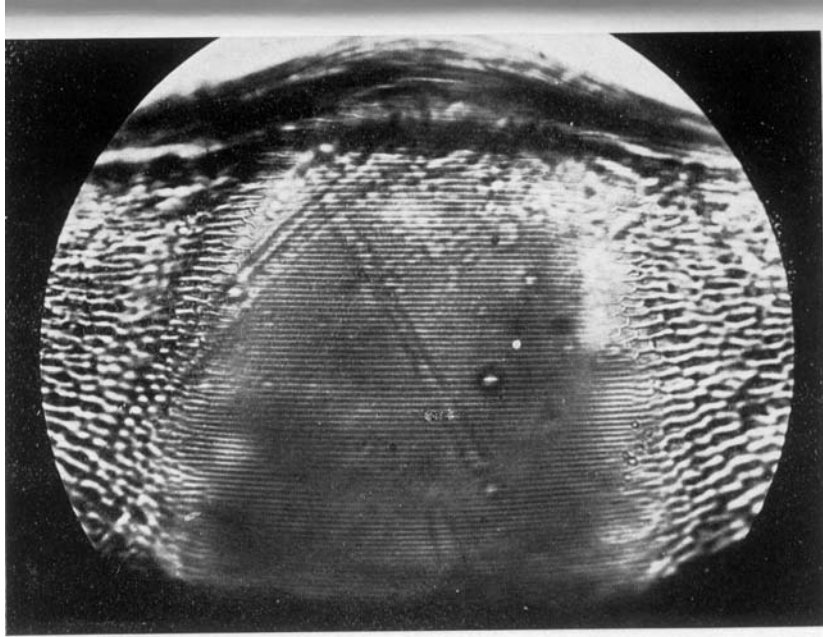


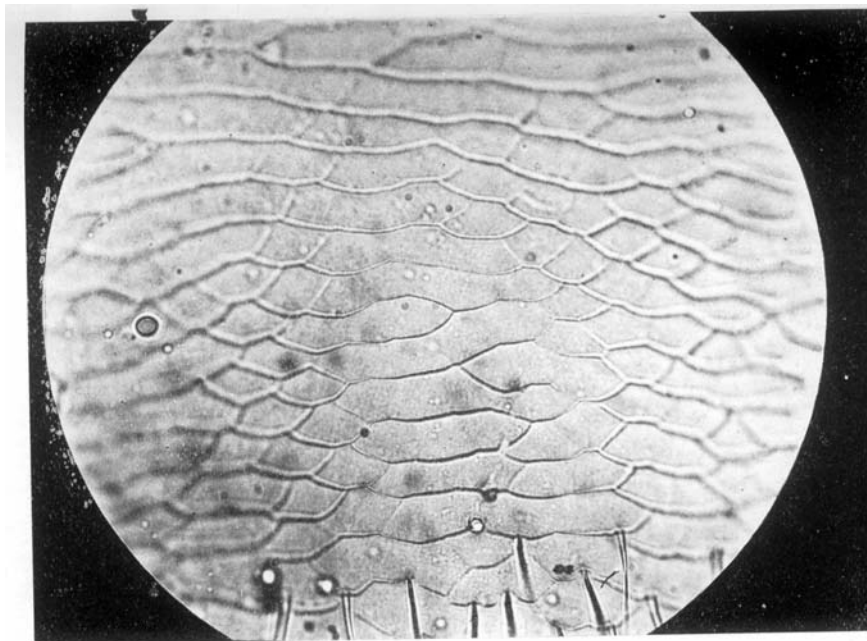
MIERENGELUIDEN

In menig artikel werd de opvatting van de meeste myrmecologen vermeld volgens welke het geluid bij de mieren één van de vele middelen zou zijn, waarover zij beschikken om elkander iets mee te delen of alarm te verwekken. Wanneer we spreken over mierengeluid, dan kan dat voor den oningewijde van alles en nog wat betekenen. Staande bij een groot bosmierennest horen we daar het geritsel van de duizenden trippelende mierenpootjes over het droge nestmateriaal of de dorre blaren van de bodem. Dit geruis is naar alle waarschijnlijkheid van geen biologische waarde voor het leven van de mieren. Ik herinner mij eens in een krant gelezen te hebben hoe een geleerde een microfoon in een bosmierennest zou gebracht hebben, en daar de intieme gesprekken van de bevolking zou hebben afgeluisterd. Zoiets kan wel sensatie verwekken in een krant, maar wie weet wat een bosmierennest is, staat, tot nadere informatie, toch wel enigszins sceptisch tegenover zulke berichten. En toch produceren sommige soorten een echt geluid met behulp van speciale organen voortgebracht en naar alle waarschijnlijkheid tenminste ook van levensbetekenis voor de soort. Dat “stridulatiegeluid” is een vrij hoog, sjirpend, maar zeer zwak geluid. In 1874 werd het orgaan daarvan door Landois ontdekt. en sindsdien waren vele onderzoekers geneigd aan te nemen dat het daarmee voortgebrachte geluid moest dienen als sein of alarmgeluid. Nu heeft de wijze waarop dit onderzoek zich ontwikkelde zoveel verwarring gesticht, dat het mij slechts met moeite gelukte enige klaarheid daarin te brengen door uitgebreide onderzoekingen, die zoals dat wel meer gebeurt, me veel verder brachten dan was voorzien, en me deden belanden op een nog onontgonnen terrein waarin ik de lezer nu even wil binnenleiden. Doordat het probleem door de eerste onderzoekers verkeerd gesteld was, ontstonden twee grote categorieën onder de entomologen. Enerzijds waren er myrmecologen die het stridulatiegeluid hadden waargenomen of het orgaan daarvan hadden bestudeerd, en anderzijds zij die, met ongeschikte proefdieren werkend, geen geluid te voorschijn konden roepen en dan de verkeerde algemene conclusie trokken: de mieren maken geen geluid, of althans geen geluid dat voor het menselijk oor waarneembaar is. “Het is inderdaad zeker,” zo besluit Lubbock zijn werk, “dat de mieren geen geluiden voortbrengen die wij met ons oor kunnen waarnemen.” Daaruit ontstond dan ook de bij ons verspreide mening dat de mieren “ultrageluid” zouden maken, zo hoog, dat het boven onze gehoordrempel