



De nesten van rode bosmieren: een verborgen microkosmos vol fascinerende mierengasten

Thomas Parmentier

De nesten van rode bosmieren *Formica* s.s. behoren tot de indrukwekkendste bouwwerken van insecten in onze streken. Ze bestaan uit twee delen: een ondergronds gangen- en kamerstelsel dat niet zichtbaar is, en een bovengrondse koepel van verzameld organisch materiaal, zoals takjes, naalden en vruchthulsjes. Rode bosmieren zijn zeer territoriaal, en hun nesten worden fel verdedigd door horden werkers die bijten en mierenzuur spuiten. Toch zijn de nesten geen onneembare forten. Een grote groep geleedpotigen, bekend als mierengasten of myrmecofielen, slaagt erin om in de nesten te dringen en daar permanent te leven. Mierengasten komen voor bij bijna alle mieren, maar de hoogste diversiteit in onze streken is ontegensprekelijk te vinden bij rode bosmieren. Schattingen wijzen uit dat maar liefst 125 soorten geleedpotigen in de koepelnesten van rode bosmieren voorkomen (Parmentier et al. 2014, Robinson et al. 2016). Naast deze soorten, die strikt aan mieren gebonden zijn, zijn er ook veel bodemsoorten zoals pissebedden, duizendpoten, mijten en springstaarten die facultatief in de nesten voorkomen (Robinson & Robinson 2013, Boer 2023).

Bosmierennesten: aantrekkelijke verblijfplaatsen voor biodiversiteit

De hoge diversiteit van bosmierengasten heeft te maken met verschillende factoren. Rode bosmiernesten vormen stabiele omgevingen die vaak jarenlang op dezelfde plek blijven liggen (figuur 1a) (Gösswald 1989). Ze bieden niet alleen ideale condities voor de mieren en hun broed, maar ook voor hun gasten. De nesten worden al vroeg in het voorjaar verwarmd door de zon, microbiële processen en het opwarmgedrag van de mieren (Rosengren et al. 1987, Kadochová & Frouz 2014). De vocht-huishouding en ventilatie worden ook gereguleerd. Bovendien zijn de vaak grote nesten zeer heterogeen, met verschillende microhabitats die gekenmerkt worden door variërend vochtgehalte, structuur, temperatuur en de dichtheid van werkers (Gösswald 1989). Een bosmiernest is ook aantrekkelijk vanwege zijn rijkdom aan voedingsstoffen en voedselbronnen (Frouz et al. 2016). Er is een constante aanvoer van prooi en vers organisch materiaal wordt voortdurend aangesleept. De meest waardevolle voedselbron is het broed van de mieren, namelijk eieren en larven. Deze worden in grote hoeveelheden opgestapeld en verzorgd in de diepere kamers van het nest.



Figuur 1 Rode bosmieren en geassocieerde mierengasten. **a** Koepelnest van de rode bosmier *Formica polyctena* met drie bodemvallen rondom geplaatst. De grijze plaatjes dienen als dakje voor de ingegraven plastic bakjes. **b** Twee individuen van de detritivore mieren-springstaart *Cyphoderus albinus* met rode bosmier. **c** De korstchildkever *Notothecta flavipes* en twee werkers. **d** De spin *Thyreosthenius biovatus* (mierengroefkopje) jaagt op andere mierengasten in bosmiernesten. **e** Twee kokerlarven van de mierenzakkever *Clytra quadripunctata* die rondkruipen in een bosmiernest. **f** Een adult van de mierenzakkever rust op braam boven een bosmiernest van *Formica rufa*. **g** De mijt *Holostaspis oophila* kan je vinden op eieren en larven van *Formica* mieren. **h** Het bosmierlieveheersbeestje *Coccinella magnifica* jaagt op bladluizen rond bosmiernesten, hier bij de zwartrugbosmier *Formica pratensis*.



