

De bijenraat als communicatienet

Prof.Dr. J. Tautz en Prof.Dr. M. Lindauer

De wijze waarop bijen elkaar over vindplaatsen van voedsel informeren is uniek in de dierenwereld. Als een haalbij een rijke voedselbron ontdekt heeft, dan neemt even later het aantal bijen dat die bron bezoekt toe. Deze bijen komen uit hetzelfde volk als de bij die de schat ontdekt heeft. Er heeft dus communicatie tussen de bijen plaats gevonden.

Bijendansen als communicatiemiddel

Een wezenlijk bestanddeel van die communicatie tussen bijen is de ronde- en de kwispeldans. Om succes te hebben met de dans moet de danseres contact zoeken met andere bijen. Daarvoor moeten de danseres en haar toekomstige volgelingen weten waar ze elkaar kunnen vinden. In een groot bijenvolk met 60.000 bijen en $\pm 4,5\text{m}^2$ raatoppervlakte moet je dan wel iets met elkaar 'afspreken'. De dansvloer ligt daarom vast op een stukje raat van $\pm 100\text{cm}^2$ groot in de buurt van het vlieggat.

Het bijzondere van de bijendans is dat het een bericht is in code. Beknopt gezegd gaat het om het vertalen van een horizontale richting in het veld naar een verticale dans op de raat. Een bijzondere prestatie voor die kleine bijenhersenen. Het wordt nog fantastischer als we bedenken dat de bijen daarvoor de zon zelf niet hoeven te zien. Een klein stukje blauwe hemel is al genoeg om de feitelijke zonnestand te kunnen berekenen.

De soort van de te bezoeken bloemen (zoals appel, paardebloem of koolzaad) wordt overgebracht door de geur in het haarkleed van de danseres en de nectar. Overdracht van de geur gebeurt eenvoudig doordat de volgsters met hun voelsprietten eng contact houden met de danseres. Kwaliteit en rijkheid van de dracht worden meegedeeld in een code: duur en 'levendigheid' van de dans. Hoe hoger de concentratie van de nectar, des te volhardender de dans.

De kwispeldans geeft ook aanwijzingen voor de afstand. Deze zijn in vergelijking met de preciese richtingaanwijzing niet erg nauwkeurig, vooral niet voor afstanden groter dan 500 meter.

Duidelijk is dat de dans voor succesvolle haalbijen nodig is om andere bijen op het spoor te zetten van de voedselbron die ze hebben gevonden. Als er niet gedanst wordt, zijn er geen volgelingen. Is de dans

alleen voldoende om volgbijen de weg te wijzen? Blijkbaar niet. Wij hebben een klein voedertafeltje (15 x 15 cm) zonder geur als enige voedselplaats in het veld aangeboden. De plaats was zo gekozen dat deze met de kwispeldans slechts ruwweg aangegeven kon worden. Nooit vonden de gerecruteerde bijen op eigen kracht het tafeltje. Het bleek in het veld belangrijk te zijn om extra hulp te krijgen van een lokkende haalbij om nieuwelingen de weg te laten vinden.

Communicatiesignalen in de donkere bijenkast

Voordat een kandidaat haalbij op een dracht gewezen kan worden, moet eerst de aandacht van die toekomstige volgster getrokken worden. Dat gebeurt volgens onze bevindingen door mechanische signalen. Daarvoor komen in aanmerking: het geluid dat een dansende bij met haar vleugels maakt, de luchtstroming die rond een danseres ontstaat en de trillingen die in de dans worden opgewekt. Deze trillingen worden over de raat verdergeleid en blijken cruciaal te zijn om de aandacht te trekken. Een tijd geleden is met de zogenaamde 'computerbij' geprobeerd na te gaan hoeveel resultaat een danseres kan bereiken met het geluid dat haar vleugels produceren. Men liet de computer-bij daarbij boven de raat zweven zodat de ondergrond niet beroerd werd. Het succes was zeer gering, maar 10% van wat een normale dansende bij aan volgsters kan bereiken. In dezelfde richting wees een ander experiment: dicht bij een danseres hielden zich huisgenoten op die met hun voeten op dezelfde ondergrond stonden als de danseres. Een andere groep bijen bevond zich ook vlak bij de danseres, maar met hun voeten op een ondergrond die van de danseres was geïsoleerd. Het bleek dat de bijen op dezelfde ondergrond als de danseres aangelokt werden om de dans te volgen. De bijen op de geïsoleerde ondergrond toonden geen enkele interesse. Pas na toevallig antenncontact met de danseres begonnen zij navolgedrag te vertonen. Nog duidelijker wordt de rol van de ondergrond als men bijen op lege en op volle verzegelde cellen laat dansen. Dansen op lege cellen levert drie keer zoveel nieuwelingen op bij de voederplaats dan dansen op gesloten cellen. Blijkbaar wordt de bijentaal beter begrepen op lege cellen dan op volle. Omdat deze beide typen dansvloer mechanisch volkomen anders

zijn, richt de aandacht zich op het bewegen van de raat. Zijn het de trillingen die de volgers aanlokken?

