

stes nahe dem Flügelrande verlaufend. Spezifische Unterschiede der ♂♂ und ♀♀ liegen nach den bisherigen Erfahrungen in der Tastergrösse, der relativen Länge und Dicke der Randader (bei *crassinervis* ♂ ist diese merklich verbreitert), Beschaffenheit der 3. und 5. Längsader, sowie im Verhältnis der Flügelänge und -breite. Es kommen Arten mit kurzbreiten und läng-schmalen Flügeln vor.

Stirnbeborstung bei allen bekannten Arten wie bei den Männchen der echten Puliciphora-Arten. Als Eigentümlichkeit sei noch erwähnt, dass an Alkoholmaterial verschiedener *Metopina*-Arten das Gefüge des Kopfchitinskeletts mehr differenziert erscheint als sonst bei Phoriden. In der Backen-, Schläfen- und Scheitelgegend macht es den Eindruck, als liesse sich die Zusammensetzung aus Chitinplatten, deren Ränder als hellere Linien hervortreten, einigermassen verfolgen. Bei den ♂♂ der meisten Arten kommen am Bauche chitinierte Bezirke vor, besonders stark ausgebildet bei *M. ventralis* Schmitz ♂ (vom Bismarck-Archipel; vgl. Figur 4 der Tafel „Phoriden des Bismarck-Archipels“ *Natuurh. Maandbl.* 1927 p. 75). Da diese Sklerite keine deutliche Beziehung zu den Bauchsegmenten erkennen lassen, werden sie sekundäre Bildungen sein, die vielleicht bei der Copula eine Rolle spielen (Hakenbesatz bei *M. ventralis* ♂!).

Für die Weibchen der einzelnen Arten bietet die Beschaffenheit des 5. Abdominaltergits die besten Unterscheidungsmerkmale. Bei gewissen aussereuropäischen Arten ist das 5. Tergit ganz normal gestaltet, bei andern und so auch bei sämtlichen europäischen Arten, ist es



Metopina inaequalis Schmitz ♀ Viertes (IV) und fünftes Abdominaltergit.

durch eine Drüsenmündungsspalte in einen oralen und einen kaudalen Abschnitt zerlegt. Der orale Teil ist ein aufklappbares Deckelchen, das merkwürdiger Weise bei *M. galeata* Hal., der so oft und unter verschiedenen Namen beschriebenen typischen Art lange Zeit unbeachtet blieb und mich bei seiner Entdeckung 1910 leider verleitete, den vielen Synonymen noch eins hinzuzufügen (*M. heselhausi*). — Das Deckelchen und der dahinter gelegene Tergitabschnitt können verschiedene artcharakteristische Formen annehmen; man kann sich hiervon an der Hand der zwei nebenstehenden Abbildungen eine Vorstellung machen. Bei *M. inaequalis* (so genannt, weil bei ihr das 5. Tergit ausnahmsweise bedeutend schmaler ist als das vorhergehende) bildet das Deckel-

chen einen Halbkreis, der Rest des Tergits einen langen, kaudal verjüngten und abgestutzten Keil. Bei *M. furcans* dagegen ist das ganze 5. Tergit ein Halbkreis, der durch die Drüsenpalte in einen vorderen Kreisabschnitt und ein dahinter gelegenes Mündchen zerlegt ist.

Anzahl der bisher bekannten Arten 10, davon 6 in Europa.

