

# Anatomie & Morfologie

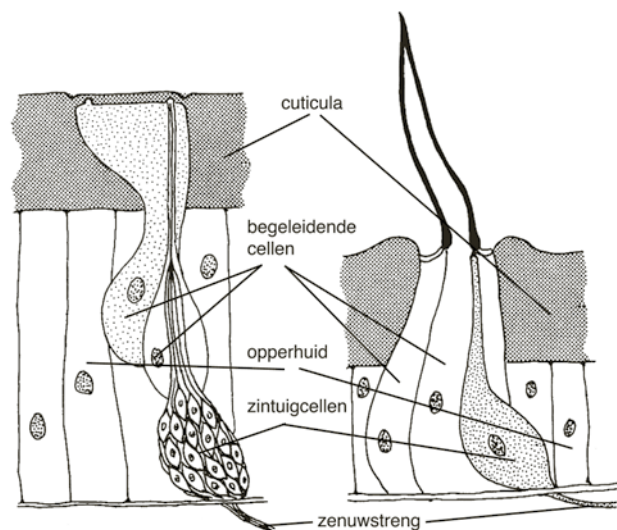
Tekst Wietse Bruinsma

## Zintuigen: de bij in haar omgeving

Om te kunnen functioneren heeft de honingbij signalen uit de omgeving en van haar eigen lichaam nodig. Zintuigen verwerken deze signalen en sturen die via zenuwen naar het centrale zenuwstelsel. Hier wordt de informatie na verwerking doorgegeven, bijvoorbeeld aan zenuwcellen die de spieren opdragen zich samen te trekken, of aan een deel van het zenuwstelsel om een hormoon te produceren. In de vorige aflevering kwamen de ogen aan bod. Dit keer aandacht voor allerlei haartjes en kegeltjes, die als zintuigen fungeren.

### Bouw

Zintuigen van insecten bestaan uit een zintuigcel of groep van zintuigcellen in de opperhuid (*ectoderm*) die in verbinding staat met het centrale zenuwstelsel. Soms zitten er één of meer begeleidende cellen rondom de zintuigcel. Dit is het algemene bouwplan, maar hierop zijn veel variaties. In een aantal gevallen is er geen eenduidige uitleg van de functie van een zintuigcel. De bouw van het zintuig bepaalt voor welke prikkel het gevoelig is. Zintuigen kunnen onderscheiden worden door de structuur van het cuticula-gedeelte, die bepaalt waar de zintuigcel op reageert: smaak, geur, tastzin, druk, beweging, geluid, vocht, temperatuur en licht. Voor elk van deze verschillende signalen heeft de honingbij speciaal daarop afgestemde zintuigen. Het hele complex van de zintuigcel (of de groep zintuigcellen) en één of meer geassocieerde cellen wordt een *sensillum* (meervoud *sensilla*) genoemd. Zintuigen worden meestal ingedeeld naar hun vorm: (combinaties van) diepliggend of aan de oppervlakte liggend; haar-, plaat- of knotsvormig (figuur 1).



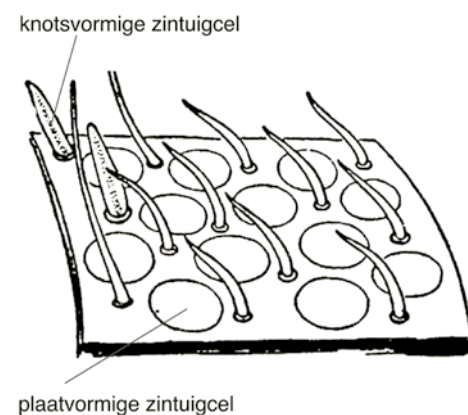
Figuur 1. Dwarsdoorsnede van plaatvormig orgaan (links) en zintuighaar (rechts). Met toestemming overgenomen uit Dade, 1977. *Anatomy and dissection of the honeybee*. International Bee Research Association.

### Haarvormige organen (*sensillum trichodeum*)

Deze zintuigcellen bestaan uit een kleine haar (*seta*) ingeplant op een membraan boven een holte in de cuticula. Ze komen overal op het insectenlichaam voor. Bij de bij zijn ze met name talrijk op de monddelen en de antennes. De meeste reageren op bewegingen van de haar als die ergens mee in contact komt. Ze werken dus als tastorganen. De begeleidende cellen zijn een haarvormende cel en een cel die het membraan vormt waarin de haar beweegt.

### Knotsvormige organen (*sensillum basiconicum*)

Het cuticulaire deel van deze zintuigcel heeft een knotsvorm (figuur 2). Dit knotsje kunnen we beschouwen als een korte haar. De begeleidende cellen zijn vergelijkbaar met die van het haarvormige orgaan. Het zintuiglijke deel bestaat meestal uit een groep zintuigcellen die hun zenuwuiteinden sturen naar een gezamenlijke zenuwstreng. Deze knotsvormige organen fungeren meestal voor geurherkenning.



