

Loopkeversamenstelling Mantingerbos sterk veranderd in zestig jaar

SAMENVATTING

In 1959 begon Piet den Boer van het Biologisch Station Wijster in Drenthe met het gestandaardiseerd vangen van loopkevers met bodemvallen in het Mantingerbos, het oudste bos van Nederland. In 2019 en 2020 hebben we vier van deze locaties herbemonsterd om te onderzoeken hoe de loopkeverfauna in het Mantingerbos en omgeving zestig jaar later veranderd is. Hoewel in sommige jaren van de oude monsters veel meer loopkevers werden gevangen dan nu, vonden we geen significante afname van het aantal individuen. Wel waren er in de recente jaren 10 % minder soorten per locatie. De soortensamenstelling is flink veranderd. We vonden een afname van typische bossoorten (-30 %), heidesoorten (-25 %), en vochtminnende soorten (-39 %), maar een toename van het aantal ruderaal soorten (+80 %). Onze resultaten laten zien dat ook in een ogenschijnlijk ongewijzigd habitat, waar aantallen individuen en soorten vrij stabiel lijken, toch grote veranderingen in de fauna zijn opgetreden.

Tekst **Rikjan Vermeulen, Henk de Vries, Alje Woldering, Kees van der Laaken †, Roel van Klink**



De belangstelling voor insecten is flink gegroeid na de publicatie van de afname van vliegende insecten in meerdere natuurgebieden in West-Duitsland tussen 1989 en 2014 (Hallmann et al., 2017). Sindsdien zijn de in Nederland beschikbare langetermijndatasets geïnventariseerd (Kleijn et al., 2018) en enkele tot dan toe niet geanalyseerde datasets gepubliceerd (Hallmann et al., 2020). Hieruit kwam onder andere een sterke afname van loopkevers in Drentse heidegebieden naar voren (4 % per jaar over 1985-2016). De ontwikkeling in bosgebieden bleef tot nu toe onduidelijk. Sinds 1959 worden in Drenthe loopkevergegevens verzameld met behulp van bodemvallen, en dit is daarmee de oudste nog lopende tijdreeks van insectenvangsten ter wereld (Van Klink et al., 2020). Dit werk is gestart door Piet den Boer van het Biologisch Station te Wijster, een veldstation van de toenmalige Landbouwhogeschool in Wageningen. Veel loopkeveronderzoek in Drenthe vond, en vindt nog steeds, plaats op heideterreinen. Minder bekend is dat de eerste bodemvallen in 1959 zijn ingegraven in bossen in Midden-Drenthe. In 2019 en 2020 hebben we enkele van deze bemonsteringen van het Mantingerbos en omgeving herhaald met exact dezelfde methoden om na te gaan hoe de loopkeverfauna er is veranderd. Loopkevers zijn bodemactieve insecten die gemakkelijk gevangen kunnen worden met ingegraven vallen die hun rand gelijk hebben staan met het maaiveld. In Nederland leven zo'n 380 soorten loopkevers, variërend in grootte van 2 mm tot 4 cm. De ecologie van de Nederlandse loopkevers is goed bekend (Turin et al., 2022), waardoor het mogelijk is de soorten naar habitat- en vochtvoorkeur in te delen. Hierdoor kan inzicht gekregen worden in de oorzaken van veranderingen in de soortensamenstelling (Turin et al., 2022).

Het Mantingerbos

Het Mantingerboscomplex is een van de weinige in de beekdalen overgebleven bossen van Nederland. Dit



Natura 2000-gebied bestaat uit drie delen, Mantingerbos, Thijnsbosje en Noordlagerbos. Het Mantingerbos en het Thijnsbosje zijn het oudst, en voor zover bekend heeft hier altijd bos gestaan. Het is daarmee het oudste bos van Nederland (Prolander, 2016). Het gaat hier om het habitattypen eiken-beukenbos met hulst ¹ (Prolander, 2016). Dit is een type dat alleen wordt toegekend aan bossen op standplaatsen die al bekend zijn van voor 1850. Het Noordlagerbos is maximaal honderdvijftig jaar oud en is een arm eiken-berkenbos met veel bosbes.

Hoewel het Mantingerboscomplex dus al eeuwen bosgebied is, vonden er menselijke activiteiten plaats. Het bos is altijd gebruikt voor hakhout en beweiding en er zijn greppels gegraven voor de afwatering. Sinds het gebied in 1970 in bezit van Natuurmonumenten is, vindt er geen beheer meer plaats. Het is daarom uitermate geschikt voor een herbemonstering. De directe omgeving heeft meer recent drastische veranderingen doorgemaakt. In de jaren '50 is het grote, nabijgelegen heidegebied van het Bruntinger binnenveld ontgonnen. Er bleven kleine stroken heide over ², die tegen 1965 ook verdwenen waren. In die tijd is ook de afwatering in de omgeving sterk uitgebreid en ondanks maatregelen is de verdroging niet voorkomen (Prolander, 2016). We verwachtten dat al deze veranderingen effect hebben gehad op de loopkeverfauna.

