

Flexibel foerageergedrag van mieren en Draaihalzen *Jynx torquilla* bij extreme temperaturen

Rob G. Bijlsma

Stel: je bent een thermofiel, een liefhebber van hoge temperaturen. Heb je dan profijt van een warme zomer, of zijn er grenzen aan wat je aankan? Precies die vraag was relevant voor draaihalzen en mieren tijdens de dagen met tropische temperaturen in de zomer van 2019. En jawel, er zijn grenzen, zeker voor de mieren die te maken kregen met grondtemperaturen oplopend tot 60 graden Celsius. Maar gepokt en gemazeld tijdens miljoenen jaren van evolutie zouden mieren geen mieren zijn, en draaihalzen geen draaihalzen, om niet op even simpele als ingenieuze wijze hoge temperaturen het hoofd te bieden.

Al een aantal jaren zit ik één of meerdere paren Draaihals dicht op de huid, vooral met het oog op habitatgebruik, voedselkeus en broedsucces (Bijlsma 2014, 2016a, 2016b). Afgelopen jaar, 2019, volgde ik van twee paren de lotgevallen vanaf vestiging, via nestplaatskeuze en foerageergedrag naar broedsucces. Tegelijkertijd dook ik samen met Peter Boer in de mieren die er ter plekke voorkomen. Voeg daarbij een zomer waarin op sommige dagen – voor Nederland – ongehoorde temperaturen werden bereikt, en de kat is op het spek gebonden. Want wat betekenden grondtemperaturen, oplopend tot 60°C, voor mieren, en dus voor Draaihalzen, miereneters bij uitstek? Van dit thermofiele volkje mag je verwachten dat uitzonderlijke temperaturen veranderingen in gedrag teweegbrengen. Was dat ook zo, en hoe pakte dat dan uit?

Op je kont zitten en kijken

Voor het observeren van vogelgedrag heb je zitvlees nodig. En verder natuurlijk een plek, een nest en rust in de tent. Die triade is helaas bijna nergens meer te vinden, dus ik behelp me met omstandigheden waar in ieder geval twee van de drie voorkomen: een plek en een nest. Dat betreft Boswachterij Smilde, meer in het bijzonder een kaalkap waar in 2019 drie draaihalssparen een broedpoging deden. Een van die nesten werd in de vroege jongenfase door een marter gemold. Verrotte berk op een kaalkap, dus wat wil je. De Draaihals liet zich niet kennen en begon een nieuw legsel in een dode grove den, dezelfde boom – maar een andere holte – waar in 2017 ook al een broedgeval had plaatsgevonden. Extra voordeel van die plek: geen wandelpad erlangs (zoals wel bij het mislukte nest), dus gevrijwaard van wandel- en schatzoekvolk. Bij het nalegsel bracht ik tussen 6 en 29 juli in totaal 3685 minuten door, gespreid over de dag tussen 6.00 en 21.45 u. Dit tijdvak bestreek de volledige nestjongenfase, waarbij de voederfrequentie en de foerageerbewegingen gedurende 60-255 minuten per dag werden bijgehouden.

Het nalegsel had nog een voordeel: vanaf een uitgekiende positie op 60 m van het nest waren alle voedselvluchten exact in te tekenen. Het lokale ‘natuurherstel’ stelde me zelfs in staat vaker dan anders draaihalskeutels te verzamelen. Hoewel de kaalkap grotendeels met pijpenstrootje is begroeid, is er vlak naast het draaihalsnest een strook afgegraven. De deels nog kale bodem vergemakkelijkt het opsporen van draaihalskeutels. In het latere jongenstadium voeren draaihalsouders namelijk de keutels af. Als ze de keutel boven de vergraste delen van de kaalkap laten vallen, is terugvinden een vrijwel onbegonnen zaak. Maar op een dubbelkapotte kaalkap is dat eenvoudig. Zodoende kon ik flink wat keutels bij elkaar harken. Aan de hand van de resten in die keutels is te achterhalen welke prooien werden gegeten. Dat vergt natuurlijk wel een kenner van zaken die er veel tijd in wil stoppen; die diende zich aan in de persoon van Peter Boer (Boer 2010, zie ook www.nlmieren.nl).



