat was ondergedompeld.

Driephasenlijn.
 $\text{Na}_3\text{SO}_4 + \text{L} + \text{G}$

Temp,	Druk in m.m.Hg.
50.6	83.6
53.8	99.0
56.8	114.0
59.6	130.0
62.8	151.0
65.6	171.0
69.4	200
69.8	208
74.8	258
80.2	321
86.0	403
90.6	482
95.2	574
100.0	681
105.0	812
111.0	1009
116.1	1196
119.8	1295
124.8	1569
125.8	1617
129.8	1833
135.6	2172
140.8	2521

Van 50° tot 140° werd echter een eenigszins andere methode gevolgd; het kwikmanometertje in den thermostaat werd, zooals gebruikelijk is, als indicator benut, terwijl de druk werd afgelezen op een openmanometer die, met het kleine manometertje door middel van een T-stuk met kraan verbonden, buiten het bad was opgesteld en waarin de druk, (door middel van een fiets-pomp,) gelijk gehouden werd aan den driephasen-druk.

Het onderzoek van $\pm 50^\circ$ tot $\pm 140^\circ$ gaf nu het volgende resultaat. (Zie tabel p. 231).

Deze waarnemingen die tot 100° goed met die van TAMMANN overeenstemmen laten zien dat deze driephasenlijn tot 140° niets onregelmatig vertoont.

Daar nu de drukkingen boven 3 atmosferen gevaarlijk waren voor het tot 140° gebruikte toestelletje werd thans overgegaan tot de methode met de Cailletetbuis die tot 217° van moeilijk smelgbaar glas, doch daarboven van kwarts was, daar glas boven 200° snel door water wordt aangetast.

Helaas was echter kwarts ook niet het materiaal voor waarnemingen bij hogere temperaturen; want terwijl kwarts door water zelfs bij de kritische temperatuur absoluut niet veranderde, werd het door een oplossing van Na_2SO_4 onder overigens dezelfde omstandigheden wel aangetast, [vermoedelijk ten gevolge van hydrolyse van het zout] waardoor de kwartsbuizen herhaaldelijk sprongen en de dampspanningsbepalingen, die betrekkelijk langen tijd vereischen, niet boven 260° konden worden voortgezet.

Van 140° tot 260° gaf het onderzoek nu het volgende resultaat. (Zie tabel p. 233).

Vergelijkt men deze drukkingen met die van zuiver water bij dezelfde temp. dan merkt men in de eerste plaats op, dat, zooals in verband met de kleine oplosbaarheid van het Natriumsulfaat te verwachten was, de verschillen klein zijn, en in de tweede plaats valt het op, dat deze verschillen een maximum waarde bereiken bij $\pm 234^\circ$, hetgeen op een overgangspunt wijst, dat dan ook door HÜTTNER en TAMMANN ¹⁾ bij 235° en door BOEKE ²⁾ bij 239° gevonden is. NACKEN ³⁾ heeft kort daarop bij een nauwkeurig onderzoek aangetoond dat de resultaten van HÜTTNER en TAMMANN het dichtst bij de waarheid komen, daar hij voor het overgangspunt 234° vond. Verder brachten zijn proeven aan het licht, dat de modificatie van Na_2SO_4 beneden 234° rhombisch en daarboven monoklin is.

¹⁾ Zeitschrift. An. Chem. 43, 215.

²⁾ Dissertatie Amsterdam 1906.

³⁾ Neues Jahrb. für Mineralogie, Beilageband 24, 27 (1907).

Driephasenlijn. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{L} + \text{G}$	
Temp.	Druk in atmosferen
141.9	3.5
142.2	3.6
142.4	3.7
144.7	3.9
145.0	3.9
147.2	4.1
148.2	4.2
149.0	4.2
151.6	4.5
151.7	4.6
152.0	4.7
153.2	4.9
154.2	5.0
157.0	5.3
160.3	5.7
162.5	6.1
163.4	6.2
166.9	6.8
170.4	7.3
172.4	7.7
174.4	8.1
177.3	8.6
179.4	9.2
181.4	9.6
184.1	10.3
186.1	10.7
187.6	11.0
192.6	12.3
201.3	14.2
206.4	16.5
210.2	18.2
217.2	20.4

Driephasenlijn. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{L} + \text{G}$		
Temp.	Druk in atmosferen	Vershil met de dampspanning van zuiver water
220	21.2	1.6
222.8	22.2	2.0
226.4	23.9	1.9
230.8	25.6	2.3
233.6	27.1	2.3
234.0	27.1	2.3
237.2	28.9	2.2
240.3	31.0	2.0
244.7	33.7	2.0
247	35.2	1.9
250.4	38.5	1.8
255.2	41.4	1.6
260	45	

Het tweede deel van het onderzoek bestond uit de bepaling van de smeltlijn onder den dampdruk, waarvan Fig. 3 het onderzochte gebied weergeeft.

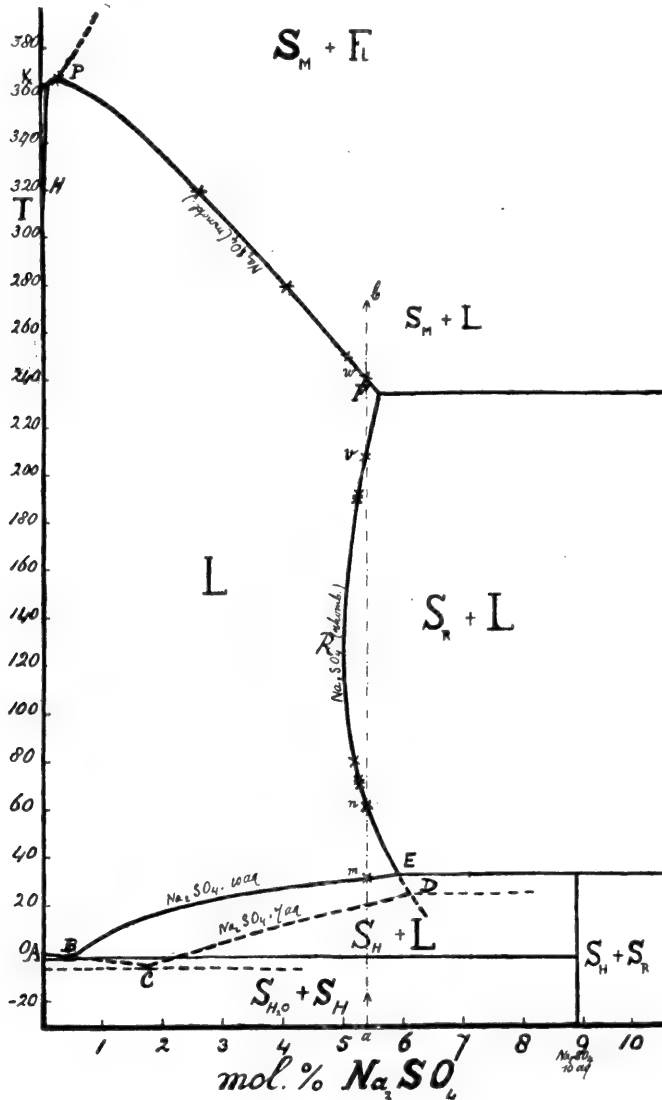


Fig. 3.

De ijslijn ABC is reeds lang uit de onderzoekingen van RAOULT ¹⁾, LOOMIS ²⁾, DE COPPET ³⁾ en LOEWEL ⁴⁾ bekend, terwijl de smeltlijn van

¹⁾ Zeitschr. f. physik. Chem. **2**, 489 (1888).

²⁾ Wied. Ann. **57**, 503 (1896).

³⁾ Ann. de Chim. et phys. [4] **25**, 539 (1872) en Zeitschr. f. physik. Chem. **22**, 239.

⁴⁾ Ann. de Chim. et phys. [3] **49**, 50 (1857).

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, B E en die van $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CD eveneens reeds vroeger uit de bepalingen van GAY-LASSAC ¹⁾, LOKWEL, DE COPPET en BERKELEY ²⁾ konden worden afgeleid.

Verder hebben GAY-LASSAC en BERKELEY ook nog onderzoekingen gedaan over de smeltlijn van het anhydride en hun bepalingen voortzettende tot $\pm 100^\circ$, konden zij reeds constateeren, dat wij hier met het bijzondere geval van een teruglopende smeltlijn te doen hebben.

De eerste waarnemingen boven 100° werden verricht door TILDEN en SHENSTONE ³⁾ van 100° tot 230° en door ÉTARD ⁴⁾ van 150 tot 320° .

Hun resultaten zijn samengevat in de volgende tabellen.

TILDEN en SHENSTONE.		ÉTARD.	
Temp.	Konc. verz. oplossing in mol. % Na_2SO_4	Temp.	Konc. verz. oplossing in mol. % Na_2SO_4
100°	5.09	150°	5.07
120°	5.035	190°	5.13
140°	5.05	240°	5.15
160°	5.15	320°	2.66
180°	5.305		
230°	5.55		

De tabel van TILDEN en SHENSTONE, die voldoende nauwkeurig is om er conclusies uit af te leiden, laat zien, dat de smeltlijn tusschen 100° en 140° een vertikale raaklijn bezit.

Van ÉTARD is slechts één bepaling van dienst geweest n.l. die bij 320° , want die deed vermoeden, dat de plooiptuuskromme de smeltlijn zou ontmoeten, hetgeen, zooals reeds in den aanhef werd medegedeeld, inderdaad het geval bleek te zijn.

Bij de nauwkeurige bepaling van de smeltlijn van 62° tot 365° (volgens de buisjesmethode) ⁵⁾ gelukte het dan ook het meest interessante gedeelte van de T - x -figuur met volkomen zekerheid vast te stellen en aan te toonen, dat het stelsel $\text{H}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{SO}_4$ tot het

¹⁾ Ann. de Chim, et phys. **11**, 312 (1819).

²⁾ Trans. Roy. Soc. 203 A. 209 (1904),

³⁾ Trans. Roy. Soc. **175**, 23 (1884).

⁴⁾ C. R. **106**, 206 (1888).

„ „ **113**, 854 (1891).

⁵⁾ Hierbij werd boven 250° van kwartsbuisjes gebruik gemaakt.

type aether-anthrachinon behoort met deze bijzonderheid, dat in dit stelsel twee overgangspunten voorkomen en het verschijnsel van retrograde stolling langs de smeltlijn niet wordt aangetroffen in de kritische omgeving doch tusschen de twee overgangspunten.

Het resultaat van het onderzoek tusschen 62° en 365° is n.l. het volgende.

Temp.	Konc. verz. oplossing in mol. % Na_2SO_4
62°	5.39
70°	5.27
72°	5.255
80°	5.18
190°	5.255
192°	5.27
208°	5.39
241°	5.39
250°	5.04
279°	4.12
319°	2.56
365°	zéér klein (kritisch verschijnsel)

Brengen wij nu deze waarnemingen in de T, x -figuur, dan krijgen wij de lijnen ERF en FP , met een overgangspunt in F . Voor de duidelijkheid is het kritisch punt bij een te groote concentratie geteekend, omdat anders niet kon aangegeven worden, dat in P de smeltlijn kontinu overgaat in de damplijn PH , die onder 320° met de as voor H_2O samenvallend is aangenomen.

Het retrograde in de smeltlijn van rhombisch Na_2SO_4 en het terugloopen van de smeltlijn van monoklien Na_2SO_4 brengt nu bij samenstellingen gelegen tusschen die van de punten R en F hoogst eigenaardige verschijnselen te weeg.

Gaan wij b.v. uit van een samenstelling $a = 5.39$ mol. % Na_2SO_4 , dan zijn wij bij de gewone temp. in het gebied voor $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq} + \text{L}$; verhoogden wij de temperatuur, dan lost bij 31° in punt m alle vaste stof op en wij komen in het gebied voor L ,

Bij 62° in n scheidt zich echter *rhombisch* anhydrisch Na_2SO_4 af,

welke afscheiding aanvankelijk, n.l. tot $\pm 125^\circ$ toeneemt. Boven deze temperatuur lost de afgescheiden hoeveelheid vaste stof meer en meer op, om bij 208° in *v* weer geheel te verdwijnen. Wij zijn dan voor de tweede maal in het vloeistofgebied gekomen, en hebben dus het verschijnsel der retrograde stolling waargenomen.

Gaan wij nu verder met verhitten, dan komt er weer verandering en bij 241° in het punt *w* scheidt zich *monoklien* anhydrisch Na_2SO_4 af.

De reeks der waar te nemen verschijnselen is hiermede nog niet ten einde, het meest interessante komt achteraan, want verhoogen wij de temperatuur nog meer, dan zien wij bij 365° het kritische verschijnsel optreden, doordat de vloeistof identiek wordt met den damp bij aanwezigheid van vast Na_2SO_4 .

Wij moeten hier echter opmerken, dat dit laatste verschijnsel een ander volume vereischt dan de daaraan voorafgaande; voor de punten *m*, *n*, *v* en *w* is het immers noodzakelijk, dat de hoeveelheid damp zeer klein is, omdat wij willen hebben, dat in deze punten de bekende totaalsamenstelling gelijk is aan de samenstelling van de vloeistof, terwijl toch driephasendruk heerscht.

Voor het kritisch verschijnsel moet echter bij de kritische temperatuur het volume van de vloeistof gelijk zijn aan dat van den damp, en zoo is het duidelijk, dat voor de waarneming van het kritische verschijnsel een nieuwe vulling noodig is.

Daar nu bij deze bepaling bleek, dat de kritische temp. van de verzadigde oplossing niet merkbaar hooger lag dan die, welke voor zuiver water werd waargenomen, n.l. 365° ¹⁾, werd hieruit geconcludeerd, dat de oplosbaarheid van Na_2SO_4 in water bij de kritische temperatuur zéér gering is.

Nu doet zich natuurlijk de vraag voor, wat wij bij hogere temperatuur krijgen. Was ontleding uitgesloten, dan zou beneden het smeltpunt van Na_2SO_4 , dus beneden $\pm 885^\circ$ een punt *q* moeten optreden, waar dezelfde vloeistof als bij *p* of bij ontmenging een andere, haar kritisch punt bereikte, en wij zouden dan een *T*, *x*-figuur krijgen, die sterk op die voor *aether-anthracinon* zou gelijken. Maar

¹⁾ Voor de kritische temperatuur van water werd door verschillende waarnemers het volgende gevonden

NADEJDINE	$358,1^\circ$
BATELLI	$364,3^\circ$
CAILLETET EN COLARDEAU	$200,5^\circ$
KOHNSTAMM EN KEESING	$364-365^\circ$
SMITS	365°

daar het hoogstwaarschijnlijk is, dat bij hogere temperatuur ontleding optreedt, moeten wij van het overige gedeelte van de T,x -figuur afzien.

De zouten die met water als tweede komponent zich in verband met hun teruglopende smeltlijn vermoedelijk zullen gedragen als Na_2SO_4 , zijn de sulfaten van *Ca, Cd, Ce, Fe, Gd, La, Mg, Mn, Nd, Ni, Pr, Sr, Th, Yb* en *Zn*, benevens de zouten Li_2CO_3 , Na_2SeO_4 , Na_2HPO_4 CaCrO_4 .

Hoogstwaarschijnlijk zal hetzelfde eigenaardige gedrag ook dikwijls te vinden zijn, wanneer wij in plaats van water een ander oplosmiddel kiezen, waarbij dan bij laag smeltende zouten wellicht het onderzoek, door het uitblijven van secundaire omzettingen, over het geheele concentratiegebied zal kunnen worden voortgezet.

Anorg. Chem. Laboratorium der Universiteit.

Amsterdam, Sept. 1909.

Scheikunde. — De Heer HOLLEMAN biedt namens den Heer Dr. F. E. C. SCHEFFER een mededeeling aan: „*Over heterogene evenwichten bij dissocierende verbindingen.*”

(Mede aangeboden door den Heer v. d. WAALS).

Door Dr. A. SMITS werd 30 Dec. 1905 in de Verslagen der Koninkl. Akademie een mededeeling gepubliceerd over snijdingen van de plooiptuuskromme en de driephasenlijn eener dissocierende binaire verbinding. In deze verhandeling werden enkele der mogelijke gevallen besproken, de verschijnselen beschreven, die bij eene dergelijke ontmoeting kunnen worden verwacht en eene nadere systematische bespreking der overige mogelijkheden aangekondigd. Prof. SMITS stond de voortzetting echter aan Prof. ROOZEBOOM af, die het mij als onderwerp voor een dissertatie opgaf; van zijne leiding heb ik slechts korten tijd mogen genieten. Aan Prof. SMITS, mijn promotor, betuig ik gaarne mijnen dank voor den steun, die ik bij dit onderzoek van hem heb mogen ondervinden.

De systemen, waarin eene snijding van plooiptuuskromme en driephasenlijn eener dissocierende binaire verbinding optreedt, kunnen tot de zes volgende typen worden teruggebracht.

1. Beide kritische eindpunten liggen op den tak AS ; zie fig. 1

Dit geval werd reeds in de genoemde verhandeling besproken en aan een gecombineerde PT - en xT -projectie duidelijk gemaakt.

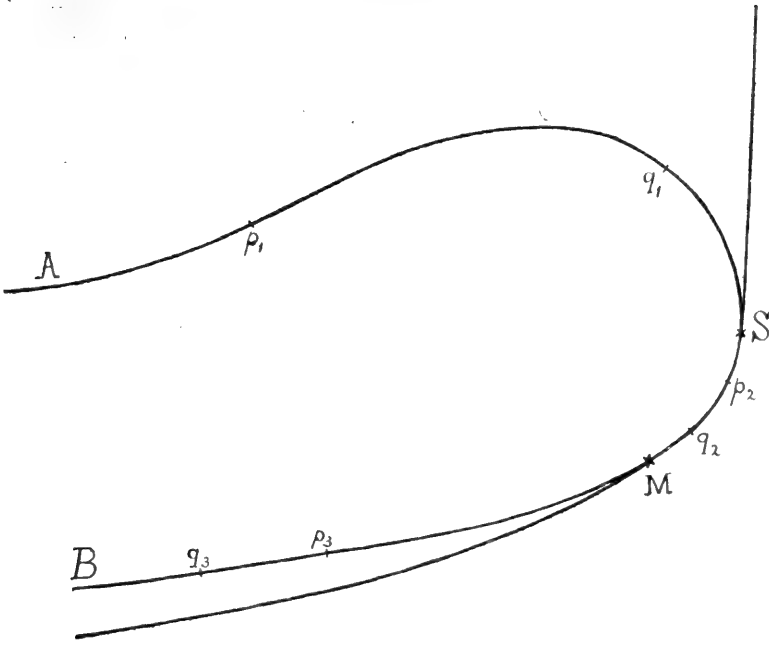


Fig. 1.

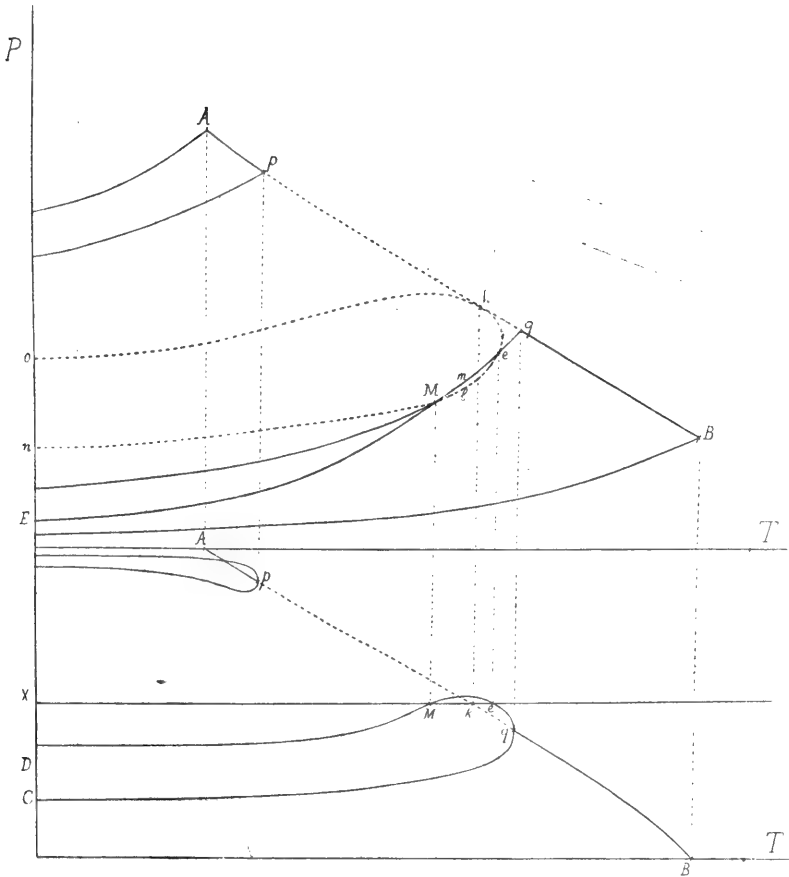


Fig. 2.

coexistentie van L en G in het gebied $nMmeko$, waaraan zich dan het stabiele gebied $Mlem$ aansluit.

III. Beide kritische eindpunten liggen op den tak SM (punten p_2 en q_2 uit fig. 1) dus tusschen smeltpunt en maximumsublimatiepunt. De vloeistoftak van de met vast coëxisterende tweefasestroom van p snijdt de lijn voor $x = 1/2$ tweemaal, éénmaal in het smeltpunt S (Fig. 3) en een tweede maal in een punt b , dat tusschen S en p is gelegen. Evenzoo snijdt de damptak van de stroom van q het middenvlak tweemaal, in het maximumsublimatiepunt M en in een punt, gelegen tusschen M en q . In b en S bestaat de verbinding naast vloeistof van gelijke samenstelling onder den driefasendruk; in de snijpunten van den damptak met $x = 1/2$ naast damp van gelijke samenstelling, waarmede dan eene vloeistof van andere samenstelling coëxisteert. De lijn, die in dit geval het evenwicht tusschen vloeistof en gas aanwijst voor de samenstelling van de verbinding, gaat door S en M , maar tevens door de beide andere snijpunten van vloeistof- en damptak met $x = 1/2$ en door een punt c van de kritische lijn, die daar dus metastabiel is.

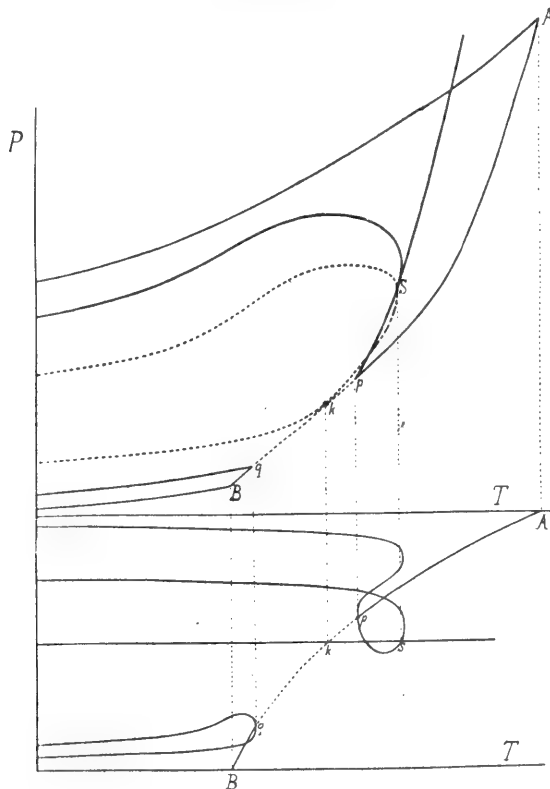


Fig. 4.

IV. Het eene kritische eindpunt ligt op SM , het tweede op BM . (punten p_2 en q_3 uit fig. 1). In dit geval, dat gegeven wordt door fig. 4 bestaat op de driefasenlijn aan de zijde van den eersten component nog een smeltpunt S , terwijl het maximumsublimatiepunt is weggevallen. Hiermede hangt samen, dat het vlak van de verbinding alleen door een vloeistoftak wordt gesneden; het plooi punt k ligt tusschen p en q . In S raakt de smeltlijn, in het andere punt, waar de vaste verbinding naast vloeistof van gelijke samenstelling bestaat eene tweede lijn voor vast-fluïde, die naar lagere temperatuur loopt, rakend aan de driefasenlijn in de P - T projectie. Deze laatste lijn is ter wille van de duidelijkheid weggelaten.

V. Beide kritische eindpunten liggen op BM (punten p_2 en q_3 , fig. 1), dus bij concentraties, die liggen tusschen die van de verbinding en van den tweeden component. Het evenwicht vloeistof-gas in het middenvlak, dat in het vorige geval tot een metastabiel kritisch verschijnsel aanleiding gaf, levert hier een stabiel kritisch punt (fig. 5). De lijnen, die het gedrag van het mengsel van de samen-

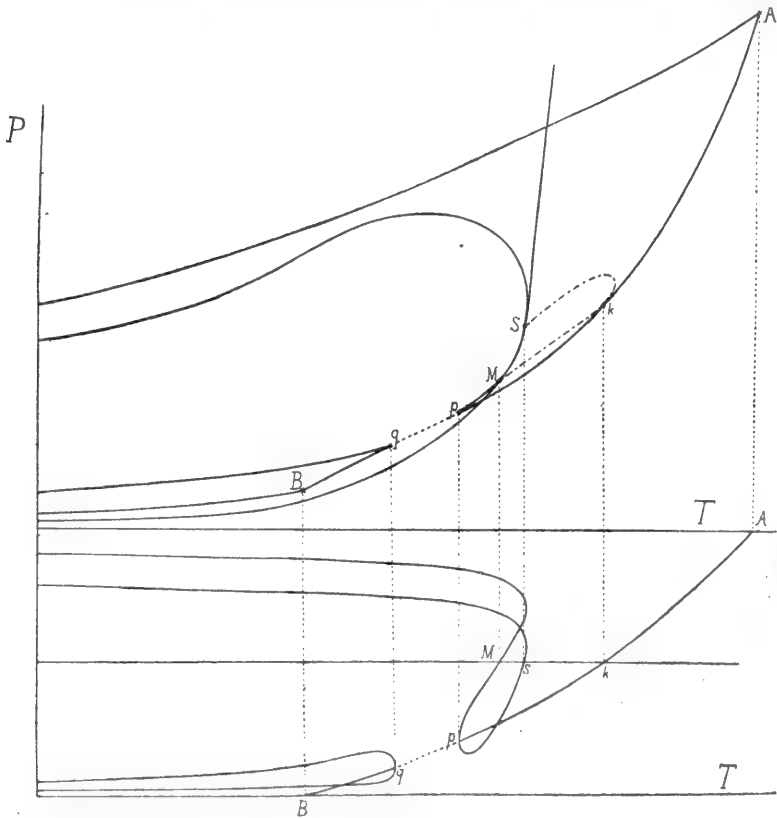


Fig. 5.

stelling van de verbinding aangeven, zijn in de figuur aangebracht.

VI. Het eene kritische eindpunt ligt op AS , het tweede op BM (punten p_1 en q_3 van fig. 1). Dit geval, waarbij zoowel smeltpunt als maximumsublimatiepunt zijn verdwenen, werd reeds door Prof. SMITS in de aangehaalde verhandeling besproken.

Bovengenoemde gevallen, die alle zijn afgeleid in de aanname, dat de dampdruk der verbinding tusschen die der componenten ligt bij gelijke temperatuur, waarbij dus het vloeistof-dampvlak boven het smeltpunt geleidelijk van den eersten naar den tweeden component daalt, kunnen gemakkelijk worden afgeleid voor systemen met verbindingen, die minder resp. meer vluchtig zijn dan beide componenten, hetgeen dan aanleiding geeft tot het optreden van eene lijn van minimum- resp. maximum-druk op het vloeistof-dampvlak. Door combinatie van de vorige gevallen kunnen dubbele snijdingen optreden, waarvan één in de aangehaalde mededeeling werd besproken.

Wanneer we nagaan, wanneer de genoemde gevallen kunnen voorkomen dan blijkt, dat de kans voor het optreden van geval III het kleinst zal zijn, daar de gewoonlijk geringe verschillen in druk en temperatuur van minimumsmeltpunt en maximumsublimatiepunt eene snijding van driephasenlijn en kritische lijn tusschen deze punten onwaarschijnlijk maakt. De gevallen II, III en IV, waar eene dergelijke ligging wordt aangetroffen, zullen dus, zóó ze werkelijk voorkomen, slechts zelden worden aangetroffen; het is me niet gelukt een voorbeeld van deze gevallen te vinden.

De overige drie gevallen hebben dit gemeenschappelijk, dat ze alle kunnen voorkomen bij verbindingen, die in één of beide componenten weinig oplosbaar zijn. Bij alle systemen, waar ik kritische eindpunten heb gevonden, was dit nu inderdaad het geval. Van de onderzochte systemen behooren tot

Type I: Zoutzuur—Ammoniak; Zwavelwaterstof-Ammoniak; Koolzuur-Ammoniak.

Type V: Ammoniak-Zwaveldioxyd.

Het systeem zoutzuur-ammoniak, waarbij het optreden van type VI door het niet bekend zijn van een smeltpunt niet onwaarschijnlijk scheen, bleek tot Type I te behooren, daar ik kon vaststellen, dat bij verhitting van chloorammonium een driephasenlijn werd gevonden, die zich uitstreckte van ca. 520° — 560° .

Van deze systemen is slechts dat van zwavelwaterstof en ammoniak voor eene quantitative onderzoeking van de ruimtefiguur geschikt, hoewel ook dit systeem door de inwerking van kwik op zwavelwaterstof, die slechts met groote moeite onschadelijk is te maken, groote experimenteële bezwaren meebrengt. Toch is het me gelukt

één kritisch eindpunt (p) te bepalen; het tweede (q) was door te hoog gelegen drukking niet te bereiken. Fig. 6 geeft de P - T projectie van de P - T - x figuur aan. De driefasenlijn aan de zijde

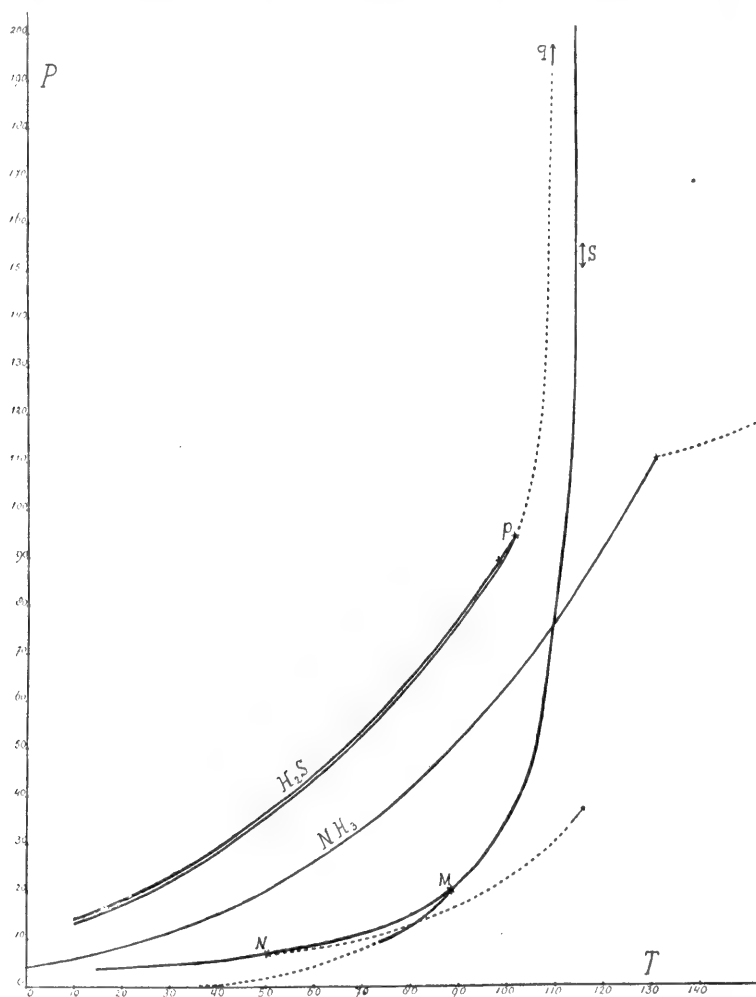


Fig. 6.

van den meest vluchtigen component, in ons geval de zwavelwaterstof, valt practisch met de vloeistof-damplijn van den zuiveren component samen; ze is ter wille van de duidelijkheid daarvan gescheiden geteekend. De oplosbaarheid is hier zoo gering, dat de isotherme dampdrukverlaging (tot het bereiken van de verzadigde oplossing onder driefasendruk) practisch nul is; dit brengt mede, dat het kritisch eindpunt p slechts weinig in druk en temperatuur van het kritisch punt van zwavelwaterstof verschilt ($T_{k_{H_2S}} 99.6^\circ$; $T_{k_p} 103.0^\circ$;

$p_{k_{H_2S}} 88.3 \text{ atm.}$; $p_{k_p} 93.9 \text{ atm.}$).

De driefasenlijn aan den ammoniakkant loopt bij lage temperatuur ver onder de vloeistof-damplijn van ammoniak.

In de buurt van 110° stijgt ze zeer snel, snijdt in de $P-T$ projectie de ammoniaklijn en loopt bij 117° bijna vertikaal. Ik heb deze lijn naar hooger en druk tot 225 atmosferen kunnen vervolgen zonder eenige indicatie van een kritisch verschijnsel. Het punt q ligt dus bij een druk, die hooger is dan 225 atmosferen.

In het punt N , dat bij ongeveer 50° ligt, treedt eene raking van de minimumdruklijn aan de driefasenlijn op. Bij temperaturen boven 50° hebben derhalve de $P-x$ doorsneden een minimumdruk in de $L-G$ lijnen. Van de sublimatielijn van de verbinding werd de ligging in de nabijheid van het maximumsublimatiepunt nauwkeurig bepaald; dit laatste punt ligt bij 88.4° en 19.3 atmosferen; het smeltpunt kon niet zoo nauwkeurig worden waargenomen, daar eene geringe inwerking van kwik op het mengsel door de daardoor ontwikkelde waterstof eene groote fout in de drukking kan teweeg brengen; het ligt bij 116 à 117° en bij eene drukking, die hooger is dan 150 atmosferen. Terwijl in de weinige gevallen, waar de beide genoemde punten nauwkeurig werden bepaald, de verschillen in druk en temperatuur gering waren, treedt hier een temperatuur- en drukverschil van 28° en meer dan 130 atmosferen op; dit systeem is het eerste en eenige geval, waar eene dergelijke ligging werd geconstateerd.

Met behulp van toegesmolten buizen eenerzijds en proeven met Cailletetbuizen anderzijds is het me gelukt de $T-x$ projectie van het gedeelte van de kritische lijn aan den zwavelwaterstofkant (fig. 7)

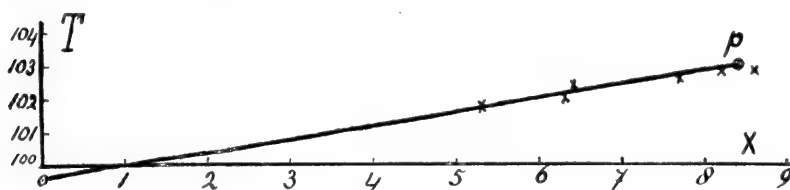


Fig. 7.

en van de driefasenlijn aan beide zijden (fig. 8 en 9) te bepalen.

De kritische lijn loopt vrijwel recht van het kritisch punt van zuivere zwavelwaterstof (99.6°) naar het kritisch eindpunt p (103.0° , 8.4% ammoniak). Deze lijn is in fig. 8 met den vloeistof- en damp-tak van de met vaste verbinding coëxisterende tweefasestroom geteekend, waarvan de eerste nauwkeurig kon worden bepaald en de laatste schematisch is aangegeven. De $T-x$ -projectie van dezelfde stroom aan den ammoniakkant (fig. 9) vertoont bij 50% ammoniak het smeltpunt S (116 à 117°) en het maximumsublimatiepunt M (88.4°).

De getrokken vloeistoflijn werd gedeeltelijk met gesloten buisjes, gedeeltelijk met de Cailletet-methode, die onderling overeenkomende uitkomsten opleverden, bepaald; het gestippelde gedeelte, dat eenerzijds door de reeds genoemde storende reactie, anderzijds doordat de

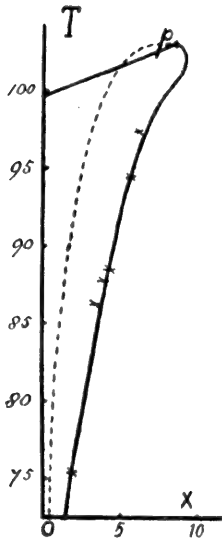


Fig. 8.

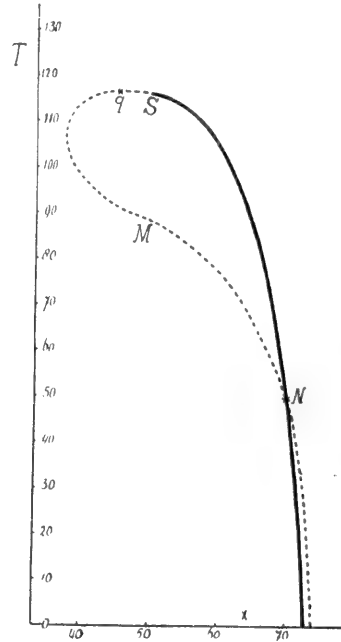


Fig. 9.

vullingen van de Cailletetbuizen te gering zouden moeten zijn, niet nauwkeurig kon worden waargenomen, komt slechts globaal met de werkelijkheid overeen met uitzondering van het maximum-sublimatiepunt. Links van N ligt het smeltpunt bij hooger temperatuur dan het sublimatiepunt en aan de andere zijde van N treedt de omgekeerde ligging op. Het punt N , waar de beide takken van de tweefasestroom elkaar snijden, is ook in de P - T projectie van fig. 6 te vinden, waar de minimumlijn van het vloeistof-dampvlak de drie-fasenlijn raakt. De overige lijnen zullen in verband met de theoretische beschrijving, die Prof. SMITS van dit geval reeds gaf (Type I), zonder verdere omschrijving duidelijk zijn.

Scheikunde. — De Heer FRANCHIMONT biedt eene mededeeling aan van den Heer Dr. OTTO DE VRIES: „*Over de abnormale reductie eener aromatische nitroverbinding met tin en zoutzuur en een merkwaardig geval van dimorphie.*”

(Mede aangeboden door den Heer P. v. ROMBURGH).

Bij de synthese van het isokreosol, een der methylesters van het homopyrocatechine, moest 3-amino-4-methoxytoluol gemaakt worden door reductie van de overeenkomstige nitroverbinding. Het bleek dat deze reductie zeer glad en met kwantitatieve opbrengst verloopt, wanneer men haar met ijzer en azijnzuur bewerkstelligt; gebruikt men echter tin en zoutzuur, dan ontstaat een mengsel van aminoverbindingen waaruit, behalve het normale product der reductie, een tweede, chloorhoudend, lichaam kon worden afgezonderd.

Het ontstaan van in de kern gechlloreerde aminoverbindingen, bij de reductie van aromatische nitroverbindingen met tin en zoutzuur, is reeds meermalen geconstateerd, en het was dus interessant, ook in dit geval vast te stellen, welke plaats het chlooratoom daarbij ingenomen had.

Dit kon bereikt worden door de aminogroep door chloor te vervangen. Het daarbij ontstaande dichloor-4-methoxytoluol bleek identisch te zijn met 3-6-dichloor-4-methoxytoluol, dat langs synthetischen weg bereid werd, namelijk door in het, reeds door LIMPACH beschreven, 3-amino-4-methoxy-6-nitrotoluol eerst de aminogroep op 3 door chloor, daarna de nitrogroep op 6 door NH_2 en deze vervolgens ook door chloor te vervangen. Hieruit blijkt dus dat het chlooratoom, zooals uit analoge gevallen te verwachten was, de paraplaats ten opzichte van de aminogroep ingenomen had.

Het zoeven vermelde 3-6-dichloor-4-methoxytoluol vertoonde een eigenaardig geval van dimorphie. Bij de verschillende boven ten deele beschreven bereidingen werd het steeds verkregen in den vorm van bij 29° smeltende naalden die zich als een volkomen stabiel lichaam gedroegen. Aan het einde der onderzoekingen trad echter een andere vorm op, bij 44° smeltende platte kristallen, en van dat oogenblik af waren de bij 29° smeltende naalden niet meer bestendig, zij vielen tot poeder uiteen en vertoonden dan het smeltpunt 44°. Men kan den labielen vorm van 't smeltpunt 29° gemakkelijk weer laten ontstaan door afkoelen eener gesmolten massa of door kristallisatie uit verdunnen alcohol. Het bleek echter in den eersten tijd na het optreden van den stabielen vorm (44°) onmogelijk, de zoo verkregen naalden af te zonderen, want zoodra zij met de laboratoriumslucht

in aanraking kwamen, trad omzetting op. Zelfs de voorzorgsmaatregelen, die LIEBERMANN en BILLMANN bij hunne onderzoekingen over de kaneelzuren gebruikten, bleken onvoldoende. Alleen door de stof in een toegesmolten buisje geruimen tijd boven 44° te verhitten, dit door onderdompelen in alcohol van buiten volkomen te desinfecteeren en de verdere bewerkingen in een ander laboratorium te doen plaats hebben, konden de bij 29° smeltende naalden afgezonderd worden. Later, nadat eenige weken niet met den bij 44° smeltenden vorm gewerkt was, bleek de infectie weer grootendeels geweken en waren de bij 29° smeltende naalden onder gewone voorzorgsmaatregelen aan de lucht bestendig.

De overgang van beide vormen in elkaar is zeer gemakkelijk; de gesmolten massa geeft bij afkoeling den bij 29° smeltenden vorm, die door enten, of in geïnfecteerde omgeving spontaan, onder warmteontwikkeling in den stabielen, bij 44° smeltenden, vorm overgaat.

Hieruit blijkt dus ten duidelijkste, dat men met een geval van dimorphie te doen heeft, en wel meer bijzonder met een geval van monotropie, waarbij de eene vorm steeds labiel is tegenover den anderen.

Dit onderzoek zal uitvoerig in 't Recueil des travaux chimiques medegedeeld worden.

Scheikunde. — De Heer A. P. N. FRANCHIMONT biedt eene mededeeling aan: „*Over natriumalkylcarbonaten*”.

Er is van alkylcarbonaten slechts zeer weinig bekend. Nadat DUMAS & PÉLIGOT in 1840 het bariummethylcarbonaat en het kaliumaethylcarbonaat hadden bereid en de eigenschap van door water ontleed te worden in alcohol en hydrocarbonaat hadden vermeld, gaf BEILSTEIN in 1859 eene goede methode aan om het natriumaethylcarbonaat te bereiden. Hij leidde droog koolzuurgas door eene absoluut alcoholische oplossing van natriumalcoholaat. Het natriumzout werd in 1868 door GEUTHER uit koolzuren diaethylester met natriumalcoholaat verkregen, het kaliumzout door HABERMANN in 1886 bij de electrolyse van watervrij kaliumacetaat in absoluten alcohol, het bariumpzout door DESTREM in 1882 bij het leiden van droog koolzuurgas in eene absoluut alcoholische oplossing van bariumaethylalcoholaat. Steeds wordt de ontleding dezer zouten door water vermeld. Deze eigenschap mag dus wel voor alle alkylcarbonaten worden aangenomen, zooals ook gewoonlijk geschiedt.

Ook het natriumphenylcarbonaat wordt door water ontleed in

phenol en natriumhydrocarbonaat of een mengsel van carbonaat en hydrocarbonaat. Hiervan is echter ook bekend dat het door verwarming koolzuurgas afgeeft en dit wordt voor de alkylcarbonaten niet vermeld. Ofschoon nu in het algemeen phenol en primaire aliphatische alcoholen zeer weinig in aard overeenkomen, kwam het mij toch wenschelijk voor iets meer van de alkylcarbonaten te weten te komen in vergelijking met het natriumphenylcarbonaat; vooral toen de Heer MOLL VAN CHARANTE voor dit laatste zout ontleding bij de gewone temperatuur door droog aceton, onder ontwikkeling van koolzuurgas en vorming van phenol, had gevonden.

Ik bereidde daarom het natriumaethylcarbonaat volgens BEILSTEIN's methode en constateerde dat het door water ontleed wordt in natriumhydrocarbonaat en alcohol maar tevens dat het niet ontleed werd bij verwarming zelfs tot 180° ongeveer en evenmin door aceton.

Nu wordt het natriumphenylcarbonaat bereid langs den drogen weg d. w. z. door droog koolzuurgas over droog natriumphenolaat te leiden, terwijl het aethylcarbonaat langs den natten weg was verkregen. Proeven om het natriumphenylcarbonaat langs den natten weg te bereiden waren den Heer MOLL VAN CHARANTE niet gelukt, ik beproefde dus het natriumaethylcarbonaat langs den drogen weg te bereiden ten einde de tegenwerping, dat het verschil in eigenschappen tusschen natriumphenylcarbonaat en natriumaethylcarbonaat in de verschillende bereidingswijze kon liggen, te ontgaan.

't Gelukte mij de omstandigheden te vinden waaronder droog, alcoholvrij, natriumalcoholaat met droog koolzuurgas een product geeft, dat in samenstelling en in de genoemde eigenschappen met dat, volgens BEILSTEIN's methode bereid, overeenkomt. Het gaf nòch bij verwarming, nòch bij behandeling met aceton, koolzuurgas, maar werd door water ontleed in alcohol en hydrocarbonaat.

Het verschillend gedrag van natriumphenyl- en natriumaethylcarbonaat kan dus niet op verschillende vormingswijze berusten, maar op het verschil tusschen alkyl en phenyl of op een verschil in werkingswijze van het koolzuurgas met natriumaethyl- en phenylcarbonaat.

Deze proeven die ik reeds voor drie jaren gedaan had heb ik in den laatsten tijd door Dr. DUBSKÝ laten herhalen en uitbreiden door ook het natriummethylcarbonaat, dat nog nimmer scheen bereid te zijn, op beide wijzen te laten maken.

Niet alleen werden mijne resultaten met het natriumaethylcarbonaat bevestigd, maar ook bleek dat het natriummethylcarbonaat zich geheel als zijn homoloog gedraagt tegen water, bij verwarming, en met aceton.

Daar echter gedurende het onderzoek was gebleken dat het aceton gedroogd moet worden door schudden met phosphorpentoxyde en

daaropvolgende distillatie, hetgeen bij de proeven van den Heer MOLL VAN CHARANTE niet was geschied, hebben wij, in overleg met hem, de proef met natriumphenylcarbonaat en aceton herhaald en ofschoon wij niet met volslagen zekerheid zouden durven beweren dat natriumphenylcarbonaat door droog aceton geene verandering ondergaat, eene heftige ontleding onder koolzuurgasontwikkeling, zooals door hem beschreven, werd door ons niet waargenomen.

Bij het natriummethyl- en aethylcarbonaat is het product, na met aceton behandeld te zijn, geanalyseerd en onderzocht en vertoonde geen verschil met het oorspronkelijke.

Wiskunde. — De Heer W. KAPTEYN biedt eene mededeeling aan van den Heer M. J. VAN UVEN: „*Onderzoek naar de functies, die door infinitesimale iteratie kunnen opgebouwd worden.*” *Bijdrage tot de oplossing van de functionaalvergelijking van ABEL.*

(Mede aangeboden door den Heer J. C. KLUYVER.)

§ 1. Beschouwt men naast $y_1 = \varphi_1(x) = \varphi(x)$ ook $y_2 = \varphi\{\varphi(x)\} = \varphi_2(x)$, $y_3 = \varphi\{\varphi_2(x)\} = \varphi[\varphi\{\varphi(x)\}] = \varphi_3(x)$ enz. . . . $y_n = \varphi_n(x)$. . . , dan kan men zich afvragen, of deze „iteratie” van de functie $\varphi(x)$ tot een bepaalde eindwaarde y_∞ voert, wanneer ze tot in 't oneindige wordt voortgezet en hoe deze eindvorm zich uit het oogpunt der functietheorie gedraagt. In dezen zin is het iteratieprobleem door tal van wiskundigen opgevat, o. a. door E. SCHROEDER ¹⁾, KOENIGS ²⁾, FARKAS ³⁾, ISENKRAHE ⁴⁾, BOURLET ⁵⁾, LÉMERAY ⁶⁾, CARLSSON ⁷⁾. Hun beschouwingen leiden ook meermalen tot het construeeren van nieuwe algorithmen ter benadering van wortels van algebraïsche en transcendente vergelijkingen. Anderen daarentegen hebben zich de vraag gesteld: welke functie $\psi(x)$, gaat na $(n-1)$ -malige iteratie over in een gegeven functie $\varphi(x)$, zoodat voldaan is aan $\psi_n(x) = \varphi(x)$? Met de

1) Math. Ann. Bd. II (1870), p. 317.

2) Bulletin des sc. math. t. VII (1883), p. 340; Ann. scientif. de l'Ecole norm. sup. (3) t. I (1884), suppl. p. 3; t. II (1885), p. 385.

3) Journal de mathém. (3) t. X (1884), p. 101.

4) Math. Ann. Bd. XXXI (1888), p. 309. Das Verfahren der Funktionswiederholung, Teubner, 1897.

5) Ann. d. l. Fac. des sc. de Toulouse t. XII (1898), C.

6) O.a. Bulletin d. l. Soc. Math. t. XXVI (1898), p. 10.

7) Om iterade funktioner. Diss. Uppsala, 1907.

beantwoording van deze vraag hebben zich o. a. beziggehouden E. SCHROEDER ¹⁾, FORMENTI ²⁾, LEAU ³⁾, SPIESS ⁴⁾.

Ook wij zullen het iteratieprobleem van deze zijde aanvatten en trachten een uitdrukking te vinden voor de $(n-1)^{ste}$ iteratie $\varphi_n(x)$ van $\varphi(x)$, die beteekenis behoudt voor *alle reële* waarden van den iteratieindex n . Hebben we die uitdrukking gevonden, dan hebben we slechts $n = \frac{1}{m}$ te stellen, om de functie $\psi = \varphi_{\frac{1}{m}}$ te verkrijgen,

die na $(n-1)$ -malige iteratie φ oplevert, zoodat

$$\psi_m(x) = \varphi_{\frac{1}{m} \cdot m}(x) = \varphi_1(x) = \varphi(x).$$

Door n met oneindig kleine bedragen te doen toenemen kan men dan als het ware de functie φ door *infinitesimale iteratie* opbouwen.

Het is noodig hier even onderscheid te maken tusschen twee soorten van infinitesimale iteratie. Beschouwt men nl. (zie SPIESS) ⁴⁾

de *operatie* $x + \delta x$, waarin $\delta = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{p}{m}$, dan krijgen we door deze *operatie* $(m-1)$ -maal te itereeren $\lim_{m \rightarrow \infty} (1 + \delta)^m x = x \cdot e^p$. Daarentegen

zullen wij ons bezighouden met het geval, waarin niet een operatie, maar een eigenlijke *functie* geïtereerd wordt.

Het komt er blijkbaar op aan $\varphi_n(x)$ uit te drukken in den vorm van een continue functie van x en n . We kunnen het vraagstuk echter ook aldus stellen: welke gedaante moet de functie $f(x)$ hebben, opdat ze door de substitutie $y = \varphi(x)$ in de plaats van x met de *eenheid* toeneemt, m. a. w. voor welke functie $f(x)$ geldt bij een gegeven $y = \varphi(x)$

$$f(y) = f\{\varphi(x)\} = f(x) + 1, \dots \dots \dots (A)$$

en derhalve evenzoo

$$f(\varphi_n) = f(x) + n?$$

Is de functie $f(x)$ bepaald, dan volgt φ_n uit

$$\varphi_n(x) = f_{-1}\{f(x) + n\}, \dots \dots \dots (a)$$

waarin f_{-1} de *inverse* functie van f voorstelt. Hiermede is dan het doel bereikt: φ_n als functie van x en n te hebben geschreven.

Onze taak is derhalve de functionaalvergelijking (A) op te lossen.

1) Math. Ann. Bd. III (1871), p. 296.

2) Rendiconti d. R. Istituto Lombardo (2) vol. VIII (1875), p. 276.

3) Ann. d. l. Fac. des sc. de Toulouse t. XI (1897), E.

4) Mitteil. der Naturforsch. Gesellsch. in Bern, 1901, p. 106.

Men zie ook het artikel van PINCHERLE in de Encycl. der Math. Wiss. Bd. II 1, Heft 6, p. 791.

formatie in den door ons gevonden standaardvorm, aan het probleem, „zoo veel functies $\varphi_n(x)$ te construeeren als men wil”, dat feitelijk reeds in (a) en (b) opgelost mag heeten, zijn geen wezenlijke bezwaren meer verbonden.

§ 2. We gaan thans over tot het zoeken naar een nieuwen standaardvorm. Vooraf denken we ons de functie $y = \varphi(x)$ voorgesteld door de beide parametervergelijkingen

$$x = \xi(t) \quad , \quad y = \eta(t) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Daar de functie $f(x)$ om zoo te zeggen de verbindingsschakel is tusschen de functie φ en haar iteraal φ_n , zal een betrekking, bijv. een differentiaalvergelijking, waaraan alle φ_n , dus ook $\varphi_0(x) = x$, voldoen, geschreven kunnen worden als een vergelijking, waarin de functie f de onafhankelijk-veranderlijke is, dus als een betrekking van den vorm

$$\Phi \left(f, \varphi_n, \frac{d\varphi_n}{df}, \frac{d^2\varphi_n}{df^2}, \dots \right) = 0.$$

Verwisselen we hierin de onafhankelijk- met de afhankelijk-veranderlijke, dan moeten we kunnen komen tot een vergelijking

$$F \left\{ \varphi_n, f(\varphi_n), \frac{df}{d\varphi_n}, \frac{d^2f}{d\varphi_n^2}, \dots \right\} = c,$$

die dezelfde, dus *constante* waarde houdt voor alle φ_n , dus ook voor $\varphi_0(x) = x$; m. a. w. uit (1) en (A) moet een betrekking afgeleid worden van den vorm

$$F \{ x, f(x), f'(x), f''(x), \dots \} = F \{ y, f(y), f'(y), f''(y), \dots \} = \dots = F \{ y_n, f(y_n), f'(y_n), f''(y_n), \dots \} = c. \quad . \quad . \quad (2)$$

In F zullen geen vormen mogen voorkomen, waarin zich de aanwezigheid van een vreemde veranderlijke openbaart, dus niet $\frac{dy}{dx}, \frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}$ enz.

Door differentiatie van (A) naar t ontstaat

$$\varphi = f'(y) y' = f'(x) x'. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Een eerste (triviale) oplossing krijgen we door te stellen: $y' = x'$, of $y = x + \beta$; $f'(y) = f'(x) = c$, $f(x) = cx + c'$, waarbij dan aan (A) voldaan wordt, wanneer men stelt $c = \frac{1}{\beta}$, $c' = 0$, dus $f(x) = \frac{x}{\beta}$; $\varphi_n = x + n\beta$.

Differentiatie van (3) levert

$$\varphi' = f''(y) y'^2 + f'(y) y'' = f''(x) x'^2 + f'(x) x'',$$

of, wegens (3),

$$\frac{\varrho'}{\varrho} = \varrho \frac{f''(y)}{f'^2(y)} + \frac{y''}{y'} = \varrho \frac{f''(x)}{f'^2(x)} + \frac{x''}{x'},$$

of

$$\varrho \left\{ \frac{f''(y)}{f'^2(y)} - \frac{f''(x)}{f'^2(x)} \right\} = - \left(\frac{y''}{y'} - \frac{x''}{x'} \right). \dots \dots (4)$$

Om tot een uitdrukking van den vorm (2) te geraken moet het tweede lid van (4) met behulp van een door differentiatie van (1) verkregen vergelijking herleidbaar zijn tot een vorm $\Psi'(y, y', y'', \dots) - \Psi'(x, x', x'', \dots) = \Psi_y - \Psi_x$, welke op zijn beurt gebracht moet kunnen worden tot de gedaante $\varrho [\Phi \{y, f(y), f'(y), f''(y), \dots\} - \Phi \{x, f(x), f'(x), f''(x), \dots\}] = \varrho (\Phi_y - \Phi_x) = y' f'(y) \Phi_y - x' f'(x) \Phi_x$, zoodat $\Psi_y - \Psi_x = y' f'(y) \Phi_y - x' f'(x) \Phi_x$. Hieruit volgt, dat $f'(y) \Phi_y$ wel y , maar niet $f(y), f'(y), \dots$ mag bevatten, of m. a. w. dat $f'(y) \Phi_y = \psi(y)$ en dan evenzoo $f'(x) \Phi_x = \psi(x)$ moet gelden; derhalve moet Φ_y van den vorm $\psi(y):f'(y)$ en Φ_x van den vorm $\psi(x):f'(x)$ zijn. Zoodoende ziet de transformatie van 't tweede lid van (4) er als volgt uit:

$$- \left(\frac{y''}{y'} - \frac{x''}{x'} \right) = \psi(y) \cdot y' - \psi(x) \cdot x' = \varrho \left\{ \frac{\psi(y)}{f'(y)} - \frac{\psi(x)}{f'(x)} \right\}.$$

Voldoet derhalve de gegeven functie $y = \varphi(x)$, voorgesteld door (1), aan de differentiaalvergelijking van de tweede orde

$$\frac{y''}{y'} - \frac{x''}{x'} + \psi(y) \cdot y' - \psi(x) \cdot x' = 0, \dots \dots (5)$$

dan wordt $f'(y)$ (resp. $f'(x)$) bepaald uit

$$\frac{f''(y)}{f'^2(y)} - \frac{f''(x)}{f'^2(x)} = \frac{\psi(y)}{f'(y)} - \frac{\psi(x)}{f'(x)},$$

d. w. z. uit

$$\frac{f''(x)}{f'^2(x)} - \frac{\psi(x)}{f'(x)} = c, \dots \dots (6)$$

en zijn we in staat de functie φ door infinitesimale iteratie op te bouwen.

De vergelijking (5) gaat, wanneer we $t = x$ stellen, over in

$$\frac{y''}{y'} + \psi(y) \cdot y' - \psi(x) = 0, \dots \dots (7)$$

waaruit door integratie volgt

$$g(y) = \alpha g(x) + \beta, \dots \dots (C)$$

waarbij $g(x) = \int e^{\int \psi(x) dx} dx$ is gesteld.

Hiermede hebben we een nieuwen standaardvorm verkregen, en

wel een *met twee willekeurige constanten*. Door of $\alpha = 1$, of $\beta = 0$ te stellen krijgen we hieruit de beide standaardvormen van SCHROEDER (l. c. p. 303).

Het komt er nu slechts op aan een gegeven functie $y = \varphi(x)$ in den vorm (C) te brengen, of door differentiatie in een der vormen (7) of

$$y' = \alpha \frac{g'(x)}{g'(y)} = \alpha \frac{h(x)}{h(y)} = \alpha \frac{H(y)}{H(x)} \dots \dots \dots (8)$$

Door integratie van (6) vinden we, in verband met (A),

$$f(x) = \frac{\log a}{\log \alpha} + \frac{\log \left\{ g(x) + \frac{\beta}{\alpha - 1} \right\}}{\log \alpha},$$

of, als we $\alpha = 1$ stellen,

$$f(x) = \frac{\log \left\{ g(x) + \frac{\beta}{\alpha - 1} \right\}}{\log \alpha} \dots \dots \dots (9)$$

Uit (a) volgt dan voor $\varphi_n(x)$

$$\varphi_n(x) = g_{-1} \left\{ \alpha^n g(x) + \frac{\alpha^n - 1}{\alpha - 1} \beta \right\} \dots \dots \dots (c)$$

Door $g(x) = \xi$ en dus $x = g_{-1}(\xi) = G(\xi)$ te stellen kunnen we den standaardvorm (C) herleiden tot de gedaante

$$x = G(\xi) \quad , \quad y = G(\alpha\xi + \beta), \quad \dots \dots \dots (C')$$

of, meer symmetrisch geschreven,

$$x = G(a_1\xi + a_2) \quad , \quad y = G(b_1\xi + b_2) \dots \dots \dots (C'')$$

Gelukt het derhalve aan $y = \varphi(x)$ deze parametervoorstelling te geven, dan kan de functie door infinitesimale iteratie opgebouwd worden. De uitdrukking voor $f(x)$ verliest haar beteekenis, wanneer $\log a = 0$, dus $\alpha = 1$ is. We zijn dan evenwel in het geval (B),

waar $f(x) = \frac{g(x)}{\beta}$ is, welke vorm evenzeer volgt uit (7), wanneer

daarin $c = -\log a = 0$ gesteld wordt. Den vorm voor $\varphi_n(x)$ kunnen we ook verkrijgen, door in (c) $\alpha = 1$ te stellen. Dan geldt

$$\lim_{\alpha=1} \frac{\alpha^n - 1}{\alpha - 1} = n, \text{ zoodat } \varphi_n(x) \text{ de gedaante } (b) \text{ aanneemt.}$$

§ 3. Alvorens tot het geven van eenige voorbeelden over te gaan zullen we trachten langs denzelfden weg differentiaalvergelijkingen van hoogere orde af te leiden, ten einde in den standaardvorm nog meer willekeurige constanten te verkrijgen.

Door differentiatie van (4) komen we tot

$$\varrho' \left\{ \frac{f''(y)}{f'^2(y)} - \frac{f''(x)}{f'^2(x)} \right\} + \varrho \left[\left\{ \frac{f'''(y)}{f'^2(y)} y' - 2 \frac{f''^2(y)}{f'^3(y)} y' \right\} - \left\{ \frac{f'''(x)}{f'^2(x)} x' - 2 \frac{f''^2(x)}{f'^3(x)} x' \right\} \right] =$$

$$= - \left(\frac{y'''}{y'} - \frac{x'''}{x'} \right) + \left(\frac{y''^2}{y'^2} - \frac{x''^2}{x'^2} \right),$$

of als we stellen :

$$\frac{f''(x)}{f'^2(x)} = X_2, \frac{f''(y)}{f'^2(y)} = Y_2, \frac{f'''(x)}{f'^2(x)} = X_3, \text{ enz. } \frac{y''}{y'} = \eta_2, \frac{x''}{x'} = \xi_2, \frac{y'''}{y'} = \eta_3, \text{ enz.}, \quad (10)$$

$$\varrho'(Y_2 - X_2) + \varrho^2 \{ (Y_3 - 2Y_2^2) - (X_3 - 2X_2^2) \} = - \{ (\eta_3 - \eta_2^2) - (\xi_3 - \xi_2^2) \}. \quad (11)$$

Nu geldt, krachtens (3) en (10),

$$\varrho' = \varrho^2 Y_2 + \varrho \eta_2 = \varrho^2 X_2 + \varrho \xi_2 = \frac{1}{2} \varrho^2 (Y_2 + X_2) + \frac{1}{2} \varrho (\eta_2 + \xi_2),$$

$$(Y_2 - X_2) = - \frac{1}{\varrho} (\eta_2 - \xi_2);$$

zoodoende kunnen we schrijven :

$$\varrho'(Y_2 - X_2) = \frac{1}{2} \varrho^2 (Y_2 + X_2) (Y_2 - X_2) + \frac{1}{2} \varrho (\eta_2 + \xi_2) \cdot - \frac{1}{\varrho} (\eta_2 - \xi_2) =$$

$$= \frac{1}{2} \varrho^2 (Y_2^2 - X_2^2) - \frac{1}{2} (\eta_2^2 - \xi_2^2),$$

waardoor (11) overgaat in

$$\varrho^2 \{ (Y_3 - \frac{3}{2} Y_2^2) - (X_3 - \frac{3}{2} X_2^2) \} = - \{ (\eta_3 - \frac{3}{2} \eta_2^2) - (\xi_3 - \frac{3}{2} \xi_2^2) \}. \quad (12)$$

Het tweede lid van (12) moet nu met behulp der differentiaalvergelijking van $y = \varphi(x)$ gebracht worden in den vorm

$$\varrho^2 [\Phi \{ y, f'(y), \dots \} - \Phi \{ x, f'(x), \dots \}];$$

hieruit kan gemakkelijk gevonden worden, dat $\Phi(y)$ moet zijn van de gedaante $\omega(y) : f'^2(y)$; de transformatie van het tweede lid van (12) geschiedt dan aldus :

$$- \left\{ \left(\frac{y'''}{y'} - \frac{3 y''^2}{2 y'^2} \right) - \left(\frac{x'''}{x'} - \frac{3 x''^2}{2 x'^2} \right) \right\} = \omega(y) y'^2 - \omega(x) x'^2 = \varrho^2 \left\{ \frac{\omega(y)}{f'^2(y)} - \frac{\omega(x)}{f'^2(x)} \right\}.$$

Voldoet nu de gegeven functie $y = \varphi(x)$ aan de differentiaalvergelijking van de derde orde :

$$\left(\frac{y'''}{y'} - \frac{3 y''^2}{2 y'^2} \right) - \left(\frac{x'''}{x'} - \frac{3 x''^2}{2 x'^2} \right) + \omega(y) y'^2 - \omega(x) x'^2 = 0, \quad (13)$$

dan wordt $f(x)$ (resp. $f(y)$) gevonden uit

$$\left\{ \frac{f'''(y)}{f'^3(y)} - \frac{3 f''^2(y)}{2 f'^4(y)} \right\} - \left\{ \frac{f'''(x)}{f'^3(x)} - \frac{3 f''^2(x)}{2 f'^4(x)} \right\} = \frac{\omega(y)}{f'^3(y)} - \frac{\omega(x)}{f'^3(x)},$$

dus uit

$$\frac{f'''(x)}{f'^3(x)} - \frac{3 f''^2(x)}{2 f'^4(x)} - \frac{\omega(x)}{f'^3(x)} = c, \quad \dots \quad (14)$$

en dan zijn we ook hier in staat $\varphi(x)$ door infinitesimale iteratie op te bouwen.

Door $t \equiv x$ te stellen gaat (13) over in

$$\frac{y'''}{y'} - \frac{3}{2} \frac{y''^2}{y'^2} + \omega(y)y'^2 - \omega(x) = 0. \dots \dots (15)$$

De integratie levert, als we de integraal van $\frac{F'''(x)}{F'(x)} - \frac{3}{2} \frac{F''^2(x)}{F'^2(x)} = \omega(x)$ $g(x)$ noemen,

$$g(y) = \frac{\alpha g(x) + \beta}{\gamma g(x) + \delta} \dots \dots \dots (D)$$

dus een *nieuwen standaardvorm met drie onafhankelijke willekeurige constanten*.

Daar $\omega(x) = \frac{g'''(x)}{g'(x)} - \frac{3}{2} \frac{g''^2(x)}{g'^2(x)}$ is, vinden we door integratie van (14)

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2c}} \log \frac{pg(x) + 1}{qg(x) + 1} + a = \frac{1}{\lambda} \log \frac{pg(x) + 1}{qg(x) + 1} + a.$$

Opdat voldaan zij aan (A), beschikken we zóó over de constanten λ , p , q en a , dat

$$f(y) = \frac{1}{\lambda} \log \frac{pg(y) + 1}{qg(y) + 1} + a = \frac{1}{\lambda} \log \frac{p \frac{\alpha g(x) + \beta}{\gamma g(x) + \delta} + 1}{q \frac{\alpha g(x) + \beta}{\gamma g(x) + \delta} + 1} + a = \frac{1}{\lambda} \log \frac{pg(x) + 1}{qg(x) + 1} + a + 1.$$

Hiertoe moeten we stellen

$$p = \frac{(\alpha - \delta) + \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}}{2\beta}, \quad q = \frac{(\alpha - \delta) - \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}}{2\beta}, \quad \lambda = \log \frac{\{\alpha + \delta + \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}\}^2}{4(\alpha\delta - \beta\gamma)} = \log s, \dots \dots (16)$$

terwijl we $a = 0$ kiezen.

We vinden dan voor $f(x)$

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} \log \frac{pg(x) + 1}{qg(x) + 1}, \dots \dots \dots (17)$$

waarin p , q en λ bepaald zijn door (16).

Stellen we nog

$$u = \frac{\alpha + \delta}{2}, \quad v = \frac{\sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}}{2} \left(\text{zoodat } s = \frac{u+v}{u-v} \right) \left. \begin{aligned} P(n) &= \frac{(u+v)^n - (u-v)^n}{2v} \\ Q(n) &= (u+v)^n + (u-v)^n \end{aligned} \right\} \dots \dots (18)$$

dan vinden we krachtens (a) voor $\varphi_n(x)$

$$\varphi_n(x) = g_{-1} \left[\frac{\{Q(n) + (\alpha - \delta) P(n)\} g(x) + 2\beta P(n)}{2\gamma P(n)g(x) + \{Q(n) - (\alpha - \delta) P(n)\}} \right] \dots (d)$$

Door $g(x) = \zeta$ en derhalve $x = g_{-1}(\zeta) = G(\zeta)$ te stellen kunnen we den standaardvorm (D) doen overgaan in

$$x = G(\zeta) \quad , \quad y = G \left(\frac{\alpha\zeta + \beta}{\gamma\zeta + \delta} \right), \dots (D')$$

of, in meer symmetrische gedaante,

$$x = G \left(\frac{a_1\zeta + a_2}{a_3\zeta + a_4} \right) \quad , \quad y = G \left(\frac{b_1\zeta + b_2}{b_3\zeta + b_4} \right) \dots (D'')$$

Wanneer we er dus in slagen zulk een parameter ζ te vinden, dat $y = \varphi(x)$ zich in den vorm (D') of (D'') laat brengen, dan is voor zulk een functie φ het iteratieprobleem opgelost.

De door ons gekozen afleiding van $f'(x)$ verliest haar geldigheid, zoodra men heeft

$$2v = \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma} = 0.$$

Immers dan wordt $\lambda = 0$ en $p = q$. In dit geval is echter $c = 0$, zoodat nu de differentiaalvergelijking (14) luidt :

$$\frac{f'''(x)}{f'(x)} - \frac{3 f''^2(x)}{2 f'^2(x)} = \frac{g'''(x)}{g'(x)} - \frac{3 g''^2(x)}{2 g'^2(x)} \dots (19)$$

De integraal hiervan is

$$f(x) = s' \frac{p'g(x) + 1}{q'g(x) + 1}, \dots (20)$$

waarin, opdat voldaan zij aan (A) en (D), gesteld moet worden

$$s' = 1 \quad , \quad p' = \frac{\alpha}{\beta} \quad , \quad q' = \frac{\alpha - \delta}{2\beta} \dots (21)$$

De uitdrukking voor $\varphi_n(x)$ vinden we het gemakkelijkst door te bedenken, dat $P_n = \sum_{v=0}^n nu^{n-1}$ en $Q(n) = \sum_{v=0}^n 2u^v$. Men komt zoodoende tot

$$\varphi_n(x) = g_{-1} \left[\frac{\{(\alpha + \delta) + n(\alpha - \delta)\}g(x) + 2n\beta}{2n\gamma g(x) + \{(\alpha + \delta) - n(\alpha - \delta)\}} \right] \dots (d')$$

Het geval $v = 0$ vormt het z.g. *parabolische* geval¹⁾ van de lineaire substitutie, aldus genoemd, omdat de invariante punten $g(y) = g(x)$ samenvallen.

Ook van den standaardvorm (D) zullen we de toepassingen tot later uitstellen.

¹⁾ Cf. KLEIN-FRICKE Vorles. ü. d. Theorie der Ell. Modulfunktionen, Teubner, 1890, p. 164.

§ 4. Vooraf willen we nog eens de orde van de differentiaalvergelijking, door welke integratie de standaardvorm ontstond, trachten te verhoogen.

Door differentiatie van (12) vinden we, met behulp van (3),

$$2\varrho\varrho'\left\{\left(Y_3 - \frac{3}{2}Y_2^2\right) - \left(X_3 - \frac{3}{2}X_2^2\right)\right\} + \varrho^3\left\{\left(Y_4 - 6Y_2Y_3 + 6Y_2^3\right) - \right. \\ \left. - \left(X_4 - 6X_2X_3 + 6X_2^3\right)\right\} = -\left\{\left(\eta_4 - 4\eta_2\eta_3 + 3\eta_2^3\right) - \right. \\ \left. - \left(\xi_4 - 4\xi_2\xi_3 + 3\xi_2^3\right)\right\}.$$

Daar verder geldt: $\varrho' = \varrho^2 Y_2 + \varrho \eta_2 = \varrho^2 X_2 + \varrho \xi_2$, kunnen we ook schrijven :

$$\varrho^3\left\{\left(Y_4 - 4Y_2Y_3 + 3Y_2^3\right) - \left(X_4 - 4X_2X_3 + 3X_2^3\right)\right\} + 2\varrho^2\left\{\left(Y_3 - \frac{3}{2}Y_2^2\right)\eta_2 - \right. \\ \left. - \left(X_3 - \frac{3}{2}X_2^2\right)\xi_2\right\} = -\left\{\left(\eta_4 - 4\eta_2\eta_3 + 3\eta_2^3\right) - \left(\xi_4 - 4\xi_2\xi_3 + 3\xi_2^3\right)\right\}. \quad (22)$$

Nu is het onmogelijk den term met ϱ^2 te brengen in den vorm $\varrho^3 [\Phi\{y, f(y), f'(y), \dots\} - \Phi\{x, f(x), f'(x), \dots\}] + [\Psi(y, y', y'', \dots) - \Psi(x, x', x'', \dots)]$; zoodoende kunnen we (22) ook niet splitsen in een differentiaalvergelijking voor $y = \varphi(x)$ en eene voor $f(x)$.

De door ons gekozen weg voert derhalve niet verder dan tot den standaardvorm (D) met drie willekeurige constanten.

Een poging om van de vergelijkingen (C) of (D) uit te gaan, ten einde die op dezelfde wijze te gaan behandelen als (A) en zoodoende nieuwe standaardvormen te vinden, biedt evenmin kans op slagen. Differentieeren we nl.

$$g(y) = \alpha g(x) + \beta,$$

tweemaal, dan ontstaat na eliminatie der constanten

$$\frac{g''(y)}{g'(y)} y' + \frac{y''}{y'} = \frac{g''(x)}{g'(x)} x' + \frac{x''}{x'} = \sigma \dots \dots \dots (23)$$

Uit deze vergelijking moet men door differentiatie de uitdrukkingen x', y', x'' enz. van de vormen g', g'' enz. trachten te scheiden. Men vindt eerst

$$\frac{g'''(y)}{g'(y)} y'^2 - \frac{g''^2(y)}{g'^2(y)} y'^2 + \frac{g''(y)}{g'(y)} y'' + \frac{y'''}{y'} - \frac{y''^2}{y'^2} = \\ = \frac{g'''(x)}{g'(x)} x'^2 - \frac{g''^2(x)}{g'^2(x)} x'^2 + \frac{g''(x)}{g'(x)} x'' + \frac{x'''}{x'} - \frac{x''^2}{x'^2}.$$

Daar nu echter zoowel y' als y'' (resp. x' als x'') als factoren van vormen met $g'(y), g''(y), \dots$ (resp. $g'(x), g''(x), \dots$) optreden, en we slechts één vergelijking, nl. (23) tot onze beschikking hebben, kunnen we de beide uitdrukkingen niet van elkaar scheiden, zoodat ook in deze richting verder onderzoek vruchteloos zal blijven.

We kunnen dus niet anders doen dan de bovenstaande eindconclusie herhalen: met de hier gevolgde methode komt men niet verder dan tot den standaardvorm (D).

Uit alle standaardvormen blijkt, dat, wanneer $y = \varphi(x)$ door infinitesimale iteratie opgebouwd kan worden, ditzelfde ook geldt voor $y = h_{-1}[\varphi\{h(x)\}]$, waarin $h(x)$ een willekeurige functie van x voorstelt. Immers $h_{-1}\{g_{-1}(x)\}$ is de inverse functie van $g\{h(x)\}$. Dit resultaat is trouwens reeds door SCHROEDER (l.c. p. 301) gevonden.

§ 5. Hieronder volgen nog eenige voorbeelden.

Toepassingen van (C) en (c):

Voorb. IV. $g(x) = x; y = \varphi(x) = \alpha x + \beta; \varphi_n(x) = \alpha^n x + \frac{\alpha^n - 1}{\alpha - 1} \beta.$

„ V. $g(x) = \log x; y = \varphi(x) = e^{\beta x^\alpha} = \gamma x^\alpha; \varphi_n(x) = \gamma^{\frac{\alpha^n - 1}{\alpha - 1}} x^{\alpha^n}.$

„ VI. $g(x) = \log \frac{1-x}{1+x} = 2 \operatorname{arcth} x; y = \varphi(x) = th \left(\alpha \operatorname{arcth} x + \frac{\beta}{2} \right);$
 $\varphi_n(x) = th \left(\alpha^n \operatorname{arcth} x + \frac{\alpha^n - 1}{\alpha - 1} \cdot \frac{\beta}{2} \right)^1.$

„ VII. $g(x) = \frac{1}{x}; y = \varphi(x) = \frac{x}{\beta x + \alpha}; \varphi_n(x) = \frac{(\alpha - 1)x}{(\alpha^n - 1)\beta x + (\alpha - 1)\alpha^n}.$

„ VIII. $g(x) = \frac{1}{x^2}; y = \varphi(x) = \frac{x}{\sqrt{\beta x^2 + \alpha}};$

$$\varphi_n(x) = \frac{x\sqrt{\alpha - 1}}{\sqrt{(\alpha^n - 1)\beta x^2 + (\alpha - 1)\alpha^n}}.$$

„ IX. $g(x) = \sqrt{x}; y = \varphi(x) = \alpha^2 x + 2\alpha\beta\sqrt{x} + \beta^2;$

$$\varphi_n(x) = \alpha^{2n} x + 2 \frac{\alpha^n - 1}{\alpha - 1} \alpha^n \beta \sqrt{x} + \left(\frac{\alpha^n - 1}{\alpha - 1} \right)^2 \beta^2.$$

„ X. $g(x) = \sin x; y = \varphi(x) = \operatorname{arc} \sin (\alpha \sin x + \beta);$

$$\varphi_n(x) = \operatorname{arc} \sin \left(\alpha^n \sin x + \frac{\alpha^n - 1}{\alpha - 1} \beta \right).$$

Toepassing van (D) en (d):

¹⁾ SCHROEDER geeft, in eenigszins gewijzigde notatie, dit voorbeeld ook, o. a. met $\alpha = 2, \beta = 0$, tengevolge waarvan $y = th(2 \operatorname{arcth} x) = \frac{2x}{1+x^2}; \varphi_n(x) = th(2^n \operatorname{arcth} x)$. (Zie Math. Ann. II p. 304).

Voorb. XI. $g(x) = x; y = \varphi(x) = \frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta};$

$$\varphi_n(x) = \frac{\{Q(n) + (\alpha - \delta)P(n)\}x + 2\beta P(n)}{2\gamma P(n)x + \{Q(n) - (\alpha - \delta)P(n)\}}.$$

„ XII. $g(x) = x^2; y = \varphi(x) = \sqrt{\frac{\alpha x^2 + \beta}{\gamma x^2 + \delta}};$

$$\varphi_n(x) = \sqrt{\frac{\{Q(n) + (\alpha - \delta)P(n)\}x^2 + 2\beta P(n)}{2\gamma P(n)x^2 + \{Q(n) - (\alpha - \delta)P(n)\}}}.$$

Physiologie. — De Heer ZWAARDEMAKER biedt eene mededeeling aan, namens den Heer F. J. J. BUIJTENDIJK: „*Over de veranderingen in het bloedserum van haaien na verbloeding.*”

(Mede aangeboden door den Heer T. PLACE).

Het bloedserum der haaien heeft een osmotischen druk, welke ongeveer overeenkomt met die van het zeewater, waarin zij leven en welke zich wijzigt, naarmate de concentratie van de zouten in zee of aquarium wordt veranderd (Rodier¹⁾ Botazzi²⁾).

Deze osmotische druk, gemeten aan de vriespuntverlaging van het serum, wordt ten deele teweeggebracht door de zouten, welke in de bloedvloeistof zijn opgelost en voor de rest door het ureum, dat in hooge concentratie in de lichaamsvochten van dezen Selachier aanwezig is. SCHROEDER³⁾ vond in het bloed van Scyllium bij groote pas gevangen dieren 2—3 % ureum, welke cijfers door andere onderzoekers zijn bevestigd (BAGLIONI⁴⁾).

In verband met mijne onderzoekingen over de diurese bij haaien, stelde ik mij de vraag of misschien het bloedserum na herhaald bloedverlies belangrijker minder ureum zou bevatten, dan normaal het geval is.

Uit de dorsaalarterie der proefdieren werd het bloed opgevangen, waaruit na defibrineering met glaspereels door centrifugeeren bloedserum verkregen werd. Nu werd eerst de weerstand en het vriespunt bepaald volgens de gebruikelijke methoden. Een deel van het serum werd vervolgens op het ureumgehalte onderzocht. Dit geschiedde door na verwijdering van het eiwit het N gehalte van de verkregen

1) RODIER, Travaux de la Station Zoölog. Arcachon 1899 p. 103.

2) BOTAZZI, Ergebnisse de Physiologie 1908.

3) v. SCHROEDER, Zeitschr. f. physiol. Chemie 14 blz. 5. 75, 1890.

4) BAGLIONI, Hofmeisters Beiträge 9 blz. 50.

vloeistof te bepalen op de methode van KJEHLDAHL. Uit mondelinge mededeeling van Dr. BURIAN was mij bekend, dat in het eiwitvrij bloedserum en in de urine van Scyllium geen andere N verbindingen dan ureum in meetbare hoeveelheden aanwezig zijn.

Het neerslaan van het eiwit deed ik eenige malen met de methode van HOFMEISTER, waarbij natriumacetaat en ijzerchloride aan de vloeistof wordt toegevoegd en vervolgens in de warmte met een weinig natriumcarbonaat een neerslag verkregen wordt. Het filtraat was volkomen helder en eiwitvrij. De op deze wijze verkregen waarde voor het ureumgehalte was echter kleiner, dan wanneer men met alcohol en zuur of volgens BAGLIONI met zoutzure asaproplopping in de koude het eiwit neerslaat.

Vele malen werd ook het aschgehalte van het serum onderzocht door met salpeterzuur en zwavelzuur alle zouten in sulfaten over te voeren en te wegen. Het is duidelijk, dat de vergelijking van vriespuntdaling en aschgehalte indirect een begrip geeft van de ureumconcentratie in het serum.

Evenzoo geeft aschgehalte en weerstand een indruk van het eiwitgehalte, daar immers bij gelijke hoeveelheid gedissocieerd zout de vloeistof voor den electrischen stroom alleen kan veranderen door de wijziging in het gehalte aan niet-electrolyten (kolloïden).

In de hier volgende proefverslagen beteekent Δ het vriespunt, steeds op gelijke wijze bepaald met een badtemp. van -5° tot -6° een onderkoeling van -0.5° terwijl de roerer ± 2 maal in de seconde zich op en neer beweegt. De bevrozing werd opgewekt door enting met een ijsplinter. W is de weerstand in Ω uitgedrukt, volgens KOHLRAUSCH bepaald en met OBACHTS tabellen berekend. U is het ureumgehalte (achter het cijfer staat met H of A aangegeven of het eiwit volgens HOFMEISTER of met asaprol is neergelagen), S de zoutconcentratie in sulfaten uitgedrukt, E is eiwit.

PROEF I.

Scyllium canicula ? K.G. sinds 3 dagen in het aquarium.

Bloedserum (14 cc.).

$$\Delta = -2.296^{\circ} \quad W = 37.584 \Omega \text{ bij } 25.4^{\circ} \quad E = 5.5 \% \quad S = 2.019 \%$$

na 24 uur wordt het dier gedood, serum geheel helder.

$$\Delta = -2.271^{\circ} \quad W = 37.148 \Omega \text{ bij } 25.3^{\circ} \quad E = 4.13 \% \quad S = 2.18 \%$$

PROEF II.

Scyllium canicula 2 K.G. sinds 4 dagen hongerend.

Bloedserum (25 cc.).

$$\Delta = -2.336^{\circ} \quad W = 34.301 \Omega \text{ bij } 25,3^{\circ}$$

na 24 uur 25 cc. bloedserum verkregen.

$$\Delta = -2.326^\circ \quad W = 33.2268 \Omega \text{ bij } 25.2^\circ$$

na 24 uur bloedserum verkregen.

$$\Delta = -2.291^\circ \quad W = 27.309 \Omega \text{ bij } 25.3^\circ,$$

PROEF III.

Scyllium canicula 2.3 K.G.

Bloedserum (30 cc.)

$$\Delta = -2.316^\circ \quad W = 32.459 \Omega \text{ bij } 25.1^\circ \quad S = 2.27 \%$$

na 24 uur dier gedood, van het bloedserum is

$$\Delta = -2.311^\circ \quad W = 31.01 \Omega \text{ bij } 25.1^\circ \quad S = 2.438 \%$$

PROEF IV.

Scyllium canicula 2.5 K.G.

Bloedserum (25 cc.);

$$U = 2.07 \% (H)$$

$$\Delta = -2.326^\circ \quad W = 37.25 \Omega \text{ bij } 25.1^\circ \quad U = 2.32 \% (A)$$

na 24 uur; Bloedserum (30 cc.)

$$\Delta = -2.336^\circ \quad W = 35.68 \Omega \text{ bij } 25.1^\circ \quad U = 2.26 \% (A)$$

na 24 uur; Bloedserum (20 cc.)

$$\Delta = -2.326^\circ \quad W = 34.0178 \Omega \text{ bij } 25.1^\circ \quad U = 2.146 \% (A)$$

na 24 uur dier gedood; Bloedserum

$$\Delta = -2.301^\circ \quad W = 31.029 \Omega \text{ bij } 25.1^\circ \quad U = 1.967 \% (A)$$

$$U = 1.64 \% (H)$$

PROEF V.

Scyllium canicula 1.5 K.G. sinds 2 dagen in aquarium.

Bloedserum (30 cc.)

$$\Delta = -2.331^\circ \quad W = 35.4035 \Omega \text{ bij } 25.2^\circ \quad S = 2.06 \% \quad U = 2.9 \% (A)$$

na 24 uur dier gedood; Bloedserum

$$\Delta = -2.296^\circ \quad W = 30.975 \Omega \text{ bij } 25.1^\circ \quad S = 2.503 \% \quad U = 2.33 \% (A)$$

Men ziet dus uit deze proeven :

a. De osmotische druk van het bloedserum blijft na bloedverlies soms gelijk, maar daalt meestal een gering bedrag.

b. Het eiwitgehalte daalt (te zien uit proef I met het geringe bloedverlies en uit de verandering van den weerstand in pr. IV en II.

c. De weerstand neemt bij verbloeding af.

d. Het aschgehalte van het serum neemt toe; daar de osmotische druk gelijk blijft of daalt, volgt hieruit :

e. Het ureumgehalte van het bloedserum daalt na bloedverlies; wordt echter niet minder dan 1.967‰, wanneer met asapol, 1.64‰, wanneer volgens HOFMEISTER het eiwit was neergeslagen.

Bovendien kon ik constateeren, dat het bloed van dieren, welke een belangrijk bloedverlies hadden ondergaan, (proef IV en II) veel sneller stonde dan normaal het geval is. Dit verschijnsel is ook na bloedverlies bij zoogdieren geconstateerd ¹⁾.

Ik geloof te kunnen besluiten, dat na bloedverlies bij haaien het serum verdund wordt met een vloeistof, welke zoutrijker is en ureum- armer. Misschien is deze vloeistof zeewater, misschien lympe en wordt deze door zeewater aangevuld; hoe ook, zelfs na het sterkste bloedverlies bleef een vrij belangrijk ureumgehalte in het serum bestaan. Het schijnt dat dit ureum uit de lever komt. In proef IV werd na de verbloeding de lever uitgenomen en het ureumgehalte bepaald. Ik vond hiervoor 1.16‰ terwijl SCHROEDER 1.36‰ aangeeft.

Physiologie. — De Heer ZWAARDEMAKER biedt eene mededeeling aan van den Heer F. J. J. BUIJTENDIJK: „*Over de samenstelling der urine van haaien, bij normale en versterkte diurese*”.

(Mede aangeboden door den Heer T. PLACE).

De urine der haaien heeft, evenals bij de meeste koudbloedige dieren het geval is, een lager osmotischen druk dan het bloedserum. Ook bij den mensch is in bepaalde omstandigheden de urine verdunder dan het bloedserum, immers in sommige gevallen van menschelijke polyurie vond men het bloed van normale concentratie ($\Delta = -0.56^\circ$), de urine daarentegen was zeer verdund ($\Delta = -0.22^\circ$ tot -0.17° C.), METZNER ²⁾ zegt dat deze polyurie wel veroorzaakt zal zijn door „eine Schädigung der Wasserresorption, indes die Resorption gelöster Bestandteile vor sich geht.” Bij de genoemde vissechen en amphibiëen zou deze verklaring misschien ook gegeven kunnen worden, om de verhouding van de bestanddeelen der urine en van het bloedserum te begrijpen. Het was van belang te weten in hoeverre nu bij een snelleren urinestroom deze terugresorptie niet plaats vond en dus de samenstelling der urine meer en meer aan die van het eiwitvrije bloedserum gelijk werd.

De urine van groote exemplaren *Scyllium canicula* werd verzameld op een methode, welke in het Zoölogisch Station te Napels gebruikte-

¹⁾ VON DEN VELDEN, Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1909.

²⁾ METZNER, Nagels Handbuch der Physiol. II. Bd. 1e H.

lijk is. Door een bepaalde vorm der canule, was het mogelijk van vrouwelijke dieren urine te verzamelen. Men was dan zeker, dat geen sperma of slijm in de urine kwam, welke dan ook steeds helder en eiwitvrij was in de hieronder vermelde proeven.

Van de urine werd, nadat een klein deel op albumen was onderzocht, het vriespunt en de weerstand bepaald en daarna volgens de methode van KJEHLDAHL het N. gehalte vastgesteld. Uit de gevonden waarde werd dan de ureumconcentratie berekend. Daar diuretica op haaien geen effect uitoefenen, trachtte ik door de „piqûre” sterker urineafscheiding te veroorzaken. Nadat 1 of 2 dagen lang urine was verzameld, nam ik de proefdieren even uit het aquarium en gaf met een tweesnijdig mesje een steek in het ruggemerg ter hoogte van de achterste oogkasranden in de mediaanlijn. Bij de obducties der proefdieren bleek, dat de verwonding het onderste deel van den 4^{en} ventrikel of iets meer staartwaarts de medulla had getroffen. Bij de best geslaagde proeven was de kwetsing dubbelzijdig en het grootste deel van de dorsale medullahelft doorsneden.

Na de verwonding direct in het bassin teruggebracht zwom de haai wat onrustig en ongecoördineerd rond; bovendien bestond meestal een matige ademhalingsversnelling. Deze verschijnselen weken na 10—30 minuten, daarna was het dier in niets van gezonde te onderscheiden.

In de hiervolgende tabel, waarin de uitkomsten der proeven zijn samengevat, beteekent Δ het vriespunt, W den weerstand, U het ureumgehalte, terwijl met „steek” is aangegeven, wanneer het dier op bovenvermelde wijze is verwond.

Men ziet uit de hiervermelde proeven :

a. De urine van *Scyllium canicula* heeft normaal een geringer osmotischen druk dan het bloedserum. Dit verschil wordt veroorzaakt door het belangrijke onderscheid tusschen het ureumgehalte van het serum en dat van de urine.

b. Door de bovenbeschreven verwonding van het ruggemerg steeg de urineafscheiding ongeveer tot op het dubbele of meer.

c. Suiker kon nooit na den „steek” in de urine worden aangetoond.

d. De osmotische druk der urine stijgt bij vermeerderde diurese en nadert dus tot die van het bloedserum.

e. De weerstand voor den electricischen stroom in de urine neemt bij sterker diurese toe.

f. Uit *d* en *e* kan men reeds vermoeden, dat het ureumgehalte zal gestegen zijn bij diurese. Dit wordt door het onderzoek bevestigd. Het ureumgehalte steeg tot op 3—5 maal zijn oorspronkelijke waarde.

Wanneer de filtratietheorie juist is, dan moet, zooals STARLING

TABEL.

	Tijd uur	Quantum cc	Δ° C.	<i>W</i> bij 25.1° Ω	<i>U</i> ‰
proef I					
urine	48	11	2.241	19.48	0.428
proef II					
urine	48	10	2.206	20.19	0.38
bloedserum	—	—	2.331	34.35	2.18
proef III					
urine	48	13	2.162	25.48 (bij 14°)	0.377
„steek”					
urine	24	10	—	—	—
„	48	25	2.306	26.6 (bij 14°)	1.566
„	48	20	2.266	27.2 (bij 14°)	1.392
bloedserum	—	—	2.326	44.9 (14°)	2.02
proef IV					
urine	48	9	2.186	20.21	0.48
„steek”					
urine	3	5	—	—	—
„	25	40	2.291	23.4	1.8705
bloedserum	—	—	2.316	36.412	2.28
proef V					
urine	48	8	2.251	20.23	0.712
„steek”					
urine	3	10	—	—	—
„	24	25	2.281	?	2.494
bloedserum	—	—	2.336	34.7	2.61
proef VI					
urine	48	13	2.226	21.608	?
„steek”					
urine	24	15	2.246	22.83	2.03
bloedserum	—	—	2.291	36.4	2.33

zegt: „Mit wachsender Absonderungsgeschwindigkeit ceteris paribus Beschaffenheit des Harns nach Zusammensetzung, Reaktion und osmotischem Druck immer mehr der des Blutserums minus Eiweisz sich nähern ¹⁾.”

De hier medegedeelde proeven geven, dunkt mij, een onverwachte aanwijzing voor de juistheid der stelling van STARLING en daarmede een vermoeden voor de juistheid van de LUDWIG'sche verklaring der niersecretie.