Methoden

Tussen 1959 en 1983 zijn er op meerdere locaties gedurende één of meer jaren series met vangblikken geplaatst in het Mantingerboscomplex (Den Boer, 1977). In 2019 en 2020 hebben we vier van deze locaties opnieuw bemonsterd. Hiervoor hebben we bodemvallen van exact hetzelfde formaat gebruikt als tijdens de eerdere bemonstering. Dit zijn ingegraven vierkante metalen blikken met een omtrek van precies een meter waarboven een dakje hangt tegen inrengen. Op elke monsterlocatie staat een serie van drie blikken, ongeveer tien meter uit elkaar. In twee blikken blijven de gevangen kevers in leven (ze worden dan bij het inzamelen gedood), het derde is voorzien van een trechter en conserveert de kevers in een 4 % formalineoplossing.

Twee van de locaties liggen in het Mantingerbos, een in het Thijnsbosje en een in het Noordlagerbos (2c). Aan de hand van locatiebeschrijvingen en coördinaten (honderd meter precisie) zijn de vallen zo dicht

¹ Mantingerbos met in het midden een val van vangserie M2, december 2019. (Foto: Alje Woldering)

² Kaarten van het Mantingerbos en omgeving in 1959 (a) en 2018 (b). De roze stroken heide zijn in 2018 volledig verdwenen. Verder is de afwatering voltooid. (c) De vier herbemonsterde locaties op een bingmap achtergrond: M1 (Mantingerbos 1), M2 (Mantingerbos 2), TB (Thijnsbosje), NLB (Noordlagerbos).

mogelijk bij de historische locaties geplaatst ³. Vooral het Thijnsbosje blijkt aanzienlijk te zijn veranderd door het verdwijnen van de rijke ondergroei met kranssalomonszegel en de toename van adelaarsvaren.

Alle series werden geplaatst op 10 mei 2019. We haalden de vangsten wekelijks op en determineerden alle loopkevers tot op soortniveau. De series werden afgesloten op 27 mei 2021. Voor determinaties hebben we Boeken et al. (2002) gebruikt en voor de Nederlandse namen Felix et al. (2010).

Vanwege de veranderingen in het bos (verdroging) en de directe omgeving (verdwijnen van heide en opkomst van landbouw), verwachtten we verschillen te vinden in de habitatvoorkeur van de gevangen soorten. Om dit te testen, hebben we alle gevangen soorten ingedeeld naar habitatpreferentie aan de hand van Turin et al. (2022): typische bossoorten, heidesoorten, ruderaal soorten en soorten zonder, of met een zwakke habitatvoorkeur, en naar vochtpreferentie: vochtminnend of niet. Hierbij zijn alle soorten volgens de primaire classificatie in Turin et al. (2022) geclassificeerd. De soorten die door Turin van een asterisk voorzien zijn ('min of meer eurytoop'), hebben we als 'geen voorkeur' geclassificeerd. De vochtvoorkeur is gebaseerd op Lindroth (1945), waarbij we alle soorten aangeduid met H, H1 of H2 als vochtminnend hebben geclassificeerd.

Voor de statistische analyse hebben we alle vangsten uit een heel jaar in de drie vallen per locatie gesommeerd, waardoor een 'jaarserie' de primaire afhankelijke variabele is. We hanteren drie discrete perioden: de jaren '60 (1959-1966), de jaren '70 en '80 (concreet alleen de jaren 1972 en 1983 voor de series M2 en TB) en de jaren 2019-2020. Behalve voor 2019 en 2020 zijn alle loopkevergegevens betrokken uit de database van Stichting WBBS (oorspronkelijk afkomstig uit Den Boer, 1977). De statistische analyse richt zich in de eerste plaats op verschillen in het aantal gevangen individuen en soorten per jaarserie en vervolgens op dezelfde verschillen in aantal soorten en individuen, maar dan per habitatgroep, en opgedeeld naar vochtvoorkeur. Verschillen in aantal soorten en individuen hebben we getest met behulp van gemixte regressiemodellen, en veranderingen in soortensamenstelling hebben we geanalyseerd met een ordinatie. Voor meer details aangaande de statistische analyse verwijzen we naar De Vries et al. (2022).



Mantingerbos 1 (18-4-1962).



Mantingerbos 1 (15-12-2019).



Noordlagerbos (7-7-1964).



Noordlagerbos (15-12-2019).