ligt. Andere onderzoekers daarentegen spreken van “zang,” van “sissende” geluiden, van “schrille klanken” en “sjirp geluiden”. Wat is daar allemaal van te geloven? Zelf had ik het geluid reeds bij een tiental soorten onbetwifelbaar waargenomen; zou ik me dan zo lelijk vergist hebben? Toen zocht ik naar een gelegenheid om de zaak proefondervindelijk te beslissen en wel zo, dat in de eerste plaats een objectieve studie mogelijk werd van het geluid zelf. Al heel spoedig bleek dat de vergissing van Lubbock waar op vele auteurs steunden, hierin bestond dat hij eenvoudig als proefdier een mier had genomen die over geen geluidsorganen beschikte, want niet alle soorten zijn muzikanten. Zoals bekend worden de mieren van alle andere *Hymenoptera* onderscheiden o.a. door de bouw van het achterlijf. Het abdomen is niet onmiddellijk met het borststuk verbonden zoals dat bij de bladwespen het geval is; ook niet door middel van een zgn. "wespentaille" zoals bij wespen en bijen, maar door een beweeglijk gewrichtsvormig



5. Geribde plaat van het muziekinstrument van een knoopmier, sterk vergroot.

en neergaande beweging van het abdomen kan deze geribde plaat of stridulum tegen de kraagvormig overhellende zoom van de tweede steelknoop gewreven worden, waardoor een typisch raspgeluid ontstaat. Het vlugge over en weerschrijven van de kam over deze ribjes veroorzaakt tussen elk ribje een klein plofje. Deze stootjes volgen in grote snelheid elkander op en doen aldus een trilling ontstaan die op ons de indruk van een fijn gesjirp maakt, dat, ofschoon veel zwakker, het best met dat van een krekkel te vergelijken is. Wanneer we nu dat gestreept chitineplaatje van een knoopmier vergelijken met de overeenkomstige chitinerings

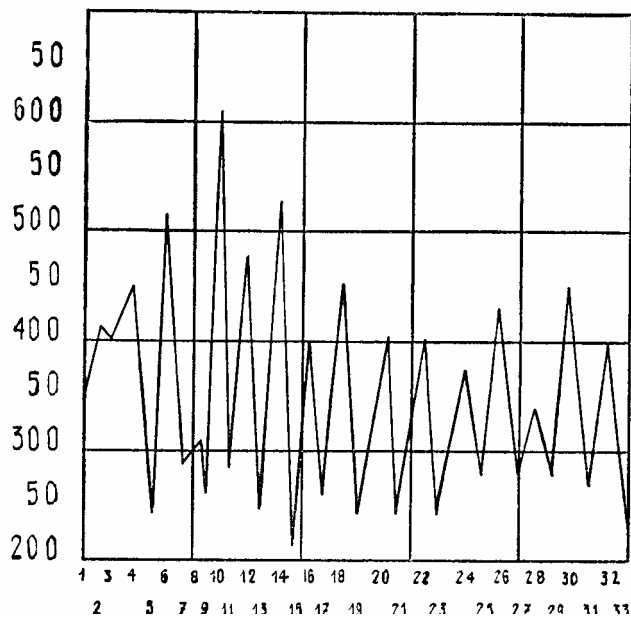


6. *Lasius flavus* (werkster) mist de geribde plaat.

tussenuit, steel of petiolus genaamd. Deze steel bestaat ofwel uit een stuk met of zonder schub, ofwel uit twee knobbelvormig afgeronde ringen zoals zich dat bij onze knoopmieren, die daaraan hun naam te danken hebben, voordoet. Bij deze knoopmieren ligt op de plaats waar het achterlijf in de tweede steelknoop geschoven wordt, het eigenlijke striduleerorgaan, een zeer fijn gerild gedeelte van het chitinepantser. Door een op

van een gele weidemier (zie afbeeldingen 5 en 6), dan is het duidelijk te zien waarin de vergissing van Lubbock bestond. De glanzende houtmier (door hem onderzocht) en de gele weidemier hebben op de bewuste ring wel enkele netvormige verdikkingen van de huid, maar naast de zo fijne en regelmatige ribjes van het orgaan van een *Myrmica* betekent dat weinig, en het is niet te