Foto 1. Overzicht van het broedterrein in boswachterij Smilde, 2 september 2019 (Foto: Rob Bijlsma), een kaalkap overgroeid met struikheide en pijpenstrootje, met aan de horizon jonge opslag van grove den vóór de bosrand. *Overview of the breeding site in Forestry of Smilde, 2 September 2019, a clear-felling overgrown with Calluna and Molinia, and in the background young regrowth of Pinus sylvestris in front of the woodland edge.*

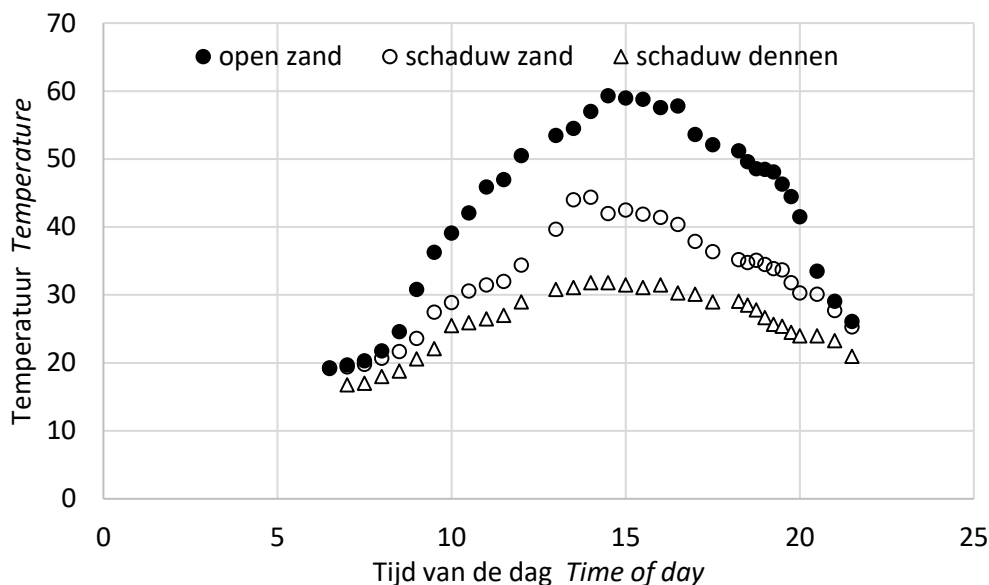
Bij het draaihalsnest hield ik niet alleen de voederfrequentie en de foerageerplekken bij maar ook de temperatuur ter plekke, namelijk aan de grond op open zand vol in de zon, idem in de schaduw van een polletje gras/struikheide en dito in de diepe

schaduw van opslag van grove den. Dat allemaal binnen 60 m van het nest, en allemaal vallend binnen het foerageergebied van de halzen. Bijhouden van de temperatuur gebeurde met een on-geijkte thermometer naast nesten van zwarte wegmier *Lasius niger* (gedetermineerd door Peter Boer). De activiteiten rond/op vier nesten volgde ik door elk half uur gedurende één minuut het aantal actieve werksters op dezelfde vierkante meter te tellen; deze nesten lagen in open zand met geringe bodemvegetatie (n=2) en in de schaduw van grove dennenopslag (n=2).

Resultaten

Temperatuurverloop over de dag

Voor het temperatuurverloop heb ik een extreme dag genomen, namelijk 24 juli 2019 (25 juli had ook gekund, óók een hete en vrijwel windstille dag). De dag begon warm en eindigde warm, met rond 15.00 u een piek in temperatuur die op het open zand net niet de 60°C bereikte. In de schaduw van lage vegetatie op het zand was het beduidend koeler maar nog steeds erg warm (ruim 40°C) terwijl het in de schaduw van dichte dennenopslag rond de 30°C uitkwam (Figuur 1).