3

Resultaten

Tijdens de herbemonstering in de periode mei 2019 – mei 2021 hebben we in totaal 3529 kevers gevangen, verdeeld over 44 soorten. Gemiddeld was de vangst 441 kevers per serie van drie bodemvallen per jaar. Een interessante vondst was de kleine poppenrover (*Calosoma inquisitor*) ⁴ die in 2019 veelvuldig werd gevangen. Dit is een rupsenetende loopkever die leeft op jonge eiken. In 2019 nam de soort plotseling zeer sterk toe in Nederland. Mogelijk had dit te maken met de sterke toename van de eikenprocessierups in 2018-2019. De gemiddelde vangsten per locatie per jaar van de 34 loopkeversoorten die met minstens tien individuen vertegenwoordigd waren, zijn te vinden in de onlineversie van dit artikel. Aan de hand van de regressieanalyse van alle vangsten konden we geen significante afname van het aantal loopkeverindividuen aantonen. Wel wordt uit de grafieken duidelijk dat in sommige jaren van de jaren '60 veel meer loopkevers werden gevonden, maar in de meeste jaren waren de aantallen vergelijkbaar met die in de jaren 2019-2020. Het aantal soorten liet een marginaal significante afname zien in de recente periode vergeleken met de jaren '60, met zo'n 10 %. Uit de analyse van habitatvoorkeur (bossoorten, heidesoorten, ruderaal soorten en soorten zonder duidelijke voorkeur) bleek dat zowel de groep bossoorten (-30 %) als de groep heidesoorten (-25 %), significant in soortenaantal zijn

³ Historische en recente foto's van de vangstlocaties. In het midden steeds een deksel van een vangblik. (Historische foto's: P.J. den Boer (uit archief WBBS), recente foto's: Alje Woltering)

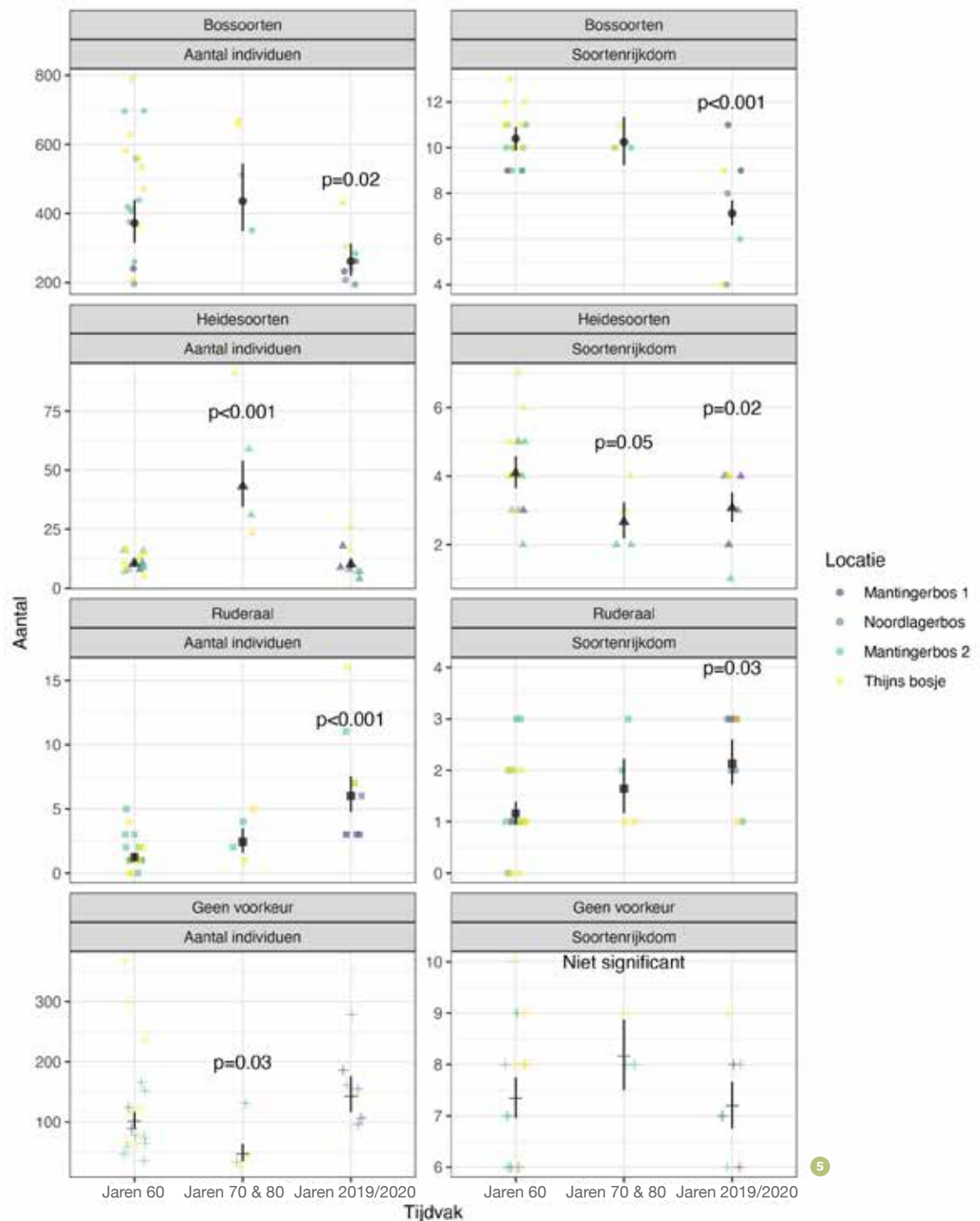
⁴ Kleine poppenrover (*Calosoma inquisitor*). (Foto: Henk de Vries)