Figuur 2. Deel van antenneoppervlak met knotsvormige en plaatvormige zintuigcellen. Met toestemming overgenomen uit Snodgrass, 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates.



Figuur 3. Voorbeelden van diepliggende knotsvormige organen. Met toestemming overgenomen uit Snodgrass, 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates.

### Diepliggende haarvormige en knotsvormige organen (*sensillum ampullaceum* resp. *sensillum coeloconicum*)

Deze organen zijn te vergelijken met de hiervoor genoemde zintuigcellen, maar liggen dieper weggezonden in de cuticula of een holte daarin (figuur 3). Ze zitten vooral op de antennes van de bij, maar komen veel minder voor dan de organen met oppervlakkig liggende knotsen. Ze worden algemeen beschouwd als de zetels voor reuk en fungeren meestal voor geurherkenning.

### Plaatvormige organen (*sensillum placodeum*)

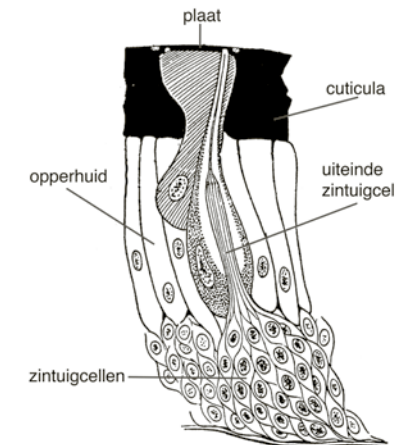
Hier is het uitwendige gedeelte een plaat met zintuigcellen (figuur 4). Er is geen volledige overeenstemming over de functies van deze plaatvormige organen. De meeste meningen gaan in de richting van geurherkenning. De overweging daarbij is dat ze zo veel voorkomen op de antennes en daarvan is proefondervindelijk bewezen (namelijk door het afsnijden ervan...) dat ze de voornaamste zetel van het reukvermogen zijn.

### Scoloforen (*sensilla scolophora*)

Deze organen worden gevormd door een groep eenvoudige sensilla, die dicht bij elkaar zitten op de cuticula. Ze bestaan uit een keten van drie cellen, waarvan de zintuigcel de onderste is (figuur 5). Deze cellen registreren spanningen in het exoskelet. Bij de bij vinden we ze vooral op de kop en de poten.

### Antennes

Iets meer over de antennes, omdat ze zo belangrijk zijn voor de bij. Hun bouw kwamen we al tegen in de aflevering over de kop (zie figuur 6 en ook *Bijenhouden* 2020-4). Ze her-



Figuur 4. Verticale doorsnede van plaatvormig orgaan. Met toestemming overgenomen uit Snodgrass, 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates.

bergen diverse soorten zintuigen. Op een darrenantenne zitten 500.000 zintuigharen, waarvan 30.000 plaatvormige. Bij de dar is alles gericht op communicatie: zicht met hun enorme ogen en ruiken van koninginnenferomonen met hun antennes. Een werkster heeft overigens maar 5-6000 zintuigcellen, en een koningin nóg minder: 2-3000. Op de pedicel van de antenne zit het *orgaan van Johnston* (figuur 3). Dit bestaat uit een groep langwerpige zintuigcellen rond de centrale zenuwstreng die door de antenne loopt. De uiteinden van de cellen bereiken het membraan tussen de pedicel en de rest van de antenne (*flagellum*). De zenuwcellen sturen hun informatie naar de basis van de antenne (*scapus*), waar de zenuwen zich voegen bij de hoofdzenew van de antenne. Het orgaan van Johnston registreert bewegingen van het flagellum en werkt dus als een tastorgaan, maar detecteert tegelijkertijd ook luchtstromingen, omgevingstemperatuur en luchtvochtigheid.