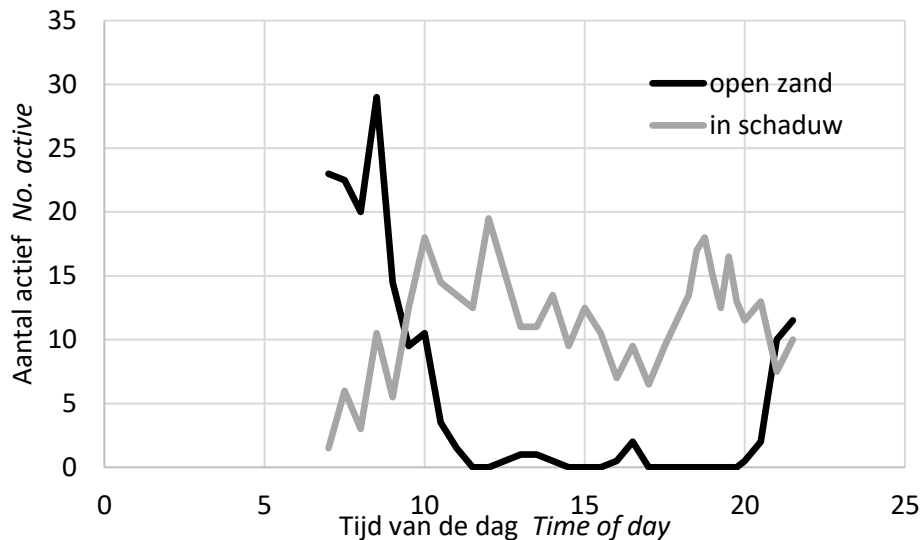


Figuur 1. Temperatuurverloop in Boswachterij Smilde op 24 juli 2019, elk half uur gemeten aan de zandgrond vol in de zon, idem in de schaduw van vegetatie en dito in dichte opslag van grove den. *Diel course of temperature (°C) at a breeding site of Wrynecks on 24 July 2019, measured at ground level on open sand (filled dot), in the shadow of vegetation on open sand (open dot) and in the shadow of dense growth of young Pinus sylvestris.*

Activiteitverloop over de dag van zwarte wegmieren

Op het open zand waren zwarte wegmieren op hete dagen vooral in de ochtend en avond actief. Overdag bleven activiteiten achterwege, een enkele uitzondering daargelaten. Dat is niet zo gek gezien het feit dat de temperaturen aan de grond op 24 juli al om half tien boven de 35°C uitkwamen, om 12.00 u boven de 50°C steeg en vervolgens van 12.00 u tot 18.25 u op of boven dat niveau bleef. Dat was geheel anders

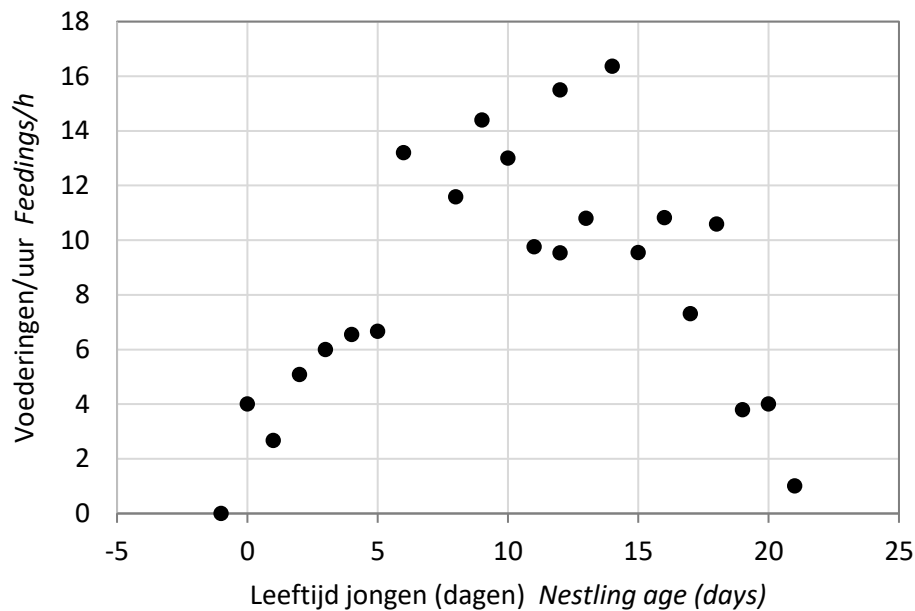
in de schaduw van de opslag van grove den, waar dezelfde mierensoort de hele dag actief was, met hooguit een dip in de vroege ochtend en in de namiddag (Figuur 2). Hierbij moet worden aangetekend dat 24 juli 2019 een extreem temperatuursverloop kende, net als de voorafgaande en volgende dagen.



