

Het vermogen van honingbijen om te horen

door Claudia Dreller en Wolfgang H. Kirchner

vertaald door H.F. Slaghuis uit Epe

Tot op heden werd algemeen aangenomen, dat bijen absoluut doof waren voor door de lucht voortgeplant geluid. Gedurende de laatste vijf jaar hebben de auteurs in samenwerking met dr. W.F. Towne (Kutztown University, Pennsylvania, USA) dit nader onderzocht. Een samenvatting van dit artikel geeft een overzicht van de huidige kennis over het hoorvermogen van honingbijen.

In het begin van de vorige eeuw ontdekte men, dat bijen kunnen worden getraind in het opzoeken van kunstmatige voedselbronnen. Bijen bleken in staat om visuele prikkels te associëren met een beloning (suikerooplossing), die bij de voedselbron aangeboden werd. Dezelfde methode werd toegepast om aan te tonen, dat bijen kunnen ruiken en trillingen ontvangen. Dit vermogen maakt het o.a. mogelijk om het tuten van de koningin te ontvangen. Recente studies van de 'danstaal' die later in dit artikel zullen worden beschreven, geven aanleiding om de vraag opnieuw te onderzoeken in hoeverre bijen kunnen horen.

Experimenten leren dat bijen kunnen horen

Door de lucht voortgeplant geluid kan worden ervaren óf als een wisseling van de druk tegen ons trommelvlies (of microfoon) óf als een trilling van de luchtmoleculen. Na een aantal min of meer geslaagde experimenten leidde het volgende experiment tot de beste resultaten om het frequentiebereik en de gevoeligheid van het gehoor van bijen te bepalen. In dit experiment werd een 'doolhof' in de vorm van een Y gebruikt (Y-maze test).

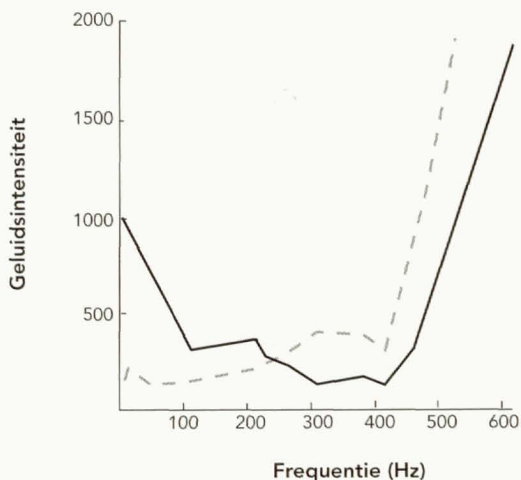
Bijen kunnen worden getraind om een sucrosebeloning in één van de bronnen te associëren met het geluid, dat door luidsprekers wordt afgegeven aan het open eind van één van de buizen. Een bij, die het 'doolhof' binnengaat, kan kiezen tussen de twee armen van de Y, om bij de voedselbron te komen. De kant waar het voedsel geplaatst is werd willekeurig veranderd.

Zodoende ontstond er een 50%-kans om de beloning te vinden. Het bleek, dat de bijen het geluid konden gebruiken om de beloning te vinden. De meeste bijen maakten in meer dan 80% van de gevallen de juiste keuze na een training van ongeveer twee uur. Deze opstelling werd tevens gebruikt om het frequentiebereik en de gevoeligheid van het 'bijenoor' te

bestuderen. Het bleek, dat bijen geluid van een lage toonhoogte tot 500 Hz konden horen (figuur 1). Ter vergelijking: de mens is in staat om geluid tot 12.000 à 16.000 Hz waar te nemen. Deze waarneming is ruim voldoende om aan te nemen, dat bijen in staat zijn om geluid met een lage frequentie (265 Hz), zoals in de danstaal geproduceerd wordt te onderscheiden.

Spontane reactie op door de lucht voortgeplant geluid: binnen in de bijenkast

Dezelfde akoestische prikkels als in het voorgaande experiment, werden in vervollexperimenten gebruikt in een waarnemingskast. We bestudeerden de reacties van de individuele werksterbijen en legden deze vast op een videoband. Ze vertelden ons inderdaad spontaan welke geluiden ze konden horen. Ze vouwden de vleugels nauw samen zodra de geluidsprikkel werd aangeboden. Het bleek, dat frequentie en gevoeligheid vrijwel identiek waren als gevonden bij het voorgaande experiment. Op de verticale as wordt het geluidsniveau uitgedrukt als snelheid van de luchtdeeltjes. Op de horizontale as vinden we de frequentie. Verder bleek dat de 'bijenoren' niet gevoelig zijn voor drukgolven, zoals onze oren, maar voor de snelheid waarmee deeltjes verplaatst worden. Deze kunnen ontvangen worden door haren en/of antennes.