verwonderen dat daarmee geen geluid voortgebracht kan worden. Ook onze bosmieren beschikken over niets beters. Van onze vier inlandse onderfamilies hebben alleen de *Myrmicinae* en de *Ponerinae* een goed ontwikkeld striduleerapparaat. Dit stridulum is een echt wonder van fijne structuur. Het zou ons te ver voeren om in details te treden over dit tot nog toe zo weinig bekend orgaan. Laten we volstaan met enkele bijzonderheden aan te stippen. Zowel het aantal als de onderlinge afstand van de chitineribjes variëren van soort tot soort en binnen dezelfde soort is er nog een groot verschil tussen de werksters, de wijfjes en de mannetjes. Meer dan tweehonderd orgaantjes, behorend tot 31 soorten werden door mij geprepareerd en onderzocht. Er zijn soorten waar de ribjes slechts een half micron van elkaar liggen. Er zouden er dus tweeduizend op een millimeter liggen. Bij andere liggen ze verder van elkaar, tot twee micron toe. Zie daarvoor tabel I, waar enkele data omtrent de onderzochte soorten meegedeeld worden. Zoals men ziet wisselt ook het aantal ribjes zeer sterk. Bij de respectieve koninginnen zijn er nog veel meer. Uit de talrijke tastharen en andere, nog niet bestudeerde zintuigorganen en zenuwuiteinden die om de geribde plaat heen liggen, is op te maken dat dit orgaan wel degelijk van betrekkelijk grote biologische betekenis moet zijn voor de mier. De variabiliteit van de constructie zelf liet verwachten, dat ook het geluid menig verschil zou vertonen. Er moest dus naar een mogelijkheid gezocht worden om het stridulatiegeluid van de mieren te registreren en nauwkeurig te ontleden. De eerste gelegenheid daartoe vond ik op het Diergeografisch Instituut van de Universiteit te Gent, de verdere uitwerking kon geschieden op het Laboratorium voor Fysiologie van de Rijksuniversiteit te Utrecht. In principe bestaat de apparatuur uit drie delen: een microfoon met versterkingspost om het geluid op te vangen en te versterken, een oscillograaf of toestel, dat de geluidstrillingen omzet in lichttrillingen, en een registreerapparaat, waar de aldus opgewekte trillingen op een snel lopende fotografische band worden opgenomen. Een eerste resultaat van onze registratiecurven was, dat kon bewezen worden dat het mierengeluid wel degelijk bestaat, en dat het geen buitengewoon hoge tonen zijn die het menselijk oor niet zou kunnen waarnemen. tabel II geeft daarvan een bewijs dat geen verder commentaar behoeft. Door middel van de oscilloscoop werd verder nog gecontroleerd of soms toch hogere trillingen zouden worden verwekt, doch met negatief resultaat. De hoogst waargenomen frequentie bij de door ons onderzochte soorten ging de 2500 trillingen per seconde niet te boven, de laagste niet beneden de 120. Wanneer we dus mieren zo goed als nooit "horen" striduleren, is dit alleen te wijten aan het feit dat het voortgebrachte geluid te zwak is, d.w.z. niet de frequentie is te hoog, maar de amplitude is te gering, de kracht waarmee de omgevende lucht in trilling wordt gebracht is te

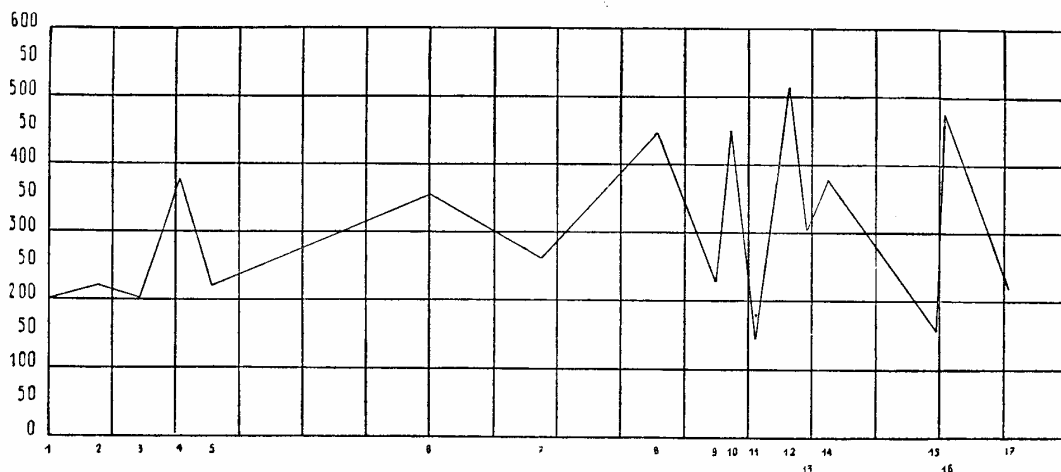


grafiek 1

zwak om ons trommelvlies te doen meetrillen. Het gesjirp zelf bestaat uit beurtelings afwissellende hoge en lage tonen, zoals te zien is op de registratiecurve van een werkster van *Myrmica ruginodis*, die ik als voorbeeld hier afdruk (zie grafiek 1). Elk vierkant van deze grafiek stelt een tiende van een sec. voor. De opname verloopt van link; naar rechts. Men kan daarop duidelijk zien hoe telkens een hoge top volgt op een lage. Op grafiek 2 ziet men hoe de snelheid, waarmee het abdomen van de mier op en neerbewogen wordt, stijgt, hetgeen op een