Natuurkunde. — De Heer VAN DER WAALS biedt eene mededeeling aan van de Heeren J. TIMMERMANS en PH. KOHNSTAMM: „*Over den invloed van den druk op de mengbaarheid van twee vloeistoffen*”.

(Mede aangeboden door den Heer P. ZEEMAN).

1. *Overzicht van vroegere experimenteele onderzoekingen.*

Een overzicht over de proeven omtrent den invloed van den druk op de mengbaarheid van twee vloeistoffen, is herhaaldelijk gegeven ²⁾; wij zullen ons hier dus beperken tot enkele korte opmerkingen.

Zien wij af van de proeven van ALEXEJEFF, die zonder succes bleven, dan zijn KLOBBIE en DE KOWALSKI als de eersten te beschouwen, die op dit gebied werkzaam zijn geweest; zij slaagden er in kwalitatief den invloed van den druk op de mengbaarheid aan te toonen.

Vervolgens heeft KUENEN een systematische reeks onderzoekingen verricht, die tot heden de belangrijkste bijdrage tot onze kennis op dit gebied is gebleven. En eindelijk hebben VAN DER LEE en BÜCHNER twee systemen van bijzonder belang aan een nader kwantitatief onderzoek onderworpen, terwijl door BÜCHNER tevens een groot aantal nieuwe stelsels werden gevonden.

Er blijkt uit al deze onderzoekingen, dat de invloed van den druk op de mengbaarheid in 't algemeen gering is, zooals dit trouwens

¹⁾ Geciteerd uit METZNER (l. c.) blz. 242.

²⁾ N. J. VAN DER LEE, Dissertatie, Amsterdam, 1898 en Zeitschrift für physikalische Chemie. 33, 622, 1898.

BÜCHNER. Dissertatie, Amsterdam, 1905 en Zeitschrift für physikalische Chemie. 56, 257, 1906.

J. P. KUENEN, Philosophical Magazine (6), 6, 637, 1903, en Verdampfung und Verflüssigung von Gasgemischen (BREDIGS Handbuch der angewandten physikalischen Chemie).

bijna steeds het geval is in gecondenseerde systemen, waarin geen dampphase aanwezig is.

2. *Theoretische beschouwingen.*

De theorie van deze verschijnselen omvat tegelijkertijd de studie van de verschillende mogelijke vormen der verzadigingslijn van een binair stelsel, op welke twee vloeibare fasen in evenwicht zijn. Wij beperken er ons toe in herinnering te brengen, vooreerst de onderstelling van ROTHMUND¹⁾, volgens welke al deze verzadigingslijnen ten slotte terug te brengen zouden zijn tot het type van een gesloten kromme, zooals die verwezenlijkt is in het systeem nicotine en water; voorts die van TIMMERMANS²⁾, over de mogelijkheid van „negatieve” verzadigingslijnen, d.w.z. lijnen, die geheel zouden blijven binnen het metastabiele gebied, dus bij drukkingen lager dan den verzadigden druk van het mengsel (negatieve drukken); ten slotte de meening van vele andere auteurs, volgens welke vaak, zoo niet altijd, het bestaan van een kritisch ondermengpunt het teeken zou zijn van een chemische omzetting tusschen de componenten (hydrateering), of van de aanwezigheid van een derden component³⁾.

KUENEN (l. c.) heeft dit onderzoek een grooten stap verder gebracht door er de aandacht op te vestigen, dat men, om de verschillende typen van verzadigingslijnen te beschouwen, noodzakelijk rekening moet houden met de dampphase, zoo goed als met de beide vloeibare fasen. BÜCHNER (l. c.) heeft daarop een zeer interessante classificatie der verschillende typen kunnen geven, die echter nog onvolledig is.

Ten slotte heeft VAN LAAR⁴⁾ in een groote reeks van verhandelingen een analytische oplossing van het probleem trachten te geven, uitgaande van de theorie van VAN DER WAALS. Zijn uitkomsten zijn vooral belangrijk, omdat zij toonden, dat onder bepaalde omstandigheden bij volkomen normale stoffen ontmenging kan voorkomen, iets wat in dien tijd vrij algemeen betwijfeld werd⁵⁾. Aan den anderen kant moet het een ernstig bezwaar tegen deze onderzoekingen genoemd worden, dat zij, uitgaande van een bijzonder geval, dit als het

¹⁾ V. ROTHMUND, Dissertatie, München, 1898, en Zeitschrift für physikalische Chemie, 26, 433, 1898.

²⁾ J. TIMMERMANS, Zeitschrift für physikalische Chemie, 58, 144, 1907, en Bulletin de la Société chimique de Belgique, 23, 129, 1909.

³⁾ WL. DOLGOLENKO, Zeitschrift für physikalische Chemie. 62, 498, 1908.

⁴⁾ J. J. VAN LAAR, Deze Verslagen 1905 en 1906.

⁵⁾ R. A. LEHFELDT, Philosophical Magazine, 47, 284, 1899.

VAN DER WAALS, Continuität II § 12.

algemeene geval voorstellen, en ten gevolge daarvan een bij normale stoffen optredend type voor abnormaal verklaren moeten, terwijl zij een aantal andere typen over het hoofd zien; en voorts dat zij zeer eenzijdig den nadruk leggen op het bestaan van open plooien (niet aan de zijde $v = b$ gesloten) een omstandigheid, die toch geenszins als een *resultaat* kan beschouwd worden, daar zij onmiddellijk voortvloeit uit de willekeurige, zoo niet onjuiste *onderstelling* der lineaire afhankelijkheid van b en x , gelijk VAN DER WAALS reeds in de Théorie Moléculaire had aangetoond. Voor het geval eindelijk, dat een der componenten abnormaal is, komt VAN LAAR tot verzadigingslijnen van zeer samengestelden vorm, die het experiment tot nu toe nog nooit heeft gevonden. Wij zullen op dit onderwerp later naar aanleiding van verdere onderzoekingen terug komen ¹⁾.

3. Onderzoek van VAN DER WAALS. ²⁾

Eindelijk heeft VAN DER WAALS in de laatste twee jaren het onderzoek der „lengteplooi” weer opgenomen, en is hij, dank zij een nieuwe, eigenaardige, in hoofdzaak geometrische methode tot een reeks van belangrijke uitkomsten gekomen, die aan experimenteele gegevens kunnen worden getoetst; maar het probleem is gebleken zoo ingewikkeld te zijn, dat een in alle opzichten afdoende behandeling nog niet is bereikt. Wij noemen enkele van de meest belangrijke uitkomsten.

a. De al of niet mengbaarheid van twee vloeistoffen berust in eerste lijn op de aanwezigheid en de ligging van de meetkundige plaats $\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = 0$. Niet-mengbaarheid treedt zeer veel vaker op, dan men tot nu toe geloofde, speciaal bij lagere temperaturen of in het kritische gebied, en ook dan wanneer de componenten volkomen normaal zijn.

b. Er moet een scherp onderscheid gemaakt worden tussehen het geval, dat een zijplooi, die de binodale heeft overschreden, zich weer binnen deze terugtrekt, en het geval van splitsing eener plooi, waardoor de zijplooi geheel uit de hoofdplooi uittreedt. Beide gevallen kunnen aanwezig zijn in een bovenmengpunt (bovenste kritisch eindpunt van BÜCHNER), maar in het eene geval bevordert een verhooging

¹⁾ Wij zien in dit overzicht af van de onderzoekingen van KEESOM en KAMERLINGH ONNES, daar deze betrekking hebben op een gansch ander temperatuurgebied dan dat van onze proeven.

²⁾ J. D. VAN DER WAALS, Archives néerlandaises, (2), 13, 77 en 799, 1908 en Deze Verslagen Deel 16 en 17 (1907—1909) passim.

van druk de mengbaarheid, in het andere vermindert zij die. Op dit verschil had trouwens reeds KUENEN in zijn bovengenoemde verhandeling gewezen, zonder evenwel de omstandigheden, waarmede dit verschil samenhangt en waardoor of het eene of het andere verschijnsel optreedt, nader te onderzoeken.

c. Het geval van splitsing eener plooi is alleen mogelijk wanneer er tevens in het stelsel een minimum kritische temperatuur en een maximum dampdruk optreedt.

Het zich terugtrekken van een plooi kan plaats grijpen, zoowel wanneer in de dampdruklijn een maximum aanwezig is, als ook wanneer dit niet het geval is.

d. Wanneer het gebied van de ontmenging doordringt tot in het eigenlijke kritische gebied (damp-vloeistof) van het stelsel, heeft er een samenvloeiing plaats tusschen de eigenlijke plooi-puntslijn en de plooi-puntslijn der „lengteplooi”, waardoor dikwijls vrij samengestelde vormen kunnen ontstaan.

e. De algemeene theorie der plooiën van KORTEWEG¹⁾ heeft getoond, dat een plooi-punt slechts van het vlak kan verdwijnen, hetzij door samen te vallen met een ander plooi-punt of door langs een der randlijnen $x = 0$, $x = 1$ het oppervlak te verlaten (kritisch punt der componenten) of door het oppervlak te verlaten door de lijn $v = b$. In dit geval heeft men te doen met een „open” plooi²⁾, in dien zin, dat ook oneindige druk de menging niet tot stand brengt. Of zulke „open” plooiën optreden, laat zich bij den tegenwoordigen stand van onze kennis op geenerlei wijze uitmaken. *Theoretisch* niet, omdat de onderstelling, dat b lineair van x afhangt tot het bestaan van een open plooi leidt, de onderstelling dat b een kwadratische functie van x is³⁾, daarentegen de mogelijkheid van zulke plooiën uitsluit. Nu is zeker elk van deze onderstellingen onjuist, omdat zij niet rekening houden met de variabiliteit van b , en zoolang wij den vorm van die variabiliteit niet kennen is het zeker niet mogelijk uit te maken welke der genoemde eenvoudige onderstellingen het meest met de waarheid overeenstemt. *Experimenteel* niet, omdat daartoe niet alleen excessief hoge drukkingen zouden vereischt worden, maar bovendien het optreden van den vasten toestand in de meeste gevallen elk onderzoek onmogelijk maakt. Wij zullen daarom in het volgende ook de vraag of open plooiën al of niet mogelijk zijn, geheel onbeslist laten; in onze figuren, waarin noodzakelijk of de eene, of de andere onderstelling moest gemaakt worden, zullen wij aannemen, dat open

¹⁾ Archives néerlandaises, I, 24, 295. 1889.

²⁾ In physischen zin; het is geen open plooi in den zin van KORTEWEG Arch. Néerl. XXIV p. 5.

³⁾ Met de bekende waarde voor b_{12} .

plooien niet voorkomen, omdat men op die wijze tot de eenvoudigste en meest overzichtelijke figuren komt; die zich dan gemakkelijk zoo laten wijzigen, dat zij gelden voor de tegengestelde onderstelling.

4. Doel van het onderzoek.

Met dit eerste onderzoek stellen wij ons voor een groot deel der binaire mengsels, waarvan bekend is, dat zij een kritisch mengpunt bezitten binnen gemakkelijk te bereiken temperatuurgrenzen, voor zoover te onderzoeken als noodig is om te bepalen tot welke categorie zij behooren in een eenvoudige classificatie, die een overzicht geeft van de mogelijke gevallen. Onze aandacht was voornamelijk gevestigd op die systemen, die uit twee normale stoffen bestaan en waarbij ook het optreden van chemische verbindingen als uitgesloten mag worden beschouwd; maar wij hebben ook andere stelsels onderzocht van zeer verschillende samenstelling in de hoop voorbeelden te vinden van al die typen, die door de theorie worden voorspeld. Dit onderzoek, wegens het grootte aantal der te onderzoeken systemen noodzakelijk vrij oppervlakkig, zal gevolgd worden door nauwkeuriger metingen over enkele der systemen, die ons het meest interessant voorkomen.

De gebruikte stoffen waren deels aan de collectie van het Laboratorium ontleend, deels bij KAHLBAUM gekocht; zij zijn geen van alle nog eens opzettelijk gereinigd, maar de vergelijking van de kritische eindpunten, die wij gevonden hebben met die door anderen opgegeven, bewijst, dat de zuiverheid van onze stoffen in 't algemeen voldoende was voor het hier beoogde doel. Toch is het nuttig nog even na te gaan welke de invloed zou kunnen zijn van onzuiverheden op de grootte en den zin van de verandering der plooi puntstemperatuur met den druk. Men verwacht a priori, dat deze invloed klein zal zijn, tenzij men zich juist in de nabijheid van een maximum of minimum van plooi puntstemperatuur zou bevinden; in dat geval is de drukinvloed zelf zeer klein en zelfs sporen onnauwkeurigheden zouden den zin der waargenomen veranderingen kunnen wijzigen.

De volgende voorbeelden, zoo ongunstig mogelijk gekozen, toonen: het eerste den zwakken invloed, dien de meest gewone verontreiniging (water) op de waarde van dt/dp heeft, terwijl het tweede aantoont hoe in een bijzonder geval een spoortje onzuiverheid reeds voldoende is geweest om den zin der verandering te wijzigen.

I. Methylalcohol en cyclohexaan		<i>Kr. T.</i>	$\frac{dt}{dp}$
		59.0	+ 0.03
do	met water verontreinigd	92.8	+ 0.06

II. Methylalcohol en methyleenjodide, verontreinigd door sporen jodium	93.8	— 0.004
na een reactie tusschen het vrije jodium en het kwik van de Cailletetbuis, waarbij groen mercurojodide gevormd werd	82.9	+ 0.008

5. Methode.

Daar wij ons bij ons tegenwoordig onderzoek slechts voorstelden de richting en de orde van grootte van de verandering van de plooi-puntstemperatuur met den druk te bepalen, werd de gebruikte methode zooveel mogelijk vereenvoudigd met het oog op de snelheid der metingen. De te onderzoeken stoffen werden, in behoorlijke verhouding gemengd, in een Cailletetbuis gebracht, die van een lange capillair voorzien was; nadat de lucht zoo goed mogelijk verdreven was werd de capillair dichtgesmolten. De buis was door een mantel omgeven, gevuld met water of paraffine, die door een elektrische verwarming op de juiste temperatuur werd gebracht; het bad werd uit de hand geroerd; de temperatuur werd afgelezen op een thermometer van GEISSLER in graden verdeeld, terwijl de druk werd bepaald door een in atmosferen verdeeld manometer van SCHÄFFER & BUDENBERG. Natuurlijk was de buis voorzien van een electromagnetischen roerder en om zoo gemakkelijk mogelijk den evenwichtstoestand te bereiken, werden de aflezingen steeds gedaan uitgaande van het homogene gebied naar het heterogene. Alle metingen werden herhaald totdat de uitkomsten binnen de uit den aard der zaak vrij wijde foutengrens samenvielen.

Op deze wijze werden resultaten bereikt, die voor ons doel voldoende nauwkeurig mogen heeten, zooals blijkt uit de volgende vergelijking van waarden voor de verandering van de plooi-puntstemperatuur met den druk, door ons en door VAN DER LEE en KUENEN gevonden.

	$\frac{dt}{dp}$ volgens	
	T. en K.	VAN DER LEE en KUENEN
Phenol en water	+ 0.0033	+ 0.004
Methylalcohol en hexaan	+ 0.032	+ 0.029
Triaethylamin en water	+ 0.02	+ 0.02

Vermelden wij ten slotte nog, dat alle metingen door den eerstgenoemden van ons (T.) werden verricht.

6. *Uitkomsten.*

De bijgaande tabel bevat een overzicht der verkregen resultaten. Kolom I geeft het onderzochte stelsel. Kolom II geeft de kritische temperaturen der componenten, voor zoover die bekend zijn. Kolom IV de kritische eindpunten (plooi punt in tegenwoordigheid der derde phase); de gevallen waarin de drie fasen bij *hoogere* temperatuur bestaan zijn door een O aangegeven (ondermengpunt). In kolom III staan de waarden door andere onderzoekers verkregen. Kolom V geeft de drukgrenzen, binnen welke waargenomen werd, kolom VI het quotient $\frac{dt}{dp}$, dat aangeeft hoe de plooi puntstemperatuur met een atmosfeer drukverhooging verandert. In kolom VII vinden bijzondere opmerkingen een plaats en gegevens omtrent de dampdruklijn van het mengsel, voor zoover die bekend zijn, ¹⁾ in verband met den boven genoemden regel van VAN DER WAALS. Kolom VIII geeft aan tot welk type der in de volgende § te behandelen classificatie het stelsel behoort. In verband met dit laatste zijn ook enkele stelsels van andere onderzoekers, die niet door ons onderzocht zijn, in de tabel opgenomen.

7. *Overzicht van de mogelijke vormen der plooi puntlijn.*

Wij zullen een kort overzicht geven over de mogelijke vormen van plooi puntlijnen, voor zoover die bij onze onderzoekingen verwezenlijkt gevonden zouden kunnen worden, zonder dus met alle gevallen waartoe de theorie leidt, bijv. voor gevallen als Helium en water, rekening te houden. In hoofdzaak is dit overzicht ontleend aan de reeds genoemde onderzoekingen van VAN DER WAALS, waarheen wij voor nadere bijzonderheden moeten verwijzen. Men vindt daar ook T, x en v, x projecties van de hier in p, T projectie besproken plooi puntlijnen.

Wij beschouwen eerst het geval, dat het ontmengingsgebied zich niet uitstrekt tot het gebied der kritische temperaturen vloeistof-damp. Het eenvoudigste geval, dat men zich kan voorstellen is dit, dat bij een bepaalde temperatuur een kleine gesloten plooi ontstaat op de spinodale van de dwarsplooi, die zich uitbreidt en de grens van het stabiele gebied overschrijdt, daarbij volgens onze reeds op p. 271, eerste regel, genoemde onderstelling naar den kant der kleine volumina steeds gesloten blijvende. Bij *hoogere* temperatuur krimpt deze plooi weer samen,

¹⁾ Een overzicht van de bekende maxima in dampdruklijnen vindt men bij KUENEN, l.c. p. 129 en bij SYDNEY YOUNG, Fractional Distillation. MACMILLAN and Co. London 1903 p. 67.

zij trekt zich weer binnen de dwarsplooi terug, om ten slotte weer op de spinodale van de dwarsplooi in een heterogeen dubbelplooi-punt te verdwijnen. Of eigenlijk juister: op de spinodale te verdwijnen; immers er is in dit geval slechts van *één* spinodale sprake. Of men dan ook in dit geval van een lengteplooi moet spreken of alleen van een zich vormende en weer verdwijnende zijplooi, hangt er van af of men bij de nomenclatuur voornamelijk op de binodale, dan wel op de spinodale let. Om de reeds genoemde reden (optreden van den vasten toestand) is gewoonlijk niet het uittreden, maar alleen het weder terugtrekken experimenteel te onderzoeken; wij noemen daarom dit geval dat der „terugtrekking”. Fig. 1 geeft schematisch¹⁾ de p,t -projectie der plooi-puntslijn voor dit geval weer. AB is de plooi-puntslijn damp-vloeistof, CD de plooi-puntslijn van de lengteplooi met twee keerpunten (heterogene dubbelplooi-punten) en een maximum van den druk, gelegen bij den hoogsten druk E , dien het naar de kleine volumina gekeerde plooi-punt na zijn uittreden uit de dwarsplooi bereikt. Bij hooger en druk dan E kan dus op geen enkele wijze ontmenging verkregen worden. De lijn $F'G$ geeft den driefasendruk aan; F en G zijn dus kritische eindpunten, waarvan zooals wij zeiden meestal alleen G te realiseren is.

Natuurlijk is het niet uitgesloten, dat F en G dichter bijeenkomen, en ten slotte samenvallen en verdwijnen, wat zeggen wil, dat de lengteplooi niet de binodale der dwarsplooi overschrijdt, maar geheel daarbinnen verborgen blijft (bij negatieve drukkingen bijv.) Dan zou er alleen door vertragingverschijnselen iets van de ontmenging zijn waar te nemen; men heeft dan te doen met wat TIMMERMANS in een vroegere mededeeling een negatieve verzadigingslijn heeft genoemd.

Maar de theorie heeft geleerd en het experiment heeft bevestigd, dat er een tweede, meer ingewikkelde type bestaat, dat van de „splitsing” eener plooi, hetwelk in fig. 2 is voorgesteld. Op het stuk DE van de plooi-puntslijn zijn twee homogene dubbelplooi-punten ontstaan, in H en I , zoodat de plooi-puntslijn na van D tot H in temperatuur gedaald te zijn, weer stijgt tot I om dan weer over E naar C te dalen. Er kunnen zich in dit geval nog twee mogelijkheden voordoen. Of de lijn van den driefasendruk zal loopen van een punt tusschen C en E naar een punt tusschen I en H , of het boveindepunt van den driefasendruk zal gelegen zijn tusschen H en D . In het eerste (waarschijnlijker) geval zal men, in het boveindepunt den druk verhoogende, in het heterogene gebied komen; in het tweede geval in het homogene gebied, en bij steeds constante temperatuur den druk nog meer verhoogende zal men later al of niet in het heterogene

¹⁾ In deze figuur en in figuur 2a en 2b moet men zich het punt A rechts van D en I denken.

gebied komen, al naarmate G bij hooger of lager temperatuur ligt dan I . Hetzij men let op de binodale of de spinodale, in elk geval zal men hier van een afzonderlijke lengteplooi moeten spreken. Ter meerdere verduidelijking van het verschil tusschen $2a$ en $2b$ geven wij voor dit geval in fig. $6a$ en $6b$ ook de v, x -projectie der binodale en der spinodale bij de temperatuur van het homogene dubbelplooi-punt.

Beschouwen wij vervolgens het geval, waarbij het ontmengingsgebied doordringt tot in de eigenlijke kritische regio. De in de vorige figuren gescheiden plooi-puntlijnen van lengteplooi en dwarsplooi zullen nu samenvloeien tot één plooi-puntlijn, die wij thans beter doen als die van een „samengestelde” plooi aan te duiden. Zooals wij reeds zeiden, zullen wij hier niet alle mogelijkheden van een samengestelde plooi bespreken, maar alleen de voor ons onderzoek belangrijke. Het eenvoudigste geval nu van een samengestelde plooi is wederom, dat er alleen twee heterogene dubbelplooi-punten voorkomen. Men zal dan fig. 3 verkrijgen. Het realiseerbare gedeelte der plooi-puntlijn begint in A , het kritische punt der eerste componente, en loopt tot het kritische eindpunt G in tegenwoordigheid van een tweede vloeistofphase. De eigenlijke ontmenging van twee vloeistoffen begint in het benedeneindpunt E , dat natuurlijk belangrijk beneden A kan liggen, maar de coëxistentie tusschen twee vloeistoffen, zooals men haar aanvankelijk in dit geval ongetwijfeld zou noemen, gaat geleidelijk over in een coëxistentie damp-vloeistof, tot B , het kritische punt der tweede componente, bereikt is.

Treedt nu in dit geval splitsing van een plooi op, dan zou men het geval van fig. 4 kunnen hebben, analoog met fig. 2. Ook hier zou men twee ondergevallen $4a$ en $4b$, analoog aan $2a$ en $2b$, kunnen onderscheiden. En ook een geval als fig. 5 zou mogelijk zijn.

Het is niet gemakkelijk in een enkel woord aan te geven, hoe de hier gevolgde classificatie zich verhoudt tot die van BÜCHNER en van VAN LAAR omdat in de laatste naar onze meening gevallen bijeengebracht zijn, die streng gescheiden behooren te worden en daarentegen het bijeenbehoorende is gescheiden. Type II toch van BÜCHNER, type III van VAN LAAR ¹⁾ omvat de èn theoretisch, èn experimenteel zoo geheel verschillende gevallen van „terugtrekking” en „splitsing”. Fig. 10 van BÜCHNER, fig. 11 en $2a$ van VAN LAAR zijn dus

¹⁾ Het is opmerkelijk, dat VAN LAAR, die op p. 669 van zijn vroegere verhandeling wel degelijk let op het verschil in de systemen met positieve en met negatieve dp/dt in zijn latere verhandeling daarover geen woord zegt. In verband daarmee is ook in de figuur der latere verhandeling de gestippelde lijn van fig. 11 der vroegere verhandeling, die geldt voor positieve dp/dt weggelaten, waarschijnlijk omdat de speciale onderstellingen van VAN LAAR het optreden van de vereischte homogene dubbelplooi-punten bij normale stoffen onmogelijk maken.

in onze fig. 1, 2*a*, 2*b* terug te vinden. Daarentegen onderscheiden de typen I en III van BÜCHNER, I en II van VAN LAAR'S eerste verhandeling zich alleen daardoor, dat er in de laatste plooi-puntslijn een maximum en minimum van den druk meer voorkomen, een omstandigheid, die physisch niet van groote beteekenis is, evenmin als men het voorkomen van een maximum of minimum van den druk in de gewone plooi-puntslijn als belangrijk pleegt te beschouwen (in tegenstelling met een temperatuurminimum of maximum). Men vindt die beide typen dan ook in onze fig. 3 vereenigd, als men bedenkt, dat F belangrijk beneden A kan liggen en rekening houdt met het boven gezegde omtrent het aannemen van open plooiën. Alleen dan zou er een essentieel verschil zijn tusschen fig. 6 en 13 van BÜCHNER, fig. 1 en 7 van VAN LAAR'S eerste verhandeling wanneer de lijn KPD (fig. 13 l. c.) in haar verder verloop gedacht werd een temperatuurminimum en maximum te vertoonen; dan zou fig. 13 resp. 7 met fig. 5 hier overeenkomen. Daarover wordt echter noch door BÜCHNER, noch door VAN LAAR gesproken.

In de latere verhandeling van VAN LAAR is het type II in zooverre gewijzigd en verschillend van I geworden, dat er nu niet één paar heterogene dubbelplooi-punten optreedt, maar twee paar (resp. één paar en een open plooi, wat op hetzelfde neerkomt). Tot een zoo ingewikkeld plooiingssysteem kan men niet komen bij de eenvoudige onderstellingen van VAN LAAR, en hij meent daarom het optreden van dit type aan abnormaliteit te moeten toeschrijven. Nu is inderdaad het optreden van de twee heterogene dubbelplooi-punten R_1 en R_2 naast de open plooi, C_0R_2A niet zeer waarschijnlijk en voor het bestaan van zulk een plooiingssysteem spreken dan ook noch theoretische, noch experimenteele gronden. Dat echter het oorspronkelijke type II van VAN LAAR, type I van BÜCHNER, fig. 3 hier, bij normale stoffen zeer wel mogelijk is, hebben de theoretische onderzoekingen van VAN DER WAALS en de experimenteele van BÜCHNER ten duidelijkste bewezen.

8. *Classificering der onderzochte stelsels.*

De in de tabel vermelde stelsels blijken alle te behooren tot de typen 1, 2 of 3, behalve een enkel stelsel, methylalcohol en ethaan dat wellicht tot type 5 zou kunnen behooren.

Bij normale componenten hebben wij type 1 gevonden bij nitrobenzol en aniline met verzadigde koolwaterstoffen, enkele malen ook het geval van fig. 2*a* (SO_2 met hexaan) terwijl tot type 3 behooren de door BÜCHNER gevonden gevallen van CO_2 met weinig vluchtige stoffen, chryseen en aether, etc.

Het geval *2b* heeft zich bij normale stoffen niet voorgedaan, en met zekerheid zouden wij ook niet durven zeggen het bij abnormale stoffen gevonden te hebben, immers wegens de zeer hooge drukken, die al spoedig optreden, kan men de plooi-puntlijn niet ver genoeg nagaan. Maar vergelijkt men onderling de uitkomsten die een reeks homologe koolwaterstoffen met methylalcohol geven, dan ligt de onderstelling voor de hand, dat men hier te doen heeft met een overgang van geval *2a* naar *2b*, wanneer men van de lagere naar de hogere koolwaterstoffen overgaat.

Terwijl immers bij propaan en methylalcohol volgens de waarnemingen van KUENEN de $\frac{dt}{dp}$ uitgaande van het kritisch eindpunt $-0^{\circ},12$ is (men is dus hier in geval 1 of *2b*) verandert die waarde tot $-0^{\circ},03$ bij omstreeks 100 Atm. wat zeker meer met *2b* overeenkomt. (Zie tabel II).

Bij isobutaan ¹⁾ en methylalcohol is in den aanvang de $\frac{dt}{dp}$ practisch gesproken 0, bij 10 of bij 70 Atm. vindt men voor de plooi-puntstemperatuur geen waarneembaar verschil; laat men den druk verder toenemen, dan begint ook de temperatuur duidelijk waarneembaar te rijzen, en wordt voor $\frac{dt}{dp}$ gevonden $+0.009$. (Zie tabel II). Het heeft er dus allen schijn van, dat bij dit mengsel de punten *G* en *H* samenvallen, of m. a. w. dat in fig. 6 de lijn *AB* juist door het splitsingspunt gaat.

Normaal butaan en methylalcohol beginnen dan dadelijk met een temperatuuroename bij stijgenden druk, al is deze ook in den aanvang zeer klein ($+0.007$) en de daarop volgende homologen beginnen dan met steeds hooger positieve waarde van $\frac{dt}{dp}$: Isopentaaan met $+0.02$, hexaaan met 0.03 , decaan met 0.04 .

In verband daarmee dringt zich de vraag op of het eerste stelsel van deze reeks, het door KUENEN onderzochte methylalcohol met aethaan, inderdaad wel eenvoudig een geval van 3 is; dan wel zou moeten beschouwd worden als een voorbeeld van het aan 2 analoge type 5, een vraag, die wij bij gebrek aan gegevens niet zullen trachten te beantwoorden.

Het punt *E* hebben wij in geen enkel onzer binaire stelsels ²⁾

¹⁾ De preparaten van butaan en isobutaan waren bijzonder zuiver; ze waren ons geschenken door den heer OUEDINOFF, te Brussel, waarvoor wij hem bij deze nogmaals onzen dank betuigen.

²⁾ Wel in het ternaire stelsel: Pyridine + water + natriumcarbonaat.

kunnen bereiken, ook hier waarschijnlijk om het snelle aangroei van den druk. Enkele van de stelsels van water met basen der pyridinereeks zijn voorbeelden van dit type, die een volkomen gesloten plooi opleveren, waarbij dus in elk geval zulk een punt moet voorkomen, en daar deze plooiën van geringe uitgebreidheid zijn, kan men verwachten, dat het hierbij zal gelukken het punt *E* te bereiken. Wij hopen binnen kort dit onderzoek ter hand te kunnen nemen.

Merken wij ten slotte op, dat in al de gevallen, waarin de dampdruklijn van het stelsel bepaald is, de door VAN DER WAALS afgeleide regel blijkt uit te komen: Splitsing van een plooi treedt alleen op, wanneer er een maximum in de dampdruklijn bestaat (min. kritische temperatuur van het ongesplitste mengsel).

Amsterdam. Natuurkundig Laboratorium der Universiteit.

Plantkunde. — De Heer W. BURCK biedt eene mededeeling aan:
„*Bijdrage tot de kennis van de waterafscheiding bij de plant.*”

In een vorige mededeeling „*Over de biologische beteekenis der nectarafscheiding in de bloem*”¹⁾ heb ik gewezen op de overeenkomst tusschen de afscheiding van nectar in de periode van den bloei en die van water of slijmerig vocht in den gesloten bloemknop. Bij een voortgezet onderzoek over dit onderwerp is bij mij twijfel gerezen over de juistheid van de heerschende meeningen betreffende de waterafscheiding aan de oppervlakte van de plant.

Dit heeft mij aanleiding gegeven tot eenige waarnemingen, waarvan de resultaten hier zullen worden meegedeeld, en die een anderen blik geven in hetgeen men onder de waterafscheiding heeft te verstaan.

Het is mijne bedoeling later aan te toonen, dat deze gewijzigde inzichten over de waterafscheiding tevens niet zonder beteekenis zijn voor de beoordeeling der florale en extraflorale nectarafscheiding.

Het verschijnsel, dat bij vele kruidachtige planten en heesters des nachts en in de eerste morgenuren aan den top en den rand der bladen, waterdruppels worden afgescheiden, welk verschijnsel onder den naam van druppelen bekend is, wordt hieraan toegeschreven, dat de wortels, onder gunstige omstandigheden, aanzienlijke hoeveelheden water omhoog kunnen persen, welk water, wanneer de lucht zich afkoelt en het dauwpunt nadert, in druppels naar buiten wordt gedreven.

In den regel worden daar, waar de druppels te voorschijn treden,

¹⁾ Verslag v. d. Verg. van 28 Nov. 1908.

eigenaardige poriën gevonden, die 't eerst door DE BARY als waterporiën van de gewone huidmondjes werden onderscheiden.

Men neemt aan, dat die waterafscheiding voor de plant van beteekenis is ter voorkoming van het gevaar, dat het door den worteldruk naar boven geperste water, zoodra het bij gestoorde transpiratie in de vaatbundels onder verhoogden druk komt te staan, een injectie der intercellulaire ruimten veroorzaakt.

De vraag of dit druppelen bij alle planten en onder alle omstandigheden, alleen aan het oppersen van het door den wortel uit den bodem opgenomen water is toe te schrijven en als een eenvoudige filtratie is te beschouwen, is in de latere jaren een paar malen betwijfeld geworden.

HABERLANDT¹⁾ heeft in 1895 de meening uitgesproken, dat bij sommige planten de anatomische bouw van den bladtand en vooral van het weefsel, dat zich uitstrekt tusschen de eindtracheïden van den vaatbundel en de waterporiën — het z.g. epitheel (DE BARY) — het vermoeden wekte, dat het als klier fungeerde. Hij toonde dan ook experimenteel aan, dat o.a. bij *Conocephalus ovatus* dit weefsel in werkelijkheid bij de waterafscheiding een rol vervulde. Bij *Fuchsia*, echter, waar de structuur van het epitheel ook in hooge mate aan een klier doet denken, bleek toch het proces op filtratie te berusten, maar zou dit weefsel bewerken, dat het systeem van intercellulaire ruimten tusschen vaatbundel en waterholten, ten behoeve van een afsluiting van de tracheale banen, voortdurend met water gevuld bleef. In elk geval meende HABERLANDT, dat de klierwerking onder den invloed zou staan van den worteldruk; de klier zou alleen functioneeren wanneer daarop door den verhoogden bloedingsdruk een prikkel werd uitgeoefend.

Een onderzoek van NESTLER²⁾ in 1896, stelde echter duidelijk in 't licht, dat het verschijnsel toch niet altijd van den worteldruk afhankelijk is.

NESTLER deelde mee, dat hij aan afgesneden bebladerde stengels van *Tropaeolum majus*, die met de sneevlakte in water, onder de vochtige glazen klok gehouden werden, bij de jongere bladen, na 3 dagen, waterdruppels had zien te voorschijn komen aan het uiteinde der vaatbundels, dus juist daar, waar zich onder gewone omstandigheden het verschijnsel van het druppelen voordoet; den vierden dag kon hij de droppelvorming ook aan eenige oudere bladen waarnemen.

¹⁾ G. HABERLANDT, Ueber wassersecernirende und absorbirende Organe. Sitzungsberichte der Kais. Akad. der Wissensch. in Wien. Abth. II Bd. 104, 1895.

²⁾ NESTLER, Sitzungsberichte der Kais. Akad. der Wissensch. Wien. Bd. 105. 1896. pag. 524; Bd. 106. 1897. pag. 401. Bd. 108. 1899, pag. 690.

NESTLER teekent daarbij aan, dat het epitheel hier bij de secretie niet betrokken kan zijn; ten eerste is het bij *Tropaeolum* niet scherp gedifferentieerd en ten tweede komen er ook waterdruppels te voorschijn aan den stengel, waar van een epitheel in 't geheel geen sprake is. De afscheiding geschiedt daar uit waterporiën, die in ligging en vorm van de gewone huidmondjes min of meer afwijken. Hij meent, dat de verklaring van het verschijnsel hierin moet worden gezocht, dat er onder de vermelde omstandigheden osmotische krachten werkzaam worden, die de afscheiding veroorzaken.

Eigenlijk was het niet de eerste maal, dat er van dit verschijnsel melding werd gemaakt.

In 1881 reeds meende WILSON¹⁾ druppelvorming te hebben waargenomen aan de bladen van afgesneden takken van *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora* en *Fuchsia*, maar uit een onderzoek van GARDINER²⁾ bleek spoedig daarop, dat er wat *Impatiens* betreft, bij de proeven van WILSON geen sprake kon zijn van waterafscheiding maar van nectar, terwijl bij *Fuchsia* het door WILSON waargenomen vocht niet afkomstig was uit de waterporiën der tanden, maar afgescheiden werd door waterklieren in de nabijheid dier poriën.

Het is zeer opmerkelijk, dat het hier besproken verschijnsel niet veel eerder is waargenomen, want zooals mij gebleken is, zijn er ongetwijfeld talrijke planten, die onder de vermelde uitwendige omstandigheden, geheel onafhankelijk van den worteldruk of van kunstmatigen druk, de druppelvorming op de duidelijkste wijze vertoonen. Ik heb haar o. a. waargenomen bij *Kerria japonica*, *Philadelphus coronarius*, *Weigelia rosea variegata*, verschillende soorten van *Spiraea*, *Hydrangea pubescens*, *Hydrangea campanulata*, *Deutzia crenata*, *Cornus sibirica* en andere *Cornus* soorten en ben er van overtuigd, dat ik later bij een meer uitvoerige behandeling van dit onderwerp, geen moeite zal hebben, het ook bij vele andere planten waar te nemen.

Bij al deze planten komen aan afgesneden takken onder de glazen klok reeds na enkele uren, aan den top en aan den rand der jonge bladen, heldere druppels te voorschijn, die zich na verwijdering weer vernieuwen.

Het zal zoo aanstonds blijken, dat het bepaalde bladen zijn, waar die druppels gevormd worden, en dat ze hun ontstaan te danken hebben

1) W. P. WILSON, On the cause of the excretion of water on the surface of nectaries. pag. 11. Leipzig 1881.

2) W. GARDINER, On the physiological significance of waterglands and nectaries. Proceedings of the Cambridge Philosoph. Society. Vol. V, pag. 34—50.

aan de werking, nu eens van slijmklieren, die later alleen water afscheiden, dan weer van klieren, die van den aanvang af water secerneeren.

Men kan stellig aannemen, dat bij vele planten, waar men 's nachts of 's morgens, in de vrije natuur, onder gunstige omstandigheden een zeker aantal waterdruppels op de bladen vindt, een deel van die druppels buiten den directen invloed van den worteldruk naar buiten is getreden.

Nu heeft mij het onderzoek naar de waterafscheiding verder geleerd, dat het verschijnsel van het druppelen: het onder bepaalde uitwendige omstandigheden optreden van waterdruppels aan den top der bladen en aan den bladrand, hetzij uit de waterporiën als direct gevolg van den worteldruk, hetzij als gevolg van de werkzaamheid van inwendig gelegen klieren, ons toch nog slechts een zeer onvolledig beeld geeft van hetgeen onder waterafscheiding bij de plant moet worden verstaan.

Er zijn talrijke planten, die het verschijnsel van het eigenlijke druppelen niet vertoonen, maar die desniettemin voortdurend, aan de oppervlakte — vooral aan de jongere deelen van de plant — vrij aanzienlijke hoeveelheden water of slijmhoudend water afscheiden.

Men zal zich herinneren, dat TREUB¹⁾ twintig jaar geleden, voor 't eerst heeft aangetoond, dat er bij de plant nog een waterafscheiding kon onderscheiden worden, die het gevolg was van de werkzaamheid van epidermale trichomen.

TREUB ontdekte, dat er in de bloemknoppen van een tropische Bignoniacee, *Spathodea campanulata* steeds water gevonden wordt, en wees er op, dat dit water naar alle waarschijnlijkheid wordt afgescheiden uit de kussenvormige trichomen, die in groot aantal den binnenwand van den kelk bekleeden.

Later is, naar men weet, hetzelfde verschijnsel: een waterafscheiding in den gesloten bloemknop, ook bij andere tropische planten waargenomen en ook hier werden steeds dergelijke trichomen gevonden, 't zij alleen aan den binnenwand van den kelk, 't zij tevens aan den buitenwand van de kroon, en was er alle reden om aan te nemen, dat het vocht door die epidermale trichomen werd afgescheiden. Geruimen tijd heeft men gemeend, dat dit verschijnsel op zich zelf stond. Er bestond geen aanleiding om deze watersecretie binnen de bloem met die daarbuiten, op de bladen, in verbinding te brengen. Men beschouwde haar als een bijzondere inrichting, een nuttige aanpassing, onder de werking der natuurlijke teeltkeus te voorschijn

¹⁾ TREUB M. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. VIII. 1890.

geroepen, ter bescherming der door den kelk ingesloten jonge bloemdeelen tegen het gevaar van een te sterke transpiratie.

Eenige jaren na de mededeeling van TREUB, kwam HABERLANDT echter tot de ontdekking, dat een zoodanige waterafscheiding als gevolg van de secretorische werking van uitwendig gelegen klieren, toch ook buiten de bloem kon worden waargenomen.

Tijdens zijn verblijf te Buitenzorg vond hij bij *Spathodea campulata* dezelfde trichomen, die binnen de bloem liet kelkwater secerneeren, ook op de oppervlakte der bladen, en door proeven kon hij aantoonen, dat ook deze onder gunstige omstandigheden, water vermochten af te scheiden.

Maar verder leerde HABERLANDT ook bij andere planten, gemetamorphoseerde epidermiscellen en meercellige trichomen kennen, aan de oppervlakte der bladen, die mede onder bepaalde omstandigheden als waterklieren fungeerden.

HABERLANDT's waarneming omtrent het voorkomen van waterklieren op de bladen werd weldra door die van anderen gevolgd.

NESTLER gaf uitvoerige mededeelingen over de waterafscheiding uit epidermale klieren bij *Phaseolus multiflorus* en de Malvaceen en VON MINDEN ¹⁾ over die bij *Nicotiana* en *Glaux maritima*.

Ten aanzien van een hoogstbelangrijk punt nl. de voorwaarden, waaronder de waterafscheiding uit die klieren zou plaats hebben is HABERLANDT echter tot eene conclusie gekomen, die niet in overeenstemming was met de resultaten van vroegere onderzoekingen, inzonderheid met die van GARDINER over de watersecretie uit de veelcellige epidermale klieren aan de bladoppervlakte van *Limoniastrum (Statice) monopetalum* en uit de waterklieren der Polyodiaceen, en die ook niet door de zoeven genoemde latere onderzoekingen is bevestigd geworden.

Uitgaande van de meening, dat de waterafscheiding zou dienen ter voorkoming van een overvulling van het blad met water en van eene injectie der intercellulaire ruimten, beschouwde HABERLANDT de klieren aan de oppervlakte der bladen en evenzoo ook die der varens en soortgelijke klieren als *regulatoren van het watergehalte*, die eerst zouden functioneeren, wanneer de hydrostatische druk in het waterleidingsstelsel, de z.g. bloedingsdruk, wegens gestoorde transpiratie, een bepaalde hoogte bereikte.

NESTLER ²⁾ aan wiens onderzoekingen betreffende de waterafscheiding

¹⁾ M. VON MINDEN, Beiträge zur anatomischen und physiologischen Kenntnis Wassersecernirender Organe. Bibliotheca botanica Heft 46. 1899.

²⁾ l. c. Bd. GVIII. 1899 und Berichte der deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XVII. 1899, S. 332.

op de bladen van *Phaseolus multiflorus* wij de zekerheid te danken hebben, dat het water inderdaad door de klieren wordt afgescheiden, (het gelukte hem door directe waarneming onder den microscoop, waterdruppels uit de cellen der klierharen te voorschijn te zien komen) heeft dat niet kunnen bevestigen ¹⁾. Hij vond de waterafscheiding onafhankelijk van den worteldruk, zooals GARDINER ook voor *Limoniastrum* en voor de varens gevonden had. De waterdruppels kwamen te voorschijn aan de oppervlakte van afgesneden bladen, die in een met waterdamp verzadigde ruimte waren opgesloten.

VON MINDEN kwam bij zijne proeven tot 't zelfde resultaat. Hij zag, dat de waterafscheiding uit de klieren op de bladen van *Nicotiana* en van *Glaux maritima* even goed plaats vond aan afgesneden takken, die met de sneevlakte in water, onder de glazen klok werden gebracht als aan bewortelde planten en stelde de vraag of niet vele der door HABERLANDT genoemde planten zich evenzoo zouden gedragen, omdat toch de klieren van *Phaseolus multiflorus* veel overeenkomen met die van *Nicotiana*, en die van *Bignonia braziliensis*, *Spathodea campanulata*, *Piperomia*-soorten, *Artocarpus integrifolia* met die van *Glaux maritima*.

Uit hetgeen hieronder volgen zal, zal blijken, dat die vraag volkomen gewettigd is. Mij zijn bij mijn onderzoek zoo vele planten bekend geworden, wier epidermale waterklieren in hunne werkzaamheid onafhankelijk zijn van worteldruk, dat ik niet aarzel de overtuiging uit te spreken, dat dit als algemeene regel is te beschouwen.

Maar het onderzoek heeft mij tevens geleerd, dat dergelijke waterklieren of klieren, die een min of meer slijmig vocht secreneeren veel algemeener bij de plant voorkomen, dan men tot nu toe heeft gemeend — vooral aan de jongere plantendeelen — en dat bij de beoordeeling van het proces der waterafscheiding in de eerste plaats met deze, altijd werkzame, epidermale klieren moet rekening worden gehouden.

Ik heb o.a. een waterafscheiding waargenomen op de bladen van : *Philadelphus coronarius*, *Hydrangea pubescens*, *Hydrangea campanulata*, *Weigelia rosea*, *Deutzia crenata*, *Corylus Avellana*, *Ulmus campestris*, *Sambucus nigra*, *Syringa vulgaris*, *Forsythia viridissima*, *Fuchsia spec.*, *Calystegia sepium*, *Datura Stramonium*, *Nicandra physaloides*, *Cosmos hybridus*, *Dahlia variabilis*, *Melandrium album*, *Thymus Serpyllum*, *Malva silvestris*, *Sidalcea candida*, *Abutilon*

¹⁾ Dat niet altijd uit de tegenwoordigheid van klieren mag besloten worden, dat het voorhanden water uit die klieren is afgescheiden is gebleken uit NESTLER'S onderzoek over de waterafscheiding bij *Boehmeria* (Sitzungsber. Wien Bd. CVIII, pag. 690).

Darwinii, *Abutilon Avicennae*, waarvan de meesten hieronder nog besproken zullen worden.

Alvorens nader op deze waarnemingen in te gaan is het niet zonder belang er op te wijzen, dat uit de verhandeling van REINKE in PRINGSHEIM's Jahrbücher van 1876¹⁾ over den histologischen bouw van de aan de bladen voorkomende z.g. secretie-organen, valt af te leiden, dat reeds REINKE heeft waargenomen, dat de afscheiding van waterdruppels aan den top en de randtanden der bladen een gevolg kan zijn van de werkzaamheid van klieren.

REINKE's verhandeling is een voortzetting van HANSTEIN's studie over de organen der hars- en slijmafscheiding in de knoppen, in de Botanische Zeitung van 1868²⁾. HANSTEIN had in deze verhandeling gewezen op het toen nog zoo goed als onbekende feit, dat in de eerste ontwikkelingsstadiën van den knop, bij zeer vele dicolyte planten, aan de dan nog zeer jonge bladen, maar vooral aan de steunbladen en bladscheeden, trichomen van den meest verschillende vorm aangetroffen worden, die meestal bestaan uit borstels of wollige haren, maar ook veelvuldig uit Colleteren, die het vermogen bezitten om een mengsel van hars (of balsem) met slijm, of z.g. Blastocolla af te scheiden, door welke kleverige zelfstandigheid de jongste bladen omgeven worden.

REINKE toonde nu aan, dat de door HANSTEIN bekend gemaakte, in den knop plaats vindende afscheiding van slijmige en harsachtige stoffen veel algemeener bij de planten voorkomt, dan deze publicatie deed verwachten, en dat die klieren vooral voorkomen aan de tanden van den bladrand. Hij geeft in deze verhandeling een beschrijving van den bouw van de klierdragende bladtanden bij niet minder dan 83 verschillende planten, behoorende tot de meest verschillende families en hier en daar ook aantekeningen omtrent de wijze, waarop het afscheidingsproduct naar buiten treedt.

Van dit onderzoek heeft REINKE de algemeene resultaten in de volgende woorden saamgevat:

„Die auf vorstehenden Blättern gegebenen Mittheilungen zeigen, „dass die Sägezähne am Rande der Dicolylen-Blätter in den meisten „Fällen Träger eigenthümlicher Organe sind, von denen sich in der

1) REINKE, J., Beiträge zur Anatomie der an Laubblättern, besonders an den Zähnen derselben vorkommenden Secretionsorgane. Pringsheim's Jahrb. Bd. X. 1876 pag. 119.

2) HANSTEIN, Prof. J., Über die Organe der Harz- und Schleim-Absonderung in den Laubknospen. Bot. Zeit. 1868. p. 697, 721, 745, 756.

„Regel eine secernirende Thätigkeit nachweisen lässt, die entweder „in der Zeit des Knospenzustandes oder in spätere Altersstufen der „Blätter fällt”

„Was das gelieferte Secret aanlangt, so ist dasselbe in der Knospe „ein zäher flüssiger Schleim oder Harz, am ausgebildeten Blatte nur „eine wässerige oder etwas schleimige Flüssigkeit; im Einzelnen sind „darüber besondere Untersuchungen anzustellen.”

„Was die verschiedene Form der Drüsenorgane der Blattzähne „aanlangt, so gruppieren sich dieselben naturgemäss in äussere hervor- „tretende und eingesenkte Drüsen; die ersteren bilden eine stufen- „weise sich ändernde Reihe, die folgende Typen umfasst: *Kerria*, „*Prunus*, *Betula*, *Corylus*, wo das secernirende Organ im ersten Fall „aus einem ganzen Blatt-Abschnitt, im letzten Falle nur aus einem „aufgesetzten Trichom besteht. Die tweede Hauptform, ist besonders „zahlreich und tritt eerst am ontwikkelten Blatte deutlich hervor, um „hier onder günstigen Umständen klare Tropfen auszuscheiden. Wenn „die hierher gehörigen Zähne auch bereits in der Knospe Schleim „secerniren, so verhalten sie sich mit *Kerria* übereinstimmend.”

„Combinirt treten beide Formen z. B. bei *Viola* auf,” u. s. w.

Ter verduidelijking van dit citaat voeg ik hier aan toe, dat REINKE bij *Kerria japonica* vond, dat dat gedeelte van den bladrand, dat boven het uiteinde van den vaatbundel gelegen is — derhalve dat gedeelte, waar men bij vele planten een z.g. epitheem aantreft — uit een slijmsecerneerende klier bestaat. Bij *Prunus* draagt elke bladtand, zoolang het blad jong is, een donkerrood gekleurd, kegelvormig tandje, dat tijdens het knopleven van 't blad rijkelijk balsem afscheidt. Bij *Betula* worden op de oppervlakte der jonge bladen en internodiën een groot aantal schildvormige klieren gevonden (Trichomzotten), terwijl verder de bladtanden in een eivormige slijmklier eindigen. De laatste secerneert alleen in den jongen knop, terwijl de schildvormige klieren voornamelijk schijnen te functioneeren aan het ontwikkelde blad. Bij *Corylus* zijn al mede de jonge bladen over de geheele oppervlakte met klieren (Trichomzotten) bekleed, die den vorm hebben van gesteelde knoppen. Bovendien loopt ook elke bladtand in zulk een klier uit. Deze laatste secerneert in den jongen knop; de anderen ontwikkelen zich eerst later.

In dit citaat ligt opgesloten, dat volgens REINKE een verschijnsel, overeenkomende met dat, wat wij druppelen noemen, onafhankelijk van den wortel- of bloedingsdruk, als gevolg van de werkzaamheid van klieren, op verschillende wijze kan tot stand komen: zoowel door de werking van inwendig gelegen klieren van den bladrand als door watersecretie van uitwendig gelegen trichomen, die te voren

slijm (hars, balsem) hebben geproduceerd of eindelijk ook door een combinatie van de werking van uit- en inwendige klieren.

Behoudens het feit, dat de watersecretie niet altijd door slijmafscheiding wordt voorafgegaan en dat, omgekeerd, vaak ook een slijmafscheiding niet door watersecretie wordt gevolgd, heb ik REINKE's zienswijze bevestigd gevonden.

Het moet worden toegeschreven aan de omstandigheid, dat REINKE zich in de eindbeschouwingen over zijn onderzoek slechts zeer ter loops en in zijn eigenlijke verhandeling, in 't geheel niet over deze waterafscheiding heeft nitgelaten, en nergens mededeeling heeft gedaan van daaromtrent ingestelde proeven, dat zijne opmerking niet de aandacht heeft getrokken, niettegenstaande zijne verhandeling een zeer algemeene bekendheid heeft gekregen.

Ik wil nu eenige waarnemingen laten volgen waaruit nader zal blijken, dat inderdaad waterafscheiding bij de plant op zeer verschillende wijze tot stand komt. Het vraagstuk vereischt zooals men weldra zien zal, een uitvoeriger en meer systematische behandeling; het is dan ook mijn plan om later nader daarop terug te komen.

In het eerste gedeelte dezer mededeeling zal ik mij bepalen tot de waterafscheiding aan de bladen om later op die der bloemen terug te komen.

I. *Waterafscheiding aan de bladen.*

Kerria japonica.

De top en de tanden aan den rand van het blad zijn lang-toespitst lancetvormig. De in den tand uitlopende nerf eindigt op eenigen afstand van den top; daarboven vindt men een aantal op stomata gelijkende waterporiën.

Dat gedeelte van den bladtand, dat boven het vaarbundeleinde gelegen is, waar men bij de andere planten een z.g. epitheelweefsel vindt van eigenaardigen bouw, dat min of meer de eigenschappen van sponsparenchym bezit, bestaat hier bij *Kerria japonica* uit een slijmklier, waarvan zoowel de epidermiscellen als de daarbinnen gelegen cellen, afgerond en met sterk lichtbrekende stoffen gevuld zijn. De slijmafscheiding heeft inzonderheid plaats bij jongere bladen in den knop; zij geschiedt onder opheffing der cuticula.

Soortgelijke klieren, maar iets grooter en meer afgerond, vindt men ook aan den top en aan den rand der jonge steunblaadjes en inzonderheid ook aan den rand der kelkklappen; zij verschillen van de bladrandklieren in vorm en grootte, maar de cellen waaruit ze zijn samengesteld hebben denzelfden lichtbrekende inhoud.

Brengt men van deze plant een afgesneden tak in de vochtige ruimte, dan openbaart zich — zooals reeds gezegd is — reeds spoedig een rijkelijke droppelvorming aan den top en de tanden der jonge blaadjes. Die druppels, afgescheiden uit dezelfde cellen, die te voren in den knop slijm secerneerden, bevatten geen of hoogstens slechts zeer weinig slijm meer. Verwijdert men ze met een strookje filtreerpapier, dan komen weldra nieuwe druppels voor den dag.

Aan den jongen bloemknop treedt in de vochtige omgeving hetzelfde verschijnsel op. Het water wordt in den vorm van kleine droppeltjes rondom afgescheiden en vloeit tot enkele groote druppels samen. Van een waterafscheiding door interventie van een epitheel kan hier geen sprake zijn. Zij moet ongetwijfeld daarop berusten, dat de kliercellen endosmotisch werkzaam zijn en met groote kracht aan de daarónder liggende weefsels en aan den vaatbundel water onttrekken en dit naar buiten persen.

Philadelphus coronarius.

In de tweede helft van April. toen de knoppen begonnen uit te loopen, werd een afgesneden tak in een glas water onder de vochtig gehouden glazen klok geplaatst.

De buitenste blaadjes van den knop, die te voren met de randen aaneen sloten, begonnen zich van elkander te verwijderen. Het daarop volgende, afwisselend geplaatste bladpaar werd daardoor zichtbaar; van dit paar sloten de randen nog tegen elkander. De overige bladparen waren nog ingesloten.

Reeds des avonds van denzelfden dag vertoonden zich fraaie, heldere druppels aan den top en aan de tanden der buitenste blaadjes en aan den top van het daarop volgende bladpaar, terwijl de ruimte tusschen elk paar jongere blaadjes met water gevuld was.

De top en de tanden der knopblaadjes verschillen in anatomischen bouw vooral daardoor van het overige deel van het blad, dat de epidermiscellen en de sub-epidermale cellen grooter en met dichteren inhoud gevuld zijn en reeds vroeg stomata bezitten.

REINKE meent, dat deze cellen in de jongere knopstadiën slijm afscheiden, doch heb ik dit niet kunnen constateeren. Ik ben van meening, dat de waterafscheiding hier niet door slijmafscheiding vooraf wordt gegaan, doch dat de kliercellen van den aanvang af water afscheiden.

De bladvlakte is verder met talrijke, ééncellige, lange, spits-toeloope haren bekleed, die reeds zeer vroeg worden aangelegd en wier afgeronde voet later door de omringende, wigvormig verlengde epidermiscellen wordt omgeven.

Uit deze spitse haren met afgeronden voet is zonder twijfel het water afkomstig, dat onder de glazen klok, de ruimten tusschen elk paar jonge blaadjes aanvult; dit zijn dus echte waterklieren, geen klieren, die te voren slijm (balsem of hars) hebben afgescheiden.

Een maand later, toen de 4 à 5 paar buitenste knopbladeren volwassen waren geworden, werd de proef herhaald. De volwassen bladen hadden nu het vermogen om water af te scheiden verloren; alleen aan de twee paar kleine, onvolwassen bladen en een paar knopblaadjes verschenen nog waterdruppels.

Hydrangea pubescens.

Op den 1^{sten} Mei werd een afgesneden tak in een glas water, onder de vochtige glazen klok aan de proef onderworpen. Het buitenste bladpaar der knoppen was nog wel niet volwassen, doch hadden zich de blaadjes reeds horizontaal gesteld. Het daarop volgend bladpaar stond nog rechtop, doch begonnen de blaadjes, die te voren met de randen aan elkaar sloten, zich van elkander te verwijderen; de overige paren vormden nog een geheel gesloten knop.

Het blad van *Hydrangea pubescens* eindigt in een langen top en draagt aan den rand een groot aantal lange en smalle tanden, die aan de bovenste helft van het jonge blad naar buiten staan, en aan het onderste gedeelte min of meer naar achteren gekeerd zijn.

In elken tand eindigt een bladnerf, daarboven vindt men één of meer waterporiën. Voorts zijn de jonge blaadjes onder en boven bekleed met lange, ééncellige haren; die der bovenzijde zijn breed, van boven afgerond en zeer dunwandig, die der onderzijde zijn spitsner, dikker van wand en knobbelig geteekend.

Den volgenden morgen vertoonden zich talrijke heldere druppels zoowel aan den top als aan vele tanden, maar alleen aan die bladen, die zich nog niet door ombuiging uit den knop hadden vrijgemaakt, en viel een droppelvorming verder nog waar te nemen aan den top van het daarop volgend 3^{de} bladpaar.

Behalve de droppelafscheiding aan de tanden en den top, die aan dezelfde oorzaak is toe te schrijven als bij *Philadelphus coronarius* n.l. aan de secretorische werking der epidermiscellen en sub-epidermale cellagen, neemt men dan verder nog waar, dat de haren, waarmee het blad bekleed is, zich als klieren gedragen en het water afscheiden waarmee de jonge bladen bedekt zijn.

Bij *Hydrangea campanulata* wijkt de wijze van waterafscheiding niet veel af van die bij *H. pubescens*.

Weigelia rosea variegata.

Bij deze *Weigelia* zijn in jongen toestand de beide bladhelften

geheel ingerold naar de middennerf toe. Waterafscheiding in groote, heldere droppels heeft plaats aan den top der jonge blaadjes en aan den top der tanden, die in anatomischen bouw overeenkomen met die van *Hydrangea*. De bladvlakte, vooral de bovenzijde, is dicht bekleed met trichomen van den, vooral bij waterkelken zoo vaak aangetroffen, gesteelden kussenvorm (Köpfhendrüsen) van verschillende grootte; deze komen vooral voor aan de onderste helft van het blad. Zij secerneeren rijkelijk, zoodat de ruimte der opgerolde bladeren met water gevuld is.

Aan de allerjongste bladen komen ze nog niet voor. De jongste bladen, waar de tanden nog niet zijn aangelegd, hebben alleen een bekleeding met ééncellige, lange haren, waarvan de afgeronde voet waarschijnlijk aan de watersecretie deelneemt.

Bij een proef in 't laatst van Mei genomen, toen de knopblaadjes volwassen waren geworden, had onder de gegeven omstandigheden geen droppelvorming meer plaats.

Corylus Avellana L.

Bij *Corylus Avellana* draagt elke bladtand aan zijn top een groote samengestelde, nagenoeg cilindervormige klier, bij wijze van aanhangsel. De tanden zijn in twee rijen geplaatst, waarvan eene rij van veel kleinere tanden, meer naar binnen is gekeerd; ook deze kleinere tanden dragen het karakter van slijmklieren.

Aan den tak, die tot proef diende, waren de knoppen juist begonnen zich te ontvouwen. Het buitenste blaadje had zich reeds uit den knop vrij gemaakt en naar buiten omgeslagen; de klieren aan den top der tanden en de naar binnen gekeerde kleine bladtanden hadden in dat stadium reeds hun inhoud grootendeels verloren en waren bruin geworden. Bij de jongere blaadjes produceerden ze veel slijm en de jongste knopblaadjes waren geheel in slijm gehuld. Behalve deze groote klieren draagt verder nog elk blad, vooral aan de bovenzijde, een groot aantal kleinere, doch ook gesteelde en samengestelde, min of meer holvormige slijmklieren; verder is het blad nog bezet met lange dikwandige borstelharen. Maar niet alleen de bladen, ook de steunblaadjes zijn in den knop de dragers van talrijke slijmklieren van beiderlei soort: grootere aan den rand in een vrij dichte rij tusschen de haren en kleinere op de bladvlakte, vooral aan het onderste gedeelte van het steunblad. Aan de allerjongste stipulae en blaadjes zijn deze kleine, holvormige klieren nog niet waar te nemen; zij treden eerst op, wanneer de groote klieren aan den rand en aan den top hun inhoud reeds verloren hebben; evenals bij *Kerria japonica* zijn ook bij *Corylus* de top en de rand der blaadjes het overige gedeelte van 't blad in groei vooruit.

In de vochtige omgeving onder de glazen klok, vindt men weldra de buitenste, in ontwikkeling het verst gevorderde blaadjes, aan de bovenzijde met tallooze heldere vochtdroppels bedekt. Veelal zijn ook de haren aan den rand der blaadjes met heldere droppeltjes behangen. Dit vocht wordt afgescheiden door de klieren der bladvlakte, die eerst slijm hebben afgescheiden, maar thans water secerneeren, dat nog slechts weinig slijm bevat. Het komt den eersten dag zelden tot werkelijk druppelen, doch kan de waterafscheiding betrekkelijk belangrijk zijn.

*Ulmus campestris*¹⁾.

Bij *Ulmus campestris* zijn in den knop de blaadjes om de middennerf toegevouwen en rechts en links van de as geplaatst.

Den 2^{den} Mei toen een afgesneden tak onder de glazen klok werd gebracht, had zich van de meeste knoppen het onderste of buitenste blaadje ontvouwen en begon dit zich naar buiten te keeren; het daaropvolgend blaadje stond nog recht op, doch begonnen de bladhelften een weinig uit elkaar te wijken; de hooger geplaatste blaadjes waren nog alle toegeslagen en door de steunblaadjes ingesloten.

De jonge blaadjes dragen lange, spits toeloopende en evenwijdig aan de bladvlakte omgebogen ééncellige haren met afgeronden voet en zijn bovendien, vooral aan de bovenzijde, bekleed met slijmklieren (Trichomzotten), die uit 4 cellen bestaan n.l. uit een korte voetcel, een cilindervormige steelcel en twee boven elkaar geplaatste kliercellen, waarvan de bovenste halfbolronde is; de klieren produceeren veel slijm. De bladtanden zijn van tweederlei vorm, tusschen de grootere, breed-eivormige, van voren afgeronde, staan kleinere meer naar binnen gekeerde tanden.

Zooals REINKE reeds heeft meegedeeld, eindigt in elken bladtand, even vóór den top, een zijnerf van het blad; daarboven vindt men eenige stomata. Slijmafscheiding heeft plaats uit de epidermis, waarvan de cellen slijm bevatten, maar waarin bovendien grootere, geheel met slijm gevulde cellen voorkomen. Die slijmcellen vindt men ook in de subepidermale laag van het weefsel. Veelal is hun aantal zoo groot, dat de bladtand daardoor talrijke doorschijnende plekken vertoont.

Maar behalve dat de vele tanden en de klieren der bladvlakte slijm afscheiden is dit ook het geval met de steunblaadjes en vooral met die, welke hooger aan de as geplaatst zijn. Deze zijn aan de binnenzijde bekleed met zeer talrijke klieren van denzelfden vorm als die, welke op de blaadjes voorkomen, en dragen ook in de epidermis talrijke groote slijmcellen.

¹⁾ Verg. REINKE l.c. p. 156.

De jongste blaadjes en steunblaadjes zijn met een dichte laag slijm bedekt.

In de vochtige ruimte onder de glazen klok waren de buitenste blaadjes reeds den volgenden morgen met vocht geheel bedekt. Dit vocht bestond uit water of zeer waterig slijm en was blijkbaar afgescheiden uit de klieren der bladoppervlakte die, oorspronkelijk slijmklieren, zich later als waterklieren gedragen.

Het kwam toen nog niet tot het eigenlijke druppelen, maar eenige uren later kon de droppelvorming aan den top en de tanden worden waargenomen.

Sambucus nigra.

De jonge bladtanden zijn geheel verborgen omdat de bladen in den knop zeer dicht zijn opgerold; zij leggen zich tegen de bladvlakte aan en krommen zich naar boven. De secretie der bladtanden bepaalt zich tot den uitersten top, die zich voordoet als die van *Kerria japonica*. In de jongste knopstadiën heeft hier ter plaatse afscheiding van slijm plaats.

Voorts is de bladvlakte aan de buiten- en binnenzijde dicht met sterk secerneerende knodsvormige trichomen bekleed wier vorm, ontwikkeling en wijze van slijmafscheiding uitvoerig door HANSTEIN zijn beschreven (l. c. p. 731).

Bij de proef met een afgesneden tak onder de glazen klok, neemt men spoedig een fraaie droppelvorming waar, aan den top der jonge bladen. Verder blijkt bij het ontrollen der blaadjes, dat de binnenuimte met water gevuld is, terwijl er ook talrijke waterdruppeltjes aan de buitenzijde gevonden worden. Dit laatste vocht is stellig afkomstig van de door HANSTEIN beschreven klieren, en de druppeltjes, die aan den top der tanden voor den dag komen, hebben ook hier weer denzelfden oorsprong als bij *Kerria japonica*.

Syringa vulgaris.

De bladtop van *Syringa vulgaris* doet zich tijdens de knopstadiën juist zoo voor, als die van *Kerria japonica*; de epidermiscellen en de daaronder gelegen cellen zijn daar grooter dan elders, en met een zeer lichtbrekenden inhoud gevuld. Zij secerneeren slijm, doch gaan spoedig verloren. Daardoor komt het later ook niet tot afscheiding van waterdruppels. Bladtanden komen niet voor.

Onder- en bovenzijde van de jonge bladschijf, maar vooral de bovenzijde en de rand zijn bekleed met talloze slijmafscheidende trichomen, die door HANSTEIN zijn beschreven en afgebeeld (l. c. p. 733) en die zoolang de blaadjes in den knoptoestand verkeerden, een aanzienlijke hoeveelheid slijm afscheiden.

Brengt men een afgesneden tak in de vochtige ruimte, dan ziet men de blaadjes weldra met een laag vocht bedekt. De jonge blaadjes zijn in den knop over elkander heen gerold; de tusschenruimten zijn met water gevuld. De slijmklieren (Keulenzotten von HANSTEIN), die zich derhalve later als waterklieren gedragen, kan men bij de jonge blaadjes met de loupe gemakkelijk waarnemen; op de volwassen blaadjes komen ze niet meer voor.

Forsythia viridissima.

Forsythia viridissima komt in hoofdzaak met *Syringa vulgaris* overeen. De slijmklieren hebben hier een anderen vorm, en zijn onderling ook niet aan elkander gelijk.

Meestal zijn ze opgebouwd uit een steel, die nu eens uit één, dan weer uit twee rijen van 3 cellen bestaat en uit een nagenoeg kogelvormig hoofdje van eigenlijke kliercellen.

Hun aantal is zoo mogelijk nog grooter dan bij *Syringa* en bij de waterafscheiding in de vochtige ruimte komt het niet zelden tot formeele droppelvorming.

Ik wil hier ten slotte een aantekening aan toevoegen over *Fuchsia*, de plant, die in de litteratuur over dit onderwerp, het eerst is genoemd geworden, maar die toch niet gerekend kan worden te behooren tot de planten, die het verschijnsel duidelijk vertoonen.

Fuchsia.

Er werd hierboven reeds gezegd, dat WILSON's opmerking over de waterafscheiding aan afgesneden takken van *Fuchsia* in zoover bevestiging heeft gevonden, dat ook HABERLANDT een droppelvorming aan de bladtanden had waargenomen — zij het dan ook een uiterst geringe — wanneer de tak in een zeer vochtige omgeving werd gehouden.

Wat mij betreft, ik heb evenmin als NESTLER, met zekerheid het optreden van droppeltjes aan de bladtanden kunnen onderscheiden.

Deze dragen aan den top een enkele porie, met groote opening, die in een betrekkelijk kleine, met vloeistof gevulde holte voert, waaronder het epitheel gelegen is. Van dit weefsel heeft HABERLANDT een zeer uitvoerige beschrijving en een paar afbeeldingen gegeven.

Wat verder den bouw van den knop betreft, heeft REINKE er reeds op gewezen, dat men hier aan de basis van elk blad twee kleine, priemvormige, naar beneden iets breeder wordende stipulae aantreft, die veel slijm afscheiden, waarmede de jongste deelen van den knop geheel zijn omgeven. Zij doen zich, wat de hoofdzaak betreft, weer

geheel voor als de toppen der bladtanden van *Kerria* en de cellen, waaruit ze zijn opgebouwd, onderscheiden zich wederom door hun sterk licht-brekenden inhoud. Maar verder is van de jonge knopblaadjes de onderzijde dicht bekleed met dunwandige, naar boven zich knodsvormig verbreedende trichomen, die reeds zeer vroeg worden aangelegd, wanneer de blaadjes nog uiterst klein zijn.

Verspreid, komen deze zelfde haren ook aan de bovenzijde der jonge bladen voor, vooral aan het onderste gedeelte daarvan, terwijl ze voorts in grooten getale ook gevonden worden op de jonge bloemknoppen en bloemstelen.

Overigens draagt de bovenzijde der bladen iets langere spitse haren met dikkeren wand en een geteekende cuticula.

Wanneer nu een afgesneden plant onder de vochtige glazen klok wordt gebracht, dan wordt weldra het verschijnsel waargenomen waarop GARDINER heeft gewezen, dat n.l. de jonge blaadjes aan de bovenzijde, maar vooral aan de onderzijde, zich voordoen als met talrijke fijne droppeltjes bedauwd.

Dit verschijnsel wordt te voorschijn geroepen door de levendige secretie der talrijke zoo even besproken knodsvormige haren, die ieder voor zich aan den top een waterdroppeltje dragen en die zich daarmee als waterklieren doen kennen. Die secretie kan zoo overvloedig zijn, dat weldra (den 2^{den} of 3^{den} dag) de ondervlakte van het jonge blad met een laag water bedekt is.

Hetzelfde neemt men dan waar aan de jonge bloemknoppen; deze zijn weldra omgeven door even zoo vele honderde kleine, heldere waterdroppeltjes, als er klieren aan den wand plaats hebben kunnen vinden.

Uit het bovenstaande blijkt, dat wij bij de beoordeeling van de waterafscheiding aan de oppervlakte van de plant, niet alleen rekening te houden hebben met de droppelvorming als direct gevolg van den worteldruk, maar ook met die, welke aan den top en den rand der bladen en aan de bladoppervlakte het gevolg is van de werking van klieren.

In vele gevallen zijn de klieren oorspronkelijk slijmklieren (Colleteren, Keulenzotten, Trichomzotten), die in de knoppen hars of balsem secerneeren, zooals bij *Kerria*, *Sambucus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Syringa*, *Forsythia* het geval bleek te zijn, maar bij andere planten zijn ze van den aanvang af echte waterklieren: *Philadelphus*, *Deutzia*, *Hydrangia*, *Weigelia*, e. a.

Scheikunde. — De Heer VAN DER WAALS biedt namens den Heer A. SMITS eene mededeeling aan: „*Over terugloopende smeltlijnen*”.

(Eerste mededeeling).

(Mede aangeboden door den Heer ZEEMAN).

Voor de smeltlijn onder den dampdruk vindt men bij toepassing van de methode die door VAN DER WAALS ¹⁾ is aangegeven de volgende betrekking:

$$\frac{dx_L}{dt} = - \frac{1}{T} \left(\frac{\partial x_L}{\partial p} \right)_T \frac{(x_L - x_g) \{ (V_g - V_L)(Q_m - Q_{SL}) - (V_L - V_S)Q_{LG} \}}{(V_g - V_L) \{ x_L - x_g \} V_S - (x_S - x_g) V_L + (x_S - x_L) V_g}$$

waarin Q_{SL} = mol. smeltwarmte van een verb. van de samenstelling x_S ;

Q_m = differentieele mol. mengwarmte van de gesmolten verbinding met een oplossing van de samenstelling x_L ;

Q_{LG} = mol. verdampingswarmte van een oplossing van de samenstelling x_L .

x_S , x_L en x_g geven de samenstelling van de koëxisterende vaste-, vloeistof- en dampphase aan, uitgedrukt in gr. mol. van den component B per één gr. mol. totaal, terwijl V_S , V_L en V_g de mol. volumina van deze fasen aanduiden.

Bepalen wij ons nu tot het stelsel $H_2O - Na_2SO_4$ en passen wij dan bovenstaande formule achtereenvolgens toe op de smeltlijnen van Na_2SO_4 10 aq, van rhombisch Na_2SO_4 en van monoklien Na_2SO_4 , dan komen wij tot merkwaardige resultaten.

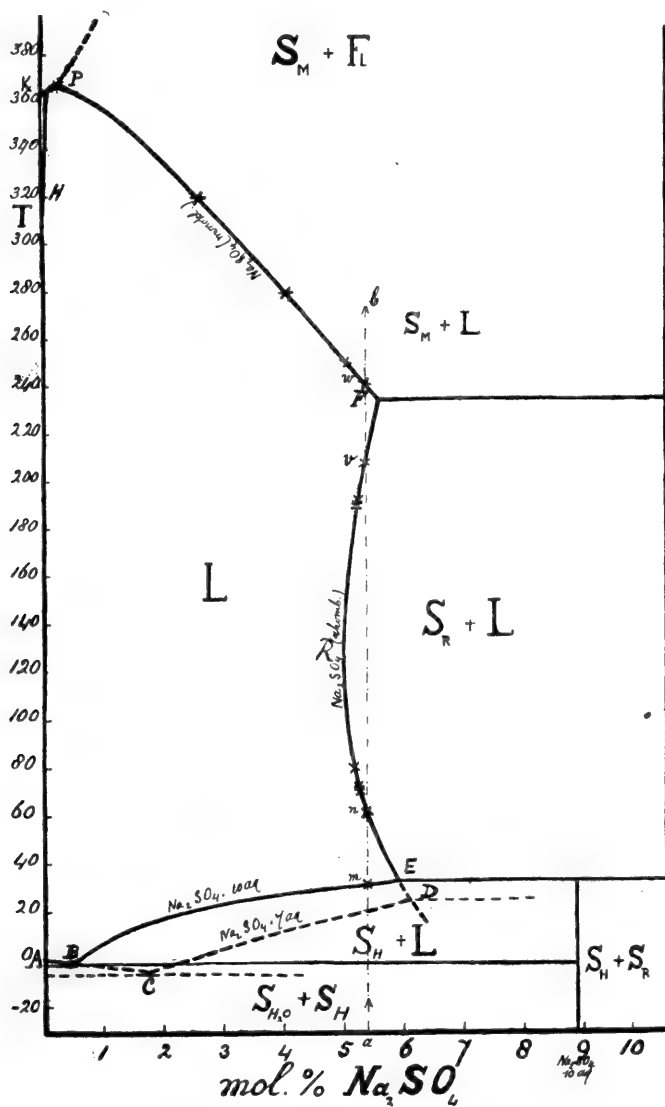
Beginnen wij met de smeltlijn van Na_2SO_4 10 aq, dan dient vooraf opgemerkt te worden, dat voor het geval geen maximum of minimum in de p - x -figuur optreedt, hetgeen hier is uitgesloten, $\left(\frac{\partial x}{\partial p} \right)_T$ steeds negatief is.

Daar nu de noemer *eenige* graden beneden het smeltpunt reeds positief is, tengevolge van de predomineerende waarde van $(x_S - x_L) V_g$, zal verder het teeken van $\frac{dx_L}{dt}$ beheerscht worden door den teller,

en zoo zien wij dus, dat uit de pos. waarden van $\frac{dx_L}{dt}$ voor de smeltlijn van Na_2SO_4 10 aq volgt, dat de teller, dus de som der warmtegrootheden daar pos. is.

¹⁾ Verslag Kon. Akad. v. Wet. 28 Febr. 1885 en Rec. Trav. chim. 5, 336 (1886).

Dit is het gewone geval en geeft geen aanleiding tot verdere opmerkingen.



Uit bovenstaande tekening, die de projectie van de driefasestroken $S_B + L + G$ op het T, X -vlak voorstelt, zien wij echter, dat de smeltlijn van het rhombische Na_2SO_4 , die in E stabiel wordt het bijzondere vertoont van aanvankelijk terug te loopen, en nu doet zich de vraag voor, hoe men dit gedrag plausibel maken kan.

Wanneer in een oplossing het verschijnsel hydratatie plaats grijpt kan de differentieele mengwarmte, die over het algemeen thermo-

dynamisch pos. is neg. worden, doordat de vorming van hydraat in den regel met warmte ontwikkeling gepaard gaat.

Nu is het uit bovenstaande betrekking duidelijk, dat de smeltlijn eerst dan een teruglopende zal kunnen worden, wanneer de teller waarin de warmte grootheden voorkomen *neg.* is geworden hetgeen het geval zal zijn, wanneer Q_m een overwegend groote *negatieve* waarde verkrijgt.

Beschouwen wij nu het overgangspunt E , dan weten wij dat de oplossing, die daar met vast $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq.}$ koëxisteert ook in evenwicht is met rhombisch, anhydrisch Na_2SO_4 . Is die oplossing nu, zooals door allerlei verschijnselen waarschijnlijk wordt gemaakt gehydrateerd, dan is het duidelijk, dat de differentieele mengwarmte van anhydrisch Na_2SO_4 veel grooter moet zijn dan die van $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ aq.}$, daar de in oplossing gaande moleculen in dit laatste geval reeds tot zekere hoogte gehydrateerd zijn. Tengevolge daarvan kan Q_m zóó sterk neg. geworden zijn, dat zij de andere positieve warmtegrootheden, waarvan Q_{SL} nu betrekking heeft op het anhydride, predomineert.

In dit licht bezien, kan men dus verwachten, dat, wanneer een hydraat bij zijn overgangspunt veel water afsplitst een teruglopende smeltlijn zal ontstaan, daar de kans dan groot is, dat de verandering in de smeltwarmte kleiner is dan die in de mengwarmte.

Uit de T, X -figuur blijkt verder, dat het terugloopen van de smeltlijn van rhombisch anhydride bij hoogere temperatuur al minder en minder wordt, zoodat $\frac{dx_L}{dt}$ bij het punt R door nul gaat, om daarna weer positieve waarden aan te nemen.

Dit eigenaardige verschijnsel kan moeilijk anders verklaard worden, dan door een teruggang van de hydratatie in oplossing bij stijgende temperatuur aan te nemen, waardoor de mengwarmte kleiner negatief wordt, zoodat de noemer van de breuk eerst *nul* en daarna weer positief wordt.

Dit gaat zoo voort tot het overgangspunt F' waar zich opnieuw een merkwaardig verschijnsel voordoet. In dit punt waar de rhombische modificatie overgaat in de monokline, hetgeen dus een transformatie is zonder waterafsplitsing, ook daar ontstaat weer een sterk teruglopende smeltlijn. Daar nu het verschil van toestand tusschen rhombisch en monoklin Na_2SO_4 in den vloeistooftoestand wegvalt, weten wij met zekerheid, dat de mengwarmte op beide smeltlijnen in het punt F' volkomen dezelfde is, waaruit volgt dat de omkeering van teeken van $\frac{dx_L}{dt}$ moet toegeschreven worden aan de omstandigheid

dat Q_{SL} nu betrekking heeft op de monokline modificatie, waarvan de smeltwarmte aanmerkelijk kleiner moet wezen dan die van den rhombischen vorm.

Gaan wij nu naar hogere temperatuur, dan treden complicaties op, daar wij dan den kritischen toestand naderen waarbij $V_G - V_L$ en Q_{LG} voortdurend kleiner worden om ten slotte in het kritisch punt nul te worden.

In dit punt is $\left(\frac{\partial x_L}{\partial p}\right)_T = -\infty$ zoodat daardoor ook $\frac{dx_L}{dt} = -\infty$ wordt.

Ten slotte zij nog dit opgemerkt, dat uit deze beschouwing zou volgen, dat zelfs nog bij het kritische verschijnsel hydratatie bestaat.

Bedenkt men nu verder, dat uit mijn onderzoek van het stelsel aether-anthrachinon volgt, dat ook daar een ten deele teruglopende smeltlijn moet bestaan, dan ligt het vermoeden voor de hand, dat het geheele verschijnsel in verband staat met de vorming van verbindingen in oplossing, doch juist het geval aether-anthrachinon maant ons tot voorzichtigheid aan, omdat van een verbinding tusschen deze twee stoffen in vasten toestand niets bekend is. Beter lijkt het mij dus aan te nemen, dat de moleculen der beide componenten elkaar in oplossing zéér sterk naderen, in het midden latende of deze toestand een verbinding kan worden genoemd of niet.

Amsterdam, Sept. 1909.

Anarg. Chem. Laboratorium
der Universiteit.

Scheikunde. — De Heer VAN DER WAALS biedt namens den Heer A. SMITS een mededeeling aan: „*De P, T, X-ruimte voorstelling van het stelsel aether-anthrachinon.*”

(Mede aangeboden door den Heer P. ZEEMAN).

Daar het type aether-anthrachinon zoo veelvuldig voorkomt en de ruimte-figuur van de tot dat stelsel behoorende stoffen sterk afwijkt van de P, T, X-voorstelling door BAKHUIS ROOZEBOOM gegeven, doordat de toestand der beide componenten bij dezelfde temperatuur zoo verschillend is, scheen het zeer wenschelijk van het stelsel aether-anthrachinon een ruimte-voorstelling te vervaardigen.

De figuren 1, 2 en 3 geven nu deze P, T, X-ruimte-voorstelling van verschillende kanten bezien weer en zullen er toe kunnen bijdragen, het inzicht in het eigenaardige van dit stelsel te vergemakkelijken.

In Fig. 1 stelt het vlak a, l, f, k, s, h, g de p, x -doorsnede voor overeenkomende met de kritische temperatuur van den component aether, die links is gedacht.

Het punt a geeft dus den kritischen druk van zuiveren aether aan,

terwijl de lijn al de anthrachinon bevattende onverzadigde vloeistoffen aanduidt, die met de dampen op de lijn ag koëxisteeren.

De driephasendruk-lijn g, l, s waarop het evenwicht tusschen damp g , verzadigde vloeistof l en vast anthrachinon s ligt vormt de boven begrenzing van het tweefasen evenwicht tusschen vast-anthrachinon en damp, waarvan de dampfasen op de damplijn h, g en de daarmede koëxisterende vaste fasen op hs liggen.

Tevens is de lijn gls de beneden begrenzing van het evenwicht tusschen vloeistof en vast anthrachinon evenals van dat tusschen vloeistof en damp, en nu geeft lf of de smelt-isotherm de vloeistof-fasen en sk de vaste fasen aan.

Zooals VAN DER WAALS aantoonde zijn de lijnen hg en lf twee takken van één en dezelfde kromme, die tusschen g en l een gedeeltelijk metastabiel, gedeeltelijk labiel tusschenstuk bezit. Wil men een naam voor de geheele kromme, dan is *oplosbaarheids-isotherm* aan te bevelen.

Gaan wij nu naar hoogere temperaturen, dat is in een richting loodrecht op de zoeven besproken p, x -doorsnede naar links, dan is de voornaamste verandering deze, dat de lijnen la en ga kontinu in elkaar overgaan en het vloeistof-dampgebied een weinig naar rechts verschuift, daar behalve de afsnoering de damp- en vloeistofpunten g en l zich naar grootere anthrachinon concentraties bewegen.

Het punt, waar de continue overgang tusschen vloeistof en damp plaats grijpt ligt op de plooiptuuskromme $apqb$, die het kritisch punt van aether met dat van anthrachinon vereenigt, en over het vloeistof-dampvlak loopende de punten van maximumdruk in de verschillende p, x -doorsneden met elkaar vereenigt.

De driephasenstrook voor $G + L + S_B$, die gevormd wordt door de opeenvolgende driephasendruklijnen gls , loopt aanvankelijk bij temperatuurstijging naar hoogerem druk om ten slotte weer te dalen en in het tripelpunt van B te eindigen.

Zooals nu vooral fig. 2 duidelijk laat zien, is het eigenaardige van het systeem *aether-anthrachinon* hierin gelegen, dat de plooiptuuskromme de driephasenstrook ontmoet in de punten p en q .

Fig. 2 toont nl. de fotografie van de ruimteteiguur, gezien in de richting van de x -as van A naar B .

De lijn hr is de dampspanningslijn van vast B ; r is het tripelpunt en rb de dampspanningslijn van vloeibaar B eindigende in het kritische punt b .

De lijnen gp en qr zijn de projecties van de onderbroken driephasenstrook op het P, T -vlak, en tusschen de punten a en p , en q

en b bevinden zich de twee takken van de plooienskromme, die tusschen p en q metastabiel is.

Bepalen wij ons eenvoudigheidshalve voorloopig alleen tot het punt p , dan valt er op te merken, dat in dit punt drie merkwaardige punten samenvallen nl. het plooi punt met het damp punt g en het vloeistofpunt l van het driephasen-evenwicht $G + L + S_B$.

In dit punt p vertoont dus een verzadigde oplossing het kritische verschijnsel, en wanneer het mengsel meer B bevat dan overeenkomt met het punt p zal bij de temperatuur van dit punt het genoemde kritische verschijnsel optreden bij aanwezigheid van vast B .

Volkomen hetzelfde geldt nu voor het tweede kritische eindpunt q .

Boven de temperatuur van het punt p kan vast B alleen coëxisteeën met een fluïde phase en het eigenaardig gebogen vlak $npedqm$ geeft de fluïde phasen aan, die bij verschillende temperaturen en drukkingen met vast B in evenwicht kunnen zijn.

Het bovenstuk $pedq$ gaat continu over in de smeltvlakken $lfep$ en $qder$ (Fig. 2) terwijl het onderstuk de dampvlakken $hgpn$ en mqr geleidelijk met elkaar verbindt. Wij zien nu nog duidelijker dan zooeven, dat p en q geheel met elkaar overeenkomen alleen met dit verschil, dat hetgeen men bij p waarneemt bij temperatuursverhoging bij q plaats vindt bij temperatuurdaling. Zoo toont Fig. 1 dan ook, dat het continue vloeistofdamp-oppervlak eindigt bij p om bij q weer aan te vangen. Verder dient er op gewezen te worden, dat de oplosbaarheidslijn van B onder den dampdruk in normale gevallen bij hoogere temperatuur naar grootere gehalten aan B loopt.

Daar nu echter bij p een verzadigde oplossing identiek wordt met den koëxisterenden damp, moet de oplosbaarheids lijn lp , Fig. 1, in p continu overgaan in de damplijn gp , en tengevolge daarvan zal de oplosbaarheidslijn zich naar links moeten ombuigen, waardoor het verschijnsel der retrograde oplosbaarheid ontstaat.

Zooals uit Fig. 1 duidelijk blijkt krijgen wij om dezelfde reden bij q het retrograde in de damplijn.

Een ander merkwaardig verschijnsel dat Fig. 1 eveneens laat zien is dat der retrograde condensatie en der retrograde stolling.

Het is duidelijk, dat wanneer wij uitgaande van het punt a langs de ruimte-figuur een vertikaal raakvlak laten rollen in de richting van de temperatuur-as, dit vlak eerst eenigen tijd het dampvlak van het continue vloeistof-damp-oppervlak raakt, doch vóór dat de temperatuur van het punt p is bereikt is er verandering gekomen. Het genoemde dampvlak is losgelaten, en de raking heeft thans plaats aan het dampvlak van vast B . De overgang heeft plaats op het moment dat beide dampvlakken in het punt g worden geraakt.

Dit bedrag bewijst nu, dat wij eerst het verschijnsel der retrograde condensatie krijgen, hetwelk bij een bepaalde temperatuur plaats maakt voor het verschijnsel van retrograde stolling.

Het hier besprokene geldt ook weer voor de omgeving van q , doch hier verloopt het verschijnsel weer in omgekeerde volgorde. Van q uitgaande krijgen wij bij temperatuurstijging eerst retrograde stolling en vervolgens retrograde condensatie.

Tusschen p en q blijft het verschijnsel der retrograde stolling bestaan, (dit werd gevonden bij aether-antrochinon, doch is theoretisch niet noodzakelijk gebleken) en dit is de reden, waarom het oppervlak voor het evenwicht tusschen vast B en fluide zoo'n eigenaardigen vorm heeft.

Nu is in fig. 1 te zien dat de oplosbaarheids-isotherm bij de temperatuur van p een eenigszins anderen vorm heeft dan die van q ; dit is geheel overeenkomstig de waarneming. Het is nl. gebleken, dat het naar rechts loopende deel van de lijn pe veel grooter is dan in de lijn qd , en tengevolge daarvan zal de smeltlijn bij een druk hooger dan die overeenkomende met den hoogsten driephasendruk een gedaante hebben als aangegeven wordt door de lijn $cdef$ hetgeen een smeltlijn met twee verticale raaklijnen is ¹⁾.

Ten slotte zij nog de aandacht gevestigd op fig. 3 die den achterkant van fig. 2 te zien geeft, of liever de ruimte figuur aan den B kant eenigszins van uit de hoogte bekeken, zoodat de smeltlijn $cdef$ duidelijk zichtbaar is.

Amsterdam, Sept. 1909.

Anorg. Chem. Laboratorium
der Universiteit.

Plantkunde. Voor de werken der Akademie wordt aangeboden eene verhandeling van den Heer S. H. KOORDERS, Correspondent der Akademie, getiteld: „*Beitrag zur Kenntniss der Flora von Java.*” N^o. VII—XII.

Voor de Boekerij wordt aangeboden 1^o door den Heer H. C. PRINSEN GEERLIGS: „*Cane Sugar and its manufacture*” benevens eene japonsche vertaling van dit werk; 2^o door den Heer BURCK, namens den Heer S. H. KOORDERS: „*Die Tropensumpflachmoor-Natur der Moore des produktiven Carbon von Herrn H. POTONÉ. Nebst der Vegetations-schilderung eines rezenten tropischen Wald-Sumpflachmoores durch Dr. S. H. KOORDERS.*” (Separatabdruck aus Jahrbuch der kön. preuss. geologischen Landesanstalt. Band XXX).

De vergadering wordt gesloten.

1) Deze kwestie zal uitvoerig worden nagegaan.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING van Zaterdag 30 October 1909.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

Secretaris: de Heer J. D. VAN DER WAALS.

INHOUD.

Ingekomen stukken, p. 302.

Verslag over een brief van den Minister van Binnenlandsche Zaken met verzoek om inlichtingen betreffende wijzigingen der Noordzeekust, p. 302.

Verslag van de Heeren H. E. DE BRUYN en G. A. F. MOLENGRAAFF over eene verhandeling van den Heer Dr. J. LORIÉ: „Het Uddeler meer en de Veluwe”, p. 303.

F. A. F. C. WENT: „De onjuistheid van de statolithentheorie van de geotropie, aangetoond door onderzoekingen van Mej. C. J. PEKELHARING”, p. 304.

P. BRANDSEN: „Over de stabiele evenwichtstoestanden van drijvende parallelpipeda”. (Aangeboden door de Heeren D. J. KORTEWEG en HENDR. DE VRIES), p. 307. (Met één plaat).

P. ZEEMAN: „De graad van volledigheid der circulaire polarisatie van magnetisch gesplitste lijnen”, p. 317. (Met één plaat).

H. DUTILH: „Over partieele racemie”. (Aangeboden door de Heeren P. VAN ROMBURGH en A. F. HOLLEMAN), p. 329.

W. BURCK: „Bijdrage tot de kennis van de waterafscheiding bij de plant. II. Waterafscheiding aan de bloem”, p. 335.

J. BOESEKEN: „Bijdrage tot de kennis van katalytische verschijnselen”. (Aangeboden door de Heeren A. F. HOLLEMAN en S. HOOGWERFF), p. 354.

J. J. SMITH: „Distylium stellare O. K. en Aporosa campanulata J. J. S.” (Aangeboden door de Heeren F. A. F. C. WENT en J. W. MOLL), p. 359.

J. TESCH: „Over Jurassische fossielen op secundaire ligplaats in Noord-Brabant en Limburg”. (Aangeboden door de Heeren G. A. F. MOLENGRAAFF en K. MARTIN), p. 361.

M. J. VAN UVEN: „Onderzoek naar de functies, die door infinitesimale iteratie kunnen opgebouwd worden”. (Aangeboden door de Heeren W. KAPTEYN en HENDR. DE VRIES), p. 366.

