De bij en haar Tom-Tom

Onno Bakker

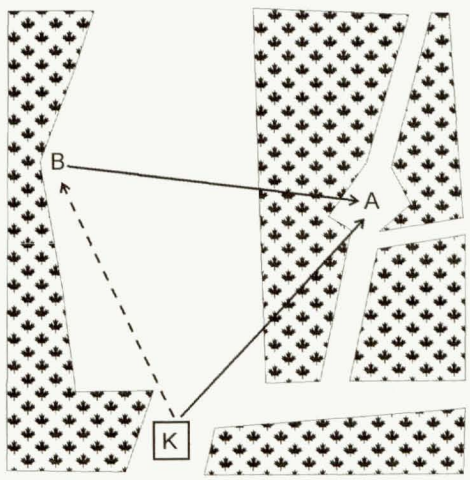
Hogere dieren, waaronder de mens, zijn in staat een kaart in hun hoofd te hebben van hun omgeving (een zogenaamde mentale kaart). Op die manier kunnen ze langs nieuwe wegen op hetzelfde punt uit te komen. Van ongewervelden is lang gedacht dat ze bepaalde aanknopingspunten alleen maar in een route-specifieke volgorde kunnen onthouden. Dit betekent dat ze alleen maar op één bepaalde manier bij hun doel kunnen komen. Uit recente proeven blijkt echter dat bijen toch ook in staat zijn een mentale kaart van hun omgeving te vormen.

Bijen verkennen hun omgeving door oriëntatievluchten en het zou kunnen dat ze tijdens deze vluchten een soort kaart van de omgeving in hun geheugen prenten. De vraag is echter wat voor soort kaart dit is. Daarom is de manier waarop insecten hun plaats bepalen in hun omgeving een continue bron van discussie. Een paar jaar geleden werd nog met stelligheid geconcludeerd dat insecten bakens in hun omgeving gebruiken om hun te vertellen welke opdracht ze daar moeten uitvoeren (b.v. zoveel naar links of rechts), in plaats dat het baken hun vertelt waar ze zijn. Een insect is dus volgens deze onderzoekers niet in staat positie te bepalen aan de hand van een totaaloverzicht (de mentale kaart) van de omgeving. Hogere dieren kunnen dit wel en dit verschil tussen hogere dieren en ongewervelden wordt wel een dichotomie (= tweedeling) genoemd. Het verschil zit hem er dus in dat in het ene geval de bij pas weet wat ze doen moet als ze het baken tegenkomt terwijl ze in het andere geval weet waar het baken staat in de omgeving van de kast. Dit is uit te leggen met het volgende voorbeeld. In figuur 1 is een omgeving te zien van een bijenkast (K). De bijen zijn getraind op een voedselbron op plaats A. Het insect zou dan A slechts herkennen aan een specifiek patroon van bakens onderweg (b.v. bomen, rotsen etc.). Wordt het insect dan naar B verplaatst dan zou het in het beste geval de bakens rondom B herkennen als een andere route en op basis hiervan wel weer naar de kast kunnen vliegen. Het insect zou op deze manier slechts van B naar A kunnen komen via de kast en niet rechtstreeks. Een hoger dier daarentegen is in staat om op basis van de bakens die worden waargenomen rondom B de positie van A te bepalen met behulp van de mentale kaart en dan vanuit B gelijk naar A te gaan, zonder dat dit ooit eerder is gebeurd.

De proeven van Von Frisch

Von Frisch heeft veel bekende proeven gedaan aan de invloed van de stand van de zon en de polarisatie van het licht op het richtinggevoel van de bij. Hieruit bleek dat de bijen op langere afstanden gebruik maken van de stand van de zon om zich te oriënteren en door de polarisatie van het zonlicht in de lucht een indruk krijgen van het verloop van de tijd.

Naast deze experimenten heeft Von Frisch ook gekeken naar het effect van bakens op het oriëntatievermogen van de bijen. Eén soort baken is bijvoorbeeld een bosrand. Von Frisch ontdekte dat wanneer de bosrand minder dan ongeveer 200 m van de kast verwijderd is de bijen de kompasrichting van de rand gebruiken om naar hun voedsel te komen. Bijen die eerst waren getraind op een voedselbron ten zuiden van de kast die ze konden bereiken door langs de bosrand (met richting noord-zuid) te vliegen, bleven langs de bosrand vliegend hun voedsel zoeken ook al lag de rand nu in de oost-west richting. Wel is het zo dat wanneer het bos verder weg staat (meer dan 200 m) zij zich gaan oriënteren op de zon. Dit soort continue bakens (bosrand, weg, waterkant) hebben dus een grote invloed op de richting waarin de bijen voedsel zoeken na ver-



