

In een aantal afleveringen van *Bijenhouden* zullen we ingaan op het interessante onderzoek van de bekende Thomas Seeley en collega's in zijn boek: *'Piping Hot Bees & Boisterous Buzz-Runners*. Van een aantal bijzondere hoofdstukken zullen we voor de lezer een samenvatting presenteren. Het boek is besproken door Wietse Bruinsma in *Bijenhouden* 2025.1.

Bijen gaan waaieren bij te hoog CO₂-gehalte in de kast

Tekst Kees van Heemert, foto's Abe Maaijen

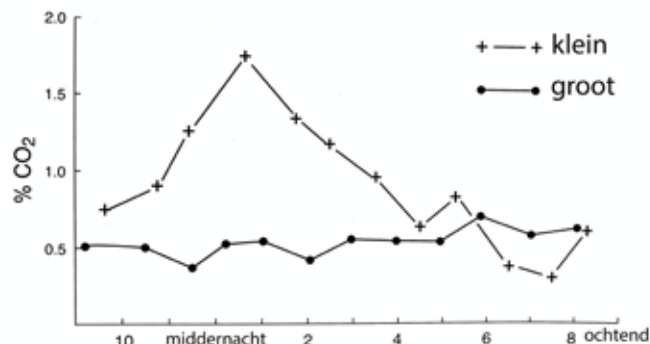
Bijen zien we vaak waaieren bij de opening van de kast als het warm weer is. Op deze wijze wordt de warme en vochtige lucht uit de kast geventileerd. Ook voor het indikken van de honing is dit een belangrijke factor. Niet erg bekend is het effect van het waaieren als reactie van de bijen bij een gevaarlijk oplopend koolzuurgasgehalte in het volk.

In het aprilnummer van *Bijenhouden* schreef ik over het verzamelen van hars en over de waterhuishouding van een bijenvolk. Deze keer gaat het over de zuurstofhuishouding in het bijenvolk, zoals beschreven in het eerste hoofdstuk van Seeley's boek. Interessant om te lezen hoe Tom Seeley over zijn jeugd schrijft en als jongetje van 11 jaar bij een notenboom naast zijn huis gezoem hoorde. Nieuwsgierig klom hij op een trapleertje om dicht bij het gat van 4 cm doorsnee in de boom te komen waardoor de bijen met stuifmeel naar binnen liepen. Na tien minuten observeren zag hij bijen voor de opening waaieren en vroeg zich af hoe de bijen in de holle ruimte lucht kregen, waarover in zijn eerste bijenboek geschreven werd. Zijn moeder had de interesse van de jonge Tom al vroeg opgemerkt en hem dit bijenboek gegeven: *The makers of honey*. Daarin werd beschreven hoe jonge werkers voor de ingang waaierden om zo het airco-effect te krijgen. Om te koelen dus, maar het idee dat het ook om ventileren voor verse lucht zou kunnen gaan liet hem niet los. Tien jaar later in zijn derde studiejaar aan de universiteit, besloot hij zich verder in de bijenbiologie te storten en kreeg hij de kans om dit uit te zoeken. Onder leiding van de bekende Amerikaanse bijenonderzoeker Roger A. Morse kon Tom met twee bijenkasten zijn ideeën toetsen. Op een koude, regenachtige avond in september nam hij een interessant verschijnsel waar. Tot zijn verrassing zag hij bij beide kasten een hele rij bijen die stonden te waaieren. Een vreemde gewaarwording, omdat onder dergelijke omstandigheden geen koeling nodig is en geen honing ingedikt hoeft te worden. Hij vroeg zich af of er misschien zoveel bijen in de kasten zaten omdat er een zuurstoftekort was ontstaan vanwege een overmaat aan koolzuurgas, CO₂, en dat de bijen daarom waaierden.

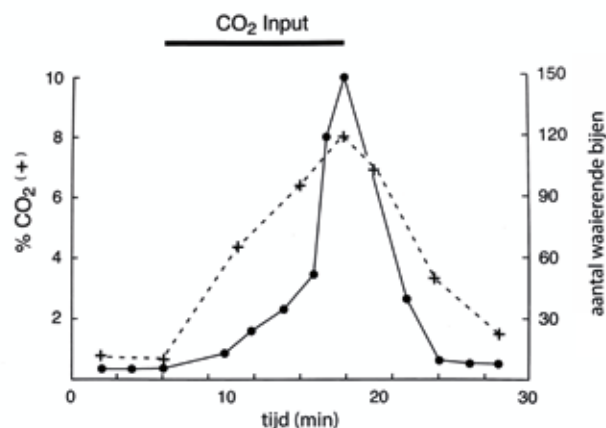
Bij zuurstoftekort waaieren

Om uit te zoeken of bijen gaan waaieren bij een zuurstoftekort maakte Tom een eenvoudige proefopstelling waarbij er via een rubberen slang tot in het centrum van de kast stikstofgas ingeblazen werd. Hiermee zou de zuurstof uit het volk weggedrukt worden. Niet duidelijk is waarom hij niet direct koolzuurgas gebruikte, want dan had hij direct het waaiereffect kunnen vaststellen, maar dat wist hij toen nog niet. De proef startte om 10 uur 's ochtends en er waren

nog geen waaierende bijen actief. Tom verwachtte dat waaierende bijen door het zuurstoftekort actief zouden worden, maar dat gebeurde niet en alles bleef rustig. De bijen waren door zuurstoftekort bewusteloos geraakt en na het openen van de kast kwamen ze weer bij. Bij zijn zoektocht naar literatuur over dit onderwerp kwam Tom in contact met een Engelse bibliothecaris die hem attendeerde op twee publicaties uit Nederland, waarin informatie stond over het effect van koolzuurgas op honingbijen. Die publicaties, eigenlijk waren het er vier, waren geschreven door de Nederlandse bioloog Engel H. Hazelhoff van de universiteit van Gronin-