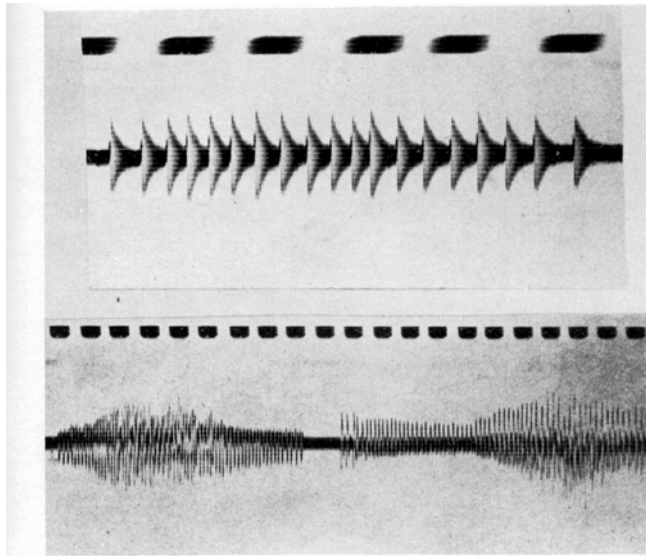
groeijende opwinding van het proefdier wijst. Het alterneren van hoge en lage tonen beantwoordt aan de bij het striduleren karakteristieke op en neerbewegingen van het achterlijf van de mier, d.w.z. aan het in en uitschuiven van de geribde plaat onder de voorafgaande ring

van de



grafiek 2

achterlijfssteel. Een tweede eigenaardigheid van de mierenmuziek, door onze opnamen aan het licht gebracht, is dat de hoge tonen met een zacht geluid, de lagere met een sterk geluid overeenkomen. Amplitude en frequentie schijnen dus in omgekeerde evenredigheid te staan. Op afbeelding 7 (beneden) die een reproductie van een onzer opnamen is, is dat duidelijk te zien. Waar de lijntjes het dichtst bijeen staan, hebben we met het hoogste geluid te doen. Niet



7. Zuivere ploffcurve van het stridulatiegeluid van een werkster van *Myrmica ruginodis* en sinuscurve (vis- en fuikvorm) van het stridulatiegeluid van een koningin van *Tetramorium caespitum*. Elk zwart blokje boven de curven stelt $\frac{1}{100}$ seconde bandsnelheid voor.

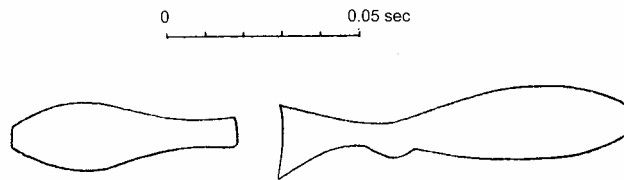
alleen kan de frequentie of toonhoogte variëren, niet alleen kan de amplitude of geluidssterkte verschillen van soort tot soort en van strijkgang tot strijkgang, maar het geluid zelf bleek eenvoudig of samengesteld te kunnen zijn. Aangezien we met een soort rasporgaan te maken hebben, is de meest natuurlijke geluidsvorm die we mochten verwachten, een opeenvolging van afzonderlijke plofjes van de strijkkam tussen de ribjes. En inderdaad, menige curve geeft ons een zuiver beeld dienaangaande: aan elke strijkgang beantwoordt een reeks regelmatige uitslagen, die op bepaalde afstand op elkander volgen. Deze curven, waarvan afbeelding 7 (eerste

foto) een typisch voorbeeld is, zullen we voortaan de "ploffcurve" noemen. Over dit zuiver plofgeluid nu, kan een tweede soort van geluid gesuperponeerd worden, nu eens in de vorm van een aantal natrillingen, dan weer in de vorm van een curve met zeer uitgesproken

sinus karakter, wijzend dus op een echte "toon". Deze "sinuscurve" kan tenslotte ook geheel met de ploffcurven versmelten, zodat ze beide dezelfde frequentie vertonen. Hierdoor worden we gedwongen aan te nemen dat er in het lichaam van de mier "iets" moet zijn dat meetrilt, onder de invloed van de eigenlijke plof, en dat een nieuw eigen en soms zeer muzikaal geluid doet ontstaan. Controleproeven hebben bewezen dat onze sinuscurve niet van de apparatuur afstamde, maar wel van de mier afkomstig was. Wat is dat meetrillende