J. A. VOLLGRAFF: „Opmerkingen over de proeven van WILSON en MARTYN betreffende de draaiingssnelheid der elektrische ontlading in een gas, in een radiaal magnetisch veld”. (Aangeboden door de Heeren H. A. LORENTZ en H. KAMERLINGH ONNES), p. 368.

ERNST COHEN en J. OLIE JR.: „Het atoomvolume van allotrope modificaties bij zeer lage temperaturen”. (Aangeboden door de Heeren H. KAMERLINGH ONNES en H. A. LORENTZ), p. 377. (Met één plaat).

A. SMITS: „Over foto- en electrochemische evenwichten” (Aangeboden door de Heeren J. D. VAN DER WAALS en P. ZEEMAN), p. 386.

Aanbieding van eene verhandeling van den Heer Jhr. M. H. VAN BERESTEYN: „Getijconstanten voor plaatsen langs de kusten en benedenrivieren in Nederland berekend uit waterstanden van het jaar 1906”, p. 389.

Aanbieding van een boekgeschenk, p. 389.

Errata, p. 390.

Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen is een schrijven van den Heer H. C. PRINSEN GEERLIGS waarin hij mededeelt, dat hij zich definitief in Nederland metterwoon heeft gevestigd en verzoekt als correspondent der afdeling te worden gedefungeerd.

Voor kennisgeving aangenomen.

De secretaris deelt mede dat van den Heer WEBER de gegevens zijn ontvangen, ten einde het schrijven van den Secretaris der Gesellschaft für die Erforschung des Russischen Nordens betreffende de literatuur opgaaf der reizen van de Willem-Barentz en de Varna te beantwoorden.

De Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN brengt het volgende verslag uit over een schrijven van Z. Exc. den Minister van Binnenlandsche Zaken in zake een door den Minister ontvangen schrijven van den Duitschen Gezant waarbij inlichtingen werden gevraagd over een aan de Akademie opgedragen onderzoek omtrent wijzigingen van de Noordzeekust.

In onze handen werd gesteld eene missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken, d. d. 16 April 1909, ten geleide van een schrijven van den Duitschen gezant inhoudende een verzoek inlichtingen te mogen ontvangen omtrent een onderzoek dat, naar die gezant meende, door de regeering aan de Kon. Akademie zou zijn opgedragen.

Dit onderzoek zou moeten dienen ter beantwoording van de vraag: of in vroeger jaren eene daling van den bodem langs de Noordzeekust heeft plaats gegrepen, en of deze nog steeds voortduurt.

Hoewel de Akademie de opdracht om dit onderzoek in te stellen niet heeft ontvangen, en dus in den eigenlijken zin aan het verzoek van den Duitschen gezant niet kan voldoen, hebben de leden uwer Commissie gemeend, dat het wellicht voor den Duitschen gezant van belang kan zijn, hun gevoelen over de bedoelde vraag te kennen. Zij hebben daarom hunne meening in vier afzonderlijke nota's uiteengezet, welke zij aan de Akademie aanbieden, met verzoek om te beslissen of deze nota's, waarvan de verantwoordelijkheid voor elk der opstellers blijft, aan den Minister van Binnenlandsche Zaken zullen worden gezonden.

H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

G. A. F. MOLENGRAAFF.

H. E. DE BRUYN.

J. M. VAN BEMMELEN.

Aldus wordt besloten.

Daar de Heer VAN BEMMELN nog eenige later ontvangen gegevens in zijn Nota wilde doen opnemen, zullen de Nota's eerst later gedrukt worden, en als Bijlage tot dit Verslag verschijnen.

Aardkunde. — De Heer DE BRUYN brengt het volgende Rapport uit omtrent eene verhandeling van den Heer Dr. J. LORIÉ, getiteld: „*Het Uddeler Meer en de Veluwe*”.

De Heer LORIÉ geeft in zijne verhandeling, na een korte beschrijving van de Staverdensche beek, een overzicht van de gesteldheid van het Uddeler Meer en zijn naaste omgeving en bespreekt vervolgens het ontstaan van dat meer, waarbij hij tot het resultaat komt dat niet, zooals bij verschillende andere meertjes op de Veluwe, uitwaaiing de eigenlijke kom heeft doen ontstaan, maar dat het Uddeler Meer oorspronkelijk een diepere kolk in een bocht van de vroegere Staverder beek was. De schrijver beschrijft vervolgens de ontwikkeling van het hoogveen en de belemmerde afwatering ten gevolge daarvan, terwijl later de mensch ingreep en door ontwatering dezen toestand sterk wist te wijzigen. Daargelaten de vraag of de gevolgtrekkingen van den schrijver als afdoende bewezen zijn aan te merken, zijn zeker de meegedeelde waarnemingen op het terrein en de daarbij vermelde geschiedkundige bijzonderheden van belang te achten voor de kennis van dat gedeelte der Veluwe.

In een tweede hoofdstuk geeft de schrijver beschouwingen omtrent de verhoudingen tusschen de groote dalen en de ijsbedekking. In tegenstelling met den Heer VAN BAREN gelooft de schrijver niet aan een tweemalige ijsbedekking der Veluwe. Vervolgens zet hij uiteen, dat hij tegenwoordig geneigd is aan te nemen dat het Rijngrint in de Veluwe het hoofdterras representeert, en is afgezet in den 2^{den} ijstijd en dus aequivalent is met de „jongere Deckenschotter”, dat in den tweeden interglaciaaltijd hierin dalen zijn uitgeschuurd, en dat ten slotte gedurende den grooten of Riss-ijstijd in die reeds gevormde laagten keileem werd afgezet. De schrijver gelooft nog steeds, dat het jongste landijs in den Würm-ijstijd Nederland niet heeft bereikt.

De ondergeteekenden achten dit onderzoek belangrijk genoeg om het in de verhandelingen der Akademie, en wel in de reeks van mededeelingen omtrent de Geologie van Nederland, verzameld door de Commissie voor het geologisch onderzoek, op te nemen.

's-Gravenhage.

G. A. F. MOLENGRAAFF.

H. E. DE BRUYN.

Plantkunde. — De Heer WENT doet een mededeeling over: „*De onjuistheid van de statolithentheorie van de geotropie, aange- toond door onderzoekingen van Mej. C. J. PEKELHARING*”.

De statolithentheorie, zooals die door HABERLANDT en NÊMEC geformuleerd is ter verklaring van de perceptie van de zwaartekracht door planten, heeft aanleiding gegeven tot een geheele reeks van verhandelingen, waarin de schrijvers argumenten voor of tegen die theorie trachten te leveren. Het is mijn bedoeling niet, deze hier te bespreken; slechts dit kan ervan gezegd worden, dat zij geen van alle een beslissing omtrent deze vraag gebracht hebben en hoogstens aanleiding zijn geweest, dat HABERLANDT (NÊMEC heeft zich later niet meer met de zaak ingelaten) de theorie verschillende malen gewijzigd heeft, om haar in overeenstemming te brengen met nieuw ontdekte feiten.

De aanhangers van de statolithentheorie stellen zich voor, dat de perceptie van zwaartekrachtprykkels door de plantencel geschiedt ten gevolge van de drukking door zetmeelkorrels uitgeoefend op het protoplasma. Men kan daarbij geheel in het midden laten, of de eisch gesteld moet worden, dat deze zetmeelkorrels van plaats veranderen bij een verandering van stand van de cel ten opzichte van de vertikaal, wel echter mag men eischen, dat het perceptievermogen voor zwaartekrachtprykkels samengaat met de aanwezigheid van zetmeelkorrels. Het is dan ook begrijpelijk, dat zoowel HABERLANDT als NÊMEC getracht hebben, het zetmeel uit de gevoelige deelen te doen verdwijnen, de eerste met behulp van lage temperaturen, de andere door het ingipsen der objecten. Dit is hun gelukt en daarmee gepaard is het perceptievermogen voor de zwaartekracht verdwenen, terwijl dit weer terugkeerde, nadat het zetmeel geregenereerd was. Maar volkomen bewijzend waren deze proeven niet, omdat het niet zeker was, dat de bewerkingen, die het zetmeel deden verdwijnen, niet ook schadelijk inwerkten op het reactievermogen van het protoplasma.

Een uitvoerige discussie omtrent deze proeven schijnt mij tamelijk overbodig in verband met hetgeen hier volgen zal. Bij onderzoekingen toch, die Mejuffrouw C. J. PEKELHARING in mijn laboratorium uitvoerde omtrent de perceptie van zwaartekrachtprykkels trachtte zij ook op een andere wijze, dan tot nu toe gebezigd was, het zetmeel uit de geotropisch gevoelige deelen te doen verdwijnen. Zij verkreeg daarbij zeer belangrijke uitkomsten, waaromtrent ik hier een korte voorloopige mededeeling wensch te geven.

Uit een onderzoek van FLURI¹⁾ was gebleken, dat het gelukt met behulp van Aluminiumzouten zetmeel uit levende cellen te doen verdwijnen, zoowel uit bladnerven als uit wieren. Dit bracht Mejufvrouw PEKELHARING op het denkbeeld, dat het wellicht zoo ook gelukken zou, het zetmeel uit de calyptra van levende wortels te doen verdwijnen. Het bleek nu echter al dadelijk bij proeven met worteltjes van *Lepidium sativum*, dat Aluminiumzouten vergiftig zijn. De wortels reageeren er meestal op met abnormalen diktegroei en met traumatotropische krommingen, waardoor zij zich afwenden van de Al-houdende oplossing.

De onderzoekingen, die in den laatsten tijd uitgevoerd zijn over oplossingen, die zich in zoogenaamd physiologisch evenwicht bevinden, d.w.z. waar de vergiftigheid van het eene metaalion door een ion van een ander metaal wordt opgeheven of ten minste gecompenseerd, waren aanleiding dat ook hier gezocht werd naar middelen om de giftigheid van het Aluminium tegen te gaan. De bedoeling werd hier min of meer bereikt door gebruik te maken van K-ionen.

Wanneer men de wortels van *Lepidium* laat groeien in een oplossing, die 1 Gr. Kali-aluin op 4 Liter leidingwater bevat, dan blijkt, dat er een aantal wortels zijn, die daarbij zeer lang en dun worden, terwijl zij hun zetmeel behouden, andere verdikken zich min of meer abnormaal en verliezen hun zetmeel. Van deze laatste zijn er altijd enkele die de bovengenoemde traumatotropie vertoonen en die dus voor de verdere proef onbruikbaar zijn. Wanneer men deze echter wegsnijdt, houdt men er steeds een aantal over, die zetmeelvrij en recht zijn. Maakt men de oplossing iets zwakker, dan verdwijnen wel de traumatotropisch gekromde worteltjes, maar dan blijft ook het zetmeel; in sterkere oplossingen daarentegen is de kromming zoo algemeen, dat het materiaal daardoor onbruikbaar is.

De al of niet aanwezigheid van het zetmeel laat zich beoordeelen met behulp van Joodchloral; bij de doorschijnende worteltjes van *Lepidium* kan men dan met zwakke vergrooting reeds dadelijk tot de aan- of afwezigheid van zetmeel concluderen; meerdere zekerheid werd verkregen door van deze wortels overlansche doorsneden te maken. Om echter absoluut zeker te zijn, werd in enkele gevallen van een dergelijk worteltje een serie mikrotoomdoorsneden gemaakt, die ieder afzonderlijk op de aanwezigheid van zetmeel onderzocht werden en waarbij het bleek, dat de Joodchloralproef afdoende zekerheid geeft.

¹⁾ M. FLURI, Der Einfluss von Aluminiumsalzen auf das Protoplasma, Flora, Bd. 99, p. 81, 1908.

De proef werd nu zoo uitgevoerd, dat de zaden een dag in water geweekt werden en daarna op gaas gebracht werden, dat over een lampeglas gespannen was. Dit glas werd in de kali-aluinoplossing gezet en wel zoodanig, dat het niveau van de vloeistof zich op $\frac{1}{2}$ cm. afstand onder het gaas bevond. Na enkele dagen hadden de worteltjes, die door het gaas heengegroeid waren, een behoorlijke lengte bereikt. Nu werden de traumatotropisch gekromde verwijderd en het lampeglas horizontaal gelegd, om de wortels aan de prikkeling van de zwaartekracht bloot te stellen. Alle proeven werden in het donker genomen, om lichtwerkingen tegen te gaan.

Het bleek nu duidelijk dat een aantal wortels, die zich geotropisch gekromd hadden, volkomen zetmeelvrij waren. Welke beschouwingen men ook moge houden over de schadelijke werking van het Aluminium op de plant of over het feit, dat lang niet alle wortels zetmeelvrij werden, het hier met zekerheid geconstateerde feit, dat wortels wier worteltop vrij van zetmeel is geworden, zich toch geotropisch krommen, bewijst afdoende, dat de perceptie van den zwaartekracht-prikkel kan geschieden *zonder* statolithen.

Alleen zou nu wellicht nog volgehouden kunnen worden door de voorstanders van de statolithentheorie, dat de zetmeelkorrels toch in elk geval de perceptie van de zwaartekracht zouden kunnen verhaasten. Hieromtrent zou alleen een afdoend antwoord verkregen kunnen worden door den praesentatietijd voor geotropie te bepalen voor wortels met en zonder zetmeel. Dat is niet gelukt en wel om twee redenen: Ten eerste maakt de reeds genoemde schadelijkheid van de oplossing en de neiging tot traumatotropische kromming het noodig eenigszins lang te prikkelen ten einde duidelijk waarneembare krommingen te verkrijgen en ten tweede kan men deze waterkulturen niet gedurende de latente periode op den klinostaat plaatsen, iets wat bij dit object noodig is, om bij den praesentatietijd duidelijke krommingen te verkrijgen.

Utrecht, October 1909.

Mechanica. — De Heer KORTEWEG biedt eene mededeeling aan van den Heer P. BRANDSEN: „*Over de stabiele evenwichtsstanden van drijvende parallelepipeda.*”

(Mede aangeboden door den Heer HENDR. DE VRIES).

1. In het volgende zal in het kort een en ander worden medegedeeld omtrent de stabiele evenwichtsstanden van drijvende homogene parallelepipeda.

Steunende op het beginsel van LEJEUNE-DIRICHLET: „De stand, waarbij de potentieele energie minimaal is, is een stabiele evenwichtsstand”, zal men standen moeten zoeken, waarbij het gemeenschappelijk zwaartepunt van het drijvende lichaam en de vloeistof zoo laag mogelijk ligt.

Hieruit kan (zie APPELL, *Traité de mécanique rationnelle*, T. III, 1903, p. 180—218) de volgende door DUPIN aangegeven constructie worden afgeleid:

Om de evenwichtsstanden van zeker lichaam te vinden, heeft men een opp. (Z) te bepalen, dat de meetkundige plaats in het lichaam is der zwaartepunten van de door de ondergedompelde gedeelten, overeenkomstig de wet van ARCHIMEDES, verplaatste vloeistofvolumina (welke zwaartepunten voor een homogeen lichaam samenvallen met die der ondergedompelde gedeelten zelf); de normalen uit het zwaartepunt van het geheele lichaam aan dit opp. (Z) wijzen dan mogelijke evenwichtsstanden aan. Bij homogene lichamen is daarbij de éénige eisch voor stabiliteit, dat de gekozen normaal overeenkomt met een minimalen afstand van het zwaartepunt tot het opp. (Z), d.w.z. dat die afstand kleiner is dan de kleinste der beide principale kromtestralen van het opp. (Z), in het voetpunt der normaal. Bij niet homogene lichamen moet bovendien het zwaartepunt aan de holle zijde van 't opp. (Z) gelegen zijn, welke voorwaarde bij homogene van zelf vervuld is.

Vermelding verdient, dat het opp. (Z) in alle punten convex is, dat bij homogene lichamen het (Z) opp. zoowel voor het bovendrijvend als het ondergedompeld gedeelte mag bepaald worden, terwijl de volgende welbekende eigenschap nog in herinnering moet worden gebracht: Als de stand van een drijvend lichaam gegeven is, en wij bepalen het maximum en minimum van de traagheidsmomenten van de doorsnede van het vloeistofoppervlak met het lichaam, ten opzichte van lijnen door 't zwaartepunt van die doorsnede, dan bestaan de betrekkingen:

$$q_1 = \frac{T_1}{V} \quad , \quad q_2 = \frac{T_2}{V}$$

waarin ϱ_1, ϱ_2 de principale kromtestralen van het (Z)-oppervlak in het bepaalde punt, V het volume van het ondergedompelde gedeelte en T_1 en T_2 de maximum en minimum momenten zijn.

2. Wij beginnen met de oplossing eener door HUYGENS gestelde vraag (Oeuvres complètes, XI, p. 121 en 122) naar de minimaal-verhouding van de lengte van een rechten cylinder tot de grootste afmeting van zijn overal convex ondersteld grondvlak; opdat die cylinder op iedere zwaardere vloeistof stabiel zal kunnen drijven op zoodanige wijze, dat zijn beschrijvende lijnen een horizontale richting aannemen; mits slechts de stabiliteit ten opzichte van verplaatsingen, waarbij die richting bewaard wordt, verzekerd zij.

Laat in fig. 1 de kromme PLQ het overal convexe grondvlak van den rechten cylinder zijn. Voor een bepaald soortelijk gewicht ten opzichte van de vloeistof (dat wij $\varepsilon < \frac{1}{2}$ stellen) hebben wij dus vlakken aan te brengen, die zoowel grondvlak als bovenvlak snijden en zoo het opp. (Z) te bepalen.

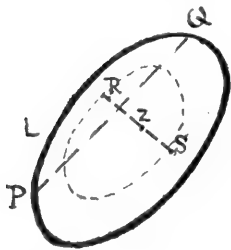


fig. 1

In dit geval, waarbij de beschrijvende lijnen evenwijdig aan het vloeistofoppervlak verondersteld worden, kunnen wij de ligging der overeenkomstige hoofdkrommingsmiddelpunten van 't opp. (Z) bepalen, zonder het opp. (Z) te kennen. Wij passen dan slechts de laatsigenoemde eigenschap van § 1 toe. Liggen de gevonden middelpunten zóó, dat 't zwaartepunt van den cylinder ligt tusschen het zwaartepunt van het ondergedompelde gedeelte en het krommingsmiddelpunt, dat uiteinde is van den kleinsten kromtestraal, dan zal een mogelijke evenwichtsstand ook een stabiele zijn.

Op het opp. (Z) liggen de punten, die verkregen worden door de zwaartepunten te bepalen van de segmenten van de loodrechte doorsnede, als elk segment gelijk is aan $\varepsilon \times$ de oppervlakte van het grondvlak, en de loodrechte doorsnede op de helft van de hoogte van den cylinder genomen is.

Laat PLQ zulk een segment zijn en R zijn zwaartepunt. De meetk. pl. dezer zwaartepunten zal een gesloten kromme zijn, convex in alle punten, omdat het (Z)-oppervlak dit is. Het zwaartepunt Z van den cylinder zal binnen deze kromme liggen. Nu zal er onder de vectoren van Z naar de punten der meetk. pl. minstens één minimaal zijn: immers van een bepaalden vector uitgaande, keeren wij, omdat de kromme gesloten is, tot dezelfde waarde terug. Laat in fig. 1 ZR deze of een der andere minimale vectoren zijn. Nu stemt met zulk een minimalen vector een normaal overeen, welke

een evenwichtsstand aanwijst, die stabiel is voor verplaatsingen, waarbij de evenwijdigheid der beschrijvende lijnen met het vloeistofoppervlak bewaard blijft, waaruit volgt, dat het uiteinde van den kromtestraal der meetk. pl. in R verder ligt op deze normaal dan Z , tenzij het als grensgeval met Z samenvalt.

Laat nu $PQ = p$ de koorde zijn, liggende in het niveau-vlak. Dit laatste is een rechthoek met zijden p en l ($=$ lengte van den cylinder). De hoofdtraagheidsmomenten van dezen rechthoek zijn:

$$\frac{1}{12} pl^3 \text{ en } \frac{1}{12} p^3 l.$$

De inhoud van het ondergedompelde gedeelte is il , als i de oppervlakte van 't afgesneden segment is. De beide hoofdkromtestralen in het punt R van 't opp. (Z) zijn dus:

$$q_1 = \frac{pl^2}{12i} \text{ en } q_2 = \frac{p^3}{12i}$$

Nu is q_2 de kromtestraal van de in de figuur geteekende meetk. pl. In de veronderstelling, dat RZ een minimale vector is, hebben wij derhalve: $q_2 > RZ$.

Is nu $q_1 > q_2$ of $l > p$, dan zijn wij van de stabiliteit verzekerd. De verhouding $\frac{5}{3}$, door HUYGENS zonder bewijs en onder voorbehoud meegedeeld is dus onnoodig groot, zij mag door de eenheid vervangen worden. Immers het ongunstigste geval is dat, waarin PQ , de bij de minimale waarde van RZ behoorende niveaudoorsnede juist samenvalt met de grootste afmeting der loodrechte doorsnede. Zoo wij dan l grooter dan die grootste afmeting nemen, zal l stellig grooter zijn dan alle overige te trekken koorden en zullen wij dus stabiliteit hebben voor alle soortelijke gewichten tusschen 0 en $\frac{1}{2}$, dus ook tusschen $\frac{1}{2}$ en 1. Wij weten derhalve, dat de gezochte verhouding niet grooter dan 1 zijn kan. Is in fig. 1 $q_2 = RS$, dan kunnen wij l nog kleiner kiezen, zonder de stabiliteit in gevaar te brengen, mits slechts 't uiteinde van q_1 ligt tusschen Z en S . Zulk een verkleining zou dan echter om verdere verkleining der gezochte minimaalverhouding toe te laten, mogelijk moeten zijn voor alle soortelijke gewichten bij alle convexe doorsneden.

Nemen wij voor het convexe grondvlak van den cylinder een cirkel. De meetk. plaatsen der zwaartepunten van de afgesneden segmenten zijn dan cirkels concentrisch met den gegeven cirkel m. a. w. om de notatie van de vorige figuur te behouden, men heeft $q_2 = RZ$.

Is nu $l = p = 2 \times$ de straal der loodrechte doorsnede, dan zal voor $\varepsilon = \frac{1}{2}$: $q_1 = q_2 = RZ$ zijn; derhalve kan $l:p$ hier niet ver-

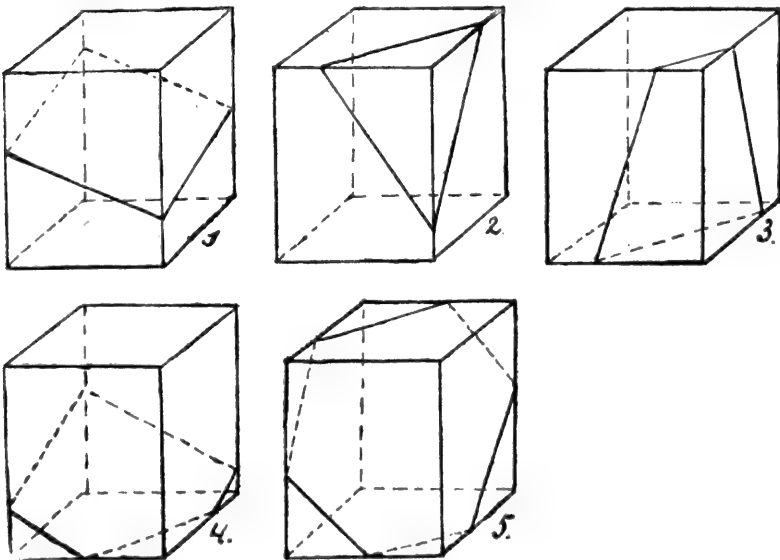
kleind worden, zonder te voeren tot $\varrho_1 < \varrho_2 = RZ$. We leeren hier derhalve den rechten cirkelelynder bij $\varepsilon = \frac{1}{2}$ als een grensgeval kennen, zoodat 't bewijs geleverd is, dat de gezochte minimaal-verhouding 1 is.

3. In het verder volgende zullen de resultaten van een onderzoek naar de stabiele standen van homogene rechthoekige parallelepieda worden meegedeeld. In hoofdzaak zullen wij ons daarbij bepalen tot het mededeelen der methode en der verkregen resultaten; voor wier afleiding wij verwijzen naar ons spoedig te verschijnen proef-schrift. Prof. KORTEWEG onderzocht de standen volledig, als 't parallelepipedum lang genoeg is om met zijn lengte-as evenwijdig aan de vloeistofoppervlakte te drijven. (Nieuw Archief voor wiskunde, Tweede Reeks, Achtste Deel, 1907, p. 1—25); Archives Néerl. (Sér. 2), T. XII, p. 362—388.

De volgende gevallen zijn denkbaar als wij gemakshalve $\varepsilon > \frac{1}{2}$ onderstellen:

- 1^e geval: Vier punten steken boven de vloeistof uit, terwijl de niveaudoorsnede een parallelogr. of rechthoek is.
- 2^e geval: Eén hoekpunt steekt boven de vloeistof uit.
- 3^e geval: Twee hoekpunten steken boven de vloeistof uit. De niveaudoorsnede is een trapezium, soms een rechthoek.
- 4^e geval: Drie hoekpunten steken boven de vloeistof uit. De niveaudoorsnede is een vijfhoek.
- 5^e geval: Vier hoekpunten steken boven de vloeistof uit. De niveaudoorsnede is een zeshoek.

Deze verschillende gevallen zijn in onderstaand schetsje afgebeeld.



Voor $\varepsilon < \frac{1}{2}$ kunnen dezelfde figuren dienen mits men het bovendrijvende en het ondergedompelde gedeelte verwisselt; waarbij echter evenwicht en stabiliteit onveranderd blijven.

4. Op het voetspoor van Prof. KORTEWEG's verhandeling zullen wij ons van een grafische voorstelling bedienen, die echter nu eene ruimtevoorstelling zal moeten worden. Stellen wij de lengten der ribben van 't parall. voor door l , a en b , waarbij $l > a > b$, dan zullen de evenwichtsstanden bepaald zijn door $\frac{a}{l} = \xi$, $\frac{b}{a} = \eta$ en ε (het soort. gew. van het lichaam ten opzichte van de vloeistof, waarop het drijft).

Kiezen wij nu een rechthoekig coördinatenstelsel, waarin ξ , η en ε tot coördinaten gekozen zijn, dan zal elk punt in dit stelsel een parallelopipedum van bepaalden vorm en tevens de waarde van ε aangeven. Daar nu ξ , η en ε alleen tusschen 0 en 1 gelegen zijn, zullen we dus de volledige oplossing in den kubus kunnen afbeelden. Deze kubus zal in hokjes verdeeld worden en met elk dier hokjes komen één of meer nader aan te wijzen evenwichtsstanden overeen. Eene volledige indeeling van dien kubus is ons evenwel niet gelukt wegens de groote analytische moeilijkheden, die zich voordoen. Wat wij vonden wordt in het volgende samengevat.

5. *Eerste geval.*

Het (Z)-opp. is een elliptische parabolöide, in welks as het zwaartepunt van het parallelopipedum gelegen is; de normalen, die de evenwichtsstanden bepalen, liggen dus uitsluitend in de hoofdvlakken der parabolöide, die evenwijdig zijn aan de vlakken van 't parallelopipedum. Altijd staat derhalve één paar zijvlakken loodrecht op den vloeistofspiegel en het blijkt bij nader onderzoek, dat van de geheel ondergedompelde ribben de grootsten evenwijdig aan den vloeistofspiegel zullen moeten loopen. De volledige oplossing is in de uitlaande plaat afgebeeld in fig. A. In de verschillende hokjes van den kubus zijn de standen aangewezen door $(1l)$, $(2l)$, $(1a)$, $(2a)$, $(1b)$ en $(2b)$, naargelang de door het vloeistofoppervlak gesneden ribben met l , a of b overeenkomen en naar gelang zij loodrecht: $(1l)$, $(1a)$, $(1b)$, dan wel scheef: $(2l)$, $(2a)$, $(2b)$ ten opzichte van het vloeistofoppervlak staan.

Hieronder volgen de vergelijkingen der gebogen oppervlakken, die de verschillende gebieden scheiden:

$$\begin{array}{ll} \text{Opp. } OCDA \text{ en } O_1C_1D_1A_1 & : 6\varepsilon(1-\varepsilon) = \xi^2\eta^2 \\ \text{,, } OCEA & : 6(1-\varepsilon) - 8(1-\varepsilon)^2 = \xi^2\eta^2 \\ \text{,, } O_1C_1E_1A_1 & : 6\varepsilon - 8\varepsilon^2 = \xi^2\eta^2 \end{array}$$

Cylinderopp. OG, OD en O_1G_1, O_1D_1	:	$6\epsilon(1-\epsilon) = \eta^2$
„ OH, AE	:	$6(1-\epsilon) - 8(1-\epsilon)^2 = \eta^2$
„ O_1H_1, A_1E_1	:	$6\epsilon - 8\epsilon^2 = \eta^2$
„ GUG_1, DRD_1	:	$6\epsilon(1-\epsilon)\eta^2 = 1$
„ HLS, ENT	:	$\{6(1-\epsilon) - 8(1-\epsilon)^2\}\eta^2 = 1$
„ H_1L_1S, E_1N_1T	:	$(6\epsilon - 8\epsilon^2)\eta^2 = 1.$

6. *Methode voor de overige gevallen.*

Wij plaatsen het parallelopipedum zoo, dat 3 ribben met de coördinatenassen samenvallen. De ribben noemen we $2l, 2a$ en $2b$ en de stukken, die 't niveauvlak, of 't verlengde er van, afsnijdt van de x, y en z -as resp. u, v en w , welke stukken dus steeds pos. zijn te nemen. Eindelijk noemen wij de coördinaten van 't partiëele zwaartepunt (d. i. van ondergedompeld of bovendrijvend gedeelte) x, y, z , welke grootheden dus bekende, voor de verschillende gevallen verschillende, functies van u, v en w zijn.

Daar het soort. gew. ϵ gegeven wordt verondersteld, is de inhoud van het ondergedompelde of bovendrijvende gedeelte bekend, zoodat tusschen u, v en w een betrekking bestaat:

$$F(u, v, w) = 0; \dots \dots \dots (1)$$

welke wederom voor de verschillende gevallen verschillend uitvalt.

Nu is x, y, z een punt van 't opp. (Z). De vergelijking van opp. (Z) wordt derhalve bepaald door eliminatie van u, v en w tusschen (1) en de 3 vergel., die x, y en z in u, v en w uitdrukken. Verder is het een eigenschap van 't (Z) opp., dat de normaal in een punt x, y, z loodrecht staat op 't corresponderend niveauvlak.

De vergelijkingen van zulk een normaal zijn derhalve:

$$u(X-x) = v(Y-y) = w(Z-z);$$

deze normaal moet door 't zwaartepunt van 't parall. gaan, zoodat de evenwichtsvoorwaarde wordt:

$$u(a-x) = v(b-y) = w(l-z) = \sigma, \dots \dots \dots (2)$$

waarin σ na berekening van den evenwichtsstand bekend wordt.

Ter beoordeeling van de stabiliteit is de kennis der ligging der hoofdkrommingsmiddelpunten noodzakelijk. Op elke normaal liggen twee dier punten. Samen vormen ze een tweebladig oppervlak, dat wij verder opp. (M) zullen noemen. Laten ξ, η en ζ de coördinaten van het met een willekeurig punt x, y, z van (Z) overeenstemmende punt van (M) zijn, dan is:

$$u(\xi - x) = v(\eta - y) = w(\zeta - z) = S, \dots \dots \dots (3)$$

waarin S ter vergemakkelijking wordt ingevoerd. Daar nu ook de

normaal in een der punten $x + dx, y + dy, z + dz$ van 't opp. (Z) door het punt ξ, η, ζ moet gaan, dewijl namelijk in dit punt twee naburige normalen elkander snijden, geeft dit na invoering in (3):

$$\begin{aligned} \left(\xi - x - u \frac{\partial x}{\partial u} \right) du & \quad - u \frac{\partial x}{\partial v} dv & \quad - u \frac{\partial x}{\partial w} dw - dS = 0, \\ - v \frac{\partial y}{\partial u} du + (\eta - y - v) \frac{\partial y}{\partial v} dv & \quad - v \frac{\partial y}{\partial w} dw - dS = 0, \\ - w \frac{\partial z}{\partial u} du & \quad - w \frac{\partial z}{\partial v} dv + \left(\zeta - z - w \frac{\partial z}{\partial w} \right) dw - dS = 0. \end{aligned}$$

Nu lag het punt $x + dx, y + dy, z + dz$ op het opp. (Z); derhalve:

$$\frac{\partial F}{\partial u} du + \frac{\partial F}{\partial v} dv + \frac{\partial F}{\partial w} dw = 0.$$

Elimineeren wij uit de laatste vier vergelijkingen du, dv, dw en dS , nadat wij eerst nog ingevoerd hebben $\xi - x = \frac{S}{u}, \eta - y = \frac{S}{v}$ en $\zeta - z = \frac{S}{w}$, dan vinden we:

$$\begin{vmatrix} S - u^2 \frac{\partial x}{\partial u} & - u^2 \frac{\partial x}{\partial v} & - u^2 \frac{\partial x}{\partial w} & u \\ - v^2 \frac{\partial y}{\partial u} & S - v^2 \frac{\partial y}{\partial v} & - v^2 \frac{\partial y}{\partial w} & v \\ - w^2 \frac{\partial z}{\partial u} & - w^2 \frac{\partial z}{\partial v} & S - w^2 \frac{\partial z}{\partial w} & w \\ \frac{\partial F}{\partial u} & \frac{\partial F}{\partial v} & \frac{\partial F}{\partial w} & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

Deze determinant blijkt van den volgenden vorm te zijn

$$S^2 - \psi S + \chi = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Uit de eigenschappen van het (Z) en (M) opp. weten we, dat (4) stellig twee pos. wortels zal hebben, overeenkomende met de beide punten van opp. (M). Nu is de stabiliteitsvoorwaarde, dat 't zwaartepunt van 't parallelopipedum ligt tusschen x, y, z van 't opp. (Z) en het dichtstbijgelegen punt ξ, η, ζ op de normaal in x, y, z . Uit (2) en (3) volgt dan, dat σ kleiner moet zijn dan elk der wortels van (4), wat neerkomt op:

$$\sigma < \frac{1}{2} \psi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

$$\sigma^2 - \psi \sigma + \chi > 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

De berekeningen der evenwichtsstanden worden spoedig onuitvoerbaar, maar de gedaante van het (M) opp. laat nog vaak toe veel

van de evenwichtsstanden te zeggen. Dit opp. (M) toch is de meetk.pl. der punten, waar 2 naburige normalen van 't opp. (Z) samenvallen. Bij het passeeren van 't opp. (M) zullen wij dus 2 bestaانبare normalen meer of minder moeten krijgen, terwijl daarentegen het aantal normalen, dat wij uit 2 punten aan het opp. (Z) kunnen construeeren, hetzelfde is, als wij van 't eene punt uitgaande het andere kunnen bereiken, zonder 't opp. (M) te passeeren; waarbij tevens hunne eigenschappen van al of niet minimale afstanden te zijn bewaard blijven, daar ook deze alleen na samenvalling van twee normalen veranderen. Er moet dus getracht worden het aantal en de gedaante der hokjes, waarin 't opp. (M) de ruimte verdeelt, te bepalen. De ligging der hokjes zal ons doen kennen, hoe het punt, van waaruit de normalen zijn geconstrueerd, ligt ten opzichte van de beide punten, waarin een normaal de beide bladen van 't opp. (M) raakt, welke ligging weer voor alle punten in éézelfde hokje hetzelfde is.

Om daarna tot eene grafische oplossing te komen, moeten de gevonden resultaten worden toegepast in den kubus, waarover in § 4 is gesproken. Elk hokje in dien kubus wijst dan op een bepaald aantal evenwichtsstanden, waaronder weer een bepaald aantal stabiele standen voorkomt. Hierna moet nog steeds onderzocht worden of de normaal, die een stabielen stand aangeeft, een bruikbaar niveauvlak aanwijst d. w. z. een ondergedompeld gedeelte van den vorm, waarvoor het (Z) opp. bepaald is.

Langs dezen of soortgelijken weg zijn nu de navolgende resultaten verkregen:

7. *Tweede geval.*

Dit is niet te verwezenlijken: geen parallelopipedum kan met slechts één enkel punt boven of onder 't vloeistofoppervlak op stabiele wijze drijven; toch is dit laatste geval, waarbij $\epsilon < \frac{1}{2}$, aan een nader onderzoek onderworpen in de onderstelling, dat de wanden van het parall., die in het ondergedompelde punt samenkomen, onbepaald verlengd zijn zonder massa te bezitten. De bestudeering van het krommingsmiddelpuntenoppervlak van het oppervlak $xyz = \text{Constante}$ voert dan tot een groot aantal mogelijke wijzen van drijven, waartrent echter naar het proefschrift wordt verwezen.

8. *Derde geval.*

Voor zoover de bovendrijvende ribbe evenwijdig aan 't vloeistof-niveau is, is dit geval opgelost in Fig. *B* der uitslaande plaat.

Wij resumeeren de vergelijkingen van de in den kubus voorkomende oppervlakken, voor zoover $\varepsilon > \frac{1}{2}$.

$$\begin{aligned} \text{Cylinderopp. } AE & : \eta^2 = 6(1-\varepsilon) - 8(1-\varepsilon)^2 \\ \text{,, } AF & : (1+\eta)^{\frac{2}{3}} - (1-\eta)^{\frac{2}{3}} - \frac{4}{3} \{6\eta(1-\varepsilon)\}^{\frac{1}{3}} = 0 \\ \text{,, } EQNT & : \eta^2 \{6(1-\varepsilon) - 8(1-\varepsilon)^2\} = 1 \\ \text{Opp. } OAEC & : \xi^2 \eta^2 = 6(1-\varepsilon) - 8(1-\varepsilon)^2 \\ \text{,, } OAF C & : \xi^2 = \frac{3\lambda - \lambda^2}{2}, \eta^2 = \frac{2}{3v - v^2}, \lambda v = 8(1-\varepsilon) \\ \text{,, } MEC & : \xi = 4\eta(1-\varepsilon) \\ \text{,, } MER & : 1 = 4\xi^2 \eta(1-\varepsilon) \\ \text{,, } EQNTRE & : \xi^2 = \frac{2}{3\lambda - \lambda^2}, \eta^2 = \frac{3\lambda - \lambda^2}{3v - v^2}, \lambda v = 8(1-\varepsilon); \end{aligned}$$

alwaar λ en v parameters zijn.

De stand, waarbij de langste ribbe evenwijdig is aan den vloeistofspiegel, komt voor in (voor zoover $\varepsilon > \frac{1}{2}$):

1^e. het cylinderv. gebied, waarvan *ENT* grondvlak is, waarvan evenwel het gebied *EQNTRE* moet uitgezonderd worden.

2^e. het cylinderv. gebied met *AEQ* als grondvlak, waarvan uitgezonderd moet worden het gedeelte, door het opp. *MER* hiervan afgesneden.

In den kubus is deze stand door (3l) aangewezen. De stand, waarbij de ribbe, die de middelste in grootte is, evenwijdig aan den vloeistofspiegel is, komt voor in 't gebied tusschen de oppervlakken *OAECO* en *OAFCO*, waarvan wij moeten afzonderen het gedeelte, hiervan door opp. *MEW* behoorende tot *MEC* afgesneden.

In den kubus is deze stand door (3a) aangewezen.

Een stabiel drijven met een kortste ribbe boven de vloeistof bleek onmogelijk.

In het verder volgende is een parallelopipedum met *vierkante doorsnede* verondersteld, zoodat, als de ribbe der vierkante doorsnede voorgesteld wordt door $2a$ en de ongelijke ribbe door $2l$, de standen door $\frac{a}{l} = \xi$ en ε volkomen bepaald zijn. Het derde geval, voor zoover geen der ribben $2l$ door het niveaувlak gesneden wordt en de vierkante doorsnede niet loodrecht op 't niveaувlak staat, blijkt dan voor $a > l$ niet voor te kunnen komen. Voor $a < l$ is het echter te verwezenlijken, voor waarden van ξ en ε (voor zoover $\varepsilon > \frac{1}{2}$), bepaald door de vergelijkingen:

$$\xi \zeta = \frac{2\xi^2}{3 + \mu^2} + \frac{1 + \mu^2}{3 + \mu^2} \text{ en } 24\xi^2 \zeta^2 (1 - \varepsilon) = (3 + \mu^2),$$

waarin ζ en μ de coördinaten mogen zijn van een punt binnen het gebied ABC uit fig. 2. In deze figuur is de vergel. van AB :

$$1 + \mu^2 = 2\zeta^2 \text{ en van } BC: \frac{2\zeta^2}{3 + \mu^2} + \frac{1 + \mu^2}{3 + \mu^2} = \frac{1}{2}(1 + \mu).$$

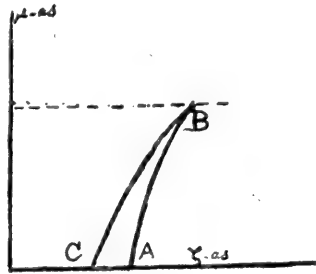


Fig. 2.

9. *Het vierde geval* werd alleen voor parallelpipeda met vierkante doorsnede behandeld, waarbij drie hoekpunten der vijfhoekige niveaudoorsnede op de ongelijke ribben $2l$ ondersteld werden. Alleen zulke standen waarbij de niveaudoorsnede loodrecht staat op een der beide diagonaalvlakken, gaande door de ongelijke ribben, bleken dan mogelijk. Zulke standen zijn aanwezig, voorzover $\varepsilon > \frac{1}{2}$, bij waarden van ξ en ε , bepaald door

$$\frac{1}{\xi} = \frac{w^4 - 2s^4}{2(w^3 - 2s^3)} + \frac{1}{w-s} - \frac{w^4 - 4ws^3 + 2s^4}{2(w-s)^2(w^3 - 2s^3)}$$

$$\frac{w^3 - 2s^3}{(w-s)^2} = \frac{6(1-\varepsilon)}{\xi}$$

waarbij w en s de coördinaten zijn van een punt, gelegen binnen het gebied OQP in fig. 3.

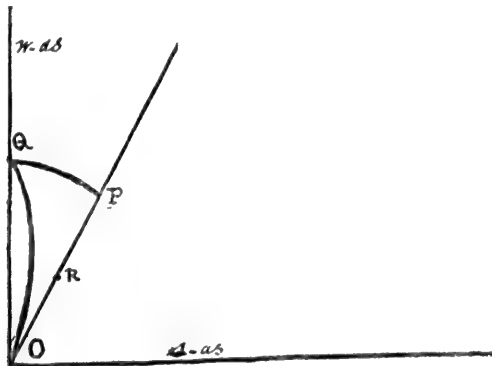


Fig. 3.

P. BRANDSEN. „Over de stabiele evenwichtsstanden van drijvende
homogene parallelepæda.”

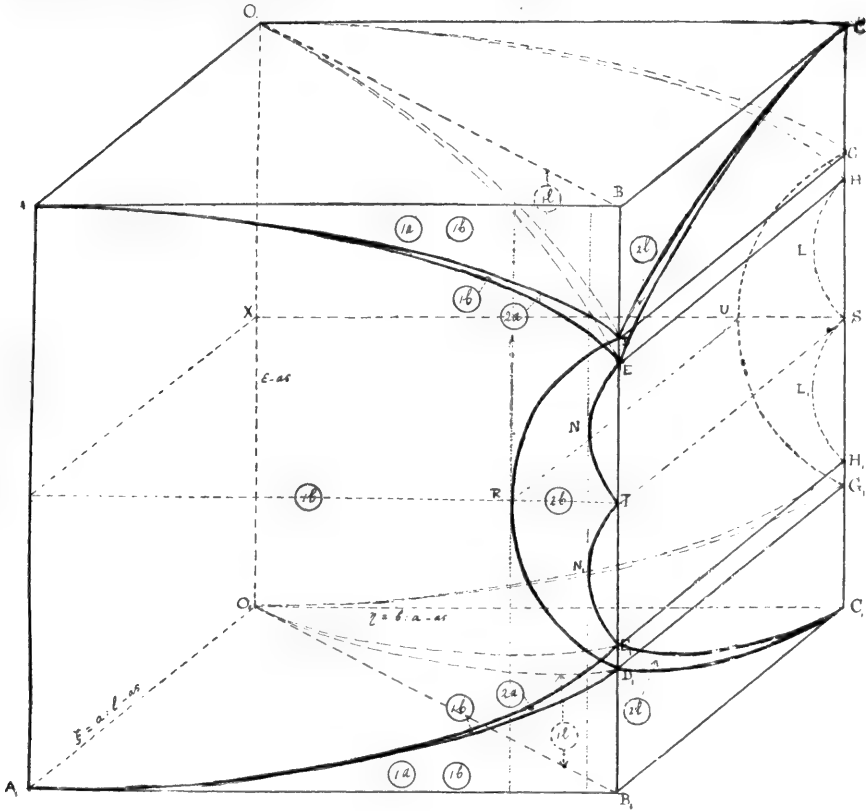


Fig. A.

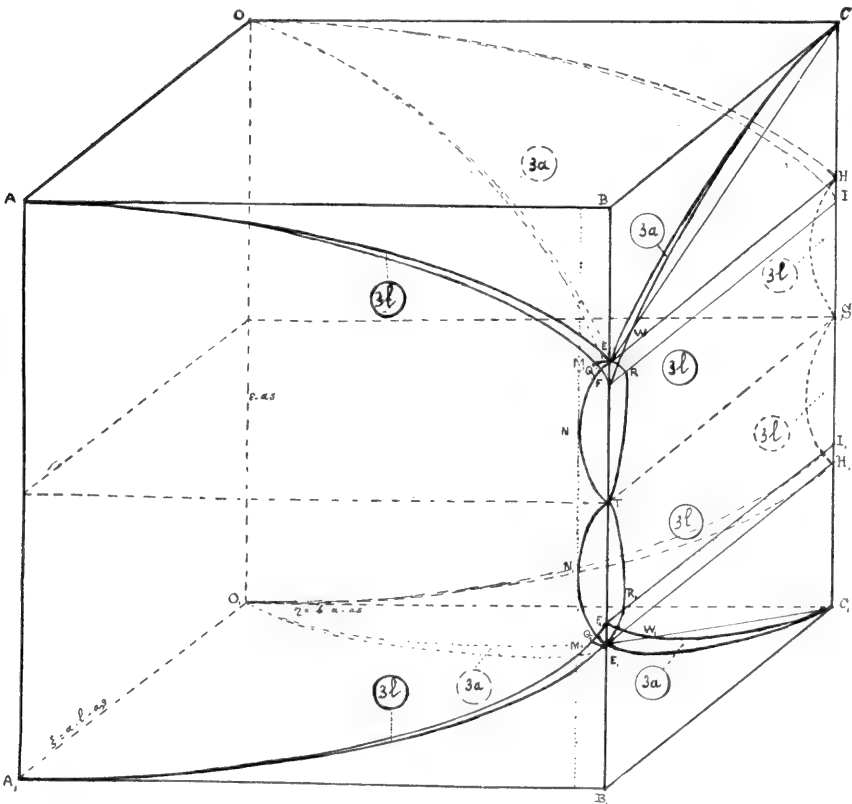


Fig. B.



De vergelijkingen der krommen uit fig. 3 zijn :

$$\text{Van } PQ : (w-s)^2 (w^4 - 4ws^3 + 2s^4) = w^4 - 2w^3s + 2s^4,$$

$$\text{Van } OP : w = 2s$$

$$\text{Van } OQ : 3(w-s)(w^2 - 2s^2)(w^3 - 2s^3) =$$

$$(w^6 - 6w^4s^2 + 8w^3s^3 - 6w^2s^4 + 4s^6)(w-s)^2 + (2w^6 - 6w^4s^2 - 2w^3s^3 + 12ws^5 - 4s^6).$$

10. *Het vijfde geval* eindelijk bleek voor behandeling weinig geschikt. Alleen voor den drijvenden *kubus* kon het eenigszins nader worden uitgewerkt.

11. Wij besluiten met een resumé der gevallen mogelijk bij een drijvenden kubus, voor zoover $\epsilon > \frac{1}{2}$.

$1 > \epsilon > 0.788 \dots$	$\epsilon > 0.788 \dots$	eerste geval in loodrechten stand.
$0.738 \dots > \epsilon > 0.75$	$\epsilon > 0.75$	„ „ „ „ scheeven „ „
$0.833 \dots > \epsilon > 0.77 \dots$	$\epsilon > 0.77 \dots$	vierde geval, niveauvlak een vijfhoek.
$0.833 \dots > \epsilon > 0.5$	$\epsilon > 0.5$	vijfde „ „ „ „ zeshoek, waarbij een lichaamsdiagonaal loodrecht op 't vloeistofniveau staat.

Bovendien zijn nog standen mogelijk behoorende bij het vijfde geval, waarbij de lichaamsdiagonaal niet loodrecht op het vloeistofniveau staat. Aan de behandeling daarvan zijn echter groote moeilijkheden verbonden.

Natuurkunde. — De Heer P. ZEEMAN biedt eene mededeeling aan over: „*De graad van volledigheid der circulaire polarisatie van magnetisch gesplitste lijnen.*”

1. Indien een lichtend gas tusschen de polen van een electromagneet is gebracht, dan neemt men bij waarneming langs de krachtlijnen in het spectrum in het eenvoudigste geval twee lijnen waar. Deze lijnen liggen ter weerszijden van de plaats der oorspronkelijke lijn. In overeenstemming met LORENTZ's elementaire theorie zijn volgens mijne tot dusver beschreven waarnemingen de lijnen van dit doublet volkomen circulair gepolariseerd en wel de eene component rechts, de andere links. De zin van de polarisatie keert om, indien de richting van het veld wordt omgekeerd.

Aan het doublet dat in de richting van de krachtlijnen wordt waargenomen, beantwoordt in een richting loodrecht op de krachtlijnen een triplet, waarvan de componenten voor zoover wij weten lineair gepolariseerd zijn.

LORENTZ heeft er reeds in 1898¹⁾ op gewezen dat uit algemeene beginselen, onafhankelijk van eene speciale theorie, zekere besluiten omtrent den polarisatie toestand der componenten van magnetisch gesplitste lijnen kunnen worden getrokken.

Een dezer uitkomsten is, dat het licht hetwelk langs de krachtlijnen wordt uitgestraald nimmer een spoor van lineaire polarisatie kan vertoonen; het moet of natuurlijk licht zijn, of circulair gepolariseerd licht, gedeeltelijk of volledig.

LARMOR²⁾ heeft in 1900 uitgesproken dat volkomen circulaire polarisatie der doubletlijnen zou bewijzen dat de corresponderende permanente typen van trilling in de moleculen nauwkeurig cirkelvormig zijn.

Ter verklaring van de gecompliceerde magnetische splitsingen heeft VOIGT³⁾ de algemeene theorie van trillende elektrische stelsels van LORENTZ gespecialiseerd door het bestaan aan te nemen van bijzondere magnetische koppelingen en de onderstelling in te voeren dat de lichtende deeltjes door het magnetische veld gericht worden. Eene bepaalde richting, eene „as” in ieder deeltje wordt dan door het magnetische veld evenwijdig aan de krachtlijnen gedraaid.

Het zou nu mogelijk zijn dat, zooals door LORENTZ⁴⁾ is opgemerkt, om deze as eene draaiing der deeltjes plaats heeft, uitgesloten is deze althans volstrekt niet. Terwijl op de frequentie deze beweging niet van invloed is, worden de banen van de electronen wel gedraaid, en hetzelfde kan van de banen der „equivalente” electronen worden gezegd, welke kort geleden door LORENTZ ter vereenvoudiging in de theorie van stelsels, die een aantal electronen bevatten, zijn ingevoerd.

Uit de lineaire polarisatie van het licht loodrecht op de krachtlijnen uitgestraald, kan men afleiden, dat de banen der electronen rechte lijnen evenwijdig aan de krachtlijnen, of ellipsen die daarop loodrecht staan, zijn. Uit de volledigheid van de circulaire polarisatie in de richting der magnetische kracht zou men moeten besluiten dat de ellipsen cirkels zijn. Een onvolledige circulaire polarisatie zou daarentegen het bestaan van ellipsen, die op alle mogelijke wijze in een vlak loodrecht op de richting van het veld georiënteerd zijn, bewijzen.

In het algemeen zal men dus kunnen verwachten, dat de compo-

1) LORENTZ. Verslagen dezer Akademie 25 Juni 1898. p. 113. The Theory of Electrons. Teubner. Leipzig. p. 149. 1909.

2) LARMOR. Aether and Matter. p. 345.

3) VOIGT. Magneto. und Elektro optik, Teubner, Leipzig. p. 98 en vgl. 1908.

4) LORENTZ. Theorie der magneto-optischen Phänomene. Encyclopadie der mathematischen Wissenschaften. V. 3. Heft 2. p. 217. 1909.

nenten van eene magnetisch gesplitste lijn in de richting der krachtlijnen partieel gepolariseerd licht uitzenden. Zonder hypothese of zonder nadere metingen zal men deze meer algemeene opvatting zelfs de meest waarschijnlijke moeten achten. Een quantitatief onderzoek over het breukdeel van het totale licht door de componenten uitgestraald, dat volkomen circulair gepolariseerd is, werd tot nu toe niet verricht.

2. Mijne waarnemingen met het tralie van ROWLAND zouden verenigbaar zijn met de opvatting dat de straling der componenten van het doublet een vrij groot gedeelte natuurlijk licht bevat.

Immers de intensiteit van tralie-spectra is, vergeleken met die van het oorspronkelijke, invallende licht slechts gering. Gemakkelijk zou dus de intensiteit van het natuurlijke licht in de totale straling van het doublet beneden de grenswaarde kunnen blijven, die noodig is voor de waarneming, terwijl ze toch nog een niet onbeteekenend breukdeel van de intensiteit der spectraallijn zou kunnen zijn.

Om tot eene experimenteele beslissing tusschen de beide mogelijkheden te geraken, heb ik eenige proeven verricht over de volledigheid der circulaire polarisatie.

De meest lichtsterke spectroscop van groot oplossend vermogen is ongetwijfeld MICHELSON's echelon spectroscop. Deze was dus het aangewezen instrument om voor mijne voorgenomen proeven te gebruiken.

Een tweede voorwaarde waaraan voor het onderzoek van het probleem, dat ons bezighoudt, moet zijn voldaan, is, dat de gebezigde lichtbron zoo intensief mogelijk zij.

Ik bepaalde mij voorloopig tot lijnen uit het natrium, kwikzilver en thallium-spectrum, die met bijzondere intensiteit kunnen worden voortgebracht. Buitendien geeft dit kleine aantal elementen meerdere verschillende typen van magnetische splitsing.

De methoden gebezigd voor het onderzoek van het circulair gepolariseerde licht zijn besproken in §3—5. Bijzonderheden over de gebezigde lichtbronnen zijn te vinden in §6. De eigenlijke waarnemingen en de conclusies die men daaraan mag vastknoopen vormen het slot van deze mededeeling §7—13.

3. *Onderzoek van de circulaire analysatoren.*

Voor het onderzoek van het circulair gepolariseerde licht der componenten doet men het eenvoudigst gebruik te maken van kwartgolfengete plaatjes of van het parallelopipedum van FRESNEL.

Het laatste hulpmiddel heeft het voordeel dat het voor een betrekkelijk groot deel van het spectrum gelijktijdig kan dienen.

De kwartgolfengte-plaatjes daarentegen moeten voor iedere afzonderlijke spectraalkleur worden uitgezocht. Door afsplijting van glimmerblaadjes kan men de voor de proef, die men op het oog heeft, gewenschte dikte gemakkelijk bereiken.

De interferentiekleur, welke wordt waargenomen wanneer het glimmerblad tusschen gekruiste Nicols in evenwijdig wit licht wordt gebracht, geeft de maat aan voor de grootte der dubbele breking die het teweegbrengt.

De schatting van deze kleur is echter altijd eenigszins moeilijk en indien grootere nauwkeurigheid noodig is, komt men veel verder door met een spectroscop het uit den tweeden Nicol tredende licht te ontleden. Het nauwkeurigt zal wel de uitkomst worden, indien men een dikkere plaat uit een dubbelbrekend kristal evenwijdig aan de as geslepen met het glimmerblaadje combineert. De eenvoudige theorie der donkere strepen, die men nu in het spectrum waarneemt, behoeft hier wel niet in herinnering te worden gebracht. Sedert FIZEAU en FOUCAULT hebben tal van natuurkundigen deze strepen tot het meten van phaseverschillen gebezigd ¹⁾.

Met een kwartsplaatje, evenwijdig aan de as geslepen en van omstreeks 2 m.m. dikte, neemt men tusschen de roode en de violette waterstoflijn omstreeks 18 strepen waar.

Het duidelijkst zijn die strepen, indien de hoofdrichtingen van de kwartsplaat hoeken van 45° met de trillingsvlakken der Nicols maken.

Plaatst men het micablaadje dat men onderzoeken wil zoo achter de kwartsplaat dat in beide de hoofdrichtingen samenvallen, dan neemt men een verschuiving der strepen in zekere richting bijv. naar den kant van het rood waar.

Eene draaiing van het micablaadje over een hoek van 90° geeft dan een verschuiving der strepen naar het violet.

De grootte van de totale verschuiving die de strepen ondergaan wanneer men het micablaadje uit den eenen der bovengenoemde standen naar den anderen brengt, kan gemakkelijk worden gemeten. Het quotient van de helft der aldus bepaalde verplaatsing en van den afstand van 2 opeenvolgende strepen, geeft voor het beschouwde spectraalgebied het phaseverschil, dat het micablad teweegbrengt.

KÖNIG ²⁾ en CORNU ³⁾ hebben voor de vermeerdering van de duide-

¹⁾ Zie o. a. CORNU. in de in §3 geciteerde mededeeling.

²⁾ W. KÖNIG, Wied. Ann. **63** S. 268. 1897.

³⁾ A. CORNU. C. R. **125** p. 555. Octobre 1897, Eclairage Electrique **13** p. 246. 1897.

lijkheid van de longitudinale magnetische splitsing, dubbele kwartgolfplaatjes voorgeslagen met horizontale scheidelingslijn.

Ik bezig bij mijne proeven dergelijke plaatjes welke in drie velden zijn gedeeld volgens de wijze in de figuur 1 aangegeven. De pijlen

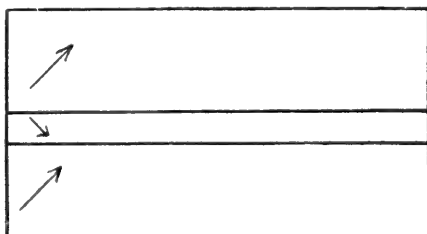


Fig. 1.

geven de hoofdrichtingen in de verschillende velden aan.

Deze drievoudige plaatjes kan men haast even gemakkelijk zelf maken als de dubbele, terwijl bij metingen door de symmetrie in het gezichtsveld de nauwkeurigheid iets grooter wordt.

Met deze dubbele of drievoudige plaatjes krijgt men dus direkt de genoemde totale verschuiving der strepen, indien ze met een kwartspaat op de bovengenoemde wijze tusschen Nicols worden gebracht. Van de horizontale scheidelingslijnen werd met een *achromatische* lens een beeld op de spleet van den spektroskoop ontworpen.

Op de plaat is in fig. 1 eene opname met een drievoudig glimmerplaatje gegeven. Het glimmerplaatje is kwartgolf lengte indien de afstand tusschen 2 strepen in de buitenste velden door een streep in het middelste veld juist gehalveerd wordt.

Een vergelijkingsspectrum loopt van omstreeks $\lambda = 6561$ (H) tot $\lambda = 4078$ (Hg). Men ziet hoe sterk de phase bij het glimmerblaadje verloopt.

4. FRESNEL'S parallelipedum geeft, zooals wel bekend is, circulair gepolariseerd licht na twee totale terugkaatsingen.

Met vrij groote benadering is het licht circulair gepolariseerd voor het geheele gebied van het zichtbare spectrum. Ik heb onderzocht in hoever dit met het parallelipedum het geval is dat ik bij mijn verder onderzoek wilde bezigen.

Voor het hoofddoel daarvan is een nadering tot de ideale conditie van overwegende betekenis. Daarom en omdat ik nimmer een onderzoek van FRESNEL'S schoone uitvinding volgens de methode der interferentiebanden heb gezien, veroorloof ik mij de uitkomsten iets uitvoeriger te geven dan anders het geval zou zijn geweest.

Ten einde ook met FRESNEL's parallelopipedum twee velden te krijgen waarin de banden in tegengestelden zin zijn verplaatst moet men het parallelopipedum combineeren met een dubbelplaat. Als dubbelplaat¹⁾ gebruikte ik een kwartsplaatje van 1.7 m.m. dikte evenwijdig aan de optische as uit het kristal geslepen. Volgens eene lijn die een hoek van 45° maakt met de hoofdrichting in het plaatje, wordt dit doorgesneden en de eene helft volgens een as loodrecht op de snijlijn 180° gedraaid.

Fig. 2. werd met dit dubbelplaatje en een parallelopipedum verkregen, dat in de verzameling van het Amsterdamsche laboratorium aanwezig is, en reeds een aantal jaren oud is. De afwijking van een ideaal apparaat valt bij het beschouwen der opname dadelijk in het oog. Bij meting blijkt dat in het rood de banden van de positie die zij zouden innemen bij een nauwkeurig kwartgolfapparaat, afwijken met een bedrag, dat 11% van den afstand van 2 opeenvolgende banden bedraagt. Voor het groen en violet wordt dit bedrag 9 resp. 10.5% .

5. Een ander, nieuwer FRESNEL parallelopipedum geeft vrij wat kleinere afwijkingen, zooals eene vergelijking der figuren 2 en 3 doet zien.

Wanneer het prisma van den gebezigten spektroskoop door een sterker disperseerend wordt vervangen, kan men grootere nauwkeurigheid in de bepalingen bereiken maar wordt het onmogelijk het geheele zichtbare spectrum ineens op te nemen. Fig. 4 en fig. 5 zijn met het oude FRESNEL parallelopipedum en grootere dispersie verkregen.

Met deze laatste dispersie en het nieuwe FRESNEL parallelopipedum kan men zonder metingen nauwelijks de richting van de fout in den relatieven stand der streepensystemen zien. (zie fig. 6 en fig. 7). De afwijking van een band in het eene veld, van het midden tussehen twee banden in het andere, overschrijdt dan ook nergens 3.2% van den afstand der banden. (Voor rood, groen en violet zijn de afwijkingen 1.7, 2.6 en 3.2%).

Bedraagt de aldus gedefinieerde afwijking in percenten uitgedrukt p , dan correspondeert daarmee eene fout in de phase van $\frac{p}{200} \times 360^\circ = 1.8 \cdot p$ graden. Voor het groen is p ongeveer 3% , dus $5^\circ.4$. Een fout van dit bedrag in het phaseverschil van 90° , dat tussehen de beide lineaire componenten bestaat, waarin een

¹⁾ vg. CORNU l.c.

circulaire trilling kan worden ontbonden, is bij de intensiteitsbepalingen die in § 7 worden beschreven zonder invloed.

Laat volkomen circulair gepolariseerd licht op het parallelipedum vallen, dan treedt — indien dit een phaseverschil van 90° met een kleinen hoek δ afwijkende, geeft — licht uit dat kan worden voorgesteld door:

$$\left. \begin{aligned} x &= a \cos nt \\ y &= a \cos (nt + \delta) \end{aligned} \right\}$$

Hieruit volgt

$$x^2 - 2xy \cos \delta + y^2 = a^2 \sin^2 \delta.$$

De assen der hierdoor voorgestelde ellips worden: $\frac{1}{2} a \sqrt{2} \sin \delta$ en $a \sqrt{2}$ en hare verhouding $\frac{1}{2} \sin \delta$.

Is $\delta = 6^\circ$ dan wordt $\frac{1}{2} \sin \delta = 0.0522$.

De intensiteit van het licht dat uittreedt door een prisma van NICOL, waarvan het trillingsvlak loodrecht op de groote as der ellips staat, is dus $(0.0522)^2 = 0.0027$.

Daar de kleinste intensiteit die onder de omstandigheden onzer proeven nog kan worden waargenomen van de orde 0.01 zal blijken te zijn, zoo zoude zelfs een paar malen grooter fout dan die nu voor het prisma van FRESNEL gevonden, zonder invloed op ons resultaat blijven.

6. *Lichtbronnen.* Als lichtbronnen werden gebezigd vacuumbuizen met kwik, thallium of natrium, die tot voldoende hooge temperatuur waren verwarmd. De buizen werden lichtend gemaakt door middel van een inductorium met snellen onderbreker.

Om de lichtintensiteit zoo groot mogelijk te krijgen, werd de stroom zoo sterk gemaakt als zonder hinder voor de scherpte der spectraallijnen mogelijk bleek.

In het geval van natrium werd om de lastige afzonderlijke verwarming der vacuumbuis onnoodig te maken, met goed gevolg eene gewijzigde methode gebezigd. Voor een vacuumbuis met kwik is weinig of geen verwarming noodig. Gaat de stroom eenigen tijd door dan stijgt van zelf de temperatuur en de lichtkracht. Bij het kwik werd eenig fijn poeder van uitgegloeid chloornatrium gemengd. Hierdoor krijgt men buitengewoon intensief natriumlicht in de capillair. Gelijktijdig neemt men dan het kwik- en het natrium-spectrum waar. Dikwijls stralen slechts deelen van de capillair; men kan dan een geschikt deel uitkiezen. Bij de proeven met natrium werd het inductorium als transformator gebruikt en kon de stroom zonder bezwaar voor de scherpte der lijnen tot een maximum van 12 Amp. worden opgevoerd. Waarschijnlijk zal deze methode ook in andere gevallen van dienst kunnen zijn.

7. *Inrichting der proeven.* Slechts een enkel woord behoeft over de inrichting der proef gezegd te worden.

Een der polen van den du Bois-electromagneet was doorboord. Het langs de krachtlijnen uittredend licht werd door een achromatische lens parallel gemaakt, doorliep het parallelopipedum van FRESNEL, vervolgens een tweede achromatische lens, die een scherp beeld van de buis op de spleet van den hulpspectroskoop wierp.

Door deze voorloopige analyse kan met den echelonspectroskoop welke vroeger ¹⁾ uitvoeriger werd beschreven, een gewenschte spectraallijn verder worden onderzocht. Tusschen de tweede genoemde lens en de spleet van den hulpspectroskoop was een klein prisma van Nicol aangebracht, dat om zijn as een draaiing kan ondergaan, waarvan op een verdeeld cirkeltje in graden de grootte kan worden afgelezen.

Het voorvlak van het parallelopipedum werd zorgvuldig loodrecht op den invallenden bundel geplaatst.

Het invalsvlak van het FRESNEL-prisma was bij de meeste proeven verticaal gesteld. Bij enkele proeven onder 45° met den horizon.

In het eerste geval maken de uittredende lineaire trillingen een hoek van 45° met den horizon; in het tweede geval zijn ze horizontaal of verticaal.

De methode van onderzoek is zeer eenvoudig. Het bijna juiste FRESNEL-parallelopipedum zal het licht van een volkomen circulair gepolariseerd doublet in twee lijnen met onderling loodrechte, lineaire trillingen veranderen. Met den Nicol zal dus of de eene of de andere lijn volkomen kunnen worden uitgedoofd, tenminste *indien natuurlijk licht in de dubbellijnen ontbreekt.*

De proeven voeren bij de onderzochte lijnen inderdaad tot deze uitkomst. De waarde van dit resultaat hangt af van de gevoeligheid der methode.

Gaat men van een Nicolstand uit, waarin geen licht wordt waargenomen, dan kan men den hoek α bepalen waarbij voor het eerst weer licht wordt gezien.

Is de Nicol een hoek α gedraaid uit den nulstand, dan is $I \sin^2 \alpha$ de helderheid van het te voorschijn komende licht, als I de intensiteit van de lineaire trilling is.

Wij kunnen er zeker van zijn dat de hoeveelheid natuurlijk licht die door een component wordt uitgestraald, beneden $I \sin^2 \alpha$ moet liggen.

8. *Uitkomsten.* De proeven komen dus neer op de bepaling van den hoek α voor verschillende spectraallijnen. De uitkomsten zal ik

¹⁾ ZEEMAN. Deze Verslagen. 30 Nov. 1901, p. 298.

rangschikken naar de verschillende typen van splitsingen, die in een richting loodrecht op de magnetische kracht worden waargenomen.

Triplet, kwikzilver, $\lambda = 5791$, doublet in de richting der krachtlijnen $\alpha = 7^\circ$ $\sin^2 \alpha = 0.0144$. De waarneming wordt eenigszins gestoord door naburige satellieten.

Triplet, $\lambda = 5771$, doublet in de richting der krachtlijnen.

In bijzonder sterke velden wordt iedere component nog in drie lijntjes gesplitst. Deze veldsterkte werd niet bereikt.

$$\alpha = 5^\circ \sin^2 \alpha = 0.0076.$$

Quartet, natrium, $\lambda = 5893$, doublet in richting veld.

$$\alpha = 5^\circ \sin^2 \alpha = 0.0076$$

Sextet, natrium, $\lambda = 5890$, quartet in richting veld.

$$\alpha = 6^\circ \sin^2 \alpha = 0.0108$$

Nonet, kwikzilver, $\lambda = 5461$, sterke groene lijn uit het kwikzilver-spectrum, sextet in de richting der magnetische kracht

$$\alpha = 5^\circ \sin^2 \alpha = 0.0076.$$

Sextet, thallium, $\lambda = 5351$, quartet in de richting van het veld,

$$\alpha = 8^\circ \sin^2 \alpha = 0.0196$$

waarschijnlijk zal met een betere thalliumbuis deze grens nog lager gebracht kunnen worden.

9. *Invloed van terugkaatsing tegen de wanden der vacuumbuis.*
In den loop van het onderzoek werden verschillende vacuumbuizen met kwik gebezigd. Met een van deze trad met bijzondere duidelijkheid een verschijnsel op dat in een zwakkeren vorm reeds vroeger werd waargenomen¹⁾. Bij eene eenvoudige splitsing zal ik het nader beschrijven.

De twee gele kwikzilverlijnen geven in de richting der magnetische kracht doubletten. Met een van de vacuumbuizen nam ik echter bij beide genoemde lijnen *tripletten* waar, waarvan de drie componenten gelijke intensiteit hadden. Het invalsvlak van het prisma van FRESNEL stond bij deze waarneming verticaal. De middelste lijn van het triplet was een maximum als de trillingsrichting van het prisma van Nicol horizontaal is, en verdwijnt indien deze verticaal staat. Klaarblijkelijk is de middelste lijn dus lineair gepolariseerd. Door een figuur maakt men zich gemakkelijk duidelijk dat deze middelste lijn ontstaan kan door licht dat nagenoeg loodrecht op de richting van het veld wordt

¹⁾ ZEEMAN, Deze Verslagen 29 Febr. 1908, p. 617.

LOHMANN, Diss. Halle S. 62, 1907.

uitgestraald en na eenmaal, of wel na tweemaal door de wanden van de buis teruggekaatst te zijn in de richting van de as van den electromagneet uittreedt.

Men neemt dan eigenlijk in de richting van de as een doublet waar, met circulaire polarisatie en een triplet met lineaire polarisatie daarover gesuperponeerd. Bij den aangegeven stand van het prisma van FRESNEL moet dan onder een azimuth van 45° van den Nicol de eene component van het doublet, na een draaiing over 135° de andere component verdwijnen, dan moet echter de verticale component van het teruggekaatste triplet nog zichtbaar blijven en wel met zijn halve intensiteit omdat de trillingsrichting van den Nicol in het nu beschouwde geval een hoek van 45° met deze verticaal maakt. De zijcomponenten van de gele kwiklijnen hebben echter slechts ongeveer de halve intensiteit van de middelste component, zoodat in de intensiteit daarvan uitgedrukt nu $\frac{1}{4}$ voor de verticale trillingen overblijft. Dit stemt met de waarneming overeen.

Draait men het prisma van FRESNEL zoodanig dat het invalsvlak een hoek van 45° met den horizon maakt, dan moet de middelste component circulair gepolariseerd schijnen.

Dit werd eveneens door de waarneming bevestigd, evenals andere gevolgtrekkingen die men voor dit geval maken kan.

Ik wil nog opmerken dat de middelste component voor de kwikzilverlijn 5790 asymmetrisch was geplaatst, maar bij 5771 symmetrisch. Dit is in overeenstemming met wat normaal op het veld wordt waargenomen ¹⁾.

De nu beschreven verschijnselen die door het teruggekaatste licht worden teweeggebracht treden gewoonlijk in slechts met moeite merkbare intensiteit op. De capillair bij de zoo even beschreven proeven was vrij wijd. Bij nauwere capillairen verminderen de intensiteiten der teruggekaatste componenten sterk.

De dikte van den lichtdraad die het licht uitstraalt en in het magnetisch veld in de vacuumbuis zichtbaar wordt, heeft waarschijnlijk evenzeer invloed als de wijdte der capillairen. De uitkomsten van § 8 werden verkregen met buizen waarin de storing door teruggekaatste licht uiterst gering was.

10. De middelste component scheen bij een paar proeven niet *volkomen* lineair gepolariseerd te zijn. Misschien is de oorzaak van deze uiterst zwakke elliptische polarisatie te vinden in een door VOIGT voorspelde elliptische polarisatie van den middelsten component, indien licht schuin t.o.v. het veld wordt uitgestraald.

¹⁾ ZEEMAN, Verslagen Ak. v. Wet. 30 Nov. 1907. p. 354.

Met zulk schuin uitgestraald licht hebben wij ongetwijfeld te doen voor zoover het de waargenomen middelste lijn betreft.

Intusschen zou een geringe foutieve stand van het prisma van FRESNEL ook eene elliptische polarisatie teweegbrengen. Er zijn dus zeker nog nieuwe proeven noodig om de genoemde elliptische polarisatie, waarvan hier misschien eene eerste aanduiding optreedt, bewezen te achten.

11. Een punt mag nog in het bijzonder overwogen worden voor wij van de terugkaatsing in de buis afstappen. Kan ook het circulair gepolariseerde, maar in de oorspronkelijke richting *teruggekaatste* licht der doubletcomponenten eene storing teweegbrengen?

Hetzelfde electron toch dat in de richting der, laat ons onderstellen, op ons toe loopende krachtlijnen rechts circulair gepolariseerd licht uitstraalt, zendt in omgekeerde richting links gepolariseerd licht van dezelfde periode. Daar echter bij terugkaatsing de zin der circulaire polarisatie wordt omgekeerd zoo komen zoowel de teruggekaatste als de directe bundels als rechts circulair gepolariseerd licht in ons oog. Alleen de intensiteit der doubletcomponenten zal versterkt zijn. Ook meervoudige terugkaatsing aan de vlakken der capillair welke normaal op de richting van het veld staan zal alleen op de intensiteit van invloed zijn.

12. *Proeven met absorptielijnen.* Met natriumdamp in het veld tusschen twee doorboorde polen heb ik enkele proeven over de gevoeligheid van het inverse effect genomen. Het licht van een elektrische booglamp werd door de as van een grooten de Bois-electromagneet gezonden. Een groot tralie van ROWLAND diende voor de analyse van het licht. Men kan bij het inverse effect het tralie van ROWLAND bezigen omdat de lichtsterkte van de booglamp meer dan voldoende is om de zwakke terugkaatsing van het tralie te compenseeren.

Een in twee velden verdeeld kwartgolfengteplaatje en een prisma van NICOL zijn in den bundel geplaatst.

Men kan het prisma van NICOL om zijn as draaien zoodat in het eene veld de links, in het andere de rechts circulair gepolariseerde component zoo donker mogelijk is. Wij noemen dit den nulstand van het prisma van NICOL. In dezen stand wordt op de plaatsen waar de andere componenten bij een groote draaiing van het NICOLprisma verschijnen, geen absorptie waargenomen. De hoek van draaiing uit den nulstand, waarbij men in het verlengde der donkere lijn in het eene veld, ook eene absorptielijn in het andere begint te zien, werd gemeten. Eerst

bij een draaiing van 20° begint een spoor dezer absorptielijnen zichtbaar te worden. Hieruit volgt dat de absorptie reeds een vrij groot bedrag moet hebben eer zij zichtbaar wordt en dat dus langs den weg van het directe effect, natuurlijk licht in de componenten eerder kan worden geconstateerd.

13. *Gevolgtrekkingen.* Door de beschreven proeven meen ik bewezen te hebben 1° dat wij, totdat het tegendeel aangetoond is, moeten aannemen dat de spectraallijnen van een gas in een magnetisch veld, langs de krachtlijnen alleen circulair gepolariseerd licht uitstralen.

2°. dat bij verscheidene spectraallijnen het bedrag aan natuurlijk licht dat tegelijk met het circulair gepolariseerde licht zou kunnen worden uitgestraald minder dan 1 % der totale lichtintensiteit der spectraallijn moet bedragen.

Naarmate de lichtsterkte der gebezigde hulpmiddelen, (tralie van ROWLAND, dan echelon van MICHELSON) is gestegen, is het percentage van nog mogelijk aanwezig natuurlijk licht teruggedrongen.

Wij mogen besluiten dat de banen der equivalente electronen, welke in vlakken loodrecht op de magnetische kracht geschieden, met groote benadering cirkels zijn. Het bestaan van elliptische banen, die op alle mogelijke wijzen in een vlak loodrecht op de richting van het veld georiënteerd zijn, behoeft dus niet te worden aangenomen.

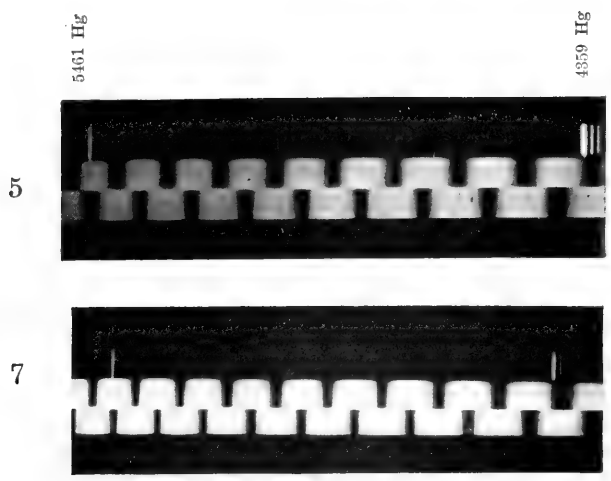
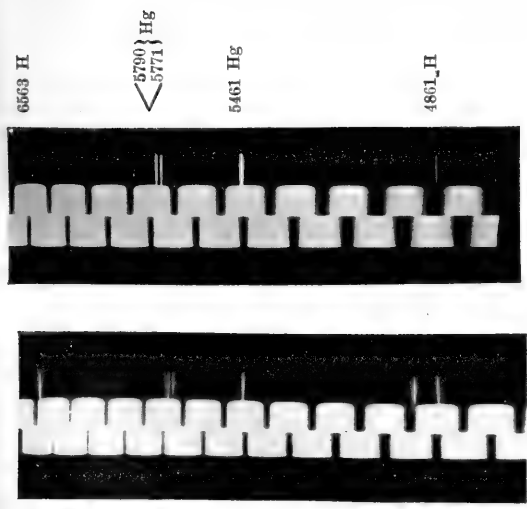
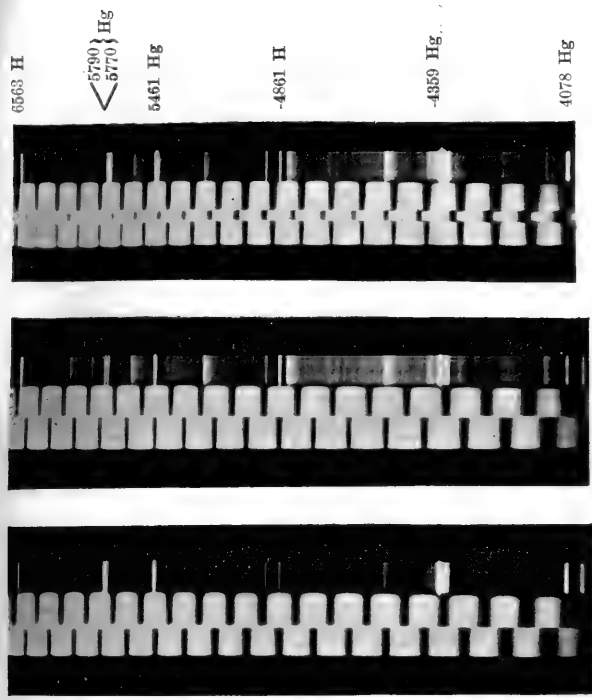
Nauw verwant met het onderwerp dat in deze mededeeling wordt behandeld, zijn de nieuwste onderzoekingen van JEAN BECQUEREL ¹⁾ en A. DUFOUR ²⁾. Door DUFOUR zijn over de emissiebandenspectra der chloruren en fluoruren der alkalische aarden in een magnetisch veld verscheiden nieuwe resultaten verkregen en is er onvolkomen circulaire polarisatie waargenomen. Bij sommige absorptiebanden van xenotien en tysoniet had BECQUEREL in een longitudinaal magnetisch veld eveneens onvolkomen circulaire polarisatie opgemerkt. Hij kon echter onlangs ³⁾ aantoonen dat er in werkelijkheid bij deze kristallen geen onvolkomen polarisatie bestaat, maar dat in het magnetisch veld behalve de hoofdcomponenten, andere ontstaan, welke in tegengesteld zinn als de hoofdlijnen zijn gepolariseerd.

¹⁾ JEAN BECQUEREL C. R. T. **146**, p. 413. 1907.

²⁾ A. DUFOUR C. R. T. **146**, p. 118 et p. 229. 1908. Journal de Physique Avril 1909.

³⁾ JEAN BECQUEREL. Verslagen Ak. v. Wetensch. Amsterdam p. 146. Juni 1909. Contribution à la connaissance du phénomène de ZEEMAN dans les cristaux. Ook supplement N°. 20. Leyden communications.

P. ZEEMAN. „De graad van volledigheid der circulaire polarisatie van magnetisch gesplitste lijnen.





Scheikunde. — De Heer VAN ROMBURGH biedt eene mededeeling aan van den Heer H. DUTILH, Chem. Doct^s.: „*Over partieele racemie*”.

(Mede aangeboden door den Heer HOLLEMAN).

Een voor korten tijd verschenen mededeeling van A. FINDLAY en Mej. HICKMANS¹⁾ geeft mij aanleiding tot het bekend maken van een onderzoek, dat ik sedert Augustus 1908 over bovenstaand onderwerp heb uitgevoerd, waarvan echter de publicceering, door omstandigheden van mijn wil onafhankelijk, werd vertraagd.

Ik heb mij n.l. beziggehouden met het geval van partieele racemie, dat zich voordoet in het druivenzure-strychnine en meer in het bijzonder nagegaan, wat het gedrag van dit lichaam is, naast zijne waterige oplossing. Hoewel dit zout reeds onder dezelfde omstandigheden aan een uitgebreid onderzoek is onderworpen door LADENBURG en DOCTOR²⁾, heb ik gemeend, dat dit onderzoek, hoe uitvoerig en accuraat ook uitgevoerd, fouten aankleven, waardoor de uitkomsten niet een beeld geven van den waren stand van zaken.

LADENBURG en DOCTOR hebben n.l. bij verschillende temperaturen de oplosbaarheden bepaald van het druivenzure-strychnine en van het mengsel *l*-wijnsteenzure-strychnine + *d*-wijnsteenzure-strychnine en zij hebben gemeend, dat bij de temperatuur, waar de oplosbaarheid van het partieel-racemische zout gelijk werd aan die van het mengsel zijner beide samenstellende bestanddeelen, het overgangspunt gelegen was van het druivenzure-strychnine, d.w.z. beneden die temperatuur zou het genoemde zout naast zijne verzadigde oplossing stabiel zijn, bij hoogere temperatuur echter zou het zich in die omstandigheden splitsen onder gelijktijdige afzetting van het minst oplosbare zijner splitsingsproducten. Die temperatuur werd langs genoemden weg op 30° bepaald, terwijl tensimetrisch 29.5° werd gevonden. Bovendien hebben bedoelde auteurs steeds de samenstelling aan links- en aan rechts-wijnsteenzuur zout van de aan beide zouten verzadigde oplossingen trachten te bepalen door den draaiingshoek dier oplossingen te meten en uit de bekende specifieke draaiingsvermogens van de beide enkel-zouten, het gehalte aan elk van beide uit te rekenen. Hunne waarnemingen leidden tot het resultaat, dat de aan beide enkel-zouten verzadigde oplossing (wij zullen die zouten verder met *D* en *L* en de dubbelverbinding met *R* aanduiden) bij de overgangstemperatuur juist 50% van beide zou bevatten.

Op deze onwaarschijnlijkheid in hunne uitkomsten heeft terstond

¹⁾ Journ. chem. Soc. Trans. **95**, 1386 (1909).

²⁾ Ber. d. d. chem. Ges. **32**, 50. (1899).

BAKHUIS ROOZEBOOM¹⁾ geweest, en in de graphische voorstelling, die naar aanleiding van dit geval in die verhandeling is geteekend, vindt men feitelijk tevens den weg aangegeven, hoe de bestudeering van de oplosbaarheids-verschijnselen in gevallen van partieele racemie moet worden ter hand genomen.

De beide componenten in het systeem L , D en water, waarbij uit $D + L$ zich R kan vormen, hebben, waar men hier te doen heeft met biactieve lichamen, wier configuraties gedeeltelijk elkaars spiegelbeelden zijn, bij alle temperaturen eene verschillende oplosbaarheid, wat zich uit in eene asymmetrische gedaante der oplosbaarheidsisothermen in dit ternaire systeem. Dit wordt door fig. 1

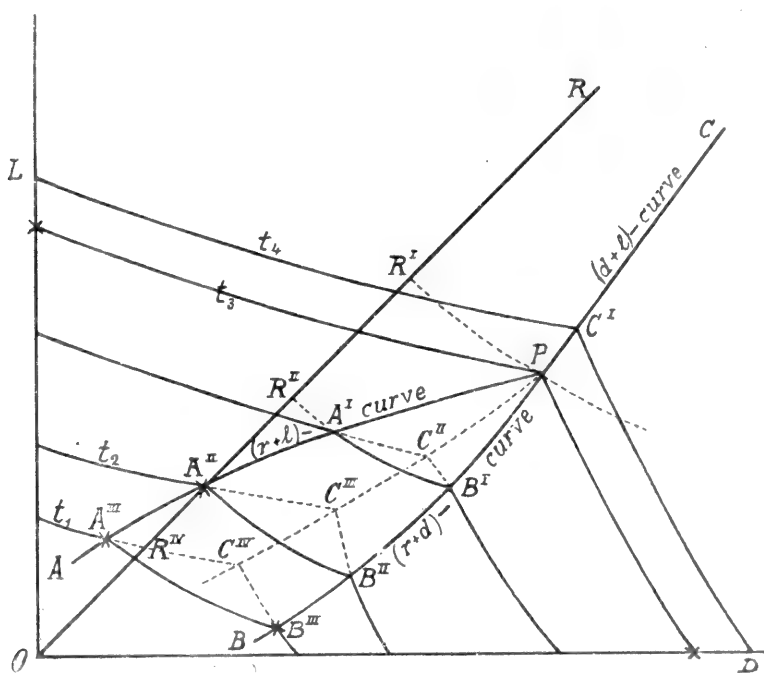


Fig. 1.

verduidelijkt. Bij zekere temperatuur zij de oplosbaarheid van $L = OL$, van $D = OD$. Lost men nu L op in water, dat reeds D bevat of D in oplossingen, die L bevatten, dan verkrijgt men punten gelegen op LC^I resp. DC^I . C^I stelt voor de aan D en L beide verzadigde oplossing.

Bij de temperatuur van het overgangspunt krijgt men een dergelijk verloop der L - resp. D -oplosbaarheidscurven, echter met dit verschil, dat eene oplossing van de innerlijke samenstelling, als door P wordt voorgesteld, ook in evenwicht kan zijn met R , m.a.w. eene zoodanige

¹⁾ Zeitschr. f. physikal. Chem. 28, 494 (1899).

oplossing wordt verkregen door hetzij $R + D$, hetzij $R + L$, hetzij $L + D$ in overmaat te schudden met water. Het bestaansgebied van het partieele racemaat R naast oplossing is bij deze temperatuur tot het punt P beperkt. Bij verlaagde temperatuur breidt zich dit punt uit tot een lijn $A^I B^I$, $A^{II} B^{II}$, $A^{III} B^{III}$ enz. In de punten A^I, A^{II} enz. is de oplossing verzadigd aan $L + R$, in de punten $B^I B^{II}$ enz. daarentegen aan $D + R$. De punten der lijnen PA en PB geven dus aan de innerlijke samenstelling aan D en L der bij verschillende temperaturen verzadigde oplossingen van $L + R$ en $D + R$.

Evenzoo geldt ditzelfde voor de punten der lijn PC wat betreft de aan $D + L$ verzadigde oplossingen. De kennis van het verloop der lijnen PA , PB en PC geeft een volledig inzicht in de stabiliteitsverschijnselen van het dubbelzout naast oplossing. Tot de temperatuur t_2 toe kan het partieele racemaat oplossingen geven, wier samenstelling aan D en L aequimoleculair is; boven t_2 begint het lichaam te ontleden onder afscheiding der minst oplosbare zijner componenten, (immers dan snijdt de lijn OR , die de samenstelling van R aangeeft, de oplosbaarheidslijn van L en dus krijgt men dan oplossingen, die niet R , maar $L + R$ op den bodem hebben) en dit gaat voort bij verhooging der temperatuur, totdat boven t_3 het zout R absoluut niet meer, naast welke oplossing ook (vertragingsverschijnselen uitgesloten), kan bestaan. — Het temperatuursgebied $t_2 - t_3$ heet het overgangstraject.

Ik heb nu in mijn onderzoek getracht een dergelijk diagram voor het geval l -wijnsteenzure-strychnine, d -wijnsteenzure-strychnine en water langs experimenteelen weg vast te stellen. Daartoe werden achtereenvolgens volledige isothermen bepaald, door na te gaan, hoe de oplosbaarheid van D , resp. L , verandert, als men L , resp. D , aan de oplossing toevoegt. Ik bepaalde aldus de isotherm van 40° in dit systeem, welke, daar zij boven het door LADENBURG en DOCTOR gevonden overgangspunt gelegen is, een vorm had, die zeer wel overeenkomt met dien der lijnen LC^I en DC^I . Daarna werden isothermen van lagere temperatuur op soortgelijke wijze bepaald. Bij 25° , 16° en 7.5° bepaalde ik weer allereerst den loop der D - en L -oplosbaarheidscurven, welke zich, ondanks het feit, dat zij door de oplosbaarheidslijn van R worden onderbroken, tot aan hun snijpunt lieten vaststellen. — Daarna werd dan bij de zoeven genoemde temperaturen de oplosbaarheid aan $L + R$ en aan $D + R$ gemeten (ook die aan $D + L$, doch deze stemde steeds zeer nabij overeen met het ten slotte door extrapolatie gevonden snijpunt der D - en L -oplosbaarheidscurven).

Was de oplosbaarheid van deze beide zoutparen bekend, dan zette ik die af op de L - en de D -as, verbond deze punten door eene rechte lijn en zocht, waar het $L + R$ oplossingen gold, het snijpunt met de L -oplosbaarheidscurve, daarentegen, waar het $D + R$ oplossingen waren, werd het snijpunt met de D -curve vastgesteld. — Zoo werden derhalve successievelijk langs indirecten weg punten der lijnen PA en PB bepaald en het was mijne bedoeling hierbij te trachten de snijding van PA met OR op te sporen, daar dan het eindpunt van het transitie-interval bekend zou zijn en de analogie tusschen partieele racematen en de door VAN 'T HOFF en zijne leerlingen onderzochte anorganische dubbelzouten volledig zou zijn aangetoond. Het gelukte mij bij 7.5° te constateeren, dat de oplosbaarheid van het racemaat moest worden geteekend in het punt, waar de L -curve van de isotherm dier temperatuur de lijn OR snijdt, en dat tevens R en $R + L$ gelijk in oplosbaarheid werden. Hiermede was het eind van het overgangstraject gevonden en bleek dus dit temperatuurgebied, dat bij LADENBURG en DOCTOR eigenlijk ondersteld werd niet te bestaan, zich over ongeveer 20° uit te strekken. Eerst beneden 7.5° zijn dus verzadigde oplossingen van het partieele racemaat stabiel; echter laat zich de oplosbaarheid van dit zout ook door vertraging bij hoogere temperatuur bepalen en kan men dus punten als R^I , R^{II} enz. vaststellen.

Evenzoo is de mogelijkheid, om punten als G^I , G^{III} enz. te bepalen, te danken zoowel aan vertraging in de vorming van R uit $D + L$ als aan vertraging in de afzetting van dit zout uit de oplossing.

Het eind van het overgangstraject is er door gekenmerkt, dat hier dus de verzadigde oplossingen van R en van $R + L$ met elkaar in evenwicht zijn, hunne dampspanningen zijn hier gelijk en dus zou dit punt langs tensimetriscchen weg (met behulp van den tensimeter van BREMER-FROWEIN) te controleeren zijn. Echter zijn de oplosbaarheden van R , D en L bij 7.5° reeds zoo klein geworden, dat de dampspanningen van deze oplossingen practisch weinig van die van zuiver water bij die temperatuur verschillen en dus hun onderling verschil bij iets lagere en iets hoogere temperatuur en hunne gelijkheid bij die temperatuur zelve moeilijk te constateeren valt. — Eene verificatie langs dezen weg is mij dan ook niet mogen gelukken.

Bij de door mij gevolgde methode is zorgvuldig vermeden, de aan $R + D$, $R + L$ of $D + L$ verzadigde oplossingen met behulp van den polarimeter op hunne gehalten aan L en D te analyseren. — Ik ging nl., van den aanvang van mijn onderzoek af, uit van de overtuiging, dat eene dergelijke analyse-methode een onjuisten

kijk geeft op de inwendige samenstellingen der aan twee zouten verzadigde oplossingen.