Voedselweb in bosmierennesten

Deze verschillende voedselbronnen trekken specifieke mierengasten aan. De aanwezigheid van veel organisch materiaal trekt detritivore mierengasten aan die zich voeden met het materiaal of de schimmels die erop groeien. Typische detritivore myrmecofielen zijn de kevers *Monotoma angusticollis* en *M. conicicollis*, evenals de mierenpringstaart *Cyphoderus albinus*, die optimaal gedijen in organisch materiaal van de koepel (figuur 1b). Een opvallende gast is de gedeukte gouden tor *Protaetia metallica*. De vrouwtjes van deze groene kever kunnen waargenomen worden als ze het nest binnendringen om in de koepel eitjes te leggen. De detritivore larven voeden zich met het organisch materiaal aan de buitenkant van de koepel (Donisthorpe 1927). Een belangrijke groep mierengasten bestaat uit afvaleters, die zich voeden met allerlei voedselbronnen, zoals binnengebrachte prooien, dode werksters en soms zelfs mierenbroed (Hölldobler & Kwapich 2022). Deze strategie komt vooral voor bij kortschildkevers, die samen met mijten de meest diverse groep van bosmiergasten vormen (figuur 1c) (Parmentier et al. 2016). Sommige mierengasten hebben een parasitaire levenswijze. Ze leven voornamelijk in de diepe broedkamers en voeden zich met mierenbroed. Een voorbeeld hiervan zijn de larven van de mierenzakkever *Clytra quadripunctata*, die diep in de bosmiernesten bij en in de broedkamers voorkomen (figuur 1e). Na twee jaar zich vol te proppen, verpopt de larve en komt er een prachtig rood bladhaantje tevoorschijn. Dit verlaat het nest aan het einde van de lente en zoekt een partner (figuur 1f). Bij de lage beplanting rond het nest kun je deze koppeltjes soms waarnemen, en met wat geluk zie je een vrouwtje eitjes leggen in de buurt van het nest (Donisthorpe 1927). Stelen van bosmieren kan subtieler, zoals bij de korstschildkever *Dinarda maerkelii* die bedelt bij de werksters voor voedsel (Hölldobler & Kwapich 2019). Ze worden gevoed door werksters waarvan de magen vol zitten met honingdauw en ander vloeibaar voedsel en dit opbraken. Dit bedelgedrag is moeilijk te observeren vanwege de snelheid en onvoorspelbaarheid, maar kan gemakkelijk worden aangetoond door mieren gekleurd suikerwater te geven, de kevers erbij te plaatsen en na een paar uur gekleurd suikerwater in het spijsverteringsstelsel van de kevers terug te vinden (Parmentier et al. 2016).

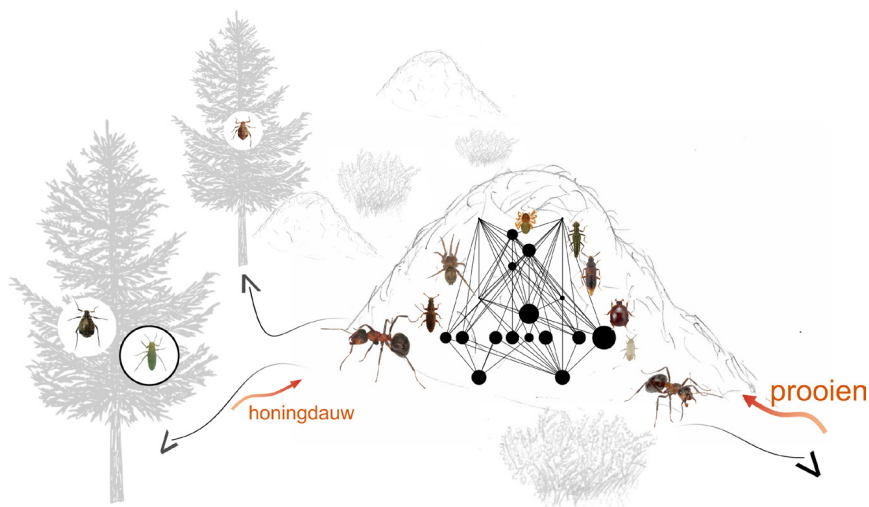
Wat interessant is, is dat mierengasten niet alleen voedselrelaties hebben met de mieren, maar ook met elkaar. Er zijn typische predatoren, zoals de spin *Thyreosthenius biovatus* (mierengroefkopje, figuur 1d) en de korstschildkever *Stenus aterrimus*, die jagen op andere mierengasten in het nest (Parmentier et al. 2018a). Geliefde prooien zijn detritivoren, zoals de mierenpringstaart, maar ook larven van myrmeco-



