

*The amazing mini-brain: lessons from a honey bee*

## Het verbazingwekkende minibreïn van de honingbij (deel 2).

*Martin Giurfa, Bee World 84(1): 5-18 (2003)*

Martin Giurfa heeft, met behulp van geavanceerde minitechnologie, een studie gemaakt van de hersenen van de honingbij. Hij beschrijft hoe de verschillende hersendelen samenwerken tijdens het zoeken, vinden en doorgeven van de verschillende nectarbronnen: een complex leergedrag dat in haar onderdelen niet veel lijkt af te wijken van het leergedrag van gewervelde dieren.

In het eerste artikel (BIJEN 13(3): 67-69) zijn de verschillende delen van de bijenhersenen beschreven. In dit tweede artikel laten we zien dat bijen in staat zijn om echt te leren.

Honingbijen laten een rijkdom aan gedragspatronen zien die door de bijenhersenen worden aangestuurd. De aansturing van de verschillende gedragspatronen is gebaseerd op een drietal algemene principes in de specifieke opbouw van de hersenen:

- Doelspecifieke neuropiles zijn regionen in de hersenen die betrokken zijn bij de verwerking van geur en visuele informatie.
- Doelspecifieke zenuwcellen (neuronen) zijn enkelvoudige zenuwcellen die specifieke functies uitvoeren tijdens routine-gedrag.
- Integratie centra van hoge orde. Deze centra bundelen de signalen die tijdens het leren en het weer herinneren van de neuropiles en neuronon afkomen.

### Verwerking van geursignalen

De informatie van de geur- en tastzintuigcellen op de antennes wordt verwerkt door de antennelobben in de hersenen. De antennelob is opgebouwd uit 160 verschillende bolvormige structuren (glomeruli) waarin de neuronon gelegen zijn die de signalen van de zintuigcellen ontvangen en ook weer doorgeven aan de integratiecentra. Het niveau en het patroon van activiteit van de glomeruli zijn beiden afhankelijk van het geurtype (figuur 1). Het patroon van de geactiveerde glomeruli 'vertelt' de hersenen als het ware welke geurstof er aan de antenne wordt aangeboden. Elke geurstof roept dus een specifiek activiteitenpatroon op. Het is nu de vraag hoe dit geurspecifiek activiteitenpatroon door de ervaring wordt beïnvloed. Uit

eerste studies is gebleken dat het patroon van geactiveerde glomeruli hetzelfde blijft, maar dat de intensiteit van het activiteitenpatroon toeneemt als er een reeds bekende geurstof langs de antennes stroomt. Of en hoe het activiteitenpatroon verandert als het langer geleden is dat de bekende stof langskwam is nog onbekend en wordt nog onderzocht.

### Conclusie

Gedragsbiologische studie gecombineerd met neurobiologisch onderzoek laat zien dat honingbijen in staat zijn tot een complex leergedrag. De zintuigen, ogen en antennes van de honingbij ontvangen verschillende prikkels die in de hersenen worden verwerkt. Deze prikkels worden in de hersenen, bijvoorbeeld in de integratiecentra, verwerkt en 'in hokjes', voor later gebruik, gestopt.

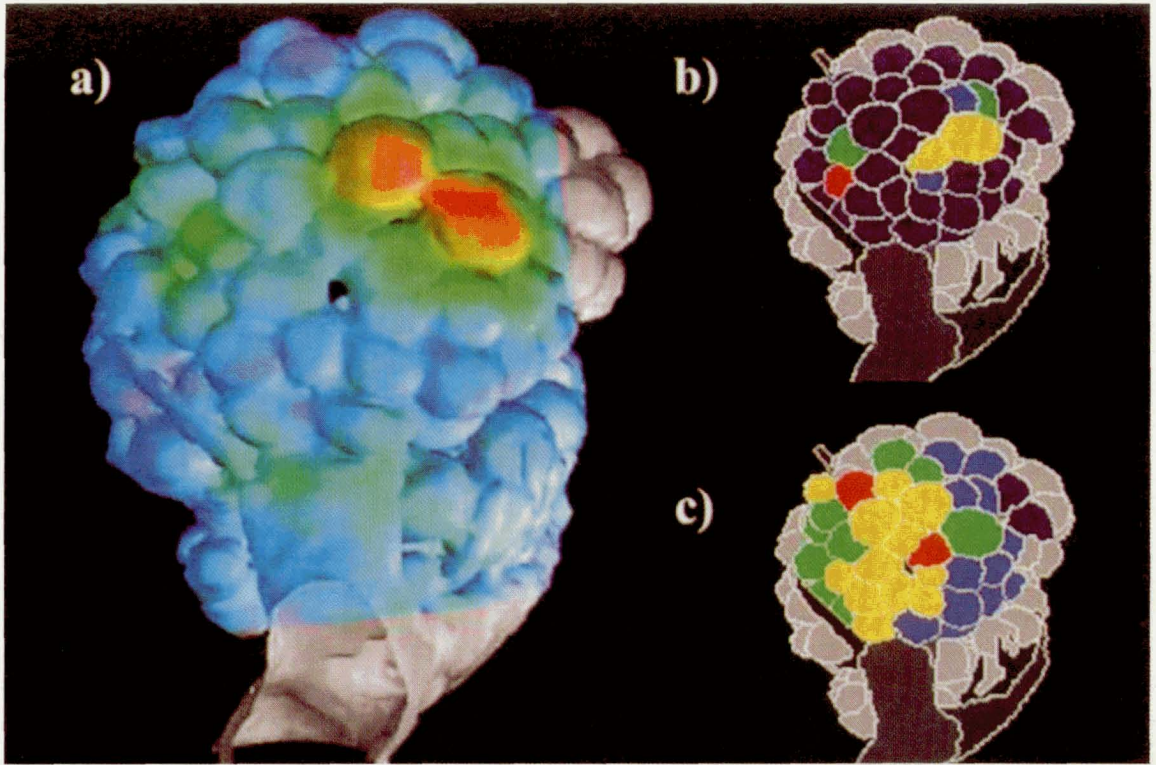
De algemene opbouw van de bijenhersenen is erop gericht om complexe processen te leren en daarmee lijkt de opbouw van de hersenen op die van bijvoorbeeld de duif of dolfijn. De architectuur van deze 'leerhersenen' bestaat uit een complex netwerk van met elkaar verbonden modules (zenuwcellen, neuropiles, hoger orde integratie centra). Met behulp van dit netwerk kan de honingbij niet alleen routinematig werk uitvoeren maar ook flexibel reageren op, bijvoorbeeld, een wisselend aanbod van nectar. De integratiecentra stellen de honingbij in staat om een logisch verband in alle aangeboden prikkels te leren herkennen en daar dan vervolgens met gepast gedrag op te reageren.