Was die Lebensweise betrifft, so ist die gemeinste europäische Art, *M. galeata* Hal., von Mik in Blumenkelchen, von Heselhaus in Hamsternestern, von Duda zahlreich in Müll und Kehrlicht angetroffen worden. Eine kürzlich von Hölldobler in Würzburg in beiden Geschlechtern entdeckte Art, *M. formico-mendicula* Schmitz, lebt myrmekophil bei *Solenopsis fugax*. Sie gewinnt ihre Nahrung dadurch, dass sie den Kopf einer Ameise besteigt und deren Wangen mit den Vorderbeinen so lange streichelt, bis jene einen Tropfen Futtersart heraufgewürgt hat, den der Parasit dann aufleckt. Sehr Merkwürdiges wäre auch über das Verhalten einer andern myrmekophilen Phoride zu berichten, die von Brues als *Metopina pachycondylae* beschrieben worden ist. Sie soll jedoch erst später zur Sprache kommen, beim Genus *Cataclinusa* Schmitz, zu dem sie vielleicht gehört. Sicher ist sie nur mit Unrecht zu *Metopina* Macquart gestellt worden, mit der sie im Geäder keine Ähnlichkeit hat.

(Fortsetzung folgt).

NIEUWE DENKBEELDEN OVER DEN OUDERDOM EN DE VORMING DER AARDSCHORS.

Lezing, gehouden voor het Natuurhist. Genootschap in Limburg, 4 Januari 1928,
door Dr. W. JACOBS.

Ook is, zooals vereischt wordt, het smeltpunt van basalt lager dan dat van de gesteenten der continenten; tevens is gebleken, en dit kan als bevestiging dienen, dat alle gevonden basalt dezelfde samenstelling heeft. Vervolgens wijzen de metingen omtrent de isostasie in het oceaangebied erop dat de onderlaag basalt is. Eindelijk ook de waarnemingen over de voortplanting van aardbevingen en die over aardmagnetisme pleiten voor deze meening.

Men kan dus deze opvatting aannemen dat de continenten moeten beschouwd worden als een slak, die zich heeft afgescheiden en is gaan drijven op den grooten oceaan van basalt; deze granietslak heeft, evenals dit het geval is bij den toeslag in de hoogovens, schollen gevormd, die wij kennen als Afrika, Amerika, Eurasia (Europa en Azië). Zooals reeds gezegd, is er eenig verschil tusschen de verhouding waarin de continenten en de oceaan staan tot het substraat: de continenten drijven, in den zin van

Archimedes, zooals een schip drijft op het water, terwijl de oceaan rust op de oppervlakte van het substraat, zooals olie drijft op water.

Er zijn redenen voldoende om aan te nemen dat in den tijd waarin wij leven het substraat niet verkeert in vloeibaren toestand: op de eerste plaats weten wij uit de astronomie dat, indien onder de buitenste een vloeibare laag gelegen was, dit tengevolge zou hebben, dat de verschijnselen van ebbe en vloed niet meer zouden worden waargenomen; want de vloedgolf die in een dergelijke laag zou worden veroorzaakt, zou de geheele korst op en neer doen gaan en de verticale bewegingen van het water ten opzichte van het land zouden zeer gering en niet meer waarneembaar worden. Vervolgens zouden de horizontale krachten, die in deze veronderstelling door de genoemde getijdewerking moeten optreden, tengevolge hebben een vertraging van de west-oostelijke beweging van de aardkorst, tevens een verschuiving van de buitenste korst over de onderliggende laag; de hierdoor veroorzaakte remwerking zou als gevolg moeten hebben dat de dag in lengte toeneemt; van deze toename zou moeten blijken in historische tijd uit de waarnemingen over zonsverduisteringen; uit hetgeen over de verduisteringen bekend is, schijnt te volgen dat zoo er een lengtetoeename is, deze toch in ieder geval uiterst geringe waarde heeft.

Ook uit waarnemingen omtrent de voortplanting van aardbevingen kan worden afgeleid, dat de secundaire golven, welke tot op een diepte van 100 K.M. zijn doorgedrongen, niet kunnen worden voortgeplant door een vloeibaar medium.