Figuur 2. Gemiddeld activiteitspatroon over de dag van zwarte wegmieren (2 nesten in open zand met karige bodembegroeiing, 2 nesten in dekking van opslag grove den, maximum temperaturen op grondniveau resp. 59.3 en 31.8°C) in Boswachterij Smilde op 24 juli 2019, tussen 7.00 en 21.30 u zomertijd, gemeten als aantal actieve werkers rond een nest op 1x1 m grondoppervlak (1 minuut per half uur). *Mean diel activity near nests of Lasius niger, measured for one minute per half hour as number of active workers on 1x1 m open sand with scarce vegetation (2 plots, maximum temperature at soil surface 59.3°C) and in the shade of young growth of Pinus sylvestris (2 plots, maximum temperature at soil surface 31.8°C), Forestry of Smilde, 24 July 2019, between 7.00 and 21.30 h summer time.*

Voerfrequentie van Draaihalzen

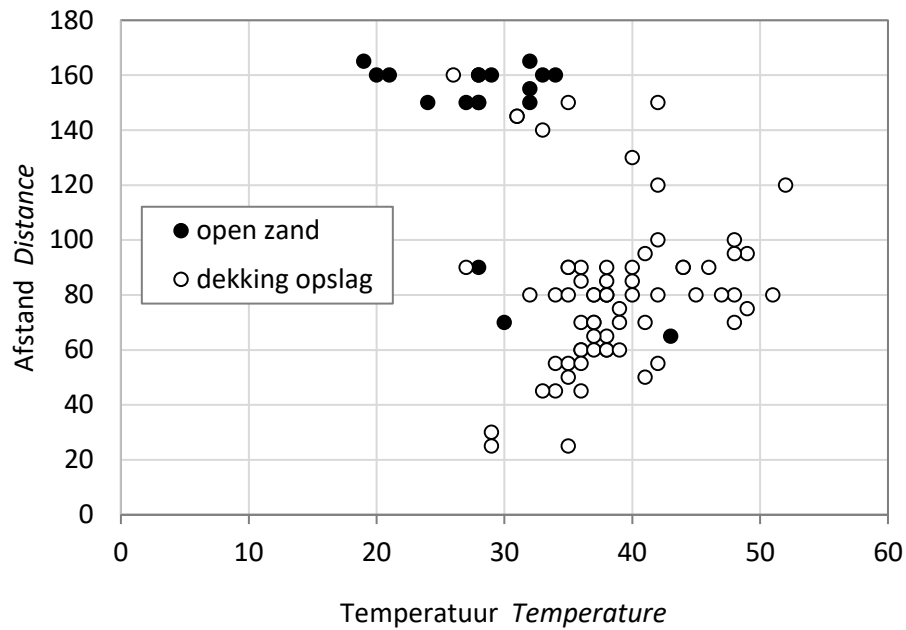
In de eerste zes levensdagen van jonge Draaihalzen krikten de ouders de voerfrequentie geleidelijk op. In die fase zijn de jongen nog naakte blobjes die in een warmtepiramide in het nest liggen. Vanaf levensdag 7 schoot de voerfrequentie fors omhoog, een verdubbeling, waarschijnlijk mede doordat de ouders minder tijd spendeerden aan het warm houden van de jongen (warme/hete dagen en omhoogvliegende voedselbehoefte van de jongen door combinatie van veergroei en sterke gewichtstoename; Mulhauser & Zimmermann 2014). Vanaf dat moment bleef de voerfrequentie tot vlak voor het uitvliegen hoog. Pas aan het eind van de nestjongenfase zakte de frequentie in, nog versterkt doordat de jongen van dit nalegsel over een periode van drie dagen het nest verlieten waardoor er uiteindelijk nog maar één in het nest was achtergebleven op dag 21 (Figuur 3). Dat jong vloog bij die leeftijd uit, op 28 juli, precies om 9.20 u zomertijd.



