

2. Fossielen geven richting van de afstamming aan

Tekst Henk van der Scheer en Tjeerd Blacquièrè

In deel 1 hebben we de *verwantschap* van (honing)bijen besproken. In deel 2 is de *afstamming* aan de beurt en die gaat over oorsprong en verspreidingspatronen. Zo stammen de eerste insecten uit het Perm, een geologisch tijdperk van ongeveer 300-250 miljoen jaar geleden. Voor een overzicht van de geologische tijdschaal zie deel 1. *Kenmerken en genetische eigenschappen bepalen verwantschap van (onder)soorten*. De eerste stuifmeeletende insecten waren al voor het ontstaan van de bloemplanten aanwezig en haalden stuifmeel van naaktzadigen, zoals de den (Van der Kooi en Ollerton, 2020).

Die vroege insecten konden de kleuren blauw, groen en ultraviolet al zien, want die waren van belang voor het herkennen van hun vijanden en soortgenoten. Bloemplanten ontstonden pas vanaf ongeveer 130 miljoen jaar geleden in het vroege Krijt of mogelijk al wat eerder, zo'n 200 miljoen jaar geleden in het late Trias. Planten speelden in op het kleurenzien door de insecten. Gedurende de evolutie van de bijen ontstond ook het vermogen om nog meer kleuren te zien. Foerageren was en is het doel van de bijen. De bloemplanten benutten die behoefte voor hun eigen doel, bestuiving, en speelden in op de samenwerking door verschillende bloemvormen en honingmerken te ontwikkelen en later ook nog geuren (Van Heemert, 2021b).

Over de evolutionaire geschiedenis van onze honingbij (de Westerse honingbij, *Apis mellifera*) is al veel geschreven, ook in ons onvolprezen lijfblad, tegenwoordig *Bijenhouden* geheten (Van Heemert, 2015, 2021a; Van der Scheer, 2014; Van der Scheer en Van Iersel, 2010; Vermaas, 2007). De ene keer werd Azië als mogelijke herkomst van de soort genoemd, een andere keer Afrika, dan wel Europa.

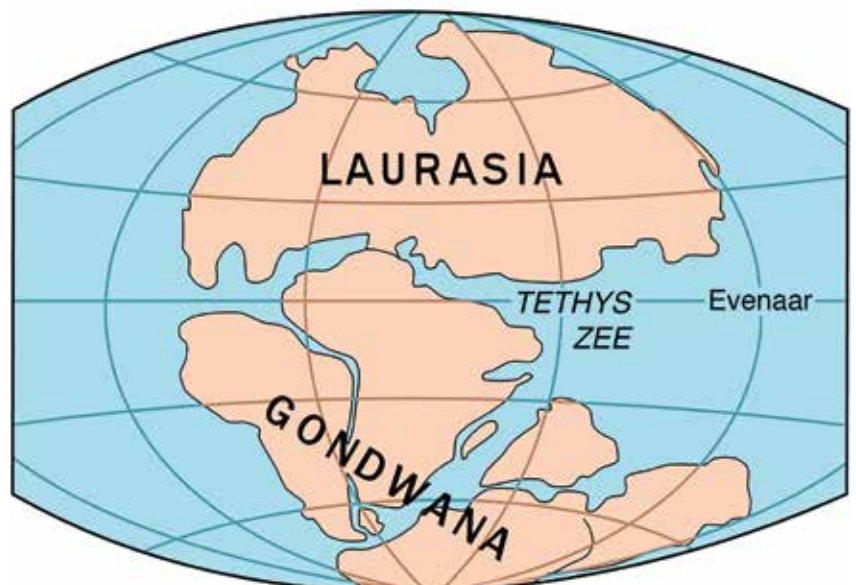
Onderzoek aan fossielen

Door de toegenomen kennis van DNA-gegevens van de celkernen en van DNA-gegevens van de mitochondriën kwam men tot nieuwe inzichten in met name de verwantschap van *Apis mellifera*. Ondanks die toegenomen kennis bleef de geografische herkomst, de *afstamming*, toch onduidelijk en verschillen van mening geven. Dat gold ook voor de relatie tussen