afgenomen ⁵. De ruderaal soortengroep is echter toegenomen in aantal soorten (+80 %) en individuen (+500 %), terwijl de groep zonder voorkeur geen verschillen liet zien. Opvallend is dat in de jaren '70 en '80 veel individuen van heidesoorten werden gevonden en individuen van soorten zonder habitatvoorkeur veel minder. Het aantal vochtminnende soorten is in de loop van de jaren significant afgenomen (-39 %), maar het aantal individuen van vochtminnende soorten niet ⁶. Het aantal soorten zonder duidelijke vochtpreferentie is marginaal significant toegenomen.



4

5 Veranderingen in de aantallen soorten die typisch zijn voor bos, heide, ruderaal terreinen, en soorten zonder voorkeur. De typische bos- en heidesoorten zijn afgenomen in het Mantingerboscomplex, terwijl de soorten die typisch zijn voor ruderaal terreinen zijn toegenomen. De aantallen individuen en soorten zonder duidelijke habitatvoorkeur zijn niet significant toe- of afgenomen, behalve een schijnbare afname in de jaren '70-'80. De zwarte vormen geven het geschatte gemiddelde per tijdvak aan.



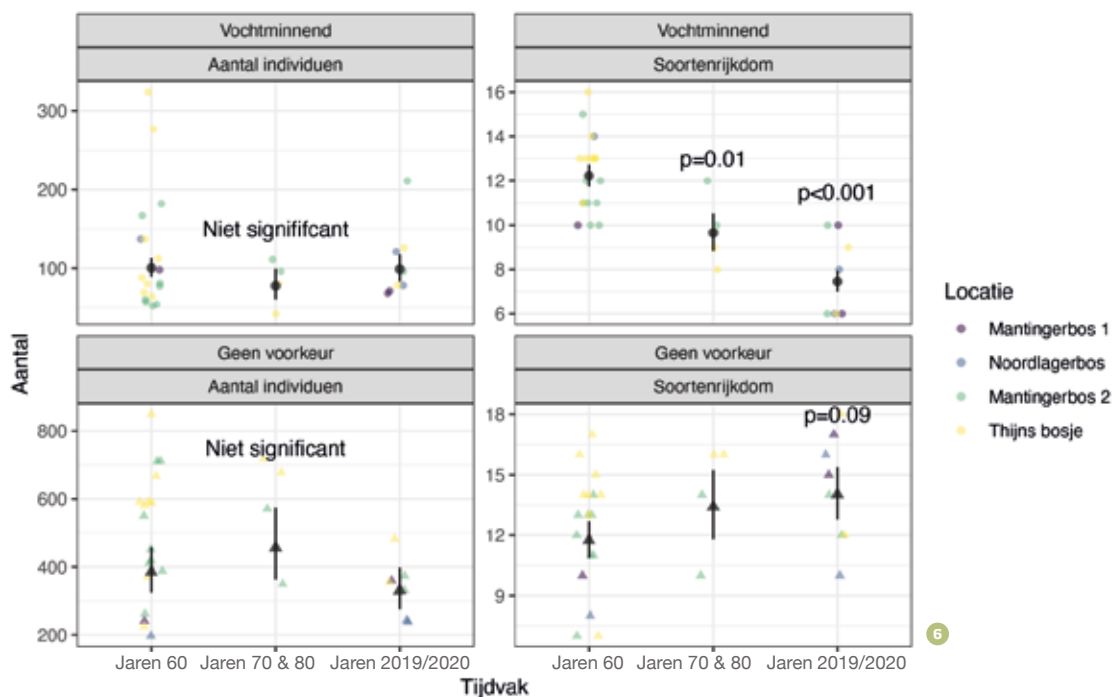
Om te testen of de soortensamenstelling in de loop van de jaren is veranderd hebben we een ordinatie uitgevoerd 5. Deze liet in de eerste plaats zien dat er een duidelijk verschil in soortensamenstelling is tussen de jaren '60 en de periode 2019-2020.