Figuur 3. Voerfrequentie bij een nalegsel van Draaihalzen in Boswachterij Smilde in 2019 (geboortedag = 0); op dag 21 zat er nog maar één jong in het nest, de rest was in de twee dagen ervoor uitgevlogen. *Feeding frequency at nest of Wrynecks in Forestry of Smilde in 2019 (birth date = 0); at age of 21 days old only a single nestling remained, the rest had already fledged.*

Keuze van foerageergebied door Draaihalzen

Op de hete zomerdagen van juli 2019 zochten de Draaihalzen tot op 230 m van het nest naar mierenvoedsel. Een deel van de nestomgeving werd altijd gemeden, in het bijzonder opgaand bos en kaalkap dekkend begroeid met pijpenstrootje. Alle voedselvluchten gingen naar de kaalkap aan de rand waarvan het nest zich bevond. Binnen die kaalkap hadden de vogels een ruime keus uit verschillende habitats met navenant verschillende dekking: van 2-4 m hoge grove dennenopslag tot jongere opslag met kalere stukken, karig begroeide en deels vergraste heidestukken, dekkend pijpenstrootje tot afgeschraapte delen met zandige bodem en zeer ijle vegetatie (Foto 1). Met uitzondering van de dichte grove dennenopslag en de pijpenstrootje-vlakte werden al die gebieden op enigerlei moment door Draaihalzen benut als foerageergebied. Tót grondtemperaturen van ongeveer 35 °C, dus op hete dagen vóór 9.30 u (Figuur 1), vlogen de Draaihalzen naar de meest open vegetaties om te foerageren. Die lagen gemiddeld op grotere afstand van het nest, rond de 140-165 m van het nest. Een enkele vogel bezocht bij die temperaturen open stukken dichterbij (Figuur 3). Vanaf dat moment vond er een omschakeling in foerageergebied plaats. Bij grondtemperaturen hoger dan 35°C begonnen de Draaihalzen kortere vluchten te maken die overwegend uitkwamen in de schaduwrijke opslag van grove dennen waar de grondtemperaturen rond 10.00 u waren opgeklommen tot rond de 25°C (Figuur 1). De rest van de dag werd er bijna uitsluitend naar beschaduwde delen van het terrein gevlogen, zelden over langere afstanden dan 100 m (Figuur 3). De grondtemperatuur bleef daar tot 20.00 u stabiel op 25-30°C (Figuur 2), terwijl die op het zand tussen de 30 en 60°C varieerden met een piek rond 15.00 u.



Figuur 3. Lengte van foerageervluchten (in m) van Draaihalzen in relatie tot grondtemperatuur (°C) op open zand en in de dekking van grove dennenopslag, Boswachterij Smilde, 23-27 juli 2019. *Length of foraging flights (in m) of Wrynecks relative to soil surface temperature (°C) on open sand (filled dots) and in the shadow of young Scots Pine Pinus sylvestris, Forestry of Smilde, 23-27 July 2019.*



Foto 2. Keutel van Draaihal op kaalkap vlakbij nest, afgevoerd door de ouders, Boswachterij Smilde, 19 juli 2019 (Foto: Rob Bijlsma). *Faecal sac of nestling Wryneck, removed from the nest by one of the parents, Forestry of Smilde, 19 July 2019.*

Discussie

Draaihalzen zijn miereneters pur sang. Van het onderhavige paar, bijvoorbeeld, werden uit 30 keutels bijna uitsluitend resten van zwarte wegmier *Lasius niger* (inclusief 1650 poppen van een niet nader geïdentificeerde *Lasius*-soort) en zwarte zaadmier *Tetramorium caespitum* gehaald (samen 98.4% van 4640 prooien; Peter Boer). De resterende prooien waren bladluizen (62), kevers (11) en een vlieg (1), misschien per abuis opgelikt bij het verzamelen van mieren.

