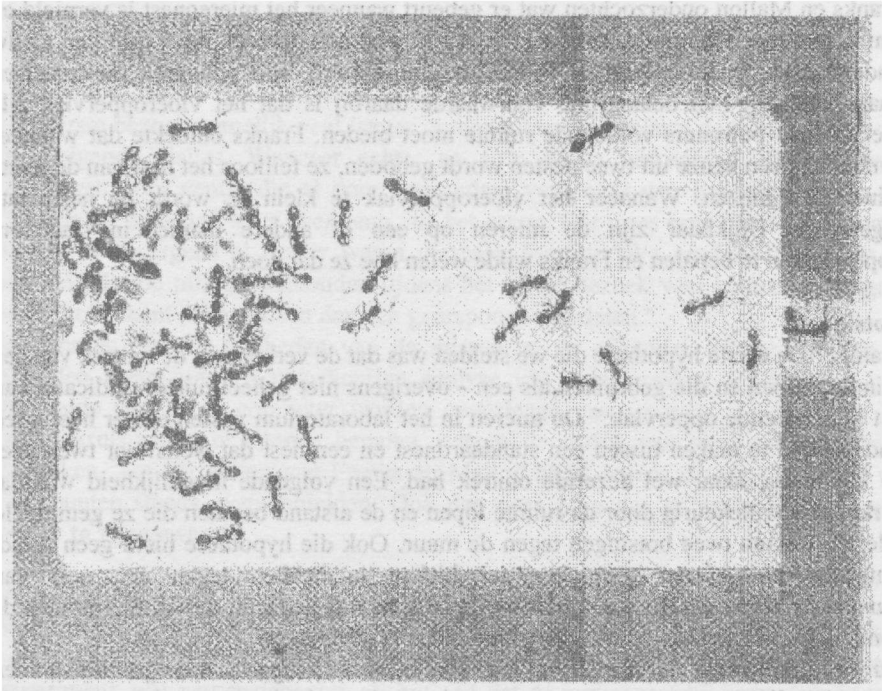


IV. Mier met knobbel (NRC 17 jun 00)

MIEREN HANTEREN ALGORITME VAN BUFFON BIJ ZOEKEN VAN NEST

Wanneer mieren op zoek gaan naar een nieuw nest weten ze feilloos oppervlaktes te schatten. Hun geheim: een achttiende-eeuws wiskundig algoritme van de Franse graaf George de Buffon.

Rob van den Berg



Laboratoriumnest waarbij mieren nagaan of de grootte naar wens is.

FOTO NIGEL FRANKS

Dat apen een zeker inzicht hebben in rekenkundige problemen, is bekend. Maar volgens twee biologen van de universiteit van Bath zijn sommige mieren toch slimmer. Nigel Franks en Eamonn Mallon ontdekten dat een Engelse mierensoort een tweehonderd jaar oude wiskundige truc toepast om een nieuw nest te vinden van de gewenste afmetingen. Ze trokken die conclusie na observatie van mieren in het laboratorium (Proceedings of the Royal Society London, april 2000). Franks houdt zich al jaren bezig met mierenkolonies. Hij probeert te weten te komen

hoe uit simpele gedragingen van individuele mieren complex gedrag kan ontstaan. Franks: "Aan dat probleem is de laatste jaren veel onderzoek gewijd, maar we weten eigenlijk nog niet goed hoe individuele mieren de informatie verzamelen waarop ze hun beslissingen baseren." Om daar meer over te weten te komen bestudeerde Franks samen met zijn student Eamonn Mallon de vrij algemeen voorkomende soort *Leptothorax albigipennis*. Mierenkolonies van deze soort bewonen kleine, platte holten in rotsen. Ze kunnen gemakkelijk in het laboratorium worden gehouden in mierennesten die uit microscoopglasjes en stukken karton zijn samengesteld. Dat maakt het bovendien gemakkelijk om het gedrag van de mieren te observeren.

Franks en Mallon onderzochten wat er gebeurt wanneer het mierennest is vernield en een kolonie (een koningin, larven en 50 à 100 werkers) op zoek moet naar een nieuw onderkomen. Daartoe worden verkenners uitgestuurd, die potentiële nestplaatsen gaan bekijken. Een belangrijke voorwaarde daarbij is dat het vloeroppervlak alle toekomstige bewoners voldoende ruimte moet bieden. Franks ontdekte dat wanneer verkenners een keuze uit twee nesten wordt geboden, ze feilloos het nest van de juiste afmetingen kiezen. Wanneer het vloeroppervlak te klein is, wordt de nestplaats afgewezen. Blijkbaar zijn de mieren op een of andere manier in staat om oppervlakten te bepalen en Franks wilde weten hoe ze dat doen.

Botsingen

Franks: "De eerste hypothese die we stelden was dat de verkenners de omtrek van een ruimte aflopen en die gebruiken als een - overigens niet geheel juiste - indicatie van het bijbehorende oppervlak." De mieren in het laboratorium wisten echter heel goed onderscheid te maken tussen een standaardnest en een nest dat weliswaar twee keer zo klein was, maar wel dezelfde omtrek had. Een volgende mogelijkheid was dat verkenners willekeurig door de ruimte lopen en de afstand bepalen die ze gemiddeld afleggen tussen twee botsingen tegen de muur. Ook die hypothese hield geen stand, aangezien de mieren geen bezwaar bleken te hebben tegen een nest van standaardgrootte, dat door een barrière in tweeën was gedeeld, terwijl in z'n nest de gemiddelde afstand tussen twee botsingen toch is gehalveerd.