De soortensamenstelling van alle locaties is opgeschoven (van links naar rechts in de grafiek), waaruit blijkt dat gemeenschappelijke veranderingen hebben plaatsgevonden. De jaren '70 en '80 zijn intermediair, wat wijst op een graduele verandering.

We hebben ook getest of homogenisatie van de loopkevergemeenschap heeft plaatsgevonden tussen de jaren '60 en de jaren 2019/2020 (i.e. of de multivariate spreiding in recente jaren minder is), en vonden marginaal significant ($p=0.09$) bewijs dat dit inderdaad het geval is.

Discussie

Bij de herbemonstering van loopkevers op vier locaties in het Mantingerboscomplex vonden we geen statistisch significante afname in het aantal individuen. Dit resultaat staat in contrast tot de langetermijnveranderingen van loopkevers op de Drentse heidegebieden, waar sterke afnames zichtbaar waren (Hallmann et al., 2020), tot analyses van vlinderpopulaties (Van Strien et al., 2019) en de biomassa van vliegende insecten in West-Duitse natuurgebieden (Hallmann et al., 2017). Dat grote verschillen kunnen bestaan in de richting en sterkte van de trends, zelfs tussen nabijgelegen locaties, wordt bevestigd door de bevindingen in een recente metastudie (Van Klink et al., 2020). Niettemin werd in die metastudie, ondanks de variabiliteit, wel op de meeste plaatsen een afname in aantal individuen terrestrische insecten waargenomen. We vonden een lichte afname van het aantal soorten



loopkevers. Veranderingen in het aantal insectensoorten zijn minder goed onderzocht dan veranderingen in biomassa of aantal individuen. In Nederland zijn sterke afnames waargenomen bij zweefvliegen op de Veluwe (Barendregt et al., 2022), maar dit is verder nauwelijks met metastudies onderzocht. De studies die beschikbaar zijn, wijzen op grote variabiliteit tussen locaties (Pilotto et al., 2020). Onze waarneming van een lichte afname past in dit patroon.

We vonden wel sterke verschuivingen in soortensamenstelling, vooral in de habitatvoorkeur van de gevangen soorten. Er was een afname van heidesoorten en een toename van ruderalesoorten, hoewel beide groepen slechts een klein deel van de gemeenschap uitmaken (tussen nul en vijftig individuen). Ruderalesoorten worden door Turin et al. (2022) geassocieerd met de soorten die vaak gevangen worden in landbouwterreinen en intensief grasland. Het zijn soorten die goed in staat zijn nieuw gebied te koloniseren. De afname van heidesoorten en de toename van ruderalesoorten kan dus goed veroorzaakt zijn door de conversie van heide in steeds intensiever gebruikt landbouwgebied. Ook de vochtminnende soorten zijn in aantal afgenomen, wat verklaard kan worden door de verdroging die tot 2000 plaatsvond (Prolander, 2016). Dat het aantal individuen van vochtminnende soorten niet is afgenomen komt mogelijk doordat de waterhuishouding inmiddels weer is hersteld of omdat onze classificatie van vochtpreferentie zowel zwak en sterk vochtminnende soorten heeft samengevoegd.

De afname van typische bossoorten, zoals bijvoorbeeld de bruine bosglimmer (*Amara brunnea*), zou om verschillende redenen te verwachten zijn in een klein en geïsoleerd bos als het Mantingerbos. De kwaliteit van het bos is in zijn algemeenheid afgenomen, aangezien de eerder vermelde rijke ondergroei met zeldzame plantensoorten als eenbes en kranssalomonsszegel nu is verdwenen (Prolander, 2016). Daar-