Immers eene verzadigde $(R + D)$, $(R + L)$ of $(D + L)$ oplossing bevat niet alleen R en D , R en L of D en L , maar in al die oplossingen moet men aannemen, dat zoowel R -, als D - en L -moleculen zullen voorkomen. Zulke oplossingen toch gehoorzamen als homogene fasen aan de wet van de massawerking en dus stelt zich in hen een evenwicht in tusschen D -, L - en R -moleculen, dat behalve door de temperatuur der oplossing door hunne concentraties wordt bepaald. Men mag dat evenwicht aldus aangeven: $R \rightleftharpoons D + L$.

Nu hebben LADENBURG en DOCTOR $(D + L)$ oplosbaarheden bepaald, door zekere hoeveelheden verzadigde vloeistof af te zuigen, te wegen en in te dampen. Na aldus de totaal concentratie te hebben leeren kennen, werd het indampingsresidu tot eene bepaalde concentratie opgelost, de draaiingshoek α bepaald, en nu het gehalte aan D en aan L vastgesteld met behulp van de vergelijking: $\alpha = \alpha_d + \alpha_l$

$$\alpha = \frac{[\alpha_d]_D \cdot p_d \cdot S \cdot l}{100} + \frac{[\alpha_l]_D \cdot p_l \cdot S \cdot l}{100}; \frac{100\alpha}{l \cdot S} = [\alpha_d]_D \cdot p_d + [\alpha_l]_D \cdot (p - p_d)$$

waarin $[\alpha_d]_D$ en $[\alpha_l]_D$ het specifieke draaiingsvermogen van D en L voorstellen, p de totaalconcentratie, p_d het gehalte aan D , S het soortelijk gewicht der oplossing en l de lengte der buis.

Deze rekenwijze is echter niet te aanvaarden, want bij eene totaal concentratie p en een gehalte p_d voor D , heeft men een gehalte p_l voor L en $p - p_d - p_l$ voor R en dus wordt de vergelijking:

$$\frac{100\alpha}{l \cdot S} = [\alpha_d]_D \cdot p_d + [\alpha_l]_D \cdot p_l + [\alpha_r]_D \cdot (p - p_d - p_l).$$

Hierin zijn bekend α , $[\alpha_d]_D$, $[\alpha_l]_D$, $[\alpha_r]_D$, p , l en S .

De vergelijking bevat 2 onbekenden en men kan dus uit een polarimetrische bepaling, zelfs aannemende, dat de drie bestanddeelen, die in het oplosmiddel voorkomen, elkaar in hunne draaiingen niet zullen beïnvloeden (wat niet is nagegaan), niet tot het inzicht komen van de innerlijke samenstelling der aan $(R + D)$, $(R + L)$ of $(D + L)$ verzadigde oplossingen.

Het is wel hieraan toe te schrijven, dat LADENBURG en DOCTOR het punt P , d.i. het overgangspunt, vonden op de lijn OR , terwijl ik heb kunnen vaststellen, dat ook de isotherm der temperatuur van het overgangspunt, evenals alle andere, hare asymmetrische gedaante behoudt.

Deze onbetrouwbare analyse-methode nu, is in het in den aanvang vermelde onderzoek van FINDLAY en mej. HICKMANS toegepast ter

bestudeering van de partieele racemie van den *l*-menthol-*l*-amandelzuren ester, die als dubbelverbinding van den *l*-menthol-*l*-amandelzuren ester met den *l*-menthol-*d*-amandelzuren ester moet worden beschouwd, wat door de zoeven genoemde auteurs op ondubbelzinnige wijze is aangetoond¹⁾ uit het verloop der smeltlijn van mengsels dier beide esters. De partieel-racemische ester bezit eene eigen smeltlijn met vlakken top en is dus in de smelt gedeeltelijk in de beide componenten uiteengevallen.

In hunne tweede publicatie²⁾ worden oplosbaarheidsisothermen gegeven bij 35°, 25° en 10°. Daartoe zijn van elke isotherm slechts vijf punten bepaald n.l. de oplosbaarheden van *D*, *L*, *R*, *R* + *D* en *R* + *L*, terwijl dan de oplossingen (*R* + *D*) en (*R* + *L*) volgens de boven uiteengezette methode zijn geanalyseerd.

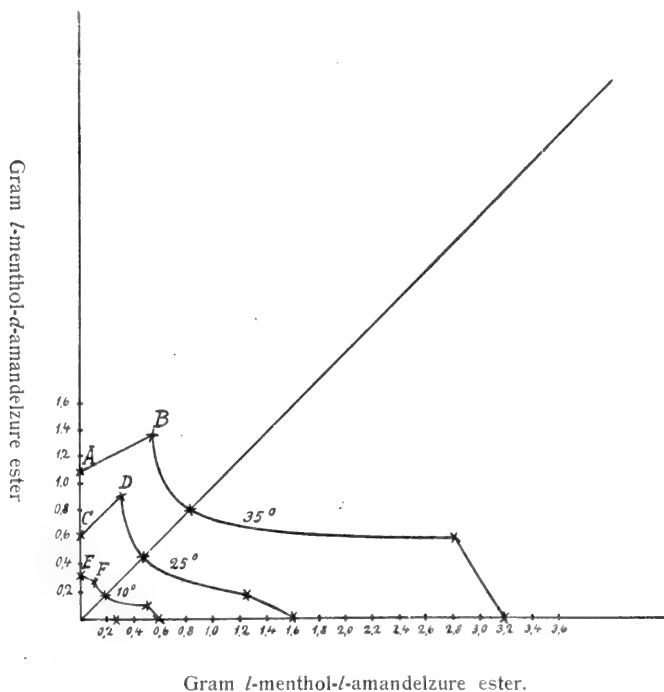


Fig. 2.

Het schijnt mij nu toe, dat hunne graphische voorstelling, welke ik hier reproduceer, reeds terstond de fontieve analyses volgens de polarimetrische methode aan het licht brengt. Beschouwt men fig. 2, dan valt het op, dat de oplosbaarheid van den *d*-zuren ester bij toevoeging van den *l*-zuren ester aan de oplossing bij 10° afneemt, terwijl deze bij 25° en 35° toeneemt.

¹⁾ FINDLAY en HICKMANS Journ. chem. Soc. Trans. **91**, 905, (1907).

²⁾ Ibid. **95**, 1386 (1909).

Men vergelijkte daartoe de lijnen AB , CD en EF in fig. 2.

Een dergelijk verloop nu is hoogst onaannemelijk. Verwacht mag worden, dat bij 35° , 25° en 10° de oplosbaarheidsbeïnvloeding van den d -amandelzuren ester door den l -amandelzuren ester zich in gelijken zin zal uiten en niet bij de eene temperatuur oplosbaarheidsverhoogend en bij eene andere verminderend zal werken. — Nu wordt echter in het diagram van FINDLAY en Mej. HICKMANS de loop der lijnen AB , CD en EF , in tegenstelling met mijne onderzoekingen, uitsluitend bepaald door de ligging der punten B , D en F , wier plaats is afgeleid uit een waargenomen draaiingshoek van de oplossing der afdampingsresidu's. Niet onmogelijk is het, dat, wanneer langs anderen weg die punten werden bepaald, hunne ligging eene geheel andere zou zijn. Juist in dit systeem is die verificatie eenvoudig, omdat de smeltlijn van het binaire systeem, gevormd door de beide biactieve esters, bekend is. — Het smeltpunt voor elk gehalte aan D , resp. L in mengsels van $D + L$ is dus bekend.

Hadden nu FINDLAY en Mej. HICKMANS telkens na indamping hunner verzadigde ($R + L$)- en ($R + D$)-oplossingen het smeltpunt hunner afdampingsresidu's bepaald, dan zouden zij uit de ligging van dit smeltpunt in verband met de smeltlijn van het systeem $D + L$, zoo men wil, „thermische” analyses van hunne oplossingen hebben verkregen, die met de polarimetrische zouden hebben kunnen worden vergeleken. Jammer genoeg hebben deze onderzoekers dit middel niet toegepast en is dus voorshands niet definitief uit te maken, of hunne isothermen het ware verloop vertoonen, of niet. Naar analogie met mijne resultaten in het geval der strychninetartraten meen ik het laatste te mogen aannemen. Wat echter de waarheid is, kan, hetzij door bepaling der volledige isothermen, hetzij misschien, met voldoende nauwkeurigheid, door smeltpuntsbepalingen der indampingsresidu's worden vastgesteld.

Utrecht.

Org. Chem. Lab. d. Univ.

Plantkunde. — De Heer W. BURCK biedt eene mededeeling aan:
„Bijdrage tot de kennis van de waterafscheiding bij de plant.”

II. Waterafscheiding aan de bloem.

Nadat TREUB¹⁾ in 1890 had bekend gemaakt, dat de bloemknoppen van *Spathodea campanulata* Beauv. met eene waterige vloeistof gevuld zijn is eene dergelijke waterafscheiding in den gesloten bloemknop ook bij eenige andere tropische planten waargenomen.

¹⁾ TREUB, M. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. VIII. 1890

LAGERHEIM ¹⁾ vond hetzelfde verschijnsel bij eene Zuid-Amerikaansche Solanacee, *Jochroma macrocalyx* Benth. GREGOR KRAUS ²⁾ beschreef kort daarna de waterkelken bij *Parmentiera cerifera* Seem., en HALLIER ³⁾, die bij *Leea amabilis*. Later is eene uitvoerige verhandeling over dit onderwerp verschenen van KOORDERS ⁴⁾ over de bloemknoppen van de Bignoniaceen: *Parmentiera cerifera* Seem., *Crescentia Cujete* Linn., *Kigelia pinnata* DC., *Heterophragma adenophyllum*, Seem., *Stereospermum hypostictum* Miq.; van de Solanaceen; *Juanulloa parasitica* Ruiz et Pav., *Nicandra physaloides* Gärtner.; van de Verbenacee *Clerodendron Minalhassae* T. et B. en van de Scrophularinee *Illysanthes* spec., terwijl daarop nog belangrijke bijdragen zijn gevolgd van SHIBATA ⁵⁾ over de waterafscheiding bij *Tecoma grandiflora* Loisel en *Katalpa Kaempferi* S. et Z. en bij de Verbenaceen: *Clerodendron trichotomum* Thunb. en *Cl. squamatum* Vahl en van NILS SVEDELIUS ⁶⁾ over de waterkelken bij de tropische Convolvulaceen, voornamelijk bij *Stictocardia tiliaefolia* (Choisy) Hallier en *Operculina Turpethum* (L.) Peter.

Uit die onderzoekingen is o.m. aan 't licht gekomen:

1°. dat de klieren, die het water afscheiden vaak in den beginne slijm produceeren zooals dat ook gebleken is het geval te zijn met de epidermale klieren der bladen, en dat een enkele maal n.l. bij *Tecoma grandiflora* het kelkwater FEHLING's proefvocht reduceert.

2°. dat de waterafscheiding aan den binnenwand van den kelk een aanvang kan nemen in de meest verschillende ontwikkelingsperioden van de bloem; bij vele der genoemde planten, begint ze zeer vroeg tijdens den eersten aanleg van de bloemkroon en de geslachtsorganen, om tegen den bloei daarmee op te houden, doch bij *Jochroma macrocalyx*, *Clerodendron Minalhassae* en *Juanulloa parasitica* gaat de waterafscheiding nog door tijdens den bloei en zelfs nog onder het rijpen der vrucht. SVEDELIUS toonde later aan, dat bij de bovengenoemde Convolvulaceen de eigenlijke watersecretie eerst begint na

1) LAGERHEIM. Zur Biologie der *Jochroma macrocalyx* Benth. Berichte der deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 9, Jahrg. 1891.

2) KRAUS, G. Wasserhaltige Kelche bei *Parmentiera cerifera* Seem. Flora Bd. 81, p. 435—437.

3) HALLIER, H. Ueber *Leea amabilis* und ihre Wasserkelche. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. XIV. 1897.

4) KOORDERS, S. H. Ueber die Blütenknospen—Hydathoden einiger tropischen Pflanzen. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. XIV. 1897.

5) SHIBATA, K. Zur Kenntnis der Kelch- und Knospenhydathoden. Bot. Centralblatt 1900. Bd. LXXXIII.

6) NILS SVEDELIUS. Ueber das postflorale Wachstum der Kelchblätter einiger Convolvulaceen. Flora, Bd. 96. Jahrg. 1906.

de bevruchting, wanneer de kelkbladen met de vrucht gaan meegroeien ;

3°. dat trichomen van denzelfden bouw als die, welke aan den binnenwand van den kelk water afscheiden, ook nog elders in de bloem en vooral aan den buitenwand van den kelk en aan den buiten- en binnenwand van de kroon kunnen gevonden worden.

Dit laatste punt vooral is voor de beoordeeling van het verschijnsel van groote beteekenis.

KOORDERS vermeldt daaromtrent, dat bij *Nicandra physaloides*, *Kigelia pinnata*, *Stereospermum hypostictum* en *Clerodendron Minahassae* aan de buitenzijde van den kelk, zulke trichomen in grooten getale voorkomen. Ze worden daar zeer vroeg aangelegd, vroeger dan aan den binnenwand, maar beginnen dan ook veelal reeds min of meer af te sterven, wanneer die van den binnenwand nog nauwlijks begonnen zijn water af te scheiden.

SHIBATA maakt dezelfde opmerking ten aanzien van de bloemen van *Tecoma grandiflora* en SVEDELIUS heeft ook bij *Stictocardia tiliaefolia* waargenomen, dat reeds zeer vroeg de buitenwand van den kelk met vele, kleine schildvormige klieren bedekt is.

Wat de klieren op de kroon aangaat, vermeldt TREUB, dat bij *Spathodea campanulata*, de kussenvormige trichomen van den binnenwand van den kelk, later wanneer de bloemknoppen reeds vrij ver ontwikkeld zijn, ook nog worden aangelegd aan de binnenzijde van de bloemkroon en KOORDERS vond zulke kroonklieren bij de meeste der door hem onderzochte planten. Bij *Stereospermum hypostictum* Miq. vond hij ze aan de binnenzijde van de kroon ; bij andere planten : *Clerodendron Minahassae* T. et B., *Heterophragma adenophyllum* Seem., *Nicandra physaloides* Gärtn. en *Juanulloa parasitica* Ruiz et Pav. uitsluitend aan de buitenzijde en bij *Parmentiera cerifera* Seem., *Crescentia Cujete* Linn. en *Kigelia pinnata* DC. aan beide zijden.

Overigens is van deze epidermale trichomen nog weinig bekend.

Of de klieren, die den buitenwand van den kelk bekleeden, water afscheiden is niet nader onderzocht. En wat de kroonklieren aangaat, heeft, wel is waar, KOORDERS het vermoeden uitgesproken, dat ze aan de productie van het kelkwater zouden deelnemen en dat in de oudere bloemknoppen de rol der waterafscheiding van de kelkwandklieren op de kroonwandklieren zou overgaan, doch werd daaromtrent geen zekerheid verkregen en kon dit dan toch ook alleen worden vermoed voor de klieren aan den buitenwand der kroon.

De ondervinding leert, dat er niet alleen -- zooals trouwens hierboven nog gebleken is -- een groote overeenkomst in uitwendigen vorm en anatomischen bouw bestaat tusschen epidermale waterklieren

en slijm- of harsklieren, maar ook tusschen water- en nectar-afscheidende trichomen¹⁾ zoodat men uit het voorkomen van dergelijke klieren op de kroon, niet zonder meer, tot den aard dezer klieren besluiten kan.

Dat inderdaad bij enkele der door KOORDERS besproken planten de klieren aan den buitenwand der kroon tijdens het knopleven, water afscheiden is nochtans zeer wel mogelijk.

Ik neem dit te eerder aan, omdat mij een plant bekend is, waar — zooals zoo aanstonds blijken zal — het kelkwater uitsluitend uit de kroonklieren afkomstig is, maar overigens vereischt dit onderwerp een nader onderzoek, omdat het van plant tot plant verschillend kan zijn. Voorzover mijn ondervinding reikt betreffende kroonklieren bij planten met en zonder waterkelken zijn deze niet altijd waterklieren, en daar, waar dit wel het geval is, kan de secretie ook eerst later plaats hebben, wanneer de bloem zich uit den knoptoestand heeft vrij gemaakt.

Dit is o.a. het geval bij *Nicandra physaloides*, zooals zoo aanstonds blijken zal.

Bij *Malva silvestris* en *Sidalcea candida*, waar aan den rand en aan de onderzijde der bloembladen, talrijke klieren voorkomen, heb ik alleen slijmproductie waargenomen. Bij *Hibiscus esculentus* wordt behalve slijm uit de topcel der kroonklieren, ook nog glucose afgescheiden en het zal zoo aanstonds nog blijken, dat dit geval van glucose-afscheiding niet op zich zelf staat.

Ik wil nu met eenige voorbeelden aantonen, dat de trichomen op de buitenzijde van den kelk naar alle waarschijnlijkheid wel altijd werkelijke klieren zijn, en dat derhalve bij de planten met waterkelken niet uitsluitend aan den binnenwand van den kelk, maar ook op andere plaatsen in de bloem water (of slijm, of water en slijm) kan worden afgescheiden. Maar nu leert ons de waarneming verder, dat we hier niet te denken hebben aan een bijzonderheid, waardoor zich de planten met waterkelken van andere onder-

1) Korthedshalve meen ik te mogen verwijzen naar hetgeen betreffende de overeenkomst in vorm en bouw der water- en nectar-afscheidende trichomen is opgemerkt door HABERLANDT met betrekking tot de stipulaire nectariën van *Vicia sepium* en de trichoomhydathoden op de bovenzijde der foliola; verder op de waarnemingen van KOORDERS betreffende de z.g. extranuptiale nectariën op den keik van *Kigelia*, *Crescentia*, *Parmentiera* en *Stereospermum* in vergelijking met de waterklieren dezer planten en met de waarnemingen van SCHWENDT over de extralorale nectariën van *Muehlenbeckia sagittifolia* en verschillende *Polygonum* soorten, *Gossypium brasiliense* en andere soorten van *Gossypium*, *Tecoma radicans* en *Ligustrum Regelianum*. (in Beihefte zum bot. Centralblatt Bd. XXII Heft 3. 1907.)

scheiden, maar dat over 't algemeen, bij vele planten, in de zoogenaamde bloemstreek, dezelfde klieren voorkomen als op de vegetatieve deelen van de plant, en dat we nu eens aan de as der inflorescentie, dan weer aan de bracteen of aan den bloemsteel, aan den buiten- of binnenwand van kelk en kroon en niet zelden ook op de geslachtsorganen secernerende trichomen kunnen aantreffen.

Ik wees er hierboven reeds op, dat aan de jonge bloemknoppen van *Fuchsia* juist dezelfde dunwandige, min of meer knotsvormige trichomen voorkomen als aan de oppervlakte der jongste blaadjes, en dat aan een afgesneden plant, in een met waterdamp verzadigde ruimte, ook aan de oppervlakte der bloemen, afscheiding van waterig slijm kan waargenomen worden. Wat hier voor *Fuchsia* gezegd is, geldt ook voor andere planten, doch treedt nu eens meer de afscheiding van water en dan weer meer die van slijm op den voorgrond, alhoewel toch meestal de waterafscheiding plaats heeft uit klieren, die te voren slijm geproduceerd hebben.

De waarnemingen, die ik hier wil laten volgen, kies ik bij voorkeur uit die, welke betrekking hebben op planten met z.g. waterkelken, die zooals men zien zal, niet alleen in de Tropen voorkomen, maar ik wil daaraan laten voorafgaan een voorbeeld van een plant, waar in de bloem zoowel nectar- als slijm- en waterafscheiding valt waar te nemen en waar — wat ik overigens nog niet vaak heb aange troffen — slijm en water door verschillende klieren worden geseceerneerd.

Ten slotte zullen daaraan een paar waarnemingen over waterafscheiding aan de meeldraden worden toegevoegd,

Abutilon Darwinii Hook. f.

De Malvaceen behooren niet tot de planten met waterkelken, maar doen toch in menig opzicht daaraan denken.

In plaats van water wordt hier aan de binnenzijde van den kelk honig afgescheiden. Die afscheiding is vooral bij de *Abutilon*-soorten zeer overvloedig. Sluit men des avonds een volwassen bloemknop op in een glazen doos, dan vindt men des morgens na de ontluiking van de bloem, een vrij aanzienlijke hoeveelheid nectar op den breeden vlakken bodem van den kelk. In de hangende bloem vloeit die nectar langs de binnenvlakte van den kelk naar beneden. Had men er zich te voren niet van overtuigd, dat men hier met glucose te doen had, dan zou men denken, dat *Abutilon* tot de planten met waterkelken behoorde.

In 1879 heeft BEHRENS¹⁾ van dit Malvaceen-nectarium op den bodem van den kelk een uitvoerige beschrijving gegeven.

¹⁾ BEHRENS, W. J. Die Nectarien der Blüthen. Regensburg 1879.

Het bestaat uit een teerwandig weefsel van kleine, onregelmatige cellen, waarvan die, welke de epidermis uitmaken in een veelcellig, draadvormig trichoom zijn uitgegroeid, waaraan BEHRENS den oneigenlijken naam van „Sekretions-Papille” gegeven heeft. Deze Papillen vormen te zamen, daar hunne topcellen secerneeren, een uitgebreid secretievlak. BEHRENS heeft nu waargenomen, dat de uitstroaming van nectar uit deze Papillen wordt ingeleid door een onder de vorming van Collagen plaats hebbende slijmproductie in de topcel. Nu is het zeer opmerkelijk, dat trichomen van juist denzelfden vorm als BEHRENS' „Sekretions-Papillen”, die het nectarium samenstellen, op zeer verschillende plaatsen in en buiten de bloem gevonden worden.

NESTLER, die in zijne verhandeling over de waterafscheiding aan de bladen der Malvaceen¹⁾, melding maakt van de verschillende trichomen, die bij deze planten worden aangetroffen, onderscheidt ze als „lang gestielte, mehrzellige Drüsenhaare”, maar vond ze bij *Abutilon* in betrekkelijk gering aantal, waarschijnlijk omdat hij niet de allerjongste deelen op het voorkomen dier klieren heeft onderzocht.

Aan den buitenwand van den jongen kelk, die overigens een dichte bekleeding draagt van lange, spitse, stervormige haren (Büschelhaare, Sternhaare), vindt men ze in betrekkelijk gering aantal, maar de buitenwand van de kroon, de zeer jonge bloemsteel en bladsteel, de jonge stipulae en de allerjongste bladen zijn er dicht mee bekleed.

Behalve met deze lange, spitse haren en „Sekretions-Papillen” is de jonge kelk zeer rijkelijk bezet met veel kleinere klieren van elliptischen vorm, die uit één of twee steelcellen en 4 secerneerende klieren bestaan. Het zijn de „kurze, mehrzellige blasig-kopfig gestaltete Haare” uit NESTLER's verhandeling.

Brengt men nu, om zich van de secretie dezer verschillende klieren te vergewissen, een afgesneden tak, die jonge bloemknoppen tegelijk met jonge bladen draagt, onder de vochtig gehouden glazen klok, dan kan men binnen enkele uren waarnemen, dat aan de bloemstelen, bladstelen, stipulae en de jongste blaadjes nagenoeg elke „Sekretions-Papille” aan de topcel een grooten kristalhelderen druppel slijm draagt, terwijl bovendien die blaadjes zich met een waterig slijmlaagje bedekken.

De oudere volwassen bladen zijn dan van boven nagenoeg droog, terwijl hunne onderzijde, zooals dit ook door NESTLER beschreven is met groote druppels is bezet.

De jonge bloemen ziet men nu weldra onder de glazen klok met

¹⁾ NESTLER, A., Die Ausscheidung von Wassertropfen an den Blättern der Malvaceen und anderer Pflanzen. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wissenschaften Band CVI, Heft 1, S. 387.

zware droppels behangen, die vernieuwd worden wanneer ze met filtreerpapier worden weggenomen.

Dit vocht bevat geen glucose en doet zich evenmin voor als slijmig. Het is water, dat afgescheiden wordt door de kleinere klieren van elliptischen vorm, die zich van den aanvang af als echte waterklieren doen kennen. Bij deze klieren komt het ook daar, waar ze op de allerjongste blaadjes en bloemknoppen voorkomen, niet tot de vorming van subcuticulaire slijm of harsachtige producten. De buitenwand der cellen is steeds zeer dun; dat de cuticula door een in den wand gevormde zelfstandigheid wordt opgelicht valt niet waartenemen.

Men kan derhalve bij *Abutilon Darwinii* drie soorten van klieren onderscheiden:

1°. de veelcellige, draadvormige trichomen, de „Sekretions-Papillen” van BEHRENS, die op den bodem van den kelk het nectarium samenstellen, en onder slijmproductie uit de topcel, glucose secerneeren aan den aanvang van den bloei,

2°. klieren van juist denzelfden bouw, die aan den buitenwand van den kelk, den buitenwand van de kroon, den bloemsteel en bladsteel, de stipulae en de jongste bladen, slijm en ook een weinig water secerneeren en

3°. klieren aan den buitenwand van den kelk en de ondervlakte der bladen, die alleen water afscheiden.

Bij andere Malvaceen vindt men in den regel dezelfde soorten van klieren, maar anders over de plant verdeeld, weer terug.

Bij *Malva silvestris* bijv. hebben de waterklieren de overhand, de blaadjes van den buitenkelk en de buitenzijde van den eigenlijken kelk en ook de bloemstelen zijn daarmee zeer dicht bekleed.

In de vochtige ruimte onder de klok zijn de jonge bloemknoppen den volgenden morgen aan den buitenkelk en aan den eigenlijken kelk met water bedekt. Het afgescheiden water neemt weldra zoo toe, dat het letterlijk van de bloemen naar beneden druipt.

Calystegia sepium R.Br. (*Convolvulus sepium* L.)

Evenals bij de tropische Convolvulaceen omtrent wier waterscheiding aan de binnenzijde van de kelkbladen NILS SVEDELIUS belangrijke waarnemingen heeft gedaan — inzonderheid voor zoover betreft *Stictocardia tiliifolia* (CHOISY) HALLIER en *Operculina Turpethum* (L.) PETER — zijn ook bij onze inheemsche *Calystegia sepium* de kelkbladen in den knop en in het tijdperk van den bloei, aan de binnenzijde steeds vochtig en kleverig. Men neemt gemakkelijk waar, dat de slijmige vloeistof wordt afgescheiden door kussenvormige of schildvormige klieren, die in betrekkelijk groot aantal over den

binnenwand van den kelk verspreid zijn. Deze klieren zijn hier slechts ten deele in groepen van 1—5 geschaard, de meesten zijn min of meer gelijkvormig over de binnenvlakte verdeeld. Aan den buitenwand der kelkbladen komen ze niet voor, maar men vindt ze in tamelijk groot aantal aan den buitenwand, in geringer aantal ook aan den binnenwand der bracteen en verder aan den bloemsteel en aan de bladen.

Onder gewone omstandigheden wordt er slechts zelden in de jonge bloemknoppen zooveel vloeistof aangetroffen, dat zij zich tusschen de vingers droppelsgewijze daaruit laat persen; toch heb ik dit eenige malen kunnen waarnemen. Of ook nog na de bevruchting, in de periode van het rijpen van de vrucht, slijm of water afgescheiden wordt, zoo als bij *Stictocardia tiliaefolia* en *Operculina Turpethum* is mij niet bekend. *Calystegia sepium* die zich voordoeft als een onzuivere, verbasterde plant is blijkbaar in haar vermogen om zich geslachtelijk voortteplanten zeer verzwakt en komt zelden tot vruchtzetting.

Wanneer men nu van *Calystegia sepium* een afgesneden rank, met de sneevlakte in water, onder de vochtig gehouden glazen klok brengt, dan beginnen weldra de klieren aan de oppervlakte der bracteen, aan den bloemsteel en aan de bladen water af te scheiden en vindt men reeds na enkele uren onderzijde en bovenzijde der bladen met talrijke waterdruppeltjes bedekt, die spoedig grooter worden. Door het samenvloeien dezer droppeltjes zijn de jonge bladen weldra aan beide zijden met een waterlaag bedekt, en in den eindknop, waar de blaadjes elkander geheel of ten deele dekken, bevinden ze zich, tegelijk met de ingesloten okselstandige bloemknoppen, die bovendien nog zelf aan de buiten- en binnenzijde der bladen water afscheiden, als in een waterbad.

De klieren, die het water afscheiden, secerneeren in den knop, wanneer ze nog zeer jong zijn, slijm; zij komen dus ook in dit opzicht met de klieren aan den binnenwand van den kelk overeen. Het zijn de Hansteinsche „Trichomzotten”, die later waterklieren worden.

Datura Metel L., *D. Stramonium* L.

Evenals bij andere Solanaceen, wier waterkelken door LAGERHEIM en KOORDERS beschreven zijn: *Jochroma macrocalyx* Benth., *Nicandra physaloides* Gärtn, en *Juanulloa parasitica* Ruiz et Pav. of als bij *Solandra grandiflora* wier zeer groote bloemknoppen steeds tot een aanzienlijke hoogte met water zijn gevuld, kan men zeggen, dat ook in 't geslacht *Datura* de bloemkroon, meeldraden en 't vruchtbeginsel

in een waterhoudenden kelk tot ontwikkeling komen. Alhoewel de waterafscheiding bij deze planten niet zoo rijkelijk is als bij *Solandra grandiflora* of ook zelfs niet als bij *Nicandra physaloides*, zoo kan men toch wel altijd in de knoppen, een niet onbelangrijke hoeveelheid water vinden. Maar, waar bij de andere Solanaceen het water aan den binnenwand van den kelk wordt afgescheiden, vinden wij bij *Datura* de eigenaardige afwijking, dat de waterklieren den buitenwand der kroon bekleeden, terwijl de binnenwand van den kelk, die zeer talrijke stomata bezit, noch klieren noch andere trichomen draagt. Ook de klierdragende buitenwand van de kroon is niet vrij van stomata. In uitwendigen vorm en inwendigen bouw komen die klieren vrijwel overeen met die, welke bij andere Solanaceen gevonden worden; het secerneerend hoofdje bestaat ook bij de *Daturaklieren* uit 3 étages, maar meestal is de middelste cel vertikaal in twee cellen gedeeld, daardoor zijn ze meer kogelvormig dan elliptisch. Bij *Datura Metel* vindt men deze waterklieren tusschen talrijke, lange, spitse, drie tot viercellige haren verborgen.

Waar nu bij andere planten met waterkelken, de kelk in zijn groei en ontwikkeling de overige bloemdeelen sterk vooruit is, zoodat hij reeds een niet onbelangrijke met water gevulde ruimte vormt, wanneer de overige bloemdeelen nog pas op den bloembodem te voorschijn komen, is dit bij *Datura* niet het geval.

In zeer jonge bloemknoppen van 3 mm. heeft de kroon reeds een lengte van $1\frac{1}{2}$ mm. en in dit stadium worden dan de waterklieren aangelegd.

Heeft de kroon een lengte van 5 mm. bereikt, dan vindt men haar van onder tot boven en vooral aan de slippen met klieren van verschillende grootte en ontwikkeling bedekt.

De buitenwand van den kelk draagt bij *Datura* klieren van nage-noeg denzelfden bouw als de buitenwand van de kroon en ditzelfde geldt ook voor den bloemsteel.

Maar verder zijn ook de jongste bladen aan beide zijden reeds in de vroegste jeugd met klieren bedekt, die slechts in ondergeschikte kenmerken n.l. in den vorm van het secerneerend hoofdje, van de kroon-klieren afwijken. Aan de iets oudere bladen, die zich reeds min of meer ontplooid hebben, vindt men ze bijzonder talrijk en dicht op elkander gedrongen aan de onderste helft van het blad en daar aan beide zijden. Overigens is de buitenzijde van den kelk, evenals het blad en de bloemsteel nog met lange, uit een breeda basis spits toeloopende, meestal 4-cellige en met sterk lichtbrekenden inhoud gevulde haren bekleed, die aan de bladen bizonder talrijk aan

de bovenzijde gevonden worden, terwijl ze aan de onderzijde meer aan den loop der nerven gebonden zijn.

Wanneer nu een afgesneden jonge plant in de vochtige ruimte wordt gebracht, ziet men reeds na weinig uren, dat op de bladen, vooral aan de onderste helft, talrijke droppeltjes worden afgescheiden, die weldra samenvloeien zoodat ze spoedig met een laag water bedekt zijn. Zulke waterdruppels treden tegelijkertijd op aan de buitenzij der jonge bloemknoppen. Alleen aan de allerjongste blaadjes in den knop wordt geen water afgescheiden, daar alleen vindt slijm-afscheiding plaats uit den wand der klieren.

De waterklieren van *Datura* zijn dus oorspronkelijk slijmklieren (Trichomzotten), die zich later voordoen als waterklieren.

De lange, rechtopstaande kegelvormige trichomen nemen aan de waterafscheiding geen deel. Maar niet zelden vindt men aan eenige dier haren, aan de topcel of aan een der andere cellen een helderen druppel slijm.

Nicandra physaloides Gärtn.

Zooals reeds gebleken is uit de mededeelingen van KOORDERS, komt *Nicandra physaloides*, wat de waterafscheiding betreft, met *Spathodea campanulata* en andere planten in zoover overeen, dat ook hier de watersecerneerende trichomen aan den binnenwand van den kelk gevonden worden en dat de watersecretie reeds begint, wanneer de overige bloemdeelen nog ternauwernood zijn aangelegd. De hier gekweekte planten scheiden niet minder water in de bloem af dan in Buitenzorg; de jonge knoppen zijn in den regel geheel met water gevuld.

Dan heeft KOORDERS ook reeds vermeld, dat gelijksoortige knotsvormige trichomen, die aan den binnenwand van den kelk het water afscheiden, nagenoeg even talrijk ook op den buitenwand van den kelk en aan den buitenwand van de kroon gevonden worden.

Ik wil daar nu nog aan toevoegen, dat ook de jonge bladen van de allerjongste knopstadiën af, aan beide zijden met deze trichomen bekleed zijn, en dat ze evenals bij *Datura*, later vooral in groot aantal aan de onderste helft van 't blad gevonden worden.

Ook bij *Nicandra* worden ze zeer vroeg aangelegd; de zeer jonge knopblaadjes van nauwelijks 1 mm. lengte zijn daarmee reeds dicht bezet. Hier constateert men weer, dat zij oorspronkelijk slijmklieren zijn.

Verder komt nog *Nicandra* met *Datura* hierin overeen, dat de bladen — maar hier alleen aan de bovenzijde — groote kegelvormige, 3-4-cellige haren met sterk lichtbrekenden inhoud dragen, die in hunne verspreiding niet aan den loop der nerven gebonden zijn. Aan de volwassen bladen komen ze niet meer voor.

In de vochtige ruimte gedraagt *Nicandra physaloides* zich geheel als *Datura*.

Na weinige uren zijn de jonge bloemen en bladen — de allerjongste knopbladen uitgezonderd — met een laag water bedekt, terwijl de kegelvormige haren zich als slijmklieren doen kennen. De slijmafscheiding is echter gering; slechts aan enkele weinige haren ziet men kleine slijmdroppeltjes verschijnen. Maar dit neemt men niet alleen in de vochtige ruimte waar, men ziet het ook aan afgesneden, in een glas water staande, niet door een glazen klok overdekte, jonge planten. Eindelijk heeft men dan nog gelegenheid in de vochtige ruimte waartenemen, dat de klieren aan de onderzijde der kroon, tijdens den bloei water secerneeren, zooals reeds hierboven werd vermeld.

Dahlia spec. et var. div.

Zoolang de bloemhoofdjes der *Dahlia* zich nog in den toestand van knop bevinden, worden de jonge bloemen van boven door de binnenste omwindselblaadjes gedekt. In den regel kan men dan in dit stadium gemakkelijk waarnemen, dat de hangende bloemhoofdjes van onderen vochtig zijn en dat er zich tusschen de omwindselblaadjes en de bloemen vochtdroppeltjes bevinden, die door de omwindselblaadjes doorschemeren en zich door een lichten druk met het potlood heen en weer laten bewegen.

Maar niet zelden, vooral bij bedekte lucht, kan men ook aan het bloemhoofdje een druppel vocht zien hangen.

Die droppeltjes bestaan uit water.

Deze waterafscheiding, alhoewel niet gering, is na de bevruchting veel aanzienlijker. Het bloemhoofdje, dat zich tijdens den bloei had uitgespreid, begint zich dan op nieuw te sluiten, terwijl de omwindselblaadjes belangrijk in grootte toenemen. Het uitgebloeide hoofdje neemt dan den vorm aan van een hangenden tol.

Aan den top van den tol kan men nu vrij wel altijd, gedurende den geheelen duur van het rijpen der vruchtjes een waterdruppel waarnemen, die zich na verwijdering spoedig vernieuwt, ten bewijze, dat ergens in het bloemhoofdje en voortdurend, water wordt afgescheiden.

Nader onderzoek leert nu, dat alle vruchtbeginsels en alle bloemkronen in het bloemhoofdje, aan de buitenzijde met lange, uit een rij van circa 15 zeer inhoudrijke cellen bestaande trichomen bekleed zijn, die naar den vorm aan de honig-afscheidende klieren der Malvaceen doen denken. Deze trichomen zijn de klieren die het water secerneeren.

Bij *Dahlia* staat elke bloem in den oksel van een schutblad. Dit schutblad, dat zoo lang zich de bloem in den toestand van knop bevindt, haar geheel omsluit, draagt geen klieren of andere trichomen en neemt aan de waterafscheiding geen deel.

Aan de randbloemen, die op eigenaardige wijze, in den knop in de lengte gevouwen zijn, bevinden zich de waterklieren het talrijkst op de nerven, maar overigens over den geheelen buitenwand verspreid. Aan de schijfbloemen treden ze in veel geringer aantal op en aan de kroonbuis alleen aan de grens van het nauwere en het wijdere gedeelte. In welk knopstadium de watersecretie een aanvang neemt valt niet te zeggen. In zeer jonge bloemhoofdjes onttrekken zich de droppels aan de waarneming, of ze zijn nog niet aanwezig. Men wordt ze eerst gewaar wanneer de buitenste krans der omwindselblaadjes zich naar buiten kromt. Tijdens den bloei laat de waterafscheiding zich natuurlijk wegens de verdamping niet waarnemen. Eerst na de bevruchting, wanneer het hoofdje zich weer samentrekt, de omwindselblaadjes uitgroeien en weer tot elkander naderen, treedt de afscheiding op nieuw aan 't licht.

Coreopsis tinctoria Nutt., *Coreopsis lanceolata* L. *Cosmos hybridus* Hort. ¹⁾

In het geslacht *Coreopsis* en bij *Cosmos hybridus* Hort. zijn evenals bij *Dahlia* de bloemhoofdjes, zoolang de bloemen nog niet hunne volle ontwikkeling bereikt hebben, van boven door de hier meestal geel-bruine omwindselblaadjes van de binnenste krans gesloten; de buitenste krans van groene omwindselblaadjes heeft zich dan reeds uitgespreid. Opent men het bloemhoofdje in dit stadium, dan vindt men bij *Coreopsis* en *Cosmos hybridus* evenals bij *Dahlia* de bloemen in een vloeistofbad.

De omwindselblaadjes, die bij *Dahlia* in twee rijen over elkander gelegen zijn zonder met elkaar te vergroeien, sluiten bij *Coreopsis* en dezen *Cosmos*, in een enkele rij gerangschikt, met de randen vaster aan elkander. Die sluiting maakt, dat men hier zeldzamer dan bij *Dahlia* een droppel naar buiten ziet komen.

Na de bevruchting sluit zich het hoofdje bij deze planten niet weer; een vloeistofafscheiding gedurende het rijpen van de vrucht komt hier niet voor.

Nader onderzoek leert, dat de bloemkronen ook hier met dezelfde lange, uit circa 15 cellen samengestelde trichomen bekleed zijn als

¹⁾ Er bestaat bij mij twijfel over de vraag of deze plant terecht tot het geslacht *Cosmos* is gebracht. Zij lijkt mij veeleer een *Coreopsis* te zijn.

bij *Dahlia*, maar de jonge vruchtbeginsels zijn bij deze planten van trichomen vrij. Zeer opvallend is het echter, dat bij *Coreopsis* en bij *Cosmos hybridus* deze trichomen geen water, maar een vloeistof afscheiden, die bij verwarming met FEHLING's proefvocht een zeer sterke reactie geeft op glucose, die dus in dit opzicht overeenkomt met de vloeistof, die volgens SHIBATA in den kelk van *Tecoma grandiflora* wordt gevonden.

Ik zal later gelegenheid hebben om aantetoonen, dat het volstrekt geen zeldzaamheid is, dat klieren, die men oppervlakkig voor waterklieren zou aanzien, nectar secerneeren. De overeenkomst tusschen water- en suikersecerneerende klieren is dan ook geenszins beperkt tot den uitwendigen vorm en den anatomischen bouw (zie de noot op pag. 338), maar gaat verder.

Men zal zich herinneren, dat HABERLANDT¹⁾ de meening heeft uitgesproken, dat er tusschen nectar- en waterklieren een phylogenetisch verband zou bestaan. HABERLANDT stelt zich voor, dat de waterklieren van veel ouderen datum zijn en dat in vele gevallen met zekerheid mag worden aangenomen, dat de nectariën daaruit zijn ontstaan. Hij gaat daarbij van de vooronderstelling uit, dat het onderscheid tusschen water- en suikerafscheidende trichomen niet zoozeer gelegen is in de verschillende samenstelling van het product — ook van watersecerneerende trichomen geeft de celinhoud nu en dan een reactie op glucose — dan wel daarin, dat de eerste in hunne secretie afhankelijk zijn van den hydrostatischen druk in het waterleidingsstelsel en de nectariën niet.

Het geleidelijk ontstaan van nectariën uit hydathoden bracht aan de plant het voordeel, dat de secretie onafhankelijk werd van den bloedingsdruk. We zagen nu reeds uit het eerste gedeelte dezer mededeeling, dat de grondslag voor dit betoog niet juist is en dat dus de stelling omtrent een phylogenetisch verband tusschen water- en nectarklieren moeilijk meer verdedigd kan worden.

Keeren wij na deze uitweiding tot de waarnemingen terug, dan moet ik er nog op wijzen, dat rechter- en linkerzijde der tongvormige randbloemen in den knoptoestand naar het midden toe omgevouwen zijn, en dat ze aan de buitenzijde, vooral op de nerven, met deze secerneerende trichomen bezet zijn.

Bij de buisvormige schijfbloemen vindt men ze vooral op de slippen (*Coreopsis tinctoria*) of alleen aan het onderste gedeelte van de kroonbuis (*Coreopsis laciniata* en *Cosmos hybridus*).

Ten slotte zij hier nog opgemerkt, dat bij *Dahlia* en *Cosmos* de

¹⁾ HABERLANDT, l.c. pag. 58.

kroon der tongvormige randbloemen niet alleen met deze lange, glucose-afscheidende klieren bezet is, maar ook nog met kort gesteelde knotsvormige klierharen. Bij de beide *Coreopsis*-soorten heb ik deze niet aangetroffen. Ze blijven bij de behandeling met verdunde kleurstoffen ongekleurd, terwijl de andere klieren kleurstof opnemen. In den vorm komen ze overeen met die, welke volgens SOLEREDER onder de Compositen algemeen voorkomen. De aard van den wand wijst er op, dat ze slijm afscheiden; waarschijnlijk functioneeren ze eerst later, tijdens den bloei.

Uit analogie met hetgeen *Calystegia*, *Datura* en *Nicandra* hebben geleerd, liet het zich verwachten, dat de trichomen, die aan de buitenzijde der jonge bloemen in de hoofdjes der Compositen water of glucose afscheiden, ook wel op andere plaatsen zouden worden aangetroffen.

Dit vermoeden is bevestigd geworden. Zoowel bij *Cosmos hybridus* als bij *Dahlia*¹⁾ zijn reeds op zeer jeugdigen leeftijd de bladen met tweeërlei trichomen bekleed, ten eerste met zulke, die in bouw overeenkomen met de water- en glucose-secererende klieren der bloemen en ten tweede met langere (*Dahlia*) of kortere (*Cosmos*), uit een breede basis kegelvormig toegespitste haren met dikken wand en een gestreepte cuticula. De eerste bestaan dus uit een rij van 15—20 min of meer parelsoervormig op elkander volgende, dunwandige cellen, die in het midden van het trichoom even hoog als breed zijn, maar naar den top toe geleidelijk langer worden. Deze cellen, vooral die aan de bovenste helft van het trichoom zijn met dicht, korrelig plasma gevuld. Uit anilinekleurstofoplossingen (Methyleenblauw, Rosanilinviolet) nemen ze gemakkelijk kleurstof op. Bij *Dahlia* vindt men ze vooral boven den middennerf en de zignerven aan beide zijden van het blad tegen de oppervlakte aangedrukt. Bij *Cosmos hybridus*, waar de bladslippen zeer smal zijn, vindt men ze ook het talrijkste aan de bovenzijde der bladen boven den nerf, maar hier en daar ook aan de onderzijde. De andere haren hebben bij *Cosmos* en *Dahlia* een verschillenden vorm, maar ook is deze op verschillende plaatsen der plant niet altijd dezelfde.

Bij *Cosmos* zijn ze, voor zoover ze aan de onderzijde der bladen en aan den rand voorkomen, uit 6 cellen saamgesteld, uit een breede, somtijds meer-cellige basis, kegelvormig toegespitst en sikkelvormig gekromd, terwijl de inhoud der cellen min of meer lichtbrekend is en de cuticula, vooral die der topcel, gestreept.

Bij *Dahlia* komen dergelijke sikkelvormig gekromde trichomen

¹⁾ Bij *Coreopsis* heb ik dit niet onderzocht.

aan den rand der bladslippen voor, doch zijn die, welke aan de boven- en onderzijde van het blad voorkomen, veel langer, niet gekromd en in hunne verspreiding niet aan de nerven gebonden. Bij deze trichomen is van alle cellen de cuticula gestreept. Aan de onderzijde van het blad zijn ze veel talrijker dan aan de bovenzijde.

Het laat zich gemakkelijk constateeren, dat op de allerjongste bladen de klierharen slijm (hars of balsem) afscheiden. Bij iets verder ontwikkelde stadiën vindt men de klieren boven de midden- en zijnerven ten deele als door slijm omgeven; de cellen der bovenste helft van het trichoom zijn dan niet zelden bij de slijmafscheiding te gronde gegaan.

Onder de glazen klok ziet men nu aan de afgesneden en in een glas water geplaatste planten, juist hetzelfde verschijnsel optreden als bij *Calystegia* en de Solanaceen.

De toegeslagen bladslippen van beide soorten zijn weldra aan de binnen- en buitenzijde met een laag slijmhoudend water bedekt, maar de afscheiding is niet zoo rijkelijk als bij de andere planten. Een droppelvorming heb ik hier niet te voorschijn kunnen roepen.

De klierharen derhalve, die in de bloemhoofdjes van *Dahlia* water en in die van *Cosmos* glucose secerneeren, scheiden daar, waar ze aan de bladen voorkomen een waterig slijm af. In dit slijm heb ik noch bij *Dahlia* noch bij *Cosmos* glucose gevonden.

Melandrium album Garcke, (*Lychnis vespertina* Sibth.).

Ook de vrouwlijke vormen van *Melandrium album* kunnen gerekend worden onder de planten met waterkelken, maar hier doet zich de bijzonderheid voor, dat het afgescheiden water de plaats inneemt, die elders door den nectar wordt ingenomen.

Opent men een nog geheel gesloten, nog niet volwassen bloemknop van de vrouwelijke plant, dan vindt men de nagels der bloembladen, den wand van het vruchtbeginsel en den wand van den kelk met talrijke druppels bezet.

Bij oppervlakkige beschouwing zou men de bloem voor zeer rijk aan nectar houden, maar zuigt men deze droppeltjes met een strookje filtreerpapier op om daarna het papier met FEHLING's proefvocht op het voorwerpglas en onder dekglas op nectar te onderzoeken, dan vindt men geen spoor van glucose.

Ook in de manlijke bloem zijn reeds lang vóór dat de bloemknop zijn ontluiking nadert, de verschillende ingesloten bloemdeelen met talrijke vloeistofdruppels bezet, maar hier bestaan ze uit nectar, die uit den vleezigen ring aan de basis der meeldraden wordt afscheiden.

Overigens doet zich in de vrouwelijke bloem het nectarium voor als volkomen ontwikkeld; in vorm en afmeting komt het met dat van *Melandrium rubrum* overeen, maar het produceert geen nectar en het weefsel is vrij van glucose.

De vergelijking der beide geslachtsvormen van *Melandrium album* leert nu verder, dat de vrouwelijke kelk, die iets grooter is dan de manlijke en van boven een weinig is toegesnoerd, aan den binnenwand met tweecërlei haren dicht bekleed is, nl. met lang gestrekte 3—4 cellige haren, die in een afgeronde kliercel eindigen en met bijna gelijk gebouwde haren, die geen kliercel dragen, maar in een toegespitste topcel uitloopen.

Aan den binnenwand van de kelkbuis der manlijke bloemen worden deze beide soorten van haren niet gevonden, alleen zijn de rand en de binnenzijde der slippen met klierharen bekleed.

Dergelijke klierharen, die echter meestal iets langer gesteeld zijn, bekleeden ook de buitenzijde van den kelk bij beide geslachtsvormen.

Na de bevruchting, wanneer de kroon is afgevallen wordt de jonge vrucht door den meegroeïenden kelk omsloten en men neemt dan waar, dat gedurende het rijpen van de vrucht de ruimte tusschen kelkwand en vruchtbeginsel met een zeer kleverige slijm laag gevuld is, welk slijm afkomstig is van de klierharen, die zich in dit stadium in volle werkzaamheid bevinden.

Wat het water betreft, dat in den knoptoestand en gedurende den bloei in de vrouwelijke bloem gevonden wordt, meen ik reden te hebben om aan te nemen, dat dit wordt afgescheiden door de andere, spits uitlopende haren van den binnenwand van den kelk en zulks te meer, omdat ze niet voorkomen in de manlijke bloem en omdat bij *Melandrium rubrum* in wier vrouwelijke bloemen men evenzoo in alle ontwikkelingstadiën den binnenwand van den kelk met een groot aantal klierharen bekleed vindt, die blijkbaar reeds in jonge knoppen slijm afscheiden, en wier vruchten ook door een slijm laag omgeven zijn, maar in wier bloemen in de periode van bloei geen water wordt afgescheiden, aan den binnenwand van den kelk alleen de slijm-secerneerende, niet de spitse haren gevonden worden¹⁾.

1) Het is mogelijk, dat ook in de vrouwelijke bloem van *Silene Otites* Sm. water wordt afgescheiden. SCHULTZ deelt omtrent deze plant mee, dat in Duitschland blijkbaar eene nectarafscheiding bij de vrouwelijke exemplaren nagenoeg altijd en bij de manlijke zeer vaak achterwege blijft, maar dat in Tirol, de manlijke (en de tweeslachtige) bloemen evenals de vrouwelijke aan den binnenwand van den ring, die de bases der meeldraden verbindt, honig afscheiden.

In de manlijke bloemen — zoo zegt SCHULTZ — kunnen de insecten wegens de geringe diepte en de tamelijk wijde opening van de bloem, den honig gemakkelijk bereiken, maar in de vrouwelijke bloem is het hun waarschijnlijk wel altijd totaal

Ik wil thans met een tweetal voorbeelden aantonen, dat de waterafscheiding in de bloem niet gebonden is aan de buiten- en binnenzijde van den kelk of aan den buitenwand van de kroon (*Datura*), maar dat ze ook kan optreden aan de meeldraden.¹⁾

Waterafscheiding aan de meeldraden.

Verbascum. Wanneer men een nagenoeg volwassen bloemknop van een *Verbascum* voorzichtig opent, dan kan men zeker zijn daarin een helderen droppel vocht te vinden.

KERNER²⁾, die dit verschijnsel bij *Verbascum phoeniceum* en *V. Blattaria* heeft waargenomen, meende hier met een zeer eigenaardige wijze van nectarafscheiding te doen te hebben waarbij uiterst fijne honigdruppeltjes uit de stomata te voorschijn zouden komen.

Zuigt men echter het vocht met filtreerpapier op, dan blijkt het met FEHLING's proeftocht behandeld, geen spoor van glucose te bevatten.

Die waterafscheiding in den gesloten bloemknop heb ik bij alle *Verbascum*-soorten, die ik gelegenheid had te onderzoeken, waargenomen; te weten: bij *V. phlomoides* L., *V. Thapsus* L., *V. thapsiforme* Schr., *V. Phoeniceum* L., *V. Blattaria* K., en een hybride van *V. Phoeniceum*.

Het water laat zich het beste waarnemen in knoppen, die op het punt staan zich te ontplooien; in jonge knoppen onttrekken ze zich aan de waarneming of zijn ze nog niet aanwezig.

Van waar dat water komt, laat zich met volkomen zekerheid niet zeggen. Dat het uit het bloemblad zou worden afgescheiden — uit de stomata, zooals KERNER meende — is niet juist, want stomata

onmogelijk, omdat de kelk en de bloembladen dicht tegen het vruchtbeginsel aanliggen.

Ik heb van deze plant 50 manlijke en evenveel vrouwelijke bloemen met gedistilleerd water geschud en het water op glucose onderzocht. Het bleek, dat de manlijke bloemen rijkelijk van nectar waren voorzien, doch dat het water uit de vrouwelijke bloemen geen spoor glucose had opgenomen.

Het is mij niet gelukt in de vrouwelijke bloem vocht druppeltjes waar te nemen. Of er evenals bij *Melandrium album* water wordt afgescheiden, valt niet te zeggen. Het waarschijnlijkste komt het mij voor, dat wij hier met een geheel nectar- en waterlooze bloem te doen hebben, te meer omdat ook trichomen aan den binnenwand van den kelk, dien men een waterafscheiding zou kunnen toeschrijven, bij *Silene Olites* niet voorkomen.

¹⁾ Ten aanzien van het voorkomen van „Trichomzotten” aan de oppervlakte van het ovarium o. a. bij *Lysimachia*-soorten, *Ononis spinosa* en *Verbascum Blattaria*, moet ik korthedshalve verwijzen naar hetgeen daarover is meegedeeld in mijn vorige mededeeling in het Verslag der Vergadering van 28 Nov. 1908.

²⁾ KERNER VON MARILAUN. Pflanzenleben. Zweiter Band. Neuer Abdruck. S. 159.

komen er in de epidermis van het kroonblad bij *Verbascum* niet voor. Ook klieren of andere trichomen vindt men niet op de kroon.

Ik meen echter te mogen aannemen, dat het water wordt afgescheiden uit de lange, meestal gekleurde haren van eigenaardigen bouw, waarmee de meeldraden bekleed zijn. Deze bestaan uit een enkele cel, die den vorm heeft van een lang gesteelde knots en wier cuticula zeer fraai geteekend is. DELPINO hield deze haren voor „Handhaben zum Anklammern der blütenbesuchenden Insekten”, terwijl KNUTH meende, dat ze bovendien nog zouden dienen tot verhooging der „Augenfälligkeit” der *Verbascum* inflorescentie, althans daar, waar de kleur der haren van die der kroon afwijkt.

Ik houd ze voor waterklieren.

Met FEHLING's proefvocht geven ze slechts een zeer zwakke glucose-reactie en dikwijls laat de glucose zich daarin in het geheel niet aantoonen. Nu en dan kan men in het knotsvormig uiteinde een verticale, zeldzamer een horizontale spleet vinden; maar dit is geen standvastig verschijnsel.

Hiermede is niet gezegd, dat KERNER ongelijk heeft wanneer hij meent, dat in de *Verbascum*-bloem honig te vinden is. Wel is waar wordt zij tot de nectarlooze bloemen gerekend, doch vindt men bij alle soorten, met uitzondering van *V. Blattaria* rijkelijke honigafscheiding aan den wand van het vruchtbeginsel. Deze wand is met een dicht vilt van zeer dikke, vertakte haren bekleed. De honig, die door den wand van het ovarium wordt afgescheiden, wordt door deze bekleeding opgezogen en capillair vastgehouden, zoodat men zeggen kan, dat het ovarium bij *Verbascum*, gedurende den bloei door een in glucose gedrenkte mantel omgeven is.

Tradescantia virginica L.

Juist hetzelfde verschijnsel van het standvastig voorkomen van een helderen vloeistofdruppel in den bloemknop kan men waarnemen bij *Tradescantia virginica*. Hier is het verschijnsel nog opvallender omdat van een honigafscheiding in de *Tradescantia*-bloem geen sprake is. Nectariën worden in de geheele familie der Commelinaceen niet gevonden.

Het opzuigen van het vocht met een strookje filtreerpapier en verwarming van het papier op het voorwerpglas in een druppel FEHLING's proefvocht, leert ook hier, dat het vocht niet de geringste spoor glucose bevat.

Waar ik nu bij *Verbascum* geweest heb op de waarschijnlijkheid, dat de waterdruppel zou zijn afgescheiden door de haren waarmee

de meeldraden bekleed zijn, zoo heb ik wat *Tradescantia* betreft, evenveel reden om aan te nemen, dat het ook hier de in de physiologie zoo welbekende meeldradenharen zijn, die als waterklieren het vocht afscheiden.

Alvorens deze mededeeling te sluiten meen ik met een enkel woord te moeten toelichten om welke reden de uitdrukking „Hydathode” niet dan bij uitzondering is gebezigd.

Men zal zich herinneren, dat HABERLANDT onder die uitdrukking alle „Apparate” en plaatsen samenvat, waar bij de plant waterafscheiding in vloeibaren vorm plaats vindt, onverschillig op welke wijze het water naar buiten wordt gevoerd, door actief werkende cellen of niet.

HABERLANDT vooronderstelde, dat de geheele waterafscheiding bij de plant zoowel die aan de toppen en tanden der bladen als die aan de oppervlakte door inwendige en uitwendige klieren, bepaaldelijk ten doel had om, telkens wanneer het door de wortels uit den bodem opgenomen water een verhooging van den hydrostatischen druk in de vaatbundels te weeg bracht, een injectie der intercellulaire ruimten te voorkomen en wilde blijkbaar met de uitdrukking „hydathoden of waterwegen” te kennen geven langs welke wegen de overmaat van water weer werd afgevoerd.

Uit het meegedeelde is nu gebleken, dat die opvatting niet juist is en dat de werkzaamheid der uit- en inwendige waterklieren niet in direct verband staat met den bloedingsdruk. Men zou dus alleen die uitdrukking kunnen behouden voor de plaatsen van geringsten weerstand, die het door de wortels opgeperste water, bij belemmering der transpiratie gemakkelijk naar buiten laten treden en overigens duidelijkshalve van klieren moeten spreken. Maar voor de plaatsen van geringen weerstand is reeds vroeger door MOLL ¹⁾ het woord *Emissariën* of *doorlaten van het water*” in de literatuur ingevoerd, welk woord het begrip juister aangeeft dan het woord „*Hydathoden* of *waterwegen*”.

Uit het tweede gedeelte van deze mededeeling over de waterafscheiding bij de plant blijkt dus, dat niet alleen aan de bladeren, maar vaak ook in de bloemstreek en aan verschillende onderdeelen van de bloem, een vloeistofafscheiding plaats vindt.

¹⁾ MOLL, J. W., Untersuchungen über Tropfenausscheidung und Injection bei Blättern. Verslagen en Mededeelingen der Koninkl. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam Dl. XV, 1880.

Die waarnemingen stellen nu ook verder het bekende verschijnsel der waterafscheiding in den bloemknop bij de planten met z. g. waterkelken in een ander licht.

Wij hebben voorheen gemeend, dat de waterafscheiding in den bloemknop was te beschouwen als een door de natuurlijke teeltkeus, in den strijd om 't leven tot stand gekomen, nuttige inrichting ter bescherming der ingesloten bloemdeelen tegen uitdroging wegens een te sterke transpiratie.

Wij zien thans, dat zij verband houdt met het verschijnsel der vloeistofafscheiding aan de oppervlakte der plant en dat de aanwezigheid van water in den kelk hierin hare verklaring vindt, dat het door de kelk- of kroonklieren afgescheiden water in den gesloten kelk minder dan elders aan verdamping is blootgesteld en zich daar verzamelen kan.

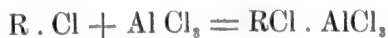
M. a. w. de waterafscheiding in den bloemknop is niet ontstaan omdat zij nuttig was voor de plant, maar zij kan de plant ten goede komen, daar, waar de ingesloten bloemdeelen of jonge vruchten aan het gevaar voor uitdroging zijn blootgesteld.

Scheikunde. — De Heer HOLLEMAN biedt eene mededeeling aan van den Heer J. BÖESEKEN: „*Bijdrage tot de kennis van katalytische verschijnselen*”.

(Mede aangeboden door den Heer S. HOOGWERFF).

I.

Door de onderzoekingen van PERRIER (Thèse 1896 en Comt. rend. **116**, p. 1300) en van mij (Recueil 1900, p. 19) is vastgesteld dat bij de reactie van FRIEDEL en CRAFTS niet de aromatische koolwaterstof maar het chloride of anhydride het eerst door het aluminiumchloride wordt aangegrepen, in zooverre er in vele gevallen additie-producten konden worden afgezonderd. Deze worden dan door het benzolderivaat omgezet. Ik heb er vervolgens op gewezen (Verslagen Kon. Ak. v. Wet. 1907, p. 613) dat de vorming van deze tussehenproducten als zoodanig niet ter verklaring kan dienen van den katalytischen invloed van het aluminiumchloride, omdat het potentiaalverval van de reactie:



noodwendig in aftrek moet gebracht worden van het potentiaal

verval van de geheele reactie, zoodat men toch naar de oorzaak van de snelheid dezer tusschenreacties moet zoeken.

De chloriden welke deze additieprodukten niet of moeielijk vormen zooals $C Cl_4$, $CH Cl_3$, $S_2 Cl_2$, $P Cl_3$ enz. worden dan ook veelal heftiger aangegrepen, dan degenen die stevige molekulaire verbindingen met den katalysator aangaan.

Ik ben dan ook tot de overtuiging gekomen en heb dit reeds vroeger uitgesproken, naar aanleiding van den overgang van witten in rooden phosphor (l. c.), dat de opheldering van de katalytische werking moet gezocht worden in den dissocieerenden invloed dien de katalysator bij zijn nadering op de molekulen uitoefent.

Hoe wij ons de oorzaak van den blijvenden samenhang der molekulen ook mogen denken, zeker is dat er tusschen de atomen een zekere tegenstelling bestaat, die ook in het molekuul niet geheel uitgewischt kan worden, omdat de atomen elkander niet kunnen vernietigen.

Deze tegenstelling blijkt afhankelijk te zijn van de omstandigheden, veranderen deze, dan verandert de tegenstelling, en daarmee komt een wijziging in het bestaande evenwicht. Tot deze veranderingen behoort de nadering van andere atomen of atoomgroepen. Men kan zich nu de werking van positieve katalysatoren voorstellen als die van atomen of atoomgroepen, die door hunne onmiddellijke nabijheid de bestaande tegenstellingen zoodanig wijzigen, dat een ander evenwicht door het eerste molekuul kan worden opgezocht.

Bij de reactie van FRIEDEL en CRAFTS neem ik aldus aan, dat het aluminiumchloride in de eerste plaats het chloride lossen maakt (misschien ook de dubbele bindingen in 't benzolderivaat, want het blijkt dat $AlCl_3$ op onverzadigde verbindingen een condenseerenden invloed uitoefent, op het benzol zelve zooals te verwachten het minst) en dat daarna de reactie op de bekende wijze kan verlopen.

Er zijn in de literatuur vele aanwijzingen, dat het aluminiumchloride zuiver dissocieerend werkt; ik noem hier de volgende gevallen: Perchloormierenzuremethylester (aethyl) wordt gesplitst in CO_2 en CCl_4 (resp. C_2Cl_6) (HENTSCHEL I. pr. ch. [2] 36 p. 100 en MÜLLER Ann, 258 p. 61, Pentachlooraethaan wordt ontleed in $HCl + C_2Cl_4$ (MOUNEYRAT Bulletin [3] 19 p. 179; $CH_2Cl \cdot CH_2Cl$ in HCl en C_2H_4 (Bull. [3] 19 p. 445). Propylchloride levert HCl en propyleen (MOUNEYRAT Bulletin [3] 21 p. 616) enz.

Sulfurylchloride wordt gesplitst in SO_2 en Cl_2 (RUFF Berichte 1902 p. 4453), Oxalylchloride bij zachte verwarming in CO en $COCl_2$ (H. STAUDINGER Berichte 1908 p. 3566).

Ik heb ter nadere toetsing van de boven zeer kort aangeduide

beschouwing aan deze voorbeelden enkele andere toegevoegd, waarbij het mij vooral te doen was om aan te toonen (ten einde de werking van den katalysator bij de reactie van FRIEDEL en CRAFTS op te helderen) dat in de eerste plaats het chlooratoom losser gemaakt wordt. In 't algemeen zullen de chlooratomen slechts in enkele gevallen als zoodanig het molekuul verlaten; men kan dit bijv. aantoonen bij zachte verwarming van C_2Cl_6 met aluminiumchloride, en deze splitsing is dan ook wel de oorzaak van het zeer complexe verloop van de reactie tusschen perchlooraethaan en benzol.

Overwegende dat het gemakkelijker zoude gaan, wanneer bij de ontleding stabiele chloorverbindingen zooals HCl konden ontstaan (z. b.) heb ik de volgende vier stoffen gekozen: trimethylacetylchloride, dichlooracetylchloride, chloraal en trichlooracetylchloride, die alle de min of meer overladen CO-groep bevatten, zoodat door de ontwikkeling van het kooloxyde de reactie gevolgd kon worden.

Het is nu wel merkwaardig, dat ondanks de overlading aan chlooratomen het trichlooracetylchloride het moeielijkst wordt aangegrepen. A priori is er over de snelheid dezer reacties dan ook niet veel te zeggen. Het resultaat van het onderzoek schijnt er op te wijzen, dat de reactie vooral dan een glad verloop heeft, wanneer er aan twee aan elkander grenzende C atomen H en Cl atomen aanwezig zijn, en dat in de tweede plaats de overlading een rol speelt.

Zoo wordt van de drie overige stoffen het trimethylacetylchloride het snelst aangegrepen, terwijl de beide isomeren: dichlooracetylchloride en chloraal geen groote verschillen vertoonen.

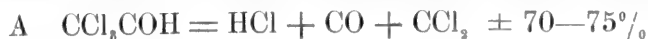
De reactie heeft echter in alle gevallen zoodanig plaats dat het bewegelijk Cl atoom zich hetzij met een H atoom of met een molekuulrest verbindt, waarbij steeds een molekuul kooloxyd wordt ontwikkeld.

I. Het trimethylacetylchloride wordt bij 0° gesplitst volgens de vergelijking:



met dien verstande dat het isobuteen bijna geheel gepolymeriseerd wordt.

II. Chloraal wordt bij zachte verwarming in twee richtingen ontleed

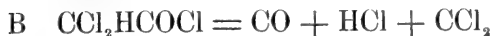


waarbij de CCl_2 rest zich tot C_2Cl_4 polymeriseert



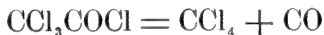
een geringe verharsing is hierbij niet geheel te voorkomen.

III. Dichlooracetylchloride wordt bij zachte verwarming ook in twee richtingen omgezet



waarbij het CCl_2 vermoedelijk tot C_5Cl_{10} gepolymeriseerd wordt.

IV. Trichlooracetylchloride wordt bij herhaalde distillatie met AlCl_3 in ééne richting ontleed:



Het eerste deel van het onderzoek: een bijdrage te leveren tot de ontledende werking van het aluminiumchloride was hiermede bereikt.

II.

Wat betreft het tweede doel nml. het aangrijppingspunt der ontleding te zoeken, daartoe levert het verschillend gedrag van chlooraal en dichlooracetylchloride reeds eenige aanwijzingen.

Nemen wij aan dat één der Cl atomen van het chlooraal losgemaakt wordt, dan is het uittreden met het bewegelijk H atoom als HCl te verwachten, hetgeen inderdaad geschiedt. Ware de CO groep of het H atoom het aangrijpend punt dan zoude men chloroform moeten verkrijgen, dat ik nu slechts in zeer geringe hoeveelheid heb kunnen afzonderen.

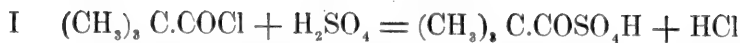
Daarentegen is het ontstaan van chloroform uit dichlooracetylchloride om dezelfde reden te verwachten; het is nu het bewegelijk chlooratoom dat 't eerst loslaat daarna volgen onmiddellijk CO en CCl_2H , de laatste groep zal zich als meest onverzadigde met het chlooratoom tot chloroform vereenigen; zoutzuur treedt bij deze reactie als nevenprodukt op. Het daadwerkelijk reactie verloop is dus in volkomen overeenstemming met de aanname dat primair het bewegelijk chlooratoom wordt geactiveerd.

De inwerking van aluminiumchloride op trimethylacetylchloride is te hevig, dan dat omtrent het eerste stadium dezer reactie iets zou kunnen beslist worden.

[Dat hier ook al weer het chlooratoom een overwegenden invloed uitoefent op de instabiliteit van het molekuul moge blijken uit het gedrag van het overigens volkomen analoog opgebouwde pinakoline; dit vereenigt zich eenvoudig met den katalysator zonder dat er, zelfs bij 100° , een spoor CO ontstaat].

Ik heb daarom de werking van geconc. H_2SO_4 ten opzichte van het trimethylacetylchloride nagegaan, omdat dit zuur zich in vele gevallen analoog gedraagt aan 't AlCl_3 en ook een zelfde soort additie-produkten vormt (Recueil 1905, p. 222).

Bij dit onderzoek bleek de reactie de volgende fasen te doorloopen:



waarbij het isobuteen wederom eerst gepolymeriseerd werd, om bij langere inwerking van geconc. H_2SO_4 daarin op te lossen onder vorming van sulfonzuren (BISTRYCKI en MAURON Berichte **40** p. 4377) en zwavelig zuur.

Het chlooratoom wordt dus in de eerste plaats door het H_2SO_4 losgemaakt en in analogie mogen wij dit ook van het AlCl_3 verwachten.

Het zwavelzuur biedt zelve een H atoom aan, nemen wij AlCl_3 dan moet dit waterstofatoom aan het zuurchloride worden onttrokken, zoodat de twee fasen die bij het H_2SO_4 als katalysator afzonderlijk konden worden vervolgd, hier samenvallen.

[Er moge hierbij gewezen worden op het feit dat 20% oleum bijna even heftig werkt als AlCl_3 , het is zeer waarschijnlijk, dat de eigenlijke katalysator in zwavelzuur het SO_3 is, die in geconc. HSO_4 niet geheel geparaliseerd is door het H_2O].

Hoewel het uitreden van chloor slechts in een enkel geval kon worden aangetoond (z. v.) meen ik toch hiermede en aan het verloop der reacties en indirect te hebben aangetoond, dat het chlooratoom bewegelijker wordt gemaakt.

Bij de reactie van FRIEDEL en CRAFTS moeten wij ons voorstellen, dat behalve het chloride ook het benzol-derivaat als onverzadigd lichaam, door het aluminiumchloride wordt geactiveerd, hetgeen ongetwijfeld het beste zal geschieden, wanneer chloride, katalysator en benzolderivaat één homogene fase vormen. De beteekenis van de zoogenaamde fermenten van G. GUSTAVSON (J pr Ch. [2] 68 pag. 209—234) moet dan ook vooral daarin gezocht worden, dat dit *zeer losse* verbindingen zijn, waarin de drie genoemde molekuulsoorten in elkanders onmiddellijke nabijheid zijn gekomen.

Dat de lichtstralen de halogenen in de keten brengen moeten wij dus verklaren door aan te nemen, dat de dubbele bindingen van het benzol minder geactiveerd worden door de chemische stralen dan de ketenwaterstof atomen; terwijl het aluminiumchloride omgekeerd de laatste minder activeert.

De experimenteele bijzonderheden van dit onderzoek zullen elders worden gepubliceerd.

Delft. Org. Chem. Lab. der Technische Hoogeschool.

Plantkunde. — De Heer WENT biedt eene mededeeling aan van den Heer J. J. SMITH: „*Distylium stellare* O. K. en *Aporosa campanulata* J. J. S.”

(Mede aangeboden door den Heer J. W. MOLL.)

In het „Verslag van de gewone vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam van Vrijdag 23 April 1909” komt een artikel voor van Dr. S. H. KOORDERS onder den titel: „Plantae Junghuhnianae ineditae III. Einige pflanzengeographische Bemerkungen über eine im Java'schen Hochgebirge wildwachsende Art von der Hamamelidaceen-Gattung *Distylium* Sieb. und Zucc.”

Naar aanleiding daarvan wensch ik het volgende op te merken.

De verhandeling van Dr. KOORDERS is gedeeltelijk gegrond op de veronderstelling, dat ik in *Icones bogorienses* III (1907), t. CCXXIX (niet t. 209, zooals Dr. K. zegt) een *Mallotus campanulatus* beschreef; i. c. is echter sprake van een *Aporosa campanulata*.

In het aangehaalde verslag blz. 954 schrijft Dr. KOORDERS verder: „Im Jahre 1907 wurde dieselbe Art (nl. *Distylium stellare* O. K.) von Herrn SMITH unter Benutzung der von BOERLAGE gemachten Bestimmung (als *Mallotus* sp. nov.) als neue Art der Euphorbiaceengattung *Mallotus*, nämlich als *M. campanulatus* J. J. S. nov. spec. beschrieben und abgebildet. Aus der zitierten Publikation von Herrn J. J. SMITH geht hervor, dass man in Buitenzorg damals (1907) die von OTTO KUNTZE im Jahre 1891 publizierte, sehr gute Speciesdiagnose dieser Art, nämlich *Distylium stellare* O. KUNTZE (*Revisio* gen. pl. I, 233) übersehen hat, wie auch früher bei der in 1895 ausgegebenen Bearbeitung der *Hamamelidaceae* für die KOORD. en VALETON Bijdrage Boomsoorten Java II. 202, von meinem Collaborateur Herrn Dr. TH. VALETON und mir die erwähnte, in 1891 von O. KUNTZE publizierte Speciesbeschreibung übersehen worden war. Indessen kann ich auf Grund meiner vergleichenden Untersuchung der Leidener, Berliner und Kew-Originalspecimina mit Sicherheit erklären, dass die erwähnte, von Herrn J. J. SMITH als neue Art der *Euphorbiaceae* im Jahre 1907 beschriebene und die van O. KUNTZE in 1891 als neue Art der *Hamamelidaceae* beschriebene javanische Waldbaum-species vollkommen identisch sind.”

Het spijt mij, dat ik de meening van Dr. KOORDERS niet kan deelen. Bij vergelijking van de beschrijving en plaat van *Aporosa campanulata* met de kenmerken van het geslacht *Distylium* blijkt,

dat de eerste onmogelijk tot dit laatste geslacht kan behooren. Zelfs de onvolledige beschrijving van *Distylium stellare* O. K. is voldoende om aan te toonen, dat de beide planten geheel verschillend zijn, al vertoonen zij ook in den vorm der bladeren een oppervlakkige gelijkenis. Zoo zijn de meeldraden zeer verschillend in bouw (in de beschrijving van *Aporosa campanulata* Ic. bog. III, 72 is een regel weggevallen, maar de figuur is zeer duidelijk), bevatten de hokjes van het vruchtbeginsel bij *Distylium* slechts één, bij *Aporosa* twee zaadknoppen en zijn de stijlen bij de beide geslachten verschillend. Bovendien zijn de bloeiwijzen en bladen (nervatuur, beharing, bladsteel enz.) bij beide planten niet gelijk.

Distylium stellare O. K. is in Herb. Kds. alleen vertegenwoordigd door ♀ exemplaren. Ik geloof echter, dat de plant door O. KUNTZE in de juiste familie en geslacht ondergebracht is.

Aporosa campanulata J. J. S. is een echte *Euphorbiaceae* en zonder twijfel een *Aporosa*. (Denkelijk behoort de plant tot de Philippijnsche *A. sphaeridophora* Merr.).

Distylium stellare O. K. is in Herb. Kds. vertegenwoordigd van de volgende vindplaatsen:

Wildhoutaanplant bij pasanggrahan Pengalengan op 1400 M. zeehoogte, afd. Bandoeng, res. Preanger. Dus waarschijnlijk hier niet wild.

Oerwoud Bentjana op G. Slamet op 1360—1500 M. zeehoogte, afd. en res. Tegal.

Bij pasanggrahan Simpar op de noordelijke helling van G. Slamet, res. Tegal.

Bosch bij den top van G. Prahoe op 2200—2550 M. zeehoogte, Dieng—plateau, res. Bagelen. Bij één der beide exemplaren van deze vindplaats is „Diengkultuur” aangegeven.

Oerwoud Mantren, afd. Magelang, res. Kedoe.

Wildhoutcultuur op G. Sindoro, Myrica bij Kledoeng, op 1405 M. zeehoogte, res. Kedoe.

De soort werd aanvankelijk (1891) door Dr. KOORDERS gedetermineerd als *Flacourtia* sp. en *Flacourtia* n. sp., het exemplaar van Pengalengan als ? *Aporosa*? Later werden de meeste specimina *Mallotus* sp. (n. 11) genoemd, terwijl ten slotte (in 1899) alle exemplaren als *Aporosa*? *aurita* Baill. gedetermineerd werden. Bij het exemplaar van Mantren bevindt zich een in 1898 geschreven etiket: ? *Euphorbiaceae* (? ? Genus dubium BOERL. et Kds.). Alle etiketten zijn door Dr. KOORDERS geschreven.

Aporosa campanulata J. J. S. komt in Herb. Kds. voor van :
Takoka op 1200 M. zeehoogte, afd. Tjiandjoer, res. Preanger.
Tjigenteng op 1450 M. zeehoogte, afd. Bandoeng, res. Preanger.
Oerwoud Grendjeng bij Pringombo op 1800 M. zeehoogte, afd.
Bandjarnegara, res. Banjoemas.

Door Dr. KOORDERS werd de plant juist als *Aporosa* gedetermineerd.

Geologie. — De heer MOLENGRAAFF biedt eene mededeeling aan van den Heer P. TESCH: „*Over jurassische fossielen op secundaire ligplaats in Noord-Brabant en Limburg*”.

(Mede aangeboden door den Heer K. MARTIN.)

Het is thans ruim een jaar geleden, dat ik de aandacht mocht vestigen op het feit, dat de eerst in 1905 door Duitsche geologen als zelfstandige formatie ontdekte „Kieseloolithstufe” der Nederrijnsche Bocht zich ook in den Noord-Limburgschen bodem blijkt voort te zetten.¹⁾ Het was toen vooral de stratigraphie dezer fluviatiele lagen, die meer in het bijzonder ter sprake werd gebracht, daar deze factor van practisch belang was gebleken voor de opsporingen van steenkool in deze streken, terwijl de in deze afzettingen voorkomende merkwaardige verkiezelde fauna slechts korte vermelding vond. Sinds de afsluiting van dit geschrift heeft het bijeengebrachte materiaal aan fossielen uit de zanden dezer geologische horizon afkomstig nog eene belangrijke vermeerdering ondergaan. Behalve aan de sedert dien tijd uitgevoerde nieuwe boringen, is deze vermeerdering ook te danken aan de ontdekking in dezen zomer van een goede vindplaats in eene kleigroeve oostelijk van Reuver in Limburg²⁾, zoodat de mij thans ter beschikking staande collectie volledig genoeg is om tot eenige gevolgtrekkingen betreffende den geologischen ouderdom van deze verkiezelde fauna in staat te stellen en deze te toetsen aan hetgeen andere onderzoekers hieromtrent gepubliceerd hebben.

Voor de bespreking der stratigraphie en petrographische samenstelling dezer lagen aldus naar mijne vroegere verhandelingen over dit onderwerp en de daarin behandelde literatuur verwijzende, wil ik thans allereerst nagaan tot welke uitkomsten het onderzoek dezer fossielen van naburige Duitsche vindplaatsen geleid heeft.

¹⁾ P. TESCH. Der niederländische Boden und die Ablagerungen des Rheines und der Maas aus der jüngeren Tertiär- und der älteren Diluvialzeit. Amsterdam, 1908.

²⁾ P. TESCH. De klei van Tegelen, een onderdeel der „Kieseloolithstufe”. Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. Deel XXVI (1909), pag. 573.

Men vindt van deze verkiezelde en afgerolde versteeningen voor het eerst melding gemaakt door Prof. Dr. J. POHLIG in Bonn in de „Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalen“, jaargang 1883, tweede helft, pag. 225. Hier worden uit de witte grintzanden van *Duisdorf*, niet ver van Bonn, de volgende genera genoemd:

<i>Milioliden?</i>	<i>Cardium</i>
<i>Vioa</i>	<i>Mytilus</i>
<i>Astraea?</i>	<i>Pholas</i>
<i>Encrinus</i>	<i>Purpura</i>
<i>Pentacrinus</i>	<i>Turritella</i>
<i>Cidaris</i>	<i>Turbo</i>
<i>Serpula</i>	<i>Dentalium</i>
<i>Terebella</i>	
<i>Membranipora</i>	
<i>Monticulipora</i>	
<i>Ostrea</i>	
<i>Spondylus</i>	
<i>Pecten.</i>	

De schrijver meent, dat deze geslachten een *opper-senonen* ouderdom voor deze organismen bewijzen. In het volgende jaar opperde reeds H. VON DECHEN twijfel aan de juistheid van deze conclusie in zijne „Erläuterungen zur geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen“, tweede deel, 1884, pag. 626. Het duurde intusschen tot 1897 vóór het onhoudbare van deze meening overtuigend werd aangetoond. In dit jaar maakte namelijk C. SCHLÜTER in zijn opstel: „Zur Heimatfrage jurassischer Geschiebe im Westgermanischen Tieflande“ (Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch., Band 49, 1897, pag. 486) de resultaten openbaar van zijn onderzoek der versteeningen van *Duisdorf*, op grond waarvan hij tot de meening komt, dat deze fauna uit *boven-jurassische* lagen afkomstig moet zijn. Door dezen schrijver worden de volgende fossielen vermeld, *alle in de door POHLIG genoemde grintgroeve van Duisdorf verzameld*:

Thamnastraea (Astraea) microconus Goldf.?

Millericrinus horridus d'Orb. (*M. echinatus* Schloth. sp.) (talrijke steeltjes in allerlei variëteiten).

Cidaris florigemma Phill. (stekels).

Cidaris psammosa Mösch. ? (fragment van stekel).

Rhabdocidaris trispinata Quenst. ? (fragment van stekel).

Serpula (buisjes).

Rhynchonella? (fragment).

Ostrea gregaria Sow.? (fragment).

Ostrea hastellata Schloth.? (fragment).

Ostrea pulligera-ascendens Quenst.? (fragment).

Exogyra reniformis Goldf.? (fragment).

Pecten vitreus Röm.? (afdruk).

Turritella jurassica Quenst.?

C. SCHLÜTER meent, dat deze fossielen meer in het bijzonder tot het midden-gedeelte van de *Oxford*-horizon moeten behooren en afkomstig moeten zijn van het „*Terrain à chailles*” („*Sequanien inférieur*”) van Fransch Lotharingen, zuidelijk Baden, Boven-Elsass, noordelijk Zwitserland en het Jura-gebergte.

Eerst sinds de geologische karteering van de Rijnprovincie door de „geologische Landesanstalt” van Berlijn in 1902 ter hand genomen werd, werden dezelfde lagen als die van Duisdorf ook elders teruggevonden en werden de verkiezelde fossielen ook van andere vindplaatsen verzameld. In zijne beschrijving dezer fluviatiele lagen in de Nederrijnsche Bocht vermeldt Dr. G. FLIEGEL de volgende versteeningen ¹⁾:

Millericrinus horridus d'Orb.

Cidaris-stekels.

Serpula-buisjes.

Alectryonia.

Nerinea.

Trigonia costata Park.

Belemnites.

Quenstedticeras Mariae d'Orb.

Deze onderzoeker spreekt dan als zijne meening uit, dat weliswaar het grootste deel uit *Malm*-afzettingen moge afkomstig zijn doch dat daarnaast als plaats van herkomst ook jongere *Dogger*-lagen in aanmerking komen.

Na dit overzicht van hetgeen de Deutsche vindplaatsen thans opgeleverd hebben, kan ik overgaan tot de bespreking van de fossielen uit dezelfde lagen in *Limburg* en *Noord-Brabant* verzameld.

Als verkiezelde *foraminiferenkalksteen*en zijn rolsteentjes te beschouwen, waarin $\frac{1}{2}$ à 1 m.M. groote ronde, lensvormige en ovale lichaampjes zeer talrijk optreden, duidelijk onderscheiden van de ronde anorganische oölieten. Met POHLIG kunnen wij deze fossielen onder voorbehoud tot de *Miliolidae* rekenen.

Van *Spongiae* zijn kleine brokstukjes van verschillende vindplaatsen

¹⁾ G. FLIEGEL. Pliocäne Quarzschotter in der Niederrheinischen Bucht. Jahrbuch der Königl. Preuss. Geol. Landesanstalt für 1907, pag. 100.

aanwezig, meestal verder geheel onherkenbaar. Een stukje uit de boring 1 bij Vlodrop kan wellicht tot *Cnemidiastrum stellatum* Goldf. sp. behooren, een ander stukje van dezelfde vindplaats tot *Eusiphonella Bronni* Mst. sp. Van de overige stukjes valt niets met eenige waarschijnlijkheid te zeggen.

Ook de *Anthozoa* zijn door eenige exemplaren vertegenwoordigd. Alle stukjes zijn echter zeer onvolledig. Een exemplaar van de vindplaats bij Reuver behoort zeer waarschijnlijk tot *Thamnastraea prolifera* Becker, tot het geslacht *Favia* behoort waarschijnlijk een stukje uit de boring 5 bij Leemhorst; de rest is echter te klein en te zeer beschadigd om eenige determinatie mogelijk te maken.

Verreweg het talrijkst zijn, met de Serpulabuisjes, de resten van *Crinoidea*, waardoor deze groep het meest kenmerkende bestanddeel van deze verkiezelde fauna vormt. De meeste steeltjes behooren stellig tot soorten van *Apiocrinus* en *Millericrinus*; vooral de subpentagonale en met knobbels versierde stelen van *Millericrinus horridus* d'Orb. (= *M. echinatus* Schloth.) zijn goed herkenbaar. Ook komen dunne en slanke, gladde en ronde steeltjes en losse steelieden voor, die van verwante soorten afkomstig mogen zijn. De dikste stelen hebben een middellijn van 10 m.M., de dunste van 3 à 4 m.M., terwijl de grootste lengte 20 m.M. bedraagt. Deze fossielen mocht ik op alle vindplaatsen terugvinden. Behalve de stelen bezit ik van Reuver bovendien een zeer fraaie *centrodorsaalplaat* van een kelk van *Millericrinus* met 4 duidelijk aangegeven vergroeiingsnaden (de vergroeide infrabasalia). Tegenover de ronde en rondachtig vijfhoekige, gladde of met doornen en knobbels bezette stelen der *Apiocrinen* en *Millericrinen* zijn de resten van andere *Crinoiden* sterk in de minderheid. Uit de boring 1 bij Vlodrop bezit ik eenige losse, stervijfhoekige steelieden van een *Pentacrinus*-soort.

Van *Echinoidea* heb ik tot nog toe slechts één stekel kunnen vinden en wel in de kleigroeve oostelijk van Reuver. Het is een 12 m.M. lange, typische stekel van *Cidaris florigemmu* Phill. Eenige zeer dunne, met regelmatig gerangschikte knobbels bezette kiezelplaatjes kunnen eveneens van vertegenwoordigers dezer groep afkomstig zijn.

Wederom zeer talrijk zijn allerlei rechte of gekromde buisjes van *Serpula*- en *Terebella*-soorten, waarvoor wel geene nadere bepaling mogelijk is. Wellicht kan één enkel spiraalvormig opgerold exemplaar van de boring 1 als *Serpula convoluta* Goldf. beschouwd worden, terwijl de niet zeldzame, 6 à 8 m.M. dikke en flauw gebogen buisjes met duidelijken langsnaad veel overeenkomst met *Serpula limax* Goldf. vertoonen.

Van *Bryozoa* zijn eveneens enkele stukjes voorhanden: een fraai vertakt stokje uit de boring 1 en eenige andere stukjes uit radiaal geplaatste buisjes bestaande van Reuver en uit eene boring bij Uden in Noord-Brabant afkomstig. De verkiezeling en de afrolling hebben de nadere herkenning dezer resten echter geheel onmogelijk gemaakt.

De *Brachiopoda* zijn door twee exemplaren eener *Rhynchonella* vertegenwoordigd: één zeer goed exemplaar uit de zandgroeven van den Kollenberg bij Sittard en een tweede onvolledig exemplaar uit eene boring te Reek bij Grave. De Sittardsche soort is naverwant aan de *Rhynchonella 4-plicata* Quenst. doch vertoont op de ventrale schaal 6 radiale ribben uitkomende in de bocht van den voorrand. Het bleek mij niet mogelijk met de ter beschikking staande literatuur deze soort nader te bepalen¹⁾. Het exemplaar van Reek is voor determinatie geheel ongeschikt.

Niet zeldzaam zijn kleine fragmenten van *Lamellibranchiata*-schalen. Het meerendeel is van *Ostreidae* afkomstig; de gladde en vlakke brokstukjes kunnen tot het geslacht *Ostrea* gebracht worden, de sterk geplooid en geribde tot *Alectryonia*. Onder de laatste mag *Alectryonia gregaria* Sow. vertegenwoordigd zijn. Een stukje van Reuver doet aan de teekening van *Trigonia costata* Park. denken. Van de overige stukjes herinnert een radiaal geribde afdruk aan *Cardium*, de rest is geheel onherkenbaar.

Van *Gastropoda* bezit ik niets anders dan de top van eene echte *Nerinea*-schaal, van de vindplaats bij Reuver afkomstig, met duidelijken sleufband („Schlitzband”).

Ten slotte zijn van de *Cephalopoda* eenige stukjes van *Belemnites* voorhanden. Het bovengedeelte van het rostrum van *Belemnites hastatus* Blainv. met alveole, bij Reuver gevonden, is goed herkenbaar. De overige brokstukjes zijn zeer klein en vertoonen geene kenmerkende eigenschappen.

Het bovenstaande samenvattend komen we tot de volgende fossiellijst:

Miliolidae?

Spongiae: *Cnemidiastrum stellatum* Goldf. sp.?

Eusiphonella Bronni Mst. sp.?

Anthozoa: *Thamnastraea prolifera* Becker.

Favia sp.?

Crinoidea: *Apiocrinus*

Millericrinus (o.a. *M. horridus* d'Orb.)

Pentacrinus sp.?

¹⁾ Dit exemplaar bleek mij nader identiek te zijn met *Rhynchonella Thurmanni* Voltz. uit de Boven-Jura van Fransch Lotharingen.

- Echinoidea* : *Cidaris florigemma* Phill.
Vermes : *Serpula lima* Goldf.?
Serpula convoluta Golf.?
Bryozoa
Brachiopoda : *Rhynchonella Thurmanni* Voltz.
Lamellibranchiata : *Ostrea* sp.?
Alectryonia sp.?
Alectryonia gregaria Sow.?
Trigonia costata Park.?
Cardium?
Gastropoda : *Nerinea* sp.?
Cephalopoda : *Belemnites hastatus* Blainv.

Het geheel dezer fauna wijst zonder eenigen twijfel op een herkomst uit jongere *jurassische* lagen, al zijn slechts weinig soorten met zekerheid te herkennen. De ouderdomsbepaling van SCHLÜTER en FLIEGEL voor de fossielen van de vindplaatsen uit de Nederrijnse Bocht (Duisdorf bij Bonn, Weilerswist, bruinkoolgroeven Liblar en Donatus bij Brühl enz.) blijkt dus ook juist te zijn voor die van de nog verder noordwestelijk gelegen vindplaatsen dezer lagen in Limburg en Noord-Brabant.

Wiskunde. — De Heer W. KAPTEYN biedt eene mededeeling aan van den Heer M. J. VAN UVEN: „Onderzoek naar de functies die door infinitesimale iteratie kunnen opgebouwd worden.”

(Mede aangeboden door den Heer HENDR. DE VRIES).

In de door mij in de vorige zitting aangeboden mededeeling heb ik door een onduidelijke redactie den indruk gewekt, alsof de door mij gevolgde methode tot het verkrijgen van standaardvormen de meest doeltreffende zou zijn. Dit toch is geenzins het geval. Ik heb dan ook uitsluitend bedoeld een overzicht te geven van hetgeen door differentiatie in deze richting kan bereikt worden. De laatste opmerking, die voor de hand ligt en bovendien reeds door SCHROEDER is gemaakt, volgens welke uit iedere door infinitesimale iteratie construeerbare functie $y = \varphi(x)$ een geheele reeks dergelijke functies kan afgeleid worden, alle van de gedaante $y = h_{-1}[\varphi\{h(x)\}]$, werd ook misschien te veel terloops gemaakt, om dien indruk behoorlijk te verzwakken. Dit laatste beginsel toch levert, zooals onmiddellijk blijkt, een onuitputtelijken rijkdom aan standaardvormen. Met behulp van dit principe

kan o.a. e'vengoed de standaardvorm (D) afgeleid worden. We hebben dan slechts aan te toonen, dat

$$y = \frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta}$$

dadelijk uit de formule van ABEL of SCHROEDER volgt. Door toepassing van den standaardvorm van SCHROEDER:

$$g(y) = m g(x)$$

vinden we uit

$$y = g_{-1} \{ m g(x) \} = \frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta}$$

$$g(x) = \frac{\alpha x + b}{c x + d},$$

waarin m, a, b, c en d hebben te voldoen aan

$$\frac{ad}{m a - \delta} = \frac{bc}{a - m \delta} = \frac{bd}{(1+m)\beta} = \frac{ac}{-(1+m)\gamma},$$

zoodat m een wortel is van

$$m^2 - \frac{\alpha^2 + \delta^2 + 2\beta\gamma}{\alpha\delta - \beta\gamma} m + 1 = 0.$$

Hierna vinden we dan ook zonder moeite den vorm (d) voor $\varphi_n(x)$. In het parabolische geval, $\alpha\delta - \beta\gamma = 0$, gaat deze berekening niet door; we hebben dan echter slechts de vergelijking van ABEL te hulp te roepen. Stellen we n.l.

$$y = g_{-2} \{ g(x) + 1 \} = \frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta},$$

dan volgt daaruit voor $g(x)$

$$g(x) = \frac{\alpha x + b}{c x + d},$$

waarin a, b, c en d moeten voldoen aan

$$\frac{ad - bc}{a + \delta} = \frac{cd}{a - \delta} = \frac{d^2}{2\beta} = \frac{c^2}{-2\gamma}.$$

Ook in dit geval is de gedaante (d') van $\varphi_n(x)$ zonder eenige moeite te bepalen.