Nu wist Franks nog een manier om snel een indruk te krijgen van de grootte van een oppervlak. Die hangt samen met een experimentele methode voor het bepalen van het getal π die in 1777 voor het eerst gepubliceerd werd door de Franse graaf George de Buffon. De overlevering wil dat hij op het idee kwam toen hij een stokbrood liet vallen op de tegelvloer van zijn keuken. In het artikel dat hij aan de methode wijdde is dat stokbrood vervangen door een naald. Buffon liet deze naald een groot aantal keren vallen op een stuk papier waarop op vaste afstanden van elkaar evenwijdige lijnen waren getekend, en noteerde hoe vaak de naald een van de lijnen kruiste. De kans dat dat gebeurt hangt af van de lengte van de naald, de afstand tussen de lijnen en ook van het getal π (de verhouding tussen de omtrek van een cirkel en de middellijn van diezelfde cirkel). Door het experiment maar vaak genoeg te herhalen en bij te houden hoe vaak de naald een lijn kruist, kan dus een benadering van het getal π worden verkregen.

In de jaren zestig werd aangetoond dat op basis van een soortgelijke redenering ook de grootte van een oppervlak kan worden bepaald door het aantal snijpunten te tellen

van twee volledig willekeurige lijnen die op dat oppervlak worden beschreven. Nu wisten Franks en Mallon dat mierenverkenners altijd minstens twee keer een mogelijke nieuwe nestplaats bezochten, maar daarmee was nog lang niet bewezen dat ze ook het algoritme van Buffon toepasten. Daartoe moesten mieren in elk geval in staat zijn om het door hen afgelegde pad te markeren. Dat zou dan bovendien moeten gebeuren met een persoonlijk geurspoor, omdat in de natuur verschillende verkenners dezelfde nestplaats bezoeken. Het leek op voorhand heel moeilijk om uit te zoeken of dit inderdaad het geval was. Maar gelukkig kwamen de mieren Franks en Mallon te hulp. Verkenners bleken tijdens

TOT VERRASSING VAN FRANKS EN MALLON BLEEK DAT DE MIEREN OP KRUISPUNTEN EVEN INHIELDEN

een eerste bezoek namelijk veel langer op een nieuwe nestplaats door te brengen dan bij volgende visites. Wanneer echter na zo'n eerste verkenning het nest werd vervangen door eentje die al door een andere verkenner was bezocht, duurde het 'tweede' bezoek wel weer even lang als het eerste. Dat wees erop dat de verkenners wisten of ze ergens al eerder waren geweest. Franks: "We ontdekten ook dat de snelheid die de mieren aanhouden tijdens het eerste bezoek veel kleiner is, hetgeen wellicht beekent dat ze alleen dan een geurspoor achterlaten."

Informatie over de snelheden van de mieren en de afstanden die ze per bezoek aflegden kwam uit een nauwkeurige analyse van videobeelden. Zo kon het hele afgelegde pad in de computer worden opgeslagen, om vervolgens eenvoudig het aantal kruispunten te kunnen bepalen tussen de paden van twee opeenvolgende bezoeken. Tot verrassing van Franks en Mallon bleek tevens dat de mieren op die kruispunten steeds even inhielden. Ook dat wees erop dat ze wisten daar al eens eerder te zijn geweest.

PLASTIC FOLIE

Voorlopig was nog niets in tegenspraak met de hypothese dat de mieren het algoritme van Buffon toepasten. Het belangrijkste bewijs daarvoor kwam echter uit het laatste experiment: wat zou er gebeuren als het pad dat de verkenners bij het eerste bezoek hadden achtergelaten zo wordt gemanipuleerd, dat zij tijdens hun tweede bezoek voorspelbare, maar toch verkeerde conclusies trekken? Franks: "We hebben de nieuwe nesten daartoe van een dun laagje plastic folie voorzien, waarin we gaten hadden aangebracht over een oppervlak dat ongeveer de helft van het totaal besloeg. Na elk eerste bezoek verwijderden we dat laagje, waarmee we niet alleen het afgelegde pad feitelijk met de helft reduceerden maar ook het aantal mogelijke kruispunten. Als een mier Buffon toepast, denkt hij dat het oppervlak veel groter is."

Het experiment werkte perfect. Door het verwijderen van het plastic laagje werden de mieren inderdaad gefopt en kozen ze weloverwogen voor een te klein nest. Daarmee is volgens Franks alle twijfel weggenomen. "Als je er wat meer over nadenkt, is Buffon's algoritme ook zo slecht nog niet. Je kunt het zelfs in het donker in elke willekeurige gevormde ruimte toepassen." Op dit moment zijn Franks en Mallon bezig uit te zoeken of verkenners hun bevindingen ook nog aan elkaar

voorleggen om vervolgens gezamenlijk tot een keuze te komen. Verder is er nog de intrigerende vraag of ook andere sociale insecten soortgelijke vuistregels toepassen. Ook van bijen is bekend dat ze potentiële nestholten opmeten alvorens hun bevindingen over te brengen aan de rest van de zwerm.