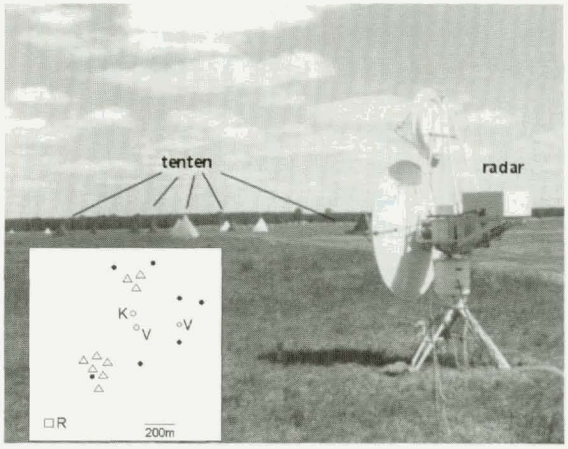
Figuur 1. Trainingsopstelling van Gould. Zie de tekst voor de uitleg. De stippellijn geeft de verplaatsing van de bijen in het donker aan.

plaatsing. Andere bakens zijn bijvoorbeeld huizen of (groepjes) bomen. Deze hebben geen sterke invloed op de richting waarin de bijen hun voedsel zoeken. Ook ontdekte Von Frisch dat bijen de positie van de kast of het voedsel bepalen bij vertrek en niet bij aankomst. Geen van deze experimenten leidde er echter toe bijen een mentale kaart toe te dichten.

De twijfel van Gould

De bekende bijenwetenschapper Gould kwam in 1986 met resultaten die twijfel deden rijzen bij het tot dan toe algemeen geaccepteerde idee dat insecten geen mentale kaart hadden. Hij had proeven gedaan met bijen in een opstelling zoals hierboven beschreven (figuur 1). De bijen werden gevangen op het moment dat ze de kast verlieten, vervoerd in het donker (zodat ze zich geen idee konden vormen van de richting waarin ze werden verplaatst) en daarna op punt B (160m van de kast) losgelaten. Vanuit dit punt was het niet mogelijk voor de bij om de kast of de voedselbron te zien, dus de werkster kon niet op zicht naar één van de twee vliegen. De bijen vertrokken niet in een willekeurige richting (wat zou betekenen dat ze gedesoriënteerd waren) of in hun originele richting, die van de kast naar punt A (210°, wat zou betekenen dat ze niet door hadden dat ze waren verplaatst). Nee, de losgelaten bijen vertrokken in één bepaalde richting van ongeveer 330° en hieruit volgt dat wanneer Gould bijen lostliet op punt B ze direct naar A vlogen. Dit kon onder andere ook worden aangetoond door de vliegtijd te meten. Losgelaten bij B kwamen ze 22 seconden later aan bij A. Dit kon alleen maar als ze direct van B naar A waren gevlogen want hadden ze dit gedaan via de kast, dan had dat 45 seconden gekost.

Verder kwam ook naar voren dat de bijen ook op grotere afstand nog in staat zijn zich onmiddellijk te oriënteren. Alleen wanneer ze bijna 5 km verderop werden losgelaten (en dus buiten het hun bekende gebied) vlogen ze in alle richtingen weg en geen van deze bijen kwam aan bij de kast of de voedselbron. Op basis van deze proeven en de daarbij horende controles concludeerde Gould dan ook dat bijen wel degelijk een soort mentale kaart hebben. Verder bewijs hiervoor komt van het volgende experiment. Gould traint een deel van de bijen uit een kast op een voedselbron aan de oever van een meer. De andere helft werd getraind op een voedselbron op een bootje in het meer. De bijen die deelnamen aan de dansen van de op het bootje getrainde werksters hadden er geen behoefte aan voer te gaan halen op het water. Op hetzelfde moment had de andere groep werksters geen probleem hun zusters te interesseren voor de bron op de oever. Pas toen het bootje met het voer aan de andere oever lag kwamen ook hier weer bijen op af. Dus zegt Gould, als je aanneemt dat de bijen weten dat er water ligt (door hun kaart in het geheugen) geloven ze niet dat daar voedsel te halen valt, en gaan ze dus ook niet.

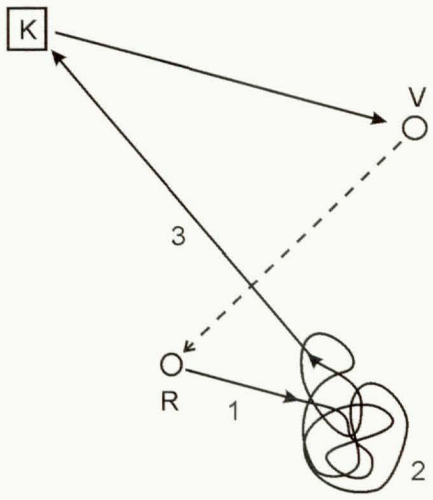


Figuur 2 .Testopstelling van Menzel. Op de foto vooraan de radar, daarachter de gekleurde tenten. In de inzet is een schema van de opstelling te zien. K=kast, V=voedselbron, R=radar. De zwarte stippen zijn de plaatsen vanwaar de bijen werden losgelaten. De driehoeken zijn de tenten.