De noodzakelijkheid van deze aanvulling is me eerst goed duidelijk geworden na het ontvangen van een schrijven van Dr. L. E. J. BROUWER, die me welwillend op deze leemte opmerkzaam maakte en eveneens het onmiddellijk verband tusschen den standaardvorm (D) en dien van SCHROEDER in het licht stelde. Ik stel er prijs op, hem hier mijn vriendelijken dank te brengen voor zijn opmerkingen.

Natuurkunde. — De Heer LORENTZ biedt eene mededeeling aan van den Heer J. A. VOLLGRAFF: „*Opmerkingen over de proeven van WILSON en MARTYN betreffende de draaiingssnelheid der electriche ontlading in een gas, in een radiaal magnetisch veld.*”

(Mede aangeboden door den Heer KAMERLINGH ONNES).

WILSON en MARTYN¹⁾ hebben eene door proeven op bevredigende wijze bevestigde theorie opgesteld over de ronddraaiende beweging van eene electriche ontlading door een verdund gas in een radiaal magnetisch veld. Deze ontlading komt tot stand door de beweging van positieve en negatieve ionen.

Zij verkrijgen voor de draaiingssnelheid de waarde

$$U = k_1 k_2 H X, \dots \dots \dots (1)$$

waarin H de magnetische, X de electriche kracht op de plaats der ontlading voorstelt, terwijl k_1 en k_2 de snelheden zijn, welke de eenheid van electriche kracht in het beschouwde gas aan een positief en aan een negatief ion resp. geeft.

De toestel bestond uit twee verticale coëxiale glascilinders C_1 en C_2 langs welke als een electromagneet zóó was geplaatst, dat een pool zich in het middeu van den magneet en tevens op gelijken afstand van grond- en bovenvlak der cilinders bevond. Het magnetische veld was hierbij in elk horizontaal door de as gebrachte vlak radiaal, of nagenoeg, terwijl de kracht H , van wege de solenoïdale verdeeling, omgekeerd evenredig was met den afstand tot de as. De ruimte tusschen de beide cilinders was boven en beneden afgesloten door een metalen plaat. Tusschen een punt van het bovenvlak en een nagenoeg daaronder liggend punt van het benedenvlak ging de ontlading over, die zich dan om de as rondbewoog, zoodoende een met de cilinders C_1 en C_2 coëxialen cilinder beschrijvende.

Ware de ruimte tusschen de beide cilinders C_1 en C_2 met een electrolyt gevuld, zoo zou de vloeistof in haar geheel in wenteling geraken; evenzoo natuurlijk, indien de geladen deeltjes zich in een vaste stof bewogen.

Ook bij de proeven van WILSON en MARTYN werd het gas in de beweging meegesleept, evenwel zoo langzaam dat de ontlading nagenoeg geacht kon worden in een stilstaand gas rond te draaien.

¹⁾ H. A. WILSON en G. H. MARTYN. „On the Velocity of Rotation of the Electric Discharge in Gases at Low Pressures in a Radial Magnetic Field”. (Proc. Roy. Soc. Ser. A. Vol. 79, N^o A 532, 2 Aug. 1907).

$$+ 2\pi (r + dr)^2 \eta \left(\frac{dv}{dr} \right)_{r+dr} \dots \dots \dots (5)$$

Het evenwicht der momenten (4) en (5) eischt

$$- r^2 \frac{dv}{dr} + (r + dr)^2 \left(\frac{dv}{dr} \right)_{r+dr} = 0, \dots \dots \dots (6)$$

hetgeen ook te schrijven is

$$2\omega + 4r \frac{d\omega}{dr} + r^2 \frac{d^2\omega}{dr^2} = 0. \dots \dots \dots (7)$$

De oplossing dezer vergelijking is

$$\omega = \frac{a}{r} + \frac{b}{r^2} \dots \dots \dots (8)$$

Men mag aannemen dat de wrijving bij de cilinderwanden die het gas begrenzen, zoo groot is, dat de hoeksnelheid aldaar nul is.

Derhalve heeft men aan de buitenzijde van de ontladingsruimte

$$\omega = b_1 \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{rR_1} \right) \dots \dots \dots (9)$$

aan de binnenzijde daarvan

$$\omega = b_2 \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{rR_2} \right), \dots \dots \dots (10)$$

waarin b_1 en b_2 constanten voorstellen.

Zijn echter de stralen r en $r + dr$ kleiner dan ϱ_1 en grooter dan ϱ_2 , zoo werkt op het gas tusschen de cilinders met stralen r en $r + dr$ ten gevolge van den stroom het moment $Hr di$ of

$$\frac{2Hr^2 dr}{\varrho_1^2 - \varrho_2^2} I. \dots \dots \dots (11)$$

Dit geeft, in verband met de grootte der wrijvingsmomenten, de vergelijking

$$\frac{-2HIr^2 dr}{\varrho_1^2 - \varrho_2^2} = 2\pi \cdot \eta \left[-r^2 \frac{dv}{dr} + (r + dr)^2 \left(\frac{dv}{dr} \right)_{r+dr} \right] \dots \dots (12)$$

of

$$\frac{-2HIr^2 dr}{\varrho_1^2 - \varrho_2^2} = 2\pi \cdot \eta r dr \left[2\omega + 4r \frac{d\omega}{dr} + r^2 \frac{d^2\omega}{dr^2} \right] \dots \dots (13)$$

Dus

$$\frac{-HIr}{\pi\eta(\varrho_1^2 - \varrho_2^2)} = 2\omega + 4r \frac{d\omega}{dr} + r^2 \frac{d^2\omega}{dr^2} \dots \dots \dots (14)$$

Stelt men

$$\frac{HIr}{2\pi\eta(\varrho_1^2 - \varrho_2^2)} = C, \dots \dots \dots (15)$$

hetwelk een constante is, daar H omgekeerd evenredig is met r , zoo is de oplossing der vergelijking (14)

$$\omega = \frac{a}{r} + \frac{b}{r^2} - C. \dots \dots \dots (16)$$

In verband met de uitdrukkingen (9) en (10) vindt men, daar er voor $r = \varrho_1$ en $r = \varrho_2$ continuïteit van hoeksnelheid moet wezen

$$\frac{a}{\varrho_1} + \frac{b}{\varrho_1^2} - b_1 \left\{ \frac{1}{\varrho_1^2} - \frac{1}{\varrho_1 R_1} \right\} = C, \dots \dots \dots (17)$$

$$\frac{a}{\varrho_2} + \frac{b}{\varrho_2^2} - b_2 \left\{ \frac{1}{\varrho_2^2} - \frac{1}{\varrho_2 R_2} \right\} = C. \dots \dots \dots (18)$$

Maar bovendien moet er continuïteit zijn van de afgeleide der hoeksnelheid naar den straal. Dit blijkt hieruit, dat, wanneer men een doosvormige ruimte beschouwt, gelegen bij het grensvlak tusschen den ontladingscilinder en de ruimte daarbinnen of daarbuiten, evenwicht moet bestaan tusschen de daarop aan weerszijden werkende wrijvingskrachten. De bedoelde ruimte is zoo gekozen, dat hare twee evenwijdige vlakken tevens evenwijdig zijn met het bedoelde grensvlak en aan weerskanten op oneindig kleinen afstand daarvan zijn gelegen. Wegens de oneindig kleine afmeting der ruimte in de richting loodrecht op het grensvlak, is de kracht door het magnetisch veld uitgeoefend verwaarloosbaar. Het evenwicht der genoemde wrijvingskrachten doet tot continuïteit van $\frac{dv}{dr}$ besluiten en dus ook,

daar ω continu is, tot continuïteit van $\frac{d\omega}{dr}$.

Dit voert tot de vergelijkingen

$$\frac{a}{\varrho_1} + \frac{2b}{\varrho_1^2} - b_1 \left\{ \frac{2}{\varrho_1^2} - \frac{1}{\varrho_1 R_1} \right\} = 0 \dots \dots \dots (19)$$

en

$$\frac{a}{\varrho_2} + \frac{2b}{\varrho_2^2} - b_2 \left\{ \frac{2}{\varrho_2^2} - \frac{1}{\varrho_2 R_2} \right\} = 0 \dots \dots \dots (20)$$

Uit (17) en (19) volgt

$$\frac{b}{\varrho_1^2} - \frac{b_1}{\varrho_1^2} + C = 0, \dots \dots \dots (21)$$

uit (18) en (20)

$$\frac{b}{\varrho_2^2} - \frac{b_2}{\varrho_2^2} + C = 0. \dots \dots \dots (22)$$

Dus

$$b = b_1 - C \varrho_1^2 = b_2 - C \varrho_2^2 \dots \dots \dots (23)$$

De vergelijking (17) wordt nu

$$a = -\frac{b}{R_1} - C\varrho_1 \left(\frac{\varrho_1}{R_1} - 2 \right) \dots \dots \dots (24)$$

en de vergelijking (18)

$$a = -\frac{b}{R_2} - C\varrho_2 \left(\frac{\varrho_2}{R_2} - 2 \right) \dots \dots \dots (25)$$

Uit (24) en (25) volgt

$$b = C \frac{R_1\varrho_2(2R_2 - \varrho_2) - R_2\varrho_1(2R_1 - \varrho_1)}{R_1 - R_2} \dots \dots \dots (26)$$

en

$$a = C \frac{\varrho_1(2R_1 - \varrho_1) - \varrho_2(2R_2 - \varrho_2)}{R_1 - R_2} \dots \dots \dots (27)$$

Deze waarden substitueerende in (16) vindt men

$$\omega = C \left\{ \frac{\varrho_1(2R_1 - \varrho_1) - \varrho_2(2R_2 - \varrho_2)}{(R_1 - R_2)r} + \frac{\varrho_2 R_1(2R_2 - \varrho_2) - \varrho_1 R_2(2R_1 - \varrho_1)}{(R_1 - R_2)r^2} - 1 \right\} \dots \dots (28)$$

In het bijzondere geval dat ϱ_1 en ϱ_2 zeer weinig van elkander verschillen kan men stellen

$$\left. \begin{aligned} \varrho_2 &= \varrho \\ \varrho_1 &= \varrho + \delta \\ r &= \varrho + \varepsilon \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (29)$$

waarin δ en ε oneindig kleine grootheden voorstellen. Dan wordt

$$C = \frac{HI}{4\pi\eta \cdot \delta} \dots \dots \dots (30)$$

en

$$\omega = 2C\delta \frac{(\varrho - R_2)(R_1 - \varrho)}{\varrho^2(R_1 - R_2)} \dots \dots \dots (31)$$

(De grootheid ε valt weg).

De vergelijking (30) in (31) substitueerend vindt men

$$\omega = \frac{HI}{2\pi\eta} \cdot \frac{(\varrho - R_2)(R_1 - \varrho)}{\varrho^2(R_1 - R_2)} \dots \dots \dots (32)$$

Daar de ontlading bij de bedoelde proeven den vorm van een smalle kolom had en het veld H voor één bepaalde waarde van r (nl. $r = 1.34$ cm.) wordt opgegeven, ligt het voor de hand $\varrho_1 = \varrho_2 = \varrho$ te nemen en dus de formule (32) te gebruiken waarin $\varrho = 1.34$.

Bij den toestel van WILSON en MARTYN was voorts $R_1 = 1.505$ cm. en $R_2 = 1.16$ cm.

De waarde van η hangt niet af van den druk. Stel voor stikstof $\eta = 0.0002$. Bij een bepaalde proef in stikstof was I gelegen tusschen 10 en 30 milli-Ampère, dus tusschen 0.001 en 0.003 (el. magn. maat) en bedroeg de magnetische veldsterkte 41.

Deze waarden substitueerende in (32), vindt men dat de hoeksnelheid waarmede het gas zich bij die proef bewoog, altijd aannemende dat de ontlading den vorm van een geheelen cilindermantel had, 1.6 à 4.7 moet hebben bedragen. De waargenomen hoeksnelheid der ontlading bedroeg $2\pi \cdot 9.5$, dus ongeveer 60.

Eenzoo blijkt, bij invulling der numerieke op andere proeven betrekking hebbende waarden, dat de snelheid waarmede het gas ronddraaide, steeds veel geringer was dan die waarmede de ontlading zelve zich bewoog.

Algemeen bedraagt volgens de formule (1) de hoeksnelheid der ontlading voor $r = \varrho$

$$\Omega = \frac{k_1 k_2}{\varrho} H X, \dots \dots \dots (33)$$

zoodat voor de verhouding der beide hoeksnelheden wordt gevonden

$$\frac{\Omega}{\omega} = 2 \pi \eta k_1 k_2 \frac{\varrho (R_1 - R_2)}{(\varrho - R_2)(R_1 - \varrho)} \cdot \frac{X}{I}, \dots \dots \dots (34)$$

of, daar $I = \sigma \cdot \pi (\varrho_1^2 - \varrho_2^2) X$, als σ het geleidingsvermogen is,

$$\frac{\Omega}{\omega} = 2 \frac{\eta}{\sigma} k_1 k_2 \frac{\varrho (R_1 - R_2)}{(\varrho_1^2 - \varrho_2^2)(\varrho - R_2)(R_1 - \varrho)} \dots \dots \dots (35)$$

Deze verhouding wordt des te grooter naar mate ϱ_1 meer tot ϱ_2 nadert.

§ 2. De formules (28) en (33) gelden ook voor het geval dat zich tusschen de cilinders C_1 en C_2 een electrolyt in plaats van een gas bevindt.

Alsdan zal de ontlading niet beperkt zijn tot een dunnen cilindermantel, doch de geheele beschikbare ruimte vullen, zoodat in (28) is te stellen $\varrho_1 = R_1$ en $\varrho_2 = R_2$. Dit geeft

$$\omega = \frac{HI}{2 \pi \eta} \cdot \frac{(r - R_2)(R_1 - r)}{r (R_1^2 - R_2^2)} \dots \dots \dots (36)$$

De maximumwaarde van ω wordt bereikt voor $r = \frac{2 R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, als nog steeds Hr als constant wordt beschouwd.

Deze maximum-waarde bedraagt dus

$$\omega_M = \frac{HI}{4 \pi \eta} \cdot \frac{(R_1 - R_2)}{(R_1 + R_2)^2} \dots \dots \dots (37)$$

en voor de verhouding van de hoeksnelheid der ionen die den stroom dragen (eveneens genomen voor de waarde $\frac{2 R_1 R_2}{R_1 + R_2}$) tot die van den geheelen electrolyt vindt men

$$\frac{\Omega}{\omega_M} = 2 \pi \eta k_1 k_2 \frac{(R_1 + R_2)^3}{R_1 R_2 (R_1 - R_2)} \cdot \frac{X}{I}, \quad \dots \dots (38)$$

of, daar $I = \sigma \cdot \pi (R_1^2 - R_2^2) X$,

$$\frac{\Omega}{\omega_M} = 2 \eta k_1 k_2 \frac{1}{\sigma} \frac{(R_1 + R_2)^3}{R_1 R_2 (R_1 - R_2)^2} \cdot \dots \dots \dots (39)$$

Is e de lading van een gram-ion en bevinden zich n gram-ionen in elken cm^3 , zoo heeft men

$$\sigma = en (k_1 + k_2), \quad \dots \dots \dots (40)$$

zoodat (39) overgaat in

$$\frac{\Omega}{\omega_M} = 2 \frac{\eta}{en} \frac{k_1 k_2}{k_2 + k_2} \frac{(R_1 + R_2)^3}{R_1 R_2 (R_1 - R_2)^2} \cdot \dots \dots \dots (41)$$

Stel dat $R_1 = 1,505$ cM. en $R_2 = 1.16$ cM. Laat den wrijvingscoëfficiënt gelijk zijn aan dien voor water, dus

$$\eta = 0,01.$$

Bekend is

$$e = 9654.$$

Bestaat de electrolyt uit een oplossing van 10 Gr. KCl per Liter, zoo is

$$n = \frac{1}{7460}.$$

De snelheden voor K en Cl zijn resp. $k_1 = 0,66 \cdot 10^{-11}$ en $k_2 = 0,69 \cdot 10^{-11}$. Deze waarden substitueerende in de vergelijking (41) vindt men voor

$\frac{\Omega}{\omega_M}$ eene zeer kleine waarde (ongeveer $7 \cdot 10^{-13}$).

Daar de hoeksnelheid Ω in dit geval zoo gering wordt, zal de geheele electrolyt met de ionen die den stroom dragen ongeveer dezelfde hoeksnelheid verkrijgen; anders dan bij het rondwentelend gas, bewegen zich hier de ionen die den stroom dragen slechts zéér weinig sneller dan het medium waarin zij zich bevinden.

§ 3. WILSON en MARTYN berekenen de draaiingssnelheid der ontleding ongeveer op de volgende wijze.

Is X de elektrische kracht evenwijdig met de as van den cilinder, zoo zullen de positieve en negatieve ionen in de richting der kracht resp. de snelheden $k_1 X$ en $-k_2 X$ hebben. Stel dat de positieve ionen zich naar beneden bewegen met de snelheid

$$v_1 = k_1 X, \dots \dots \dots (42)$$

en de negatieve naar boven met de snelheid

$$v_2 = k_2 X. \dots \dots \dots (43)$$

De op elk ion werkende mechanische kracht is gelijk aan het product der magnetische kracht met de lading van het ion en met zijne snelheid. Hieruit volgt voor de snelheden waarmede de positieve en negatieve ionen resp. zich in zijdelingsche richting voortbewegen

$$u_1 = k_1^2 HX. \dots \dots \dots (44)$$

$$u_2 = k_2^2 HX. \dots \dots \dots (45)$$

Positieve en negatieve ionen zullen slechts dan dezelfde baan kunnen volgen wanneer deze scheef staat, waarbij het bij de anode gelegen deel der baan vóórgaat. Zij α de hellingshoek der baan ten opzichte van een verticale lijn. Deze hellingshoek zal blijken zeer klein te zijn.

Is V_1 de snelheid waarmede een positief ion zich in de richting der baan beweegt, en U de snelheid waarmede de baan zich in zijdelingsche richting verplaatst, zoo zal de ware snelheid van het positieve ion zoowel de resultante der snelheden v_1 en u_1 alsook die der snelheden V_1 en U zijn.

Men moet dus hebben

$$v_1 = V_1 \cos \alpha \dots \dots \dots (46)$$

$$u_1 = U - V_1 \sin \alpha \dots \dots \dots (47)$$

En gaat het negatieve ion in de richting der baan met snelheid V_2 naar boven, zoo moet evenzoo

$$v_2 = V_2 \cos \alpha \dots \dots \dots (48)$$

en

$$u_2 = U + V_2 \sin \alpha \dots \dots \dots (49)$$

Uit de vier laatste vergelijkingen volgt

$$\text{tg } \alpha = \frac{U - u_1}{v_1} = \frac{u_2 - U}{v_2}, \dots \dots \dots (50)$$

dus

$$U = \frac{v_1 u_2 + v_2 u_1}{v_1 + v_2} \dots \dots \dots (51)$$

en

$$\text{tg } \alpha = \frac{u_2 - u_1}{v_1 + v_2} \dots \dots \dots (52)$$

Wanneer men in (51) en (52) de waarden van v_1 , v_2 , u_1 en u_2 volgens (42), (43), (44) en (45) invult, verkrijgt men

$$U = k_1 k_2 HX \dots \dots \dots (53)$$

en

$$\text{tg } \alpha = (k_2 - k_1) H \dots \dots \dots (54)$$

Wanneer men k_1 en k_2 als bekende grootheden beschouwt, kan men, daar U en X gemeten kunnen worden (de laatste weliswaar ruw) nagaan of de formule (53) uitkomt; beschouwt men k_1 en k_2 als onbekend, zoo kan men uit die formule het product $k_1 k_2$ bepalen.

Uit andere proeven zijn intusschen k_1 en k_2 voldoende bekend. Het blijkt bij invulling der numerieke waarden in de formule (54) dat de hoek α zeer weinig van nul verschilt, zoodat de scheeve stand niet in het oog valt.

Men kan zich evenwel afvragen of zich niet bij de ontlading positieve en negatieve ladingen zullen vormen aan de voor- en achterzijde daarvan, op de wijze van het verschijnsel van HALL.

Wij nemen voorloopig aan dat de baan der ontlading evenwijdig is met de as der cilinders, en dat de bedoelde ladingen zich gevormd hebben, tengevolge waarvan de ionen een elektrische kracht Y in de richting der voortbeweging ondervinden, terwijl X weder voorstelt de elektrische kracht in de richting evenwijdig met de cilinderas. De snelheden v_1 en v_2 worden dan evengroot als zoeven, maar de snelheden in voortgaande richting worden voor de pos. en neg. ionen resp.

$$u_1 = k_1^2 HX + k_1 Y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (55)$$

en

$$u_2 = k_2^2 HX - k_2 Y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (56)$$

Deze moeten nu beide gelijk zijn aan U , de snelheid waarmede de baan der ontlading zich voortbeweegt. Men vindt dus

$$U = k_1^2 HX + k_1 Y = k_2^2 HX - k_2 Y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

waaruit volgt

$$Y = (k_2 - k_1) HX \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

en

$$U = k_1 k_2 HX \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (59)$$

Dezelfde waarde als te voren wordt voor de snelheid U ook op deze wijze gevonden.

Het is nu ook zeer goed mogelijk dat de baan helt onder een willekeurigen kleinen hoek β en tevens de ladingen aan vóór- en achterzijde der ontlading optreden.

Alsdan vindt men weder de formule (51), waarbij v_1 v_2 u_1 en u_2 bepaald worden door de formules

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= k_1 X \\ v_2 &= k_2 X \\ u_1 &= k_1^2 HX + k_1 Y \\ u_2 &= k_2^2 HX - k_2 Y \end{aligned} \right\}$$

In de plaats van (52) treedt nu de formule

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{u_2 - u_1}{v_1 + v_2} \dots \dots \dots (60)$$

De formules (51) en (60) leveren op

$$U = k_1 k_2 H X \dots \dots \dots (61)$$

en

$$\operatorname{tg} \beta = (k_2 - k_1) H - \frac{Y}{X} \dots \dots \dots (62)$$

Welke de hellingshoek ook moge zijn, steeds vindt men de juiste waarde voor de snelheid U . Het is dus het meest aannemelijk zich voor te stellen dat deze hellingshoek door de plaatselijke gesteldheid van het metaal wordt bepaald en dat de kracht Y , dus ook de zijdelingsche ladingen, zich daarnaar regelen op de wijze aangegeven door formule (62).

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens de Heeren ERNST COHEN en J. OLIE JR. aan mededeeling N^o. 113 uit het Natuurkundig Laboratorium te Leiden: „*Het atoom-volume van allotrope modificaties bij zeer lage temperaturen.*”

(Mede aangeboden door den Heer H. A. LORENTZ).

1. Bij de discussie over een mededeeling: „De allotrope vormen van zilver en goud”, door een van ons beiden in de vergadering der Deutsche Bunsengesellschaft te Dresden gedaan ¹⁾, kwam de vraag ter sprake, of de atoomvolumina der verschillende allotrope modificaties van een bepaald element bij het absolute nulpunt gelijk worden. Daar de beantwoording dezer vraag, die slechts langs experimenteelen weg kan worden gegeven, ten nauwste samenhangt met eenige andere punten, het periodiek systeem der elementen betreffende, waarop wij later zullen terugkomen, hebben wij een onderzoek in de boven aangeduide richting uitgevoerd, dat hier in het kort worde geresumeerd ²⁾.

2. Nadat een voorloopig onderzoek ons had geleerd, dat de allotrope vormen van den phosphor minder geschikte objecten voor onze metingen waren, hebben wij deze alleen met diamant en graphiet, alsmede met wit en grauw tin uitgevoerd.

¹⁾ Zeitschrift für Elektrochemie **21**, 589 (1906).

²⁾ De uitvoerige verhandeling verschijnt binnen kort in de Zeitschrift für physik. Chemie.

3. Door bemiddeling van den Heer S. LEHMANS te Amsterdam stelde de Heer LOUIS TAS aldaar tien gram diamant (314 stuks) te onzer beschikking. Het zij ons vergund hun ook op deze plaats onzen hartelijken dank te brengen.

4. De Heer P. LEBEAU te Parijs zond ons een groote hoeveelheid graphiet, afkomstig uit de nalatenschap van HENRI MOISSAN; dit preparaat bleek bij onderzoek zeer zuiver te zijn.

Daar de onderzoekingen van LE CHATELIER en WOLOGDINE¹⁾ hebben geleerd, dat graphiet eerst dan een scherp gedefinieerd spec. gew. bij bepaalde temperatuur aanneemt, wanneer het aan groote drukkingen is blootgesteld geweest (volgens de genoemde auteurs worden op die wijze ingesloten gassen daaruit verwijderd), hebben wij ons preparaat aan drukkingen van 5000—1000 atm. blootgesteld en eerst dan gebruikt, als het spec. gew. ook na herhaalde kompressie konstant bleef.

Wij maakten gebruik van een speciaal voor dit doel gekonstrueerd toestelletje, dat in Fig. 1 is afgebeeld.

In het stalen blok B is een holte geboord, waarin men gepoederd graphiet brengt. In die holte past de stempel D, die onder een hydraulische pers door het blok A wordt neergedrukt. Het aldus ontstane graphietcylindertje laat zich gemakkelijk uit B verwijderen door losschroeven van C en kan dan met behulp van het stuk FE uit de holte worden gestooten.

5. Het witte tin, dat bij onze metingen dienst deed, was hetzelfde preparaat, dat bij de onderzoekingen van ERNST COHEN en E. GOLDSCHMIDT²⁾ had dienst gedaan, terwijl het grauwe tin afkomstig was van een blok Bankatin, dat ons indertijd door den Heer H. BAUCKE, chem. ing. te Amsterdam, welwillend was afgestaan³⁾. Bij onderzoek bleek, dat dit materiaal zeer zuiver was. Door een afzonderlijk onderzoek overtuigden wij ons er van, dat het wit tin niet meer bevatte.

BEPALING VAN HET SPEC. GEWICHT.

6. Onze bepalingen werden bij 18°, — 38° en — 164° uitgevoerd.

A. Metingen bij 18°.0.

7. Hierbij maakten wij gebruik van een pyknometer. Daar graphiet door water niet wordt bevochtigd, namen wij toluol als vulvloeistof.

¹⁾ C. R. **146**, 49 (1908).

²⁾ Zeitschrift für physik. Chem. **50**, 225 (1905).

³⁾ Zeitschrift für physik. Chem. **63**, 625 (1908).

In verband hiermede werd het slijpstuk van den pyknometer zeer lang gemaakt. Ons apparaatje had een inhoud van ± 22 cc.; het werd met behulp van zorgvuldig uitgekookt water geijkt. De wegingen werden uitgevoerd op een balans, waarop $\frac{1}{10}$ mg. kon worden afgelezen. Alle wegingen werden gereduceerd op het luchtledig en op de dichtheid van water bij $4^{\circ}.0$.

Nadat de stof, die onderzocht moest worden, in den pyknometer was gebracht, werd deze met toluol aangevuld en met de luchtpomp verbonden. Had de toluol gedurende eenigen tijd gekookt, dan werd het fleschje verder met die vloeistof aangevuld en in een thermostaat geplaatst, die op $18^{\circ}.0$ werd gehouden. De gebruikte thermometers waren gecontroleerd met een normaalthermometer (in $\frac{1}{10}^{\circ}$ verdeeld), die door de Physikalisch-Technische Reichsanstalt te Charlottenburg was geijkt.

De stop van den pyknometer was kapillair doorboord; de bovenkant van de kapillair was mat geslepen. Zoodra die bovenkant gedurende 10 minuten geheel droog bleef, werd de vloeistof met behulp van een kapillair pipetje afgezogen tot aan een streep, die zich op de kapillair van den pyknometer bevond. Daarna werd de pyknometer uit den thermostaat verwijderd en na zorgvuldig afgedroogd te zijn, gewogen. Er werden steeds bepalingen in duplo uitgevoerd.

Voor de gebruikte toluol vonden wij: $d \frac{18^{\circ}.0}{4^{\circ}.0} \mathbf{0,8666}$.

Tabel 1 bevat de resultaten der bepalingen bij $18^{\circ}.0$.

TABEL 1¹⁾
Temperatuur $18^{\circ}.0$.

Stof		Gewicht van de verdrongen toluol in gr.	Gewicht van het verdrongen water in gr.	d. $\frac{18^{\circ}.0}{4^{\circ}.0}$	Opmerkingen
Naam	Gewicht in gr.				
Diamant	9.9790*	—	2.8296*	3.514	
Graphiet	8.4424*	3.2964*	—	2.217	
Graphiet	8.5504*	3.3412*	—	2.215	
Wit tin	16.8488	—	2.3082	7.281	van grauw tin bereid
Wit tin	23.7052*	—	3.2458*	7.285	„ gesmolten tin „
Grauw tin	33.4100*	—	5.7953*	5.751	fijn poeder
Grauw tin	29.9170	—	5.1789	5.763	grover „

¹⁾ De cijfers in deze tabel, die van een * zijn voorzien, hebben bij de latere berekeningen dienst gedaan.

B. *Metingen bij lage temperaturen.*

8. Daar, voor zoover ons bekend is, een nauwkeurige methode tot het bepalen der spec. gewichten van vaste stoffen bij zeer lage temperaturen, nog niet bestaat,¹⁾ moesten wij in de eerste plaats een zoodanige uitwerken.

De door ons gebruikte methode is te beschouwen als een combinatie van den dilatometer met den gewichtsthermometer.

Reeds aanstonds bleek echter, dat wij onze proeven slechts tot -164° zouden kunnen uitstrekken. Immers, tot dus verre is er geen vloeistof bekend, die beneden die temperatuur voldoende vloeibaar blijft. Zoo wordt bv. pentaan (z.g. Pentan für Thermometer) reeds enkele graden lager zoo viskeus, dat het geheel onbruikbaar is.

a. *De dilatometer.*

9. Onze dilatometer (Fig. 2) werd van Jenaglas 16^{III} gemaakt, daar, door de onderzoekingen van KAMERLINGH ONNES en CLAY de uitzettingscoëfficiënt van deze glassoort bij zeer lage temperatuur voldoende bekend is.

A is een reservoir van ± 20 cc. inhoud; de kapillair BB_1B_2 heeft een lumen van 0,7 mm.; de inhoud van *C* is ± 6 cc., die van *E* ± 20 cc.

Met behulp van een slijpstuk *S* kon *E* op de onderliggende kapillaire buis worden gezet. Deze heeft hetzelfde lumen als BB_1B_2 .

De gang der proeven is nu als volgt:

Nadat *A* gereinigd en gewogen is, brengt men de stof, die op haar spec. gew. onderzocht moet worden, daarin en weegt opnieuw. Men smelt de buis BB_1B_2 aan en weegt het geheel. Daarna etst men op de kapillair BB_1B_2 een merkteeken, even beneden de plaats, waar zij later uit het koelbad zal treden. *A* wordt met pentaan tot aan dit teeken gevuld, nadat het geheel in een thermostaat op $18^{\circ}.0$ is gebracht. Men weegt opnieuw.

Thans plaatst men *A* in een koudmakend mengsel en smelt bij B_1 het overig deel van den toestel aan de kapillair.

E wordt verbonden met een (*niet* ingevette) driewegkraan, die gelegenheid geeft den toestel leeg te pompen en hem met pentaan aan te vullen. Deze manipulaties worden eenige malen herhaald.

Is de toestel op deze wijze tot ongeveer te halver hoogte van *E*

¹⁾ De bepalingen, door DEWAR (Chemical News 85, 289 (1902) uitgevoerd, dragen een meer oriënteerend karakter. Zijne methode was voor ons doel geheel onbruikbaar, daar zij niet nauwkeurig genoeg is.

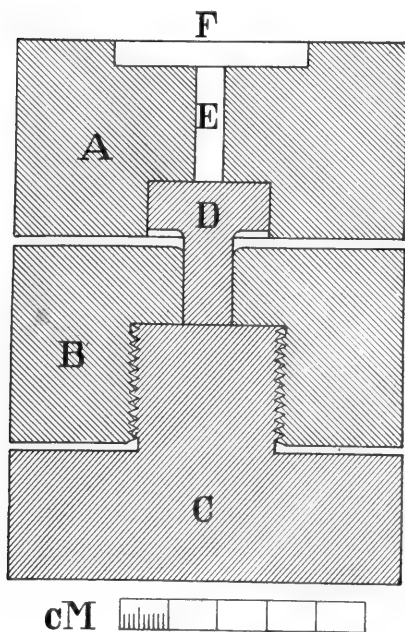


Fig. 1.

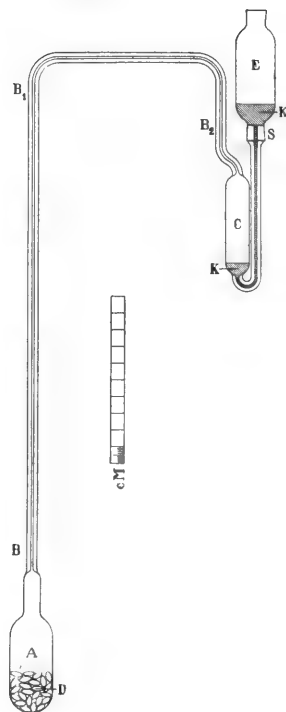


Fig. 2.

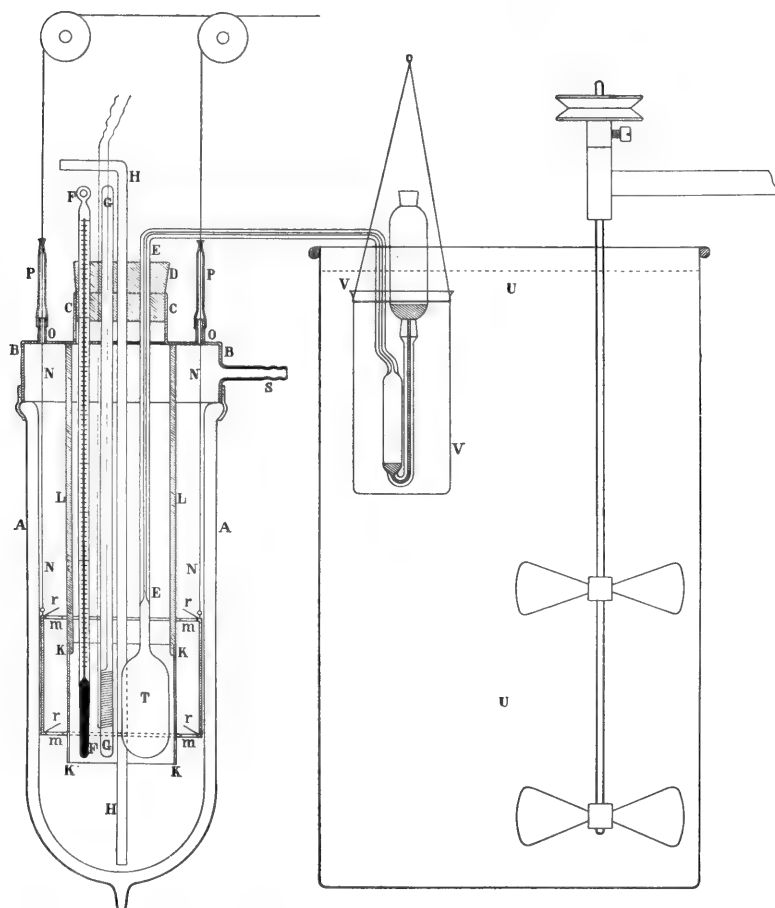
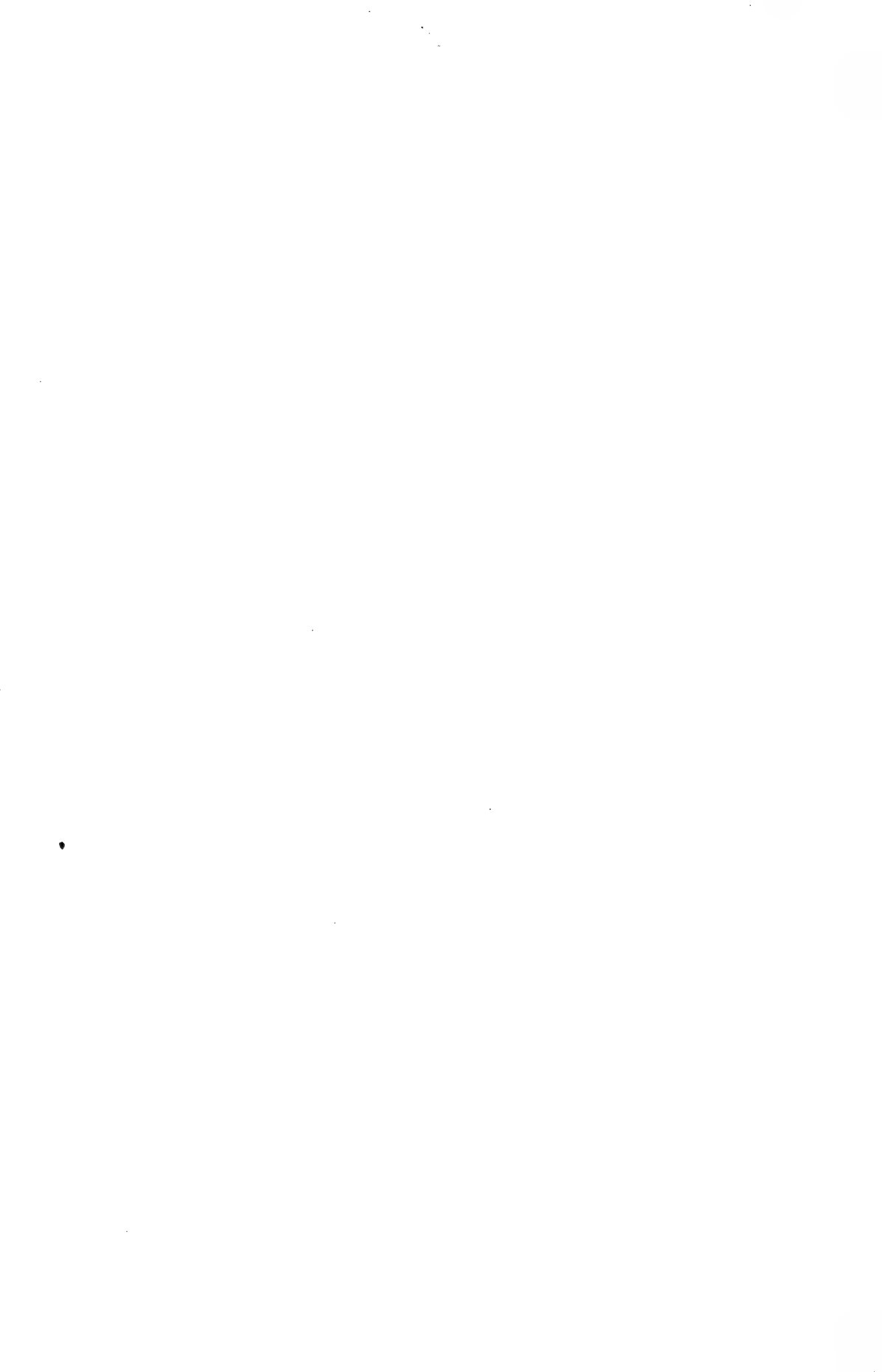


Fig. 3.



met pentaan gevuld, dan giet men met behulp van een trechter in *E* zuiver, dubbel gedistilleerd kwik. Door nogmaals uit te pompen, verwijdert men het overtollige pentaan, zoodat het kwik ten slotte in het onderste deel van *C* dringt en *KS* daarmee gevuld blijft.

Men plaatst ABB_1 in den kryostaat, terwijl B_2CSE zich in een thermostaat *U* (fig. 3) bevindt, die op $18^{\circ}.0$ wordt gehouden.

Het kwik stijgt nu in *C*; men giet thans in *E* kwik, zoodat, wanneer *A* de temperatuur van den kryostaat heeft aangenomen, het kwik in *E* eenige centimeters boven het slijpstuk staat.

Is de temperatuur van den kryostaat gedurende een uur volkomen konstant gebleven, (de temperatuur wordt met behulp van een weerstandsthermometer bepaald), dan verwijdert men *E*. De overmaat van kwik, die zich in *E* bevindt, wordt in een bekeerglas *V* (fig. 3) opgevangen. Blijft de kapillair tot boven geheel gevuld, dan plaatst men het vat *E*, na het vooraf zorgvuldig te hebben schoongemaakt, weer op het slijpstuk en laat nu de temperatuur van ABB' langzaam stijgen. Het kwik, dat bij *S* uitvloeit, wordt in *E* verzameld. Na eenigen tijd brengt men den geheelen toestel in den thermostaat van $18^{\circ}.0$ en laat hem daarin geruimen tijd hangen. Nu brengt men onder B_1CSE een bekeerglas, verwijdert *E* zorgvuldig van het slijpstuk, zoodat het kwik in het bekeerglas vloeit en strijkt ten slotte het oppervlak van het slijpstuk met een veertje af.

Het kwik, dat zich in het bekeerglas bevindt wordt voorzichtig met water gewasschen, daarna met alcohol. Dezen verwijdert men met behulp van een luchtstroom, die door watten is gefiltreerd. Men herhaalt het drogen, totdat het gewicht konstant geworden is.

b. De kryostaat.

10. Voor de metingen bij -38° gebruikten wij vloeibaar chloormethyl onder verminderden druk, bij -164° vloeibaar methaan bij 1 atm. De toestel, die door KAMERLINGH ONNES voor dergelijke doeleinden werd gekonstrueerd ¹⁾, is in fig. 3 schematisch voorgesteld. *AAA* is een geheel doorzichtig vakuümglas, dat ± 2 liter vloeistof kan bevatten, *BB* is een helm van messing, die met behulp van een caoutchoucing gasdicht op het glas kan worden bevestigd. De hals *CC* kan met een groote caoutchoucestop gasdicht worden afgesloten. De stop *D* was op zes plaatsen doorboord; door drie der boringen gingen de kapillairen *E* van drie dilatometers. Buitendien waren in het glazen vat *AA* aangebracht: een weerstands-

¹⁾ Zittingsverslag Mei 1905; Comm. from the Phys. Lab. at Leyden N^o. 94c.

thermometer *G*, een pentaanthermometer *F* en een glazen buis *H*. Deze laatste liep tot op den bodem van het vacuümvat.

De reservoirs *T* der dilatometers waren omgeven door een beschermingsmantel *KKKK* van nikkelblik. Deze mantel wordt gedragen door de nikkelstaven *LL*. Het vloeibare gas werd in sterke roering gehouden door den roerder *mmm*. De kleppen *nnn* bevorderen het sterk doorroeren in hooge mate. De roerder hangt aan drie draden *NN*, die gasdicht door den helm *BB* gaan. Ten einde dit te bereiken, gaan zij door de metalen buisjes *OO* en door de gummi-buisjes *PP*; in deze laatste zijn de draden hermetisch sluitend bevestigd. Met behulp van een elektromotor worden de draden in open neergaande beweging gebracht.

Het vloeibare gas werd door de buis *HH* in het vacuümglas gepompt.

Werkte men bij verminderden druk, dan werd *S* aan de luchtpomp verbonden.

11. De tabellen 2—9 bevatten de resultaten der metingen, die bij de berekening dienst doen.

TABEL 2.
Temperatuur 18.0°.

De dilatometer bevat	Gewicht der vaste stof in gr.	Gewicht van net pentaan in gr.	Nummer v. d. dilatometer
Diamant—Pentaan	9.9790	12.0820	I
Graphiet—Pentaan	8.7954	11.6135	II
Wit tin—Pentaan	23.7026	12.7496	III
Grauw tin—Pentaan	26.4843	10.5339	IV
Pentaan	—	12.8847	V
Water	—	20.2058	V

TABEL 3.
Temperatuur —163°.6.

Nummer v. d. dilatometer	De dilatometer bevat	Gewicht in gr. van het kwik, dat bij 18° 0 is uitgevloeid
I	Diamant—Pentaan	67.5817
II	Graphiet—Pentaan	65.0153
V	Pentaan	72.1680

T A B E L 4.
Temperatuur — 163°.2.

Nummer v. d. dilatometer	De dilatometer bevat	Gew. in gr. van het kwik, dat bij 18°.0 is uitge loeid
I	Diamant—Pentaan	67.6155
II	Graphiet—Pentaan	65.0644
V	Pentaan	72.2079

T A B E L 5.
Temperatuur — 163°.5.

Nummer v. d. dilatometer	De dilatometer bevat	Gew. in gr. van het kwik, dat bij 18°.0 is uitgevloed
I	Diamant—Pentaan	67.5664
II	Graphiet—Pentaan	65.0778
V	Pentaan	72.2685

T A B E L 6.
Temperatuur — 38°.0.

Nummer v. d. dilatometer	De dilatometer bevat	Gew. in gr. van het kwik, dat bij 18°.0 is uitgevloed
I	Diamant—Pentaan	21.2138
II	Graphiet—Pentaan	20.4593
V	Pentaan	22.7002

T A B E L 7.
Temperatuur — 37°.75.

Nummer v. d. dilatometer	De dilatometer bevat	Gew. in gr. van het kwik, dat bij 18°.0 is uitgevloed
I	Diamant—Pentaan	21.1658
II	Graphiet—Pentaan	20.3958
V	Pentaan	22.6509

T A B E L 8.
Temperatuur — 163°.3.

Nummer v. d. dilatometer	De dilatometer bevat	Gew. in gr. van het kwik, dat bij 18°.0 is uitgevloed
III	Wit tin—Pentaan	71.7180
IV	Grauw tin—Pentaan	58.9882
V	Pentaan	72.2378

T A B E L 9.
Temperatuur — 163°.4.

Nummer v. d. dilatometer	De dilatometer bevat	Gew. in gr. van het kwik, dat bij 18°.0 is uitgevloeid
III	Wit tin—Pentaaan	71.7131
IV	Grauw tin—Pentaaan	58.9744
V	Pentaaan	72.2318

12. Wat de berekening der proeven betreft, hieromtrent zij hier slechts het volgende vermeld: noemt men:

P_d het gewicht van het gebruikte diamant;

$P_{18°.0}^{I_p}$ het gewicht van de pentaan, bij 18°.0 naast het diamant in den dilatometer I aanwezig;

$P_{18°.0}^V$ het gewicht van de pentaan, in dilatometer V bij 18°.0 aanwezig;

U_p het gewicht van het kwik, dat bij het verwarmen van dilatometer V (met pentaan gevuld) van — t° tot 18°.0 is uitgevloeid;

$S_{18°.0}$ het spec. gew. van kwik bij 18°.0;

$W_{18°.0}^d$ het gewicht van het water, dat bij 18°.0 door het diamant wordt verdrongen;

$D_{18°.0}^w$ de dichtheid van water bij 18°.0;

δ den waren uitzettingscoëfficiënt van het gebruikte (Jena-) glas bij — t° .

T A B E L 10.

Temperatuur t	Spec. gewicht $d_{4°.0}^t$			
	Diamant	Graphiet	Wit tin	Grauw tin
— 163°.6	3.519	2.223		
— 163°.2	3.518	2.224		
— 163°.5	3.509	2.222		
— 163°.3			7.350	5.768
— 163°.3			7.351	5.768
— 38°.0	3.510	2.217		
— 37°.75	3.510	2.217		
+ 18°.0	3.514	2.216	7.285	5.751

U_d het gewicht van het kwik, dat uit dilatometer I is gevloeid bij verwarming van $-t^\circ$ tot $18^\circ.0$, dan is het gezochte spec. gewicht van diamant bij $-t^\circ$.

$$S_{-t^\circ} = \frac{P_d}{\frac{P_{18^\circ.0}^{I_p} U_p}{V} + \frac{W_{18^\circ.0}^d}{D_{18^\circ.0}} (1 - \delta t) - \frac{U_d}{S_{18^\circ.0}}}$$

Volgens deze uitdrukking (resp. volgens uitdrukkingen van analogen vorm voor de andere onderzochte stoffen) is tabel 10 berekend.

13. Ten slotte geeft tabel 11 een overzicht over de verhouding der spec. gew. van verschillende allotrope vormen van eenzelfde element bij verschillende temperaturen :

TABEL 11.

Temperatuur	Verhouding $\frac{S_{\text{diamant}}}{S_{\text{graphiet}}}$	Verhouding $\frac{S_{\text{wit tin}}}{S_{\text{grauw tin}}}$
+ 18°.0	1.585	1.266
- 38°	1.583	
- 164°	1.582	1.274

14. Uit tabel 11 zien wij, dat er tot -164° geen aanwijzingen bestaan; dat de spec. gewichten (resp. de spec. volumina) der verschillende allotrope modifikaties van eenzelfde element in de richting van het absolute nulpunt naar eenzelfde waarde zouden konvergeeren.

Slechts door de groote welwillendheid van den Heer KAMERLINGH ONNES, die ons de hulpmiddelen van zijn laboratorium ter beschikking stelde, is het mogelijk geweest het bovenstaand geschetst onderzoek uit te voeren. Het zij ons vergund hem ook op deze plaats onzen hartelijken dank daarvoor te brengen.

Den amanuënsis bij het Kryogeen Laboratorium te Leiden, den Heer G. J. FLIM, zij wij voor zijn intelligente hulp veel dank verschuldigd.

Oktober 1909.

Scheikunde. — De Heer VAN DER WAAALS biedt namens den Heer A. SMITS een mededeeling aan: „*Over foto- en electrochemische evenwichten*”.

(Mede aangeboden door den Heer P. ZEEMAN).

Reeds vroeger ¹⁾ heb ik er op gewezen, dat, wanneer men aan een donker- of thermochemisch evenwicht licht of elektrische energie toevoert en het stelsel *gevoelig* is voor deze energie-vormen zich een nieuw evenwicht zal instellen, dat van het thermochemisch evenwicht afwijkt of m. a. w. thermisch metastabiel is.

Bij die gelegenheid werden de heterogene fotochemische evenwichten in de stelsels $\text{Ag}_2\text{Cl}-\text{Cl}_2$ en $\text{S}-\text{CS}_2$ en verder het homogene fotochemische evenwicht $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$ en het homogene electrochemische evenwicht $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$ besproken, waarbij tevens een fotochemisch dissociatie-evenwicht bij HCl werd voorspeld.

Onlangs is dit vermoeden nu niet alleen bevestigd, maar het is COEHN ²⁾ gebleken, dat dit evenwicht zelfs bij de gewone temperatuur zóó duidelijk en gemakkelijk is te demonstreeren, dat de dissociatie van HCl-gas door licht in het vervolg een college-proef kan zijn.

Voorts zijn in den laatsten tijd nog andere evenwichten in deze richting bestudeerd, zoodat het aantal onderzochten foto- en electrochemische reacties zeer begint toe te nemen.

Dank zij den steun van een paar vrienden der natuurwetenschappen, is ook het Amsterdamsche laboratorium sinds eenigen tijd in staat gesteld geworden het nieuwe terrein der foto- en electrochemische evenwichten te verkennen, en zoo kan thans reeds gezegd worden, dat het zoeken op dit gebied niet te vergeefs is geweest.

Vóórdat echter de resultaten der onderzoekingen, die in gemeenschap met Dr. ATEN worden verricht, zullen worden medegedeeld, wil ik hier eenige algemeene beschouwingen vooraf laten gaan, waaruit zal blijken, hoe naar mijn meening de foto- en electrochemische evenwichten kunnen worden opgevat.

Ik zal mij daartoe bedienen van het volgende voorbeeld. Stel dat wij hebben een hooge kolom van een waterige oplossing van den een of anderen electrolyt; voeren wij nu door deze oplossing een warmen luchtstroom en wel in zoo'n groote¹⁾ hoeveelheid per seconde, dat het warmteverlies van den luchtstroom tijdens het doorstrijken

¹⁾ Rede. Amsterdam 9 Dec. 1907.

²⁾ Ber. **42**, 3183 (1909).

t.o.v. den totalen warmte-inhoud zéér klein is, dan zal de temperatuur van de lucht, die de oplossing verlaat niet merkbaar lager zijn dan de temperatuur van de lucht die in de oplossing treedt, en verwaarloozen wij nu den invloed van de zwaartekracht, dan zullen wij mogen aannemen, dat de vloeistofkolom een homogeen stelsel is met overal dezelfde temperatuur en dezelfde samenstelling, zoodat wij op zoo'n stelsel de wet van de chemische massawerking zullen mogen toepassen.

Wanneer wij nu de vloeistofkolom blootstellen aan donkere elektrische ontladingen of aan licht en wel in de richting van de lengte-as, dan doen wij in zoo verre hetzelfde als zoo even, dat wij door de vloeistofkolom een energiestroom zenden.

Hoe deze energiestroom nu werkt, laten wij thans in het midden; het resultaat moet echter wel dit zijn, dat de potentialen der reageerende stoffen worden verhoogd, hetgeen bij konstante temperatuur uitsluitend het gevolg moet zijn van een toename van de inwendige energie der moleculen.

Met de temperatuur neemt niet alleen de uitwendige, maar ook de inwendige energie van de moleculen toe, en daar men wel a priori kan zeggen, dat de inwendige energie der moleculen voor een chemische reactie de voornaamste factor zal zijn, zien wij hierin reeds een reden om te verwachten, dat bij opname van elektrische energie en licht-energie zich bij de gewone temperatuur evenwichten zullen instellen die ook worden verkregen bij toevoer van warmte-energie, doch dan bij veel hoogere temperatuur.

Vrij talrijk zijn nu de voorbeelden om deze analogie aan te toonen.

Zoo zou ik nog voort kunnen gaan, om aan te toonen, dat werkelijk het foto- en electrochemische evenwicht bij de *gewone* temperatuur correspondeert met het thermisch evenwicht van *veel hoogere* temperatuur en in verband hiermede is het nu zeer verklaarbaar, dat foto- en electrothermische evenwichten zich met zoo'n groote snelheid instellen.

Dit is vooral daarom belangrijk, omdat dit alles klopt met onze onderstelling, dat de belangrijkste factor voor een chemische reactie de inwendige energie der moleculen is, hetgeen dan ook te verwachten was, daar het toch niet de moleculen, doch de atomen of de atomen samenstellende deeltjes zijn, die chemisch reageeren.

Het is nu de vraag, wanneer mag op een stelsel, waaraan licht-energie of elektrische energie wordt toegevoerd de wet van de chemische massawerking worden toegepast? Het antwoord op deze

R E A C T I E S.

Toevoer warmte-energie	$3 O_2 \rightleftharpoons 2 O_3$	$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2 NO$	$2 H Cl \rightleftharpoons H_2 + Cl_2$
» elektrische »	»	»	» Smits Aten ¹⁾
» licht »	»	»	» Coehn ²⁾
Toevoer warmte-energie	$8 H_2 S \rightleftharpoons 8 H_2 + S_8$	$Se_x + x H_2 \rightleftharpoons x H_2 Se$	$2 H J \rightleftharpoons H_2 + J_2$
» elektrische »	» (Smits Aten)	» (Smits Aten)	» (Smits Aten)
» licht »	» » »	» » »	» » »
Toevoer warmte-energie	$P_4 + 6 H_2 \rightleftharpoons 4 PH_3$	$As_4 + 6 H_2 \rightleftharpoons 4 ASH_3$	$Sb_x + \frac{3}{2} x H_2 \rightleftharpoons x SbH_3$
» elektrische »	» (Smits Aten)	» (Smits Aten)	» (Smits Aten)
» licht »	» » »	» » »	» » »
Toevoer warmte-energie	$2 CO_2 \rightleftharpoons 2 CO + O_2$		
» elektrische »	» (Smits Aten)		
» licht »	» (Chapman) ³⁾		

vraag is m. i. als volgt:

Wanneer de hoeveelheid doorgevoerde energie zóó groot is, dat er bij het doorstrijken van den energiestroom van een afname der energie, die hier werkzaam is, niets valt waar te nemen, hoewel door het stelsel energie wordt opgenomen, dan is het stelsel evenals in het zoeven genoemde geval met den warmte-energiestroom in alle opzichten als homogeen te beschouwen en moet de wet van de chemische massawerking van toepassing zijn.

Is de energiestroom echter minder intensief, dan zal de energieafname duidelijk te constateeren wezen, de toestand van laag tot laag verschillen, en het stelsel dus inhomogeen zijn.

In dit geval is de wet van de chemische massawerking dus niet van toepassing.

Het is duidelijk, dat, wanneer de energiestroom te zwak is, het evenwicht gevoelig zal zijn voor een verandering van de sterkte van den energiestroom, en dat men dus op eenvoudige wijze kan nagaan,

¹⁾ In een volgende mededeeling zullen de onderzoekingen, waarvan hier enkele resultaten zijn medegedeeld in het kort worden besproken.

²⁾ l. c.

³⁾ Chem. Soc. p. 942 (1907).

of een stelsel op een bepaald oogenblik als een homogeen stelsel mag worden beschouwd ja of neen.

Hier dient opgemerkt te worden, dat men er wel op bedacht moet zijn, dat er nog allerlei complicaties kunnen optreden; zoo blijkt o.a. uit de onderzoekingen van DAVIES¹⁾, dat het een of andere bestanddeel invloed kan uitoefenen op den energiestroom, waardoor bv. bij donkere electriche ontladingen eigenaardige lichtverschijnselen kunnen optreden. Dat in zoo'n geval de wet van de chemische massawerking schijnbaar niet opgaat, valt niet te verwonderen, want de energiestroom heeft een verandering ondergaan en wat het onderzoek heeft laten zien is eenvoudig dit, dat een verandering in eigenschappen van den energiestroom van grooten invloed is op de ligging van het evenwicht.

Licht-energie en electriche-energie zijn nu eenmaal van veel gecompliceerder natuur dan de warmte-energie, en daarom kunnen zich op dit nieuwe terrein verschijnselen voordoen, die op thermisch gebied nog nooit werden aangetroffen.

Ten slotte zij er hier nog op gewezen, dat, wanneer men evenwichten bij zóó hoge temperaturen bestudeert, dat het vat, waarin het stelsel zich bevindt, een lichtbron is geworden, men een eindtoestand krijgen kan, die een fotochemisch evenwicht representeert bij deze hoge temperatuur; in enkele gevallen zal men met deze omstandigheid rekening dienen te houden.

Amsterdam. October 1909.

Anorg. Chemisch Laboratorium
der Universiteit.

Waterstaat. — De Heer DE BRUYN biedt ter plaatsing in de Werken der Akademie eene verhandeling aan van den Heer Jhr. M. H. VAN BERESTEYN: „*Getij-constanten voor plaatsen langs de kusten en benedenrivieren in Nederland berekend uit de waterstanden van het jaar 1906.*”

De Voorzitter verzoekt de Heeren DE BRUYN en VAN DER STOK daarover verslag uit te brengen in de volgende vergadering.

Voor de Bibliotheek wordt aangeboden door den Heer H. ZWAARDEMAKER Cz. zijn „*Leerboek der Physiologie, Deel I. Stuk 1.*”

De vergadering wordt gesloten.

¹⁾ Zeitschr. f. physik. Chem. 64, 657 (1908)

E R R A T A.

De noot op blz. 179 te lezen als volgt:

1) Bovendien ontstaat bij deze reactie, in geringe hoeveelheid, een isomeer, dat na omkristalliseeren uit alcohol bij 117° smolt. Door talrijke omkristallisaties uit tetrachloorkoolstof kon het smeltpunt tot 132° opgevoerd worden.

Blz. 294 staat in den teller van de formule voor $\frac{dx_L}{dt}$, $Q_m - Q_{SL}$, dit moet zijn $Q_m + Q_{SL}$.

Blz. 299 laatste zin te lezen als volgt:

De overgang heeft plaats op het moment dat beide dampvlakken worden geraakt hetgeen op een *dubbel retrograad* verschijnsel wijst.

Blz. 300 eerste zin te lezen aldus:

Dit gedrag bewijst dus, dat wij van de kritische temperatuur van aether komende eerst uitsluitend het verschijnsel der retrograde condensatie krijgen, dan een temperatuurtraject waarover retrograde condensatie en retrograde stolling gecombineerd voorkomen om ten slotte alleen het verschijnsel der retrograde stolling over te houden.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM.

BIJVOEGSEL

AAN HET

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING
DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING
van Zaterdag 30 October 1909.

I N H O U D.

- H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN: „Nota omtrent eenige bepalingen van de daling van den bodem van Nederland langs de zee kust, afgeleid uit opteekeningen van waterhoogten en waterpassingen”, p. 391. (Met een plaatje).
H. E. DE BRUYN: „Nota omtrent de daling van den bodem in de laatste jaren”, p. 395.
G. A. F. MOLENGRAAFF: „De daling van den bodem van Nederland”, p. 400.
J. M. VAN BEMMELEN: „Aanteekening omtrent de daling van den Nederl. bodem”, p. 407.

Aardkunde. — Verslag over een brief van den Minister van Binnenlandsche Zaken met verzoek om inlichtingen betreffende wijzigingen der Noordzeekust.

Nota omtrent eenige bepalingen van de daling van den bodem van Nederland langs de zee kust, afgeleid uit opteekeningen van waterhoogten en waterpassingen door H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

In deze nota zal alleen worden nagegaan, in hoever men gerechtigd is, uit oude opteekeningen der waterhoogten in Amsterdam en uit de door den Hoofdingenieur Directeur van den waterstaat RAMAER gepubliceerde peilschaalaflezingen tot veranderingen van de hoogte van den bodem met betrekking tot het zeeoppervlak te besluiten.

1°. Waterhoogten van het Y voor Amsterdam.

In eene mededeeling in de vergadering van de Kon. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam in Maart 1908 (Verslag Deel XVI

pag. 766; Proceedings Vol. X pag. 703), waarvan een exemplaar hiernevens gaat, heb ik afgeleid, dat in het tijdvak 1700—1860 de bodem van Amsterdam niet merkbaar gedaald of gerezen is met betrekking tot den gemiddelden stand van de Noordzee. Hier volge een kort uittreksel uit die mededeeling.

Van 1700—1860 is dagelijks, van uur tot uur, in het waterkantoor de waterstand van het Y voor Amsterdam opgeteekend. Blijkens die opteekeningen is het verschil in hoogte van eb en vloed gedurende dit geheele tijdvak onveranderd gebleven, waaruit volgt dat de gemeenschap tusschen het Y en de Noordzee niet merkbaar is gewijzigd, en dus de uitkomsten omtrent veranderingen in den gemiddelden stand van het Y ook gelden voor den gemiddelden stand van de Noordzee.

Uit die opteekeningen heb ik verder den meest waarschijnlijksten waterstand in het Y in het eerste en het laatste waarnemingsjaar, 1700 en 1860, met betrekking tot het A.P. in het waterkantoor afgeleid, en daarvoor gevonden — 165 mM. in 1700 en — 80 mM. in 1860, beide met middelbare fouten van ± 12 mM.

In de jaren 1860 en 1875 is door nauwkeurige waterpassingen het verschil bepaald in de hoogte van het A.P. in het waterkantoor en van het A.P. dat afgeleid is uit de groeven in 5 steenen, welke in 1682 in 5 sluisen zijn geplaatst. Dit verschil bedroeg 82 mM., zoodat in 1860 de gemiddelde waterstand in het Y met betrekking tot het A.P. van de 5 steenen was: — 80—82, of — 162 mM.

Hoe was nu in 1700 de stand van het A.P. in het waterkantoor ten opzichte van het A.P. der 5 steenen?

Zoover bekend is, waren in 1700 de groeven in de enkele jaren vroeger geplaatste steenen de eenige merken waardoor het A.P. juist bepaald werd, en het is dus bijna zeker dat het A.P. in het waterkantoor door gelijktijdige waarnemingen der waterhoogten bij stilstaand water uit de hoogten van die groeven is afgeleid. Verder mag men ook aannemen, dat bij die overbrenging van het peil geen veel grooter fout zal gemaakt zijn dan bij de bepaling van de onderlinge hoogten van de groeven, die vermoedelijk op gelijke wijze heeft plaatsgegrepen. Hoe nauwkeurig die onderlinge hoogten toenmaals bepaald waren, kan men thans nog nagaan. Uit eene nauwkeurige waterpassing in 1875 bleek namelijk, dat die hoogten onderling slechts enkele mM., in maximo 8 mM., verschilden: waarschijnlijk zal dus in 1700 ook het verschil van het A.P. der sluissteenen en het overgebrachte A.P. in het waterkantoor slechts eenige millimeters hebben bedragen. De gemiddelde hoogte, — 165 mM., van het Y in 1700 ten opzichte van het A.P. in het waterkantoor mag dus ook be-

schouwd worden als ongeveer de gemiddelde hoogte ten opzichte van het A.P. der sluissteen voor te stellen, en daar in 1860 die hoogte — 162 mM. was, komen wij tot het besluit dat van 1700 tot 1860 geen merkbare verandering is gekomen in de hoogte van den bodem, waarop de 5 sluizen zijn gebouwd, ten opzichte van de gemiddelde hoogte van de Noordzee. De onzekerheid van deze uitkomst kan men aangeven door eene middelbare fout van ± 2 cM.

Wanneer men deze uitkomst aanneemt, moet men eveneens aannemen dat van 1700 tot 1860 het A.P. in het waterkantoor omstreeks 80 mM. is gedaald, doch naar de oorzaken van zulk eene daling behoeft men niet ver te zoeken.

Het merk toch was aangeteekend op een peilstok, die door een gat in den vloer van het boven het Y gebouwde waterkantoor in het water werd gestoken, en wel zoover tot een aan den stok bevestigde klamp tegen den bovenkant van dien vloer stuitte. In dien stand stelde het merk op den stok het A.P. voor, en de waterhoogte werd bepaald door af te lezen, tot hoever boven of beneden het merk de stok was bevochtigd.

Het is duidelijk dat, zoowel dalingen van den vloer van het op houten palen rustende gebouwtje, als veranderingen van den peilstok, van den klamp of van het merk, die zeker in die 160 jaren meermalen zijn voorgekomen, den stand van het A.P. in het waterkantoor moesten wijzigen; en het is zeker minder waarschijnlijk, dat gedurende dit geheele tijdvak het aangenomen A.P. onveranderd is gebleven, dan dat het omstreeks 8 cM. is veranderd. De onwaarschijnlijkheid dat het A.P. in het waterkantoor zou gedaald zijn, kan dus bezwaarlijk als grond ter bestrijding van bovenvermelde uitkomst worden aangevoerd.

2. *Peilschaalwaarnemingen langs de zee kust.*

De Heer RAMAER, Hoofdingenieur Directeur van den waterstaat, heeft in 1908 een belangrijk stuk in de verhandelingen van het Kon. Instituut van ingenieurs uitgegeven, waarin hij de uitkomsten mededeelt van eene bewerking der peilschaalaflezingen, ter bepaling van veranderingen in de onderlinge standen van den bodem en van den Noordzeespiegel.

Deze verhandeling heeft o. a. haar gewicht te danken aan de omstandigheid dat deze peilschalen staan onder het toezicht van den Heer RAMAER, en deze dus, meer dan een ander, bevoegd is hunne betrouwbaarheid te beoordeelen. Bij mijne beschouwingen zal ik mij dan ook, wat die betrouwbaarheid betreft, geheel door den Heer RAMAER laten leiden.

De eerste berekeningen van den Heer RAMAER berusten op de gemiddelde aflezingen van 8 langs de kust geplaatste peilschalen, welke blijkbaar door hem nauwkeuriger dan de aflezingen van de andere peilschalen worden geacht. Hij schrijft tenminste: „men mag „de gevonden uitkomsten met vertrouwen aanvaarden. Anders is het „met de andere peilschalen van tabel VI (vermoedelijk tabel V) „gesteld.” De door den Heer RAMAER gebruikte waarnemingsreeks begint met 1872, omdat van dat jaar af de meeste dezer peilschalen geregeld zijn waargenomen; zij eindigt met 1906.

De Heer RAMAER onderstelt dat de 35 gemiddelde jaarlijksche zeestanden, die ik in hunne ware onderlinge hoogten in nevensgaande figuur heb afgebeeld, worden voorgesteld door de formule:

$$y = a + bx,$$

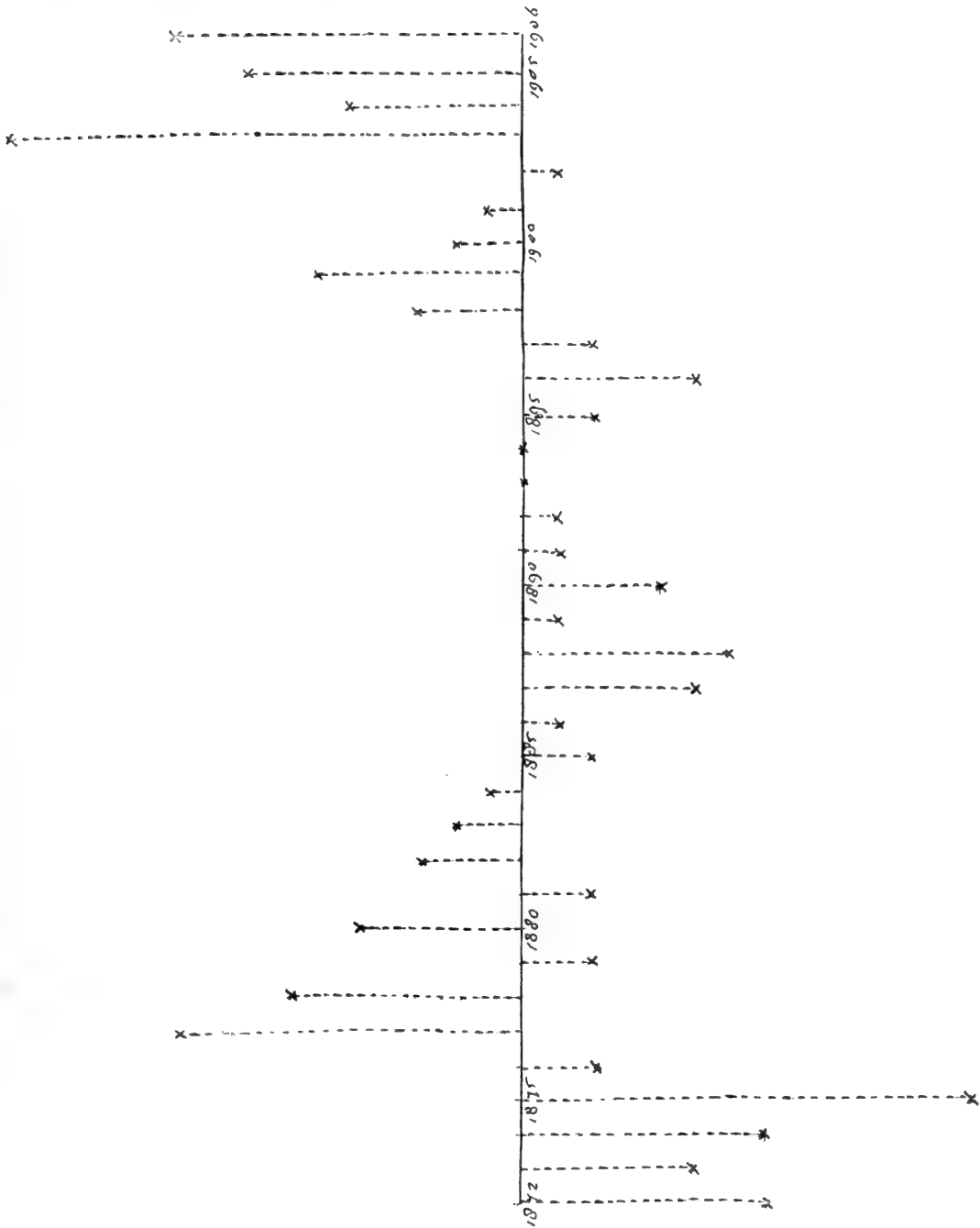
waarin x het aantal jaren, verlopen sedert een aangenomen aanvangsdatum en b de jaarlijksche verandering voorstellen. Gebruik makende van al die zeestanden, berekent hij volgens de methode der kleinste vierkanten de waarde van b en vindt daarvoor $+ 0.13$ cM.; voor de middelbare fout van die uitkomst vind ik ± 0.042 cM., terwijl, zoo men de formule $y = a + bx$ aanneemt, de middelbare fout van een jaargemiddelde gelijk ± 2.52 cM. is.

Uit de grootte van de middelbare fout zou men besluiten dat de berekende jaarlijksche verandering, eene relatieve stijging van het gemiddelde zeeoppervlak van 0.13 cM., reëel is; uit de graphische voorstelling blijkt dit echter niet zoo duidelijk, en om deze zaak nader te onderzoeken heb ik de berekeningen van b uit een deel der gegevens herhaald. Ik heb namelijk de uitkomsten van de 4 eerste en van de 4 laatste jaren, die blijkens de afbeelding vrij sterk van de overigen afwijken, uitgesloten en uit de reeks der 27 overblijvende jaren b bepaald; ik vind dan $b = - 0.05$ cM., dus eene relatieve daling van het zeeoppervlak met eene middelbare fout van ± 0.046 cM. Het groote verschil der beide uitkomsten, $- 0.13$ en $+ 0.05$, afgeleid uit reeksen van 35 en 27 jaar, welke laatste daarenboven geheel in de eerste is begrepen, doet zien dat men aan die uitkomsten slechts eene geringe waarde kan hechten, en dat de daling van den bodem, die uit de volledige waarnemingsreeks is afgeleid, feitelijk alleen berust op de uitkomsten van 8 jaar, de 4 eerste en de 4 laatste, terwijl de 27 overige jaren veeleer tot eene rijzing van den bodem doen besluiten.

De Heer RAMAER heeft na deze eerste nog eene tweede reeks van peilschaalaflezingen bewerkt, die gedurende de jaren 1862—1877 aan 18 peilschalen zijn volbracht (Tabel XXI van de verhandeling). De 16 hieruit afgeleide gemiddelde jaarlijksche zeestanden heeft hij vereenigd met de eerste reeks van 35 jaar, en uit het geheele samen-

H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN. Nota over eenige bepalingen van de daling van den bodem langs de kust van Nederland, afgeleid uit opteekeningen van waterhoogten en waterpassingen,

Hoogten der jaargemiddelden van 8 peilschalen in ware grootte.





stel eene nieuwe waarde van b afgeleid. Het is duidelijk dat, daar in deze samenstelling de eerste reeks bijna dubbel zoo lang is als de tweede, de uitkomst voor b in zeer groote mate van de eerst gevondene zal afhangen, en niet als een geheel nieuwe uitkomst mag beschouwd worden. Om dit bezwaar te ontgaan, heb ik de 16 jaargemiddelden van de tweede reeks afzonderlijk bewerkt, en verkrijg dan voor $b + 0.30$ cM., met eene middelbare fout van ± 0.213 cM. Voor de middelbare fout van een jaargemiddelde vind ik ± 3.93 cM., waaruit dus blijkt dat de Heer RAMAER zeer terecht aan de getallen uit de eerste reeks, die ieder slechts op het gemiddelde van 8 peilschalen berusten, eene grootere waarde toekent dan aan de getallen uit de tweede reeks, niettegenstaande deze uit het gemiddelde van 18 peilschalen zijn afgeleid.

De nieuwe waarde van de jaarlijksche daling van den bodem bezit, blijkens de vrij groote waarde der middelbare fout, geen groote nauwkeurigheid. Om nog op een andere wijze hierover een oordeel te kunnen vormen, heb ik, evenals bij de eerste reeks, enkele zeer afwijkende waarden uitgesloten, en wel de jaargemiddelden van 1864 en 1877; berekent men nu uit de 14 overblijvende jaargemiddelden de waarde van b , zoo vindt men daarvoor 0.00 cM. m. a. w., terwijl uit 16 jaargemiddelden eene daling van den bodem van 0.3 cM. zou volgen, volgt uit 14 van diezelfde jaargemiddelden dat de bodem noch gedaald noch gerezen is.

Ik geloof dat wij uit dit onderzoek mogen afleiden dat, noch uit de eerste, noch uit de tweede reeks der door den Heer RAMAER medegedeelde peilschaalaflezingen enig besluit mag worden getrokken met betrekking tot eene rijzing of daling van den bodem.

H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

Nota omtrent de daling van den bodem in de laatste jaren door

H. E. DE BRUYN.

Om na te gaan of, volgens de waarnemingen aan de peilschalen, in de laatste jaren de gemiddelde zeestand tén opzichte van het land is gerezen of het land ten opzichte van den gemiddelden zeestand is gedaald, zij het volgende opgemerkt.

Zoowel in het geval dat de zeestand rijst, hetgeen mijn inziens het waarschijnlijkst is, als in het geval dat de bodem zakt, zal dit niet regelmatig, dat is in elk jaar tot hetzelfde bedrag plaats hebben, maar, omdat daarvan niets bekend is, kan men niet anders doen dan die daling van den bodem ten opzichte van den zeestand als

regelmatig aannemen, dus den gemiddelden stand van de zee ten opzichte van de nullen der peilschalen als een rechte, klimmende, lijn voorstellen.

Nu verschilt de gemiddelde jaarlijksche zeestand op elk punt met de hoogte van halftij een constante grootheid. De rijzing van den gemiddelden zeestand is dus af te leiden uit de hoogte van halftij.

Het grootste bezwaar bij deze beschouwingen is de mogelijke verstelling van de nulpunten der peilschalen. Daar die verstellingen veel minder plaats hebben bij gewone dan bij registreerende peilschalen zal ik alleen gewone peilschalen in aanmerking nemen.

De jaarlijksche zeestand is in de eerste plaats afhankelijk van den wind. De afwijking door den invloed van den wind is groot in vergelijking van de mogelijke verschillen in den gemiddelden zeestand over enkele jaren door daling van den bodem. Nu blijkt uit de waarnemingen dat de invloed van den wind meestal gedurende zeker aantal jaren in denzelfden zin is; zoo komen dikwijls vier achtereenvolgende jaren met hoogen of met lagen stand voor; b.v. 1857—60, 1866—69, 1877—80 en 1903—06.

Een vergelijking van enkele jaren, b.v. van 5 jaren met 5 andere jaren kan daardoor tot groote fouten aanleiding geven; gesteld de eene 5 jaar is gemiddeld 3 cM. te hoog door den invloed van den wind, de andere 5 jaar 3 cM. gemiddeld te laag door dien invloed, dan geeft dit een verschil van 6 cM.; is nu de daling van het land in dien tijd 6 cM. dan zal men indien de hooge jaren de eerste zijn de daling van het land = 0, in het geval dat de lage jaren de eerste zijn de daling = 12 cM. vinden in dien tijd. Het is daarom wenschelijk voor vergelijking zoo lang mogelijke tijdvakken te kiezen, want de tijdvakken, waarin afwijkingen door invloed van den wind in positieven of negatieven zin plaats hebben, kunnen vrij lang aanhouden. Een vaste regel voor die afwijkingen of bepaalde perioden zijn niet te bespeuren. Het beste is daarom het gemiddelde van zeker aantal jaren te vergelijken met het gemiddelde van een ander aantal jaren.

Een bewijs dat de afwijkingen door wind over lange jaren in denzelfden zin kunnen zijn is te vinden in het verschil van de gemiddelde maandelijksche hoogte van de maanden onderling, waarbij alle fouten door verstelling van het nulpunt zijn geëlimineerd. Zoo heb ik gevonden voor een 54-jarig tijdvak 1843—1896 van de waarnemingen aan de peilschaal te Cuxhaven, dat de eerste 27 jaar de gemiddelde stand in Februari 154 mM. hooger was dan de gemiddelde stand in Mei, in de laatste 27 jaar 43 mM. lager, gevende dus een verschil van 197 mM.

Om uit de waarneming aan verschillende peilschalen de waarschijnlijke daling van den bodem af te leiden, kan men tot zoo veel mogelijke elimineering van de fouten door verstelling der nulpunten het gemiddelde nemen van de waarnemingen aan een zeker aantal peilschalen, of uit elke peilschaal een gevolgtrekking maken en die gevolgtrekkingen middelen. Voor een goed overzicht en vergelijking, daar de afwijking door den wind ten gevolge van de plaatselijke gesteldheid niet overal gelijk is, en om zoo veel mogelijk de waarnemingen aan die peilschaal geheel te gebruiken, waarvan de langste serie aanwezig is, is de laatste wijze te verkiezen. Natuurlijk moeten niet gebruikt worden peilschalen aan punten waar de gemiddelde stand om een andere reden gewijzigd is, zooals b.v. te Zoutkamp.

Wanneer men van de waarnemingen aan verschillende peilschalen een grafische voorstelling maakt, dan blijkt het dat in de laatste jaren *beslist* de zeestand gerezen is ten opzichte van het land. Niet met juistheid is de grootte van die rijzing te bepalen, omdat de tijd dat men over voldoende goede waarnemingen beschikken kan te kort is. Van twee peilschalen volgt hier een berekening leidende tot een taxatie van de grootte van die rijzing. Het zijn de peilschalen te Muiden en te Breskens. (De cijfers zijn overgenomen uit de verhandeling en een opgave over 1907 en 1908 van den Heer Ramaer.)

Muiden; gegeven de jaren 1855 tot en met 1908.

De verhooging van den zeestand is per eeuw afgeleid uit de jaren:

<i>a</i> 1855—1860 en 1903—1908 (12 jaar)	196 mM.
<i>b</i> 1861—1902 (42 jaar)	92 „
<i>c</i> 1855—1865 en 1898—1908 (22 jaar)	196 „
<i>d</i> 1866—1897 (32 jaar)	17 „
<i>e</i> 1855—1908 (54 jaar)	133 „

Nu zijn de waarden *a* en *c* zeker te groot, omdat de jaren 1855—1865 lage jaren waren en de jaren 1898—1906 hoge jaren. De waarde *d* is zeker te klein, omdat de jaren 1866—1869 hoge jaren waren en de jaren 1895—1897 lage jaren.

Voor de aannamen dat de rijzing van den zeestand per eeuw is 92 en 133 mM. gaat hierbij een staat, bevattende de afwijking met die aannamen. De gemiddelde hoogte van halftij op 1 Januari 1882 (het midden van het tijdvak) is in het eerste geval, afgeleid uit 42 jaar, 94 mM. \div N.A.P.; in het tweede, afgeleid uit 54 jaar, 96,4 mM. \div N.A.P. (Daar de hoogte van H.W. en L.W. van elk jaar slechts in c.M. is gegeven is een verschil van 5 mM. voor elk jaar mogelijk).

Jaartal	MUIDEN			BRESKENS	
	Hoogte halftij mM.	Afwijking bij 92 mM. rijzing p. e.	Afwijking bij 133 mM. rijzing p. e.	Hoogte halftij mM.	Afwijking bij 129 mM. rijzing p. e.
1855	— 150	— 28	— 18		
56	— 110	7	20		
57	— 190	— 73	— 61		
58	— 175	— 59	— 47		
59	— 145	— 30	— 19		
60	— 145	— 31	— 20		
61	— 135	— 22	— 11		
62	— 130	— 18	— 8	— 165	— 23
63	— 125	— 14	— 4	— 170	— 29
64	— 170	— 60	— 50	— 205	— 65
65	— 135	— 26	— 17	— 205	— 67
66	— 95	13	22	— 90	47
67	— 55	52	61	— 90	46
68	— 80	26	34	— 100	35
69	— 70	36	43	— 110	23
70	— 140	— 35	— 28	— 165	— 33
71	— 135	— 31	— 25	— 150	— 19
72	— 145	— 42	— 36	— 140	— 11
73	— 115	— 13	— 7	— 135	— 7
74	— 135	— 34	— 29	— 150	— 23
75	— 150	— 50	— 45	— 175	— 49
76	— 95	4	9	— 120	4
77	— 25	73	77	— 65	58
78	— 45	52	56	— 80	42
79	— 75	21	25	— 120	0
80	— 40	55	58	— 95	24
81	— 80	14	17	— 120	— 2
82	— 80	14	16	— 100	17
83	— 90	3	4	— 95	20
84	— 60	32	33	— 100	14

Jaartal	MUIDEN.			BRESKENS	
	Hoogte halfij mM.	Afwijking bij 92 mM. rijzing p. e.	Afwijking bij 133 mM. rijzing p. e.	Hoogte halfij mM.	Afwijking bij 129 mM. rijzing p. e.
1885	— 95	— 4	— 3	— 115	— 2
86	— 110	— 20	— 20	— 110	1
87	— 95	— 6	— 6	— 130	— 20
88	— 100	— 12	— 12	— 140	— 31
89	— 70	17	16	— 120	— 13
90	— 100	— 14	— 15	— 130	— 24
91	— 95	— 10	— 11	— 125	— 20
92	— 80	4	2	— 115	— 11
93	— 75	8	6	— 105	— 3
94	— 85	— 2	— 5	— 105	— 4
95	— 90	— 8	— 12	— 110	— 10
96	— 100	— 19	— 23	— 115	— 17
97	— 110	— 30	— 34	— 105	— 8
98	— 55	24	19	— 95	1
99	— 60	18	18	— 75	20
1900	— 80	— 3	— 8	— 90	3
01	— 55	21	15	— 100	— 8
02	— 85	— 10	— 16	— 105	— 14
03	— 15	59	53	— 15	74
04	— 65	2	1	— 60	28
05	— 40	32	25	— 55	32
06	— 40	31	24	— 55	31
07	— 100	— 29	— 38	— 90	— 6
08	— 90	— 20	— 29	— 80	3

Uit dien staat blijkt dat in beide aannamen de richting van de afwijking voor elk jaar gelijk is. Daaruit valt dus geen voorkeur voor de eene of andere aanname af te leiden. Verder blijkt dat de tijdvakken, dat afwijking in positieven of negatieven zin aanhouden, vrij lang kunnen zijn en dat de grootste afwijkingen zeer onregelmatig verdeeld zijn. Het waarschijnlijkst is de aanname, dat voor

zoover verstelling van de peilschaal geen invloed heeft uitgeoefend, de rijzing ligt tusschen 92 en 133 mM. per eeuw.

Breskens, gegeven de jaren 1862 tot en met 1908.

De verhooging van den zeestand per eeuw afgeleid uit de 47 jaar is 129 mM.

In bovengenoemden staat is de afwijking bij die aanname opgegeven. De gemiddelde hoogte van halftij op 1 Juli 1885 (midden van het tijdvak) is 112,6 mM. ÷ N.A.P. De afwijkingen komen in den regel vrij goed overeen met die te Muiden.

Op grond van bovenstaande en omdat de waarnemingen te Muiden en te Breskens vrij goed sluiten met die aan andere peilschalen, is m. i. als waarschijnlijk aan te nemen dat de rijzing van den zeestand in de laatste 50 jaar ongeveer 100 mM. per eeuw bedraagt.

's-Gravenhage, October 1909.

H. E. DE BRUYN.

De daling van den bodem van Nederland door G. A. F. MOLENGRAAFF.

Omtrent een daling van den bodem van Nederland leeren ons de jongste tijdperken uit de geologische geschiedenis het volgende:

In tertiairen tijd, waarschijnlijk reeds in het Oligoceen, begon de bodem van Nederland te dalen.

Deze daling betrof niet gelijkmatig het geheele land; in het algemeen heeft zij zich sterker doen gevoelen in het Westen en Noorden van het land dan in het Oosten en Zuiden en wel op deze wijze, dat het zuidoostelijk en oostelijk deel van het land niet of nauwelijks aan de beweging deelnamen, terwijl deze naar het Noordwesten een steeds toenemend bedrag bereikte.

Dit wordt bewezen door het feit, dat strand- en vlakzeeafzettingen van gelijken ouderdom uit die periode thans op zeer verschillende hoogte worden aangetroffen, zooals uit onderstaande tabel blijkt.¹⁾

Het zuidoostelijk en het oostelijk deel van Nederland bleef echter niet geheel ongestoord. Het land werd daar verbrokkeld; strooken, die aan de dalende beweging deelnamen, zoogenaamde slenken, wisselen af met strooken, die dit niet deden, zoogenaamde horsten.

De richting dier strooken, wier bestaan men vooral in de laatste

¹⁾ Zie H. G. JONKER Literatuurlijst Verh. Kon. Akad. van Wet, XIII LORIE No. 680, No. 783, en No. 849, HARMER No. 1004, en No. 1191, vooral LORIE No. 1265. en P. TESCH. Der Niederländische Boden und die Ablagerungen des Rheines und der Maas aus der jüngeren Tertiär- und der älteren Diluvialzeit. Meded. Rijksops. v. Delfstoffen N. 1. 1908. p. 12.

T A B E L I.

	Grave	Goes	Gorkum	Utrecht	Amsterdam
Holoceen + Plistoceen	boven 4	boven 29	boven 117.5	boven 152	boven 200
Amstelien		29—34	117.5—178	152—240	200—235
Waltonien = Scaldisien + Poederlien	4—7.5	34—54.5	niet bereikt	240—268	niet bereikt
Diestien = Gedgraviën	7.5—29	54.5—93	„	268—365	± 450 ¹⁾
Rupelien		93—220			

Alles in Meters beneden A. P.

jaren door de diepe boringen, verricht door den staatsdienst der rijksopsporing van delfstoffen, heeft leeren kennen, is in het Zuidoosten des lands in het algemeen noordwest-zuidoost.

Ook weet men, dat deze daling voor een groot deel van Nederland nimmer tot groote niveau-verschillen aan de oppervlakte aanleiding gaf, omdat het effect van de daling voortdurend min of meer werd gecompenseerd door de opeenhooping van afzettingen van zand en slib op de dalende gedeelten. Dit wordt bewezen door het feit, dat het karakter der fauna dier tertiaire afzettingen, voortdurend, zelfs tot op de grootste tot nu toe bereikte diepten, dat van een strand- of vlakzeefana blijft. Stellig is de diepte der zee trots het groote bedrag der daling nimmer meer dan 60—70 Meter geweest.

Men moet dus aannemen, dat in tertiairen, vooral in jong-tertiairen tijd, rivieren reeds groote hoeveelheden fijne sedimenten (zand en slib) naar de toenmalige Noord Zee in ons land afvoerden, welke den voortdurend langzaam dalenden zeebodem ophoogden, op zulk een wijze dat de ophooging steeds ongeveer gelijken tred bleef houden met de daling. Daar het bedrag dier daling noordwestwaarts toenam, moest ook de dikte der in een gelijk tijdsverloop telkens afgezette sedimenten in die richting toenemen, zooals uit Tabel I duidelijk blijkt.

Hetzelfde neemt men in het Oosten en Zuidoosten waar in de slenken; in een horst kan een formatie in een bepaald tijdperk afgezet zeer dun zijn of misschien geheel ontbreken, terwijl in de aangrenzende slenk diezelfde formatie in datzelfde tijdperk afgezet een aanzienlijke dikte kan bezitten zooals uit Tabel II ²⁾ blijkt.

¹⁾ Niet in de boring bereikt, maar afgeleid.

²⁾ Zie P. TESCH l.c. en Verslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1906.

T A B E L II.

	Boring Vlodrop 1 in slenk Zuidwest van Peelhorst.	Boring Vlodrop 3 in Peelhorst.	Boring 7 in slenk Noordoost van Peelhorst
Plistoceen	28 + A.P. — 161—A.P.	70.9—65.9 + A.P.	31.9—16.9 + A.P.
Plioceneen	Kiezeloöolith	161—532 — A.P.	16.9+A.P.—26.1—A.P.
	Marien	.....	26.1—118.1—A.P.
Mioceen	Bruinkoolzand	65.9+A.P.—171—A.P.	
	Marien		beneden 118.1—A.P.
Olijoceen		beneden 17.1—A.P.	
Dikte Plistoceen	189	5	15
Dikte Plioceneen	371	ontbreekt	135
Dikte Mioceen	niet bereikt	83	

Aan het eind van het tertiaire tijdperk werd het afvoerend vermogen der rivieren langzamerhand grooter, waardoor de afzetting van sedimenten vermeerderde. De daling van den bodem hield tijdelijk op of werd wellicht door een zwakke, tegengestelde beweging onderbroken. Een ware of schijnbare rijzing van het land, in ieder geval een negatieve strandverschuiving, was hiervan het gevolg; de zee werd teruggedrongen en Nederland werd grootendeels of geheel droog land.

Ook een groot gedeelte van de Noordzee moet in dien laatplioceenen tijd land zijn geworden, zoodat een arm van den Rijn door de oostelijke provincies van Engeland stroomde, zooals HARMER heeft aangetoond. Het naderen van den ijstijd kondigde zich aan door het toenemend boreale karakter van de fauna der grenslagen tusschen Plioceneen en Plistoceen, het Scanien en het Weijbournien.