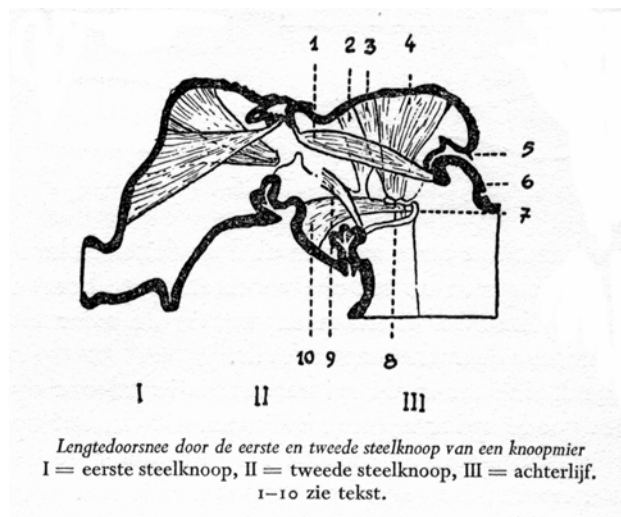
membraan of wat het ook moge zijn? Waar zit het, en hoe werkt het? Want zie, een boventoon in de echte zin van het woord is het niet. Hij is immers niet harmonisch met de grondtoon van de ploffcurve. Hij schijnt daarvan wel mechanisch, echter niet fonisch af te hangen. En dan is er nog iets. De mier kan blijkbaar naar willekeur dit geheimzinnig membraan laten meetrillen of niet. Op een paar honderdsten van een seconde komt plotseling in een zuivere ploffcurve de sinuscurve te voorschijn en verdwijnt even daarna weer. Willen we deze feiten trachten te begrijpen, dan moeten we aannemen dat we te doen hebben met iets dat meetrilt, jawel, maar dan zo, dat de mier de spanning en dus de hardheid daarvan regelen

kan, zodat de eigen frequentie voortdurend wisselt of zelfs geheel uitvalt. En nu nog een laatste complicatie. In een van onze registraties met snelle opnamen, het was een koningin van de kleine grasmier die zeer snel en heftig striduleerde vertoonden de opeenvolgende stridulatiegroepen een regelmatige afwisseling in de algemene vorm van de curven. Om de beurt begon een stridulatie met een sterke aanhef (grote amplitude) die dan vrij spoedig afnam, en een daaropvolgende met een zachte, geleidelijke aanhef die naar het midden toe



„Vis en fuik“-gedaante van twee op elkander volgende strijkgangen

aanwol. Hierdoor krijgt het gezamenlijk beeld van de curven de wondere gedaante van een vis en een fuik, die telkens met elkander afwisselen. De visvorm heeft de hoogste, de fuikvorm de laagste frequentie (zie ook afbeelding 7, beneden). Nu komt het erop aan van al deze feiten rekenschap te geven en tot een voorstelling te komen hoe zij kunnen ontstaan en wat in de mier als structuur daaraan beantwoordt. Een kleine les in de mierenanatomie zal ons op het goede spoor helpen. Wij gaan uit van het op bijgaande figuur afgebeelde schema, dat naar de werken van Janet werd opgemaakt. Het stelt een overlangse doorsnede voor door de eerste en tweede steelknoop van een knooppmier (*Myrmica*). De spieren die genummerd zijn als I, 2, 3, 4, g en 10, zijn spieren die de hoofdrol spelen bij het in beweging brengen van de geluidproducerende organen en die we daarom “fotokinetische spieren” hebben genoemd. nr. 1 en 10 zijn de strekspieren van het abdomen, die het gaster onder de ring van de tweede steelknoop naar binnen doen glijden.



Lengtedoorsnee door de eerste en tweede steelknoop van een knooppmier
I = eerste steelknoop, II = tweede steelknoop, III = achterlijf.
1-10 zie tekst.

nr. 1 verbindt rechtstreeks het middenveld van de geribde plaat met het voorstuk van de voorafgaande ring, terwijl 10 zijn kracht uitoefent op de naar binnen toe uitstekende chitinedoorn van het eerste achterlijfssegment, dat aldus als een hefboom dienst doet bij het kantelen van het abdomen in zijn beweging naar boven en naar beneden. Wanneer we het relatief kolossale gewicht van het achterlijf en de zo geringe lengte van die korte hefboom vergelijken met de snelheid waarmede het

abdomen bij het striduleren op en neer beweegt (in 1/10 seconde wordt het soms 5 of 6 maal omhoog opgetrokken), dan staan we verbaasd over de kracht door die spieren ontwikkeld. De spieren 3 en 4 en eventueel ook 9, men gelieve te volgen op de tekening, zijn de buigspieren van het achterlijf die tot functie hebben dit naar beneden te brengen, d.w.z. in ons geval de geribde plaat uit de voorafgaande ring naar buiten te schuiven. nr. 3 en 4 zijn evenals 10 hefboomspieren, maar zij doen het achterlijf in tegenovergestelde richting kantelen. 1 + 10 werken dus samen, tegen 3 + 4 + 9. Nu zal het voldoende zijn nogmaals de figuur aandachtig te bekijken om te zien hoe door hun plaats alleen reeds 1 en 10 krachtiger kunnen werken dan