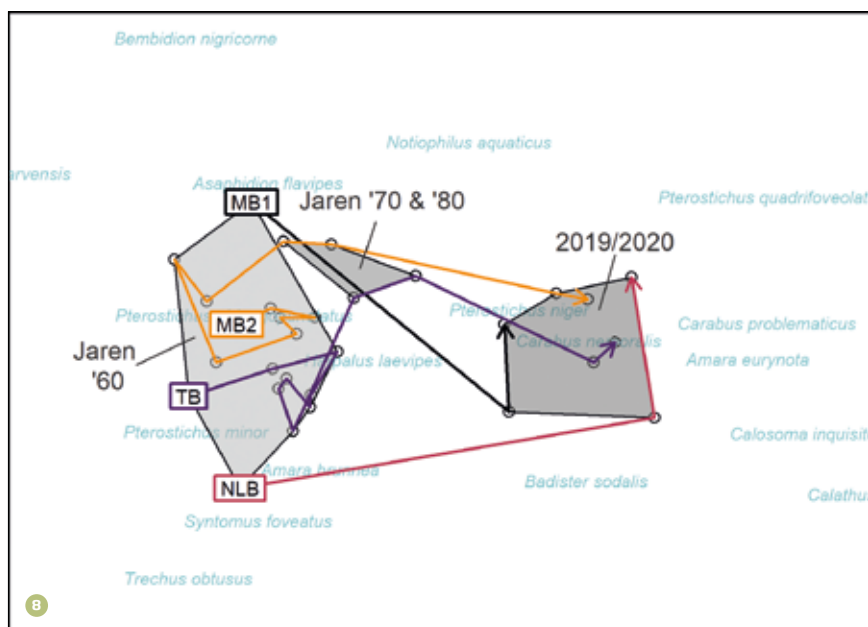
6 Veranderingen in het aantal individuen en soorten van vochtminnende soorten en soorten zonder voorkeur voor vochtige biotopen. Het aantal vochtminnende soorten is significant afgenomen, terwijl het aantal individuen van deze groep geen verandering laat zien.

7 Blauwzwarte schallebijter (*Carabus problematicus*). (Foto: Niels Sloth, Biopix)

naast moeten we de gebruikte habitatclassificatie kritisch beoordelen.

De door ons gebruikte classificatie, naar Turin et al. (2022), is de meest kwantitatieve indeling die beschikbaar is. Hij is gebaseerd op 4300 potvalmonsters uit heel Nederland, gecombineerd met een rigoureuze statistische analyse. Soms worden soorten vaak buiten hun eigenlijke habitat gevangen, waardoor de classificatie breder uitvalt. Dit is wellicht het geval voor de blauwzwarte schallebijter (*Carabus problematicus*) 7, een mobiele bossoort die regelmatig in aangrenzende habitats gevonden wordt (Rijnsdorp, 1980) en daardoor door Turin et al. (2022) als een 'min of meer eurytope soort' geassocieerd wordt. Volgens onze indeling is deze soort dus onder 'geen voorkeur' ingedeeld, terwijl experimenteel is vastgesteld dat deze soort zich vrijwel alleen in bossen kan voortplanten (Rijnsdorp, 1980). Interessant is ook dat deze soort in de jaren zestig ogenschijnlijk niet of nauwelijks voorkwam in het Mantingerboscomplex, afgezien van één vangst in 1961, maar nu zeer algemeen is (419 exemplaren). Als we de soort geassocieerd





hadden als bossoort, zouden we geen afname in het aantal individuen van bossoorten gevonden hebben, maar nog steeds wel een afname in het aantal soorten. Het kan zijn dat dergelijke arbitraire indelingen vaker voorkomen in de classificatie van Turin et al. (2022). Niettemin blijft het de meest kwantitatieve indeling die beschikbaar is, vooral omdat voor maar weinig loopkeversoorten zoveel bekend is als over de blauwzwarte schallebijter. Overigens werd deze soort in de jaren zestig volop gevangen in andere Drentse gebieden, vaak gekarakteriseerd als beboste droge zandgronden (Den Boer, 1977). De afnemende vochtigheid in het Mantingerbos lijkt de meest plausibele oorzaak van de opkomst van deze soort na de jaren tachtig. Met behulp van multivariate statistiek vonden we ook grote veranderingen in de soortensamenstelling tussen de perioden en enig bewijs dat de loopkevergemeenschappen van vier locaties in het Mantingerbos-complex meer op elkaar zijn gaan lijken. Hier houden we echter een slag om de arm omdat in de jaren '60 veel meer jaarmonsters beschikbaar waren dan in de latere periodes, waardoor verwacht kan worden dat er meer variatie tussen de jaarmonsters was. Echter, uit **B** blijkt dat een groot deel van de vroegere variatie tussen locaties veroorzaakt werd door de locaties M1 en NLB, en dat die locaties in de recente monsters veel dichterbij de andere monsters liggen. Hierom lijkt het toch gerechtvaardigd om over een trend tot homogenisatie te spreken. De vraag is dan wat de oorzaak hiervan is. Ten eerste duidt de gevonden lichte afname in soortenrijkdom erop dat er soorten zijn verdwenen. Als dit soorten waren die vroeger alleen op bepaalde locaties voorkwamen, heeft dit geleid tot homogenisatie. Ten tweede is het waarschijnlijk dat de verschillende stukken bos meer op elkaar zijn gaan lijken doordat ze allen onderhevig zijn aan dezelfde menselijke invloeden van buitenaf, zoals verdroging, zwavel- en stikstofdepositie en effecten van isolatie. Ook de toename van ruderaal soorten kan bijgedragen hebben aan de homogenisatie, zoals de grote zwartschild (*Pterostichus niger*), die vroeger alleen op locatie M2 gevangen werd maar nu overal voorkomt. Voor een uitgebreide bespreking van de ver-