In het hierop volgende, diluviale of plistoceene tijdperk hernam de bodem van Nederland zijn dalende beweging, maar het waterafvoerend vermogen der rivieren nam sterk toe; naast slib en zand werd ook grint naar ons land vervoerd, waaruit het zoogenaamde grintdiluvium ontstond. En niet alleen de rivieren voerden materiaal af, maar ook het Scandinafsche landijs bereikte in den hoofd-ijstijd (den Riss ijstijd) ons land en bedekte het met uitzondering van het zuidelijk deel. Het zelfde had op veel kleiner schaal volgens sommige onderzoekers ook plaats in den daarop volgende laatsten of Baltischen ijstijd. Het ver-

anderde door druk en persing de oppervlakte van den reusachtigen, fluviatilen deltakegel, waar overheen het schoof, en het liet zelf veel materiaal van Scandinafsche en Baltische herkomst achter in zijn grondmoraine (de keileem) en zijn andere moraines, terwijl ook de gletscherstroomen zoowel door erosie als door afzetting de praeglaciale stroomafzettingen wijzigden of bedekten. Maar steeds bleef de bodem dalen en de geweldige hoeveelheden grint en zand, door water en ijs aangevoerd, vermochten niet veel meer dan den invloed der daling te niet te doen. Stellig was zelfs de invloed van de daling in de drogere interglaciale tijdperken weder zeer merkbaar.

Zoo vermocht LORÉ¹⁾ aantoonen, dat in den interglaciaaltijd, die op den grooten (Riss) ijstijd volgde, dus voorafgaande aan de laatste groote periode van uitbreiding der diluviale gletschers, de daling het tijdelijk heeft gewonnen van de ophooging door de sedimentatie veroorzaakt. Het noordwestelijk en westelijk deel van Nederland werd toen ten deele door de zee overstroomd en in een golf kwamen de lagen van het zoogenaamde Eemstelsel, een vlakzee- en strandafzetting, tot bezinking. Doch daarna werd de invloed van de sedimentatie ten opzichte van de daling weder sterker; rivierzand bedekte weder de zeeklei van het Eemstelsel, de zee werd weder teruggedrongen en duinreeksen ontstonden achtereenvolgens steeds verder naar het Westen en Noordwesten ver zeewaarts van het tegenwoordige strand van Nederland.

Doch de daling bleef aanhouden; de strook land binnen de duinen gelegen werd door de zee overstroomd en met water bedekt. Holland verkeerde in een haf-toestand. Meer dan eenmaal werd het water in het haf, waarschijnlijk in korte tijdperken van tegengestelde beweging, ondiep, en vervolgens zoet genoeg om door een laag veen te kunnen worden opgevuld. Dan nam de daling van den bodem weer toe en zeeklei bedekte opnieuw het veen. Bijna overal in Zuid- en Noord-Holland vindt men onder de blauwe zeeklei dat oude veen, meestal op ongeveer 12 M. beneden A.P., soms ook wel op grotere diepte, bijv. op 19 M. — A.P. te IJmuiden en tusschen Hoorn en Zaandam. Waarschijnlijk moet men de herkomst van het bodemgas, dat in vele hofsteden in Noord- en Zuid-Holland voor verlichting wordt gebruikt, in deze diepe venen onder de zeeklei zoeken. Onze kennis van deze diepe venen en van het bodemgas is echter nog zeer onvoldoende.

Misschien verdient het aanbeveling om het begin van het holoceen of hedendaagsche tijdperk te stellen in het laatste gedeelte van het

¹⁾ Zie JONKER's lijst N^o. 725.

hafstadium. In het eerste, voor-historische gedeelte van het holoceen strekten de duinen zich vrij veel verder zeewaarts uit dan thans, maar aanzienlijke afslag (eerst na het ontstaan van het Pas de Calais, vermoedelijk aan het eind van het plistoceen, is deze zoo aanzienlijk geworden) deed hen, evenals tegenwoordig, snel afnemen. Het haf was met zeewater gevuld tot een diepte van ongeveer 6 Meter. Daarop volgde, zooals LORIÉ heeft aangetoond, een korte periode van opheffing van omstreeks 6 Meter, die weder door een even groote daling werd gevolgd. Door die opheffing werd het haf bijna drooggelegd, verzoet en met laag veen gevuld, dat bij de daarop volgende langzame daling bleef doorgroeien en ten slotte de dikte van \pm 6 Meter bereikte, die het thans heeft.

Nu volgt het tweede, historische gedeelte van het holoceen. Het afzettend vermogen der rivieren is gering en wordt door den mensch door kanalisering en normalisering in ongunstigen zin voor landwinning gewijzigd. De daling duurt voort en het landverlies wordt versneld door den sterken afslag der duinen aan de zeezijde en meer landwaarts in door doorbraken ten gevolge van stormvloeden. Bewezen is een daling van den bodem in historischen tijd door de ligging van bouwwerken van Romeinschen oorsprong, de Brittenburg bij Katwijk en de Nehalennia tempel by Domburg, die, zooals uit de daarin gevonden munten blijkt, 300 jaar n. C. nog bewoond waren en dus niet beneden A. P. kunnen hebben gelegen, terwijl zij thans resp. minstens 1,5 en 4 M. beneden dat peil liggen. Voor voortdurende daling ook in later eeuwen, tusschen 1300 en 1750 pleit sterk het feit, dat de polders steeds dieper beneden A. P. liggen, naarmate zij langer geleden zijn ingepolderd. Wel eens wordt dit toegeschreven aan voortdurende inklinking van den bodem, maar de voorwaarden, die dit verschijnsel doen ontstaan, zijn slechts verwezenlijkt in de hoogste deelen van het polderland, die thans boven den kunstmatig verlaagden grondwaterspiegel liggen, terwijl men zich in den dieper gelegen, geheel met water verzadigden bodem moeielijk inklinking kan denken. Het schijnt dus niet wel aannemelijk dat inklinking tot aanzienlijke bodemverlaging heeft kunnen aanleiding geven en eenen lang heeft kunnen aanhouden.

Hoeveel de daling in historischen tijd heeft bedragen, is niet met volkomen juistheid te zeggen, maar wel mag men aannemen, dat deze zich in het Noorden van ons land sterker heeft doen gevoelen dan in het Zuiden, en dat de schattingen schommelen tusschen 30 en 90 cM. per eeuw ¹⁾.

¹⁾ Zie JONKER'S lijst No. 313, 782, 785, 810, 913.

Komen wij ten slotte tot de nieuwste geschiedenis, tot die der twee laatste eeuwen, dan mag men zeggen, dat onderzoekingen omtrent den stand van den zeespiegel ten opzichte van het land gedurende dien tijd tot uiteenlopende resultaten hebben geleid.

LORIÉ neemt aan, dat de daling van den Nederlandschen bodem (tijdelijk) tot staan is gekomen in het midden der 16^e eeuw, wat volgens RUTOT in België reeds vroeger is geschied.

RAMAER¹⁾ heeft uit waarnemingen aan peilschalen, verricht gedurende de jaren 1862—1906, afgeleid, dat de bodem van Nederland nog steeds daalt, en dat die daling omstreeks 18 c.M. per eeuw bedraagt.

Hier tegenover staat, dat VAN DE SANDE BAKHUIJZEN²⁾ uit waarnemingen betreffende de hoogteligging van het officieele A.P. te Amsterdam heeft afgeleid, dat deze in de tijdsperiode van 1700—1860 onveranderd is gebleven, en dus de bodem van Amsterdam gedurende dien tijd noch is gerezen, noch gedaald.

De uitkomsten, waartoe RAMAER en VAN DE SANDE BAKHUIJZEN zijn gekomen, zijn niet wel met elkaar te rijmen, tenzij men wil aannemen, dat na een periode van rust na het jaar 1860 de daling weder is begonnen, of, zooals de heer RAMAER geneigd is te doen, dat te Amsterdam de daling ook wel steeds plaats had, maar juist is opgeheven door een tegengestelde beweging van den bodem tengevolge van de oppersing door bodemgas. Beide verklaringen schijnen mij niet vrij van willekeurigheid; voorloopig wil ik, de kwestie als vraagpunt erkennend, de voorstelling kiezen, die voor Nederland het gunstigst is, nl. die van stabiliteit van den bodem gedurende de twee eeuwen, voorafgaand aan het jaar 1860.

Resumeerende leert dus de geologische geschiedenis, dat minstens sinds jong-tertiairen tijd de bodem van Nederland is gedaald, dat deze daling echter niet voortdurend volkomen gelijkmatig is geweest, maar nu en dan is onderbroken door kortere of langere perioden van rust of tegengestelde beweging. Met zekerheid heeft LORIÉ één periode van tegengestelde beweging aangetoond in het hafstadium, terwijl meerdere met waarschijnlijkheid op eensluitende bewijsgronden mogen worden aangenomen, en eveneens is voor de twee eeuwen aan het jaar 1860 voorafgaand, een periode van rust uit de ligging van het A. P. te Amsterdam afgeleid.

1) J. C. RAMAER. De daling van den bodem van Nederland. Verh. Kon. Instituut van Ingenieurs 1907/08, p. 1.

2) H. G. VAN DE SANDE BAKHUIJZEN. Omtrent de hoogte van den gemiddelden zeestand in het IJ voor Amsterdam van 1700—1860. Versl. der Verg. der Kon. Akad. v. Wet. XVI p. 766, 1908.

Alvorens de praktische beteekenis van dit resultaat te bespreken, is het noodig na te gaan, wat het eigenlijke karakter van deze daling is.

De beweging van een landstreek met betrekking tot de oppervlakte der zee kan veroorzaakt worden hetzij door feitelijke bewegingen van het land of door wijzigingen van de hoogte van den zeespiegel. Om de moeielijkheid te ontgaan in ieder geval een beslissing te nemen, heeft men een neutrale nomenclatuur ingevoerd, en spreekt men van positieve en negatieve verschuiving van de strandlijn.

In ons geval is echter de beslissing niet moeielijk.

De daling van den Nederlandschen bodem is, zooals uit de bovenstaande tabellen I en II blijkt, een bij uitstek lokaal verschijnsel geweest. Op kleine afstanden zijn de verschillen zeer groot; sedert het begin van het Diestien is de bodem bijv. te Grave 20, te Goes 92, te Amsterdam ongeveer 450 Meter gedaald. De zuid- en westwaarts aangrenzende landstreken, België en Engeland, hebben niet in dezelfde beweging gedeeld.

Men heeft dus in Nederland te doen met een ware daling van het land die zich tot een betrekkelijk kleine landstreek bepaalde.

Wat kan dan de praktische beteekenis van de stabiliteit gedurende de 200 jaren aan het jaar 1860 voorafgegaan zijn, in verband met de geleidelijke aanzienlijke daling in de jongste geologische tijdvakken?

Geen enkele beweging van de aardchors verloopt onafgebroken in dezelfde richting, zonder tusschenpoozen van rust of ook wel van geringe tegengestelde beweging.

Zoo ook hier. Minstens sinds plioceenen tijd is de bodem voortdurend gedaald, maar herhaaldelijk is stellig deze beweging onderbroken door perioden van rust of geringe tegengestelde beweging, wat ook, gelijk hierboven werd vermeld, inderdaad kan worden aangetoond.

Maar dit zijn slechts kleine krommingen in een doorlopende lijn wier algemeene richting benedenwaarts is. Op geologische gronden mag men niet aannemen, dat een beweging, die in dezelfde richting gedurende een lange reeks van eeuwen zich, hoe ongelijkmatig ook zoo men een korte spanne tijds beschouwt, inderdaad gelijkmatig heeft voortgezet, juist nu zou zijn opgehouden, omdat men haar gedurende twee eeuwen niet door meeting heeft kunnen aantoonen. Neen, veeleer moet men aannemen, dat de twee eeuwen vóór 1860 slechts een van de talrijke kleine buigingen in de in het algemeen benedenwaarts gerichte bewegingslijn ons te zien geven. Stellig zal de rust slechts van korten duur zijn, wellicht is zij reeds weder door een dalende beweging vervangen en geologisch gesproken mag

men, trots de te Amsterdam waargenomen rust der 200 jaren voorafgaand aan het jaar 1860, zeggen: de bodem van Nederland is minstens sinds plioceenen tijd voortdurend gedaald en verkeert nog in dezelfde groote, dalende periode.

's-Gravenhage, 11 Juni 1909.

G. A. F. MOLENGRAAFF.

Aanteekening omtrent de daling van den Nederl. bodem
van J. M. VAN BEMMELN.

De diepten waarop de oude veenlagen in de quaternaire periode der aardlagen gevonden zijn, maken het aannemen van eene daling onzes bodems noodwendig, die niet onbeduidend is. Dr. LORIE heeft uit verscheidene boringen afgeleid, dat de daling in dien tijd minstens 18 Meters heeft bedragen, want zoo diep is die veenlaag gevonden, terwijl zij toch oorspronkelijk aan de oppervlakte gelegen heeft, en de plassen, waarin het veen zich heeft gevormd en waaruit het later bezonken is, in den regel slechts weinige Meters diep kunnen geweest zijn. Hoelang het echter geleden is, dat zulk een veenlaag in die plassen gevormd is, laat zich niet schatten. Dus kunnen wij ook niet berekenen hoeveel jaren die daling geduurd heeft, en hoeveel zij in duizend jaren of in eene eeuw bedragen heeft, gesteld dat zij al dien tijd regelmatig is geweest.

Raadplegen wij de meeningen der geologen daaromtrent, dan blijkt het hoezeer de meeningen uiteenloopen.

Onze STARING acht de hypothese van eene daling in den laatsten tijd onwaarschijnlijk en schrijft het zakken, voor zoover het hier of daar waargenomen is, aan den druk toe van de bosschen, die op de veenlagen ontstaan zijn.

SUES komt voor onze Noord- en Oostzeekusten tot eene negatieve uitkomst. Hij meent dat zichtbare dalingen voortgebracht zijn door uitglijdingen van den bodem, of door doorbraken van niet bedijkte plaatsen, of door stormen, of door klimatische veranderingen in het Baltische gebied.

PENCK neemt voor het laatste gedeelte onzer tegenwoordige geologische periode geene daling aan, en kent geene meetbare verschuiving van de strandlijn in de laatste duizend jaren.

DE GEER neemt ook aan dat het strand in onze dagen in betrekkelijke rust verkeert.

GEINITZ voert wel eenige nieuwe feiten aan, die voor eene daling getuigen, en wijst op het ontstaan van de Zuiderzee en den Dollard-

boezem in Nederland, van den Jaldieboezem in Noord-Duitschland, van de overleveringen over den Cimbrischen vloed, maar durft toch geene zekere bewijzen geven.

SCHUCHT neemt wel eene sekulaire daling aan tijdens de afzetting der oud-alluviale sliblagen en de vorming van moerassen (bijv. van de Weser), maar acht dat geene daling kan gestaafd worden in den tijd waarin de Nederl. duinketen verbroken en de toestanden van eb en vloed zich aan de Noordzeekust gewijzigd hebben.

SCHÜTTE meent dat de ontkalking der zeeklei met den tijd, het inklinken der sliblagen door uitdrooging en samenpersing ten gevolge van het gewicht der nieuwe sliblagen, *hoogstens* een stilstand in de daling konden teweeg brengen. Wel heeft hij vroeger gemeend eene daling van 7,5 mm. in het jaar (dus 7,5 M. in 1000 jaren) te kunnen aannemen. Later echter is hij op die meening terug gekomen en heeft de gronden daarvoor verworpen.

Dr. REYNOLD stelde de daling van den bodem der Oost-Friesche Dollardpolders op 8,8 mm. in het jaar, en onze VENEMA¹⁾ heeft uit de tegenwoordige hoogte der sedert 1545 ingedijkte Groningsche Dollardpolders in de jaren tusschen 1545 en 1850 eene daling gemeend te mogen afleiden van 8 mm. 's jaars, dus ongeveer 2—2,2 M. in 300—200 jaar. Indien deze cijfers voor een langer tijdperk zouden mogen gelden, dan zou de daling in 1000 jaren 8—9 M. bedragen. Deze schatting overtreft zoo verre de uit andere gegevens afgeleide schattingen, dat zij daarom reeds blijkt *onaannemelijk* te zijn.

Men merke echter op dat in de cijfers van VENEMA ook de daling van den bodem der Dollardpolders tengevolge van de inklinking der klei en veenlagen gedurende die 200—300 jaren bevat is. Onder de klei ligt nog een overblijfsel van de veenlaag, waaruit de bodem vroeger bestaan heeft; en waarop de Dollardklei bezonken is. Hoe dik dit overblijfsel nog is, (waarschijnlijk 1—2 M.) en hoeveel de inklinking door het gewicht der afgezette klei bedragen heeft, is onbekend, en dus is geen schatting mogelijk.

Dr. G. A. VAN GEYTENBEEK²⁾ heeft in 1875 eene studie gemaakt over de ligging der veen- of derrielaag onder de klei en van de kleilaag in de Zeeuwsche polders. Hij bevond de oppervlakte der derrielaag te liggen op ongeveer 2 M. beneden A.P. Uit de hoogte van de oppervlakte der tusschen de 10^{de} en de 19^{de} eeuw ingedijkte polders, ten opzichte van volzee, leidt hij eene daling af van de oppervlakte van 2.865 M., dus gemiddeld 2.6 m.m. jaarlijks.

¹⁾ VENEMA, Over het dalen van de noord-kuststreken van ons land.

²⁾ Proeve eener Geologische Verh. over de prov. Zeeland gedurende het heden-daagsche tijdvak.

De Insp.-Gen. A. A. BEKAAR heeft (volgens het geschrift van den Hoofd-Ing. J. C. RAMAER) die berekening uit de gegevens van twee honderd polders gemaakt en eene daling van de oppervlakte van 1.8 M. gevonden, dus ongeveer even groot. Die daling kan echter niet als eene daling van den bodem beschouwd worden, zij is slechts eene daling van de oppervlakte der polders. Twee factoren komen daarbij in aanmerking, eerstens de inklinking of samendrukking, ten tweede de eigenlijke daling van den bodem. Uit de hoogte der polders bij de opeenvolgende bedijkingen sedert de elfde eeuw tot heden laat zich ongeveer schatten hoeveel die inklinking bedragen heeft; waarschijnlijk ongeveer 1 M. In die veronderstelling zou de eigenlijke daling van den bodem in Zeeland slechts 0.8 M. dus nog geen M. bedragen.

De oude neerzettingen op het strand te Domburg (namelijk de tempel van Nehellennia, doodkisten van een kerkhof en vele woningen) lagen vroeger achter den duinketen. Thans worden zij nog zichtbaar op het strand aan zee en zijn sinds 1680 dikwijls zichtbaar geweest, als de wind uit het Oosten of Noordoosten lang gewaaid heeft en de stand der ebbe zeer laag is geweest. Zoo hebben bijv. de zelfregistreerende peilschalen te Westkapelle op het strand aangewezen de standen:

van 1877—1880	2.68 M. beneden A.P.
1882—1890	2.96 „ „ „
1891—1900	2.81 „ „ „

Op het strand bij Katwijk is de laagste ebbe-stand — 1.84. Daar is in de 18^{de} eeuw de Ruine van de Brittenburg voor den dag gekomen.

Deze overblijfselen dagteekenen uit het begin onzer Tijdrekening, en zouden dus wijzen op eene daling van 1,5 tot 3 Meters, tenzij de ligging door andere oorzaken gewijzigd is.

Uit die waarnemingen zou afgeleid kunnen worden dat het strand te Domburg van 2—3 M. beneden A.P. ligt. Deze uitkomst is eene der voornaamste, welke tot de meening hebben geleid, dat eene niet onbelangrijke daling van onzen bodem aan de westkust van ons land heeft plaats gehad sinds het begin onzer tijdrekening.

Er zijn echter vele redenen, om dit feit aan andere oorzaken toe te schrijven.

Er zijn sinds dien tijd duinen over het strand teruggewaaid, zoodat deze vroeger westelijker hebben gelegen. Volgens de kaart door N. VISSCHER in 1670 uitgegeven bestonden er op het tegenwoordige strand van Walcheren nog 4 tot 5 duinrijen, en thans slechts eene

smalle rij. Dus zijn de andere weggespoeld of teruggewaaid. Er is dus op dat strand een groote druk van die duinen geweest, maar later verdwenen. De bodem bestaat daar uit klei (die thans eene blauwe kleur vertoont). Deze klei rust op eene veenlaag.

Thans nog worden op dat strand nog wel losgewoelde stukken veen gevonden. Die kleilaag is de kwelder, waarop zich evenals op de Zeeuwsche eilanden in het algemeen (en evenals in Friesland en Groningen) de kleibezinking heeft afgezet, en waarop de Friesche en Groningsche terpen en de Zeeuwsche Hillen zijn opgericht geworden.

Nu bestaat er nog eene schilderij van het strand, die gemaakt is in het jaar 1860, toen het weder door de winden geheel ontbloot en de overblijfselen van de bewoning goed zichtbaar zijn geweest. Op die schilderij is te zien, dat de doodkisten van het oude kerkhof uit de eerste eeuwen na Chr. boven op het strand liggen; dus was het zand, waarin zij gelegen hebben, weggespoeld. Toch hebben zij vroeger op een zekere diepte *onder* de aarde van het kerkhof gelegen, en niet boven op het ontbloote strand.

Daar nu de duinen er over heen gerold zijn, zoo zijn zij aan een druk blootgesteld geweest. Het is echter de vraag of de klei-bodem toen weker is geweest. Men kan zich daarom afvragen of de bodem toen veen is geweest, en of de oudste bewoners van die strandnederzetting zich op veen hebben nedergezet. Dit is evenwel niet aannemelijk, maar de kleilaag rustte in alle gevallen op veen, want de veenlaag wordt op Walcheren op ± 2 M. beneden A.P. gevonden.

Het is daarom van veel belang dat onderzocht worde, op welke diepte de klei- en veenlaag van het Domburgsche strand onder de duinen liggen, en hoe dik zij daar zijn. Die kennis ontbreekt ons tot nu toe. Tot zoo lang moeten wij ons oordeel over de daling opschorten, want dan eerst kunnen wij een vast punt verkrijgen voor de mate van samendrukking dezer lagen. Er bestaat thans nog te veel tegenstrijdigheid tusschen de opgaven omtrent de ligging van de fundamenten der vondsten, de ligging van de klei en de ligging van het veen te Domburg.

Wij kunnen dus nog niet bepalen, hoeveel de samendrukking des bodems en dus de daling minder dan 2—3 M. te Domburg kan bedragen hebben, en of er dan nog eenige aanmerkelijke daling overblijft.

Het zou van belang zijn om te weten in welke eeuw of eeuwen de verplaatsing en versmalling der duinen van buiten naar binnen, aan de westkust van Walcheren is geschied, zoodanig dat eenige duinrijen verdwenen zijn, en de plaats (vroeger achter de duinen

gelegen) waar de tempel van Nehallennia, het kerkhof met doodkisten en de woningen stonden, tot een met zand bedekt strand is geworden. Maar die tijd is niet meer nauwkeurig bekend. Toch zouden wij dien moeten kennen, om te kunnen nagaan, wanneer het voor het eerst mogelijk is geworden, dat die plaats somtijds bij aanhoudenden oostenwind en bij eene lage ebbe bloot is gekomen, en zich aan de bezoekers van het strand met zijne overblijfselen heeft vertoond; zooals het eerst in het begin van 1647 en later, zelfs tot heden, gebeurd is ¹⁾.

Veel vroeger dan 1647 kan dit niet geweest zijn, want op de kaart van N. VISSCHER, van 1670 zijn nog enkele duinenrijen geteekend, die thans op de kaart van Walcheren verdwenen zijn, zoodat slechts eene enkele smalle rij te zien is. In 1647 moet echter de verplaatsing en wegwaaiing der duinen reeds in vollen gang en zeer vergevorderd zijn geweest, dat die plaats strand geworden was. Vóór 1647 moet er nog weinig of geen gelegenheid zijn geweest, dat de bovengenoemde overblijfselen ontbloot zijn kunnen worden, omdat er nog eenig duin op ruste. Anders zouden de bewoners van Domburg stellig wel die overblijfselen verstoord hebben, zooals zij dat later deden.

De verplaatsing der duinen naar binnen moet dus tusschen 800—1000 j. v. Chr. en 1647 hebben plaats gehad. De eerste eeuwen p. Chr. was de kust achter de duinen nog bewoond. Maar door het terugwaaien der duinen is die kuststreek, voor zoover zij strand was geworden, verlaten geworden, en hebben zich de bewoners meer naar inmiddels door de aanslibbing opgehoogde en bewoonbaar geworden kwelders van het geheele eiland verplaatst. Toch is de kust, die gedeeljk tot strand was geworden, nog in gebruik gebleven want enkele jaren na 1647 zijn de overblijfselen van een kanaal ontdekt, dat voor de booten der haringvisserij diende, en door den heer FREDERIKS op zijne kaart van 1866 is aangegeven ²⁾. Het is bekend dat Domburg in 1544 nog eene haven had, waaruit de booten ter haringvangst voeren.

Er bestaat dus geene reden om aan te nemen, dat er eerst tusschen het begin onzer tijdsrekening en de tiende eeuw eene daling, en nog

¹⁾ In 1687, 1705, 1706, 1707. 1749, 1817, 1832, 1835, 1860, 1850—1866, 1879, door Dr. PLEYTE en 1906 door Mej. MARIE DE MAN, die toen den grond van eene woning nog duidelijk voor den dag heeft zien komen, bestaande uit vierkante stukken klei, die regelmatig naast elkander lagen met een paal in het midden en met sporen van eene omheining van paaltjes.

²⁾ Mej. MARIE DE MAN: Que sait-on de la plage de Dombourg? 1899 G. TH. BOM EN ZOON. Bladz. 51.

minder dat er tusschen de tiende eeuw en de zeventiende eeuw eene rijzing zou hebben plaats gehad, waardoor de overblijfselen van den tempel, het kerkhof en de woningen uit den Romeinschen tijd weer zichtbaar zijn geworden. Eene rijzing is daarvoor niet noodig geweest.

J. C. RAMAER, hoofdingenieur van den Waterstaat, heeft uit de waterstanden, welke op 8 nauwkeurige peilschalen waargenomen zijn gedurende 35 jaar, eene daling van 1,3 mm. in het jaar 2°. uit de waarnemingen van eene reeks van peilschalen in ons land gedurende 47 jaren eene daling van 1.6 mm., 3°. uit waarnemingen gedurende 6 jaren eene daling van 1.4 mm. 's jaars afgeleid.

H. G. VAN DE SANDE BAKHUIZEN heeft die opgaven der peilschalen van RAMAER aan eene strenge kritische beschouwing onderworpen, en is tot het besluit gekomen, dat daaruit geene betrouwbare uitkomsten zijn af te leiden.

Het is mij voorgekomen, dat de Terpen in Friesland en Groningen, en ook die in Oost-Friesland, Oldenburg en Holstein, ons iets over de daling zouden kunnen leeren, als wij de hoogte van den grondslag of de zool der Terp (Wierde, Word of Wurth) ten opzichte van den gemiddelden hoogwaterstand of A.P. nagaan. Want wij kunnen veronderstellen, dat de oprichting van de Terp of Wierde heeft plaats gevonden op een kwelder (Schor, Groden), welke bij laag water droog lag, en door de opgebrachte Terp tegen het vloedwater beschutting gaf, zooals reeds PLINIUS nauwkeurig beschreven heeft ¹⁾. De kennis van die hoogte der zool boven A.P. moet dus van veel belang zijn.

Voor Friesland en Groningen heeft de Heer VAN GIFFEN omtrent gegevens verzameld, en voor Oldenburg Prof. J. MARTIN (te Oldenburg). Daaruit blijkt dat voor het Noorden van Nederl. uit de gegevens geene grootere daling dan van $\frac{1}{2}$ — \pm 1 M. kan afgeleid worden, ja voor vele Terpen eene daling die verdwijnend klein is.

In de eerste helft der negentiende eeuw omstreeks 1845 hebben Dr. ACKER STRATINGH en Dr. WESTERHOFF omtrent de Terpen te Warffum, Uskwerd, en omtrent de Groningsche terpen in het algemeen, vermeld, dat hun grondslag twee tot drie meters beneden het maaiveld lag. Daarbij is echter de hoogte van het maaiveld om de Terp ten opzichte van A. P. niet opgegeven, en geenszins door eene waterpassing bepaald.

¹⁾ Zie de „Beschrijving over het tegenwoordig standpunt onder kennis van de Nederl. Terpen”. E. J. BRILL Leiden 1908 blz. 144—145.

ACKER STRATINGH en WESTERHOFF hebben bovendien den grondslag (de zool of vloer) der Terp zeer waarschijnlijk te diep aangenomen. Die grondslag was het gemakkelijkst vast te stellen tusschen de mestlaag onder in de Terp en den ongeroerden grond. Maar juist op die plaatsen ligt de zool vermoedelijk dieper, want de mest onder in de Terp ligt dikwijls in gegraven kuilen. Deze zijn bijv. gevonden in de Terpen van Baaijum en van Dongjum. Men vindt daar de overblijfselen van zoetwaterkommen met riet doorgroeid en met mest gevuld. Deze kommen moeten in de aarde gegraven zijn geworden bij de oprichting der Terpen. Bij de latere verhooging der Terp (die bij alle heeft plaats gehad) zijn deze dichtgeworpen met de mest der veehouders, zooals thans nog geschiedt op de Halligen ¹⁾.

Wij kunnen thans uit de opgaven van STRATINGH en WESTERHOFF geenszins de diepte van den grondslag der Terpen en nog minder een dalingscijfer afleiden.

Een vijftiental in Friesland en Groningen zijn door VAN GIFFEN onderzochte Terpen.

Hoogebeintum. Op de terp ligt het op zichzelf zeer hooge kerkhof en hierop de kerk. De hoogte van de eigenlijke Terp bedraagt noordwestelijk van de kerk 5.80 M. + A.P. ²⁾. De Terp moet minstens 1500 jaar oud zijn, want zij is oorspronkelijk in Duifsteen (Tuffsteen) opgetrokken, en eerst 1200 na Chr. kwam de baksteenbouw in zwang, waaruit de jongere gedeelten der kerk bestaan. De Terp is eene der hoogste, zoodat men veilig kan aannemen, dat zij na 800 niet hooger kan geweest zijn. De rand van het grafveld (in de Terp aanwezig) ligt aan den rand van de Terp, op $\pm \frac{1}{2}$ M. boven A. P., en daar de oudheden in dit grafveld uit den Merovingschen tijd van 500—750 na Chr. dagteekenen, zoo kan dit grafveld niet ouder zijn dan 1500 jaren. Nu gaat de Terpaarde dezer Terp niet dieper dan tot ± 0.3 M. boven A. P.

Gedeeltelijk bestaat de grondslag der Terp uit gelaagde zandbanken,

¹⁾ De Halligen zijn langwerpige onbedijkte eilandjes (kwelders), thans bewoond door veehouders, die geen landbouw drijven. Zij zijn vroeger hoog genoeg opgeslikt dat zij voor den vloed beschut en bewoonbaar zijn. Zij liggen langs de Sleeswijksche kust. Op deze eilandjes zijn „wurthen” opgeworpen. Graaft men er in tot op den bodem der Terp dan vindt men het overblijfsel van een zoetwaterkom (Fething) zooals boven beschreven met rietstoppels doorgroeid en met mest gevuld. Waarom en wanneer dit geschied is, is mij onbekend. Deze Wurthen of Terpen dagteekenen uit de vorige eeuw en zijn dus jong.

²⁾ De drempelhoogte van de kerk is 8.50 M. + A.P.; het hoogste punt van het kerkhof ligt op 8.95 M. + A.P. Ten onrechte is dit punt vroeger voor de hoogte van de Terp gehouden en deze daardoor veel te hoog opgegeven.

die van Noord naar Zuid verlopen, en die van uit het noordwesten opgeslibd zijn. De hoogte der banken (welke duidelijk kwelderplantengroei vertoonen) is van 0.10 tot 0.60 M. + A.P.

Als de daling van den bodem onder de Terp slechts 1 mM. in het jaar bedragen had, dan zou zij na 1500 jaren reeds 1.5 M. bedragen hebben, en het grafveld zou dus thans diep in den bodem bedolven liggen.

In het algemeen komen de oudheden uit de eerste eeuwen na Chr. in de oudste Terplagen voor, met name die uit den Romeinschen tijd, dus uit de laatste helft der eerste eeuw *voor* Chr., bijv. in de Terp te Besseburen bij Beetgum, en evenzoo de Saksische urnen uit het Merovinginsche tijdvak. Die onderste terplagen liggen niet of slechts weinig beneden A. P.

De Terp te Baaijum. Om den grondslag te bepalen werd de bodem onmiddellijk naast de Terp onderzocht. Onder de zode werd daar eene kniklaag gevonden, die naar beneden geleidelijk overging in gelaagde lichtgele zavel, en daaronder blauwachtig zand met schelpen, *Scrobicularia*, *Carduum*, *Tellina* enz.

Onder de Terp was de toestand grootendeels als in het maaiveld. De Zool van 0.10 tot 0.30 M. + A.P. bestaat uit gelaagde zavel. Sommige gedeelten van dien grondslag lagen aan de Noord- en aan de Noordwestzijde. In de kommen had zich rietveen gevormd en wel eene ± 0.25 M. dikke laag. Zij wijzen op uitgravingsplaatsen ter verkrijging van grond voor de oudere Terp. In lateren tijd werd deze Terp verhoogd, en over de oorspronkelijke laagten, waarin zich intusschen veen gevormd had, uitgebouwd. Dit is te waarschijnlijk, dewijl in het maaiveld geen veen gevonden wordt. Genoemd veen is door den druk der Terp erg ingeklonken en toch ligt het slechts zeer weinig beneden A.P.

Dat de grondslag dezer Terp niet gedaald was, werd ook daaruit afgeleid, dat onder het tweede woonvlak, dus uit den eersten tijd der Terp, scherven van *Romeinsch* aardewerk gevonden zijn. In de onderste laag der Terp lag de mest; in het midden der Terp ging deze naar beneden in diepe kuilen over, waar geen mest lag, en was de aarde donker van kleur, waarschijnlijk tengevolge der oudste bewoning. Daarboven lagen verschillende ophoogingen der Terp, van elkander gescheiden door aschlaagjes. Aan die aschlaagjes werden de ophoogingen erkend, en op elk daarvan mag een woonvlak aangenomen worden.

De grondslagen van 7 Groninger en van 9 Friesche Terpen

werden op eene hoogte van even beneden tot even boven A. P. gevonden.

Joenswerd 0.2 boven tot even beneden A.P.

Dorkwerd op 0.45 M. beneden A.P.

Oostum op 0.15 — 0.3 M. + A.P.

Feerwerd op 0.1 — 0.5 M. + A.P.

Garnwerd op 0.15 — 0.5 M. + A.P.

Leermens niet aanmerkelijk onder het maaiveld.

Westeremden niet aanm. beneden het maaiveld.

Dongjam op \pm A.F. tot 0.2 M. + A.P.

Fatum op 0.025 — 0.26 M. + A.P.

Vlaeren op 0.3 M. + A.P.

Aalsum. Op de hoogte van het maaiveld.

Termerd. 0.30 — A.P. tot 0.05 + A.P.

Pingjum. (het dorp) even boven A.P.

Terp nabij Pingjum. Hoogte van het maaiveld.

Kinstwerd. Hoogte van het maaiveld ongeveer.

Marsum. Evenzoo.

Oberahn bij Sande in den Jahdeboezem 1.0 M. boven A.P. In de Terp te *Farmsum* lag de grondslag 0.65 M. beneden A.P., maar zij rustte op 0.4 M. klei en bijna 4 M. laag veen. Het is dus duidelijk dat de ligging van den grondslag geene daling, maar eene inklinking van de dikke veenlaag verraadt.

Twee Friesche Terpen die op diluviaal zand rusten, vertoonden een opvolging van lagen welke getuigden van eene postdiluviale daling, dus eene daling uit vroegeren tijd, *vóór* de oprichting der Terp.

Op het Diluviale zand (van boven bruin) volgden :

1. Eene laag hoog veen, die in de lagere deelen rietstolonen bevat, hooger op echter heide, veenmos, berkenhout enz.

2. Daarop eene laag klei met kwelderplantengroei. Deze laag is 1.5—2.0 M. dik onder de Terp van Dokkum. Zij bevat in de onderste gedeelten overblijfsels van *Triglochin maritimum*.

De oorspronkelijke oppervlakte is dus Diluviaalzand geweest.

Maar intusschen is de bodem verzakt en onder water geraakt, zoodat er eene vegetatie in water is ontstaan, die allengs in veen is overgegaan. De daling van den bodem is voortgegaan, zoodat er klei met het zeewater is aangevoerd en afgezet. Op die zeeklei is later de Terp opgebouwd. De lagen zijn bij Dokkum te zamen \pm 3 M. dik; en zóó groot moet de postdiluviale daling geweest zijn, die duizende jaren geduurd heeft, want de bovenverzamelde Terpen

hebben geleerd, dat geene daling in de laatste twee duizend jaren of slechts eene kleine daling heeft plaats gehad. Na de afzetting der zeeklei moet de postdiluviale daling opgehouden, of althans zeer klein geworden zijn.

Omtrent de Terpen in Oldenburg heeft J. MARTIN enkele gegevens medegedeeld.

In de Terp te Bant ligt de Zool 0,3 M. beneden het Maaiveld, en kan niet veel hoger gelegen hebben; want de buitengroden ligt niet hoger. De bodem is herbedijkt in 1529.

De Terp tusschen Ellerdem en Sande, waarop vroeger eene kerk heeft gestaan, bezit eene herkenbare Zool, namelijk, een zandlaag, die eene moeraslaag insluit, en 0,3 M. beneden het maaiveld ligt.

De Terp te Haddien in Jeverland bevat eene kniklaag die tot op 1,06 M. veel scherven bevat, waaronder scherp begrensd een moeraslaag op 1,1 tot 1,5 M.. De zool ligt hier ongeveer gelijk met A. P. De Terp bevat vele brandurnen, en stamt dus uit den vóór-Frankischen tijd.

Eene Terp te Tettens heeft eene zool die 1,2 M. beneden het niveau der buitengroden ligt (= 0.30 boven A. P.).

Een Urnen-kerkhof, waarin vele doodkisten liggen die den vorm van boomen hebben, vertoont een oergrond van zuivere grauwe klei. Opmerkelijk is dat de jongere Boom-doodkisten dieper liggen. De oudere brandurnen, die daarin gevonden zijn, liggen dicht aan de oppervlakte en dagteekenen uit de 3^{de} eeuw.

Als dus deze Terpen in Oldenburg eene daling van den bodem vertoonen, dan is deze zeker kleiner dan 1 M.

Overzien wij thans de uitkomsten van het onderzoek, dan leeren deze dat:

Enkele Terpen eene postglaciale daling van ± 3 M. hebben aangewezen, die vóór het begin onzer tijdrekening heeft plaats gehad.

De berekeningen omtrent de daling van het strand te Domburg zijn nog geheel onzeker, omdat die ligging onder den invloed van andere verschillende factoren staat. Evenzoo van het strand bij Katwijk.

In Zeeland leert de ligging van den grondslag of zool der Hillen maar weinig omtrent de daling. De zoolen liggen op Walcheren van 0.10 M. — A.P. tot $\pm 0.80 + A.P.$, zeker tot 0.50 M. + A.P. Deze laten slechts het aannemen van eene kleine daling toe. De berekeningen van REYNOLDS en van VENEMA omtrent de daling der Dollardpolders zijn te verwerpen.

Uit de hoogten der zool in de Terpen van Friesland, Groningen en Oldenburg volgt, dat de daling slechts eenige decimeters is, of geene.

Eene daling in de Terp van Farmsum van 0.65 M. kan toegeschreven worden aan eene inklinking van eene dikke veenlaag onder de Terp.

Uit de gegevens der peilschalen te Amsterdam en elders in Nederland heeft RAMAER eene daling in het jaar gedurende de vorige eeuw van ± 1.5 m.m. 's jaars afgeleid, maar volgens VAN DE SANDE BAKHUYZEN laat zich daaruit *geene vertrouwbare uitkomst* omtrent de daling des bodems in de laatste honderd jaren afleiden.

Wij moeten nog opmerkzaam maken op de onzekerheid waarin wij verkeerden of de daling des bodems in het noorden van Nederland dezelfde geweest is als in het zuiden, en evenzoo in het Oosten dezelfde als in het Westen.

Maar wij hebben daaromtrent nog geenerlei *eenigszins* zekere gegevens betreffende Zeeland, Z. en N.-Holland, Friesland, Groningen, Oost-Friesland, Oldenburg, Holstein en Sleeswijk, welke daarop zouden wijzen.

Hoe dit moge zijn, zeker is het dat uit de geologische waarnemingen is afgeleid, dat er in de quaternaire periode eene daling van den bodem moet geweest zijn van minstens 18 M. Eene tijdsbepaling van den duur dezer periode is echter niet mogelijk.

Met het oog daarop, en op eene postglaciale daling vóór het begin onzer tijdrekening, die men wellicht uit enkele terpen kan afleiden, kunnen wij beweren, *dat wij nog altijd in eene periode van daling verkeerden*, maar tevens, dat hoogst waarschijnlijk: *deze daling gedurende de laatste twee duizend jaren heeft opgehouden, of althans zeer gering is geweest.*

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING
DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

van Zaterdag 27 November 1909.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris:, de Heer J. D. VAN DER WAALS.

INHOUD.

Ingekomen stukken, p. 420.

- Verslag van de Heeren H. E. DE BRUYN en J. P. VAN DER STOK over eene verhandeling van den Heer Jhr. M. H. VAN BERESTEYN: „Getijconstanten voor plaatsen langs de kusten en benedenrivieren in Nederland berekend uit waterstanden van het jaar 1906”, p. 421.
- K. MARTIN: „Rangifer tarandus aus Nederland”, p. 422. (Mit 1 Tafel).
- P. P. C. HOEK: „Leeftijd van den zalm af te leiden uit de structuur der schubben”, p. 432 (Met 2 platen).
- A. K. M. NOYONS: „Mededeelingen omtrent het electrogram van het atrium cordis”. (Aangeboden door de Heeren H. ZWAARDEMAKER en C. A. PEKELHARING), p. 450. (Met één plaat).
- W. H. JULIUS: „Over den oorsprong van het chromosfeer-licht”, p. 456.
- J. W. GILTAY en M. DE HAAS: „Iets over de beweging van den kam van de viool”. (Aangeboden door de Heeren H. KAMERLINGH ONNES en P. ZEEMAN), p. 462.
- A. P. N. FRANCHIMONT en E. KRAMER: „Over piperazinederivaten”, p. 476.
- M. J. VAN UVEN: „Over de banen eener door infinitesimale iteratie verkregen functie in haar complexe vlak”. (Aangeboden door de Heeren W. KAPTEYN en HENDR. DE VRIES), p. 478.
- S. H. KOORDERS: „Beitrag zur Kenntniss der Flora von Java N^o. VIII: Pflanzengeografische Ueberblick über die Fagaceae von Java”, p. 488.
- J. J. VAN LAAR: Enige opmerkingen naar aanleiding eener verhandeling van de Heeren TIMMERMANS en KOHNSTAMM, p. 497.
- H. A. BROUWER: „Pienacriet, een melanocrate foyalet van Transvaal”. (Aangeboden door de Heeren G. A. F. MOLENGRAAFF en K. MARTIN), p. 500.
- Aanbieding van boekgeschenken, p. 501.
- Vaststelling der Decembervergadering op Vrijdag 24 December a. s. p. 501

Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn :

1°. Bericht van de Heeren VAN WYHE en ROSENBERG dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

2°. Missive van Z.Exc. den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 5 November 1909, waarbij bericht wordt dat er bij Z.Exc. geen bezwaar bestaat om het wetenschappelijk bezoek van het Botanisch Station te Buitenzorg in plaats van aan Dr. A. H. BLAAUW, onder gelijke verplichtingen op te dragen aan den Heer J. KUYPER doctor in de plant- en dierkunde te Utrecht.

3°. Missive van Z.Exc. den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 10 November 1909 met verzoek te willen mededeelen of er Nederlandsche geleerden zijn bereid zich buiten bezwaar van 's Rijks schatkist te laten afvaardigen naar het in 1910 te Brussel te houden Congres voor Radiologie en Electriciteit. Aangehouden tot een volgende vergadering.

4°. Schrijven van het Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres waarbij de Akademie wordt uitgenoodigd zich te doen vertegenwoordigen bij de herdenking op 24 November j.l. van de 100-jarige geboorte van CHARLES DARWIN en de verschijning vóór 50 jaar van zijn werk „Origin of species”. De Heeren VAN DER WAALS en KORTEWEG hebben de Akademie bij deze plechtigheid vertegenwoordigd.

5°. Schrijven van het Bestuur van het VIII^e Internationale Zoologen Kongress van 15—20 Augustus 1910 te Graz te houden, waarbij de Akademie wordt uitgenoodigd zich aldaar te doen vertegenwoordigen. Aangehouden tot een volgende vergadering.

6°. Circulaire van het 3^e Internationaal Congres voor Schoolhygiëne van 2—7 Augustus 1910 te Parijs te houden.

7°. 6^e Circulaire van het 3^e Internationaal botanisch Congres van 14—22 Mei 1910 te Brussel te houden.

8°. Circulaire van de Vereeniging „Corda fratres”, Fédération internationale des étudiants, waarbij inlichtingen gegeven worden omtrent deze Vereeniging. De laatste drie circulaires worden voor kennisgeving aangenomen.

Geophysica. — De Heer DE BRUIJN brengt, ook namens den Heer VAN DER STOK, verslag uit over een verhandeling van Jhr. M. H. VAN BERESTEIJN, getiteld: „*Getijconstanten voor pluatsen langs de kusten en benedenrivieren in Nederland, berekend uit de waterstanden van het jaar 1906*”.

Aanleiding tot dezen arbeid heeft gegeven het feit, dat tot heden slechts voor enkele plaatsen in Nederland getijconstanten zijn gepubliceerd. Aan de eischen der praktijk voldoen de door den algemeenen dienst van 's Rijks Waterstaat uitgegeven Getijtafels; voor een betere kennis van de voortplanting en interferentie der getijgolven is echter een nauwkeurige bepaling van getijconstanten voor vele plaatsen van groot belang.

Met het oog hierop heeft de schrijver voor vele plaatsen getijconstanten berekend voor het jaar 1906. Uit een proefberekening voor drie stations voor het jaar 1900 blijkt, dat een berekening van getijconstanten uit 8-maaldaagsche waarnemingen geen noemenswaard verschil oplevert met die uit uurwaarnemingen.

Ook uit waarnemingen verricht op vier equidistante tijdstippen kunnen eenige, ofschoon niet alle, getijconstanten met voldoende nauwkeurigheid worden berekend. Op grond hiervan zijn voor 49 plaatsen gedeeltelijk getijconstanten berekend uit waarnemingen verricht op de vier uren: 2, 8, 14 en 20. Op 15 dezer stations zijn deze constanten eveneens berekend uit waarnemingen gedaan op de vier uren: 5, 11, 17 en 23 en voor deze zelfde 15 stations bovendien een volledig stel getijconstanten uit waarnemingen verricht op de acht uren: 2, 5, 8..... 23.

De verschillende methoden van rangschikking of berekening waardoor de getijconstanten kunnen worden verkregen, worden door den schrijver kritisch onderzocht, waarbij het merkwaardige feit te voorschijn treedt, dat, wanneer uurwaarnemingen volgens de staafjesmethode worden gerangschikt naar het vier-dubbel-daagsche combinatie getij M_S , in de uitkomst een merkbare invloed van het dubbeldaagsch M_2 getij overblijft, een feit, dat totnutoe niet was opgemerkt en niet zonder belang is voor de kennis der ondiepwater getijden, die op onze kust een bijzonder belangrijke rol spelen.

De aldus verkregen getijconstanten, bij de berekening waarvan blijkbaar groote nauwkeurigheid is betracht, kunnen dus een beter inzicht geven in de wijze waarop zich getijgolven niet alleen langs onze kusten, maar ook in de riviermondingen voortplanten.

De ondergeteekenden meenen, dat de verhandeling van den Heer VAN BERESTEIJN ten volle verdient in de werken der Akademie opgenomen te worden.

J. P. VAN DER STOK.

H. E. DE BRUYN.

28*

Palaeontologie. — De Heer MARTIN doet eene mededeeling over:
 „*Rangifer tarandus aus Nederland.*“

Im Juli dieses Jahres (1909) wurde in der Overijsselsche Vecht unweit Gramsbergen der Rest eines Renntiers gefunden, welcher bei der Seltenheit solcher Vorkommnisse in Nederland ein besonderes Interesse beansprucht. (Fig. 1). Das Objekt, welches ich von dem Eigentümer, J. C. MEYERINK in Gramsbergen, für das Leidener Museum erwarb, lag nach Mitteilung des letzteren in sandigem Boden, reichlich $\frac{1}{2}$ m unter dem Bette des Flusses, $2\frac{1}{2}$ m unter der Oberfläche des Landes. Der genauere Fundort liegt 20 m unterhalb des Flusswehres (*stuw*), welches sich stromabwärts von der Haltestelle De Haandrik befindet, 20 Minuten von Gramsbergen. Die Staringsche Karte verzeichnet daselbst eine alluviale Bildung (*beekklei*)¹⁾.

Es handelt sich um eine abgeworfene, linke Geweihhälfte von besonders regelmässiger Gestalt, welche auf Grund ihrer Dimensionen einem Bullen zugeschrieben werden muss. Die Rose ist, wie bei den meisten Renntieren nur wenig ausgebildet; sie hat elliptischen Querschnitt, so dass sie seitlich etwas komprimiert ist; die Durchmesser betragen 4,0 und 4,5 cm.

Die Stange biegt sich zunächst rückwärts, dann wieder mit starker Krümmung nach vorne, so dass ein deutlicher Ellenbogen gebildet wird. Sie ist oben zu einer flachen Endschaufel verbreitert, welche lange, gleichfalls abgeflachte Sprossen trägt; die äussersten handförmigen Zacken sind abgebrochen. Bis zum Ellenbogen ist der Querschnitt der Stange elliptisch; doch ist sie an der Innenseite verflacht. Diese Verflachung nimmt gegen den Ellenbogen hin zu und hier bildete sich eine scharfe Kante aus; eine Hintersprosse fehlt; eine kurze Strecke oberhalb des Ellenbogens nimmt die Stange wiederum elliptischen Querschnitt an, um sich alsdann zu schaufeln. An der Innenseite misst die Stange längs der Krümmung 128 cm (soweit erhalten); der direkte Abstand von der Rose bis zur Spitze beträgt 93 cm, der Umfang etwas oberhalb der Eissprosse 12 cm, unmittelbar über dem Ellenbogen 13 cm.

Die Augensprosse ist stark entwickelt, besitzt anfangs nahezu rundlichen Querschnitt, flacht sich aber am distalen Ende derart ab, dass ein deutlich beilförmiger Umriss entsteht²⁾. Zwar ist das

¹⁾ Geolog. kaart van Nederland, blad 12, Bargerveen.

²⁾ Eine ganz ähnlich geformte Augensprosse kommt auch bei *R. t. sibiricus* Murray vor. Vgl. EINAR LÖNNBERG, Om renarne och deras lefnadsvanor, pag. 18, fig. 5 (Bilaga till „Förhandl. inför skiljedomstolen af 1909 i renbetes frågan, afd. 1, svensk inlaga 3“) Upsala 1909. — Zusatz während des Drucks.

Aussenende der Sprosse verletzt, doch scheinen Zacken ganz gefehlt zu haben; die Schneide des Beils muss beim lebenden Tiere nahezu vertikal gestanden haben. Länge der Augensprosse 22 cm, Umfang an der Basis 10 cm, grösste Breite vorne 8 cm.

Die Eissprosse¹⁾ setzt sich mit breiter Basis unmittelbar über der Augensprosse an und ist hier stark komprimiert, unten in einen kurzen Dorn ausgezogen; sie nimmt dann elliptischen Querschnitt an, um sich am distalen Ende breit handförmig abzuflachen und auszuzacken. Von den Zacken sind die vorderen stark zusammengedrückt, die hinteren mehr fingerförmig gestaltet, wobei einer derselben aus der gemeinsamen Handfläche herausweicht. Im ganzen ist die Eissprosse konvex gebogen, längs der äusseren Krümmung gemessen 45 cm lang, am Ansatzpunkte 6,0, am distalen Ende 17,5 cm breit.

Das Geweih ist schwach gefurcht und der ganze Erhaltungszustand derart, dass die Annahme eines weiten Transportes ausgeschlossen ist.

Genauere Bestimmungen von Renntiergeweihen sind bei der ausserordentlichen Zersplitterung in Rassen und Arten, welche diese so wohl charakterisierte Tierform erfahren hat, mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Während man früher nur ein einziges Renn annahm, wurde zunächst der Karibu (*Rangifer caribou* Kerr) des nordöstlichen Nordamerika hiervon geschieden; aber LYDEKKER fasste noch alle Renntiere als *Rangifer tarandus* Gray zusammen, wobei er eine Anzahl geographischer Rassen unterschied (*typicus*, *spitzbergensis*, *caribou*, *terrae-novae*, *groenlandicus* und *arcticus*)²⁾. Dann führte ELLIOT aus Nordamerika und Grönland nicht weniger als 6, durch sehr geringfügige Merkmale unterschiedene Arten an³⁾; TROUËSSART zählt im ganzen 14 Arten auf, von denen 2 noch unbenannt sind; darunter befinden sich als pleistocäne Species *R. martialis*, Gervais

¹⁾ G. RÖRIG will diese Sprosse nicht als Mittelsprosse betrachtet wissen und hebt die Wechselbeziehung hervor, welche zwischen Eissprosse und Augensprosse des Renntiers besteht; in seiner schematischen Darstellung der bei verschiedenen Geweihformen vorhandenen Homologien ist dann die Eissprosse schlechthin als Augensprosse verzeichnet. (Die Geweihsammlung der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule in Berlin, 1896; pag. 13, 15, 17 u. Tafel). Ich vermag nicht einzusehen, warum diese Eissprosse keine Mittelsprosse sein soll, zumal sie ziemlich weit nach oben rücken kann (vgl. unten) und das Geweih des Renn demjenigen des Damhirsches verwandt ist.

²⁾ R. LYDEKKER, the deer of all lands, London 1898, pag. 37 ff.

³⁾ D. G. ELLIOT, A synopsis of the mammals of North America and the adjacent seas (Field Columbian Museum, Zoolog. Series Vol. II, 1901, pag. 35)

und *R. tarandus*, Linné¹⁾. Neuerdings hat RUTTEN eine besondere Rasse als *Cervus tarandus diluvii* eingeführt²⁾.

Unter solchen Umständen musste die Frage entstehen, ob das gefundene Objekt mit *R. tarandus typicus*, dem skandinavischen Renn, zusammengefasst werden dürfe; denn der Unterschied von *R. t. diluvii* Rutten, für den „der fehlende oder rudimentäre Ocularspross“ als Merkmal angegeben wurde, musste sogleich auffallen. Mir lagen im Leidener zoologischen Museum von der skandinavischen Rasse 11 recente Geweihe zum Vergleiche vor (einige sehr unvollkommen entwickelte, jugendliche lasse ich hier unberücksichtigt); diese zeigen die folgenden Merkmale:

Die Stange besitzt meistens einen deutlichen Ellenbogen; doch kann derselbe nicht nur undeutlich werden, sondern auch ganz fehlen und ausnahmsweise nur einseitig entwickelt sein. Wo ein Ellenbogen fehlt, ist die Stange entweder nur mässig oder ~ förmig gebogen; bei der einseitigen Entwicklung liegt ein sehr unregelmässiges Geweih vor, mit aufstrebender rechter Stange, die sich schon gleich oberhalb der Eissprosse blattartig verflacht. Die distale Abplattung erreicht sehr verschiedene Grade, mitunter ist sie kaum angedeutet und das Geweih oben sehr unregelmässig verzweigt; daneben finden sich alle Uebergänge von unbedeutender Abplattung bis zu breit schaufelförmiger Ausbildung des distalen, stets mit langen Zacken versehenen Stangenteils.

Eine Hintersprosse ist ebenso häufig beiderseits wie einseitig entwickelt; sie kann an demselben Geweih sehr verschieden lang sein; in einem Falle misst sie links 30, rechts dagegen nur 8 cm.

Die Eissprosse ist fast immer beiderseits entwickelt, doch kann sie auch einseitig auftreten. Ihre Abplattung wechselt ebensowohl wie bei der Stange und kann sich auf das distale Ende beschränken; mitunter ist sie nur an einer Seite vorhanden. In einem Falle ist die linke Eissprosse kronenartig zerteilt, so dass die Zacken nicht in einer Ebene liegen, rechts dagegen abgeflacht und handförmig.

Die Augensprosse ist in 3 Fällen nur einseitig, links oder rechts, entwickelt, in einem Falle fehlt sie beiderseits; ³⁾ in 4 Fällen ist einseitig, links oder rechts, nur ein einfacher Spiess oder ein kurzer bis rudimentärer Dorn ausgebildet; in 3 Fällen endlich sind beide Augensprossen gut entwickelt, fast oder ganz gleich lang, aber doch

1) Catalogus mammalium tam viventium quam fossilium; quinquennale supplementum, a^o 1904, pag. 700—702.

2) L. M. R. RUTTEN, Die diluvialen Säugetiere der Niederlande, Utrecht 1909, pag. 71.

3) Meisters sind es schwache Geweihe, denen die Augensprosse fehlt.

stets in Bezug auf den Grad der Abplattung und Verzackung ungleich ausgebildet. Im übrigen ist die Form der gut ausgebildeten Augensprossen wiederum grossem Wechsel unterworfen; meist sind sie handförmig, mit langen Zacken; in anderen Fällen beschränkt sich die Abplattung auf ihr distales Ende oder sie ist so gering, dass eine handförmige Verbreiterung überhaupt fehlt. Eine einzelne Augensprosse ist beilförmig, am abgestutzten Vorderende nur mit vier stumpfen Höckern versehen, eine andere hakenförmig.

Bei allen Sprossen unterliegt die Art der Gabelung und die Länge der Zacken sowie die Weise der Abplattung mancherlei Schwankungen; doch können sich die verschiedenen Sprossen an demselben Geweih in gleichem Sinne verhalten, so dass ihm ein bestimmter Typus verliehen wird. So entstehen auch schlankere und plumpere Formen.

Obwohl die verglichenen Geweihe der Mehrzahl nach von zahmen Renntieren stammen dürften, ¹⁾ so wird man sie doch für die Beurteilung der Variationen und somit für die Abgrenzung der Species verwerten dürfen. Der Vergleich lehrt, dass das Fossil in den Formenkreis des *R. t. typicus* vollkommen hineinpasst und dass namentlich zwei seiner augenfälligsten Charaktere gelegentlich auch beim skandinavischen Renn beobachtet werden: eine beilförmige Augensprosse und eine Eissprosse, bei der nicht alle Zacken in einer gemeinsamen Fläche liegen. Aber noch durch ein drittes Merkmal ist das in Rede stehende Objekt besonders ausgezeichnet, durch eine unmittelbar über der Augensprosse entspringende Eissprosse.

Um die Lage der Eissprosse beim skandinavischen Renn festzustellen, nahm ich die folgenden Maasse, von denen die beiden letzten allerdings nur annähernde Werte geben, da die Sprossen mit mehr oder minder starker Biegung in die Stange übergehen: *a* von der Basis der Rose direkt bis zum distalen Ende der Stange, d. h. bis zum Ende des am weitesten abstehenden Zackens, *b* von der Basis der Rose bis zum oberen Ansatzpunkte der Eissprosse, *c* vom oberen Ansatzpunkte der Augensprosse bis zum unteren der Eissprosse. Stets ist nur eine Geweihhälfte gemessen; die Maasse sind in cm ausgedrückt.

Hieraus ergibt sich, dass eine Gesetzmässigkeit betreffs der Lage der Eissprosse nicht besteht und dass sie gelegentlich auch unmittelbar über der Augensprosse entspringt, wie bei dem Fossile ²⁾. Jeder Grund für eine Trennung des letzteren vom skandinavischen Renn fehlt, woraus

¹⁾ Die aus alten Zeiten stammenden Etiketten des Museums geben hierüber leider keine Auskunft.

²⁾ So auch bei dem Renn, welches in Brehms Tierleben abgebildet ist; 3te Auflage, PECHUEL—LÖSCHE, Säugetiere Bd. 3, pag. 449.

No.	a	b	c	a:b
1	98	17	9	5,76
2	93	13	6	7,15
3	91	12	5	7,58
4	85	15	7	5,66
5	82	18	11	4,55
6	71	13	6	5,46
7	71	12	5	5,91
8	65	7	0	9,28

indessen noch nicht unmittelbar zu schliessen ist, dass eine besondere diluviale Rasse überhaupt nicht existiert hätte; denn die Renntiergeweihe, welche in unserem Flachlande gefunden werden, können ein sehr verschiedenes Alter haben.

Unter den Tieren des hercynischen Waldes erwähnt CAESAR ausser dem Elen bekanntlich: „*bos cervi figura, cujus a media fronte inter aures unum cornu existit excelsius magisque directum his, quae nobis nota sunt, cornibus; ab ejus summo sicut palmae ramique late diffunduntur. Eadem est feminae marisque natura, eadem forma magnitudoque cornuum.*”¹⁾ Obwohl C. STRUCKMANN es nur für wahrscheinlich hielt, dass unter diesem Tiere das Renn zu verstehen sei²⁾, und auch ZITTEL dies nicht als sicherstehend ansieht³⁾, muss ich mich doch zu dem von anderen Naturforschern und auch noch von LYDEKKER⁴⁾ vertretenen Standpunkte bekennen, dass das Renntier noch bis in Caesars Zeiten im hercynischen Walde (zwischen Rhein, Main und Donau) gelebt habe. Denn ein hirschartiges Tier mit handförmig ausgebreitetem und verzweigtem Geweih, welches beiden Geschlechtern zukommt und bei dem ein einzelnes Horn mitten auf der Stirn zwischen den Ohren steht, kann nur das Renn sein. Sieht man ein solches mit einseitiger, stark entwickelter Augensprosse von vorne, so kann es täuschend den Eindruck hervorrufen,

1) C. Juli Caesaris Belli Gallici Lib. VI, Cap. 26.

2) Ueber die Verbreitung des Renntiers in der Gegerwart und in älterer Zeit nach Maassgabe seiner fossilen Reste, unter besonderer Berücksichtigung der deutschen Fundorte, pag. 736 (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XXXII, 1880).

3) Palaeozoologie IV, pag. 405.

4) a. a. O. pag. 39.

als ob ihm auf der Mitte der Stirn ein einzelnes Horn wüchse¹⁾, und das *unum cornu* hat wohl nur auf die Augensprosse Bezug, das Uebrige dagegen auf das ganze Geweih. Ein solches Versehen ist durchaus verständlich, wenn CAESAR seinen Bericht nach mündlichen Mitteilungen niedergeschrieben hat; man braucht dafür nicht einmal einen korrumpierten Text anzunehmen. Die Vermutung, dass das Renn in Schottland, und zwar in Caithness, noch bis ins 12^{te} Jahrhundert gelebt habe²⁾, hält LYDEKKER allerdings für irrig.³⁾

Lebte das Renn nun bis in die historische Zeit, so wäre es vollkommen verständlich, wenn hier zu Lande ausser dem oben beschriebenen *R. t. typicus* von Gramsbergen noch eine zweite Rasse, *diluvii*, vorkäme; jener könnte die jüngere Form darstellen, zumal der Fundort auf ein alluviales Alter schliessen lässt. Da ferner, wie bekannt, die phylogenetische Entwicklung der Geweihe gleich der ontogenetischen auf eine stets fortschreitende Verzweigung hinweist⁴⁾, so wäre es von diesem Gesichtspunkte aus durchaus erklärlich, wenn bei der diluvialen Rasse die Augensprosse fehlte oder wenig entwickelt, bei der alluvialen dagegen weiter ausgebildet wäre; aber gerade die Augensprosse des Renn lässt sich hier schwerlich verwerten, wie schon aus der oben gegebenen Beschreibung recenter Geweihe hervorgeht.⁵⁾ Das ist überdies sehr bekannt; G. RÖRIG sagt hierüber: „Bekanntlich entwickelt sich die unterste (Augen-) Sprosse der Renntiergeweihe gewöhnlich nur einseitig, dergestalt, dass sie die Form einer senkrecht stehenden Schaufel annimmt, während die andere Sprosse entweder gar nicht oder nur als Spiess zur Ausbildung gelangt. Dabei ist zu bemerken, dass eine Regel, nach der etwa die rechte oder linke Augensprosse diese Bevorzugung im Wachstum erführe, nicht zu konstatieren ist.“⁶⁾ In Brehms Tierleben wird von „der oft nur

¹⁾ Deshalb schrieb auch OLAUS MAGNUS (1530) dem Renn drei Hörner zu, zwei grössere welche denjenigen der Hirsche entsprechen, und ein anderes Horn, welches „in der Mitte des Kopfes“ steht und zur Verteidigung gegen die Wölfe dient. (Nach Brehms Tierleben a. a. O., pag. 450).

²⁾ STRUCKMANN a. a. O. pag. 737.

³⁾ a. a. O. pag. 39.

⁴⁾ Vgl. auch HANS POHLIG, Monatsber. d. Deutsch. Geol. Gesellsch. 1909, No. 5, pag. 253.

⁵⁾ RUTTEN, welcher u. a. die Leidener Sammlung durchgesehen hat, bemerkte „nur ein einziges Stück mit einem rudimentären Augenspross. Dieser trat aber an einer rechten Geweihhälfte auf, die überhaupt anomal gebaut war“ (a. a. O. pag. 71). Vermutlich hat der Autor nur die losen Schädel und Geweihe des Leidener Museums untersucht; denn sonst ist diese Angabe nicht verständlich. Der Rest ist ihm wohl entgangen.

⁶⁾ Die Geweihsammlung, pag. 84.

an einer Stange ausgebildeten Augensprosse" gesprochen¹⁾ u. s. w.

Man müsste nach alledem über eine grosse Anzahl von Geweihen aus diluvialen und jüngeren Schichten verfügen, um feststellen zu können, ob in Niederland neben dem bei Gramsbergen nachgewiesenen, typischen, skandinavischen Renn noch ein diluviales vorkomme, bei dem eine der Augensprossen im allgemeinen noch mehr zur Verkümmernng geneigt ist als bei der recenten Rasse; einzelne Funde können hierüber keinen Aufschluss geben.

Der einzige Rest eines Renntiergeweihs, der sich ausser dem oben beschriebenen noch im Leidener Museum befindet (Fig. 2—4), ist bereits von N. C. DE FREMERY beschrieben und abgebildet.²⁾ Er ist 1829 auf dem Werder (Middelwaard) gefunden, welcher in der Waal zwischen den Dörfern Herwaarden (Heerwaarden) und Varik gelegen ist, nordöstlich von 's Hertogenbosch³⁾. Nach DE FREMERY ist das Fossil hier bei hohem Wasserstande angespült, doch wird von dem Autor betont, dass es vielleicht aus dem Diluvium stammen könne.⁴⁾ Die Etikette, welche dem Fossile angehängt (nicht aufgeklebt) war, lautete freilich *Cornua cervi elaphi inv. int. Maestr. et Hertogenbusch*"; später ist dann die Bestimmung in *Cervus priscus Kaup* abgeändert; beide Bestimmungen stammen aus alter Zeit. Selbstredend kann diese Etikette aber nicht zu dem in Rede stehenden Geweih von DE FREMERY gehören, da die Angabe des Fundortes einer solchen Annahme widerstreiten würde; es bedarf somit des Beweises, dass mir in der Tat das Stück von Heerwaarden vorliegt und dass die Etikettierung falsch ist.

Es handelt sich um das Bruchstück einer rechten Stange, welches noch am Rosenstock befestigt, aber oben vor dem Beginne der schaufelförmigen Verbreiterung abgebrochen ist. Die abgebrochene Augensprosse besass an der Basis nur 1,5 cm Durchmesser; auch die Eissprosse fehlt und hat beim Abbrechen einen grossen Teil der Stange mitgenommen. Der Abstand von der unteren Endigung der betreffenden Bruchfläche bis zur Augensprosse beträgt 5 cm, was somit dem Minimalabstande der beiden genannten Sprossen entspricht. Auch die Hintersprosse, ebenfalls verletzt, war deutlich entwickelt; sie geht nach unten in eine scharfe Kante der Stange über; sonst besitzt die letztere dieselbe Form und gleiche Dimensionen wie die linke

¹⁾ a. a. O. pag. 448; vgl. auch das. pag. 450 u. Abbildung auf pag. 449.

²⁾ Bijdrage tot de kennis der fossile zoogdieren, in Noord-Nederland gevonden, (Nieuwe verh. 1ste kl. Kon. Nederl. Instituut v. Wetensch. etc. Amsterdam 1840, pag. 185, tab. 3).

³⁾ Vgl. STARING, Geol. kaart van Nederland, blad 19, Betuwe.

⁴⁾ pag. 187.

Geweihhälfte von Gramsbergen. Trotz der Unterschiede, welche in der schwach entwickelten Augensprosse, in dem Abstände der Mittelsprosse und in dem Auftreten der Hintersprosse gelegen sind, könnten beide Geweihhälften demselben Tiere angehört haben, soweit nur die Formverhältnisse in Betracht kommen (vgl. Fig. 1 u. 2). Ein Rassenunterschied ist durch jene Abweichungen nicht ausgedrückt.

Das Objekt hat offenbar einen weiten Transport erlitten. Darauf weist nicht nur seine Unvollständigkeit, sondern vor allem der Umstand hin, dass die Kanten der Bruchflächen noch wieder abgeschliffen und teilweise glatt poliert sind. Wie ein Vergleich mit der Abbildung von DE FREMERY lehrt, stimmen die Verletzungen des Horns von Heerewarden genau mit denjenigen des mir vorliegenden Fossils überein: die obere Bruchfläche mit den beiden von ihr ausgehenden Rissen, von denen der eine im Laufe der Zeit noch weiter geworden ist; die Bruchfläche an der Hintersprosse sowie diejenige, welche beim Abreissen der Eissprosse gebildet ist, nebst den davon ausgehenden Sprüngen. Nur die Augensprosse fehlt dem Objekte der Leidener Sammlung, doch ist diese offenbar erst später abgebrochen; denn ihre Bruchfläche ist frischer als die übrigen.¹⁾ Der Rest stimmt auch darin mit der Beschreibung von DE FREMERY überein, dass er „eine eigenartige gelbe Okerfarbe (hat) besonders dort, wo die grösste Sprosse abgebrochen ist....; dort findet man auch einige durchscheinende Körnchen von quarzartigem Sand zwischen das Knochengewebe eingedrungen.“ Der Autor giebt ferner an, dass das Horn „längs der äusseren Krümmung gemessen“ 78 cm Länge besitze.²⁾ Ich fand dieselbe Länge, wenn ich das Fossil seitlich von der Hintersprosse (nicht über diese hinweg) maass, allerdings mit Einschluss des mit dem Geweih verbundenen Stirnbeins. Nur eine einzige Bemerkung DE FREMERY's finde ich nicht bestätigt, dass nämlich das Horn mit Säuren nicht brause.³⁾ Das muss ein Versehen sein, da die Uebereinstimmung sonst so vollständig ist, wie man sie nur erwarten kann.

Diese Uebereinstimmung tritt schon hervor, wenn man die verkleinerte Photographie der alten Abbildung (Fig. 3) mit derjenigen des Originals (Fig. 4) vergleicht, aber noch weit mehr beim Vergleichen mit dem Originale selbst, da die Zeichnung nicht genau auf dieselbe Fläche projiciert ist und die Bilder nicht alle Einzelheiten wiedergeben.

Die Augensprosse war bei dem Fossile von Heerewarden schon beschädigt, als die Zeichnung in 1840 von Dr. A. VROLIK

¹⁾ Aussen waren daran noch Spuren von Leim vorhanden, was darauf hindeutet, dass man früher einmal einen Versuch zur Wiederherstellung des Schadens gemacht hat.

²⁾ pag. 191.

³⁾ pag. 187.

für DE FREMERY angefertigt wurde, denn diese stellt eine verletzte Spitze dar. Ergänzt muss die genannte Sprosse einen ziemlich langen Dorn gebildet haben.

Das Geweih von Heerewaarden ward auch von STARING in „De bodem van Nederland“ angeführt, als *Cervus Tarandus* L. ¹⁾; andere Reste dieses Tieres waren ihm nicht bekannt. Er nennt es dann später nochmals an anderem Orte ²⁾ und giebt an, dass der Rest aus dem Rheindiluvium stamme. Das kann ich nach obigem nicht für verbürgt halten.

Dann hat RUTTEN das Fossil von Heerewaarden als *Cervus tarandus* L. bestimmt und nach dem Leidener Originale abgebildet ³⁾, aber nicht als das Objekt von DE FREMERY erkannt, weil er offenbar durch die unrichtige Etikettirung irregeleitet wurde. RUTTEN hielt es vielmehr für wahrscheinlich, dass das betreffende Fossil zu den Cervidenresten gehöre, die STARING von Aarle bei Helmont angeführt hat. ⁴⁾ Letztere wurden aber von STARING in seiner Uebersicht als *Cervus* dem *C. tarandus* gegenübergestellt, und es ist nicht wahrscheinlich, dass der Autor hier einen Fehler in der Bestimmung gemacht haben sollte. Sodann spricht STARING bei dem Funde von Helmond „des bois de Cerf, peutêtre du Cerf fossile“, während das betreffende Objekt durchaus das Aussehen eines Fossils besitzt; er giebt den Cervidenresten auch ein jüngeres Alter als dem Renn. Somit liegt auch in dieser Richtung nichts, was den oben geführten Beweis der Identität zwischen dem Funde von Heerewaarden und dem Leidener Objekte abschwächen könnte.

Ausser dem Geweih von Gramsbergen und dem Funde von Heerewaarden sind noch zwei andere, von RUTTEN angeführte Reste des Renns bekannt: ein kleines Stangenfragment von Caberg, welches für die Rassenfrage ohne Bedeutung ist, und ein grösseres aus der Westerschelde bei Breskens, welches sich in Middelburg befindet. Bei letzterem war die Augensprosse nach RUTTEN „recht klein“. ⁵⁾

Dagegen erhielt ich selber durch freundliche Vermittelung von Herrn W. POLMAN KRUSEMAN aus der Sammlung der „Zeeuwisch Genootschap der Wetenschappen“ in Middelburg den Rest einer rechten Geweih-

¹⁾ I, pag. 78 und II, pag. 124; Haarlem 1856 u. 1860.

²⁾ Aperçu des ossements fossiles de l'époque diluvienne, trouvés dans la Néerlande et les contrées voisines. (Verslg. Mededlg. Kon. Akad. v. Wetensch., Afd. Natuurkunde, Deel 12, 1861). N^o 40, pag. 268 u. 279.

³⁾ a. a. O. pag. 70, tab. 2, fig. 10.

⁴⁾ Aperçu . . . , pag. 269; No. 43, pag. 279.

⁵⁾ a. a. O. pag. 70.

hälfte, welcher nicht die mindeste Abweichung vom skandinavischen Renn erkennen lässt (Fig. 5).¹⁾ Das Stangenbruchstück ist wiederum am Rosenstock befestigt und zeichnet sich dadurch aus, dass es gleich der Eissprosse stark seitlich komprimiert ist, besonders in der zwischen Eissprosse und Ellenbogen gelegenen Partie. Die genannte Sprosse ist übrigens samt der wohl entwickelten Hintersprosse abgebrochen, ebenso die Stange selbst unmittelbar oberhalb des Ellenbogens und endlich die Augensprosse, von der nur die Basis erhalten ist. Diese besitzt, horizontal gemessen, etwa 3 cm Durchmesser, zeigt somit nichts Ungewöhnliches. Die übrigen Maasse sind: Grösste Länge des ganzen Objekts, in direktem Abstände gemessen, 49 cm; von der Rose bis zum unteren Ansatz der Eissprosse 11,5 cm; von der Rose bis zum oberen Ansatz der Hintersprosse 40,5 cm. An den Bruchflächen ist das Objekt stark abgeschliffen, es dürfte sich also auf sekundärer Lagerstätte befunden haben; die Fundortsangabe ist „Scheelde, zilverput“, also bei Breskens.

Die drei mir vorliegenden Geweihreste von Gramsbergen, Heerewarden und Breskens, von denen nur die beiden letzteren einen weiteren Transport erfahren haben können, mögen von verschiedenem Alter sein; aber möge man sie nun alle als gleichwertig zusammenfassen oder die beiden letztgenannten von dem Gramsbergen'schen Funde trennen, so widerstreiten sie doch durchaus der Annahme einer besonderen, diluvialen Rasse mit fehlender oder rudimentärer Augensprosse in Niederland. Auch in der Literatur sind keine Beweise für die Existenz einer solchen vorhanden.

Für das übrige Europa, woselbst *Rangifer tarandus* bekanntlich in weiter Verbreitung und durch ungemein zahlreiche Funde im Pleistocän vertreten ist, kommt nur noch *R. martialis* Gerv. aus dem Diluvium von Pézénas im südlichen Frankreich in Betracht. Die Art ist charakterisiert als: „*Espèce de grande taille. Le premier andouiller est à 1 décimètre au dessus de la meule*“²⁾. Die Reste sind aber sehr unvollständig und für GERVAIS gilt wiederum das Fehlen der Augensprosse als das wesentlichste Unterscheidungsmerkmal vom lebenden Renn, während dieser negative Charakter nach obigem nicht zur Aufstellung einer besonderen Art genügen kann. Ob hier eine durch besondere Grösse ausgezeichnete Rasse vorliegt, ist wohl noch nicht zu entscheiden; man wird vielmehr bis

1) Die Abbildung ist schräg von der Seite genommen, um die Augensprosse hervortreten zu lassen.

2) PAUL GERVAIS, Zoologie et Paléont. Françaises, 2me édit. Paris 1859, pag. 144

auf weiteres alle pleistocänen *Rangifer*-Reste von Europa mit der lebenden, skandinavischen Rasse zusammenfassen müssen.

ERLÄUTERUNG DER ABBILDUNGEN

Rangifer tarandus Gray.

Fig. 1. Von Gramsbergen. Linke Geweihhälfte; innere Ansicht.

Fig. 2—4. Von Heerewaarden. Rechtes Stangenbruchstück; 2 innere Ansicht; 3 (verkleinerte Kopie der Abbildung von de Fremery) und 4 äussere Ansicht.

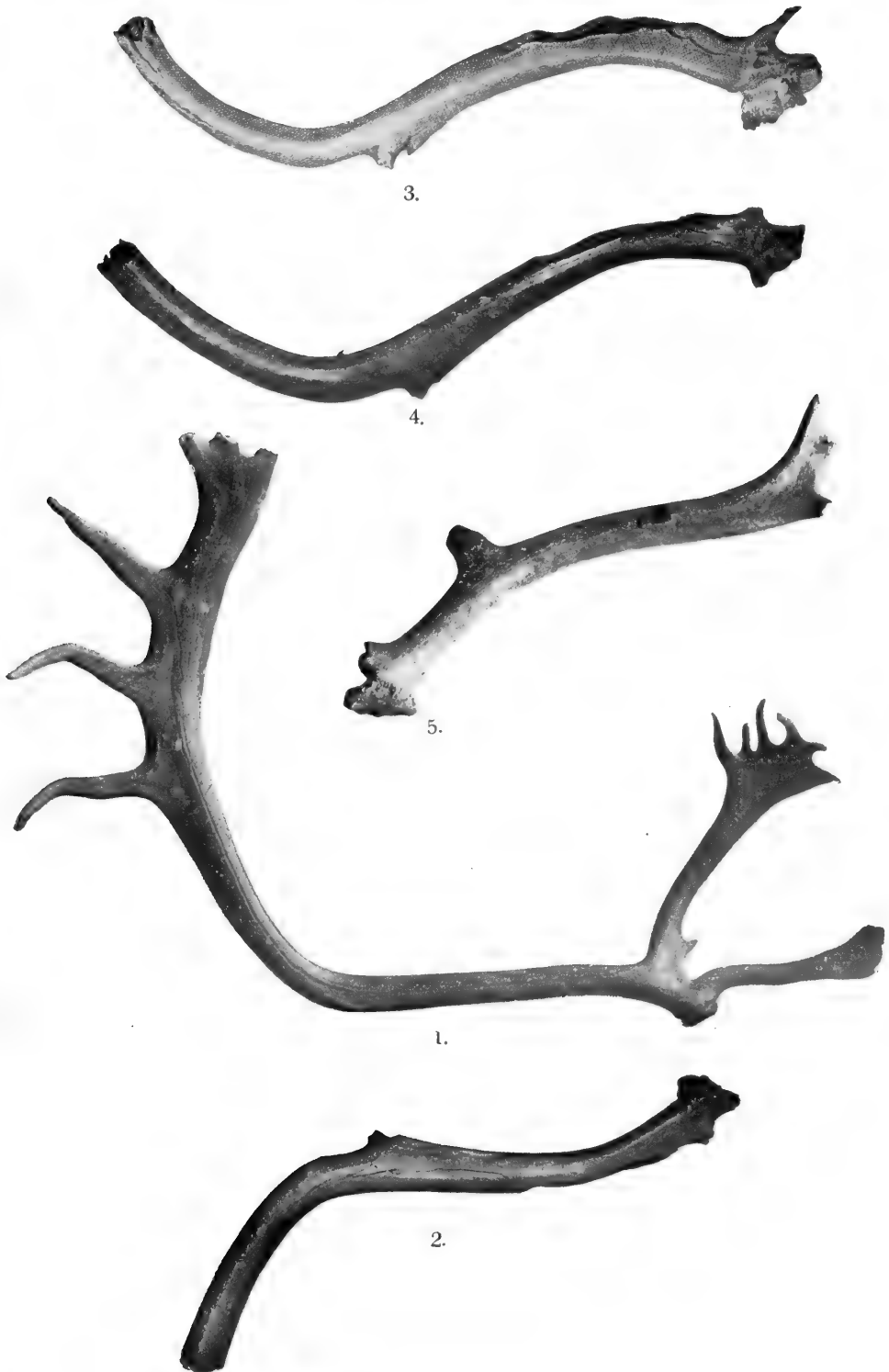
Fig. 5. von Breskens. Rechtes Stangenbruchstück, schräg von innen genommen.
Leiden Nov. 1909.

Dierkunde. — De Heer Hoek doet eene mededeeling over: „den leeftijd van den zalm afteleiden uit de structuur der schubben”.

Geheel afgezien van den door den mensch daarop uitgeoefenden invloed, is het niet twijfelachtig, dat de talrijkheid, waarmede de zalm de rivieren, die hem daarvoor passen, opstijgt, aan groote schommelingen onderhevig is. 's Menschen storende invloed — waarbij niet alleen aan den mensch als visscher, maar ook als bewoner der oevers, als bevaarder der rivier, als verbeteraar van de vaargeul enz. gedacht moet worden — maakt het moeielijk zich omtrent de grootte der schommelingen, omtrent hunne periodiciteit enz. eene juiste voorstelling te maken. Maar de juistheid van het feit komt desalniettemin met voldoende zekerheid aan het licht: dat feit is, dat groepen van rijkere jaren op zeer opvallende wijze met groepen van jaren met belangrijk geringere vangsten afwisselen en dit — te oordeelen naar cijferreeksen, die ter onzer beschikking staan — tegenwoordig nog even goed doen, als vóór 30 en 50 jaar het geval was.

Dat dit wel het geval zijn moet, wordt ons duidelijk, wanneer wij zien hoe de vangsten zijn samengesteld. Analyseeren wij de vangst van een willekeurig jaar, dan blijkt spoedig, dat er tussehen de afzonderlijke exemplaren, die die vangst samenstellen, een belangrijk verschil in grootte voorkomt; dat evenwel niet alle mogelijke lengten tussehen de kleinste en de grootste exemplaren vertegenwoordigd zijn, maar dat die de rivier opstijgende zalmen zich naar hun grootte vrij scherp in drie categoriën of grootte-groepen verdeelen laten van ongeveer volgende afmetingen:

kleine	zalmen (zoogen. St. Jakobszalmen)	van 55—67 cM.
middelsoort	„ („ kleine zomerzalmen)	„ 78—90 „
en groote	„ (grootte zomer- en winterzalmen)	„ 100—110 „





Op een jaren lange ervaring en op eene nauwkeurige studie van de lengten der opstijgende visschen, waarin de Baseler geleerde MIESCHER RUESCH (1880) is voorgegaan en waaraan ik zelf (1894) een werkzaam aandeel genomen heb, is nu de meening gebaseerd, dat de kleinsten van een zeker jaar en de middelsoort grooten van een volgend, zoowel als de groote zalmen van een nog weer later jaar bij elkander behooren, d.i. zoal niet zonder uitzondering, toch grootendeels van een zelfde geboortjaar afkomstig zijn. Geheel in overeenstemming hiermede ziet men vrij regelmatig, dat een jaar, dat eenen rijkeren oogst van kleine zalmen heeft opgeleverd, gevolgd wordt door een jaar rijker aan middelsoort-groote exemplaren, terwijl het daarop volgende jaar, niet regelmatig, maar vaak toch duidelijk genoeg aantoon, wat de groote zalmen betreft, nog onder denzelfden gunstigen invloed te staan. Komen er ook uitzonderingen voor, gevallen, die moeielijk in het schema passen, de algemeene juistheid — het in 't algemeen „uitkomen” — van den regel, wordt eigenlijk niet meer in twijfel getrokken. Dus heeft een rijkere opbrengst van kleine zalmen (zoogen. St. Jakobszalmen) in een zeker jaar eene voorzeggende beteekenis voor volgende jaren en wordt door een zoodanig jaar eene periode van stijgende vangsteijfers ingeleid. Rijkere jaren staan dus niet op zich zelf, maar vormen groepen, die met zulke van armere jaren afwisselen.

Een jaar rijk aan St. Jakobszalmen (de kleinsten der opstijgenden) wordt dus — en terecht — door de zalmvisschers als een gunstig „omen” voor de toekomst beschouwd en de studie van het doen en laten, van het al of niet in grooteren getale opkomen van die kleinsten onzer zalmen heeft daarom voor mij altijd groote aantrekkelijkheid gehad. Vragen als: welke zalmen zijn het, die als Jakobszalmen opstijgen en vooral: hoe oud is een Jacobszalm, die de zee verlaat en in een onzer benedenrivieren gevangen wordt, moeten beantwoord kunnen worden, zal men zich eene juiste voorstelling maken van de omstandigheden, die daarop van invloed zijn, van de voorwaarden, die die productie van Jakobszalmen (en van de zalmen in het algemeen) regelen. Daarmede is de groote beteekenis van de leeftijdsbepaling van zoodanige zalmen voldoende toegelicht; die leeftijdsbepaling wordt door de eigenaardige levenswijze (het op de bovenrivier geboren worden, het daar de jeugd doorbrengen, het dan naar zee trekken en het op verschillenden leeftijd en in zeer verschillenden staat van geslachtelijke ontwikkeling uit zee terugkeeren van de zalmen), welke levenswijze ik als in hoofdzaak bekend te zijn veronderstellen mag, op eigenaardige wijze gecompliceerd. Ik meen nu in staat te zijn dienaangaande eenig nieuw licht te verspreiden.

Een enkel woord over die leeftijdsbepaling in het algemeen moge voorafgaan. Men kan zich daartoe van de lengte der visschen bedienen en men heeft die methode ook voor den zalm en oogenschijnlijk met eenig succes toegepast. Er hebben zich daarbij echter bezwaren voorgedaan: een opvallend ongelijkmatige groei werd bij in de kweekkerijen, onder op 't oog volkomen overeenstemmende voorwaarden opgegroeide vischjes opgemerkt: een gelijk aantal maanden oude exemplaren kunnen b.v. 5, 7 of 9 cM. lang zijn — en in de vrije natuur opgegroeide zalmpjes schijnen soortgelijke verschillen in grootte te vertoonen: het is natuurlijk moeielijk daarmede rekening te houden, als men nu omgekeerd uit de lengte den leeftijd wil afleiden. Van geheel anderen aard is een tweede bezwaar: wel kan men van de jonge zalmen, zoolang zij in de beken en kleine zijrivieren van den bovenstroomloop vertoeven, vangen en deze dus in de opeenvolgende maanden, wat hun grootte betreft, met elkander vergelijken en op die wijze hun groei nagaan, maar tusschen de grootsten, die men nog op de rivier waarneemt, en de kleinsten, die uit zee terugkomen, is het lengteverschil opeens zoo groot, dat eene bepaling van het leeftijdsverschil een waagstuk wordt. Zoo zijn b.v. de kleinste zalmpjes, die naar zee trekken en dan ± 14 maanden oud zijn, 13—16 cM. lang en trekken er met deze ook grooteren van 15—20 cM. lengte naar zee, die dan ± 26 maanden oud zijn; bovendien werden op verschillende plaatsen en tijdstippen achterblijvers op de bovenrivier waargenomen, die b.v. 18—24 cM. lang én vermoedelijk in hun derde levensjaar waren. Maar de kleinste zalmen, die uit zee terugkeeren, de reeds bovengenoemde Jakobszalmen, zijn van 55—67 cM. lang en zalmen van tusschen deze en de grootste der naar zee trekkenden gelegen lengten zijn eigenlijk nooit waargenomen. Dus ontbreekt eigenlijk elke maatstaf om uit de vergelijking van de lengten zelfs der grootsten der naar zee trekkenden en die van de Jakobszalmen hunnen leeftijd af te leiden.

In navolging van hetgeen men in latere jaren met voordeel voor andere vischsoorten gedaan heeft (met name voor den karper ¹⁾ onder de zoetwatervisschen en voor de kabeljauwachtigen ²⁾ onder de zeevisschen) is men in den laatsten tijd begonnen, zich, ook voor die leeftijdsbepaling bij de zalmen, van de structuur der schubben te bedienen ³⁾. Die schubben schijnen, na eens aangelegd te zijn, den

1) C. HOFFBAUER, Weitere Beiträge zur Alters- und Wachstumsbestimmung der Fische, spez. des Karpfens. Zeitschr. f. Fischerei. XII, 1905. S. 111.

2) J. STUART THOMSON, The Periodic Growth of Scales in Gadidae as an Index of Age. Plymouth Journal. VII, 1904. p. 1.

3) H. W. JOHNSTON, The Scales of Tay Salmon as indicative of Age, Growth.

visschen gedurende hun geheele leven trouw te blijven en dus gedurende den groei dezer dieren ook niet in aantal toe te nemen; zij nemen echter zeer beslist in grootte, in omvang toe. Zij zijn bij de zalmen vrij regelmatig van vorm: aanvankelijk meer langrond, later bijna cirkelrond van gedaante. Zij bedekken elkander dakpansgewijs met dien verstande, dat, daar de schubben in schuine rijen geplaatst zijn, van elke schub alleen het achterste gedeelte vrij onder de daarvoor en daarboven geplaatste uitsteekt, het voorste gedeelte door die daarvoor en gedeeltelijk daarboven geplaatste schubben bedekt wordt¹⁾. Minder duidelijk nu op dat achterste vrij uitstekende, zeer duidelijk daarentegen op het voorste door de andere schubben bedekte gedeelte, ziet men reeds bij geringe vergrooting een aantal concentrische, aan den buitenomtrek der schub in hoofdzaak evenwijdig loopende lijnen zich op het naar buiten gekeerde oppervlak der schub afteekenen. Dat naar buiten gekeerde oppervlak dankt daaraan, dat het ruw als het oppervlak van een miniatuur-vijl aanvoelt, als men er met een naald overheen strijkt²⁾; die lijnen zijn dus zoovele smalle lijsten op het buitenoppervlak. Die lijsten zijn achtereenvolgens ontstaan en vertegenwoordigen dus eigenlijk zoovele stadien in den groei der schubben. Waaraan het ligt, dat die groei niet gestadig, dus volkomen gelijkmatig plaats vindt, is mij niet geopenbaard; de indruk, dien wij van den groei krijgen, is feitelijk deze, dat er in den loop van een jaar een zeker aantal 12, 15, 20 vergrootingen van de schub plaats vinden en dat iedere vergrooting in den vorm van een fijne lijst op het oppervlak een blijvend aandenken achterlaat. Grijpt de groei sneller plaats, dan worden in dezelfde periode meer kringen aan de schub toegevoegd; bovendien neemt de breedte der kringen, zooals men die uit den afstand der lijsten kan afleiden, met den leeftijd van de visschen toe.

and Spawning Habit. p. 63—79. 1 & 6. Pl. Appendix II to Part II of 23rd Annual Report of the Fishery Board for Scotland (for 1904). 1905.

H. W. JOHNSTON, The Scales of Salmon. p. 54—66. 5 Pl. Appendix II to Part II of the 25th Annual Report of the Fishery Board for Scotland (for 1906). 1907.

ARTHUR HUTTON, Salmon Scales etc. London, 1909. In het Duitsch vertaald in: Allgem. Fischerei-Zeitung. XXXIV, 1909. S. 459.

¹⁾ Anatomisch is deze voorstelling in zooverre niet geheel juist, daar, zocals wel bekend is, iedere schub in een dunwandig zakje steekt, waaruit alleen dat naar achter gekeerde gedeelte vrij uitsteekt, terwijl bovendien al die vrij uitstekende gedeelten, die te zamen het lichaamsoppervlak vormen, door een slijmcellen-laa bedekt worden.

²⁾ Zooals ieder bekend is, die gewoon is pas gevangen visch te behandelen, laten de schubben gemakkelijk los. Zij doen dit ook bij den zalm en zouden dat ongetwijfeld nog lichter doen, als hun oppervlak aan beide zijden volkomen glad was.