De meeste mierensoorten in Nederland zijn dagactief en thermofiel. De temperatuur van nestkamers wordt op 25-30°C gehouden en ook de luchtvochtigheid wordt strikt gereguleerd (Wheeler 1910, Hölldobler & Wilson 1990). Normaliter zijn dat de temperaturen die Draaihalzen in hun broedgebied aantreffen, ideaal dus voor een miereneter. Bij experimenteel onderzoek aan *Lasius latipes*, een aan *Lasius niger* verwante soort maar woonachtig in de Verenigde Staten, vond Adele Fielde (1904) dat werksters gedijden bij temperaturen van 24-27°C en bij hogere temperaturen naarstig op zoek gingen naar koelere plekken. De kleinere exemplaren bezwijmden al bij 35°C en de grotere exemplaren sleepten zich bij temperaturen van 40-50°C op sterven na dood naar koelere plekken. Dat sluit goed aan op mijn waarnemingen van mieren actief op de zandige, open terreindelen rond de draaihalsbroedplaats: zodra de grondtemperatuur boven de 30°C uitkwam, zocht *Lasius niger* een goed heenkomen onder de grond en werden ze pas weer actief in de avond als de grondtemperatuur naar 30°C was gezakt en verder afliep (vergelijk Figuur 1 en 2). Bij de hoge zomerse temperaturen in juli 2019 betekende dat overdag een inactieve periode van *Lasius niger* van elf uur! En niet alleen van die soort: ook *Tetramorium caespitum* was bij tropische temperaturen inactief in de zon-geëxponeerde open delen van het terrein. In plaats van een enkelvoudige activiteitspiek midden op de dag zorgden de tropische temperaturen voor een uitgesproken bimodaal activiteitverloop (ochtend en avond), een gedragsverandering die ook van andere mierensoorten bekend is als reactie op hoge temperaturen (Jayatilaka *et al.* 2011). De facto zou daarmee de dagelijkse foerageerperiode van Draaihalzen met ongeveer 70% zijn ingekort.

Maar de Draaihalzen hadden er een adequaat antwoord op: verlegging van foerageergebieden naar beschaduwde delen van het terrein. In dit geval was dat 1-5 m hoge opslag van grove den waar de grondtemperaturen zelfs onder tropische omstandigheden rond de 30°C stagneerden, en waar de leefomstandigheden voor *Lasius niger* de hele dag in de gunstige temperatuurzone bleven. Een extra voordeel was dat de halzen daarvoor zelfs minder ver hoefden te vliegen, wat onmiddellijk de vraag opriep waarom ze er niet altijd foerageerden. Ik kan daar alleen maar over speculeren. Vermoedelijk is de grondtemperatuur onder normale omstandigheden (veel) lager dan de gemeten temperaturen op tropische dagen, wat enigszins nadelig kan hebben uitgewerkt op de activiteiten van mieren (maar vermoedelijk niet in die mate dat mieren inactief zouden zijn geweest; daarvoor moet de temperatuur onder de 10°C liggen). In de tweede plaats is de kaalkap met grove dennenopslag behoorlijk vergrast, wat foerageren door Draaihalzen kan hebben bemoeilijkt. Dat laatste kon ik

checken door te kijken naar de frequentie van prooiaanvoer door Draaihalzen foeragerend op open terreindelen en in grove dennenopslag: dat kwam uit op resp. 7.2 (n=169) en 8.7 (n=599) voedselvluchten per uur, geen duidelijk verschil dus, en zeker geen aanwijzing dat foerageren op de grond in grove dennenopslag moeizamer ging (al weet ik niet of de prooilast – de hoeveelheid voedsel per keer – even groot was voor beide typen habitat).



Foto 3. Nest van zwarte wegmier in vergraste vegetatie op kaalkap, boswachterij Smilde, 16 juli 2019 (Foto: Rob Bijlsma). *Nest of Lasius niger in overgrown clear-felling, Forestry of Smilde, 16 July 2019.*

Daarmee manifesteert de Draaihal zich als een aanpassingsbereide soort, eentje die zelfs onder de langdurig extreme omstandigheden van tropische temperaturen zijn jongen kan grootkrijgen. Dat wil zeggen: mits het broedterrein voldoende variatie biedt om bij zulke omstandigheden te kunnen uitwijken naar alternatieve voedselgebieden op niet al te grote afstand van het nest (plus natuurlijk andere zaken die ertoe doen, zoals beschikbaarheid van broedgelegenheid, voldoende mieren van de juiste soort, en rust).