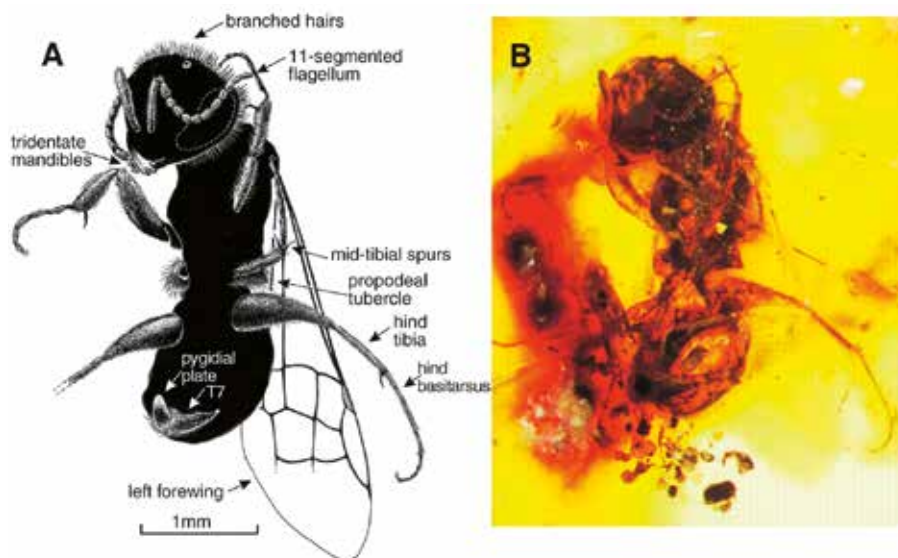
de verschillende afstammingen en de ondersoorten. Om die vragen op te lossen moet je fossiele voorouders in het onderzoek betrekken. Daarvoor is specialistische kennis nodig van paleontologisch, biologisch-geologisch onderzoek, ook wel evolutionair-biologisch onderzoek genoemd. Hoewel er relatief weinig fossiele bijen bekend zijn, zijn ze toch in voldoende aantallen aanwezig om uitspraken te doen over het verloop van de evolutie en de vraag waar bijen vandaan komen. Bovendien zijn aan fossiele bladeren vraatsporen te zien van vroegere insecten zoals behangerbijen die halve rondjes uit bladeren bijten. Een ander opmerkelijk detail is de zichtbare aanwezigheid van mijten op de gefossiliseerde bijen.

Twee jaar geleden verschenen twee gedegen verhalen in het imkervakblad

van Luxemburg waarin wordt ingegaan op de evolutie van onze bijen (Engel, 2019a,b). Prof. dr. Engel is een erkend deskundige op het gebied van fossiele insecten; hij schrijft in het eerste deel: alles begon in Gondwana, het zuidelijke supercontinent dat het huidige Antarctica, Zuid-Amerika, Afrika, India, Australië, Nieuw-Zeeland en Nieuw-Caledonië omvatte. Noordelijk van Gondwana lag het supercontinent Laurazië met daarin het huidige Noord-Amerika en Eurazië. In Gondwana was het klimaat over het algemeen mild met hogere temperaturen dan nu. Ook was er meer CO₂ in de atmosfeer en daar profiteerde de flora van. In de late Jura (ongeveer 160 miljoen jaar geleden) begon Gondwana uiteen te vallen, toen Afrika zich losmaakte en langzaam naar het noorden bewoog. Het volgende grote blok was India, dat afbrak in het



De wereld ongeveer 200 miljoen jaar geleden aan het eind van het Trias-tijdperk. Afbeelding uit Creative Commons Attribution 3.0



Mellitosphex burmensis, fossiel in amber uit de vroege Krijt periode gevonden in Myanmar; overgang van wesp naar bij. Bron: Poinar Jr. en Danforth in *Science* 314:614; 2006