Indien de groei van de schub nu het geheele jaar door gelijkmatig, al was het allengs met een eenigszins sneller tempo, plaats vond, zouden de groeilijnen van het buitenoppervlak ons niet veel wijzer maken, dan de allengs toenemende grootte van de schub zelve; het zou dan eenvoudig heeten: grootere visschen hebben grootere schubben, grootere schubben hebben meer groeilijnen en de meer naar den buitenomtrek gelegen groeilijnen liggen op verderen afstand van elkander dan de meer naar binnen gelegene. Daar het aantal der jaarlijks gevormde ringen alles behalve vaststaat, zou het dan ook niet mogelijk zijn uit het aantal dier groeilijnen, uit de structuur der schubben in 't algemeen, omtrent den leeftijd van schub en visch met eenige zekerheid conclusies te trekken. Dit is echter gebleken wél mogelijk te zijn en dat komt wel hoofdzakelijk daarvan, dat:

1°. de jeugdige zalm, zoolang hij in het zoete water vertoeft, 's winters eene periode doormaakt, waarin hij geen voedsel tot zich neemt en niet groeit: in dien tijd groeit de schub ook niet; als hetzelfde dier dan echter na afloop van den winter opnieuw begint te groeien, geschiedt dit met eenige meerdere energie en teekent die sterkere groei zich dus als een bredere band om den smallen en soms zeer smallen, die den laatsten wintergroei vóór de rustperiode aangaf, af;

2°. de groei in zee sneller plaats vindt dan in het zoetewater; dientengevolge kan men op de schub van een uit zee terugkeerenden zalm vrij gemakkelijk onderscheiden: dat is het gedeelte, dat gedurende het verblijf in het zoetewater werd aangelegd en dat is het in zee gevormde gedeelte van de schub; en

3°. ook in zee de wintergroei zich afteekent op de schub. In die periode houdt de groei daar n.l. niet geheel op, zooals wij voor de in het zoetewater doorgebrachte winterperiode aannemen, geschiedt deze echter langzamer en wordt dus een groep van smalle aan elkander evenwijdige lijsten afgeteekend, die in den regel gemakkelijk te herkennen is.

Deze regels, wier geldigheid voor een deel reeds uit de resultaten mijner voorgangers kon worden afgeleid, daarbij in het oog houdend, heb ik de studie van de schubben ter hand genomen, mij daarbij echter aanvankelijk voornamelijk met slechts enkele punten uit de levenswijze der zalmen, en wel de uiterst gewichtige quaestie van den leeftijd der naar zee trekkende en der jongste uit zee terugkeerende zalmen, de z.g. Jakobszalmen, bezig gehouden. Ik heb mij daarbij tot den Rijnzalm bepaald¹⁾. Ik veroorloof mij hier in

¹⁾ Mijne resultaten leveren in hoofdzaak eene bevestiging van de door JOHNSTON voor de ontwikkeling der schub bij den zalm gegeven uiteenzetting. Daar er echter

't kort mededeeling te doen van de daarbij verkregen resultaten die nu zoowel betrekking hebben op *a* en *b*, de jonge zalmen van één- of meerjarigen leeftijd, die het zoetwater nog niet verlaten hebben; op *c*, de jonge zalmen, die in den riviermond gevangen op het punt stonden hun leven in zee te beginnen; als op *d*, diegene, die, na een zeker aantal maanden in zee te hebben doorgebracht, de rivier beginnen op te zwemmen.

a. Jonge zalmen in hunne eerste levensmaanden, welke zij in zoetwater doorbrengen.

In den loop van April — gedeeltelijk echter reeds in den aanvang van die maand (soms reeds in het einde van Maart) en gedeeltelijk nog in Mei — sluit de jonge zalm op den bovenstroomloop van den Rijn zijn larvale leven af en begint zijn existentie als klein vischje. Zijn dojersubstantie is dan geheel verbruikt: het kleine dier is er dus op aangewezen zich in zijn naaste omgeving het noodige voedsel te zoeken. In dit stadium is het zalmpje van $2\frac{1}{2}$ —3 cM. lang en begint het schubkleed zich te vertoonen. Uit tal van waarnemingen met behulp van in vrijheid opgegroeide, zoowel als met behulp van in de kweekerijen opgefokte zalmpjes ingesteld, is gebleken, dat de groei bij verschillende exemplaren zeer verschillend snel plaats vindt: eind September kunnen in de beken exemplaren, die dan 6 maanden oud zijn, gevangen worden, die 6, 8 of 10 cM. lang zijn, terwijl hunne lengte in de kweekerij dan van 5 tot 9 cM. varieren kan. In het najaar gaat de groei voort, in de wintermaanden schijnt hij echter eenige weken of in sommige jaren enkele maanden geheel stil te staan. Ontwaakt dan het leven van planten en dieren in de voorjaarsmaanden, dan schijnen ook de jonge zalmen spoedig weer met hun groei voort te gaan. In Mei in de beken aangetroffen zalmpjes van 13—16 cM. lengte moeten dus beschouwd worden als 13 à 14 maanden oude vischjes, zulke van 18—20 en meer cM. lengte als ruim twee jaar oude dieren.

Gaan wij dien groei nu na met behulp van de schubben. Wanneer, zooals in mijn geval, het zuiver morphologisch en histologisch detail minder in aanmerking komt, kan men zijn onderzoek veilig met visschen van ongeveer 5 cM. lengte, bij welke de afzonderlijke

een merkwaardig, tot nog toe onopgehelderd verschil in levenswijze tusschen den Schotschen zalm en dien van den Rijn schijnt te bestaan (een verschil, waarop ik onlangs in de Mededeelingen over Visscherij, 1909, blz. 123, opmerkzaam heb gemaakt), laat ik, met volkomen waardeering van het werk van mijnen voorganger, eene vergelijking van diens resultaten met de mijne liever geheel achterwege.

schubben reeds met het bloote oog te onderscheiden zijn, beginnen. Bij de studie van de schubontwikkeling in het eerste levensjaar heeft men nu dit grootte gemak, dat men den groei bij in vrijheid in de beken levende zalmpjes letterlijk van maand tot maand controleeren kan met behulp van in de kweekrijen opgroeiende vischjes en dat men dus in ieder geval omtrent den groei der schubben in dat eerste jaar mathematische zekerheid heeft, wat een punt van uitgang van grootte waarde is.

De figuren 1—10 hebben op zalmpjes in het eerste levensjaar betrekking; eene schub van den kleinsten door mij onderzochten visch, n.l. van 4.8 cM. is in fig. 2 afgebeeld; weinig grooter was het zalmpje (5.5 cM.), welks schub in fig. 1 en 1*a* is geteekend. De gedaante is langrond; over het oppervlak loopen een zestal concentrische kringen, deze loopen aan het naar voren (op de teekening naar beneden) gekeerde uiteinde kort bij elkander, aan het andere uiteinde der schub verder uiteen; 5 dier kringen zijn gesloten, de 6e of buitenste echter niet; regel is het bij de schubben der zalmen, dat óf alleen de 5 of 6 binnenste óf in het geheel 5 à 6 van een zeker aantal der binnenste groeilijnen gesloten en *alle* daar buiten gelegene open blijven¹⁾.

Groeit daarna de visch, dan wordt de schub grooter en het aantal der ringen op die schubben in gelijke mate. Niet op alle plaatsen schijnt het oppervlak van het lichaam even sterk te groeien, daaraan zou ik willen toeschrijven, dat b.v. de schubben kort achter den kop (boven de borstvin — eene plaats, die men wel als den schouder aanduidt) kleiner blijven, dan die aan de flanken. Figuur 3, 4 en 5 stellen drie schubben voor van *hetzelfde* zalmpje, van verschillende plaatsen van het lichaam en van verschillende grootte. Dienovereenkomstig is het aantal groeilijnen dezer schubben eveneens verschillend. Om de vergelijking te vergemakkelijken, werden daarom overigens *steeds* schubben genomen van dezelfde plaats van het lichaamsoppervlak en werd daarvoor gekozen eene plaats bepaald door de kruising van de lijn, die het begin van de rugvin met het voorste aanhechtingspunt van de buikvin vereenigt, met eene drie schubbrijen boven de zijstreep en aan deze evenwijdig gedachte lijn.

Bij vissen van denzelfden leeftijd, maar van verschillende grootte, zijn ook de schubben verschillend groot en dienovereenkomstig ook het aantal groeilijnen op die schubben: de fig. 6, 7 en 4 werden geteekend naar schubben van drie verschillende zalmen, die van dezelfde teelt afkomstig op denzelfden datum lengten van resp. 5.1,

¹⁾ Dit is anders bij de schubben van forellen en zeeforellen. Zie daarover eene enkele opmerking aan het slot dezer mededeeling.

6.6 en 9.1 cM. bereikt hadden; hun groeiijnen verhouden zich, wat het aantal betreft, ongeveer als de cijfers 8, 12 en 16.

De figuren 8, 9 en 10 demonstreeren dan — volledigheidshalve — dat bij de tot laat in het najaar groeiende zalmen met het toemen in grootte der schubben het aantal daarop aanwezige groeiijnen regelmatig toeneemt. Zoo heeft men b.v.:

op de schub van het zalmpje van	7 c.M.	van	Aug. :	15	groeiijnen
„ „ „ „ „ „	9.5 „	„	Sept. :	19	„
„ „ „ „ „ „	11 „	„	Oct. :	22	„
„ eene „ „ een „ „	11.5 „	„	Nov. :	24	„ ¹⁾

De schubben van in December gevangen zalmen zijn de laatste van visschen van het eerste jaar, die onderzocht konden worden: reeds in de late najaarsmaanden wordt het bezwaarlijk exemplaren van de jonge zalmen te vangen en de mogelijkheid zulks te doen houdt geheel op, zoodra de beken, waarin de jonge dieren verblijf houden, bevrozen. Als die beken nu in het vroege voorjaar weer ontdooien en door het smelten der sneeuw op de heuvels en bergen aanzwellen, herkrijgen de jonge in het vorige jaar geboren zalmen hunne vrijheid en maken de meesten daarvan gebruik, om al spoedig den weg in te slaan naar de hoofdrivier en vandaar naar zee. Op deze komen wij aanstonds (zie sub *c*) terug. Eenige, wellicht niet zoo weinige, blijven echter aan het einde van hun eerste levensjaar op de beken van den bovenstroomloop, vermoedelijk ongeveer dáár, waar zij geboren zijn, achter. Dit zijn dus:

b. Jonge zalmen, die aan het einde van hun eerste levensjaar den bovenstroomloop nog niet verlaten.

Van April of Mei af aan gelukt het nl. in tal van beken van den bovenstroomloop jonge zalmen van 13 en meer cM. lengte te vangen. Die kunnen onmogelijk van het eigen jaar geboortig zijn en moeten dus meer dan één jaar oud zijn. Waaraan het ligt, dat een deel der jonge zalmen op de bovenrivier achterblijft, als in het vroege voorjaar de groote massa zich opmaakt, om naar zee te trekken, is niet voldoende opgehelderd. We weten alleen, dat de sexe hierbij een rol speelt: een zeer groot procent van de éénjarige achterblijvers bestaat uit mannetjes en de nog ouderen zijn, zoover ik ze onderzocht heb, alle mannetjes en al die mannetjes worden geslachtsrijp, nog vóór zij naar zee zijn geweest. Het ligt dus voor de hand aan te nemen, dat dat achterblijven met die vroegere ontwik-

¹⁾ Deze schub werd niet afgebeeld.

keling der geslachtsrijpte bij de mannetjes verband houdt; de zaak is echter eene ingewikkelde 1°. daar andere mannetjes (en vermoedelijk de grootste helft) wel degelijk met de wijfjes aan het einde van het eerste jaar naar zee trekken en 2°. wijl ook wijfjes aan het einde van het eerste jaar op de rivier achterblijven.

De ongelijkmatige groei, die ons bij de zalmpjes in hun eerste jaar getroffen heeft, schijnt zijn invloed te blijven uitoefenen en voor de beoordeeling van den leeftijd is dus die lengtetoename alleen een weinig betrouwbaar kenmerk: de structuur der schubben bewijst hierbij uitstekende diensten. In Mei kan men zalmpjes in het bovenstroomloopgebied vangen van 13 tot van 20 cM., in Juli tot van 24 cM., in Augustus van dezelfde grootte, maar ook nog zulke van 13, 14 enz. cM. lengte, in September grootere van 20 en meer cM., maar ook zulke van 15—17 cM. en ook in de volgende maand, ja tot in November werden er gevangen, die niet grooter waren dan 14 cM.

De figuren 11—13 zijn nu naar schubben van zulke zalmen geteekend: fig. 11 en 12 zijn beide van zulke van in Augustus gevangen zalmpjes. Bij beide ziet men de vorming van het eerste jaar en daaromheen, wat, sedert het begin van het voorjaar, in het tweede levensjaar werd aangelegd. Terwijl de eene zalm (fig. 11) in het eerste jaar minder goed gegroeid is — getuige de geringe afmeting en het kleiner aantal ringen van het 1ste jaars schubgedeelte — is de schub van fig. 12 van een veel krachtiger gegroeid vischje. Fig. 13 met die vorige figuren vergeleken laat omtrent den ouderdom van het zalmpje weinig twijfel over: het is een in Mei in de Kinzig gevangen visch van ruim 20 cM. lengte, die twee geheele jaren op de bovenrivier heeft doorgebracht en nu in den aanvang is van het derde jaar. De grens van wat in het eene en wat in het volgende jaar gevormd is, vertoont zich bij deze vischjes als een eenigszins duidelijker sprekende lijn; de ringen in het 1ste levensjaar gevormd zijn daarbij zeer nauw, die van het tweede jaar zijn wijder, waarbij nog komt, dat vaak diegene, die in den aanvang van dat tweede jaar aangelegd worden, zich van de latere van dat jaar door eenigszins grootere breedte onderscheiden.

Een deel, vermoedelijk een zeer groot deel, van de twee jaar oude zalmpjes verlaat in het voorjaar met vele éénjarigen den bovenloop van den Rijn, om in Mei door Holland's zeegaten het zoute water te bereiken. Ongetwijfeld blijven er eenige — zooals het vischje, waarvan de schub in fig. 13 is afgebeeld — langer dan twee jaar op de rivier. Vrij algemeen wordt echter aangenomen, dat ook deze laatsten ten slotte den weg naar zee zullen vinden.

c. De jonge zalmen, die op het punt staan in zee aan te komen.

Eenige jaren geleden (1896) was ik in de gelegenheid eenige honderden jonge zalmen te onderzoeken, die in Mei in een onzer zeegaten gevangen waren en die dus op het punt stonden in zee aan te komen. Omtrent hun leeftijd kon ik niet anders mededeelen¹⁾, dan dat de voor de lengte dier vischjes geteekende curve scheen aan te toonen, dat ze alle van een en denzelfden leeftijd waren. Van die zalmpjes, wier lengte varieerde van 11.5—21.5 cM., 95 % van welke echter eene lengte hadden van 12—17.5 cM., en die in spiritus geconserveerd waren, waren er (1909) nog een veertigtal exemplaren over en deze werden nu met behulp van de schubben nauwkeurig op hun leeftijd onderzocht. Hun lengte varieerde van 12—17.5 cM. Van deze waren er nu 26, met lengten van 12—16 cM., die ruim één jaar, en 13, met lengten van 14.5—17.5 cM., die ruim 2 jaar oud waren. Hoe weinig betrouwbaar het lengtekenmerk voor de leeftijdsbepaling is, blijkt wel hieruit, dat er onder de 19 vischjes, wier lengte van 14.5—16 cM. varieerde, 12 waren, die ruim één jaar en niet minder dan 7, die ruim twee jaar oud bleken te zijn.

De figuren 14 en 15 van de schubben van twee dezer vischjes laten omtrent hun leeftijd wel geen twijfel over: de eerste is van een 12.6 cM. lang zalmpje, dat in Mei ongeveer 14 maanden, de tweede van eenen 16.8 cM. langen visch, die toen \pm 26 maanden oud was. Bij het eerste ziet men de grens, die de rustperiode in den groei gedurende den eersten winter aangeeft en de niet zeer talrijke sedert dien aangelegde groeiringen; bij het andere exemplaar onderscheidt men gemakkelijk de lijnen, die de winterrustperioden van beide jaren aangeven.

Fig. 16 is de schub van een zalmpje van 21.3 cM., het eenige van die lengte, dat in Mei '96 met de kleinere in den mond van het Hollandsch Diep gevangen werd en dat ik aanvankelijk als een ruim drie jaar oud zalmpje meende te moeten beschouwen. Ik ben daar later van teruggekomen en houd het nu voor eenen sterker ontwikkelden visch van ruim tweejarigen leeftijd. Dat er jonge zalmen zijn, die langer dan twee jaren in de beken toeven, is wel aan geen twijfel onderhevig; dat zij tegelijk met de ruim één- en tweejarigen (als driejarige visschen dus) naar zee zouden trekken, moge waarschijnlijk zijn, zekere waarnemingen zijn dienaangaande nog niet ingesteld kunnen worden. Op de bovenrivier heeft men zalmpjes waargenomen tot van 24 cM. lengte; voor zooverre mij

¹⁾ HOEK, Neuere Lachs- und Maifischstudien. Tijdschr. d. Ned. Dierk. Vereen. (2). VI. 1899.

bekend geworden is, worden echter zoo groote niet na Augustus of September waargenomen. Blijkt dit door te gaan, dan zou dit getuigen voor het plaats vinden van een najaarstrek, die uit weinig talrijke, of uit meer afzonderlijk zwemmende, wellicht grootere exemplaren zou bestaan en daarom misschien niet zoo gemakkelijk te constateeren is als die van het voorjaar ¹⁾.

d. De uit zee terugkeerende zalmen.

De kleinsten der terugkeerende zalmen, de zoogen. Jakobszalmen, vertoonen zich — het ééne jaar wat vroeger dan het andere — gewoonlijk in het laatst van Juni voor het eerst in den riviermond en zijn in de maanden Juli en Augustus onder de dan opzwevende het talrijkst vertegenwoordigd. Hun lengte varieert van 55—67 cM., die van 55—60 cM. noemt men wel „kleine” Jakobjes, die van 64—67 cM. groote.

De studie van de schub van een tweetal zoogen. kleine Jakobjes van 55.6 en 57 cM. bracht aan het licht, dat deze, die respect. op 9 en op 14 Augustus op onze benedenrivieren gevangen waren, slechts eenen enkelen winter in zee hadden doorgebracht. Bij het verblijf in zee teekent een daar doorgebrachte winter zich op andere wijze op de schub af, als bij verblijf in het zoetewater het geval is. Zooals wij boven reeds opmerkten, houdt in de wintermaanden de groei van het lichaam en in overeenstemming daarmee die van de schubben in de dan gewoonlijk bevroerende beken geheel op; begint die groei, met het wederontwaken der natuur in het voorjaar, opnieuw, dan teekent deze zich aan den rand der schub als een enigszins bredere (gewoonlijk eerst een zeer smalle en dan daarop volgende belangrijk bredere) band af; daaraan herkent men betrekkelijk gemakkelijk elken daar doorgebrachten winter. In zee zoeken de zalmen dieper water op, waar de daling der temperatuur in de wintermaanden volstrekt niet zoo belangrijk is als op de rivier, en van bevrozen van het water en een daaruit voortvloeiend geheel staken van den groei geen sprake is. Wel schijnt zich ook daar de stofwisseling, tot zelfs op den bodem en ook in dieper water, te vertragen, waarbij aan de afhankelijkheid van de diepere waterlagen van de oppervlakte, die meer direct onder den invloed der zonne-warmte, of van de atmosferische verschijnselen in het algemeen

¹⁾ Jaren geleeder ontving ik uit Gorkum twee kleine zalmpjes van 12.5 en 14 cM., die in November (1886) op de Merwede in een z.g. prikketoot gevangen waren. Andere gevallen van jonge zalmen, die in het najaar op onze benedenrivieren gevangen zouden zijn, zijn mij niet bekend.

staat, gedacht moet worden. En die vertraging der stofwisseling is het, die zich op de schub van den zalm als eene soms smallere, soms bredere groep van nauwe groeiringen tusschen de over het algemeen veel bredere, zooals ze in zee worden aangelegd, afteekent. Het gedeelte van eene schub, dat in zee gevormd is, herkent men op het eerste gezicht: hier loopen de groeilijnen op grooter afstand van elkander, zijn zij lossers en onregelmatiger vergeleken met de nagenoeg glad en evenwijdig aan elkander loopende lijnen op het in het zoetewater gevormde deel. Daarbij wordt het zeedeel van de schub in den regel veel vlugger gevormd dan het zoetwaterdeel, wat volkomen in overeenstemming is met de snelheid van groei van het lichaam. Wij zagen toch, dat de lengte, die een zalmpje in het eerste levensjaar bereikt, hoogstens 16 cM. is en dat ze in hun tweede jaar in het zoetewater gewoonlijk geen 20 cM. lang worden. Komt echter een zoodanig zalmpje van hoogstens 16 cM. in Mei van een zeker jaar in zee, dan *kan* het het volgende jaar in Juli of Augustus daaruit terugkeeren als een Jakobszalmpje van 55—57 cM. lengte. Figuur 17 en 17a zijn naar de schub van eenen zoodanigen zalm geteekend. Voor mij is het niet twijfelachtig, dat we hier te doen hebben met een in het voorjaar van 1907 uitgekomen vischje, dat gedurende zijn eerste levensjaar behoorlijk gegroeid is en in Mei 1908 zijn weg naar zee heeft gevonden. Het was toen hoogstens 16 cM. lang en het mag 55 à 60 gram gewogen hebben. In zee groeide het gedurende één jaar en enkele maanden krachtig en in Augustus van het volgende jaar kon het terugkomen als een visch van 55 cM. lengte en van een gewicht van 1.440 K.G. ¹⁾.

Slechts een deel, een betrekkelijk klein deel van de naar zee getrokken zalmpjes, komt echter zoo spoedig terug. Reeds een deel van de Jakobszalmen vertoeft daar eenen tweeden winter, vóór zij de rivier beginnen op te stijgen. In fig. 18 en 18a is van eenen zoodanigen ouderen Jakobszalm (van 64 cM. lengte) de schub afgebeeld. Er kan moeielijk twijfel omtrent bestaan, of deze visch heeft *twee* winters in zee doorgebracht, vóór hij gevangen werd. Schijnt mij dit wel zeker, zoo durf ik mij omtrent de fata van dezen visch in de eerste

¹⁾ Dit is een punt in de levensgeschiedenis van den zalm, waarover veel gestreden is en nog altijd groote onzekerheid en veel meeningsverschil bestaat. Ik herinner hierbij aan de in de op dit onderwerp betrekking hebbende literatuur zoo befaamde „Stormontfield Experiments”, die (in 1854—61) met gemerkte zalmen genomen werden en welke aangetoond zouden hebben, dat zalmpjes, die in Mei als „smolts” één half ons zwaar, naar zee waren gegaan, zes weken later op de rivier teruggekeerd waren als 3¼ Eng. ponden zware Jakobszalmen („grilse”). Zoo snel, ik geloof we kunnen dat nu wel als uitgemaakt beschouwen, gaat echter ook in zee de groei van den zalm niet.

levensjaren echter niet zoo beslist uit te spreken. Bij het Jakobszalmpje van fig. 17 liggen er rondom het oudste, in het zoetewater aangelegde, deel van de schub, slechts enkele groeilijnen uit de eerste weken of maanden van het tweede levensjaar, die nog (vóór Mei) in het zoetewater zijn doorgebracht en daaromheen begint aanstonds het in zee gevormde deel der schub. Bij de schub, die in fig. 18 afgebeeld is, is het deel, dat rondom de eerste jaars-schub vermoedelijk nog in het zoetewater gevormd is, breeder, gaat dit echter evenals bij de schub van fig. 17 zonder scherpe afscheiding in den zeegroei over. Als ik niet zoo goede gronden had, om aan te nemen, dat de trek der Rijnzalmen naar zee in 't algemeen in Mei plaats greep en van een trek naar zee in andere maanden van het jaar (in het najaar b.v.) zoo weinig ervaren had, dat als bewijs daarvoor kon dienen, zou ik er toe overhellen aan te nemen, dat deze zalm eenen tweeden zomer in het zoetewater had doorgebracht, in het najaar zeewaarts getogen en daaruit, na er twee winters vertoefd te hebben, op de rivier was teruggekeerd. In Augustus 1909 was deze zalm 3 jaar en ongeveer 5 maanden oud en had hij daarvan of $2\frac{1}{4}$, of — als de tweede veronderstelling juist is — $1\frac{3}{4}$ jaar in zee doorgebracht.

Het kan niet verwonderen, dat in het betrekkelijk jeugdig stadium, waarin de methode, de schubconstructie voor het bepalen van den leeftijd van den zalm te gebruiken, nog verkeert, gevallen van onzekerheid, als het hier zoeven medegedeelde, zich nog voordoen. Daar ik echter nu reeds meen er toe te kunnen medewerken, dat aan deze methode een behoorlijke basis, een op waarneming berustend punt van uitgang gegeven worde, heb ik geoordeeld goed te doen, met de mededeeling van mijne aanvankelijke resultaten niet te wachten. Behalve met de mogelijkheid van een één- of meerjarig verblijf in het zoetewater, vóór de reis naar zee aanvaard wordt, van een exodus in een ander jaargetijde, ofschoon het de regel schijnt, dat de zalmpjes in Mei den riviermond verlaten, van een terugkeeren uit zee in verschillende jaargetijden, op zeer verschillenden leeftijd en in een zeer verschillend stadium van geslachtelijke ontwikkeling, heeft men voor de oudere, grootere visschen ook rekening te houden met de omstandigheid, dat althans eenige zalmen (wellicht niet vele, wellicht meer dan men vermoedt) de rivier, na aan de voortplanting te hebben deelgenomen, weder afzwemmen, om later voor de tweede maal op te stijgen. In Maart en April schijnen de meeste dier uitgepaaide naar de zee terugkeerende visschen, die onze visschers met den zeer weinig passende naam van „hengsten” bestempelen, bij ons langs te zwemmen en worden er op onze visscherijen regelmatig een zeker aantal (in dit jaar b.v. ruim 100 stuks) van gevangen. Nu kan het, tegen dat

die „hengsten” in zee aankomen en wêer op de gewone wijze aan voedselopname en groei deelnemen, 6 maanden geleden zijn, dat zij begonnen zijn op te zwemmen en de voedselopname gestaakt hebben, maar ook 9 of 12 maanden — zelfs is de mogelijkheid niet buitengesloten, dat zij belangrijk langer dan 12 maanden zonder normale voedselopname, zooals die voor de oudere visschen alleen in zee plaats vindt, geleefd hebben en dat dus ook de groei zoo langen tijd heeft stilgestaan. Met al de hier opgetelde mogelijkheden moet bij het beoordeelen van den duur, zoowel als van den regelmaat in de afwisseling van het verblijf in zout- of zoetwater van den zalm rekening gehouden worden; dus kan het niet verwonderen, dat ook het beeld, dat de schub van dien groei geeft, daardoor beïnvloed en vaak alles behalve gemakkelijk te ontcijferen is. Daaromtrent heb ik echter nog geen persoonlijke ervaring ¹⁾, daar ik noch het onderzoek der schubben van zulke hengsten, noch dat van de zeer groote en oude zalmen, die vermoedelijk reeds een Rijnreis achter den rug hebben, in mijn onderzoek heb kunnen opnemen. Wel deed ik dit met een enkelen zoogenaamden kleinen en zoogenaamden grooten zomerzalm, waarvan ik nu hier in het kort de beschrijving der schub laat volgen.

Fig. 19 en 19a zijn geteekend naar de schub van een kleinen zomerzalm van 84 cM., die in Augustus op een onzer visscherijen gevangen werd. De schub vertoont de vorming van het eerste jaar in vrij goede ontwikkeling. Het aantal in dat eerste jaar gevormde ringen, schuin uit het midden naar den afgeronden hoek, waaronder zij- en voorkant (op de teekening benedenkant) elkander ontmoeten, is 16 à 18. De daaromheen liggende groei van het tweede jaar bestaat uit twee deelen: eerst (van binnen naar buiten) 14 à 15 vrij regelmatige ringen, die een weinig breeder zijn dan die van het eerste jaar, maar met deze laatste het in het zoetwater gevormde deel van de schub uitmaken; dan 9 à 11 een weinig minder regelmatig begrensde ringen, waarvan vooral de binnenste zeer breed zijn: dit zijn de eerste der in zee aangelegde ringen. Daaromheen onderscheidt men niet zeer duidelijk een paar smalle ringen, die den wintergroei aan het einde van het tweede levensjaar representeeren. In het derde jaar zijn dan een 15-tal vrij wel gelijk breede ringen aangelegd, waaromheen 3 à 4 smalle ringen met hier en daar volkomen evenwijdig loopende grenzen den wintergroei van dat jaar

¹⁾ Wel beschrijft JOHNSTON (l. c.) schubben van zulke zalmen; wat hij van de zich op de schub der oudere visschen afteekende “spawning marks” mededeelt, komt mij zeer belangrijk voor en verdient in ieder geval ook aan den Rijnzalm te worden nagegaan.

aangeven. Op dezelfde wijze wordt de groei van het vierde jaar door 25 à 27 zulke ringen gevormd en de groei van den derden in zee doorgebracht winter door een zoom van 4 à 5 smallere ringen met nagenoeg parallelle grenzen. Eindelijk wordt dat deel van het 5de levensjaar, dat zich van den winter tot Augustus uitstrekt, door een 12-tal vrij gelijkmatig breede ringen gevormd. Het komt mij dus waarschijnlijk voor, dat deze in Augustus 1909 gevangen „kleine zomerzalm” afkomstig is van de teelt van den winter 1904/1905.

Niet onverwacht was het mij nu, te vinden, dat de zoogenaamde groote zomerzalm (1.024 M. lang), die op denzelfden dag als de even besproken visch gevangen was en waarvan de schub in de figuren 20 en 20a is afgebeeld, volgens de schubconstructie een jaar ouder nog dan de vorige bleek te zijn. De analyse van die schub is de volgende :

Een vrij groote schubafdeeling voor het eerste jaar met 23 à 25 ringen.

Daaromheen de schubvorming van het tweede jaar, die uit 6 à 7 in het zoetwater en 12 à 14 in zee gevormde ringen blijkt te zijn samengesteld en die door eenen weinig duidelijken¹⁾ en smallen band van de schubafdeeling van het 3de jaar gescheiden is.

Die van dat 3de jaar bestaat uit \pm 14 bredere ringen en wordt omsloten door een, naar het midden toe maar weinig in breedte toenemenden band van smallere, in de wintermaanden gevormde, ringen.

Daaromheen een eenigszins bredere uit 17 à 18 ringen samengestelde zoom, die den groei van het 4de jaar aangeeft en die naar buiten omringd wordt door een in het midden uit \pm vijf smalle ringen samengestelden niet zeer sprekenden winterband, welke naar beide zijden toe nog sterk in breedte afneemt.

Dan een smallere zoom, die in het midden van de schub opvallend nauw wordt, door eene zeer sterke verbreding van den winterband, die dezen zoom scheidt van het schubgedeelte, dat in het laatste levensjaar gegroeid is. Die winterband is in het midden wel uit een tiental smalle ringen samengesteld, wier randen zeer sprekend zijn en bijna regelmatig aan elkander evenwijdig verlopen.

Daarbuiten treft men eindelijk den groei aan voor dat deel van het 6de levensjaar, dat in Augustus 1909 werd afgebroken, en hetwelk zich op de schub als een zoom van 16 à 18 aanvankelijk bredere, later smallere ringen afteekent.

¹⁾ Op de teekening in fig. 20 alleen te herkennen aan den eersten zeer breedten daaromheen liggenden ring van het volgende jaar. In fig. 20a als eene enkele lijn aangegeven.

De ring, die den groei van het 5de levensjaar voorstelt is dus op deze schub opvallend smal. Heeft men wellicht met dezen zalm van ruim 1 M. lengte reeds te doen met een, die de rivier voor de tweede maal opzwemt, en houdt de weinig sprekende winterbandvorming tusschen den zoom van het 4de en 5de levensjaar en de zeer smalle zoom dier schub van dat 5de jaar misschien met eenen op de bovenrivier doorgebrachten winter verband? Met het te mijner beschikking staande materiaal kunnen deze vragen niet beantwoord worden.

Ik meen hiermede aangetoond te hebben, dat, terwijl de toepassing dezer methode reeds niet onbelangrijk licht verspreid heeft over den groei der zalmen in de allereerste levensjaren en over den leeftijd der jongere uit zee terugkeerende zalmen, wat betreft den leeftijd en den groei der oudere visschen¹⁾ nog menig duister punt opoheldering wacht. Om te beginnen zal het daarvoor uiterst belangrijk zijn de schubben der in het voorjaar naar zee terugkeerende „hengsten” te onderzoeken en vooral hunne constructie te vergelijken met die der zoogen. winterzalmen, waaronder zich de grootsten der „überhaupt” opstijgende visschen bevinden. Daarvoor stond mij geen materiaal ter beschikking: zoodra mijn onderzoek zich echter ook over die visschen zal hebben kunnen uitstrekken, zal ik gaarne aan de Academie van mijne verdere resultaten mededeeling doen. Hier volgen nu alleen nog enkele opmerkingen over de schubben, die in de figuren 21—23 werden afgebeeld.

Fig. 21 werd geteekend naar de schub van een zalm van 20.4 cM., bij welke het centrale deel zich abnormaal voordoet. Zulke schubben zijn allesbehalve zeldzaam: men vindt dan, dat in plaats van het als een zeer kleine ring beginnende centrum en van regelmatig daarom afgezette nauwe ringen, een veel grootere en onregelmatig begrensde langwerpige, vaak nagenoeg ronde afdeeling het midden vormt. Soms liggen meerdere zulke schubben naast elkander en liggen diegene, welke ik als normaal gevormd meen te mogen beschouwen, tusschen zulke abnormale in. Het ligt voor de hand aan te nemen, dat de vorming dezer laatste in den aanvang om een of andere reden vertraagd geworden is en dat, toen hier schubvorming intrad, aanstonds een centrum van veel grootere afmeting gevormd

¹⁾ Ik meen hiermede aan de waarde van het werk van mijnen Schotschen voorganger (JOHNSTON) niet te kort te doen. Hij werkte voornamelijk met zalmen van de Tay, maakt er echter zelf opmerkzaam op, dat het niet waarschijnlijk is, dat zijne resultaten zelfs voor andere rivieren van Schotland zonder eenige wijziging zullen gelden.

diende te worden; daarom komt het mij niet irrationeel voor, zulk eene schub te beschouwen als eene, waarvan het centrum als eene nieuwvorming op de plaats van een verloren gegaan schubje werd aangelegd. Vroegere onderzoekers (STUART THOMSON en JOHNSTON) maken ook van zulke onregelmatig aangelegde schubben melding, wagen zich echter evenmin aan eene besliste uitspraak over hun ontstaan.

Fig. 22 werd geteekend naar eene schub van een beekforel (*Salmo fario*) en fig. 23 naar die van een zeeforel (*Salmo trutta*). Kleine exemplaren dezer visschen te onderscheiden van gelijk groote zalmen (*Salmo salar*) is altijd nog eene lastige zaak. Daarom komt het mij gewichtig voor, dat de structuur der schub van de eerste levensjaren een, naar wat ik er van gezien heb, regelmatig doorgaand kenmerk voor de onderscheiding van zalm en forel te zien geeft. Van de eerstaangelegde concentrische ringen zijn er bij den zalm in den regel 5 à 6, en niet meer, gesloten; zij zijn ovaal van vorm en worden door de volgende, die dan den vorm van U's hebben omsloten. Bij beide forelsoorten nu schijnt het regel te zijn, dat een veel grooter aantal, bij de zeeforel (fig. 23) in het bijzonder van de in het eerste jaar gevormde, bij de beekforel (fig. 22) vooral van de ringen van het tweede jaar, als geheel gesloten ringen te onderscheiden zijn: soms verkeeren met enkele uitzonderingen alle in die jaren gevormde ringen in dat geval. De grootere overeenstemming tusschen beek- en zeeforel, vergeleken met die, welke tusschen zeeforel (het „schotje” onzer visschers) en zalm bestaat, op welke ik (in navolging van DAY) bij eene vroegere gelegenheid¹⁾ opmerkzaam mocht maken, vindt dus in de structuur der schub eene zeer treffende bevestiging.

VERKLARING DER FIGUREN

N.B. Alle figuren zijn met het teekenprisma ontworpen zoodat voor de juistheid der vorm en der hoofdlijnen wordt ingestaan; de groeilijnen zijn echter uit de hand ingetekend, hun aantal zooveel mogelijk in overeenstemming met de werkelijkheid. Alle figuren zijn geteekend met het vrije naar achteren gerichte uiteinde der schub naar boven gekeerd.

PLAAT I.

Fig. 1—13: Schubben van zalmen, die het zoetewater nog niet verlaten hebben.

Fig. 1—10: zalmen in het eerste levensjaar.

Fig. 1. Schub van de flank van een zalmpje van 5.5 cm., op 12 Augustus 1909.
× 148.

Fig. 1a. Dezelfde schub. × 30.

¹⁾ HOEK, La truite de mer du Rhin. Tijdschr. d. Ned. Dierk. Vereen. (2). III. 1892. p. 243.

- Fig. 2. Schub van de flank van een zalmpje van 4.8 cm. Einde Juni 1909 gevangen in de zoogen. Hüniger Beek. $\times 30$.
- Fig. 3, 4, 5. Schubben van een zalmpje van 9.1 cm. van Marxzell, van 28 September 1909, van verschillende plaatsen van het lichaamsoppervlak. $\times 40$.
- Fig. 3 genomen kort achter den kop.
- „ 4 „ van de flank, boven de zijstreep.
- „ 5 „ op de hoogte van de anaalopening en beneden de zijstreep.
- Fig. 6. Schub van de flank van een zalmpje van 5.1 cm. van Marxzell van 28 September 1909. $\times 40$.
- Fig. 7. Schub van de flank van een zalmpje van 6.6 cm. van Marxzell van 28 September 1909. $\times 40$.
- Fig. 8. Schub van de flank van een zalmpje van 7 cm. van de Gaybach van 13 Augustus 1909. $\times 30$.
- Fig. 9. Schub van de flank van een zalmpje van 9.5 cm. van de Prüm van September 1909. $\times 30$.
- Fig. 10. Schub van de flank van een zalmpje van 11 cm. in October 1909 in den Rijn bij Basel gevangen. $\times 30$.

Fig. 11—13: zalmen *van meer dan éénjarigen leeftijd*.

- Fig. 11. Schub van de flank van een zalmpje van 13 cm., 16 Augustus 1909 in de Kinzig gevangen, dat ongeveer 17 maanden oud, doch in het eerste jaar minder goed gegroeid is. $\times 30$.
- Fig. 12. Schub van de flank van een zalmpje van 15.1 cm., 16 Augustus 1909 in de Kinzig gevangen, dat ongeveer 17 maanden oud en in het eerste jaar wél goed gegroeid is. $\times 30$.
- Fig. 13. Schub van de flank van een zalmpje van 20.5 cm., 13 Mei 1909 in de Kinzig gevangen, in den aanvang van het 3de levensjaar. $\times 30$.

Fig. 14—16: Schubben van zalmen gevangen in den mond van het Hollandsch Diep, *kort vóór zij in zee zouden zijn aangekomen*.

- Fig. 14. Schub van de flank van een zalmpje van 12.6 cm., gevangen in Mei '96 ongeveer 14 maanden oud. $\times 30$.
- Fig. 15. Schub van de flank van een zalmpje van 16.8 cm., gevangen in Mei '96, ongeveer 26 maanden oud. $\times 30$.
- Fig. 16. Schub van de flank van een zalmpje van 21.3 cm., gevangen in Mei '96, en vermoedelijk eveneens 26 maanden oud. $\times 30$.

Fig. 17—20: Schubben van zalmen, die na *één of meer jaren in zee doorgebracht te hebben*, op de rivier terugkomen.

Zalmen van de markt te Kralingsche Veer.

- Fig. 17. Gedeelte van de schub van de flank van een Jakobszalm, 55.6 cm. lang, 14 Augustus 1909 gevangen. $\times 30$. Deze zalm heeft, na ruim één jaar in het zoetewater geleefd te hebben, van Mei 1908 — Augustus 1909 (15 maanden) in zee doorgebracht.
- Fig. 17a. Dezelfde schub in haar geheel. $\times 4.2$.
- Fig. 18. Gedeelte van de schub van de flank van een Jakobszalm, 64 cm. lang, 6 Augustus 1909 gevangen. $\times 30$. Deze zalm heeft, na ruim één (wellicht ongeveer anderhalf) jaar in het zoetewater geleefd te hebben, van Mei 1907 (wellicht van den herfst van dat jaar) — Augustus 1909 (27 [wellicht 23] maanden) in zee doorgebracht.
- Fig. 18a. Dezelfde schub in haar geheel. $\times 4.2$.

P L A A T II.

- Fig. 19. Gedeelte van de schub van de flank van een z. g. kleinen zomerzalm 84 cm. lang, 6 Augustus 1909 gevangen. $\times 30$. Deze zalm is, na ruim één jaar in het zoetewater geleefd te hebben, in zee gekomen en heeft daar ± 39 maanden doorgebracht.
- Fig. 19a. Dezelfde schub in haar geheel. $\times 4.2$.
- Fig. 20. Gedeelte van een schub van de flank van een z. g. grooten zomerzalm 102 cm. lang, 6 Aug. 1909 gevangen. $\times 30$. Deze zalm is na ruim één jaar in het zoetewater geleefd te hebben, in zee gekomen en heeft daar ± 51 maanden doorgebracht, wellicht afgebroken door een bezoek aan de rivier.
- Fig. 20a. Dezelfde schub in haar geheel. $\times 4.2$.
- Fig. 21. Schub van de flank van een zalmpje van 20.4 cm., in de Kinzig gevangen 13 Mei 1909. $\times 30$. Bij deze schub schijnt de vorming van groeilijnen in de eerste levensmaanden mislukt te zijn — vermoedelijk is deze schub eene nieuwvorming, ontstaan op de plaats van eene schub, die verloren is gegaan.
- Fig. 22. Schub van de flank van een beekforel (*Salmo fario*) uit de Hohlbach, 17 cm. lang, November 1909 gevangen. $\times 30$.
- Fig. 23. Schub van de flank van een zeeforel (*Salmo trutta*) uit de Oostzee, bij Bornholm, ± 45 cm. lang. $\times 30$.

Physiologie. — De Heer ZWAARDEMAKER biedt eene mededeeling aan van den Heer A. K. M. NOYONS, Adsisistent bij het Physiol. Lab. te Utrecht: „*Mededeelingen omtrent het electrogram van het atrium cordis.*”

(Mede aangeboden door den Heer C. A. PEKELHARING).

Onwillekeurig heeft men zich bij de bestudeering der electriche verschijnselen van het hart tot dusverre hoofdzakelijk beziggehouden met het ventrikelbeeld, waarvan de toppen *R* en *T* overheerschend zijn. De top *P* trok door zijne geringe grootte minder de aandacht, en werd zelfs in den aanvang geheel niet opgemerkt.

Thans zijn er in de literatuur reeds hier en daar enkele gegevens voorradig omtrent den top *P*. Zoo heeft EINTHOVEN ¹⁾ er op gewezen, hoe onder verhoogde hartsactie na krachtige lichaamsinspanning *P* in grootte kan winnen, hoe voorts onder bepaalde omstandigheden *P* zich min of meer splitsen kan in een flauw tweetoppig beeld en hoe onder pathologische verhoudingen top *P* gewijzigd kan worden, hetgeen gedemonstreerd wordt bij gevallen van mitralis-stenose. Bij dit ziektebeeld zou *P* langerdurend en vergroot optreden, hetgeen EINTHOVEN meent te mogen toeschrijven

¹⁾ EINTHOVEN: Zie Onderzoekingen van het Physiol. Lab. te Leiden. Tweede Reeks VII en de daar aangegeven literatuur.

aan een krachtiger werkzaamheid van het atrium ter wille van zijn compensatieve functie. Ook kan splitsing van den top optreden. KRAUS en NICOLAÏ²⁾ hebben deze vondst bevestigd, evenals SAMOJLOFF³⁾ en STESHINSKY⁴⁾, welke tevens hebben kunnen aantonen, dat het verschijnsel niet pathognomonisch, maar afhankelijk is van den betrekkelijken welstand van het hart bij stenosis mitralis.

Volgens VAANDRAGER⁵⁾ zou top *P* bij den hond in absolute maat hooger zijn dan bij den mensch. Bij doorgesneden *N. vagi* bij den hond vond VAANDRAGER, dat *P* driemaal hooger werd en omgekeerd kon hij *P* kleiner maken door prikkeling der *N. vagi*. Behalve deze verkleining kreeg hij dan tevens een vormwijziging van top *P*.

Bij matige verbloeding van een proefdier nam *P* in grootte toe, terwijl *P* na sterke verbloeding bij den hond kleiner werd.

Top *P* werd door EINTHOVEN van den aanvang af op rekening gesteld van de voorkamers.

De volgende gronden laten zich daarvoor aanvoeren, deels aan mijne experimenten ontleend :

- 1°. *P* treedt steeds met een bepaald tijdsinterval op vóór de mechanische verandering van de atria.
- 2°. *P* blijft voortbestaan bij registratie van een geïsoleerd atrium (*Rana*, *Emys*).
- 3°. *P* is afwezig, wanneer men van den geïsoleerden hartsventrikel van *Anguilla vulgaris* het electrogram schrijft.
- 4°. *P* blijft bestaan bij een uitgevallen ventrikelsamentrekking. Dit kan men waarnemen zoowel bij het pathologisch hartblock, als bij het hartblock, door experimenteele oorzaken in het leven geroepen, o.a. :
 - a. door prikkeling van den *N. vagus* bij den hond en den schildpad.
 - b. door toediening van toxische stoffen als chloroform.
 - c. door het aanleggen, respectievelijk opheffen van eene ligatuur op de grens van voorkamers en kamers bij *Rana*.
- 5°. *P* kan tot tijdelijk verdwijnen gebracht worden, wanneer men bij doelmatige proefobjecten een hartblock door prikkeling van den *N. vagus* teweegbrengt op den overgang van den sinus

2) KRAUS F. en NICOLAÏ G. F. Ueber das Electrocardiogramm unter normalen und pathologischen Verhältnissen. Berl. klin. Wochenschr. 1907 No. 25 en 26.

3) SAMOJLOFF A. Electrocardiogramme. Jena 1909. Sammlung anat. und physiol. Vorträge.

4) SAMOJLOFF A. en STESHINSKY. Ueber die Vorhoferhebung des Electrocardiogramms bei Mitralstenose. Münch. mediz. Wochenschr. No. 38. 1909.

5) VAANDRAGER B. Dissertatie Leiden 1908.

naar de atria, waarbij wel de sinus-contracties behouden blijven, maar de atrium-contracties met top P in het electrogram wegvallen.

- 6°. P is niet afkomstig van den sinus, getuige het feit, dat men eenen kleinen top kan registreeren vóór het optreden van top P , welke men op rekening kan stellen van den sinus.
- 7°. Grootte en vorm van P hangen af van de manier, waarop het atrium wordt afgeleid.

Wanneer men oppervlakkig het electrocardiogram van mensch en dier beziet, krijgt men den indruk dat P een zeer eenvoudigen vorm bezit. Onder geheel bijzondere omstandigheden heeft men zich dien vorm zien wijzigen. Bij nader onderzoek is mij echter gebleken, dat het electrisch phenomeen der voorkamers feitelijk een geheel complex op zich zelf is. Dit wordt duidelijk bij registratie van een geïsoleerd pulseerend atrium. Hiertoe leent zich bijzonder goed een der voorkamers van het hart van Emys.

Zoo geeft achterstaande figuur 1 het electrogram weer, verkregen bij afleiding van apex en basis van een geïsoleerd rechter atrium bij Emys met bijbehorend myogram door eenvoudige suspensie geschreven. ¹⁾

Dit beeld doet in velerlei opzichten aan een electrogram van den ventriculus cordis denken, zooals men ze bij tal van dieren en den mensch kan registreeren.

De toppen, die men in dit atrioelectrogram aantreft, zijn als 't ware analoga van de toppen Q , R en P uit het ventrikel phenomeen en mogen hier respectievelijk P_α , P_β , P^β , genoemd worden. De toppen P_α en P_β vallen evenals hunne analoga Q en R in het ventrikelbeeld geheel vóór den aanvang der spijsamentrekking. In het indirect afgeleid electrocardiogram van mensch en dier vindt men klaarblijkelijk, op grond van de ligging der P -verheffing alleen P^β tot uitdrukking komen.

Ook bij afleiding van een van ventriculus beroofd hart van Rana, bestaande dus alleen uit sinus en atria, bekomt men een wel is waar naar verhouding minder groot, maar toch ook een samengesteld electrogram van het atrium, evenzoo ook bij registratie van het geïsoleerd atrium van den karper, waar bijvoorbeeld de eerste helft van het atrioelectrogram een uitgesproken diphasisch karakter vertoont.

Men kan ook beide atria bij een proefobject te gelijk afleiden. Zulks deed ik eveneens bij een van ventriculus beroofd uitgesneden

¹⁾ De registratie der electrogrammen geschiedde met EINTHOVEN'S snaargalvanometer (EDELMAAN'S klein model) volgens de reeds vroeger aangegeven methode zie Verslagen der Kon. Akad. van Wetensch. 31 Oct. 1908.

hart van Emys, waar de eene electrode onveranderlijk een plaats vond op den achterwand van den sinus, terwijl twee andere electroden de afleiding der atriatoppen respectievelijk bezorgden. Door middel eener wip-inrichting stond nu de snaargalvanometer in verbinding met den sinus en respectievelijk met een der atria of met beide. Het op deze wijze verkregen electrogram van het eene atrium verschilt bij een dergelijke afleiding eenigszins van het beeld verkregen bij het andere atrium. Het electrogram van het linker atrium heeft een sterk diphasisch karakter, bij afleiding van de scheidingsplaats tusschen de beide atria met den achtersten wand van den sinus krijgt men een minder uitgesproken diphasisch beeld, terwijl het electrogram van het rechter atrium slechts zeer zwak diphasisch is.

Men vat den aktiestroom van het hart op als een summarische uiting der elektrische negativiteiten, die achtereenvolgens op verschillende plaatsen en tijden in het weefsel optreden. Deze negativiteit ontstaat, zooals HERMANN het formuleerde, door de omstandigheid dat elk punt van een prikkelbaar weefsel op het oogenblik van prikkeling zich „negatief” verhoudt ten opzichte van de in rust verkeerende deelen. Bij afleiding van een dergelijk weefsel achtereenvolgens op verschillende punten zal men dus telkens een afwijkend electrogram verkrijgen, maar zich tevens een indruk kunnen verschaffen van den weg, dien de voortschrijdende prikkel door het weefsel heeft genomen. Tot dit laatstgenoemde doel heb ik van een zelfde atrium op verschillende plaatsen, regelmatig in volgorde gelegen, afleidingen verricht. Daarbij maakte ik gebruik van een van ventrikel beroofd hart van Emys en leidde nu af met eene electrode steeds van den sinus, terwijl de andere electrode (magazijn-electroden met beweegbaren pit) respectievelijk geplaatst werd: 1°. aan den apex; 2°. $\frac{1}{2}$ cM. lager dan de punt en 3°. 1 cM. lager dan de punt van het atrium. Zulks geschiedde zoo wel voor het rechter als het linker atrium en ook voor beide atria gecombineerd.

Figuur 2 (*a*, *b* en *c*) laat zien, hoe de amplitudo van top P_{β} uit het atrio-electrogram afneemt in grootte, naar mate men met de electrode van den apex af langs de laterale zijvlakte van het rechter atrium afdaalt. Het grootste potentiaal-verschil heerscht dus tusschen basis en punt, terwijl elk punt van het atrium, lager dan den apex gelegen, met den sinus een geringer potentiaal-verschil bij afleiding aanbiedt. Dit is geheel overeenkomstig de gewone voorstelling, waarbij men aanneemt, dat de prikkel, gelet op het feit dat de contractie-prikkel uit den sinus stamt, in het atrium-weefsel regelmatig voortloopt van de basis naar de punt van het atrium.

Aan de zelfde figuur 2*c* moge ook gedemonstreerd worden het

voorkomen van eene kleine verheffing, met volgende kleine daling, in het electrogram, welke een volle seconde vóór den aanvang van het myogram der atria zich vertoont.

Deze verheffing mag aan den sinus worden toegeschreven o.a. hierom, dat deze verheffing in grootte toeneemt naarmate men meer tot den sinus nadert.

Reeds bij een vroegere mededeeling heb ik gronden aangevoerd ter staving der zelfstandigheid der electriche verschijnselen van het hart ten opzichte van de vormveranderingen. Aan de atria van Emys kan men deze eigenschap zeer fraai demonstreeren.

Een alleen uit atria en sinus bestaand hartgedeelte van Emys wordt geïsoleerd in een gaskamertje gebracht en afgeleid ter eene plaats van den sinus, ter andere plaats van een der beide atriumtoppen of van beide toppen tegelijk. Op deze wijs kan men verschillende combinaties van afleiding bezorgen. De bewegingen der beide atria worden door middel van eenvoudige suspensie geregistreerd door het schaduwbeeld der hefboompjes. Onder toediening van 2 cM.³ chloroform, die in het gaskamertje verdampen, worden de mechanische bewegingen allengskens kleiner en kleiner, zoodat ze ten slotte volmaakt stilstaan, 11 minuten na de chloroform-toediening. Ook bij bekijken van de atria is geen spoor van beweging waarneembaar, terwijl toch de electriche verschijnselen fraai periodiek doorgaan, hoewel ze van vorm wat gecompliceerder zijn dan vóór de vergiftiging. In figuur 3a en figuur 3b zijn de electrogrammen aangegeven, zooals die gewonnen zijn door afleiding van den sinus met de eene electrode en afleiding van de beide atria toppen met een dubbele, andere electrode. Na opheffing der chloroform-omgeving beginnen de atria zich te herstellen en bereiken na 39 minuten weer de oorspronkelijke grootte met hunne mechanische veranderingen. Men kan dergelijke vergiftigingsproeven eenige malen herhalen zonder bijzonder groot nadeel voor het proefobject.

Opvallend is het hoe het rechter atrium het eerst zich telkens herstelt van de vergiftiging en eerst later het linker atrium mechanische veranderingen gaat vertoonen. Wanneer men het electrogram beziet gedurende en na de vergiftiging, dan treft het hoe de vorm hier niet wezenlijk gewijzigd werd, maar wel de amplitudo der toppen grooter is dan na het herstel uit de vergiftiging, terwijl de mechanische veranderingen juist in omgekeerden zin zijn gewijzigd.

De vorm van het atrio-electrogram is klaarblijkelijk mede afhankelijk van nerveuse invloeden. EINTHOVEN en VAANDRAGER hebben hierop reeds gewezen bij het indirect afgeleid cardio-electrogram van den hond. Voor de atria van Emys kan men zulks zeer duidelijk

aantoonen bij directe afleiding onder invloed van vagus-prikkeling.

Een van ventriculus beroofd hart van Emys, bestaande dus alleen uit sinus en beide atria, wordt afgeleid naar den snaargalvanometer. Afleiding van een der beide atria afzonderlijk of gecombineerd geeft geen bijzonder verschil. Daarom geschiedt de afleiding bij de proef van sinus en rechter atriumtop. De rechter n. vagus wordt aan den hals vrij geprepareerd. Het electrogram geeft een fraai twee-toppig beeld te zien, begeleid van regelmatige mechanische veranderingen. Bij prikkeling van den rechter n. vagus met inductie-stroomen ondergaat de mechanische uiting wijzigingen. Na eene laatste contractie van den sinus, kenbaar aan een kleine verheffing in het myogram van het rechter atrium, treedt er voor het object een vagusstilstand in, die, zoodra de prikkeling wordt gestaakt, wordt afgebroken en een nieuwe reeks atrium-contracties laat inleiden met een krachtige sinus-samentrekking. Gedurende den vagusstilstand heeft het object geen registreerbare elektrische verschijnselen geleverd. Direct na den vagusstilstand treden de atrio-electrogrammen weer op, maar nu gewijzigd van vorm. Het gelijkzinnig tweetoppig beeld heeft plaats gemaakt voor een phenomeen met een zeer uitgesproken diphasisch karakter, dat evenwel na het staken der prikkeling weer langzamerhand overgaat langs een geleidelijke wijziging in het oorspronkelijk, gelijkzinnig twee-toppig beeld. Bij dit experiment werd de n. vagus geprikkeld door middel van het slee-inductorium van DU BOIS REYMOND, zonder kern bij een secundairen klos-afstand van 5.5 c.M. en een LESSING-element in den primairen keten.

Wanneer men met zwakkere stroomen prikkelt, kan men een toestand krijgen, waarbij de vagusstilstand uitblijft, maar waarbij wel de eigenaardige wijzigingen in den vorm van het electrogram van het atrium optreden, zooals ze hierboven beschreven zijn. Deze wijzigingen van den vorm van het electrogram gaan, afgezien van tonische veranderingen, niet gepaard met veranderingen in de motorische uitingen der atria. Figuur 4.

De tonische wijziging kan niet als oorzaak aanvaard worden van de veranderingen in vorm van het electrogram, omdat bij gebruikmaking van nog zwakkere stroomen als prikkels voor den n. vagus dezelfde tonische verandering kan optreden, zonder ook maar eenig effect te oefenen op de elektrische uitingen van het atrium.

Natuurkunde. — De Heer JULIUS biedt eene mededeeling aan:
 „Over den oorsprong van het chromosfeer-licht”.

In eene mededeeling, getiteld: Photography of the “flash” spectrum without an eclipse ¹⁾, komen HALE en ADAMS tot het besluit dat van 121 door hen gemeten chromosfeerlijnen de golflengten slechts uiterst weinig verschillen van die der corresponderende Fraunhofersche lijnen uit de tabel van ROWLAND. De gemiddelde afwijking, hetzij in positieven, hetzij in negatieven zin, bedraagt $\pm 0.013\text{Å}$, en als het teeken in rekening wordt gebracht, blijft slechts een systematische afwijking $+ 0.002\text{Å}$ over, die veel kleiner is dan de fout der metingen.

Deze voorloopige uitkomst achten zij in strijd met de door mij uitgesproken hypothese, volgens welke de heldere lijnen van het spectrum der chromosfeer en der zoogenaamde omkeerende laag hoofdzakelijk te danken zouden zijn aan anomale refractie van licht, komende uit de fotosfeer. Zij zeggen: „If this were the case, however, we should expect their wavelengths to differ appreciably from their normal values, being somewhat increased on the usual assumption of a density gradient decreasing outward from the surface of the sun”.

Om de bijzonderheden van dat verklaringsbeginsel in herinnering te brengen, verwijzen HALE en ADAMS naar een verhandeling van HARTMANN (Astron. Nachr. 175, S. 347, 1907). Ik ben genooddaakt, tot dat doel óók te verwijzen naar de plaats, waar door mijzelf de beteekenis der anomale dispersie voor zonneverschijnselen het eerst is ter sprake gebracht ²⁾, want de wijze waarop HARTMANN mijne daar uiteengezette denkbeelden weergeeft, is niet geheel juist. HARTMANN laat het namelijk voorkomen ³⁾ alsof ik over het hoofd gezien zou hebben dat, indien het chromosfeerlicht te danken ware aan anomale refractie in eene gasmassa, waarvan de dichtheid regelmatig naar buiten afneemt, er slechts R-licht ⁴⁾ in het chromosfeerspectrum zou kunnen worden aangetroffen. Ik heb daaraan echter wel degelijk gedacht, en juist die overweging leidde er mij toe, aan de *onregelmatige straalbreking* grooter gewicht toe te kennen voor het tot stand komen van het chromosfeerspectrum, dan aan de regelmatige straalkromming in den zin van de theorie van SCHMIDT.

¹⁾ GEORGE E. HALE and WALTER S. ADAMS, Contrib. from the MOUNT WILSON Sol. Obs. No 41; Astroph. Journ. 30, Oct. 1909.

²⁾ Versl. Afd. Nat. VIII, p. 520 (1900), Astron. Nachr. 153, S. 433 (1900).

³⁾ HARTMANN, Astron. Nachr. 175, S. 349 (1907).

⁴⁾ Door R-licht en V-licht zullen worden aangeduid lichtsoorten, gelegen zeer dicht bij een absorptielijn, onderscheidenlijk aan den rooden en den violetten kant daarvan.

Ik stelde mij dus voor, dat er vele plaatselijke dichtheidsgradienten in alle mogelijke richtingen in de zonneatmosfeer bestaan, die men zich te denken heeft opgeteld bij den algemeenen radialen gradient. Mijn toenmalige opvatting blijkt uit de volgende aanhaling ¹⁾:

„Het licht der chromosfeerlijnen en der flitslijnen kan aan weerszijden van de corresponderende Fraunhofersche lijnen symmetrisch verdeeld zijn, zoodat men coïncidentie daarmee meent waar te nemen, maar op verscheidene plaatsen van den zonnrand moet ook het geval zich voordoen, dat de heldere lijnen ten opzichte van de absorptielijnen verschoven schijnen te zijn. Want al naar gelang van de dichtheidsverdeeling der dampen worden nu eens vooral stralen met zeer grooten brekingsindex (aan den rooden kant der absorptielijnen), dan weder vooral stralen met zeer kleinen index (aan den violetten kant) naar ons toe gebogen.

Daar nu natuurlijk over het algemeen genomen de dichtheid der zonnegassen eer zal afnemen dan toenemen als men zich van het middelpunt verwijderd, laat zich verwachten dat een verschuiving van de heldere lijnen ten opzichte van de Fraunhofersche lijnen naar den kant der groote golflengten veelvuldiger zal voorkomen, dan naar den kant der kleine golflengten.

Deze bijzonderheden zullen wel eerst duidelijk aan den dag treden in fotogrammen, verkregen met spleetspectrografen van groote dispersie; en men mag verwachten dat in vele chromosfeerlijnen een donkere kern gevonden zal worden.”

HARTMANN daarentegen zegt: V-licht *kan* door anomale dispersie niet in het chromosfeerspectrum komen. Uit zijn redeneering blijkt (i.c. S. 349), dat hij steeds het schema van de *radiale* dichtheidsverandering voor oogen heeft, en niet denkt aan gradiënten in geheel andere richtingen.

HALE en ADAMS schijnen zich in deze op het standpunt van HARTMANN te plaatsen.

Wij willen daarom thans nogmaals in het bijzonder de aandacht vestigen op de *onregelmatige straalbreking* aan den rand der zon, en onderzoeken of de voorloopige uitkomsten der waarnemingen van HALE en ADAMS aangaande het flits-spectrum inderdaad onvereinigbaar zijn met de onderstelling, dat het chromosfeerlicht in hoofdzaak een refractieverschijnsel is.

Ons uitgangspunt zij wederom dezelfde onderstelling die wij ten grondslag hebben gelegd aan onlangs gepubliceerde beschouwingen over „regelmatige gevolgen van onregelmatige straalbreking in de

¹⁾ Proc. Roy. Acad. Amst. II, p. 584—585; Astron. Nachr. **153**, S. 442 (1900).

zon''¹⁾, namelijk: dat in een zeker niveau van de zonne-atmosfeer (bijv. ter hoogte van de zoogenaamde omkeerende laag, of nog dieper) onregelmatige dichtheidsgradienten worden aangetroffen, die in grootte vergelijkbaar zijn met den verticalen gradient in onzen dampkring. Door een eenvoudige berekening toonden wij aan, dat dan zelfs normaal gebroken lichtstralen zóó sterk gekromd kunnen worden, dat hun kromtestraal vele malen kleiner is dan de straal der fotosfeer. Te meer geldt dit voor licht, dat anomale dispersie ondergaat. Een bijzonder groot refractievermogen heeft de zonne-atmosfeer voor R-licht en V-licht uit de omgeving der lijnen van *hoofd*-bestanddeelen, zoodat zulke lichtsoorten ook in hogere lagen, waar alle gradienten kleiner zijn, nog een aanmerkelijke kromming kunnen ondergaan.

In de eerste plaats blijkt nu gemakkelijk, dat V-licht wel degelijk, evenals R-licht, door anomale refractie buiten den rand der zonneschijf kan worden gezien.

In de onderstaande schemata stellen de cirkelbogen telkens de grens der fotosfeer voor. De gebieden waar wij ons een dichtheids-

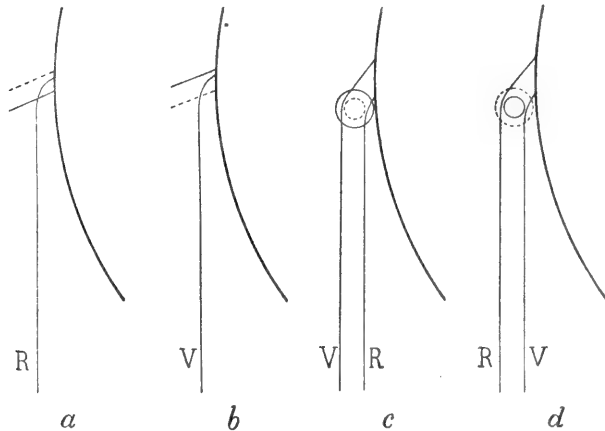


Fig. 1.

gradient willen denken, zijn begrepen tusschen een stippellijn (waar de dichtheid klein is) en een doorgetrokken lijn (waar de dichtheid groot is). De figuren *a* en *b* hebben dus betrekking op ongeveer platte lagen van veranderlijke dichtheid, fig. *c* op een gebied met een minimum, fig. *d* op een gebied met een maximum van dichtheid. De lijnen R en V geven dan den loop van R-licht en V-licht aan.

Het is waar, dat volgens deze beschouwing de kans om buiten den rand der zonneschijf gezien te worden, toch voor het R-licht

¹⁾ Versl. Afd. Natuurk. XVIII p. 181 (1909).

gunstiger staat dan voor het V-licht, omdat de algemeene radiale gradient, die zich bij de onregelmatige gradienten voegt, slechts R-licht in de chromosfeer kan brengen. Evenwel, tot heden is ons volmaakt onbekend, welke verhouding er ongeveer bestaat tusschen de grootte van den radialen gradient en de gemiddelde grootte van de onregelmatige gradienten. Met het oog op de ingewikkelde, scherp-geteekende structuur over de geheele zonnescijf, die spectrohelio-grammen ons toonen, en geheel onafhankelijk van de verklaring welke men daarvan wil geven, is het geenszins onwaarschijnlijk dat de plaatselijke dichtheidsgradienten, hetzij in het gasmengsel, hetzij in de afzonderlijke bestanddeelen der zonneatmosfeer, veel steiler zijn dan de radiale gradient. En in dat geval kan het V-licht bijna even sterk vertegenwoordigd zijn als het R-licht.

De *meest* breekbare lichtsoorten aan weerskanten eener absorptielijn verschillen zóó weinig in golflengte, dat een grenswaarde voor dat verschil praktisch nog niet gevonden is. Haar plaatsen in het spectrum vallen dus nagenoeg samen met de plaats der absorptielijn. Verschuivingen van het „zwaartepunt” eener chromosfeerlijn kunnen natuurlijk voorkomen, als gevolg van de toevallige dichtheidsverdeling, die nu eens van R-licht, dan eens van V-licht een grooter bedrag naar de aarde doet buigen; maar zulke verplaatsingen zijn bij zwakke lijnen slechts gering, omdat zij beperkt moeten blijven binnen het enge gebied der dispersie-anomalie.

De breedte van het golflengtegebied, waarbinnen voor een bepaalde lijn van het zonnenspectrum dispersie-anomalie merkbaar is, hangt samen met de concentratie waarmee het overeenkomstige vibreerende stelsel vertegenwoordigd is in die deelen van de zonne-atmosfeer, welke door den beschouwd lichtbundel worden doordrongen. Voor de meeste lijnen is dat gebied smal. Men kan de relatieve breedte ervan eenigszins beoordeelen aan de breedte der Fraunhofersche lijnen (genomen *met* hunne uitvloeiende randen) in het gemiddelde zonnenspectrum. Dit volgt uit de stelling, dat Fraunhofersche lijnen absorptielijnen zijn, gehuld in dispersiebanden ¹⁾. Daar nu de lijnen van intensiteit 1 tot 8 (schaal van ROWLAND) volgens FABRY en BUISSON ²⁾ gemiddeld een breedte hebben van 0.07 tot 0.16 Å, en de „zwaartepunten” van chromosfeerlijnen naar onze theorie zeer zeker daarbinnen moeten blijven (behoudens uitzonderingsgevallen waarbij men plaatselijk met bijzonder groote dichtheidsgradienten te doen mocht hebben), zoo kan het ons niet verwonderen wanneer

¹⁾ Versl. Afd. Natuurk. XIII, p. 196 (1909).

²⁾ FABRY et BUISSON, C. R. 28 juin 1909.

het gemiddelde golflengte-verschil tusschen chromosfeerlijnen en bijbehorende Fraunhofersche lijnen niet grooter dan $\pm 0.013\text{\AA}$ gevonden wordt.

Er is dus mijns inziens geen reden om met HALE en ADAMS aan te nemen, dat de uitkomsten hunner voorloopige golflengtebepalingen van chromosfeerlijnen pleiten tegen een theorie, welke het chromosfeerlicht in hoofdzaak aan anomale refractie toeschrijft.

De gangbare lichttheorie doet anomale dispersie verwachten bij elke absorptielijn. Proefondervindelijk is het verschijnsel nog wel niet zóó algemeen aan den dag gekomen, maar toch kon HERMANN GEISLER¹⁾ in een dissertatie, bewerkt te Bonn onder leiding van H. KAYSER, reeds wijzen op meer dan 260 lijnen en banden in het booglichtspectrum, die merkbare anomale dispersie te weeg brengen.

De groote uitgestrektheid der zonne-atmosfeer is voor het merkbaar worden van dispersie-verschijnselen een gunstige omstandigheid; in het laboratorium moet men, om die verschijnselen zichtbaar te maken, andere omstandigheden daarvoor in de plaats stellen; en wanneer men bij zekere lijnen of banden er nu niet spoedig in slaagt, de vereischte condities te verwezenlijken, zou het voorbarig zijn daaruit te besluiten, dat die lijnen of banden niet tot anomale dispersie aanleiding kunnen geven.

Aan den invloed van anomale refractie op de lichtverdeling in 't zonnebeeld wordt een grens gesteld door de *verstrooiing* die het licht in iedere stofhoudende ruimte ondergaat, zelfs wanneer de stofdeeltjes niet grooter zijn dan moleculen. Tengevolge van die verstrooiing zal de sterkte van de directe straling op een zeker gedeelte (bijv. $\frac{1}{e}$) van haar oorspronkelijk bedrag zijn teruggebracht, zoodra de afgelegde weg een bepaalde lengte bereikt heeft, afhankelijk van de gemiddelde dichtheid der stof in de doorloopen ruimte en van de grootte der deeltjes. Opdat derhalve de kromming der lichtstralen duidelijk waarneembare gevolgen zal hebben, moet voldaan zijn aan de volgende voorwaarde: hun kromtestraal mag niet zeer groot wezen in vergelijking met de lengte van den weg, waarop door verstrooiing de intensiteit verminderd wordt van 1 tot $\frac{1}{e}$.

Deze beperking van den mogelijken invloed der straalkromming op zonneverschijnselen treft natuurlijk in de eerste plaats alle gevolg-

¹⁾ HERMANN GEISLER, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldämpfen. Leipzig. Barth, 1909.

trekkingen welke gegrond zijn op de beschouwing van zéér lange wegen, die het licht zou moeten afleggen bijna evenwijdig aan de fotosfeer. Met het oog daarop zal dan ook de optische verklaring, door SCHMIDT gegeven van den zonnerand, waarschijnlijk gewijzigd moeten worden. Op de zooveel kortere lichtwegen door de zonne-atmosfeer, die bij de onregelmatige straalbreking in aanmerking komen, brengt de verstrooiing door de gas-moleculen ongetwijfeld een geringere beperking van de gevolgen der anomale refractie teweeg.

Verscheidene van de sterkste lijnen in het chromosfeer-spectrum vertoonen zich als dubbellijnen ¹⁾. Dit kan voor een deel een gewoon omkeeringsverschijnsel zijn; maar het wordt zonder twijfel versterkt door een effect van straalkromming. Immers evenals in het spectrum der zonneshijf het licht uit de allernaaste omgeving der absorptielijnen verzwakt is doordien een gedeelte ervan teruggebogen wordt naar de fotosfeer en dus de zon niet verlaat ²⁾, zoo moet dit ook voor het spectrum der onderste lagen van de chromosfeer nog gelden. Het spectrum van den zonnerand gaat snel, maar geleidelijk, over in

¹⁾ Op de platen, verkregen met de prisina-camera door de Nederlandsche Eclips-expeditie van 1901, waren *alle* chromosfeerlijnen dubbel. Daar ik, na overleg met de andere leden der expeditie, voor dat verschijnsel geen verklaring kon vinden op grond van fouten in de instrumenten of in hunne behandeling, en ik een jaar vroeger de verwachting had uitgesproken, dat *sommige* chromosfeerlijnen een donkere kern zouden vertoonen (zie de aangehaalde woorden op blz. 457), heb ik mij destijds laten verleiden, de gefotografeerde verdubbeling voor reëel te houden, en dus voor een algemeene eigenschap der chromosfeerlijnen (zie Versl. Afd. Natuurk. X, p. 178, 1901). Bij nadere uitwerking van de refractie-theorie van zonneverschijnselen bleek mij echter, dat zij *niet* leiden kon tot de verklaring van het feit, dat de afstanden der componenten bij de verschillende dubbellijnen onderling zóó weinig verschilden en gemiddeld zóó groot waren, als op de fotografieën het geval was. Een bewijs voor de deugdelijkheid dier refractie-theorie kon ik in het genoemde resultaat der eclips-expeditie dus niet langer zien.

Dit deelde ik schriftelijk o. a. mede aan Prof. KAYSER (zie diens Handb. d. Spectroscopie IV, p. 595), en het werd door Prof. NIJLAND namens mij in Maart 1907 óók bericht aan Prof. J. HARTMANN. De laatste heeft echter die mededeeling waarschijnlijk niet ontvangen, want in April 1907 (Astron. Nachr. 174, S. 353) bestreed hij den inhoud van mijne bovengenoemde verhandeling over dubbellijnen op eene wijze alsof ik nog steeds in het bedoelde resultaat der Ned. Expeditie een steun zag voor mijn theorie. Daar dit echter niet het geval was, heeft HARTMANN's bestrijding ook in geen enkel opzicht steun ontnomen aan de onderstelling, dat het chromosfeerlicht in hoofdzaak gebroken fotosfeerlicht zou zijn. De verklaring, die HARTMANN geeft van de dubbellijnen op de platen der Ned. Exp. — namelijk dat zij veroorzaakt zouden zijn door een geringe astigmatisme van de prisma's — houd ik voor zeer waarschijnlijk.

²⁾ Versl. Afd. Natuurk. XVIII, p. 195, 1909.

dat van de chromosfeer. Die lichtsoorten, voor welke het refractie-vermogen $(R_m \Delta_m)_R$ of $(R_m \Delta_m)_V$ van het gasmengsel buitengewoon groot is, hebben kans om uit de chromosfeer weer teruggebogen te worden naar dieper gelegen niveaus; zij zijn dientengevolge minder sterk in het chromosfeerlicht vertegenwoordigd dan lichtsoorten waarvoor het refractievermogen een weinig kleiner is, en veroorzaken zoo de donkere kern in sommige chromosfeerlijnen.

Bij de verklaring van verdere bijzonderheden in het uiterlijk der chromosfeerlijnen zal men nog rekening dienen te houden met het feit, dat het refractievermogen van de zonneatmosfeer niet symmetrisch is aan weerskanten van een absorptielijn, doch gemiddeld voor R-licht grooter is dan voor V-licht. (Men vergelijke hieromtrent fig. 8 in mijne bovengenoemde mededeeling van 25 Sept. 1909). Die asymmetrie is in het algemeen voor zwakke lijnen grooter dan voor sterke lijnen, en moet bovendien toenemen van den rooden naar den violetten kant van het spectrum, wanneer het vermoeden juist is, dat het refractievermogen $R_0 \Delta_0$ van de zonne-atmosfeer voor golven, die ver genoeg buiten een gebied van anomale refractie liggen, geleidelijk toeneemt van rood naar violet.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt eene mededeeling aan van de Heeren J. W. GILTAY en M. DE HAAS: „*Iets over de beweging van den kam van de viool*”.

(Mede aangeboden door den Heer P. ZEEMAN).

1. In de volgende regelen wordt een beschrijving gegeven van een proefondervindelijk onderzoek, dat ten doel had een bijdrage te leveren tot de kennis van de wijze, waarop door den kam van de viool de trillingen der snaren worden overgedragen aan het bovenblad van de viool.

De literatuur over de physica der strijkinstrumenten, voor zoover ons bekend, is zeer beperkt en laat ons in het onzekere omtrent den juistten aard van de beweging van den kam.

HELMHOLTZ ¹⁾ zegt: „Der eine Fuss des Steges ruht auf einer relativ festen Unterlage, nämlich auf dem sogenannten Stimmstocke, einem festen Stäbchen, welches zwischen der oberen und unteren Platte des Körpers eingebaut ist. Der andere Fuss des Steges allein ist es, welcher die elastischen Holzplatten und mittels deren Hilfe die innere Luftmasse des Körpers erschüttert.”

¹⁾ Tonempfindungen, 3e Ausg. blz. 146.

Of nu de kam voornamelijk in zijn eigen vlak schommelt, dus loodrecht op de lengterichting der snaren, dan wel of hij loodrecht op zijn vlak slingert, dus in de lengterichting der snaren, dat is uit deze mededeeling niet op te maken.

VAN SCHAİK ¹⁾ zegt: „Door de trillingen der aangestreeken snaar geraakt nu de kam in zulk een beweging, dat hij om een lijn evenwijdig aan de lengterichting der viool kantelt; hierdoor brengt het beweeglijke steunpunt den bodem en daarmee de lucht in trilling.” Hij oordeelt dus, dat de kam in zijn eigen vlak schommelt, loodrecht op de lengterichting der snaren.

APIAN-BENNEWITZ ²⁾ zegt: „dass nämlich der rechte Fuss eine viel geringere Bebung als der linke zu machen hat und dass die Thätigkeit des linken Fusses als eine hämmernde zu bezeichnen ist”. APIAN-BENNEWITZ is dus van dezelfde meening als VAN SCHAİK, zooals ook nog nader blijkt op blz. 133 van zijn boek.

BARTON ³⁾ heeft met GARRET en later met PENTZER een onderzoek ingesteld omtrent den vorm der trillingen van de snaar, den kam en het bovenblad van een sonometer, alsmede omtrent de trillingen van de lucht in den sonometer. Hij onderzoekt beide bewegingen van den kam en vindt, dat voor eenzelfde punt van den kam de verplaatsing bij de horizontale beweging, dus in de lengterichting van de snaar, ongeveer 17 maal zoo groot is als bij de verticale beweging ⁴⁾. Daar de kam van den sonometer geheel anders van vorm is dan de vioolkam en de sonometer bovendien niet van een stapel is voorzien, zijn de resultaten van genoemd onderzoek niet dadelijk toe te passen op de kambeweging der viool.

SAVART ⁵⁾ zegt in zijn zeer belangrijke verhandeling over de strijk-instrumenten niets over de beweging van den kam.

2. Het scheen ons à priori wel eenigszins onwaarschijnlijk, dat, zooals o. a. VAN SCHAİK onderstelt, een betrekkelijk zoo massief lichaam als een vioolkam in staat zou zijn, als een geheel om een zijner hoekpunten in zijn eigen vlak schommelende, de ingewikkelde bewe-

¹⁾ Dr. J. BOSSCHA, Leerboek der Natuurkunde, III, bewerkt door Dr. W. C. L. VAN SCHAİK, 5e druk, blz. 170.

²⁾ Die Geige, der Geigenbau und die Bogenverfertigung. WEIMAR, BERNHARDT FRIEDRICH VOIGT, 1892, bldz. 125.

³⁾ Philosophical Magazine, 6th Series, Vol X, XII en XIII.

⁴⁾ Phil. Mag. Ser. 6, Vol. XIII, bldz. 451.

⁵⁾ „Mémoire sur la construction des instruments à cordes et à archet.” Een herdruk van deze verhandeling is opgenomen in: „Nouveau Manuel complet du luthier”, van MAUGIN en MAIGNE. Paris, librairie encyclopédique de RORET, 1894, bldz. 333—398.

gingen der snaren geheel te volgen en die op het bovenblad der viool over te brengen. Het kwam ons waarschijnlijker voor dat, zooals BARTON bij den sonometer vond, beide bewegingen van den kam moeten worden in aanmerking genomen.

Ten einde dit proefondervindelijk te onderzoeken, gingen wij als volgt te werk.

Fig. 1. geeft een afbeelding van een vioolkam van de bekende vioolmakers CARESSA & FRANÇAIS te Parijs. Fig. 2 stelt een metalen

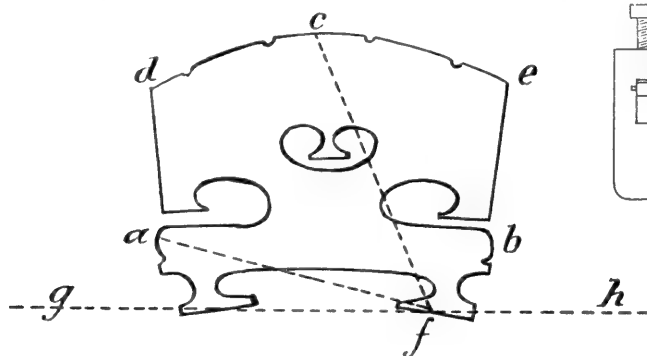


Fig. 1.

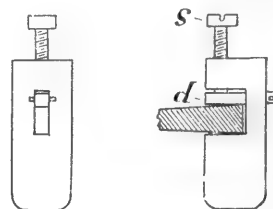


Fig. 2.

klemstukje voor, dat op verschillende gedeelten van den kam kan worden bevestigd. Om beschadiging van den kam te voorkomen drukt de schroef *s* niet tegen den kam, maar tegen een verschuifbaar stalen plaatje *p*. Het gewicht van het geheele klemstukje is ruim 7 gram.

Slingert de kam in zijn eigen vlak en om zijn rechter voet, en klemmen wij den metalen demper bij *a* op den kam, dan zal het traagheidsmoment van den kam ten opzichte van een as, loodrecht op het vlak van den kam, en gaande door punt *f*, daardoor veel grooter worden.

Plaatsen wij daarentegen den demper bij *b*, dan zal daardoor het traagheidsmoment van den kam, ten opzichte van bovengenoemde as, veel minder vergroot worden dan hierboven het geval was.

Het bleek ons echter, dat er maar zeer weinig verschil was in het geluid der viool in beide gevallen. Bij de plaatsing van den demper in *a* was er eenige dempende invloed te bespeuren op de *g*-snaar; stond de demper in *b*, dan was de *e*-snaar eenigszins gedempt.

Uit dezen ongeveer gelijken invloed van het plaatsen van den demper in de beide genoemde gevallen kan men bezwaarlijk besluiten, dat de kam in hoofdzaak in zijn eigen vlak om een zijner voeten slingert. Bovendien was de werking van den demper in beide gevallen zeer gering.

De volgende proef spreekt nog duidelijker.

De afstand tusschen het midden van den rechtervoet en 't midden-gedeelte van den bovenrand van den kam, dus fc , is bij ons exemplaar 38 mm. De afstand fa is 37 mm.

Plaatst men nu het metalen klemstukje in c , dan verkrijgt men een sterk gedempt geluid: het bekende sordine effect, maar in nog sterker mate dan met een gewone sordine, daar die slechts ongeveer 4 gram weegt, terwijl onze metalen demper, zooals wij reeds zagen, ruim 7 gram weegt. Plaatst men den metalen demper in a , dan is de werking, volgens het vorige, uiterst gering.

Daar fc en fa vrij wel aan elkaar gelijk zijn, heeft de vermeerdering van het traagheidsmoment van den kam, door het opzetten van den demper, ten opzichte van de door f gaande as, in beide gevallen (dus of de demper in a , dan wel of hij in c geplaatst wordt) ongeveer dezelfde waarde. Geschiedde de geluidsoverbrenging door den kam in hoofdzaak door zijn schommeling om de door f gaande as, dan zou de dempende werking van ons metalen klemstuk in beide standen, a en c , ongeveer even groot moeten zijn.

Daar dit het geval *niet* is, kunnen wij uit deze proeven niet anders besluiten, dan dat de beweging van den kam in zijn eigen vlak voor de overbrenging van de trillingen der snaren naar het bovenblad der viool niet van overwegenden invloed is.

Wij laten hieronder als voorbeeld eenige resultaten volgen, door twee verschillende waarnemers met onze metalen klem verkregen; ieder van hen speelde op zijn eigen viool.

Viool met sterken toon, ongeveer 50 jaar oud, van onbekenden maker, model MAGGINI, zeer groot formaat.	Oude viool van een leerling van STAINER, klein, sterk gewelfd formaat, mooi week geluid, doch niet sterk van toon. De d -snaar 't minst mooi van toon, de a verweg de beste, e ook zeer goed.
--	---

Metalen demper in a . (Fig. 1.)

Eenige dempende werking, vooral op de g snaar. Vrij sterk neusgeluid.	g snaar veel minder mooi dan anders.
	d harder en leelijker dan anders.
	a minder mooi " "
	e mooier " "
	geen enkele snaar gedempt, spreken even gemakkelijk aan als anders.

Metalen demper in *b*.

Eenige dempende werking, vooral op de <i>e</i> snaar. <i>e</i> beter dan gewoonlijk.	<i>g</i> snaar beter dan gewoonlijk. <i>d</i> minder mooi dan anders. <i>a</i> „ „ „ „ <i>e</i> „ „ „ „ <i>g</i> , <i>d</i> en <i>a</i> spreken gemakkelijker aan dan anders. De <i>e</i> snaar is een weinig gedempt
--	---

Metalen demper in *c*.

Demping, veel sterker dan in geval <i>a</i> . Geheel het sordine effect, maar minder mooi dan met een gewone sordine.	Sordine effect op alle snaren, maar veel meer gedempt dan met een gewone sordine.
---	---

Men ziet hieruit, dat beide waarnemers, wat de hoofdzaak betreft, 't geheel met elkaar eens zijn: de demper in *c* geeft het gewone sordine effect. Bij plaatsing in *a* of *b* wordt dat effect niet gevonden, althans slechts in zeer geringe mate; ook vinden beide waarnemers het effect van de plaatsing van den demper in *a* vrij wel hetzelfde als bij plaatsing in *b*.

De geringe afwijkingen tusschen de resultaten der beide waarnemers kunnen, behalve in subjectieve verschillen, ook haar ontstaan te danken hebben aan het grootte verschil tusschen de beide violen.

De hieronder genoemde waarnemingen bewijzen eveneens, dat de parallelle beweging van den kam van weinig invloed is op de overbrenging van de snaarbeweging naar het bovenblad.

De waarnemers en de violen zijn dezelfde als die, welke op blz. 469 zijn genoemd; ook dezelfde metalen demper van 7 gr. werd gebruikt.

Metalen demper in *d*. (Fig. 1.)

Sordine werking, het sterkst aan de <i>g</i> zijde.	<i>g</i> snaar sterk gedempt. <i>d</i> snaar minder gedempt, leelijk van toon. <i>a</i> nog minder gedempt, leelijk. <i>e</i> „ „ „ „
---	--

Metalen demper in e .

Damping, afnemend naar de g zijde. e gedempt, maar veel minder dan
 De g snaar heeft meer haar g in stand d van den demper.
 oorspronkelijken toon behouden a minder gedempt.
 dan de e snaar bij stand d van d gedempt, geeft meer het gewone
 den demper. sordine geluid dan de a snaar,
 maar is toch vrij sterk van toon.
 g minder gedempt dan d , heel leelijk

Beide waarnemers vonden dus, zooals men ziet, dat bij het plaatsen van den metalen demper op d de damping afnemend naar e was en dat, als de demper op e stond, de damping naar d afnam.

Stond dus b.v. de demper in e , dan was de g -snaar weinig gedempt. Toch moest in dit geval, aangenomen dat de kam voornamelijk in zijn eigen vlak schommelt, de g -snaar een kam met sterk vergroot traagheidsmoment in beweging brengen, wat zonder sterke damping niet mogelijk is.

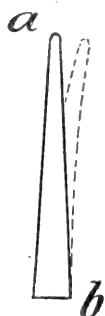


Fig. 3.

Wij meenen dan ook uit deze proefnemingen te mogen afleiden, dat de beweging van den kam niet hoofdzakelijk in zijn eigen vlak, om een zijner voeten, plaats vindt, maar dat de kam voornamelijk *transversale* schommelingen maakt, zooals schematisch is aangegeven in Fig. 3, waar ab den kam in doorsnee toont. Nemen wij dat aan, dan zijn de resultaten van alle hierboven vermelde proeven volkomen duidelijk:

I. Een demper, in a (fig. 1) geplaatst, oefent veel minder dempende werking uit dan een demper in c . Het traagheidsmoment van den kam, ten opzichte der lijn gh (fig. 1) wordt toch veel meer vergroot door het opzetten van den demper bij c dan 't geval is bij plaatsing in a .

II. Het dempend effect is vrij wel hetzelfde, onverschillig of de demper in a dan wel in b is geplaatst. Het is duidelijk, dat het traagheidsmoment van den kam met den demper samen ten opzichte van de lijn gh in beide gevallen ongeveer dezelfde waarde zal hebben.

III. Ook de resultaten der waarnemingen, die op bldz. 6 vermeld zijn, worden begrijpelijk, als men in hoofdzaak een transversale trilling van den kam aanneemt: Wij vonden daar, dat de damping naar de rechterzijde afneemt, als de demper bij d is geplaatst en omgekeerd, naar de linkerzijde afnemend is, als hij bij e is geplaatst. De kam trilt bij deze verzwaaring der bovenhoeken niet gelijkmatig

meer ; het gedeelte, dat van boven is bezwaard, zal minder sterk trillen dan het niet bezwaarde gedeelte.

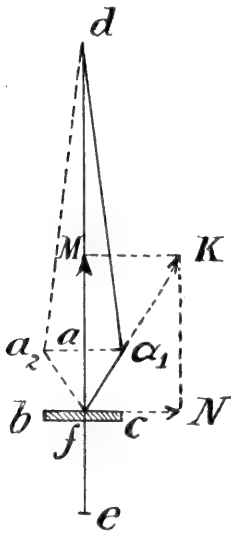


Fig. 4.

3. Er deed zich bij deze onderzoeken nog een andere vraag voor met betrekking tot de beide bewegingen van den kam. In fig. 4 stelt *de* een snaar voor in den ruststand, *bc* den kam: wijkt de snaar uit naar rechts (*da₁f*), dan geeft de spanning *K* van de snaar een component *M*, loodrecht op het vlak van den kam, en een component *N* in het vlak van den kam. Heeft de snaar haar grootste uitwijking naar links, dan heeft de component *M* weer dezelfde richting, de component *N* niet. Hieruit volgt, dat de kam in horizontale richting twee trillingen volbrengt in den tijd, dien de snaar gebruikt voor één trilling, terwijl de verticale beweging dezelfde periode bezit als de snaar.

Het geluid, dat men van een viool hoort, ontstaat bijna uitsluitend door de trilling van het bovenblad van de viool; de enkele snaar deelt onmiddellijk slechts een zeer geringe hoeveelheid arbeidsvermogen mee aan de lucht. Indien wij onderstellen dat het geluid, hetwelk door de enkele snaar wordt gegeven, verwaarloosd mag worden tegenover het veel sterkere geluid, door het bovenblad gegeven, en dat het effect van de parallele beweging van den kam eveneens mag worden verwaarloosd tegenover de veel grooter uitwerking der transversale beweging, dan zou men alle tonen der viool een octaaf hooger hooren dan de snaar zou doen verwachten, aangenomen dat de snaren aan weerszijden van haar evenwichtstoestand uitwijken.

De juistheid dezer conclusie kwam ons echter niet zeer waarschijnlijk voor — o. i. zou een dergelijk merkwaardig verschijnsel vermoedelijk reeds vroeger door een of anderen waarnemer zijn gevonden en medegedeeld.

Wij hebben dat daarom langs proefondervindelijken weg onderzocht, door een stalen snaar op de viool te spannen en die langs elektromagnetischen weg in trilling te brengen.

Wij namen daartoe een stalen gitaarsnaar en spanden die op de plaats der *d* snaar. In de onmiddellijke nabijheid der snaar werd een kleine elektromagneet, model ROMERSHAUSEN, in een statief bevestigd, ongeveer vertikaal boven de snaar, ter plaatse waar deze gewoonlijk aangestreeken wordt. De bewikkeling van den elektromagneet

was opgenomen in een geleiding, waarin tevens een batterij van 3 accumulatoren en een electromagnetische stemvork van KÖNIG ($Fa_3 = 682$ v. s.) geplaatst was. De stemvork bevond zich in een verwijderd lokaal. De snaar werd nu zoodanig gespannen, dat de viool, als de snaar aangestreeken werd, een toon gaf, die een weinig lager was dan de stemvorktoon. Daarop werd de stemvork in beweging gebracht en de snaartoon, door een vingerdruk op de snaar, zooveel verhoogd, dat er geen zwevingen meer waargenomen werden.

De toon, dien de viool te hooren gaf, was thans onmiskenbaar Fa_3 .

Bestond er nu werkelijk een verschil van een octaaf tusschen den toon, dien de viool deed hooren (Fa_3) en dien, welken de enkele snaar gaf, dan zou de snaar zelf onder de werking van den elektromagneet den toon Fa_2 hebben moeten geven. Dit is echter onmogelijk: een elektromagneet, door een stemvork Fa_3 periodiek gemagnetiseerd, kan een snaar wel de tonen Fa_3, Fa_4, Fa_5, \dots doen geven, maar nooit een toon Fa_2 . Wij konden dus reeds uit deze proef besluiten dat de toon, dien de viool te hooren gaf, dezelfde hoogte had als de toon, dien de enkele snaar gaf, ook toen deze naar beide zijden van haar evenwichtstoestand ongeveer even veel uitweek.

In de meening, dat de octaaf misschien zou verschijnen, indien wij de parallele beweging van den kam dempten, bezwaarden wij den linkervoet van den kam met onzen metalen demper, maar ook toen deed de octaaf zich nog niet hooren.