Het verbazingwekkend mini-breïn van de honingbij met haar 960.000 zenuwcellen heeft nog lang niet alles prijsgegeven. Dankzij nieuwe onderzoeksmethoden zullen we in de toekomst nog veel meer kunnen lezen over 'the amazing mini-brain'.

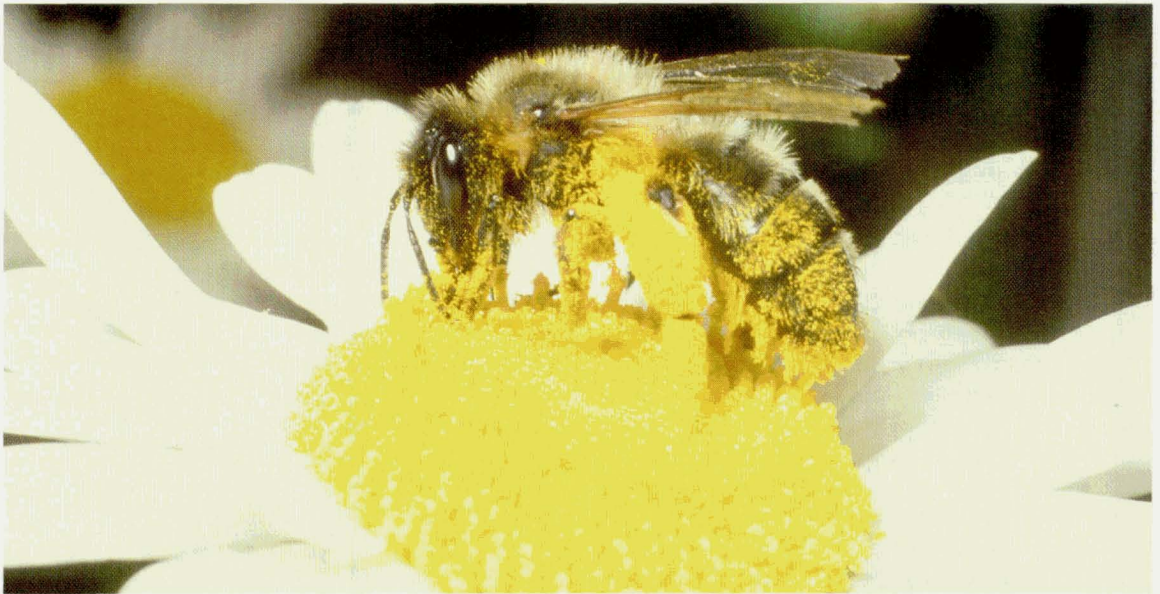
*Bewerkt door Marleen Boerjan*

*Met dank aan dr. Martin Giurfa voor het toezenden van de figuren.*





figuur 1: (a) de antenellobben zijn de primaire geur (olfactory) neuropiles, gelegen in de hersenen van de honingbij. De antennes zijn elk verbonden met de eigen antennelob in de hersenen (zie overzicht van de bijenhersenen BIJEN 13(3): 67-69 (2004)) In deze antenellobben kunnen we de afzonderlijke glomeruli (bolvormige structuren) te herkennen. De glomeruli zijn de functionele eenheden in de antenne lob. Per antennelob zijn er ongeveer 160 van deze bolvormige structuren. De activiteit van deze glomeruli kan met een specifieke kleurstof zichtbaar gemaakt worden. Als een kleurstof aan de antenne van de bij wordt aangeboden dan reageert de antennelob met een specifiek patroon dat zichtbaar kan worden gemaakt door een patroon van kleuren. Een rode glomerulus betekent dat de glomerulus maximaal is geactiveerd en een blauwe glomerulus is minimaal geactiveerd. (b,c) laten de activatiepatronen zien van respectievelijk pentaan (b) en 2-heptanone (c)



Bijen leren stuifmeel te verzamelen van verschillende waardevolle planten. Foto: Arjen Neve