B Met een zogeheten 'ordinatie' kan de soortensamenstelling van de vier locaties tussen 1959 en 2020 worden weergegeven. Hoe dichter locaties of monsters qua soortensamenstelling bij elkaar liggen in het diagram, hoe meer ze op elkaar lijken. Jaarmonsters: open cirkels (O), geselecteerde soorten in blauw. De grijze vlakken stammen uit één tijdvak. De gekleurde pijlen geven aan hoe elk van de vier locaties zich ontwikkeld heeft in de loop van de tijd, beginnend bij het label in de jaren '60. De wetenschappelijke namen van alle soorten uit de tekst zijn zichtbaar gemaakt, alsmede van enkele soorten in de periferie van de grafiek.

schillende soorten verwijzen we naar het rapport over dit onderzoek (De Vries et al., 2022).

Conclusies

De buitengewone ouderdom van zowel de historische faunagegevens als het bosgebied maakt deze herbe-monitoring tot een unieke documentatie van veranderingen door de tijd, in een soortenrijke insectengroep. Wel moet duidelijk zijn dat het hier om een strikt beschermd bosgebied gaat, waardoor we weinig kunnen zeggen over de veranderingen in de rest van Nederland. We vonden dat het aantal individuen nu niet lager is dan in de jaren '60, maar het aantal soorten loopkevers wel. Ook vonden we sterke veranderingen in de soortensamenstelling, die zich kunnen laten verklaren door bekende veranderingen in het bos (isolatie, verdroging) en in de directe omgeving (afname van heide en de toename van landbouw). De afname van insectenaantallen in natuurgebieden die vaak wordt aangehaald in de media (Hallmann et al., 2017) is dus geen eenzijdig verhaal over verlies, maar een complex van toe- en afnemende soorten, wat vaak leidt tot een algehele afname in insectenaantallen (Van Klink et al., 2020), maar soms niet.

Dankwoord

We zijn de provincie Drenthe zeer erkentelijk voor een financiële bijdrage aan dit onderzoek, Jan van Tol van Museum Naturalis wordt bedankt voor het beschikbaar stellen van overzichten van alle vanglijsten en Vereniging Natuurmonumenten voor het openstellen van haar terreinen voor dit onderzoek. Graag dragen we dit artikel op aan Cornelis van der Laaken aan wie we veel dank zijn verschuldigd voor zijn jarenlange inspanningen en bijdragen aan al het veldonderzoek van de stichting Willem Beijerinck Biologisch Station. ■

Rikjan Vermeulen,
Stichting WBBS:
rikjan@biological-station.com

Henk de Vries
De Vlinderstichting

Alje Woldering en Kees van der Laaken †
Stichting WBBS

Roel van Klink
Stichting WBBS
German Centre for Integrative Biodiversity Research, Leipzig

Literatuur

De literatuurlijst van dit artikel vindt u door deze QR-code te scannen of bij de online versie van dit artikel: <https://delevendenatuurmagazine.nl/de-levende-natuur-nummer-05-2023/samenvatting-loopkevers-mantingerbos/>



Vermeulen, R. et al., 2023. Loopkeversamenstelling Mantingerbos sterk veranderd in zestig jaar *De Levende Natuur* 124 (5), 189-194.

SUMMARY

We resampled the historic ground beetle recordings (1959- 1982) done at four locations in the Mantingerbos complex in the Dutch province of Drenthe in 2019 and 2020, using the same method (square metal pitfall traps with a perimeter of 1 m) to study changes in the ground beetle community over the past 60 years.

We found 10 % fewer species per location per year ($p = 0.06$), but no significant decline in the number of individuals caught. Looking at habitat specific groups, we found a significant decline of the number of typical forest species (-30 %), heathland species (-25 %), and hygrophilous species (-39 %), but an increase in the number of ruderal species (+80 %). These changes may be explained by the conversion of heathlands into agricultural areas in the direct surrounding of the forest, drainage, and the general isolation of the forest. Our results show that also in an apparently unchanged nature reserve, where the numbers of individuals and species appear relatively stable, large changes in the fauna can occur.