Wij hebben deze vraag, die ons van veel belang toescheen, ook nog op een andere, meer direkte, wijze trachten te beantwoorden, door een proef te nemen, waarbij alleen het geluid van de enkele snaar was te hooren.

Op een zware zinken plaat van 80×40 cm oppervlakte en 3,5 cm dikte (Fig. 5) werden 2 metalen kammen (Fig. 6) geplaatst, op een afstand van $32\frac{1}{2}$ cm van elkaar, van midden tot midden. Een a -snaar van 0,7 à 0,75 mm dikte werd vastgeknoopt aan een

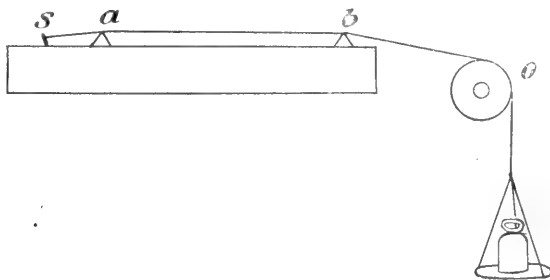


Fig. 5.

stift s ; het andere eind der snaar was met een koord verbonden, dat over een katrol liep. Aan dat koord hing een schaal met 6 kg

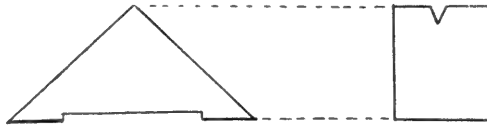


Fig. 6.

belasting. De snaar deed, als men haar aanstreek, een toon hooren die dicht bij Ut_4 lag. De wrijving van de snaar op de kammen en die van het koord op de katrol maakte het mogelijk de toonhoogte iets te doen veranderen, door het wielje van de katrol een weinig te draaien. Op deze wijze werd de snaar nauwkeurig op Ut_4 (1023,9 v.s.) gestemd, zoodat zij in den resonator Ut_4 geen zwevingen gaf.

Thans werd een a -snaar, eveneens 0,7 à 0,75 mm dik, op een viool gespannen (fig. 7). De afstand van a tot b was weer 32,5 cm.

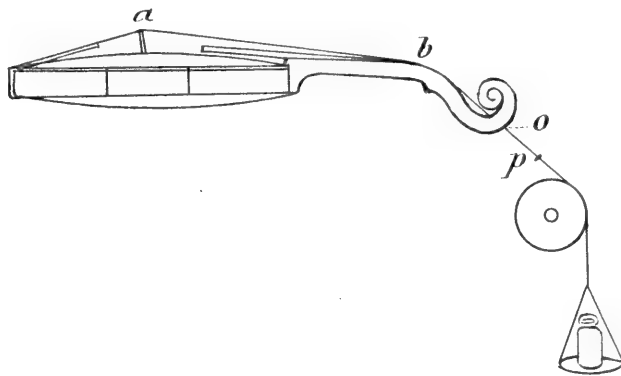


Fig. 7.

De viool werd met eenige houten blokjes vast op de tafel geklemd; in de krul van de viool was een gat 0 geboord, waardoor de snaar geleid werd. Daar de snaar, over het gebruikelijke ebbenhouten krukje of sleuteltje loopend, daarop te veel wrijving zou ondervinden,

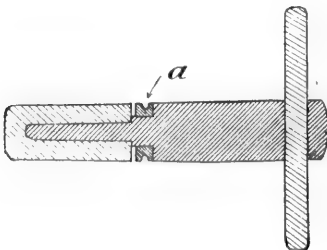


Fig. 8.

werd in plaats van dat krukje een metalen stift gebruikt, die in fig. 8 in doorsnee is afgebeeld. De snaar loopt over het metalen rolletje a . Bij p was aan de snaar een koord geknoopt, welk koord weer over een katrol ging en met een schaal verbonden was. De a -snaar werd nu door het belasten der schaal zoodanig gespannen, dat de viool, bij het

aanstrijken der snaar, nauwkeurig Ut_4 gaf. Het bleek toen dat hiertoe een belasting van 6 kilogram vereischt werd, dus evenveel als in 't geval der zinken plaat. Dat de viool en de snaar op de zinken plaat denzelfden toon gaven, dus zonder octaaf-verschil, werd niet alleen door het ongewapende oor, maar ook met behulp van resonatoren bevestigd: de resonator Ut_4 reageerde op beide geluidsbronnen, de resonator Ut_3 deed dat niet. Wanneer het geluid, dat de viool gaf, een octaaf hooger was geweest dan dat van de snaar op de zinken plaat, dus Ut_5 , dan zou de resonator Ut_4 niet op den viooltoon gereageerd hebben.

Wij hebben den toon, dien de snaar bij bovengenoemde belasting geeft, ook door berekening bepaald.

Daartoe werd de snaar bij a en b (fig. 7) afgeknipt; zij kromp daarbij tot 30 cm in. Het gewicht van dit stuk snaar bedroeg 0,15 gram.

In de formule $t = \sqrt{\frac{pl}{gs}}$ is nu: t = de tijd van een halve trilling, verder is $p = 0,15$ gr, $l = 32,5$ cm, $g = 981,2$ cm sec⁻², $s = 6000$ gr waaruit volgt: $t = \frac{1}{1099}$ sec.

Volgens deze berekening zou de snaar dus $\frac{1099}{2} = 549,5$ geheele trillingen in de seconde maken; in werkelijkheid maakte zij 511,9 geheele trillingen (Ut_4).

Deze getallen stemmen voldoende overeen om ons de zekerheid te geven, dat men in *beide* gevallen den grondtoon der snaar hoorde. Het betrekkelijk geringe verschil is daaruit te verklaren, dat de spanning der snaar niet juist 6000 gram was, ten gevolge van de wrijving der snaren op de kammen en van de koorden op de katrollen.

Uit deze proeven blijkt dus dat in het klankmengsel, dat de viool te hooren geeft, de grondtoon, ontstaan door de parallelle beweging van den kam en door de beweging, die de snaar onmiddellijk aan de lucht mededeelt, altijd nog in voldoende intensiteit aanwezig is om aan den klank het karakter van dien grondtoon te geven, wat de toonhoogte betreft ¹⁾.

Het is trouwens bekend, dat de grondtoon, die aan een samengestelden klank zijn karakter, wat toonhoogte betreft, geeft, van geringer intensiteit kan zijn dan de boventonen van het mengsel, zooals HELMHOLTZ voor de tonen der piano heeft aangetoond ²⁾.

¹⁾ Zie ook: RAYLEIGH, „Theory of Sound”. second ed. Vol. I bldz 208 en BARTON and PENZER, Phil. Mag (6) XIII bldz. 452.

²⁾ Tonempfindungen, bldz. 134—135.

4. Wij weten dus thans, dat het geluid, hetwelk een viool geeft, aan drie verschillende oorzaken moet worden toegeschreven :

a. aan de trilling, die de enkele snaar aan de lucht meedeelt.

b. „ „ „ „ het bovenblad der viool van de parallelle schommeling van den kam verkrijgt.

c. aan de trilling, die de transversale beweging van den kam aan het bovenblad der viool meedeelt.

De onder a genoemde trilling zullen wij buiten beschouwing laten, daar die van weinig beteekenis is.

Strijkt men een snaar aan die b.v. den grondtoon van de periode T geeft, dan zal die van de boventonen van de perioden $\frac{1}{2}T$, $\frac{1}{3}T$, $\frac{1}{4}T$... vergezeld zijn.

De parallelle beweging van den kam zal nu een periodiek drukverschil van den linkervoet van den kam op het bovenblad der viool veroorzaken. Beweegt de kam zich naar links, dan wordt die drukking grooter, beweegt hij zich naar rechts, dan wordt zij kleiner. Wij kunnen die drukverandering voorstellen door de onderstaande reeks :

$$a_1 \sin 2\pi \frac{t}{T} + a_2 \sin 2\pi \frac{t}{\frac{1}{2}T} + a_3 \sin 2\pi \frac{t}{\frac{1}{3}T} + a_4 \sin 2\pi \frac{t}{\frac{1}{4}T} \dots$$

De transversale beweging van den kam zal eveneens een drukverandering tusschen linker voet en bovenblad teweeg brengen. Wordt de kam naar voren getrokken, dan zal de voorkant van den linker voet een sterker druk op het bovenblad uitoefenen ; beweegt de kam zich weer achterwaarts, dan wordt die drukking geringer. Deze drukverandering kan worden voorgesteld door een reeks van den vorm :

$$b_2 \sin 2\pi \frac{t}{\frac{1}{2}T} + b_4 \sin 2\pi \frac{t}{\frac{1}{4}T} + b_6 \sin 2\pi \frac{t}{\frac{1}{6}T} + b_8 \sin 2\pi \frac{t}{\frac{1}{8}T} \dots$$

Daar nu de voet van den kam slechts een zeer geringe oppervlakte heeft in verhouding tot het groote violoppervlak, dat in beweging moet worden gebracht, zoo mogen wij aannemen, dat de drukveranderingen, die door de parallelle beweging van den kam, en die, welke door de transversale beweging veroorzaakt worden, *in hetzelfde punt* van het bovenblad der viool plaats vinden. Om de totale verandering van den druk, door de beide kambewegingen te zamen veroorzaakt, te vinden, moeten wij dus de hierboven genoemde reeksen bij elkaar optellen. Nemen wij aan, dat de uitwijking van het bovenblad, op de plaats waar de linker kamvoet staat, evenredig is met de verandering van den druk, dan zal de sommatie der beide reeksen, vermenigvuldigd met een constante, ons ook den *bewegings-*

vorm van het bovenblad der viool, op de plaats waar de linkervoet staat, geven.

Het is bekend, dat in het algemeen een geluid weeker wordt, naarmate de boventonen zwakker worden, en dat vooral een versterking van de even boventonen het geluid scherper maakt. Daarvan zijn vele voorbeelden te vinden in het reeds meermalen geciteerde werk van HELMHOLTZ, pag. 129—133 en pag. 151—152. Als toelichting van den invloed van de boventonen op een klankmengsel kunnen wij ook wijzen op het geluid, dat een piano geeft, als octaven aangeslagen worden. Wanneer wij op de piano een octaaf aanslaan, zal men die beide tonen niet gemakkelijk afzonderlijk hooren, wat b.v. bij tertsen wel het geval is. Maar er is slechts weinig muzikale geoefendheid voor noodig om bij een pianovoor- dracht te hooren, wanneer er octaafgangen worden gespeeld: het geluid is dan scherper en ruwer. Hetzelfde geldt voor octaafgangen op de viool.

Wanneer wij in de reeksen van bldz. 13 de $a_1, a_2, a_3 \dots$ kleiner maken en de $b_2, b_4, b_6 \dots$ zooveel mogelijk onveranderd laten, dan worden de grondtoon en de oneven boventonen meer verzwakt dan de even boventonen. In overeenstemming met de hierboven genoemde resultaten van HELMHOLTZ zal daardoor het geluid *scherper* moeten worden. Wij hebben dat op de volgende wijze proefondervindelijk aangetoond:

Op den vioolkam werd, zoo laag mogelijk, een metalen beugel bevestigd, die in Fig. 9a en 9b op halve grootte is voorgesteld. Aan de linkerzijde van dien beugel, dus aan den kant der g snaar, was een koperen stift ingeschroefd, van 3 mm dikte en 10 cm lengte.

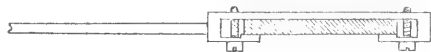


Fig. 9a.

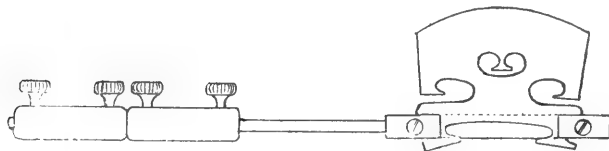


Fig. 9b.

Aan het eind van die stift waren 2 metalen klemschroeven geplaatst, zooals die voor het verbinden van geleiddraden gewoonlijk worden gebruikt. Elk dier klemschroeven woog ongeveer 18 gram.

Het traagheidsmoment van den kam ten opzichte van de as, die

door den rechtersvoet gaat, en loodrecht op het vlak van den kam staat, werd door deze belasting natuurlijk zeer veel vergroot. De viool gaf thans een karakteristiek neusgeluid, vooral op de g en de d -snaar; de toonkleur deed het meest denken aan het geluid eener hobo. Toch, ondanks de belangrijke verzwakking van den grondtoon, gaf deze aan het klankmengsel nog het karakter, waarnaar men de toonhoogte beoordeelt, m. a. w. van octaafverhooging werd niets waargenomen.

Toen wij den kam, behalve met de in Fig. 9b afgebeelde inrichting, nog belastten met 2 op elkaar geklemde sordines, op den bovenrand van den kam geplaatst, kregen wij vrij wel het oorspronkelijke vioolgeluid terug, daar thans zoowel de transversale als de parallelle beweging van den kam geremd werd. Natuurlijk sprak de viool bij deze belasting moeilijk aan. Voor die 2 kammen op elkaar namen wij een gewone ebonieten sordine en plaatsten daarop een metalen sordine, zooals tegenwoordig ook veel gebruikt wordt.

Worden $a_1, a_2 \dots$ en b_2, b_4, \dots alle in dezelfde verhouding verkleind, dan zal de vorm der bewegingskromme niet veranderen, alleen de amplitude wordt geringer: het geluid wordt zwakker, maar het timbre verandert niet.

Wanneer wij b_2, b_4, \dots konden verkleinen en a_1, a_2, a_3, \dots onveranderd laten, dan zou het geluid *weaker* worden, daar dan alleen de even boventonen zwakker zouden worden, dus ook de eerste boventoon, die van alle boventonen de grootste intensiteit heeft.

Een op den kam geplaatste sordine remt *beide* bewegingen. Maar uit het feit dat de sordine het geluid *weaker* maakt, meenen wij te mogen besluiten dat door haar de $b_2, b_4, b_6 \dots$ procentsgewijze meer verkleind worden dan de $a_1, a_2, a_3 \dots$. Dat wil dus zeggen dat de transversale beweging van den kam door het opzetten der sordine meer wordt geremd dan de parallelle beweging.

5. Wij hebben nog getracht proefondervindelijk aan te toonen dat de kam, wat betreft zijn parallelle beweging, hoofdzakelijk om den rechtersvoet schommelt.

Daartoe schroefden wij in den beugel van fig. 9 2 metalen ringen, die in horizontalen stand werden geplaatst. De viool werd van een stalen snaar voorzien, die als vroeger elektromagnetisch in trilling werd gebracht. Nu werd, terwijl de snaar in beweging was, beurtelings in de beide ringen een looden kogeltje gelegd; elk dier kogels woog 34 gram. De kogels waren van een dun koordje voorzien; als de eene kogel werd afgelicht, werd zooveel mogelijk op hetzelfde oogenblik en zoo voorzichtig mogelijk de tweede kogel in den anderen

ring gelegd. Wij verwachtten nu dat het geluid der viool merkbaar zou verzwakken als de eene kogel uit den rechter ring werd genomen en tegelijkertijd de andere in den linker ring werd gelegd. Het is ons echter niet mogen gelukken langs dezen weg een vertrouwbare uitkomst te bereiken; in de eerste plaats ontstond er soms een rammelend geluid bij het verplaatsen der kogels en in de tweede plaats was de toon van de stalen snaar ook niet steeds van dezelfde intensiteit.

6. Het resultaat, dat uit onze proefnemingen moet worden afgeleid, is dus, dat de vioolkam zoowel een parallelle als een transversale beweging volbrengt, en dat de kleur van den toon, dien de viool geeft, belangrijk wordt gewijzigd, als men een der beide bewegingen van intensiteit doet veranderen terwijl men de andere beweging zooveel mogelijk ongewijzigd laat.

Hiermee hebben wij tevens de fysische verklaring gegeven van de werking der sordine, en eveneens van den invloed, dien het gebruik van een te dikken of een te dunnen kam op het geluid der viool heeft.

Gewoonlijk beschrijft men de werking der sordine door haar „dempend” te noemen¹⁾. Wanneer echter de sordine slechts een algemeene demping of remming van de kambeweging veroorzaakte, dan zou het opzetten eener sordine alleen het geluid verzwakken en zou men, door zacht op een viool zonder sordine te strijken, hetzelfde effect moeten kunnen verkrijgen als door sterk strijken op een viool met sordine. Dat is echter volstrekt niet het geval, zooals een ieder bekend is.

Delft, November 1909.

¹⁾ BARTON. “Textbook on sound”, Bldz. 419: „The mute is a small apparatus of wood or metal which fits on the bridge, and thus deadens the sound considerably”.

Scheikunde. — De Heer FRANCHIMONT biedt eene mededeeling aan mede namens den Heer E. KRAMER: „*Over piperazinederivaten*”.

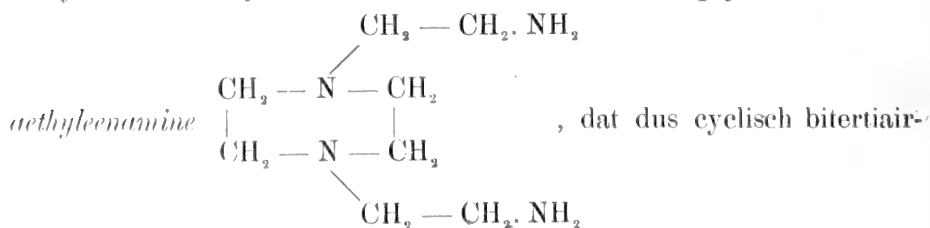
In October 1908 maakte W. A. VAN DORP JR. de resultaten van zijn onderzoek over piperazinederivaten bekend. Hij had o.a. gevonden dat door de werking van twee moleculen formaldehyde en twee moleculen cyaanwaterstof op piperazine *piperazino N(di) acetonitril* werd verkregen. Uit dit dinitril, dat in waterige oplossing geene verbinding met zuren gaf, bereidde hij het overeenkomstige amide, *piperazino N(di) acetamide*, dat zich wel met zuren bv. met chloorwaterstof (2 mol.) verbond en *piperazino N(di) azijnzuur*, dat eveneens met zuren verbindingen leverde. 't Gelukte hem niet esters van dit zuur te bereiden; dit stuitte nl. af op de onoplosbaarheid van de chloorwaterstofverbinding van het zuur in alcoholen.

Ons is het nu gelukt de esters van dit zuur te verkrijgen door uit te gaan van de verbinding van het zuur met zwavelzuur; deze verbinding bevat op één molecuul van het *piperazino N(di) azijnzuur* één molecuul zwavelzuur en twee moleculen water. Zij werd met veel zwavelzuur en alcohol verwarmd en gaf daarbij de zwavelzuurverbinding van den ester, die gekristalliseerd is en in water oplosbaar; door behandeling met basen of carbonaten onder aether of benzol wordt het zwavelzuur er aan onttrokken.

De *methylester van piperazino N(di) azijnzuur* is dan eene kleurlooze, gekristalliseerde stof, smeltende bij 63°, oplosbaar in water, ook in aether en in benzol. De *aethylester* is eveneens gekristalliseerd, smelt bij 47°.5, is gemakkelijk oplosbaar in water, alcohol, aether, ligroïne, zeer gemakkelijk in benzol en chloroform.

Beide verbinden zich, als tertiair amine, niet alleen met zuren maar ook met methyljodide, maar nemen slechts één molecuul daarvan op; deze verbindingen kristalliseeren zeer fraai, die van den methylester smelt bij 144°—145°, die van den aethylester bij 143°.

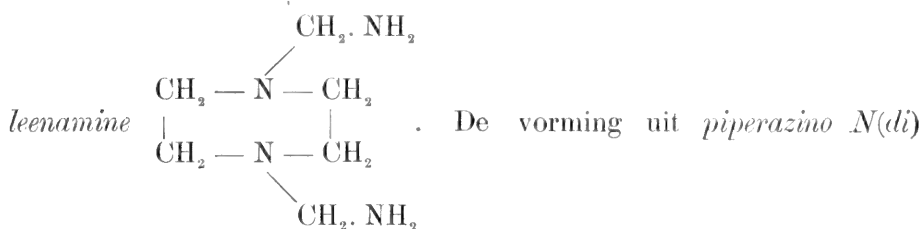
Ongeveer een jaar geleden had ik door reductie van het *piperazino N(di) acetonitril* met natrium en alcohol een fraai kristalliseerend amine gekregen, dat de carbylaminereactie gaf, en waarvan de chloorwaterstofzure en de platinichloorwaterstofzure verbinding bij analyse wezen op het verwachte amine nl. het *piperazino N(di)*



amine en tevens tweemaal primair-amine is, eene combinatie, die voor zoover ik tot nu toe kon nagaan, nog niet bekend is, en verder door ons onderzocht wordt.

Het geeft met water eene gekristalliseerde verbinding, die bij 63° smelt, (watervrij smelt het bij 40°—41°) en hygroscopisch is, en met NESSLER's reactief een wit neerslag voortbrengt. Met vier moleculen chloorwaterstof ontstaat een in water zeer oplosbare niet hygroscopische verbinding die geen water bevat en fraai kristalliseert.

Ook met vier moleculen pikrinezuur en met vier moleculen oxaalzuur ontstaan fraaie verbindingen. De eerste uit kokend water omgekristalliseerd vormt goudgele, glanzende schubjes, de tweede kleurlooze kristallen die in koud water moeilijk oplosbaar zijn. Met twee moleculen pikrylchloride levert het een in alle organische oplosmiddelen uiterst moeilijk oplosbaar pikrylderivaat dat zich bij $\pm 238^\circ$ ontleedt; het is alleen uit pyridine om te kristalliseeren en vormt bruingele kristallen. Ook een benzoylderivaat werd verkregen, waarover later. Daar dit amine zich in sommige opzichten vreemd gedroeg, kwam het ons wenschelijk voor nog een homolog er van te leeren kennen en vergelijkenderwijze te onderzoeken en kozen wij in de eerste plaats het lagere, dus: *piperazino N(di) methy-*



acetamide volgens de methode van HOFMANN, ook met de later aan-gebrachte wijzigingen, gelukte niet, en daarom werd tot eene andere overgegaan nl. uit 't overeenkomstige nitril door reductie met natrium en alcohol. Dit nitril was nog onbekend, wel kende men het daarbij behoorende amide nl. het dicarbamino-piperazine of *piperazino N(di) carbonylamide* (*piperazyldi-ureum*) en de esters van het daarbij behoorende zuur, *dicarboxalkylpiperazine* (*piperazyldiurethaan*). Het bewuste nitril is het *N(di) cyaanpiperazine* of *piperazino N(di) formonitril*. Het werd bereid uit broomcyaan en piperazine in waterige oplossing onder toevoeging van alkali. Het is in koud water moeilijk oplosbaar doch gemakkelijker dan zijn hooger homolog, onoplosbaar in aether, en kristalliseert uit alcohol in paarlmoer-glanzende blaadjes met het smeltpunt 168°, uit water in lange platte kristallen met sterken glans, in vorm gelijkende op de bekende gipstweelingen. Dit nitril geeft in benzolische oplossing, evenals zijn

homoloog, met droog chloorwaterstof een wit hygroskopisch neerslag, dat wel een verbinding met HCl zal zijn; met methyljodide verbindt 't zich niet en ook niet met benzol (zooals het homoloog); in water met oxaalzuur wordt geene verbinding gevormd.

Door reductie van dit nitril met natrium en alcohol hebben wij het verwachte amine gekregen, dat fraai met water kristalliseert. Ook de verbindingen met chloorwaterstof, met pikrinezuur en oxaalzuur, alsmede het pikryl- en benzoylderivaat zijn bereid en zullen in het Recueil des Travaux chimiques later beschreven worden.

Hier zij alleen nog vermeld dat het amine door koking met verdund zwavelzuur niet ontleed wordt, althans geen ammoniak en geen formaldehyde levert, zooals men misschien van een methyleendiamine derivaat, zooals 't toch eigenlijk ook is, verwachten zou.

Wiskunde. — De Heer W. KAPTEYN biedt eene mededeeling aan van den Heer M. J. VAN UVEN: „*Over de banen eener door infinitesimale iteratie verkregen functie in haar complexe vlak*”.

(Mede aangeboden door den Heer HENDR. DE VRIES).

Wanneer een functie $y = \varphi(x)$ geïtereerd wordt, zal elke iteratie $y_n = \varphi_n(x)$ tot een conforme afbeelding van de complexe vlakken van x en y_n aanleiding geven.

Stelt men zich voor, dat $y = \varphi(z)$ is opgebouwd door infinitesimale iteratie van de functie $\lim_{m \rightarrow \infty} y_1 = \lim_{m \rightarrow \infty} \varphi_{\frac{1}{m}}(x)$, zoodat y_n ook beteekenis krijgt voor gebroken en onmeetbare waarden van n , dan zal de conforme afbeelding van $y = \varphi(x)$ geleidelijk uit de identiteit, behoorende bij $y_0 = \varphi_0(x) = x$, ontstaan.

We beschouwen nu een vlak V_0 , als complex vlak van de grootheid x en plaatsen het complexe vlak V_1 van de grootheid $y = \varphi(x)$ evenwijdig met V_0 op een afstand h , en wel zoo, dat de reële assen en de imaginaire assen elkaars orthogonale projectie zijn. Aan elk punt x van V_0 worden dan door de functie $y = \varphi(x)$ een of meer punten y van V_1 toegevoegd. Door overeenkomstige punten x en y door stralen te verbinden ontstaat dan een stralencongruentie, die als beeld van de functie $y = \varphi(x)$ kan dienen.

Voor 't geval $y = \varphi(x) = x$ was, zouden we op deze wijze de stralencongruentie verkrijgen, die gevormd wordt door alle normalen op de vlakken V_0 en V_1 , als vertegenwoordigster van de identiteit.

Laat men nu de functie $y = \varphi(x)$ geleidelijk uit de identiteit ontstaan, dan zal bij elk stadium van het wordingsproces een bepaalde

stralencongruentie behooren. Al deze stralencongruenties vormen te zamen een stralencomplex. Het is duidelijk, dat de wording van de functie $y = \varphi(x)$ nu afgebeeld zal worden door dit stralencomplex.

Onderzoeken we allereerst de complexkegels der punten van V_0 . Een punt $x = u + iv$ van dit vlak is de top van een kegel, die in elk geval de normaal in x op V_0 onder zijn beschrijvende lijnen telt; deze ribbe snijdt nl. het vlak V_1 in $y = u + iv = x$.

De snijkromme van dezen complexkegel met V_1 zal gaan door het punt $z = x$ en alle punten welke de waarden voorstellen, die $y_n = \varphi_n(x)$ aanneemt, wanneer n van 0 tot 1 toeneemt. Deze snijkromme geeft ons derhalve eveneens een beeld van de wordingsgeschiedenis van $\varphi(x)$. Het spreekt van zelf, dat we de iteratie ook voorbij $y = \varphi(x)$ kunnen voortzetten en evenzeer, dat we ook negatieve waarden van n kunnen beschouwen. De geheele complexkegel omvat dus feitelijk alle functies $y_n = \varphi_n(x)$, waarbij n varieert van $-\infty$ tot $+\infty$. Ook de snijkromme zal, als geheel beschouwd, alle waarden bevatten van de functie $y_n = \varphi_n(x)$, waarbij x standvastig is en n loopt van $-\infty$ tot $+\infty$. Elke waarde van x bezit dan haar eigen complexkegel en dus ook haar eigen snijkromme. Wij zullen deze snijkromme aanduiden met de *baan* $x \rightarrow y_n$.

We hadden den groei van $\varphi(x)$ ook kunnen voorstellen door het vlak V_1 langzamerhand uit V_0 te doen ontstaan, en wel door den afstand der vlakken gelijkmatig te laten toenemen van 0 tot h , zoodat $\varphi_n(x)$ afgebeeld wordt in het vlak V_n ter hoogte nh boven V_0 . Denken we ons dan in elk vlak V_n het bij een zeker beginpunt $x = u + iv$ behorende beeldpunt $y_n = \varphi_n(x)$ geconstrueerd, dan zullen al deze punten in hun geleidelijke opeenvolging een ruimtekromme vormen. Elk der ∞^2 punten x van V_0 geeft dan aanleiding tot een dergelijke *ruimtekromme* en de functie $y = \varphi(x)$ met haar verschillende ontwikkelingsstadia wordt zoodoende vertegenwoordigd door een *congruentie van ruimtekrommen*.

Het is duidelijk, dat de orthogonale projectie van de ruimtekromme van x op het vlak V_1 samenvalt met de baan $x \rightarrow y_n$.

We zullen ons voorloopig alleen bezighouden met de studie van zulk een baan $x \rightarrow y_n$.

Het vinden van de baan $x \rightarrow y_n$ komt neer op het oplossen van de functionaalvergelijking van ABEL. We hebben nl. die functie $f(x)$ van x te zoeken, die met n toeneemt, als x vervangen wordt door $y_n = \varphi_n(x)$; deze functie neemt bij het iteratieproces met *reële* bedragen toe, d. w. z. de grootheid $\xi = f(x) = U + iV$ beschrijft in haar complexe vlak de rechte $V = c$ evenwijdig aan de reële as.

Kennen we eenmaal den vorm der functie $\zeta = f(x)$, dan kennen we ook de baan van de grootheid $x = f^{-1}(\zeta)$.

De waarde van V en de beginwaarde ($n = 0$) van het reële deel U van ζ vertegenwoordigen samen twee willekeurige constanten, waarover eerst beschikt wordt als we de aanvangswaarde van x kiezen.

We zullen het loopende punt (y_n) van de baan $x \rightarrow y_n$ met z aanduiden, terwijl we x door z_0 zullen aanwijzen; we hebben dan

$$f(z) = f(z_0) + n$$

of

$$U + iV = U_0 + iV_0 + n,$$

zoodat

$$U = U_0 + n, \quad V = V_0.$$

De keuze van het beginpunt z_0 bepaalt nu de waarden U_0 en V_0 .

Bij het uitwerken van enkele voorbeelden zullen we niet overal den zoeven geschetsten systematischen weg volgen, daar deze in eenvoudige gevallen noodeloos omslachtig is.

Naar aanleiding van de gebroken lineaire functie $y = \frac{ax + \beta}{\gamma x + \delta}$ merken

we op, dat deze reeds grondig bestudeerd is geworden door POINCARÉ¹⁾ en KLEIN²⁾, welke laatste ook complexe waarden van α , β , γ en δ in de beschouwing heeft opgenomen. Ook KLEIN laat de functie

$y = \frac{ax + \beta}{\gamma x + \delta}$ geleidelijk uit x ontstaan en beschouwt de daarbij be-

schreven baan. Bij de niet-parabolische gevallen bouwt hij de functie op door infinitesimale iteratie in den door ons bedoelden zin. Bij het parabolische geval daarentegen neemt hij als parameter van de functie in haar baan niet den iteratieindex n , maar een complex veelvoud daarvan. Tengevolge hiervan is de door KLEIN gevonden baan van z een weinig verschillend van de onze. Hoewel we na het constateeren en vereffenen van dit verschil zouden kunnen volstaan met een verwijzing naar de resultaten van KLEIN, willen we toch iets langer

bij de functie $y = \frac{ax + \beta}{\gamma x + \delta}$ stilstaan, te meer daar wij, in afwijking van KLEIN, die eerst eenvoudige gevallen behandelt en daarop het transformatiebeginsel der cirkelverwantschap toepast, onmiddellijk het meest algemeene geval zullen onderzoeken.

Voorbeelden:

$$I. \quad y = x + \beta, \quad y_n = x + n\beta \quad \text{of} \quad z = z_0 + n\beta.$$

¹⁾ POINCARÉ. Acta Mathematica I (1882), p. 1.

²⁾ KLEIN - FRICKE. Vorl. ü. d. Theorie der Ell. Modulfunktionen (TEUBNER, 1890), p. 165.

Het punt z beschrijft de *rechte lijn* welke de punten $z = z_0$ en $z = z_0 + \beta$ verbindt, zóó, dat de afstand van z tot z_0 evenredig is met n .

II. $y = ax$, $y_n = a^n x$ of $z = a^n z_0$.

Stellen we $z = \varrho e^{i\theta}$, $z_0 = \varrho_0 e^{i\theta_0}$, $a = \sigma e^{i\tau}$, dan geldt

$$\varrho e^{i\theta} = \sigma^n e^{in\tau} \varrho_0 e^{i\theta_0},$$

waaruit volgt

$$\varrho = \sigma^n \varrho_0, \quad \theta = \theta_0 + n\tau \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

of

$$\varrho = \varrho_0 \sigma^{\frac{\theta - \theta_0}{\tau}} = c e^{i\theta}.$$

Het punt z beschrijft een *logarithmische spiraal* om den oorsprong. De poolhoek θ neemt gelijkmatig met n toe, of m. a. w., de poolhoek θ groeit *arithmetisch-gelijkmatig*; het is duidelijk, dat de voerstraal ϱ *geometrisch-gelijkmatig* toeneemt.

Is a reëel, dan is $\tau = 0$. De tweede vergelijking (1) leert dan, dat de poolhoek constant blijft, zoodat het punt z zich beweegt op de *verbindingslijn* van O en z_0 en wel met geometrisch-gelijkmatige toename van ϱ .

Is $\text{mod } a = 1$, dan is $\sigma = 1$. De eerste vergelijking (1) wijst dan aan, dat de voerstraal constant blijft, zoodat het punt z den *cirkel* om O als middelpunt beschrijft, die 't punt z_0 bevat. De poolhoek θ neemt arithmetisch-gelijkmatig toe.

Is τ meetbaar met π , d. w. z. is a een wortel uit de eenheid, dan voert $y = ax$ na een geheel aantal iteraties tot x terug.

$$\text{III. } y = ax + \beta, \quad f(x) = \frac{\log \left(x + \frac{\beta}{a-1} \right)}{\log a}.$$

$$f(x) = \frac{-\infty}{\log a} \text{ voor } x = -\frac{\beta}{a-1} = g, \quad \text{dus } f(z) = \frac{\log(z-g)}{\log a}.$$

Verleggen we den oorsprong naar g en noemen we dienovereenkomstig $z - g = \varrho' e^{i\theta'}$, dan vinden we voor de baan van z de *logarithmische spiraal* $\varrho' = c e^{i\theta'}$ om het punt g . Is a echter reëel, dan beschrijft z de *rechte* van z_0 naar $az_0 + \beta$, welke lijn ook het punt $g = -\frac{\beta}{a-1}$ bevat. Is daarentegen $\text{mod } a = 1$, dan is de baan van z een *cirkel* om g als middelpunt.

$$\text{IV. } y = \frac{ax + \beta}{\gamma x + \delta}, \quad \text{waarbij } (a-\delta)^2 + 4\beta\gamma \geq 0.$$

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} \log \frac{px+1}{qx+1}, \quad \text{waarin}$$

$$\lambda = \log \frac{(\alpha + \delta) + \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}}{(\alpha + \delta) - \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}} = \log \frac{\{(\alpha + \delta) + \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}\}^2}{4(\alpha\delta - \beta\gamma)},$$

$$p = \frac{(\alpha - \delta) + \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}}{2\beta}, \quad q = \frac{(\alpha - \delta) - \sqrt{(\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma}}{2\beta}.$$

We zullen als algemeen geval aannemen, dat α, β, γ en δ alle complex zijn; dan zullen λ, p en q ook complex zijn.

$$f(z) = \frac{1}{\lambda} \log \frac{pz+1}{qz+1} = \frac{1}{\lambda} \log \frac{p}{q} + \frac{1}{\lambda} \log \frac{z+p^{-1}}{z+q^{-1}} = \frac{1}{\lambda} \log \frac{p}{q} + \frac{1}{\lambda} \log \frac{z_0+p^{-1}}{z_0+q^{-1}} + n.$$

Uit

$$\log \frac{z+p^{-1}}{z+q^{-1}} = \log \frac{z_0+p^{-1}}{z_0+q^{-1}} + \lambda n \dots \dots \dots (2)$$

volgt, dat bij een oneindige waarde van n z òf de waarde $-p^{-1}$ òf de waarde $-q^{-1}$ aanneemt. We zullen de punten $z = -p^{-1}$ en $z = -q^{-1}$ de *grenspunten* noemen en stellen $-p^{-1} = g', -q^{-1} = g''$.

Onze vergelijking (2) wordt derhalve

$$\log \frac{z-g'}{z-g''} = \log \frac{z_0-g'}{z_0-g''} + (\mu + i\nu)n, \dots \dots \dots (3)$$

waarbij we dus λ hebben vervangen door .

Kiezen we g' en g'' tot hulpoorsprongen en noemen we

$$z-g' = z' = \varrho' e^{i\theta'}, \quad z-g'' = z'' = \varrho'' e^{i\theta''},$$

dan vinden we uit (3)

$$\log \frac{\varrho'}{\varrho''} + i(\theta' - \theta'') - \log \frac{\varrho'_0}{\varrho''_0} - i(\theta'_0 - \theta''_0) = \mu n + i\nu n,$$

waaruit door scheiding van het reële en het imaginaire volgt

$$\log \frac{\varrho'}{\varrho''} - \log \frac{\varrho'_0}{\varrho''_0} = \mu n, \quad (\theta' - \theta'') - (\theta'_0 - \theta''_0) = \nu n, \dots \dots (4)$$

of

$$\frac{\varrho'}{\varrho''} = \frac{\varrho'_0}{\varrho''_0} e^{\mu n}, \quad \theta' - \theta'' = \theta'_0 - \theta''_0 + \nu n. \dots \dots (5)$$

Eliminatie van n voert, wanneer μ en ν geen van beide nul zijn, tot

$$\varrho' e^{-\frac{\mu}{\nu} \theta'} : \varrho'' e^{-\frac{\mu}{\nu} \theta''} = \varrho'_0 e^{-\frac{\mu}{\nu} \theta'_0} : \varrho''_0 e^{-\frac{\mu}{\nu} \theta''_0} = C. \dots \dots (6)$$

Door te stellen

$$\varrho' = c' e^{\frac{\mu}{\nu} \theta'}, \quad \varrho'' = c'' e^{\frac{\mu}{\nu} \theta''}, \dots \dots \dots (7)$$

vinden we

$$c' = C c'', \dots \dots \dots (8)$$

De vergelijkingen (7) en (8) bepalen samen een z.g. *logarithmische dubbelspiraal*¹⁾, met de punten g' en g'' tot polen.

Uit de tweede vergelijking (5) volgt, dat de hoek $\theta' - \theta'' = \varphi$ tusschen de beide hulpvoerstralen $g'z$ en $g''z$ arithmetisch-gelijkmatig aangroeit, terwijl de eerste vergelijking (5) leert, dat het quotient der hulpvoerstralen geometrisch-gelijkmatig toeneemt.

Voor 't geval α , β , γ en δ reëel zijn, treden er eenige vereenvoudigingen op.

We zullen drie gevallen onderscheiden.

$$A. (\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma > 0, \alpha\delta - \beta\gamma < 0.$$

De grootheden p en q zijn reëel, dus de punten g' en g'' liggen op de reëele as. Verder hebben we $e^\lambda < 0$, zoodat $v = \pi$.

De baan van z is derhalve een *logarithmische dubbelspiraal*, waarvan de beide polen op de reëele as liggen.

Een bijzonder geval wordt geleverd door de voorwaarde $\alpha + \delta = 0$, of $\mu = 0$.

Uit de eerste vergelijking (5) volgt nu, dat het quotient der hulpvoerstralen constant is, zoodat het punt z een cirkel van APOLLONIUS van den driehoek $g'g''z_0$ beschrijft, terwijl de hoek $g'zg''$ gelijkmatig met n toeneemt.

Een voorbeeld van dit laatste geval levert $y = \frac{1}{x}$; hier is $g' = +1$, $g'' = -1$.

$$B. (\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma > 0, \alpha\delta - \beta\gamma > 0.$$

De punten g' en g'' liggen op de reëele as, terwijl $e > 0$, dus $v = 0$.

Nu leert de tweede vergelijking (5), dat $\theta' - \theta'' = \varphi$ constant is, zoodat het punt z den cirkel beschrijft, die door g' , g'' en z_0 gaat.

Alle ∞^2 beginpunten z_0 geven dus te zamen alle ∞ exemplaren van den cirkelbundel, waarvan g' en g'' de grondpunten zijn.

Denken we ons het punt z op zijn baan bepaald als snijpunt van deze baan met een element van den toegevoegden cirkelbundel, dat de reëele as o. a. in een punt s snijdt, dan geldt blijkbaar $g'z : g''z = g's : g''s$, zoodat de vergelijking (5) uitdrukt, dat het quotient $g's : g''s$ geometrisch-gelijkmatig toeneemt. Deze eigenschap stelt ons in staat gemakkelijk de bij gegeven waarden van n behorende punten z te construeeren. Verder geldt nog $g' = z_{-\infty}$ en $g'' = z_{+\infty}$.

$$C. (\alpha - \delta)^2 + 4\beta\gamma < 0.$$

De punten g' en g'' liggen, daar p en q toegevoegd complex zijn, symmetrisch t. o. van de reëele as. Aangezien mod. $e^\lambda = 1$ is, hebben

1) Voor de logarithmische dubbelspiralen raadplege men: HOLZMÜLLER, Über die logarithm. Abbildung etc. Zeitschr. f. Math. u. Physik. Bd. 16. (1871), p. 281.

we $\mu = 0$. De verhouding $\varrho' : \varrho''$ is nu constant, zoodat het punt een cirkel van APOLLONIUS van $\Delta g'g''z_0$ beschrijft, d. w. z. een exemplaar van den cirkelbundel, die g' en g'' tot punteirkels heeft. We kunnen het punt z weer beschouwen als te zijn ontstaan door snijding van de baan met een cirkel van den toegevoegden cirkelbundel. Daar de hoek $g'zg''$ gelijkmatig met n toeneemt, kunnen we met behulp van den toegevoegden cirkelbundel gemakkelijk de bij bepaalde waarden van n behoorende punten z construeeren. Het is duidelijk, dat de baan van z bij onbepaalde toename van n ontelbare malen beschreven wordt, zoodat de functie $\varphi_n(x)$ als functie van n een reële periode heeft. Is ν meetbaar met π , dan is deze periode een meetbaar getal.

Geldt in het bijzonder $a + \delta = 0$, dan is $\nu = \pi$. Dit geval is o. a. verwezenlijkt in de functie $y = \frac{-1}{x}$; hier is $g' = i$, $g'' = -i$.

$$V. \quad y = \frac{ax + \beta}{\gamma x + \delta}, \text{ waarbij } (a - \delta)^2 + 4\beta\gamma = 0.$$

Hier zijn we in het *parabolische* geval.

$$f(x) = \frac{ax + \beta}{\frac{a - \delta}{2}x + \beta},$$

of, als we $-\frac{\beta}{a} = a$, $\frac{-2\beta}{a - \delta} = \frac{a - \delta}{2\gamma} = g$ stellen,

$$f(x) = \frac{2a}{a - \delta} \cdot \frac{x - a}{x - g},$$

dus

$$f(z) = \frac{2a}{a - \delta} \cdot \frac{z - a}{z - g} = \frac{2a}{a - \delta} \cdot \frac{z_0 - a}{z_0 - g} + n,$$

zoodat

$$\frac{z - a}{z - g} = \frac{z_0 - a}{z_0 - g} + \frac{a - \delta}{2a} \cdot n = \frac{z_0 - a}{z_0 - g} + (\mu + i\nu)n. \quad \dots \quad (9)$$

Het verschil tusschen onze methode en die van KLEIN komt nu daaruit voort, dat KLEIN de grootheid $\frac{a - \delta}{2a} \cdot n$ reëel laat toenemen.

Kiezen we a en g als hulpoorsprongen en stellen we $z - a = z' = \varrho' e^{i\theta'}$, $z - g = z'' = \varrho'' e^{i\theta''}$, dan krijgt de vergelijking (9) de gedaante

$$\frac{\varrho'}{\varrho''} e^{i(\theta' - \theta'')} = \frac{\varrho'_0}{\varrho''_0} e^{i(\theta'_0 - \theta''_0)} + (\mu + i\nu)n$$

of

$$\frac{\varrho'}{\varrho''} \{ \cos(\theta' - \theta'') + i \sin(\theta' - \theta'') \} = \frac{\varrho'_0}{\varrho''_0} \{ \cos(\theta'_0 - \theta''_0) + i \sin(\theta'_0 - \theta''_0) \} + (\mu + i\nu)n,$$

waaruit volgt

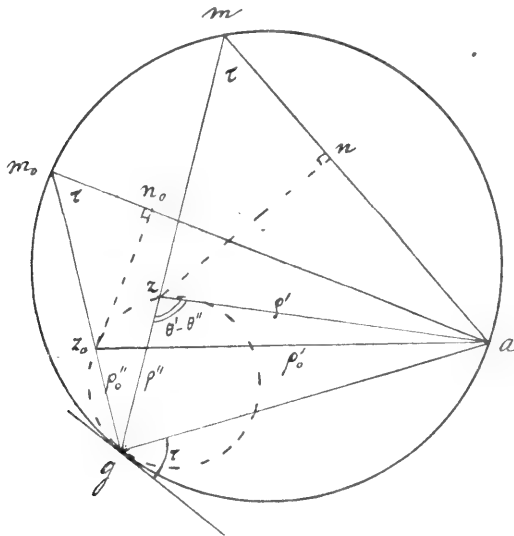
$$\left. \begin{aligned} \frac{\varrho'}{\varrho''} \cos(\theta' - \theta'') &= \frac{\varrho'_0}{\varrho''_0} \cos(\theta'_0 - \theta''_0) + \mu n, \\ \frac{\varrho'}{\varrho''} \sin(\theta' - \theta'') &= \frac{\varrho'_0}{\varrho''_0} \sin(\theta'_0 - \theta''_0) + \nu n. \end{aligned} \right\} \dots \dots (10)$$

Stellen we $\mu = \sigma \cos \tau$, $\nu = \sigma \sin \tau$ (m.a.w. $\frac{\alpha - \delta}{2\alpha} = \sigma e^{i\tau}$), dan vinden we uit (10) door eliminatie van n :

$$\frac{\varrho'}{\varrho''} \sin(\theta' - \theta'' - \tau) = \frac{\varrho'_0}{\varrho''_0} \sin(\theta'_0 - \theta''_0 - \tau) = c. \dots \dots (11)$$

Het is duidelijk, dat de baan, zooals KLEIN die gevonden heeft, uit de onze volgt door $\tau = 0$ te stellen. De baan van KLEIN kan dus als iteratiebaan dienen voor reële waarden van de grootheid $\frac{\alpha - \delta}{2\alpha}$, dus van $\frac{\delta}{\alpha}$.

Om de door de vergelijking (11) bepaalde kromme te onderzoeken, stellen we ons den cirkel voor, welke door g en a gaat, en waarvan de boog ga 2τ bedraagt, zoodat men uit elk punt van den supplementairen boog de lijn ga onder den hoek τ ziet.



Verbinden we g met z_0 en z , dan zullen de verbindingslijnen den cirkel ontmoeten in m_0 en m .

Nu is $\angle gma = \angle gm_0a = \tau$.

Verder is $\angle zam = \theta' - \theta'' - \tau$, $\angle z_0am_0 = \theta'_0 - \theta''_0 - \tau$.

Laten we de loodlijnen $z_0 n_0$ en zn op am_0 en am neer, dan is $z_0 n_0 = \rho'_0 \sin(\theta'_0 - \theta''_0 - \tau)$ en $zn = \rho' \sin(\theta' - \theta'' - \tau)$.

De vergelijking (11) eischt nu

$$\frac{zn}{zg} = \frac{z_0 n_0}{z_0 g} \quad \text{of} \quad \frac{zg}{z_0 g} = \frac{zn}{z_0 n_0} = \frac{zm}{z_0 m_0}.$$

Het blijkt dus, dat men van de punten m tot de punten z komt, door de koorden gm in een bepaalde reden te verkleinen of te vergrooten.

De baan van z is derhalve een cirkel, die den hulpcirkel (m) in g aanraakt, welks raaklijn in g zoodoende den hoek τ met de lijn ga maakt.

Zijn de grootheden α, β, γ en δ reëel, dan zijn a en g reëel, terwijl $v = 0$, dus ook $\tau = 0$ is. De punten a en g liggen derhalve op de reëele as en de baan van z raakt de reëele as in het grenspunt g . Is daarentegen $\mu = 0$, dan ligt het middelpunt van de baan op de lijn ga .

De wijze waarop z met n verandert kunnen we aflezen uit de vergelijkingen (10).

Denken we ons het punt z geleverd door den cirkel, die door g en z gaat en wiens middelpunt op ga ligt, dan leert de eerste vergelijking (10), dat de *reciproke* waarde van den straal van dien cirkel arithmetisch-gelijkmatig aangroeit, dat m. a. w. de stralen der cirkels door g , wier middelpunten op ga liggen en die door de punten z_1, z_2 enz. gaan, een *harmonische reeks* vormen. Stellen we ons daarentegen voor, dat het punt z geconstrueerd wordt als snijpunt van zijn baan met den cirkel door z , die de lijn ga in g aanraakt, dan volgt gemakkelijk uit de tweede vergelijking, dat ook de *reciproke* waarde van den straal van dezen cirkel arithmetisch-gelijkmatig aangroeit, dat m.a.w. de stralen der cirkels, die ga in g raken en door de punten z_1, z_2 enz. gaan, een *harmonische reeks* vormen.

Het is duidelijk, dat voor het geval α, β, γ en δ reëel zijn, dus $v = 0$ en $\tau = 0$ is, alleen de eerste bepaling van den gang van z dienen kan, terwijl in het geval $\mu = 0$ slechts de tweede bepaling haar geldigheid behoudt.

$$VI. \quad y = ax^x, \quad y_n = ax^{x^n}, \quad f(x) = \frac{\log \log x}{\log a}.$$

$$f(z) = \frac{\log \log z}{\log a} = \frac{\log \log z_0}{\log a} + n.$$

Stellen we $\log a = \mu + iv$, dan hebben we

$$\log \log z = \log \log z_0 + (\mu + i\nu) n,$$

dus

$$\log z = \log z_0 \cdot e^{\nu n} (\cos \nu n + i \sin \nu n),$$

of

$$\log \varrho + i\theta = (\log \varrho_0 + i\theta_0) e^{\nu n} (\cos \nu n + i \sin \nu n), \quad . . . \quad (12)$$

waaruit volgt

$$\left. \begin{aligned} (\log \varrho)^2 + \theta^2 &= \{(\log \varrho_0)^2 + \theta_0^2\} e^{2\nu n}, \\ \frac{\log \varrho}{\theta} &= \frac{\log \varrho_0 \cos \nu n - \theta_0 \sin \nu n}{\log \varrho_0 \sin \nu n + \theta_0 \cos \nu n}. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Uit deze vergelijkingen volgt door eliminatie van n de baan van z .

Voor 't geval a positief, dus $\nu = 0$ is, gaat de tweede vergelijking (13) over in

$$\frac{\log \varrho}{\theta} = \frac{\log \varrho_0}{\theta_0} = \alpha,$$

of

$$\varrho = e^{2\theta \alpha}.$$

De baan van z is in dit geval een logarithmische spiraal om den oorsprong, welke *onafhankelijk* is van a .

Is $\text{mod } a = 1$, dan is $\mu = 0$, zoodat de eerste vergelijking (13) ons leert, dat

$$(\log \varrho)^2 + \theta^2 = (\log \varrho_0)^2 + \theta_0^2 = \tau^2$$

of

$$\varrho = e^{\pm \sqrt{\tau^2 - \theta^2}}.$$

Deze kromme is eveneens onafhankelijk van het argument van a .

De functie $y = x^{-1}$, die we aan den eenen kant onder IV A, $\mu = 0$ hebben beschouwd en die toen voor de baan van z een cirkel opleverde, kunnen we ook onder de laatst-behandelde rubriek rangschikken. Vatten we nu $y = x^{-1}$ op als een bijzonder geval van $y = x_\alpha$ ($\text{mod. } a = 1$, $\text{arg. } a = \pi$), dan vinden we voor de baan van z een geheel andere kromme lijn.

Op deze merkwaardige eigenschap van $y = x^{-1}$ hopen we later uitvoeriger terug te komen.

De Heer KOORDERS bedankt bij zijn vermoedelijk spoedig a. s. vertrek naar Indië voor den steun van het Bestuur en de botanische leden ondervonden en verzoekt, met het oog op zijn vertrek, zijne vroeger aangeboden verhandelingen, getiteld: „Beiträge zur Kenntniss der Flora von Java N^o. VII—XII” te mogen terugontvangen, één dezer, nl. zijn stuk over de Fagaceae, in het Verslag dezer Vergadering te doen opnemen. Aldus wordt besloten.

Plantenkunde. — De Heer S. H. KOORDERS biedt een mededeeling aan: „*Pflanzengeographischer Überblick über die Fagaceae von Java.*” (*Beitrag zur Kenntnis der Flora von Java N^o. VII.*)¹⁾

Einleitung. — Obwohl die *Fagaceae* (= Cupuliferae) des Malayischen Archipels im allgemeinen und von Java im besonderen in systematisch-botanischer Hinsicht mehrfach von verschiedenen Forschern u. a. BLUME, KORTHALS, MIQUEL, OUDEMANS, VON SEEMEN behandelt worden sind, fehlt bisher auch in JUNGHUHN'S Hauptwerk Java, eine kritische, zusammenfassende *pflanzengeographische* Beschreibung der javanischen Arten dieser Familie.

Die folgenden Zeilen stützen sich in phyto-geographischer Hinsicht fast ausschliesslich auf die auf zahlreichen Reisen in Java von mir in den Jahren 1888—1903 gemachten pflanzengeographischen Beobachtungen. Dieselben sind nur teilweise und nur zerstreut publiziert worden in KOORDERS en VALETON Bijdrage Booms.-Java. X. (in Mededeel. Lands Plantentuin LXVIII, 1904, p. 1—65). Letztere Publikation ist auf das von mir auf den genannten Reisen gesammelte Herbar

¹⁾ Beitrag N^o. VI ist erschienen in Proceedings 26 June 1909, p. 119. — Als Nachtrag zu meinem Beitrag N^o. IV, (in Verslag l.c. 23 April 1909) S. 948—955 sei Folgendes erwähnt: S. 951. Zeile 11, v.o. *anstatt*: SMITH! *setze*: SMITH? und füge hinzu: Authentisches Material von *Aporosa campanulata* J. J. SMITH stand mir auch jetzt in Leiden noch nicht zur Verfügung. — S. 951, u. s. w. *anstatt*: *Mallotus campanulatus*... tab. 209, *setze*: *Aprosa campanulata*... tab. 229. — S. 954. Zeile 13, 14, v. u. *anstatt*: von Herrn J. J. SMITH... im Jahre 1907 beschriebene, *setze*: von Herrn Dr. J. G. BOERLAGE... im Jahre 1891 im Leidener Herbar beschriebene (aber nicht von ihm publizierte) am 12. IX. 1891 von mir auf dem Slamats gesammelte, auf S. 951 erwähnte Baum-species. — S. 955 füge hinzu: Herr J. J. SMITH hat in Verslag l.c. 30 Oct 1909 S. 359—361, wie mir scheint, mit Recht hervorgehoben, dass seine *Aporosa campanulata* eine gute Art ist und dass dieselbe, im Gegensatz zu meiner Vermutung, nicht synonym ist mit *Distylium stellare* O. KTZE. Die von Herrn J. J. SMITH l.c. 360 für *Distylium stellare* erwähnten Fundorte bestätigen meine früheren Angaben über die Verbreitung dieser Art auf Java. Aber der von ihm l.c. S. 361 Zeile 4 v. o. für seine *Aporosa campanulata*, leider ohne Zitierung meiner Herbarnummern, angegebene grösste Meereshöhe „bei Pringombo 1800 m. ü. M.” halte ich für einen Schreib- oder Druckfehler, denn der von ihm zitierte „Wald” liegt zwischen 800—1000 m. ü. M. und nicht 1800 m. ü. M. — S. H. K.

begründet, während mit Bezug auf die Benennung und Begrenzung der Species, sowohl bei jener, wie auch in der jetzigen Publikation von Herrn O. VON SEEMEN gütigst ausgeführten Species-Bestimmungen von mir Gebrauch gemacht wurde.

Verbreitung auf Java. In horizontaler Richtung ist auf Java die Gattung *Quercus* weiter verbreitet als *Castanea*. Letztere Gattung fehlt in Mittel-Java östlich vom Ungaran und überall in Ost-Java, während *Quercus*-Arten sowohl in West- wie in Mittel- und Ost-Java vorkommen. Sowohl aus West-, wie auch aus Mittel- und Ost-Java sind mir folgende Arten bekannt: *Q. turbinata* Bl., *sundaica* Bl., *pruinosa* Bl., *spicata* Sm., *heliciiformis* v. Seemen, und *Teijsmanni*Bl.; folglich sind etwa nur 25% der Arten über die ganze Insel verbreitet. Nur aus West-Java sind bisher folgende Arten bekannt: *Q. pallida* Bl., *daphnoidea* Bl., *peculiformis* von Seemen, *conocarpa* Oudemans, *costata* Bl., *pyriformis* v. Seemen und *rotundata* Bl., folglich scheint 35% der Gesamtzahl auf den westlichen Teil der Insel beschränkt zu sein. Keine einzige Art von *Quercus* ist auf Ost-Java beschränkt. Von den in Ost- oder Mittel-Java vorkommenden Arten sind nur zwei species: *Q. platycarpa* Bl. und *Q. dolichocarpa* von Seemen bisher noch nicht in West-Java angetroffen worden. Im ganzen sind etwa 60% der in West-Java vorkommenden *Quercus*-Arten nicht auf den westlichen Teil der Insel beschränkt, sondern sie finden sich, wenn auch nur in geringerer Anzahl von Individuen auch weiter östlich, teilweise sogar bis in Oost-Java.

Bei der folgenden vergleichenden Betrachtung der verticalen Verbreitung der javanischen Eichen und Kastanien wähle ich die Jung-huhnsche Einteilung von Java in 4 Höhen-Regionen: I (0—650 m. ü. M.), II (650—1500 m. ü. M.), III (1500—2500 m. ü. M.) und IV (2500—3300 m. ü. M.).

In der letztgenannten Region IV findet sich nur eine einzige Art von *Quercus*, nämlich *Q. pruinosa* Bl. und dieselbe kommt nur am unteren Saum dieser Region, nämlich fast nur unterhalb 2600 m. ü. M. vor. Die Gattung *Castanea* fehlt in der Region IV auf Java vollständig.

In der Region III wachsen 10 *Quercus*-Arten also mehr als $\frac{2}{5}$ der Gesamtzahl von allen javanischen Eichen, sowie auch sämtliche Arten von *Castanea*. In dem oberen Teil dieser Region, oberhalb 2000 m. ü. M. wachsen noch die folgenden Arten: *Quercus lineata* Bl., *pruinosa* Bl., *pallida* Bl., *spicata* Sm. und *acuminatissima* DC. Die *Castanea*-Arten steigen in Java nicht höher als etwa 1800 m. ü. M. In der Region III von West-Java bilden die Eichen und Kastanien

einen wesentlichen Bestandteil des Hochwaldes, nicht nur weil ihre Gesamt-Artenzahl auf etwa 10 % der Gesamt-Artenzahl der dort wachsenden höheren Waldbäume veranschlagt werden darf, sondern auch weil dort in dieser Region von einigen der *Quercus*- und *Castanea*-Arten in demselben Walde häufig eine sehr grosse Anzahl von Individuen vorkommt. Dieses ist z. B. auf dem Gede oberhalb Tjibodas ca. 1500—1600 m. ü. M. mit folgenden Arten der Fall: *Quercus pseudomolucca* Bl., *induta* Bl. und *spicata* Sm., sowie *Castanea javanica* Bl., *argentea* Bl. und *Tunggurut* Bl.

In der Region II wachsen die 3 obenerwähnten *Castanea*'s und 22 *Quercus*-Arten nämlich: *Q. lineata* Bl. (auch in III), *turbinata* Bl., *gemelliflora* Bl., *semiserrata* Roxb., *pseudomolucca* Bl., (auch in III), *crassinerria* Bl., *sundaica* Bl. (auch in I und III), *pruinosa* Bl. (auch in III), *pallida* Bl. (auch in III), *spicata* Sm. (auch in I und III), *induta* Bl. (auch in III), *dolichocarpa* von Seemen (vermutlich auch in III), *Teijsmanni* Bl., *acuminatissima* DC. (auch in III), *Blumeana* Korth., *javanica* Miq., *costata* Bl. (auch in III), *pyriformis* von Seemen und *rotundata* Bl. Folglich wachsen in dieser Region II im ganzen etwa 80 % der Gesamtzahl der javanischen Fagaceae. Dei meisten Fagaceae wachsen in dem oberen Teil dieser Region, etwa von 1000—1500 m. ü. M. Nur wenige Arten gehen bis an die untere Grenze dieser Region, bis 650 m. ü. M. abwärts. Es sind dieses u. a. *Q. turbinata* Bl., *sundaica* Bl., *pruinosa* Bl. und *spicata* Sm.

In der untersten Region I (0—650 m. ü. M.) wachsen auf Java nur 7 Arten von *Quercus*, nämlich: *Q. turbinata* Bl. (in W. Java absteigend bis 200 m. ü. M.), *Q. sundaica* Bl. (in W. Java bis 100 m. ü. M. absteigend); *Q. spicata* Sm. (in Mittel-Java von mir auch bei 80 m. ü. M. beobachtet), *Q. daphnoidea* Bl. (in W. Java bis 100 m. ü. M. absteigend), *Q. platycarpa* Bl. (in Mittel-Java bis an die Küste c.a. 25 m. ü. M. herabsteigend), *Q. Blumeana* Korth. (in W. Java bis 100 m. ü. M. absteigend), und *Q. javensis* Miq. (nur bis 300 m. ü. M. absteigend).

Für die Region I (0—650 m. ü. M.) erwähnte JUNGHUHN [Java, deutsche Ausg. I (1852) 266, 360] nur folgende drei *Quercus*-Arten: *Q. litoralis* Bl., *sundaica* Bl. und *enclisacarpa* Korth. Mit dem letztgenannten Namen hat JUNGHUHN wahrscheinlich *Q. Blumeana* Korth.; andeuten wollen, denn so weit ich habe feststellen können wächst *Q. enclisacarpa* nicht auf Java, während, speciell in Region I die auch in der Fruchtzeit habituell sehr ähnlich aussehende *Q. Blumeana* nicht selten wildwachsend vorkommt. *Q. litoralis* Bl. halte ich für synonym mit der bereits von mir auch für Region I erwähnte *Q. spicata* Sm., während *Q. sundaica* Bl. auch schon oben von mir

für diese Region I aufgezählt worden ist. Folglich sind jetzt in ganzen in der heissen unteren Region von Java 4 Arten von *Quercus* mehr festgestellt worden als JUNGHUHN kannte. Ferner habe ich auch für die Gattung *Castanea* und zwar für sämtliche javanische Arten das Abwärtssteigen in die Region I von West-Java feststellen können. Folglich beträgt die Gesamtzahl der in der Region I (unterhalb 650 m. ü. M.) in Java wildwachsenden Arten von *Castanea* und *Quercus* zusammen etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamtzahl der javanischen Fagaceae. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Eichen und Kastanien auf Java in der Region I nicht in so kleiner Artenzahl vertreten sind, als man aus der Literatur schliessen könnte. Indessen muss ich hervorheben, dass die Zahl der Individuen, sowohl von *Quercus* wie auch *Castanea*, in der Region I im allgemeinen, auch in West-Java, sehr klein ist, ferner dass in Ost-Java keine einzige Art der *Fagaceae* bisher in der unteren Hälfte dieser Region I gefunden worden ist. Im allgemeinen steigen die *Fagaceae* in West-Java tiefer abwärts als in Mittel- und Ost-Java.

Nur zwei der in der Region I vorkommenden Eichen und Kastanien sind auf diese Region beschränkt, und zwar: *Q. daphnoidea* Bl. und *Q. platycarpa* Bl. Diese beiden Arten sind mir nur unterhalb 400 m. ü. M. aus West-Java bekannt. Die übrigen Fagaceae der Region I steigen aber bis in die Region II oder auch, wie z. B. *Q. sundaica* Bl., *pruinosa* und *spicata* Sm. auch in die Region III, während nur *Q. spicata* bis in den unteren Saum der höchsten Region heraufsteigt.

Verbreitung ausserhalb Java. Alle drei javanische Arten von *Castanea* scheinen auch ausserhalb Java vorzukommen und zwar von Java bis Hinterindien, z. T. auch in Borneo und Sumatra, z. T. auch in Bangka. Die Gattung *Castanea* scheint im östlichen Teil des Malayischen Archipels vollständig zu fehlen. In Nordost Celebes fand ich mehrere Arten von *Quercus*, jedoch keine einzige Art von *Castanea*.

Eine Art von *Quercus* ist bisher nur vom Himalaya und von Java bekannt nämlich *Quercus lineata* Bl. Einige Arten dieser Gattungen sind mir bisher ausschliesslich von Java bekannt, nämlich: *Quercus rotundata* Bl., *pyriformis* v. Seemen, *acuminatissima* DC. (vielleicht auch? in Nordost Celebes), *platycarpa* Bl., *clathrata* v. Seemen, *heliciiformis* v. Seemen, *dolichocarpa* v. Seemen, *induta* Bl. und *crassinervia* Bl.

Einige Arten sind ausserhalb Java, teilweise auch auf Sumatra oder Borneo oder auf Malukka gefunden worden, z. B. *Quercus costata* Bl., *javensis* Miq., *Blumeana* Korth., *Teijsmanni* Bl., *conocarpa* Oudem., *poculiformis* v. Seemen, *daphnoidea* Bl., *spicata* Sm. (auch in Vorder und Hinterindien), *pallida* Bl., *sundaica* Bl., *pruinosa* Bl., *pseudo-*

molucca Bl., *semiserrata* Roxb. (auch in Banka und auf dem ostindischen Festland) *gemelliflora* Bl. und *turbinata* Bl.

Aus dieser Uebersicht ergibt sich u. a. folgendes: 15 javanische Arten von *Quercus* und sämtliche Arten von *Castanea* (zusammen etwa $\frac{3}{5}$ der Gesamtzahl der javanischen Fagaceae) scheinen mehr oder weniger weit über den westlichen Teil des Malayischen Archipels verbreitet zu sein, aber scheinen im östlichen Teil dieses Archipels zu fehlen und dort durch andere Arten von *Quercus* vertreten zu sein. Eine einzige Art (*Q. lineata* Bl.) ist bisher ausschliesslich aus Java und vom Himalaya bekannt, während die übrigen 9 *Quercus*-Arten, folglich im ganzen etwa $\frac{1}{3}$ der javanischen Fagaceae (wenigstens soweit unsere jetzigen Kenntnisse reichen) e n d e m i s c h zu sein scheinen.

Standortsbedingungen. Die javanischen Eichen und Kastanien finden, wie es scheint, die günstigsten Lebensbedingungen in den immer feuchten, kühlen, immergrünen, schattigen, aus etwa 200—400 Baumarten bestehenden Urwäldern auf fruchtbarem humusreichem, immerfeuchtem, frischem Boden in der II und III Region. In der IV und I Region ist das Vorkommen der javanischen Fagaceae hauptsächlich auf die feuchteren Stellen beschränkt. Die von mir für Java für die *Fagaceae* nachgewiesene Abnahme der Arten- und Individuen-Zahl von West nach Ost hängt vermutlich mit diesen Standorts-Anforderungen zusammen.

Auf kochsalzhaltigem Boden (z. B. am Meerestrand und in der Mangrove), sowie im Innern der periodisch laubabwerfenden Wälder von Mittel- und Ost-Java (z. B. in den Djatiwäldern) habe ich keine einzige Art der Fagaceae gefunden. Indessen kommen einige Arten (z. B. *Quercus litoralis* Bl. = *Q. spicata* Sm.) bis ziemlich nahe an der Meeresküste in der Nähe von Djatiwäldern ausnahmsweise vor. Ich fand diese Art z. B. in wenigen Exemplaren zerstreut in den gemischten immergrünen Hoch wäldernder Nordküste der Res. Djapara-Semarang bei dem Dorfe Banjumanis ca. 80 m. ü. M. ferrier *Quercus platycarpa* Bl. 25 m. ü. M. in den immergrünen, aus ca. 600 Baumarten bestehenden Urwäldern der Insel Nusakambangan nur 1—2 K.M. von der Küste entfernt.

In jungen Secundärwäldern sind die Fagaceae in Java ziemlich selten und dort finden sich nur vereinzelt diejenigen Arten, welche mit Rücksicht auf die Standortsbedingungen am wenigsten wählerisch sind. Dieses scheint z. B. mit den am höchsten im Gebirge heraufsteigenden Arten, *Quercus pruinosa* Bl. und *Q. spicata* Sm. der Fall zu sein.

Im allgemeinen scheint mir für dieselben Arten von *Quercus* und *Castanea* die untere Grenze in Mittel- und Ost-Java höher zu liegen als in dem westlichen Teil von West-Java (z. B. in West-Banten). Diese Eigentümlichkeit der Verbreitung hängt höchstwahrscheinlich auch mit den erwähnten hohen Ansprüchen an Boden- und Luftfeuchtigkeit der meisten javanischen Fagaceae zusammen.

Es sei noch bemerkt, dass für einige Fagaceae von Java z. B. für einige bei Tjibodas im Preanger wildwachsenden Arten das Vorkommen von ectotrophen Mycorrhiza's von JANSE und von BÜSGEN nachgewiesen worden sind.

Characterpflanzen und Habitus. Alle javanischen Arten der Gattungen *Quercus* und *Castanea* sind Bäume, welche auf nicht zu ungünstigen Standorten über 20 m hoch werden. Einige Arten gehören zu den höchsten oder den dicksten Waldbäumen von Java; z. B. *Q. induta* Bl., welche 44 m hoch wird mit 1½ m Stammdurchm. *Q. javensis* Miq. bis 52 m hoch mit 1 m Stammdurchm.; *Q. pyriformis* von Seemen bis 38 m hoch mit 1 m Stammdurchm. Die übrigen javanischen Fagaceae erreichen zwar nicht eine so grosse Gipfelhöhe, jedoch ist eine Höhe von 25—30 m und ein Stammdurchmesser von 1 m für die meisten Arten nicht selten. Wenn man die Ausnahmen unberücksichtigt lässt ist der Habitus der javanischen Eichen und Kastanien folgender: Stamm oft mit Wurzelbrettern versehen, jedoch meist ohne Stelzwurzeln; meist reichverzweigt. Baumkrone meist rundlich, ziemlich dicht oder sehr dicht, oft bräunlich-grün und in der Blütezeit grünlichgrau. Rinde aussen grau, mit tiefen Längsrissen; meist innen erst schmutzig-weiß, jedoch bald nach Exposition an die Luft charakteristisch-violette Farbe, ± 5—10 mm dick, fast geruchlos, mit wässrigem Saft. Die Blätter der javanischen Eichen sind meist ganzrandig, selten, (z. B. *Q. lineata* Bl., *turbinata* Bl., *gemellfova* Bl., *semiserrata* Rob.) gesägt, aber nie lappig. Die Blätter sind oberseits meist dunkelgrün glänzend und unterseits sehr blassgrau-grün, seltener unterseits bläulich-grau (z. B. *Q. induta* Bl.) und sehr selten beiderseits dunkelgrün (z. B. *Q. spicata* Sm.). Die Blätter der javanischen Kastanien sind ganzrandig, oberseits dunkelgrün, unterseits silberweiß (*C. argentea* Bl.) oder grau (*C. Tungurut* Bl.) oder zimtbräunlich (*C. javanica* Bl.) Die Blüten der javanischen *Quercus*- und *castanea*-Arten fallen trotz ihrer Kleinheit und ihrer Farblosigkeit meist dadurch auf, dass die männlichen Blütenstände häufig in ausserordentlich grosser Anzahl zugleichzeitig die Peripherie des Laubgewölbes zieren. Weit mehr als durch den Habitus von Stamm, Baumkrone und Blatt machen sich im javanischen Urwalde

die Eichen und *Castanea*'s bemerklich durch die Zahl, Form und Grösse der Früchte.

Die gestachelten Früchte der javanischen Kastanien, besonders von *Castanea argentea* Bl. sehen den Früchten von *Castanea vesca* L. aus Europa ähnlich. Auch im dichtesten javanischen Gebirgswalde fallen die Fagaceae meist sofort auf, weil der Boden oft mit den zahlreichen Früchten bedeckt ist; dieses gilt besonders für einige der häufigsten Arten z. B. *Quercus spicata* Sm., *induta* Bl., *pruinosa* Bl., *sundaica* Bl. und *pallida* Bl., *Castanea argentea* Bl. und *javanica* Bl. Diese Arten fructifizieren ausserordentlich reichlich. Die javanischen Eicheln sind meist breiter und grösser als die Früchte der europäischen Eichen. Bisweilen sind erstere abgeflacht-halbkugelig mit einem Durchmesser von $2\frac{1}{2}$ —4 cm. (z. B. *Quercus spicata* var. *depressa* King), bisweilen ist die Eichel fast ganz von dem Fruchtbecher eingeschlossen (z. B. *Q. javensis* Bl.), bisweilen auch gleicht der mit ziemlich langen Stacheln versehene Fruchtbecher der Gattung *Castanea* (z. B. *Quercus acuminatissima* DC. = *Castanea acuminatissima* Bl.). Selten sind die Eicheln länglich (z. B. *Quercus dolichocarpa* von Seemen).

Einen sehr eigentümlichen Habitus hat eine in den vom Nebel befeuchteten Bergwäldern im Preanger (z. B. oberhalb Tjibodas) wachsende *Quercus*-Art. Dieselbe scheint in Blatt, Blüte und Frucht nicht wesentlich von *Quercus pseudo-molucca* Bl. unterschieden zu sein, aber der Stamm der dort etwa 20—25 m hohen Bäume ist von 1— $2\frac{1}{4}$ m hohen Stelzwurzeln getragen. Ausserdem besitzt die Stammbasis dort gewöhnlich auch besenförmige Luftwurzeln.

Sehr charakteristisch ist ferner der Stammfuss von *Quercus acuminatissima* DC. Derselbe ist fast ausnahmslos von zahllosen jungen, geraden, peitschenförmigen Wurzelloden umgeben. Der westjavanische Name dieser Baumart, der *Riung-anak* heisst, verdankt seinen einheimischen Namen dieser Eigenschaft. Denn *Riung* = von allen Seiten eingeschlossen und *Anak* = Kinder oder in diesem Fall = junge Stammloden.

Einige javanischen Eichen zeigen je nachdem sie auf fruchtbarem, immerfeuchtem Boden in schattigem, gemischtem Hochwalde der II und III Region oder an alpinen, sonnigen Standorten in Region IV wachsen einen derartig auffallenden Unterschied in Baum-Habitus, dass man auf den ersten Blick meinen sollte mit zwei verschiedenen Baum-species zu tun zu haben.

Besonders gilt dieses für eine in allen Teilen von Java weit verbreitete Art, nämlich für *Quercus pruinosa* Bl. Dieses geht auch deutlich aus folgender sehr guten Schilderung von JUNGHUHN (l. c. 361) hervor: „*Quercus pruinosa* Bl. Auf einigen Bergen von Ost-Java, besonders auf

dem G. Kawi und dem südöstlichen Teile des G. Ardjuno, welcher den Namen G. Widodaren führt, kommt eine Eiche vor, die dort in Höhen von 8 und 10000 Fuss einen schmalen Gürtel rund um das Gehänge bildet, Die Waldung dieses Gürtels erhebt sich zu keiner grösseren Höhe als bis zu 30 Fuss über dem Boden. Sie besteht aus Bäumen, welche krumme, knorrigte Stämme und gebogene, geschlängelte, mehr in die Breite gezogene als aufwärts gerichtete Äste haben, die über und über mit Moos bedeckt und mit Usneen behangen sind, Sie haben also einen ganz alpinischen Character und bestehen aus nur einer Baumart, einer *Quercus*, welche MIQUEL nicht von *Q. pruinosa* zu unterscheiden vermochte. Wir wollen sie vorläufig *Q. pruinosa* var. *alpina* nennen. Wie ganz anders aber ist der Habitus dieser *Q. pruinosa*, wenn man sie in einer Höhe von 3000 bis 5000 Fuss antrifft. Dort gehört sie zu den grössten Waldbäumen; ihre Stämme ragen schnurgerade empor, sie erheben sich als Säulen 50 bis 60 Fuss hoch und sind dann noch 30 Fuss hoch von dem rundlichen Laubgewölbe gekrönt. Ihre Zweige sind dort von einer grossen Menge Orchideen umwuchert" (JUNGHUHN l. c.). ähnliche auffallende Unterschiede habe ich auch für *Quercus spicata* Sm., *pallida* Bl. und *sundaica* Bl. festgestellt. Von erstgenannter Species fand ich sogar Bäume von 34 m Gipfelhöhe mit säulenförmigem fast 1 m dickem Stamm (Herb. Kds n. 1453 β) in den vom Nebel befeuchteten unteren Bergwäldern der III Höhenregion, während die von mir auf dem Gipfel des Karang (ca. 1800 m. ü. M.) gefundenen Exemplare nur 5 m hoch waren und einen krummen, alpinischen Habitus hatten.

In Java fehlen Wälder, welche fast ausschliesslich oder grösstenteils aus *Quercus* oder *Castanea* bestehen, sowohl in der I wie auch in der II Region vollständig. In dem unteren Teil der III Region sind zwar einige Arten von *Quercus* und *Castanea* in einigen Gegenden von West-Java verhältnismässig zahlreich, jedoch fehlen eigentliche Eichen- und Kastaniën-Wälder auch dort. Nur in dem oberen Teil der III und in dem unteren Teil der IV Region von einem kleinen Teil von Java tritt entweder die eine oder die andere der oberwähnten, höchst steigenden *Quercus*-Arten mehr oder weniger formationsbildend auf. Jedoch homogene oder fast homogene Eichenbestände fehlen auch dort in Java vollständig.

Im Vergleich zu der Gesamtzahl der Phanerogamen (ca. 4000) bez. zu der Gesamtzahl der Waldbaumspecies (ca. 1300) von Java spielen die *Fagaceae* mit 25 *Quercus*- und 3 *Castanea*-Arten nur eine relativ untergeordnete Rolle. In der Höhenregion I treten die *Fagaceae* auf Java gegenüber der grossen Zahl der anderen dort

wachsenden Baumarten so stark zurück, dass nur nach einer methodischen botanischen Erforschung dieser artenreichen Wälder das Vorkommen von 4 Eichenarten und von 3 *Castanea*-Arten in der unteren, heissen Region I bekannt worden ist. Auch in der Region II spielen die *Fagaceae*, sowohl mit Rücksicht auf die Artenzahl, wie auch mit Bezug auf die Individuen-Zahl nur eine untergeordnete Rolle. Nur am oberen Rand dieser Region II treten die Eichen und Kastaniën-Bäume in Java durch Anzahl der Arten oder durch Individuenzahl mehr oder weniger hervor.

Alle javanischen Arten von *Quercus* und *Castanea* sind immergrün; wenigstens habe ich nie völlig blattlose Exemplare dieser Gattungen auf Java gesehen.

Verbreitungsmittel. Bekanntlich sind bezüglich ihrer „continentalen“ Verbreitung (innerhalb Europa und Asien) einige Baumarten mit nussartigen „Samen“ (Eiche, Buche, Haselnuss, Arve) hauptsächlich auf diejenigen Tiere angewiesen, von denen sie als Nahrung „verzehrt“ werden, nämlich von Eichhörnchen, Tannen- und Eichelhäher und Tauben, gelegentlich wohl auch vom Hamster. Die Verbreitung dieser nussartigen Früchte (Eicheln, u. s. w.) erfolgt nun hauptsächlich dadurch, dass die Tiere häufig anderswo verzehren wollen und dabei unterwegs verlieren. Weil nun in Java bekanntlich häufig Affen und Eichhörnchen, sowie einige andere Säugetiere und auch einige grössere Vögel sich mit *Quercus*- oder *Castanea*-Früchten ernähren, darf im allgemeinen mit grosser Wahrscheinlichkeit die nicht-überseeische Verbreitung der javanischen *Fagaceae* in ähnlicher Weise durch Eichhörnchen, u. s. w. erklärt werden. Die überseeische Verbreitung der auch ausserhalb Java vorkommenden javanischen *Fagaceae*, z. T. bis auf das Festland von Indien, z. T. nur bis auf Sumatra, Bangka oder Borneo lässt sich jedoch, wie mir scheint, kaum in dieser Weise erklären, wenn auch nicht ausgeschlossen ist, dass bei der jetzigen Verteilung von Wasser und Land im Malayischen Archipel ausnahmsweise der Transport der Eicheln oder Kastanien in ähnlicher Weise von dort nach Java oder umgekehrt stattgefunden haben könnte. Weil nun ferner Transport durch Meeresströmungen dadurch ausgeschlossen ist, dass (soweit bekannt) die javanischen Eicheln auch im Meereswasser nicht schwimmfähig sind, darf mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass wenigstens für die Mehrzahl der javanischen *Quercus*-Arten (und jedenfalls für die nur auf dem Himalaya und auf Java vorkommende *Quercus lineata* Bl.) die jetzige „überseeische“ Verbreitung nicht in der Jetztzeit, sondern während der früheren, prähistorischen Landverbindung von Java mit Bangka,

Sumatra, Borneo und dem asiatischen Festland, durch endo- und epizoische Verbreitungsweise zustande kam.

Mit anderen Worten *Quercus lineata* Bl. und die Mehrzahl der oben erwähnten 15 auch ausserhalb Java vorkommenden javanischen *Quercus*-Arten scheinen mir als Relikte betrachtet werden zu müssen aus der Zeit als Java durch Landverbindungen mit Bangka, Sumatra, u. s. w. verbunden war. Bekanntlich sollen derartige Landverbindungen nicht nur in tertiärer, sondern auch in posttertiärer Zeit bestanden haben. Jedenfalls dürfen aber auf Grund obiger Beobachtungen mit Wahrscheinlichkeit die erwähnten 15 *Quercus*-Arten zu den geologisch alten Pflanzen von Java gerechnet werden und mit Wahrscheinlichkeit darf deshalb angenommen werden, dass bei der fortgesetzten paläontologischen Erforschung von Java dort in den tertiären und posttertiären Schichten, nebst bereits a u s g e s t o r b e n e n Eichenarten, auch noch einige j e t z t i n J a v a l e b e n d e *Quercus*-Arten in fossilem Zustande zum Vorschein kommen werden.

Was oben für *Quercus* gesagt ist gilt auch für die javanischen *Castanea*-Arten, welche auch ausserhalb Java (in Sumatra, u. s. w.) vorkommen; d. h. auch diese *Castanea*'s sind vermutlich Relikte aus tertiärer oder posttertiärer Zeit.

Natuurkunde. — De Heer LORENTZ biedt eene mededeeling aan van den Heer J. J. VAN LAAR: „*Eenige opmerkingen naar aanleiding eener Verhandeling van de Heeren TIMMERMANS en KOHNSTAMM.*”

(Mede aangeboden door den Heer F. A. H. SCHREINEMAKERS).

In het Akademierverslag van 25 Sept. 1909 komen in eene Verhandeling der Heeren TIMMERMANS en KOHNSTAMM (blz. 267 e. v.) eenige opmerkingen voor naar aanleiding mijner vroegere stukken op het gebied der plooipuntlijnen enz., welke opmerkingen naar het mij voorkomt op misverstand berusten.

Later hoop ik de door mij gepubliceerde stukken op genoemd gebied in boekvorm tot één geheel te vereenigen, maar reeds nu zij het mij vergund de voorstellingen der Heeren T. en K. aangaande de theoretisch door mij verkregen resultaten kortelijk te weerleggen.

a. Op blz. 268 onder tot blz. 269 boven van het stuk van T. en K. noemen deze het een „ernstig bezwaar” tegen mijne onderzoe-

1) Wij cursiveeren.

kingen, „dat zij, uitgaande van een bijzonder geval” (bedoeld wordt waarschijnlijk de onderstelling $a_{12} = \sqrt{a_1 a_2}$), „dit als het algemeene geval voorstellen, en *tengevolge daarvan*¹⁾ een bij normale stoffen optredend type voor abnormaal verklaren moeten.”

Hierbij moet ik opmerken, dat ik *nimmer* het bijzondere geval $a_{12} = \sqrt{a_1 a_2}$ — waarvan ik alleen uitging om de *berekeningen* uitvoerbaar te maken — als het algemeene geval heb voorgesteld. Zie het stuk van 5 April 1905, p. 688, waar duidelijk staat: „De *onderstellingen*,¹⁾ die dus bij de volgende berekeningen ten grondslag liggen, zijn de volgende.” Enz. (Zie aldaar onder 3^o.)

Ook heb ik nooit *tengevolge van die onderstelling* het bij *normale* stoffen optredende type II (Fig. 3^a van het stuk van 7 Juni 1905; later noemde ik dit type III) met twee keerpunten R_1 en R'_2 in de plooi puntlijn (dat *ook* bij $C_2H_6 + C_2H_5OH$, enz. optreedt) voor abnormaal verklaard. Ik heb mij eenvoudig aan de bestaande nomenclatuur gehouden en gesproken van een abnormaal *type*, „abnormaal”, omdat de plooi puntlijn niet direct van C_1 naar C_2 verloopt als bij type III (Fig. 2^a l.c.; later type II), en omdat men *vroeger* meende dat dit z.g. „abnormale” type alleen zou kunnen voorkomen bij abnormale stoffen.

Het resultaat mijner onderzoekingen was juist, dat dit „abnormale” type zeer goed bij *normale* stoffen kan voorkomen.

Zoover was ik echter in het stuk van 7 Juni 1905 nog niet gekomen. Het daar aangevangen onderzoek werd eerst in een latere verhandeling door mij voltooid. Daarom schreef ik op blz. 29 l.c. (regel 10 v.b.) alleen: „In elk geval zal de anomaliteit van een der beide componenten aanleiding tot het optreden van dit tweede hoofd-type *kunnen*¹⁾ geven.” Dit slaat natuurlijk op de bekende experimenteele onderzoekingen van KUENEN aangaande $C_2H_6 + C_2H_5OH$, enz.

Maar in een later stuk (blijkbaar door T. en K. over het hoofd gezien), n.l. in de Verslagen van 10 Oct. 1906 (De Lengteplooi), deelde ik op p. 228 als *resultaat* mijner onderzoekingen (vier Verhandelingen in de Akademieverlagen en twee in de Arch. Teyler — zie p. 227, regel 3—4 v.b.) mede:

„Het bleek alzoo, dat *al* de door KUENEN gevonden „abnormale” gevallen reeds bij mengsels van **volkomen normale** stoffen kunnen optreden.” (De cursiveeringen komen reeds op de geciteerde plaats voor).

Dit grondvestte zich op het onderzoek, door mij neergelegd in de Arch. Teyler (2) T. XI, première partie, 1902: Les courbes de plissement etc. et sur le pli longitudinal. Dit stuk vangt aan met § 1:

¹⁾ Wij cursiveeren.

La possibilité du type III (vroeger door mij type II genoemd). Op p. 4 van dat stuk in Teyler is dan verder in Fig. 2 het *existentiegebied* van dit type grafisch voorgesteld, n.l. het gebied *PB QB*. Deze figuur is in het genoemde Akademiestuk van Oct. 1906 gereproduceerd (zie de Plaat, Fig. 1). In dat stuk gaf ik p. 227—232 een *recapitulatie* van al mijn voorgaande stukken. Zie speciaal p. 231: „Het is alsnu van het grootste belang” etc. „Dit onderzoek vormt het slot van de laatste Verhandeling in de Arch. Teyler. En op p. 232: „In elk geval is door de onderzoekingen in het stuk, in de Arch. Teyler neergelegd, *bewezen*, dat dit zeer abnormale type III *bij mengsels van normale stoffen mogelijk is.*” Etc. (de cursiveeringen komen in het oorspronkelijke stuk reeds voor).

b. Voorts maken T. en K. er bezwaar tegen (blz. 269 boven van hun stuk), dat mijne onderzoekingen „zeer eenzijdig den nadruk leggen op het bestaan van open plooiën, een omstandigheid, die toch geenszins als *resultaat* kan beschouwd worden, daar zij onmiddellijk voortvloeit uit de willekeurige, zoo niet onjuiste *onderstelling* der lineaire afhankelijkheid van *b* en *x*.”

Wederom heb ik nooit beweerd dat $\frac{d^2b}{dx^2} = 0$ altijd met de werkelijkheid zou overeenstemmen; alweder heb ik dit eenvoudig *aangenomen*, teneinde de *berekeningen* mogelijk te maken. (Zie blz. 688 van het stuk van 5 April 1905 sub. 2°).

c. De opmerking op blz. 269 boven: „Voor het geval eindelijk, dat een der componenten *abnormaal* is, komt VAN LAAR tot verzadigingslijnen van zeer samengestelden vorm”, enz. — deze opmerking komt mij zeer vreemd voor. Ik herinner mij niet ooit het geval theoretisch te hebben behandeld, dat een der componenten abnormaal is. De stukken n.l., door mij geschreven vóór het stuk van 5 April 1905 kunnen niet beschouwd worden te behooren tot de serie die met genoemd stuk aanvangt, en waarin voor het eerst het vraagstuk der *plooi-puntlijnen*, en wat daarmee samenhangt, geheel streng wordt behandeld. In de lijn *dezer* behandeling publiceerde ik nog nimmer iets aangaande anomale stoffen. Dit hoop ik later nog wel eens te doen.

d. Bij blz. 268, onderaan, van het stuk van T. en K. teeken ik nog aan, dat tot nog toe volstrekt niet algemeen werd betwijfeld, dat bij volkomen normale stoffen *ontmenging* kan voorkomen. Immers VAN DER WAALS heeft zelf reeds in zijn *Continuität II*, p. 43 de

voorwaarden van ontmenging bij normale stoffen aangegeven. Maar het werd alleen betwijfeld of sommige „abnormale” vormen van ontmenging (Type I en III, voorkomende o. a. bij $C_2H_6 + CH_3OH$, C_2H_5OH , etc.) bij volkomen normale stoffen konden voorkomen.

e. In het stuk van T. en K. komt in de Noot op blz. 275 voor, dat ik een gestippelde lijn, voorkomende op de Plaat van een vroegere Verhandeling, zou hebben weggelaten in later Verhandelingen, *waarschijnlijk* omdat de speciale onderstellingen van VAN LAAR het optreden van de vereischte homogene dubbelplooiingen bij normale stoffen onmogelijk maken.”

Ik heb het geval, door deze lijn voorgesteld, later alleen weggelaten omdat het verschillend verloop (naar links dan wel naar rechts) der ρ - T -lijn voor mijn onderzoekingen absoluut niet essentieel was. Maar geenszins, omdat mijne speciale onderstellingen het optreden van die dubbelplooiingen bij *normale* stoffen onmogelijk zouden maken. Integendeel!

f. De onjuiste opmerking op blz. 276 van het stuk van T. en K., beginnende met „In de latere Verhandeling van VAN LAAR”, zal nu wel na al het bovenstaande geene weerlegging behoeven. Van de *zeven* Verhandelingen, door mij over het onderwerp gepubliceerd, schijnen de Heeren T. en K. er slechts twee, die van April en Juni 1905, te hebben gelezen. Al de volgende, waarin het onderzoek dezer eerste twee werd voortgezet, zijn blijkbaar aan hunne aandacht ontsnapt, speciaal de boven onder a) genoemde stukken.

Alleen wil ik ten slotte nog opmerken, dat type II door mij volstrekt niet „gewijzigd” is, en dat ik *bewezen* heb (TEYLER l. c.) dat een zoo ingewikkeld plooiingssysteem wel degelijk mogelijk is bij mijne „*eenvoudige*” onderstellingen, en dat ik nergens het optreden van dit type aan *abnormaliteit* heb gemeend te moeten toeschrijven (Zie het bovenstaande sub a). Integendeel beweerde ik juist het *tegenovergestelde*, zooals uit de boven geciteerde zinsnede uit mijn stuk van 10 Oct. 1906 in de V. K. A. v. W.: „Het bleek alzoo” etc. (p. 228) duidelijk blijkt.

En hiermede meen ik voldoende al de mij betreffende opmerkingen van de Heeren TIMMERMANS en KOHNSTAMM te hebben weerlegd.

Baarn, 15 November 1909.

Geologie. — De heer MOLENGRAAFF biedt een mededeeling aan van den heer H. A. BROUWER: „*Pienariet, een melanocrate foyaiet van Transvaal*”.

(Zal in het Verslag der volgende vergadering verschijnen.)

Voor de Boekerij wordt aangeboden :

1°. door den Heer WENT de dissertaties van den Heer J. KUYPER : „De invloed der temperatuur op de ademhaling der hoogere planten” en Mej. C. J. PEKELHARING : „Onderzoekingen over de perceptie van den zwaartekracht prikkel door planten” ;

2°. door den Heer E. F. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, namens den Heer J. M. VAN BEMMELLEN : „Het chemisch (thans anorganisch-chemisch laboratorium der Universiteit te Leiden van 1859—1909 en de chemische laboratoria dier Universiteit voor dat tijdvak en hen, die er in doceerden”, door W. P. JORISSEN ;

3°. door den Heer J. C. KAPTEYN : „On the absorption of light in space” 2nd paper ;

4°. door den Heer LORENTZ, namens den Heer A. ARONSTEIN, de dissertatie van den Heer F. FONTEIN : „Onderzoekingen in verband met de afscheiding van foezelolie uit alcoholische vloeistoffen”.

Op voorstel van den Voorzitter wordt besloten om wegens het Kerstfeest de Decembervergadering te houden op Vrijdag 24 Dec. a.s.

De vergadering wordt gesloten.



Q
57
A522
dl 18
gdl 1

Akademie van Wetenschappen,
Amsterdam. Afdeeling voor
de Wis- en Natuurkundige
Wetenschappen
Verslag van de gewone
vergaderingen

Physical &
Applied Sci.
Serials

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

STORAGE