En wat doen de beheerders? Die hebben in najaar en winter 2019 de opslag van grove den – de reddende begroeiing voor Draaihalzen in juli 2019 – grotendeels laten wegzagen, want dat schrijft het Natura2000-boekje voor.⁶ De vernieling van een cruciaal onderdeel van het leefgebied van Draaihalzen, iets waar Staatsbosbeheer in voorafgaande jaren sowieso bij herhaling mee bezig is geweest (Bijlsma 2016: alleen al tussen 2014 en 2016 verdween 42% van de bomen met natuurlijke holtes door omzagen en voortijdig omwaaien op kaalkappen), wordt met een speciaal voor de gelegenheid vervaardigd bordje goedgepraat. Op dat bordje ligt de lokale boswachter in krom Nederlands dat de werkzaamheden noodzakelijk zijn voor de natuur maar dat het gebied desalniettemin van ‘grote internationale betekenis’ is. Niet gehinderd door kennis, laat staan door liefde voor natuur, vernielt Staatsbosbeheer (en Natuurmonumenten doet daar niet voor onder) de leefgebieden van lokale planten en dieren, inclusief die van de soorten die ze zeggen te beschermen, zoals adder, ringslang, zwarte specht, draaihals en grauwe klauwier.⁷ Dat Draaihalzen bij de gratie Gods af en toe jongen weten op te voeden, is niet dankzij maar ondanks de vernielzuchtige ingrepen van beheerders in het terrein. Voor de goede orde: dat er überhaupt Draaihalzen zitten, heeft te maken met de overwinteringsomstandigheden in de Sahel en de Soedan-vegetatiezone (Zwarts *et al.* 2009).

Het is voor de halsjes te hopen dat er veel regen valt in de Sahel, én dat de rotte bomen op de kaalkap nog overeind staan als ze terugkomen in april⁸, én dat het niet opnieuw tropisch warm wordt in de broedtijd. Aan het eerste kunnen we niets doen, voor beide andere factoren heeft Staatsbosbeheer in ieder geval zijn uiterste best gedaan om de leefomstandigheden voor Draaihalzen (en – onder veel meer – de lokale slangen) zo ongunstig mogelijk te maken.

Dank

Nadat Caspar Janssen in de krant had verklapt dat ik keutels van Draaihalzen had, kreeg ik een mailtje van Peter Boer. Die wilde hij wel uitpluizen! Inmiddels staat de

⁶ De zielige stukjes die overeind zijn gebleven – overigens ook alleen maar omdat Stef Waasdorp er zich tegenaan bemoeide, niet omdat SBB überhaupt een idee heeft van wat ze vernielen – bieden Draaihalzen geen enkel perspectief, niet als foerageergebied, noch als dekking voor uitvliegende jongen (die soms zó slecht vliegen na vertrek uit de nestholte dat je ze met de hand kan vangen; dan is dekking in de buurt van de nestholte van levensbelang). Interessant verder: het wegzagen van de opslag resulteerde voor de derde keer in vijf jaar tijd in het vernielen van een ransuilroestplaats. Ransuilen zijn zeldzaam geworden in Boswachterij Smilde, maar dat weerhoudt SBB er niet van die soort zelfs in de winterperiode het leven zuur te maken.

⁷ Dat SBB dode bomen laat staan bij kaalkap is slechts ten dele waar (er gaan behoorlijk wat dode bomen omver tijdens de kap). Dode bomen op een kaalkap hebben bovendien een kortere levensduur (als staande boom) dan dode bomen in de beschutting van bos (Edworthy & Martin 2013, Koch *et al.* 2018).

⁸ De dode grove dennenstaak waarin de Draaihalzen in 2017 en 2019 nestelden, overleefde de stormen van februari 2020 niet. De holte van het 2019-nest bleek van binnen een diameter van 124x132 mm te hebben, met een diepte van 39 cm. De wanden waren 2-3 cm dik. De boom was behoorlijk doorgerot en al in broedseizoen 2017 had ik mijn hart vastgehouden bij harde wind. Maar toch nog twee jaren extra!

teller voor 2014-19 op 149 keutels en 17.755 op naam gebrachte prooien. Dat gaat nog een mooi verhaal opleveren.

Summary: Bijlsma R.G. 2019. Flexible foraging behaviour of ants and Wrynecks *Jynx torquilla* under extreme temperatures. Drentse Vogels 33: 61-71.

In 2019, a nest of Wrynecks in Drenthe, northern Netherlands, was depredated in the early nestling stage. The pairs produced a repeat laying nearby, raising their nestlings in July 2019 when part of the month experienced tropical temperatures. The foraging behaviour of this pair was recorded daily throughout the nestling stage of the breeding cycle, for 3685 minutes between 6 and 29 July, covering the daylight period between 6.00 and 21.45 h summer time (60-255 minutes per day). Feeding frequency, length of foraging flights and foraging sites were recorded, 30 faecal sacs of nestlings collected, and the temperature at soil surface recorded throughout the day on open sand, in the shadow of low vegetation on open sand and in the shade of young growth of *Pinus sylvestris*. For *Lasius niger*, active workers were counted in plots of 1x1 m, two plots on open sand, and two in the shade of young growth of *Pinus*. *Lasius niger* is, together with *Tetramorium caespitum*, by far the most important prey species of Wrynecks in this part of The Netherlands (in 2019, these two species accounted for 98.4% of 4640 preys identified in 30 faecal sacs; Peter Boer); the remaining prey items consisted of Hemiptera (62), Coleoptera (11) and Diptera (1), possibly captured by accident while licking ants.