De dansende bij als bron van trillingen

Hoe produceert een danseres 'trillende' berichten? Bij de kwispeldans beweegt de bij zich over de raat in de vorm van een acht. De opvallendste actie van een danseres is het kwispelen op de middellijn van de acht. Het lichaam beweegt zich ritmisch heen en weer, ongeveer 15 maal per seconde (15 Hz) en evenwijdig aan het raatoppervlak. Wij konden door middel van tijdopnames (200 beelden per seconde) ontdekken, dat de aanduiding kwispeldans eigenlijk misleidend is. Feitelijk houdt de danseres zich gedurende de kwispelfase met haar voeten vast aan de randen van de cellen en beweegt alleen het lichaam. Het gaat dus eerder om kwispelen op de plaats dan om lopen. Zo komt een 'stop and go' beeld van de dans tot stand: 'stop' tijdens de kwispelingen en 'go' daartussen. Is men eenmaal op deze beweging opmerkelijk gemaakt, dan kan men die ook met het blote oog zien, mits men op de voeten van de danseres let. De bewegingen bij het kwispelen zijn vergelijkbaar met de ritmische bewegingen van een schommel. Aanvullend op het kwispelen broemt de bij met haar 'vliegmotor', waarbij ze met de spieren van het borststuk korte series hoogfrequente trillingen opwekt. Trillingen van 260 slagen per seconde, ongeveer gelijk aan het aantal vleugelslagen per seconde tijdens de vlucht. Deze series trillingen vinden vooral plaats op de omkeerpunten van de kwispelbeweging (vergelijkbaar met de rustmomenten op de keerpunten in een schommelbeweging). In deze korte omkeermomenten drukt de bij stevig op de randen van de cellen. Wat er dan gebeurt is vergelijkbaar met iemand die een boormachine even extra tegen de wand drukt om de effectiviteit te verhogen. Dat roept de gedachte op dat de kwispelbeweging vooral bedoeld is om de hoogfrequente trillingen op de raat over te brengen. Voor de bijna niets wegende bij is het een hele opgave om de ondergrond waarop ze staat aan het trillen te krijgen. De koppeling van een langzame beweging (het heen en weer zwaaien van het achterlijf) aan een snelle beweging (trillen van de vliegsieren) schijnt een geraffineerde oplossing van het probleem te zijn.

De verbreiding van trillingen over de raat

Bekijkt men een lege raat dan valt op dat de randen van de cellen verdikt zijn. De randen bereiken daarbij een dikte van 0,3 mm terwijl de celwanden slechts een

dikte hebben van 0,07 mm. Deze verdikkingen vormen het plankier waarover de bijen lopen. Men kan de verdikkingen van de cellen zien als een net met 6-hoekige mazen. Over dit net kunnen microscopisch kleine golfjes lopen. De dunne celwanden blijken geen bijdrage te leveren aan het doorgeleiden van de signalen.

Als men kunstmatig opgewekte trillingen in allerlei frequenties over een raat stuurt, kan men ontdekken welke frequenties goed en welke slecht geleid worden. De metingen leveren een interessant resultaat op.

- Bij een lege raat worden de trillingen over de volle breedte voortgeplant, zelfs als de opwekkingskracht een fractie is van de kracht van een honingbij.
- Er duiken 2 frequenties op die bijzonder goed doorgeleid worden: 15 Hz en 260Hz.

Verbazingwekkend want het zijn de waarden die een danseres bij de kwispeldans opwekt. Het communicatienet - in de waarste zin van het woord - en de verzonden signalen blijken dus goed op elkaar afgestemd.

Volle, verzegelde cellen belemmeren de geleiding van de trillingen. We hebben bewezen dat in een normaal bevolkte bijenkast de dansvloer vrij is van broed en opgeslagen honing.

Consequenties voor de praktijk

De houten omlijsting van de raat zoals die door de imkers gebruikt wordt, belemmert de doorgifte van dergelijke trillingen. Ook als het gaat om raampjes met alleen maar lege cellen. Interessant is het te zien hoe de bijen op deze ingreep reageren. Ze blijven niet 'sprakeloos' maar knagen gaten tussen de raat en de houten omlijsting. Zulke gaten herstellen de overdraagmogelijkheden van de raat weer volledig. Als men raten bekijkt die de bijen in de vrije natuur bouwen, valt op, dat de raten aan de zijkant niet aan de wand van de bijenwoning zijn bevestigd, wat vanuit het standpunt stevigheid te verwachten was. Ze zijn slechts op enkele punten vastgemaakt.

Oorspronkelijk artikel: Die Bienenwabe als 'Kommunikationsnetz', door Prof. Dr. J. Tautz, Prof. Dr. M. Lindauer, ADIZ/die biene, 97(6): 6, vertaald en bewerkt door M.J. van Iersel.