fiele kevers en mijten worden gevangen. Ook zijn er parasitaire wespjes te vinden, waarbij deze waarschijnlijk niet de mieren aanvallen maar in andere mierengasten een ei leggen (Donisthorpe, 1927). Een bijzondere levenswijze vertoont de mijt *Holostaspis oophila*, die uitsluitend op en tussen de eieren van bosmieren en hun verwanten leeft (figuur 1g). Waarschijnlijk voedt deze mijt zich met de secreties op het ei, in plaats van het ei aan te vreten (Donisthorpe 1927). Een atypische mierengast is het bosmierlieveheersbeestje *Coccinella magnifica* dat enkel buiten het nest voorkomt (figuur 1h). De larven en adulten voeden zich zoals vele lieveheersbeestjes met bladluizen. Deze soort leeft specifiek op bladluizen die worden verzorgd en bezocht door bosmieren nabij hun nest (Sloggett et al. 2002). In elk mierennest heb je dus mierengasten die verschillende trofische posities innemen (van detritivoor tot toppredator) en die met elkaar verbonden zijn in een voedselweb (figuur 2) (Parmentier et al. 2016). Recent onderzoek heeft aangetoond dat dit voedselweb van bosmiergasten sterk gekoppeld is aan de gastmier. Wanneer gastheerkolonies zich vooral voeden met prooien, stijgen de trofische posities van alle mierengasten, terwijl in gastheerkolonies die zich voornamelijk voeden met honingdauw, gemeenschappen van myrmecofielen met lagere trofische posities worden onderhouden. Dit wijst erop dat de gemeenschap van mierengasten sterk wordt gestuurd door de voedselstromen die het nest binnenkomen (Parmentier et al. 2023) (figuur 2).

Dispersie van mierengasten

Nesten kunnen voor mierengasten worden beschouwd als biologische eilanden die van elkaar gescheiden zijn in het landschap. Die ruimtelijke versnippering van deze habitateilandjes vormt een uitdaging voor mierengasten. De meeste mierengasten worden alleen gevonden wanneer je het nest opent, en het was lange tijd onbekend of en in welke mate ze buiten de nesten bewegen. Met behulp van bodemvallen op verschillende afstanden rond de nesten bleek dat de myrmecofiele gemeenschap bij bosmieren erg mobiel is, en sommige soorten verlaten het nest wel heel erg frequent en kunnen lange afstanden afleggen. Zo werd het spinnetje *Thyreosthenius biovatus* (mierengroefkopje) op 25 meter van het dichtstbijzijnde nest gevonden. Wat interessant is, is dat de mierengasten niet willekeurig door het landschap bewegen, maar vooral de dichte mierenstraten als een soort snelwegen volgen (Parmentier et al. 2021). Kleine en meer geïsoleerde nesten herbergen meestal minder soorten mierengasten, omdat ze moeilijker bereikbaar zijn en hun kleinere populaties sneller verdwijnen. In lijn met de waargenomen hoge mobiliteit worden nieuwe nesten opvallend snel gekoloniseerd door mierengasten, maar dit verloopt



Figuur 2 Schematische voorstelling van bosmiernesten als centrale speler in symbiotische netwerken. Rode bosmiernesten voeden zich met prooien en honingdauw die ze vooral verzamelen bij een gemeenschap van mutualistische bladluizen in bomen. Samen met het verzamelde organische nestmateriaal creëren deze voedselstromen in het nest een nutriëntrijke microkosmos die het voedselweb van mierengasten ondersteunt, bestaande uit detritivoren, afvaleters, parasieten en predatoren.