Men neemt daarom aan dat onder de heterogene bovenlaag, waarvan de dikte op 27 K.M. wordt geschat, zich bevindt een homogene uniforme zelfstandigheid, waarin ook korte en verwrongen golven kunnen worden voortgeplant en waarin de snelheid van voortplanting varieert met de diepte; deze eigenschappen wijzen op een vaste zelfstandigheid. Daar echter tevens, opdat aan de voorwaarden der isostasie moet voldaan kunnen worden, langzame bewegingen mogelijk moeten zijn, komt men tot het besluit dat men het substraat moet beschouwen als een zelfstandigheid, die zich tegenover groote langzaam werkende krachten gedraagt als een taai, plastische massa, maar tegenover krachten, die aan snelle veranderingen zijn onderworpen, als een harde elastische massa. Volgens de gegevens der geologie moeten er perioden geweest zijn, dat het substraat min of meer in vloeibaren toestand verkeerde en in verband hiermee zou men zich kunnen voorstellen dat het substraat in onze dagen verkeert in een toestand van taai-vast-zijn op een temperatuur, die zeer dicht bij het smeltpunt ligt. Deze opvatting wordt door Joly als uitgangspunt genomen voor zijn beschouwingen omtrent de gebeurtenissen in vroegere perioden, in het bijzonder omtrent

het verloop van de revoluties, die de geologie aanneemt dat eertijds hebben plaats gehad, en omtrent de lotgevallen die in de komende tijden te verwachten zijn.

In het voorafgaande werd uiteengezet, dat in het substraat opeenhooping van warmte moet plaats hebben; dat uit het gehalte aan radioactieve stoffen van het aan de oppervlakte gevonden basalt een schatting kan worden gemaakt van de hoeveelheid warmte welke door deze radioactieve zelfstandigheden wordt ontwikkeld. Men vindt dat de hoeveelheid warmte die niet naar buiten kan ontwijken bedraagt ongeveer 3 à 4 calorieën per gram in een miljoen jaar. In een tijdsverloop van 25 tot 30 miljoen jaar wordt dit 90 tot 100 calorieën. Dit is de waarde van de smeltingswarmte van het basalt, het bereiken van dit bedrag beteekent smelting van het substraat. Dus over ongeveer 30 mill. jaren zal het basalt dat nu vast is in vloeibaren toestand overgaan, terwijl de temperatuur dezelfde is als nu.

Deze schatting van den tijdsduur is gebaseerd op de gemiddelde hoeveelheid der radioactieve stoffen die in het basalt voorkomt; neemt men als grondslag de berekening der kleinste hoeveelheid, die men gevonden heeft (in basalt van de Hybriden), dan komt men tot 40 mill. jaren; neemt men in aanmerking de nieuwere resultaten van Day, die experimenteel vaststelde dat basalt eerst vast wordt bij een temperatuur, die lager is dan het smeltpunt, dan komt men tot een langer tijdsduur, nl. 33 tot 56 mill. jaren.

Welke invloed heeft de verandering van aggregaatstoestand van het basalt op de gedaante der aardoppervlakte, op de continenten en op de zee? Het onderzoek leert dat het volumen van basalt in gesmolten toestand ongeveer 11 % grooter is dan in glastoestand en ongeveer 12 % grooter dan het volumen van gekristalliseerd basalt (bij de temp. van het smeltpunt). Dus de oceaan wordt bij het vloeibaar worden van het substraat door het omhoogrijzend magma opgestuwd, terwijl het niveau een weinig zinkt, omdat de aardstraal groter wordt. De continenten worden eveneens omhooggestuwd, maar omdat het magma door de verandering van den aggregaatstoestand soortelijk lichter is geworden, zinken zij dieper in het magma; alles samengenomen ondergaan zij ten opzichte van den oceaan een verplaatsing naar beneden: zij rijzen minder dan de oceaan, en wel de continenten, die de grootste compensatie hadden betrekkelijk het meest. Naarmate de smelting voortschrijdt zal zich dit gevolg geleidelijk meer en meer doen gevoelen. Bovendien kan locale door toevallige omstandigheden meergevorderde smelting, aanleiding geven tot locale bewegingen van de oppervlakte lang voordat de smelting is afgelopen. Deze niveauveranderingen geven aanleiding tot overstromingen door de zee. Aanvankelijk komt de zee een weinig het land binnen overeenkomstig de plaatselijke niveauveranderingen en

langzamerhand gaat de overstroming verder naarmate het smeltingsproces vordert. In dit stadium hebben de verschijnselen plaats die in vroeger tijden de perioden kenmerkten, die een revolutie voorafgingen. De climax is bereikt als het zoover is gekomen dat de magma-oceaan geheel of voor het grootste deel gesmolten is.