Een fossiele honingbij, *Apis armbrusteri dorsata*, gevonden in het Randeck Maar, indertijd een vulkanisch meer in de Schwabische Alp nabij Stuttgart. Het fossiel is nu aanwezig in het Stuttgarter Museum voor Natuurkunde. In het Randeck Maar worden veel fossielen gevonden die stammen uit het vroege Mioceen, ongeveer 17 miljoen jaar geleden. Foto U. Kotthoff

vroege Krijt (ongeveer 125 miljoen jaar geleden) en ook naar het Noorden dreef, uiteindelijk tegen Azië aan. Australië brak 96 miljoen jaar geleden van Antarctica af en Nieuw-Zeeland volgde ongeveer 80 miljoen jaar geleden.

Bijen zouden ongeveer 125 miljoen jaar geleden zijn ontstaan uit de wesp-familie. Een gefossiliseerde 'bij' in barnsteen uit Myanmar, het vroegere Birma, die *Mellitosphex burmensis* als soortnaam kreeg, zou een overgangsvorm van apoïde wespen, zoals de graafwespen, naar bijen zijn (Poinar Jr.

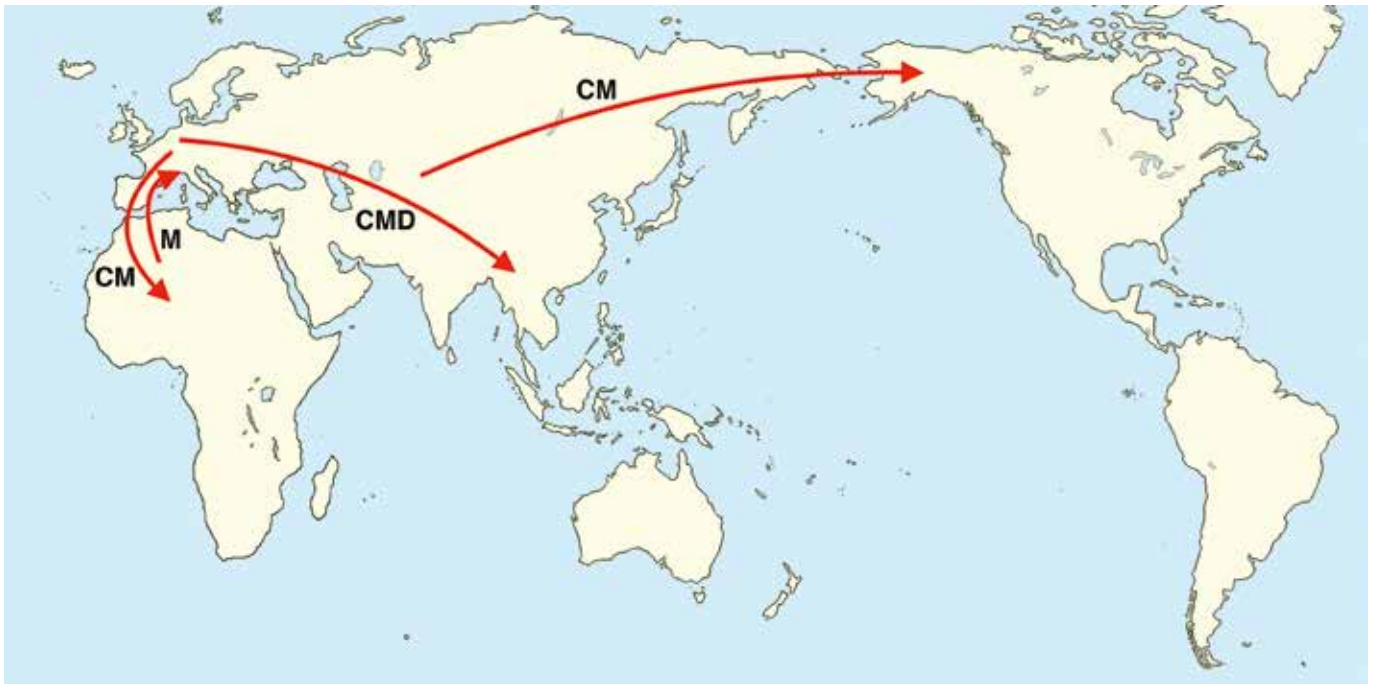
en Danforth, 2006). In het tweede deel beschrijft Engel de evolutie van insecten, in het bijzonder die van de bijen (Engel, 2019b). De eerste insecten stammen uit het Perm, een geologisch tijdperk van ongeveer 300-250 miljoen jaar geleden, en hebben daarna verschillende catastrofes moeten overwinnen. Zo kwamen insecten, waaronder bijen, goed door de catastrofale periode heen van het grote uitsterven van dieren, zoals de dinosaurïers, aan het eind van het Krijt door een meteorietinslag bij het huidige Mexico. Vervolgens werden ook enkele