volgens een bepaald successiepatroon: eerst komen de minder gespecialiseerde en vaak facultatieve mierengasten in het nest, en naarmate het nest ouder wordt, koloniseren meer gespecialiseerde en vooral strikt myrmecofiele soorten (Parmentier et al. 2024). Als een nest wordt verlaten of zich verplaatst om bijvoorbeeld een beter microklimaat op te zoeken, vormt dit een grote uitdaging voor mierengasten. In recent verlaten nesten kun je nog typische mierengasten vinden die achtergebleven zijn, en de vraag is of ze opnieuw een bewoond nest zullen vinden. Een leuke waarneming was dat de larven van de mierenzakkever *Clytra quadripunctata* actie ondernemen wanneer hun gastheerkolonie verhuisde. Een karavaan van logge keverlarven wandelde langzaam maar zeker met de verhuizende mieren naar het nieuwe nest. Sommige van deze larven, die zoals hierboven aangehaald graag mierenbroed eten, werden ook meegedragen en versleurd als ‘Trojaanse paarden’ naar het nieuwe nest door de nietsvermoedende mieren (Parmentier 2019).



Overleven in de mierenkolonie

Een intrigerende vraag is hoe deze mierengasten erin slagen te overleven in de vijandige wereld van de mierenkolonie. Binnenin een donkere mierenhoop verloopt de communicatie tussen mieren voornamelijk via chemische signalen (Van Zweden & d'Ettorre 2010). Leven in een kolonie vereist dat je moet kunnen herkennen wie tot je kolonie behoort en wie niet. Mieren en andere sociale insecten dragen een uniek parfum van vetten op hun huid, waarmee ze hun kolonie identificeren. Wanneer een werkster een andere geur waarneemt, reageert ze agressief. Een bekende strategie van mierengasten is dat ze de geur van het nest zelf kunnen produceren of passief overnemen, bijvoorbeeld door zich tegen de werksters aan te wrijven (Van Zweden & d'Ettorre 2010). Tot onze verrassing bleek echter dat deze strategie, op twee kevers na, niet wordt gehanteerd door meer dan 20 geteste bosmiergasten. De meeste van de geteste mierengasten hebben een geur die sterk afwijkt van die van hun gastheer, waardoor ze gemakkelijk als indringers worden herkend (Parmentier et al. 2017). Het ontbreken van chemische camouflage is waarschijnlijk te verklaren door de structuur van bosmiernesten met veel hout, takjes en naalden. Hierdoor zijn er veel schuilmogelijkheden, waardoor de mierengasten direct contact met de mieren kunnen vermijden, wat in mierennesten met minder structuur veel moeilijker is. Met experimenten in het laboratorium konden we aantonen dat gasten in de bosmiernesten vooral gebruik maken van gedragsmatige aanpassingen, zoals behoedzaam bewegen en schuilen bij gevaar, en als er toch direct contact is afweerstoffen gebruiken (Parmentier et al. 2018b). Sommige mierengasten, zoals de mierenpissebed, hebben een zeer lage concentratie van lichaamsgeur, waardoor ze ook ongemerkt blijven. Ook helpen de kleine afmetingen van veel mierengasten, zoals bepaalde mijten, zodat ze vaak worden genegeerd (Von Beeren et al. 2021).

Mierengasten komen voor in grote aantallen

Mierengasten worden meestal als zeldzaam en beperkt tot kwetsbare habitats beschouwd. Dit is inderdaad het geval voor sommige soorten, zoals het gentiaanblauwtje *Phengaris alcon* die leeft bij *Myrmica* of *Claviger*-knotskevers bij *Lasius*. Echter, mierengasten bij bosmieren komen in grote aantallen voor. Een paar jaar geleden vonden we bijna 2000 myrmecofiele kevers in een paar liter nestmateriaal van een overwinterend nest (Parmentier & Claus 2019). Zelfs in kleine bosfragmenten, omringd door intensieve landbouw, kunnen mierengasten talrijk en redelijk divers zijn in bosmierkoepels.