de anderen, omdat de kiepende kracht van 10 rechtstreeks wordt geholpen door 1, die vergeleken met 9 veel sterker is. Daarenboven kunnen 3 en 4 blijkbaar hun werking niet uitoefenen zonder tevens de bovenste helft van de tweede steelknoop naar beneden te trekken en aldus de kam van het stridulum (S) met kracht op het gerilde veld te drukken. Dat is in het geval van de samenwerking tussen 1 en 10 niet zo. Met deze gegevens voor ogen kunnen we voor de verschillende eigenaardigheden van de mierenmuziek een bevredigende verklaring geven. Dat hogere en lagere tonen afwisselen wordt begrijpelijk uit hetgeen we over de werking van de spieren van de steelknopen hebben geleerd. Bij het uitschuiven van de geribde plaat (dus bij het neerhalen van het abdomen) is de kracht door 3 en 4 ontwikkeld groter en de weerstand geringer. Hetzelfde aantal streepjes kan dus op kortere tijd onder de kam passeren dan in omgekeerde richting, waarbij door 5 en 6 een remmende maar ook weer meteen een drukkende kracht wordt uitgeoefend. Hetgeen zeggen wil: bij het uitschuiven van het orgaan zal de amplitude groter en dus het geluid sterker zijn; maar, gezien de remming, de beweging langzamer en dus het geluid lager. En juist andersom bij het intrekken van het achterlijf. En waar is nu dat raadselachtige membraan ergens te zoeken, dat voor het ontstaan van de “sinuscurve” verantwoordelijk is? Naar alle waarschijnlijkheid is dat de bovenste helft van de tweede steelknoop, m.a.w. de ring, waarop de kam zit die over de ribjes wrijft. Hoe strakker deze door de spieren van de knobbel wordt aangespannen, hoe meer kans er bestaat dat hij bij elke plof tussen de chitineribjes zelf met een hoge eigen frequentie begint te trillen. Blijft nu nog het “vis en fuik” geval. Ook dit kan m.i. op dezelfde eenvoudige wijze verklaard worden. Reeds werd erop gewezen dat de “visvorm” de hoogste frequentie en de kleinste amplitude vertoont. We weten nu ook dat de hoge frequentie aan het inschuiven van het orgaan beantwoordt. Welnu daar bij het buigen (neergaan) van het achterlijf de spieren 3 en 4 een grote rol te vervullen hebben en deze ook verticaal werken door de kam tegen de plaat aan te drukken, is het waarschijnlijk dat juist door dit vastgeklemd zitten van de twee chitinedelen een grotere inspanning nodig is om de kam over de plaat te krijgen, een inspanning die op haar beurt echter weer opnieuw de twee chitinedelen tegen elkaar aandrukt. Dientengevolge gaan deze slechts met een plotselinge ruk van elkander, waardoor een bruuske en krachtige aanhef van de stridulatie mogelijk wordt (fuikvorm). Is het orgaan eenmaal in beweging, dan kan de spanning afnemen. Andersom bij de strekbeweging, het inschuiven, het opheffen van het achterlijf. Hier werken 3 en 4 niet op dezelfde wijze mee en er is geen spier die de kam tevens sterk tegen de ribjes aandrukt. Zachtjes en geleidelijk kan het bolvormig orgaan onder de kam worden geschoven, eerst zonder veel, later, bij de top van de bol, met een grotere weerstand, die weer afneemt als de helling voorbij is (“visvorm”). Nu wagen we ons nog een stap verder in het mysterie van de mierenmuziek en we vragen ons af: welke kan dan wel de betekenis van dit zo ingewikkelde stridulatiegeluid zijn voor het sociale leven van de mieren? Deze vraag, die aanleiding en uitgangspunt was van onze onderzoekingen, is ook weer niet “zo maar” te beantwoorden. Alvorens verder te gaan, moeten we eerst kunnen zeggen of de mieren wel of niet het stridulatiegeluid van hun nestgenoten op een of andere wijze waarnemen. Het is vanzelfsprekend dat een geluid als sociale factor geen zin kan hebben, als het niet wordt waargenomen. Twee groepen van waarnemingen staan hier tegenover elkander. Onder de vele onderzoekers die probeerden de reacties van de mieren op allerhande geluiden