Is het magma gesmolten, dan worden de omstandigheden minder gunstig voor de warmteophooping. Want in een vloeistof is behalve warmtegeleiding ook nog warmtetransport door circulatie en convectie en dus neemt de mogelijkheid van warmteverlies zeer sterk toe. Dit warmteverlies zal vooral plaats hebben op den bodem van den oceaan en daar zal wat in de 30 à 50 mill. jaren is opgehoopt aan warmte, verdwijnen. De ongeveer 30 K.M. dikke basaltkorst, die zich onder den oceaanbodembodem bevindt, zal door de circuleerende lavastroom, die van onderop komen, gaan afsmelten tot een korst van enkele K.M. dikte, totdat de door geleiding afgegeven warmte evenveel bedraagt als de toegevoerde hoeveelheid warmte vanuit het gesmolten magma. Zoo zal betrekkelijk snel, naar waarschijnlijke schatting in 6 tot 12 mill. jaren de opgehoopte warmte zijn afgevoerd. De temperatuur onder de continenten daalt en eveneens de temp. onder den oceaanbodembodem en de lava kan weer vast worden. Met den voortgang van het proces van vast worden, keeren de verschijnselen die zich bij het smeltingsproces voordeden in omgekeerde volgorde terug. De geheele aardoppervlakte gaat dalen, zoowel de continenten als de oceaan. En wederom is er graauw verschil; de continenten worden nl. onder invloed der isostatische krachten, welke tengevolge van de toename van de dichtheid van het magma optreden, omhooggestuwd en tengevolge hiervan moet de zee die het land overstroomd had terugwijken. Zooeven werd gezegd dat de opgehoopte warmte hoofdzakelijk verdwijnt door den oceaanbodembodem; vroeger werd opgemerkt dat de warmte die door de continenten wordt afgegeven ongeveer geheel wordt voortgebracht door de radioactieve stoffen, die in de aardkorst voorkomen en dat slechts uiterst weinig van de afgegeven warmte voortkomt uit het onderliggend magma, zóó zelfs dat continentlagen van grooter dikte nog warmte naar beneden afstaan; indien er derhalve geen horizontale strooming van lava plaats had in de periode van revolutie, zou aldaar de temperatuur onbepaald blijven stijgen. Er werd opgemerkt dat in historische tijden van remwerking tengevolge van astronomische invloeden op het magma geen zekere aanwijzingen zijn en hierin werd een argument gezien voor de meening dat het substraat in vasten toestand verkeert; de toestand wordt echter blijkbaar anders indien in plaats van het vaste substraat een licht beweeglijke vloeistof optreedt, dan wordt de verschuiving van de korst over het vloeibaar substraat on-

vermijdelijk. Tengevolge van deze verschuiving komen de continenten langzaam terecht op magma, waarboven tevoren de oceaanbodembodem zich bevond, terwijl de oceaan komt te liggen over magma dat gedurende de lange periode van warmteophooping verhit werd onder de continenten. Onder invloed dus van de astronomische krachten wordt de verhitte onderlaag, die reeds vloeibaar geworden is, in aanraking gebracht met den oceaanbodembodem; deze verschuiving heeft derhalve tengevolge dat het smelten van de onder den oceaanbodembodem gelegen korst en het ontwijken van de onder de continenten opgehoopte warmte sneller geschiedt. In verband hiermee is het duidelijk dat de schatting van den duur der periode slechts een zeer relatieve waarde heeft.

IV.