volgende, minder zware inslagen van meteorieten, onder andere in de Noordzee, in Oekraïne en in India, goed doorstaan. In die tijd was het overal redelijk warm, gemiddeld 22-23 °C, en konden bijen zich goed over de aarde verspreiden. Aan het eind van het Eoceen, ongeveer 34 miljoen jaar geleden, veranderde het klimaat drastisch. In Europa werd het gemiddeld nog maar 12-13 °C en bij de Noord- en Zuidpool begon het te vriezen. Dat lijkt op wat we nu kennen. Door die klimaatverandering in het Eoceen stierf in de VS ook de honingbij *Apis nearctica* uit.

Kroongroep

Omstreeks 2013 bundelden twee Duitse onderzoekers, Dr. Ulrich Kotthoff verbonden aan de Universiteit van Hamburg en Dr. Thorsten Wappler werkzaam aan de Universiteit van Bonn, hun paleontologische kennis met die van Prof. dr. Michael Engel, hoogleraar palaeontologie-entomologie aan de universiteit van Kansas, Lawrence, VS (Kotthoff e.a., 2013). Ze bestudeerden zowel individuen van huidige *Apis*- en *Bombus*-soorten als meerdere, tot dan nog niet onderzochte fossielen aanwezig in voornamelijk Duitse musea. Die fossielen waren vooral gevonden in Europa, en dateerden uit het late Oligoceen en het vroege Mioceen (28-20 miljoen jaar geleden). Opvallend is dat uit die periode geen fossiele bijen uit Afrika bekend zijn, maar dat geldt ook voor veel andere Afrikaanse insecten uit die periode. Er zijn weliswaar nog oudere 'fossiele bijen' gevonden van wel 50 miljoen jaar oud, maar de determinatie daarvan blijkt bij nadere bestudering onjuist, al lijken ze oppervlakkig gezien wel op honingbijen (Engel, 2020).

De onderzoekers stelden de grootte vast van de (fossiele) bijen alsmede het karakteristieke aderpatroon van de voorvleugels en beoordeelden of ze wel of geen pollenkorfje aan de achterpoten bezaten om stuifmeel te kunnen vervoeren. Een aantal fossielen bleek duidelijk kenmerken van honingbijen te hebben, maar soms ontbraken bepaalde eigenschappen om ze te kunnen rekenen tot één van de huidige honingbijsoorten, aldus Engel (2020). De huidige honingbijsoorten zijn maar een paar miljoen jaar oud. De oudere fossielen met ontbrekende kenmerken



Figuur 1. Migratieroutes van de voorlopers van de huidige *Apis*-soorten. Bijen van de CMD-groep migreerden tijdens het Oligoceen van Europa naar Zuidoost-Azië. Tijdens het Mioceen bereikten bijen van de CM-groep Noord-Amerika via de Beringstraat. Einde Mioceen migreerden bijen van de CM-groep vanuit Europa naar Afrika. Tijdens de ijstijden waren er geen *Apis*-bijen in Europa aanwezig. Tijdens het Holoceen migreerden in Afrika geëvolueerde *Apis mellifera* bijen (M) terug naar Europa. Illustratie Richard de Bruijn