te bestuderen, zijn er die zeggen: de mieren reageren niet op de door mij voortgebrachte geluiden met violen, fluiten, enz., dus nemen ze die ook niet waar. Daartegenover staan echter andere waarnemingen, zoals die van Collart met de termietenjaagster uit de Belgische Kongo *Megaponera foetens*. Deze mieren volgen bij hun rooftochten geen vaste banen en schijnen zich alleen op elkanders stridulatiegeluid te richten. Volgens Prell zou men dat geluid tot op één à twee meter kunnen horen. Collart verhaalt hoe zo'n colonne marcherende krijgers wordt voorafgegaan door een soort tambour-majoor, een aanhoudend stridulerende mier. Wordt deze aan de colonne ontnomen en op een afstand van 50 cm in de grond gestopt, dan hoort men een heftige stridulatie van het weerloze dier en de hele colonne stort zich uit in de richting van de verongelukte gids. Santschi deed herhaalde malen iets dergelijks met een mier uit Tunis, *Crematogaster scutellaris*. Een werkster werd verpletterd en op een tiental cm van een drukke straat neergelegd. De eerste ogenblikken gebeurt er niets bijzonders. Tot op eens een mier blijft staan, het achterlijf opheft en heftige stridulatiebewegingen uitvoert. Bijna ogenblikkelijk daarop doen alle mieren die op 15 of 20 cm in het rond zijn hetzelfde en in de tijd van enkele seconden is de hele mierenmassa in beweging. Twee derden van de uitstromende mieren begeven zich in de richting van het lijk. Ook op kunstmatig voortgebrachte geluiden kon Baier met *Manica rubida* zeer mooie reacties waarnemen. De uiterste zorg werd in zijn experimenten besteed aan het uitsluiten van elke geluidsoverbrenging langs vaste grond. Volgens Autrum zouden de mieren wel gevoelig zijn voor de snelheid waarmee het geluid zich voortplant (tastharen b.v. aan de sprieten) echter niet voor de zgn. geluidsdruk die slechts door een membraanachtig orgaan als het trommelvlies van de sprinkhanen zou kunnen waargenomen worden. Toch zijn al deze feiten nog te sporadisch en te weinig gecontroleerd om definitieve conclusies toe te laten en moeten we ons met een wel zeer grote waarschijnlijkheid tevreden stellen: de mieren reageren op geluid en nemen het dus op een of andere wijze waar. Of dit geschiedt door middel van een specifiek "gehoorzintuig" of alleen langs de tastprikkel van de sprieten blijft een onbesliste zaak. Rest ons nu nog even te bespreken welke de betekenis schijnt te zijn van het stridulatiegeluid in het sociale leven van de mieren. De meeste auteurs zien daarin een speciaal soort van alarmseinen, voor het overbrengen van een hevige psychische prikkeltoestand of, in het geval van de gezamenlijk stridulerende colonnes van tropische mieren, een middel om de algemene opgewondenheid te onderhouden tot blijvende opmerkzaamheid en opgezweepte zintuiglijke waarneming. Door Santschi werd zelfs de mogelijkheid voorgesteld dat de stridulatie een zekere rol zou spelen in het terugvinden van de weg naar huis. Tegen de gangbare opvatting over de sociale betekenis van het stridulatiegeluid zoals we dat geschetst hebben, is vooral Autrum opgekomen. Volgens hem kon worden aangetoond dat de mieren geen hoorbaar geluid voortbrengen noch boven noch beneden de 10.000 trillingen per seconde. Er ontstaat, zegt hij, niets anders dan wat hij noemt "Körperschall", d.w.z. geen luchttrillingen door het stridulum zelf veroorzaakt, maar wel trillingen van het gehele lichaam van de mier. Trillingen die dan door het voorwerp waarop de mier loopt of zit worden doorgegeven. De stridulatie zou dus niet de minste sociale betekenis kunnen hebben. Zij is geen hulpgeroep, geen psychisch communicatiemiddel, geen alarmsein of iets van dien aard. Waarom de mieren dan wel sjirpen? Uitsluitend als een ontlasting voor

een motorische beweging, die door een of andere oorzaak niet tot uiting kan komen. Hij noteert, en dat is inderdaad zo, althans voor onze inlandse soorten, dat mieren alleen striduleren wanneer zij in hun bewegingsvrijheid belemmerd worden. Deze omstandigheid roept een prikkeltoestand te voorschijn, die zich in een verhoogd bewegingstempo uiten wil. Kan dat niet, dan zou een uitweg worden gezocht door de psychische spanning in een motorische reactie van het stridulum om te zetten. Ik geef deze opvatting hier alleen bij wijze van curiositeit weer. Het is hier niet de plaats om een wetenschappelijke polemie te voeren. Ik hoop elders op Autrum's theorie uitvoeriger te kunnen terugkomen naar aanleiding van mijn stridulatieproeven. Alleen dit feit wil ik hier nog vermelden: mierenstridulatie kan wel waargenomen worden door het menselijke oor, zonder dat er een gegrond vermoeden bestaat dat dit door het meetrillen van vaste voorwerpen zou geschieden. De meeste proeven schijnen er ook op te wijzen dat de stridulatie, evenals alle andere alarmseinen, een zuiver excitatief verschijnsel is, waardoor tot hoogste oplettendheid en opgewondenheid wordt geprikkeld, en behalve enkele uitzonderlijke interessante waarnemingen zoals die van Collart en Santschi, lijkt ook het produceren van geluid bij de mieren geen aanwijzende waarde te hebben. Een steun voor deze mening vinden we nog in de volgende proef, die ik deed met twee kolonies van een knooppier (*Myrmica schencki*). Twee aan elkaar vreemde volken worden dooreen geschud en in een kunstnest geworpen. Na de eerste paniek kan men al heel gauw op verschillende plaatsen hardnekkige gevechtscènes waarnemen. Poten en sprieten van de vijand worden vastgegrepen en zolang in alle richtingen getrokken, tot eindelijk het slachtoffer van deze meedogenloze vierending bezwijkt. Ondertussen heft de aangevallen mier het achterlijf in de hoogte en begint wanhopig te striduleren (zie kopvignet van dit hoofdstuk). Hierop reageren andere mieren weer door zenuwachtig rond te lopen met gestrekte sprieten en opengesperde kaken, bijtengereed. Toch gaat geen enkele der strijd lustige insecten recht op een stridulerende nestgenoot af. Deze wordt slechts ontdekt als de opgewonden mier er toevallig langs loopt en met de sprieten contact krijgt. Dan pas werpt ook zij zich in de strijd. Ook de stridulatie schijnt dus niets te zeggen omtrent de plaats van het gevaar, alleen op te wekken tot woede en gevechtsparaatheid.