Literatuurlijst

Barendregt, A., T. Zeegers, W. van Steenis, E. Jongejans, 2022. Forest hoverfly community collapse: Abundance and species richness drop over four decades. *Insect Conserv. Divers.* 15, 510–521. <https://doi.org/10.1111/icad.12577>

Boeken, M., K. Desender, B. Drost, T. van Gijzen, B. Koese, J. Muilwijk, R. Vermeulen, H. Turin, 2002. *De Loopkevers van Nederland en Vlaanderen (Coleoptera: Carabidae)*. Jeugdbondsuitgeverij, Nederland.

De Vries, H.H., R. van Klink, A. Woldering, K. van der Laaken, R. Vermeulen, 2022. Veranderingen loopkeverfauna Mantingerbos 1959-2021. Stichting WBBS, Loon.

Den Boer, P.J., 1977. Dispersal power and survival – Carabids in a cultivated countryside, Miscellaneous papers of the Landbouw Hogeschool Wageningen. Veenman en zonen B.V., Wageningen.

Felix, R., J. Muilwijk, W. Dekoninck, K. Desender, 2010. List with vernacular names of the ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of Belgium and the Netherlands. *Entomol. Ber.* 70, 128–139.

Hallmann, C.A., M. Sorg, E. Jongejans, H. Siepel, N. Hofland, H. Schwan, W. Stenmans, A. Müller, H. Sumser, T. Hörrn, D. Goulson, H. de Kroon, 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12, e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

Hallmann, C.A., T. Zeegers, R. van Klink, R. Vermeulen, P. Wielink, H. Spijkers, J. van Deijk, W. van Steenis, E. Jongejans, 2020. Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. *Insect Conserv. Divers.* 13, 127–139. <https://doi.org/10.1111/icad.12377>

Kleijn, D., R. J. Bink, C.J.F. Ter Braak, R.H.A. van Grunsven, W.A. Ozinga, I. Roessink, J. Scheper, A.M. Schmidt, M. WallisDeVries, R. Wegman, F. van der Zee, T. Zeegers, 2018. *Achteruitgang insectenpopulaties in Nederland: trends, oorzaken en kennislacunes*. Wageningen Environmental Research.

Lindroth, C.H., 1945. Die fennoskandischen Carabidae: Eine tiergeographische Studie. I. spezieller Teil. Elanders Boktryckeri Aktiebolag, Göteborg.

Pilotto, F., I. Kühn, R. Adrian, R. Alber, A. Alignier, C. Andrews, J. Bäck, L. Barbaro, D. Beaumont, N. Beenaerts, S. Benham, D.S. Boukal, V. Bretagnolle, E. Camatti, R. Canullo,

P.G. Cardoso, B.J. Ens, G. Everaert, V. Evtimova, H. Feuchtmayr, R. García-González, D. Gómez García, U. Grandin, J.M. Gutowski, L. Hadar, L. Halada, M. Halassy, H. Hummel, K.-L. Huttunen, B. Jaroszewicz, T.C. Jensen, H. Kalivoda, I.K. Schmidt, I. Kröncke, R. Leinonen, F. Martinho, H. Meesenburg, J. Meyer, S. Minerbi, D. Monteith, B.P Nikolov, D. Oro, D. Ozoliņš, B.M. Padedda, D. Pallett, M. Pansera, M. Â Pardal, B. Petriccione, T. Pipan, J. Pöyry, S.M. Schäfer, M. Schaub, S.C. Schneider, A. Skuja, K. Soetaert, G. Sprinġe, R. Stanchev, J.A Stockan, S. Stoll, L. Sundqvist, A. Thimonier, G. van Hoey, G. van Ryckegem, M.E. Visser, S. Vorhauser, P. Haase, 2020. Meta-analysis of multidecadal biodiversity trends in Europe. *Nat. Commun.* 2020 11:11, 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17171-y>

Prolander, 2016. Beheerplan Mantingerbos. Toekomst voor het oudste bos van Nederland. Provincie Drenthe, Assen.

Rijnsdorp, A.D., 1980. Pattern of movement in and dispersal from a dutch forest of *Carabus problematicus* Hbst. (Coleoptera, Carabidae). *Oecologia* 45, 274–281. <https://doi.org/10.1007/BF00346470>

Strien, A.J. van, C.A.M. van Swaay, W.T. van Strien-van Liempt, M.J.M. Poot, M.F. WallisDeVries, 2019. Over a century of data reveal more than 80 % decline in butterflies in the Netherlands. *Biol. Conserv.* 234, 116–122.

Turin, H., D.J. Kotze, S. Müller-Kroehling, P. Saska, J. Spence, T. Heijerman, 2022. Ecology and conservation of the dutch ground beetle fauna – lessons from 66 years of pitfall trapping. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Van Klink, R., D.E. Bowler, K.B. Gongalsky, A.B. Swengel, A. Gentile, J.M. Chase, 2020. Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science* 368, 417–420. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAX9931>