moeten daarom tot de voorouders van de huidige soorten worden gerekend, tot de zogenaamde kroongroep (aangeduid met CMD; de eerste letter van de *Apis*-soorten *cerana*, *mellifera* en *dorsata*) die wel kenmerken heeft van de genoemde huidige soorten. Die CMD-groep omvat uitgestorven soorten zoals *Apis nearctica* uit de VS en *Apis henshawi* uit Duitsland. Ook zijn bijen gevonden langs de Oostzeekust in Duitsland, Polen en de Baltische staten ingesloten in barnsteen, versteende hars. Dat zijn echter geen honingbijen, reden om ze in te delen in onder andere het geslacht *Electrapis*. De oude Feniciërs, Grieken en Romeinen waren verzot op die stukken waar insecten in opgesloten waren; zij importeerden ze uit het hoge Noorden, slepen de stenen en gebruikten ze als dure sieraden, aldus schreef Hennie Oude Essink op vrijdag 16 november 2001 op www.bijenhouden.nl.

Voorlopers van het genus *Apis* leefden in West-Europa

De oudste, fossiele individuen, voorlopers van het genus *Apis*, zijn in West-Europa gevonden uit de periode van het Oligoceen en dat wijst op een zeer vroege aanwezigheid nog

vóór het ontstaan van de soort *Apis mellifera* (Kotthoff e.a., 2013) en ver voordat hier de moderne mens, *Homo sapiens*, leefde. De drie paleontologen denken dan ook dat zich het volgende scenario heeft afgespeeld.

- Gedurende het Oligoceen (vanaf ongeveer 40 miljoen jaar geleden) migreerden bijen van de CMD-groep langs de enig mogelijke zuidelijke route van Europa naar zuidoost Azië en 'veroverden' ze dat continent. Een vroege aftakking van deze groep kreeg een kleiner lichaam en vormde in het late Oligoceen of Mioceen (ongeveer 28 miljoen jaar terug) de *Micrapis*-clade (= groep), waartoe de huidige Zuid-Aziatische soorten *Apis florea* en *Apis andreniformis* behoren.
- In Azië ontstonden in het Mioceen (ongeveer 15 miljoen jaar terug) nakomelingen van de *D(orsata)*-groep, zoals *Apis lithohermaea*. Waarschijnlijk stamt daar de huidige soort *Apis dorsata*, de reuzenhoningbij, van af met de voor de *D(orsata)*-groep karakteristieke vleugeladering. Tegelijkertijd moeten honingbijen van de *C(arnica)M(ellifera)*-groep via de landbrug van de Beringstraat Noord-Amerika hebben bereikt. Nazaten daarvan waren/zijn de honingbijen

van de uitgestorven soort *Apis nearctica* (Engel e.a., 2009). Die bijen waren daar dus allang voordat Europeanen hun *Apis mellifera* versleepten naar Noord-Amerika.

- Bijen van de CMD-groep waren in het Mioceen (ongeveer 23-5 miljoen jaar geleden) wijd verspreid in Europa en ook in Azië (Zhang, 1990). Aan het eind van het Mioceen migreerden bijen van de CM-groep vanuit Europa naar Afrika, waarschijnlijk via de straat van Gibraltar (Nel e.a., 1999). De nakomelingen in Afrika ontwikkelden zich tot *Apis mellifera*-bijen, terwijl de nakomelingen in Azië zich ontwikkelden tot de *Cerana*-groep als voorouders van *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi* en *Apis nigrocincta*. Gedurende het koelere klimaat in het Pliocene (ongeveer 5-2,5 miljoen jaar geleden) en de koude periode in het Pleistoceen (ongeveer 2,5-0,01 miljoen jaar geleden) in het westen en midden van Europa waren daar toen geen *Apis*-soorten aanwezig. Daarna keerden in het Holoceen (in de afgelopen 0,01 miljoen jaar) *Apis mellifera* bijen terug vanuit Afrika. ●

Literatuurlijst zie aanvullingen op de NBV-site: bit.do/aanvullingen-bijenhouden