Mierengasten verzamelen

Om efficiënt en niet-destructief te bepalen of en welke mierengasten in een bosmierkoepel aanwezig zijn, gebruik je het beste een bodemval. Ideaal is een langwerpige plastic doosje dat je net aan de rand van de koepel ingraaft. Je hoeft er geen oplosmiddel in te doen. Je kunt eventueel een beetje strooisel toevoegen voor schuilplaatsen en vochtigheid. De mieren kunnen gemakkelijk in en uit het bakje lopen, terwijl de kevers, spinnen, pissebedden en andere mierengasten niet op de gladde wanden kunnen lopen en zo gevangen worden. Om regenval in het bakje te voorkomen, kun je het afdekken met een dakje dat een spleet overlaat, zodat de beestjes erin kunnen lopen (figuur 1a).

Mierengasten bij bosmieren: modelsysteem voor verstoring in natuurlijke gemeenschappen

Mierengasten bij bosmieren zijn een fascinerende groep die ons veel kunnen leren hoe soorten verschillende strategieën ontwikkelen en kunnen samenleven in een ongewoon habitat. Daarnaast kan deze rijke, maar compacte gemeenschap gebruikt worden als een modelsysteem voor ecologisch gemeenschapsonderzoek. In deze veranderende wereld, willen we weten hoe soorten, maar ook volledige gemeenschappen reageren op verschillende stressoren zoals fragmentatie, klimaatverandering en eutrofiëring. Vaak wordt dit getest in artificiële systemen in het laboratorium of kijkt men naar de respons van één welbepaalde sleutelgroep, zoals vlinders, zonder rekening te houden dat soorten of groepen niet geïsoleerd zijn in ecosystemen. De kleine microkosmos van bosmiernesten biedt de mogelijkheid om het effect van verstoring te onderzoeken op een complete gemeenschap, met verschillende trofische niveaus en interacties die de verstoring kunnen milderen of juist versterken. De komende jaren zullen we deze unieke gemeenschappen gebruiken als model in ons onderzoek, om zo meer inzicht te krijgen in de effecten van verstoring op natuurlijke gemeenschappen.

Dit artikel geeft een samenvatting van onderzoek over bosmiergasten door Thomas Parmentier. Dit onderzoek werd, samen met onderzoekslijnen op andere groepen van mierengasten en mierensymbionten, uitgelegd in zijn presentatie tijdens de studiedag van de mierenwerkgroep op 25 januari 2025.



Verwijzingen

von Beeren, C., A. Brückner, P.O. Hoenle, B.O. Jara, D.J.C. Kronauer & N. Blüthgen 2021. Multiple phenotypic traits as triggers of host attacks towards ant symbionts: body size, morphological gestalt, and chemical mimicry accuracy. *Frontiers in Zoology* 18: 46.

Boer, P. 2023. Species found in wood ant mounds in the Netherlands. <https://tinyurl.com/mv78tcbd>.

Donisthorpe, H.St.J.K. 1927. The guests of British ants, their habits and life-histories. George Routledge and Sons, London.

Frouz, J., V. Jílková & J. Sorvari 2016. Contribution of wood ants to nutrient cycling and ecosystem function. In: Stockan, J.A. & E.J. H. Robinson (editors), *Wood ant ecology and conservation* (1st ed.), Cambridge University Press, pp. 207-220.

Gösswald, K. 1989. Die Waldameise. Band 1, Biologische Grundlagen, Ökologie und Verhalten. Aula-Verlag Wiesbaden.

Hölldobler, B. & C.L. Kwapich 2019. Behavior and exocrine glands in the myrmecophilous beetle *Dinarda dentata* (Gravenhorst, 1806) (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae). *PLOS ONE* 14 (1): e0210524.