Tot nu toe hebben wij alleen gelet op de warmteverschijnselen en op de opheffingen die door deze warmteverschijnselen worden veroorzaakt. Met deze verticale verplaatsingen komen tevens in werking krachten in horizontale richting. Deze twee reeksen van invloeden samen hebben tengevolge de vorming van bergen. Joly vestigt er de aandacht op, dat men tot nu toe steeds bij de theorieën over de vorming der bergen den invloed der in verticale richting werkende krachten heeft onderschat; en ook andere gczaghebbende verdedigers van de leer der isostasie zijn van dezelfde meening.

Volgens Joly moet men om een aannemelijke verklaring, in verband met de besproken opvattingen, te geven van de vorming der bergen, vooral letten op het feit dat de bergen meestal en hoofdzakelijk zijn opgebouwd uit sedimentaire gesteenten, gesteenten die afgezet zijn uit het zeewater. Deze sedimenten kunnen verwrongen, geplooid en niet zelden zoo gemetamorphoseerd zijn, dat zij moeilijk te herkennen zijn.

Nemen wij dus aan dat de bergen zijn opgezezen uit den zeebodembodem. Zij zijn ontstaan in de gebieden der zoog. geosynclinalen; van de grootte zeebekkens, waarin zich gedurende de lange perioden sedimenten hebben afgezet; gewoonlijk bevinden zij zich evenwijdig aan de zeekust. Veronderstellen wij dat op zeker tijdstip de sedimentaire afzetting in de geosynclinaal een zekere dikte heeft van enkele K.M. en dat nog steeds toename van afzetting plaats heeft; volgens de wet der isostasie moet het gebied dieper inzinken, de continentmassa wordt dieper in het onderliggend magma, dat een hoge temperatuur heeft, ingedrukt. Terwijl dit proces in gang is gaat tevens, zooals boven beschreven is de warmteaccumulatie in het substraat voort, de dichtheid van het magmasubstraat wordt geringer, het smeltingsproces begint en de dichtheid van het magma nadert meer en meer tot de dichtheid van de gesteenten en hiervan is verder inzinking het gevolg. Er ontstaan horizontaal gerichte krach-

ten aan de randen der continenten, die een zijdelingsche druk uitoefenen op de plooiën waarin groote massa's sedimenten los opeengehoopt zijn en die rusten op een van onder hoog verhit en sterk gebogen gedeelte van de continentschors. Het gevolg dezer werking is niet dat een berg omhoog wordt gedrukt, maar hoofdzakelijk dat de samengedrukte lagen dieper in het gesmolten magma worden geperst; een ander effect is volgens het beginsel der isostasie niet wel mogelijk. Het is in deze periode dat hoofdzakelijk voorkomt plooiing en over-elkaar-rollen der gesteenten. Het oprijzen der bergen heeft eerst later plaats. Dit geschiedt wanneer de periode van vloeibaar-zijn overgaat in de periode van vastworden. Dan neemt de dichtheid van het substraat, waarop de continenten rusten of liever waarin zij drijven, toe; de compensatie is te groot en derhalve wordt de geheele korstmassa omhooggedrukt door den door de dichtheidstoename ontstanen opwaartschen druk. Zoo opgevat is dus de bergvorming hoofdzakelijk het gevolg van in verticale richting werkende krachten. In deze wijze van voorstelling is het niet noodig de enorm groote (in horizontale richting werkende) krachten in te voeren, die in de vroegere opvatting, toen alleen gedacht werd aan horizontale krachten, noodig waren om de opstuwung van de Himalayaketen of van het Mont Blancmassief te verklaren. De hier aangenomen verticale krachten zijn betrekkelijk gering in grootte, ongeveer van dezelfde orde als die, welke noodig waren om de verhitte materialen van de geosyncline, toen deze in het vloeibare naar beneden gingen zinken, zijdelings samen te drukken. Vestigen wij nog even de aandacht op de wijze waarop de andere krachten, die van invloed zijn op de bergvorming, ontstaan. Terloops werd er reeds gesproken over den magmaocean, die in de smeltingsperiode ontstaat: een ocean die ongeveer 100 K.M. diep is en dichtheid heeft gelijk aan 3-maal de dichtheid van water; in dezen ocean ontstaan onder invloed van zon en maan getijdewerkingen, waarvan de energie veel grooter is dan die veroorzaakt worden in den waterocean, getijdewerkingen die een vertragenden invloed hebben op de west-oostelijke beweging der aarde en aldus een verschuiving van de buitenste korst over de onderliggende gedeelten tengevolge hebben. Het is niet moeilijk in te zien dat indien de continenten en de oceanbodem door de inhorizontale richting werkende krachten, die door de getijden worden veroorzaakt, een kleinere hoeksnelheid gaan verkrijgen dan de hoeksnelheid van den aardbol in zijn geheel genomen, dan de magmaocean een in oostelijke richting werkende kracht gaat uitoefenen op het in het magma ondergedompelde gedeelte der continenten, want de dieper gelegen lagen van het magma zullen, wegens hun taaiheid, in hoeksnelheid meer overeenkomen met de hoeksnelheid van den aardbol, dan