Recent onderzoek met radar

De oplossing van het probleem met de 'kaart' is dichterbij gekomen dankzij proeven die onlangs zijn uitgevoerd door onderzoekers uit Duitsland en Engeland. Zoals eerder beschreven (BIJEN 14(11): 291-292 (2005) is ook hierbij gebruik gemaakt van de harmonische radar. De bijen waren uitgerust met de bekende 'antenne' en konden zo gedurende de gehele vlucht gevolgd worden.

Het landschap waarin de kast was geplaatst was een groot weidegebied en had dus geen bijzondere kenmerken, ook niet aan de horizon (zie de paragraaf over Von Frisch). Door de onderzoekers werden een aantal pyramide-achtige tenten in verschillende kleuren geplaatst voor het geval het zo zou zijn dat de bijen toch alleen met behulp van bakens hun plaats zouden kunnen bepalen (figuur 2). Het bleek dat de bijen zich niet veel aantrokken van deze 'losse' bakens. Dit bevestigt de conclusies van Von Frisch. Verder was tijdens de eerste experimenten maar een deel van de weide gemaaid. Dit leverde een duidelijke continue begrenzing op (zie paragraaf over Von Frisch) die inderdaad door de werksters gebruikt werd om zich te oriënteren.



Figuur 3 .Schematische voorstelling van de vlucht van een verplaatste bij. Zie de tekst voor uitleg. De cijfers geven de drie stappen in de vlucht weer.

Harmonische radar

Hoe zag het experiment er uit? Bij de kast of bij de voedselbron werden bijen gevangen, gemerkt en daarna in het donker naar een ander plaats vervoerd. Hier werden ze losgelaten en hun individuele vlucht werd geregistreerd met behulp van de harmonische radar.

Wat doen de bijen nu die gevangen zijn en in het donker naar een andere plaats zijn gebracht? Uit de vele waarnemingen konden Menzel en collega's het volgende patroon afleiden: 1) de werkster vliegt eerst door in een rechte lijn in de richting die ze vloog voordat ze werd gevangen, 2) daarna begint een langzame zoekvlucht met veel wendingen waarin geprobeerd wordt de positie te bepalen waarna 3) een directe snelle vlucht volgt terug naar de kast of direct naar het voedsel (figuur 3). Door dit gedrag wordt aan twee belangrijke eisen voor het bestaan van een mentale kaart voldaan, te weten 1) bijen kunnen op elk willekeurig punt in hun omgeving een koers bepalen naar hun doel en 2) zij kunnen daarbij kiezen tussen twee doelen (hier: de kast of het voer).

De onderzoekers concluderen aan het eind van hun verhaal dan ook dat het nu niet zozeer de vraag is of bijen een mentale kaart hebben, maar hoe die eruit ziet en hoe die wordt gebruikt. Dit laatste is bijvoorbeeld van belang bij de bijendans. Als de werkster die getuige is van een dans voor een voedselbron al een kaart heeft van de omgeving zal ze de dans kunnen interpreteren in de zin van een plaats en niet alleen van een richting en een afstand (een beetje als: je moet naar Wageningen, in plaats van, je moet 45 km ten zuiden van hier).

De vraag of de bij een ingebouwd navigatiesysteem (een kaart in het geheugen) heeft kan dus op basis van de laatste onderzoeken positief beantwoord worden. Of zoals Michael Weiler schrijft in zijn boek *Der Mensch und die Bienen*; 'De indruk kan bestaan dat de bij al weet waar de plaats is waar ze heen vliegt op het moment dat ze vertrekt'.

Bronnen

Von Frisch, K. (1967) The dance language and orientation of bees.
Gould, J.L. (1986) Science 232: 861
Gould, J.L. en Gould, C.G. (1992) De honingbij
Menzel, R. ea (2004) Proc Natl Acad Sci 102: 3040.
Weiler, M. (2000) Der Mensch und die Bienen.
Collet, T.S. en Collet, M. (2002) Nat Rev Neurosci 3: 542

www.pnas.org

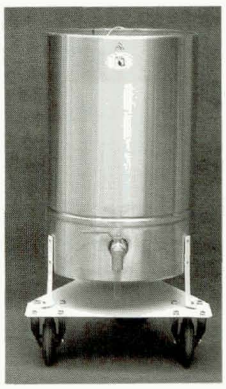
Voor diegenen die de beschikking hebben over een internetverbinding zijn de individuele vliegpaden van 39 bijen als animatie te bekijken op *www.pnas.org*. Typ in het zoekvakje '*bees*' en zoek het artikel van Menzel (bij het schrijven de tweede in de lijst). Klik dan 'supporting information' en zie verschillende bijen terugvliegen naar hun kast.

advertentie

Geen duur wintervoer meer kopen maar zelf maken

Met heet water uit de kraan en suiker is het wintervoer aanzienlijk goedkoper en eenvoudig zelf te maken.

De in **rvs** uitgevoerde **mengers** met aftapkraan zijn verkrijgbaar in 50-90-200-300 liter.
Naar wens op wielen of poten



Machinebouw Jansen Stroe
Stroeërweg 69-71
3776 MH Stroe
Tel 0342-441572
Fax 0342442504

Tevens dealers gevraagd