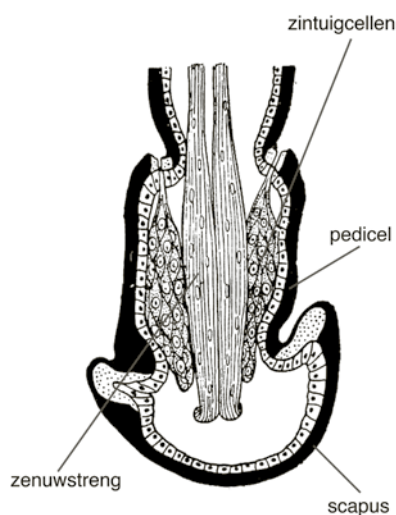
### Functies

#### Reuk

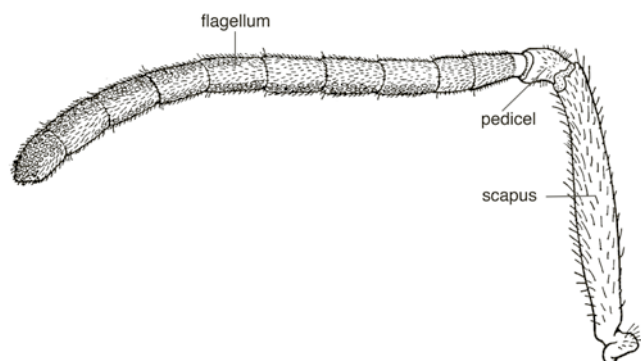
De bij gebruikt hiervoor de diverse voor geuren gevoelige sensilla op de antennes. Niet alle geuren worden door bijen met dezelfde nauwkeurigheid herkend. Het onderscheiden van bloemengeuren is uiteraard heel sterk ontwikkeld. Ook de detectie van feromonen, afgescheiden door de koningin of door nestgenoten, is sterk ontwikkeld. Het kunnen ruiken van de nestgeur, de resultante van de geur van voedseloverdracht en bloemengeur, is essentieel voor de samenhang van het volk.

#### Smaak

De smaakorganen van de bij zitten, behalve op de antennes, op de buitenkant van de monddelen en ook op de uiteinden



Figuur 5. Lengtedoorsnede van pedicel van antenne met het orgaan van Johnston. Met toestemming overgenomen uit Snodgrass, 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates.



Figuur 6. Antenne van dar. Met toestemming overgenomen uit Dade, 1977. *Anatomy and dissection of the honeybee*. International Bee Research Association.

(*tarsi*) van de poten. De bij herkent, net als de mens, zoet, zuur, bitter en zout. Verschillende concentraties suiker worden zonder moeite van elkaar onderscheiden, maar concentraties van minder dan 2% worden niet opgenomen. Dat is nuttig, want zo verkwist de bij geen energie aan het opnemen van te waterige suikeroplossingen.

### Temperatuur

Individuele bijen kunnen hun lichaamstemperatuur niet regelen. Hun lichaamstemperatuur neemt snel die van de omgevende lucht aan en hun activiteit, ook in fysiologische zin, gaat met de temperatuur mee. Temperatuursveranderingen worden waargenomen met de laatste vijf antenneleden. Het is niet duidelijk met welke zintuigen de bij dit meet, maar de gevoeligheid is groot: er is al een reactie op een daling van 0,25 °C. De bij is minder gevoelig voor stijging van temperatuur: pas bij 40 °C vermijden bijen de verwarmde plaats. Het registreren van de temperatuur is van grote invloed op sociale handelingen, zoals trosvorming, spleten opvullen met propolis en waterkoeling in de zomer.

### Tast

Tastharen (*mechanoreceptoren*) worden geactiveerd onder invloed van een kracht die erop wordt uitgeoefend. Ze zitten overal, maar vooral op de antennes. Het gaat hierbij meestal om haarvormige organen (*sensilla trichodea*). Met tastharen op de (samengestelde) ogen kan de bij de windrichting bepalen door de mate van kromming te registreren. Verder kan de stand van het lichaam ten opzichte van de zwaartekracht worden geregistreerd door tastharen aan de voorkant van het borststuk, die meer of minder kunnen worden ver-

bogen door contact met het achterhoofd. Dit geldt ook voor de stand van het borststuk ten opzichte van het achterlijf. Tasthaarvelden zitten hier op de boven- en zijkant van de wespentaille (*propodeum*) tussen borststuk en achterlijf. Hiermee kan de bij haar lichaamstand bepalen. Bouwbijen kunnen de wanddikte van cellen bepalen met de gekromde tastharen op de top van de antenne. Zo kunnen ze voelen hoever de celwand ingedrukt wordt bij het schaven van de celwand met de bovenkaken.

Ook larven zijn in staat tot ruimtelijke oriëntatie. Wanneer larven in de cel het spinsel voltooid hebben, oriënteren ze zich ten opzichte van het ruwe oppervlak van het celdeksel. Wanneer de larve van werkster of dar in een voorpop (*prepupa*) verandert, ligt ze met de kop naar het celdeksel. Deze oriëntatie gebeurt met behulp van tastharen die over het hele lichaam zitten. De koninginnenlarve daarentegen oriënteert zich op de zwaartekracht. Zij ligt immers met de kop naar beneden in haar cel.

### Gehoor

Bijen nemen enkel geluiden tussen de 10 en 500 Hertz waar. Zij horen met trillingsgevoelige zintuigcellen op hun voelspriet en scheenbenen. Om te communiceren produceren ze trillingen met hun vleugels. Deze trillingen zijn voor de bijen maar tot op een paar millimeter afstand waar te nemen. Dit is nuttig in een vol bijenvolk. De zintuigen hiervoor (*scoloforen*) zitten op de poten en de kop van de bij. Ooit dacht men dat dit gehoororganen waren, maar dat is in de praktijk nooit bewezen. Men denkt nu dat het hele exoskelet als een soort oor dient, dat gevoelig is voor trillingen. ●