Figuur 1. Vergelijking van de CO₂-niveaus in de kast met een klein volk en die met een groot volk



Figuur 2. Reactie van de bijen door te gaan waaieren na het inblazen van CO₂

gen en stonden in het *Maandschrift voor Bijenteelt* van 1941. Hazelhof wilde weten hoe het met de 'luchtverschuiving van de bijenkast gedurende den zomer' gesteld is. Hij stelde vast dat het waaieren al binnen een minuut begint na het binnenlaten van koolzuurgas in de kast via een rubberen slang. En dat intrigeerde Tom omdat hij met zijn proef met het inlaten van stikstofgas geen waaierende bijen zag.

Bijen ruiken CO₂ met hun antennen

Een tweede artikel over het effect van koolzuurgas op bijen dat Tom aan het denken bracht, werd in 1964 gepubliceerd door de Duitse neurobioloog V. Lacher. In dit artikel beschreef hij de gevoeligheid van de reukcellen op de antennen en ontdekte dat enkele van die cellen specifiek gevoelig waren voor de aanwezigheid van koolzuurgas dat door de bijen bij de ademhaling ontstaat. Door deze eigenschap kunnen deze cellen detecteren of het CO₂-niveau in het bijenvolk boven de 0,03 % is, het niveau in de open lucht. Net als bij een rookmelder die bij rook geluid produceert, krijgt de bij een signaal via zijn zenuwstelsel als er te veel CO₂ in de kast is. Het was nu zaak om uit te zoeken bij welk niveau het koolzuurgas in de kast oploopt voordat de bijen een zuurstoftekort signaleren. Ten tweede diende vastgesteld te worden hoe de werksters op hoge en lage CO₂-niveaus in de kast reageren door te meten hoeveel bijen met hun vleugels gaan waaieren. Door Hazelhoff was dit laatste al vastgesteld, maar Tom wilde dit zelf ook vaststellen.



Foto van de onderzoeker Engel Hazelhoff (1900-1945)

Bijen gaan eerder waaieren bij een groot volk

Om te zien hoe dit werkt zette Tom Seeley een proef op met een klein en een groot volk van 10 uur 's avonds tot 8 uur 's morgens. Om het uur werd het CO₂-niveau in de kasten gemeten, vooral ook in de nacht omdat dan het hele volk in de kast zit. In figuur 1 is te zien dat het CO₂-niveau van het kleine volk veel meer varieerde (0,33 - 1,77%) dan bij het grote volk (0,39 - 0,72%). Zeer opvallend was dat in beide situaties het gemiddelde CO₂-niveau 20 tot 30 maal hoger was dan van die in de frisse lucht (0,03%). Maar blijkbaar konden ze deze situatie gedurende twaalf uur volhouden. Met een zaklantaarn kon 's nachts gezien worden of de bijen gingen waaieren. Bij het grote bijenvolk waaierden de bijen twaalf uur continu en je hoorde daarbij het gebrom wat hierbij hoort. Bij het kleine volk werd er helemaal niet gewaaierd terwijl het CO₂-niveau veel hoger was. De verklaring is waarschijnlijk dat de bijen druk waren om het broed tijdens de koude nacht warm te houden en dus geen tijd hadden om met waaieren de ventilatie gaande te houden. Het CO₂ kwam op een hoog niveau van 1,5%, maar blijkbaar kunnen de bijen dat tijdens de nacht overleven, er lagen niet meer dode bijen voor voor de kast dan gebruikelijk. In figuur 2 is te zien hoe bij een experiment na invoer van CO₂ gedurende tien minuten het aantal waaierende bijen in een demonstratiekast met veel bijen toeneemt en daarna weer snel daalt als de CO₂-invoer gestopt is. Hiermee is duidelijk geworden hoe het mechanisme van de verhoging van het CO₂-niveau en het waaieren van de bijen om het zuurstoftekort tegen te gaan werkt. Maar dit gebeurt voornamelijk wanneer een groot deel van het volk in de kast zit. Het waaieren overdag bij warm weer blijft functioneel voor het airco-effect en om honing in te dikken.

Tot slot, in een postscriptum schreef Tom Seeley dat de Nederlandse bioloog E. Hazelhoff de eerste was die in 1941 aantoonde dat bij een hoog CO₂-niveau in de kast de bijen gaan waaieren om het zuurstofniveau op peil te houden. Een hommage van Seeley aan Hazelhoff! Het uitgebreide, wetenschappelijke artikel verscheen in vier afleveringen van het *Maandschrift voor Bijenteelt* van 1941, het 'Groentje' van die tijd en voorloper van het tijdschrift dat nu *Bijenhouden* is. In de vierde aflevering (Hazelhoff, 1941) is de samenvatting van het onderzoek te lezen. Het onderzoek van Hazelhoff werd later vertaald en in 1954 postuum opgenomen in het wetenschappelijke tijdschrift *Physiologica Comparata et Oecologia*. ◆

Literatuur

Hazelhoff, E.H., 1941. De luchtverschuiving van een bijenkast gedurende den zomer (vervolg en slot). *Maandschrift voor Bijenteelt*, 1941-4. (library.wur.nl/ojs/index.php/bijenhouden/article/view/9248/8751)