de hooger gelegen gedeelten. Zoo ontstaat een van west naar oost gerichte druk van de draaiende aarde in tegenovergestelde richting met de richting der krachten uitgeoefend door den invloed van zon en maan. W. Scheydar heeft erop gewezen dat behalve deze krachten ook nog een kracht wordt uitgeoefend tengevolge van de praecessie en dat deze kracht werkt in dezelfde richting als de invloed der getijden, maar van grooter intensiteit is; zij heeft een maximum aan den equator en is op 36 gr. ten noorden en ten zuiden van den equator gelijk 0.

De horizontaal gerichte druk, die door deze krachten wordt veroorzaakt, kan alleen werken op de westelijk gelegen ondergelopen kusten van de continenten en op de aan den westkant gelegen naar beneden zich uitstrekkende protuberansen der continenten. In overeenstemming hiermee vindt men dat de groote lavastroom die in vroeger tijden is naar boven gekomen, in hoofdzaak opgestegen is aan den westkant van de bergketens.

Omtrent de grootte dezer krachten is voorloopig weinig met zekerheid te zeggen; alleen dat zij veel grooter moeten zijn dan die welke door ebbe en vloed op de aardoppervlakte worden uitgeoefend; verder dat zij in vroeger tijden grooter moeten geweest zijn dan zij zouden zijn als zij op het oogenblik werkzaam waren, omdat in vroeger perioden, volgens de meening der astronomen, de maan dichter bij onze aarde stond dan nu.

Andere bergvormende krachten vinden hun ontstaan hierin dat het magma door temperatuursverhooging uitzet en later door verandering van den aggregaatstoestand weer inkrimpt. Nemen wij aan dat de gemiddelde toename van het volumen bij het magma ongeveer 10 % bedraagt, dan volgt hieruit, als de dikte der isostatische laag gesteld wordt op 100 K.M., een aangroeiing van de aardstraal van 9.5 K.M. De aardoppervlakte wordt dan 975.000 K.M. grooter. Practisch komt dit alleen de oceanen ten goede, want de continenten blijven zoo goed als homogeen; hieruit volgt dat de Stille ocean aan den equator 45 K.M. en de Atlantische ocean aan den equator 16.5 K.M. breeder wordt.

Onder den invloed van de krachten die ontstaan door de toename van de lengte der aardstraal en tengevolge van de verticale verplaatsingen der continenten (door de dichtheidsverandering van het magma) is het waarschijnlijk dat aan de kusten breuken ontstaan. En het is niet onmogelijk dat de lavastroomen waarvan zooeven sprake was, deze breuken juist aan de westkusten doen optreden.

Daar de aardkorst in de periode van smelting de uitzetting van het magma belet, kan aangenomen worden dat het magma in deze periode onder hoogen druk staat.

(Wordt vervolgd).