The feeding frequency gradually increased from 2-4 times per hour to 6 times per hour during the first six days of nestling life, then steeply increased to 10-16 times per hour when the nestlings were 6-18 days old, to steeply decline again (associated with successive fledging in the course of three days). Foraging flights covered distances between 20 and 165 m, the longer flights (to open sand with scarce vegetation of *Calluna* and *Molinia*) in early morning and early evening when temperatures were below 30°C. Foraging then switched to young growth of *Pinus sylvestris*, with shorter flights of 20-100 m, when temperatures in open terrain at soil surface soared to nearly 60°C. This switch in foraging sites was associated with above-ground activities of *Lasius niger*, which showed a critical thermal tolerance limit of 35°C on exposed sand. This limit, under the tropical conditions of late July 2019, was already reached by 9.30 h local time. *Lasius niger* in open terrain ceased activities when exposed to higher temperatures, in late July 2019 depriving Wrynecks of some 70% of the potentially available daily foraging time. Instead of a unimodal activity pattern, the ants resorted to an extreme bimodal schedule. However, under the same conditions temperatures at soil surface under cover of young Scots Pine peaked at 30°C, a temperature that was maintained for the entire period that open sand experienced very high temperatures. Wrynecks accordingly switched from feeding in open terrain to feeding in shaded habitats where *Lasius niger* only showed a slight dip in above-ground activities in late afternoon. The number of foraging flights to open terrain compared to shaded terrain averaged respectively 7.2 (n=169, early morning and evening) and 8.7 (n=599, rest of the day) times per hour, i.e. suggesting that the

switch in foraging sites had no impact on feeding frequency (but no data available on prey loads). Apparently Wrynecks are highly adaptable food specialists, able to collect their favoured ant species in a variety of habitats depending on where *Lasius* and *Tetramorium* activity is highest. Extremely high temperatures at soil surface, when ants cease above-ground activities, are countered by hunting for ant species in more shaded habitats where ant activity remains high throughout the day.

Literatuur

- Bijlsma R.G. 2014. Broed- en foeragegedrag van Draaihalzen *Jynx torquilla*. Drentse Vogels 28: 78-100.
- Bijlsma R.G. 2016a. Voederfrequentie bij nesten van Draaihalzen *Jynx torquilla*. Drentse Vogels 30: 34-49.
- Bijlsma R.G. 2016b. Over de tong en het tongelen van de Draaihals *Jynx torquilla*. Drentse Vogels 30: 50-54.
- Boer P. 2010. Mieren van de Benelux. Stichting Jeugdbondsuitgeverij, 's-Graveland.
- Edworthy A.B. & Maryin K. 2013. Persistence of tree-cavities used by cavity-nesting vertebrates declines in harvested forests. J. Wildl. Manage. 77: 770-776.
- Fielde A.M. 1904. Observations on ants in their relation to temperature and to submergence. Biological Bulletin 7(3): 170-174.
- Hölldobler B. & Wilson E.O. 1990. The Ants. Springer Verlag, Berlin.
- Jayatilaka P. et. al. 2011. Different effects of temperature on foraging activity schedules in sympatric *Myrmecia* ants. J. Exp. Biol. 214: 2730-2738.
- Koch A.J. et al. 2018. Long-term survival of trees retained for hollow-nesting fauna in partially harvested forest in Tasmania, Australia. Forest Ecology and Management 422: 263-272.
- Mulhauser B. & Zimmermann J.-L. 2014. Croissance des oisillons de Torcol fourmilier *Jynx torquilla*, de l'éclosion à l'envol. Nos Oiseaux 61: 181-189.
- Wheeler W.M. 1910. Ants: their structure, development and behavior. Columbia University Press, New York.

Adres: Doldersummerweg 1, 7983 LD Wapse, rob.bijlsma@planet.nl