Tabel 1

Genus	Soort	Lengte der individuen in mm		Lengte der middelste ribjes in μ			Onderlinge afstand der ribjes in μ			Aantal ribjes	Aantal onderzochte individuen
		Max.	Min.	Max.	Min.	gemid.	Max.	Min.	gemid		
										180	
Manica	rubida	8,5	6	202	135	164	1.20	0.92	1.00		10
Myrmica	rugulosa	4	3	135	100	115	1.40	0.96	1.10	110	10
Myrmica	scabrinodis	5	3,5	170	115	127	1.80	1.40	1.50	90	10
Myrmica	sabuleti	5,5	4,5	180	135	164	2.00	1.30	1.60	85	10
Myrmica	schrenki	5	4	125	95	110	2.26	1.79	2.00	75	10
Myrmica	ruginodis	6	4,5	155	120	138	1.68	1.28	1.48	100	10
Myrmica	laevinodis	5	4	130	110	117	1.60	1.52	1.56	90	10
Myrmica	ruginodo-laevinodis	5	4	125	95	110	1.93	1.47	1.67	90	10

Genus	Soort	Lengte der individuen in mm		Lengte der middelste ribjes in μ			Onderlinge afstand der ribjes in μ			Aantal ribjes	Aantal onderzochte individuen
Myrmica	sulcinodis	4,8	3,9	190	127	157	2.20	1.50	1.90	80	10
Myrmica	lobicornis	5	3,5	157	150	137	2.20	1.90	2.00	70	8
Tetramorium	caespitum	3	2	80	60	70	1.37	0.96	1.06	85	10
Strongylognathus	testaceus	3	2,5	137	90	101	1.20	1.00	1.06	100	10
Crematogaster	sordidula	3	2	-	-	50	-	-	0.54	80	1
Crematogaster	scutellaris	4	3	-	-	90	-	-	0.86	160	1
Crematogaster	auberti laestrigon	4	3	-	-	65	-	-	0.93	100	1
Myrmecina	graminicola	3,2	3,2	55	40	48	1.25	0.96	1.07	90	10
Leptothorax	acervorum	4	3	95	75	87	1.347	1.13	1.24	85	10
Leptothorax	muscorum	3	2,5	98	90	94	1.10	0.92	1.00	85	4
Leptothorax	nylandri	3	2	68	58	62	0.80	0.75	0.76	85	3
Leptothorax	tuberum	3	2,5	87	72	79	0.80	0.75	0.77	100	2
Leptothorax	unifasciatus	3	2,5	80	55	67	0.80	0.60	0.66	110	10
Leptothorax	interruptus	2,9	2,5	75	60	68	0.92	0.70	0.80	85	10
Temnothorax	recedens	3,2	2,5	70	54	62	1.20	1.10	1.00	80	2
Formicoxenus	nitidulus	3,1	-	-	-	50	-	-	1.30	45	1
Solenopsis	fugax	2	1,4	57	38	33	1.25	1.00	1.15	30	10
Solenopsis	latro oraniensis	2	1,4	-	-	26	1.10	1.10	1.10	30	2
Stenamma	westwoodi	4,3	2,9	66	50	60	1.00	0.87	0.93	90	6
Messor	barbarus	10	5	191	105	135	2.00	1.50	1.70	110	10
Aphaenogaster	subterranea	5	4	132	92	107	1.10	0.92	1.00	110	10
Aphaenogaster	gibbosa	4	3	-	-	60	-	-	1.30	100	10
Pheidole	pallidula	2,7	2,4	122	92	111	1.5	1.2	1.30	90	5

Tabel 2

Genus	soort	Waargenomen strijkbewegingen	Aantal strijkgangen per seconde	Frequentie	
				Min.	Max.
Myrmica	ruginodis (w)	64	5-6	34	608
Myrmica	ruginodis (w)	34	15	220	603
Myrmica	ruginodis (w)	4	12	330	470
Myrmica	ruginodis (w)	11	13	240	540
Myrmica	ruginodis (w)	7	11	120	480
Myrmica	ruginodis (w)	10	14	230	570
Myrmica	laevinodis	7	13	330	700
Myrmica	laevinodis	13	11	340	560
Myrmica	sabuleti &	25	18	430	800
Myrmica	sabuleti &	10	17	210	470
Myrmica	ruginodis &	17	18	240	750
Myrmica	schenki (w)	39	12	320	600
Leptothorax	acervorum &	16	12	200	1600
Leptothorax	acervorum &	24	13	-	-
Leptothorax	acervorum %	7	14	320	680
Manica	rubida (w)	11	19	630	1600
Manica	rubida (w)	16	17	660	1280
Aphaenogaster	subterranea &	10	22	580	1700
Aphaenogaster	subterranea &	7	14	280	1200
Aphaenogaster	subterranea &	31	20	430	1700
Tetramorium	caespitum (w)	4	5	520	1200
Tetramorium	caespitum (w)	27	11	460	2500
Tetramorium	caespitum &	19	7	440	1400
Tetramorium	caespitum &	15	12	1300	1400
Tetramorium	caespitum %	16	8	280	890

Tetramorium	caespitum %	4	4	440	580
Enkele fonische gegevens van de stridulatie (w = werkster)					