Hölldobler, B. & C.L. Kwapich 2022. The guests of ants. How myrmecophiles interact with their hosts. Harvard University Press.

Kadochová, Š. & J. Frouz 2014. Thermoregulation strategies in ants in comparison to other social insects, with a focus on red wood ants (*Formica rufa* group). *F1000Research* 2014 (2): 280.

Parmentier, T. 2019. Host following of an ant associate during nest relocation. *Insectes Sociaux* 66: 329-332.

Parmentier, T. & R. Claus 2019. A dazzling number of beetles (Coleoptera) in a hibernating nest of red wood ants, *Formica rufa* Linnaeus (Hymenoptera: Formicidae). *The Coleopterists Bulletin* 73: 761-764.

Parmentier, T., W. Dekoninck & T. Wenseleers 2014. A highly diverse microcosm in a hostile world: a review on the associates of red wood ants (*Formica rufa* group). *Insectes Sociaux* 61: 229-237.

Parmentier, T., S. Bouillon, W. Dekoninc & T. Wenseleers 2016. Trophic interactions in an ant nest microcosm: a combined experimental and stable isotope ($\delta^{13}\text{C}/\delta^{15}\text{N}$) approach. *Oikos* 125: 1182-1192.

Parmentier, T., W. Dekoninck & T. Wenseleers 2017. Arthropods associate with their red wood ant host without matching nestmate recognition cues. *Journal of Chemical Ecology* 43: 644-661.



Parmentier, T., F. De Laender, T. Wenseleers & D. Bonte 2018a. Contrasting indirect effects of an ant host on prey-predator interactions of symbiotic arthropods. *Oecologia* 188: 1145-1153.

Parmentier, T., F. De Laender & D. Bonte 2018b. Prudent behavior rather than chemical deception enables a parasite to exploit its ant host. *Behavioral Ecology* 29: 1225-1233.

Parmentier, T., R. Claus, F. De Laender & D. Bonte 2021. Moving apart together: co-movement of a symbiont community and their ant host, and its importance for community assembly. *Movement Ecology* 9 (1): 25.

Parmentier, T., P. Boeckx, D. Bonte & F. De Laender 2023. You are what your host eats: The trophic structure and food chain length of a symbiont community are coupled with the plastic diet of the host ant. *Journal of Animal Ecology* 92: 2028-2038.

Parmentier, T., P. Boeckx, D. Bonte & F. De Laender 2024. A successional shift enhances stability in ant symbiont communities. *Communications Biology* 7 (1): 645.

Robinson, E.J.H., J.A. Stockan & G.R. Iason 2016. Wood ants and their interactions with other organisms. In: Stockan, J.A. & E.J. H. Robinson (editors), *Wood ant ecology and conservation* (1st ed.), Cambridge University Press, pp. 177-207.

Robinson, N.A. & E.J.H. Robinson 2013. Myrmecophiles and other invertebrate nest associates of the red wood ant *Formica rufa* (Hymenoptera Formicidae) in Northwest England. *British Journal of Entomology and Natural History* 26: 67-88.

Rosengren, R., W. Fortelius, K. Lindström & A. Luther 1987. Phenology and causation of nest heating and thermoregulation in red wood ants of the *Formica rufa* group studied in coniferous forest habitats in southern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 24: 147-155.

Sloggett, J.J., W. Völkl, W. Schulze, J. Schulenburg & M.E.N. Majerus 2002. The ant-associations and diet of the ladybird *Coccinella magnifica* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 99: 565-569.

van Zweden, J.S. & P. d'Ettorre 2010. Nestmate recognition in social insects and the role of hydrocarbons. In: Blomquist, G.J. & A.-G. Bagnères (editors), *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry and chemical ecology*, Cambridge University Press, pp. 222-243.

Thomas Parmentier, Unit of Social Ecology, Département de Biologie des Organismes, Brussel, België, Thomas.parmentier@ulb.be