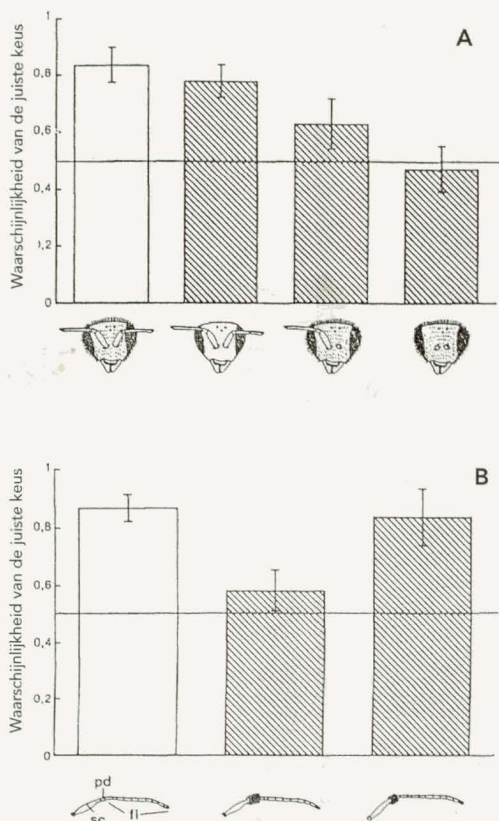


Figuur 1. Drempelwaarden van het gehoor van de honingbij. De grafiek geeft de laagste geluidsintensiteiten aan waarop de honingbij reageert. — De reactie van bijen in het Y-doolhof — De reactie in de bijenkast. De geluidsintensiteit is uitgedrukt in deeltjesnelheid (mm/s). De honingbij kan lage geluidsfrequenties tot 500 Hz horen.

Lokaliseren van 'het bijenoor'

We weten nu dat en wat bijen kunnen horen. Voor het lokaliseren van de gehoorzintuigen wordt weer de Y-doolhofmethode gebruikt. Voor de proef werden van een aantal bijen de zintuigharen en/of de antennes van het bijenkopje verwijderd (figuur 2A). Hiermede wordt bewezen, dat het gehoororgaan zich in de antennes bevindt. De antennes van de honingbij hebben een heel ingewikkelde structuur. Deze worden o.a. mede gebruikt als bijeneus, thermometer, hygrometer, CO₂-meter voor concentratie in de kast. Experimenten door het scharnier van de antenne d.m.v. een manchet te isoleren, hebben aangetoond dat het gehoor zich in het scharnier bevindt (figuur 2B).

300



Figuur 2. De kans dat een getrainde honingbij de juiste beslissing neemt in het Y-doolhof. In dit experiment zijn sommige bijen niet behandeld (witte balken) en anderen zijn behandeld (grijze balken). De getrainde niet behandelde bijen nemen in 80% van de gevallen een juiste beslissing.

A. In dit experiment zijn de haarvormige zintuigen, één of beide antennes van de kop verwijderd. Het blijkt dat het verwijderen van één of twee antennes de reactie van getrainde bijen in de Y-doolhof testen vermindert.

B. Dit experiment laat zien dat de gehoorzintuigen gelegen zijn op het verbindingstuk (scharnier) tussen pedicel (pd) en flagellum (fl) op de antenne van de honingbij.

Biologische betekenis van het hoorvermogen

Succesvolle fourageurs gebruiken de danstaal om hun kastgenoten te informeren over de plaats van de voedingsbronnen. Tijdens het lopen, waarbij met het achterlijf gekwispeld wordt, brengen de dansers een geluidssignaal voort. De duur van dit signaal geeft de afstand tot de voedselbron aan terwijl de richting van het lichaam de richting van deze bron aangeeft. Het geluid heeft een frequentie van ongeveer 250 Hz en wordt door de lucht voortgeplant. Om te bewijzen dat het vermogen om te horen nodig is om de informatie van de dansers waar te nemen, worden de fourageurs weer behandeld als in de voorgaande experimenten. Wanneer alle haren van het bijenkopje werden verwijderd konden ze de voedselbron zonder problemen vinden (Figuur 2A). Vervolgens werd het uiterste puntje van beide antennes afgeknipt om 'het voelen' d.m.v. een direct contact met de dansers onmogelijk te maken. Ook hier geen problemen. Echter, wanneer één antenne werd verwijderd, kwamen aanzienlijk minder bijen op de voedselbron af en het duurde langer om die bron te vinden. Dit toonde aan, dat het waarnemen van geluid door de antennes nodig is voor een succesvolle danscommunicatie. Tevens wordt hiermede aangetoond, dat beide antennes nodig zijn om de dansgeluiden correct waar te nemen. De danstaal is dus een akoestisch systeem van communicatie. Dit gebeurt ook in de kast.

Hoorvermogen van Aziatische honingbijen

De meeste Aziatische honingbijen (*Apis dorsata* en *Apis florea*) nestelen in de open lucht. Ze zouden dus de dansinformatie kunnen waarnemen door te zien. We wilden echter weten of ze in staat waren, evenals hun westerse soortgenoten, om te horen. Experimenten die op dezelfde wijze werden uitgevoerd toonden aan, dat ook de Aziatische bijen konden horen. Tevens bleek uit deze proeven dat de dwergbijen (*Apis florea*) geluid tot 850 Hz konden waarnemen. Deze bijen produceerden echter geen enkel geluid bij het dansen. We weten niet waarvoor deze dwergbijen hun gehoororgaan dan wel gebruiken. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat deze bijen, evenals de westerse bijen, akoestische signalen niet alleen gebruiken voor hun danscommunicatie maar ook nog voor andere tot nu toe onbekende gedragspatronen.

Literatuur

Dreller C. en Kirchner W. H. (1995). The sense of hearing in honeybees. *Bee World* 76(1):6-17