

Behoud oud hout bevordert biodiversiteit Kroondomein Het Loo

SAMENVATTING

Op Kroondomein Het Loo leidt het staken van houtoogst op daarvoor kansrijke locaties tot een grotere diversiteit in de structuur van de boom- en struiklaag en tot een groter volume van afstervend en dood hout. Dat werkt door in de diversiteit en dichtheid van mieren en bijzondere doodhoutkevers. Stoppen met beheer als biodiversiteitverhogende maatregel in bossen met een kansrijke uitgangssituatie kan dus werken. Tegelijkertijd blijkt uit dit - vrij beperkte - onderzoek dat ook op relatief rijke boslocaties sprake is van tekorten aan voedingsstoffen, ophoping van stikstof en een sterk zure bosbodem. Dit pleit voor meer onderzoek en minder stikstofbelasting.

Tekst **Jaap Bouwman, Marijn Nijssen, Maaike Weijters, Jinze Noordijk & Henk Sierdsema**

Bossen zijn van belang voor biodiversiteit, het vastleggen van CO₂, de houtproductie, recreatie en waterhuishouding. Het huidige bosareaal in Nederland beslaat zo'n 364.000 hectare. Hoewel het Nederlandse bos gemiddeld steeds ouder wordt, zijn echt oude bossen zeldzaam en ontbreken oerbossen helemaal. Slechts 340 hectare (0,9 %) van het complete bosareaal in Nederland is meer dan 220 jaar oud en zo'n 11 % is meer dan 120 jaar oud (Schelhaas et al., 2022). De biodiversiteit van bossen in Nederland is sinds 1990 gemiddeld stabiel, maar tussen regio's bestaan grote verschillen (WNE, 2015). Waar aangeplante jonge bossen verouderen en daarmee gevarieerder worden, staan de veelal oudere bossen op droge zandgronden onder sterke druk van verzuring en vermisting door atmosferische depositie. Daarnaast worden veel bossen in Nederland sterk beheerd. Deels om hout te oogsten, deels omdat we nu eenmaal van "nette" en veilige bossen houden en deels omdat we natuurdoelen (bijv. structuur en/of variatie

in de beplanting) liever zelf sturen dan op de lange termijn vanzelf laten ontstaan. Toch is bekend dat dood hout zorgt voor veel meer variatie binnen een bos: het creëert microhabitats. Daarnaast zijn veel soorten afhankelijk van dood hout voor hun levenscyclus.

In Kroondomein Het Loo hebben we onderzocht wat de effecten zijn van "niets doen" in een bos. Hoe verschillen de gemeenschappen van kevers en mieren tussen een opstand die al veertig jaar met rust wordt gelaten, en een opstand waar wel (extensief) beheer plaatsvindt? Daarnaast voerden we enkele steekproefsgewijze metingen uit naar de bodem- en bladchemie in deze twee opstanden. Verschillen die wezenlijk van elkaar, en wat zeggen deze metingen over de toestand van dit bos?

Bosreservaten onderzocht

In Nederland is zo'n 2900 hectare bosreservaat aanwezig, vooral geselecteerd voor onderzoek (Bijlsma, 2008). Helaas heeft er de afgelopen jaren weinig onderzoek plaatsgevonden in deze bossen. Op Kroondomein Het Loo wordt circa 1300 hectare bos ook al decennia niet beheerd. In dit artikel noemen we die opstanden ook bosreservaten. Ze liggen voornamelijk op oude bosgroeiplaatsen. Hierdoor is ook de bosbodem daar lange tijd niet gestoord. Deze locaties zijn ooit aangewezen voor het "Natuurvolgend bosbeheer" dat in het Kroondomein Het Loo geldt. Naast productiebossen horen daar ook bossen bij die helemaal niet worden beheerd. In Kroondomein Het Loo liggen daarnaast veel percelen met een goed vergelijkbare leeftijd en bodemtype waar uitkapbeheer plaatsvindt. Hierbij worden bomen selectief uit het bos geoogst zonder grote open plekken te creëren. Deze tweedeling in bosbeheer op Kroondomein Het Loo biedt de mogelijkheid om te onderzoeken of het staken van beheer in bospercelen leidt tot een vermindering van de verzuring en verarming van de



beheerd (hier verder bosreservaten genoemd) en in het andere deel nog wel uitkapbeheer plaatsvindt. Voor de verschillende deelonderzoeken werden de volgende methodes toegepast:

Voor het onderzoek aan de kevers maakten we gebruik van azijnzuurvallen van het type WitaPrall Bark Beetle Trap 4 gevuld met een aantrekkelijke lokvloeistof (azijnzuurmengsel). De onderkant van de val hing circa 1 meter boven de grond. In elk proefvlak hingen we in het centrale deel twee vallen op 100 meter afstand van elkaar. Deze vallen waren operationeel in de periode van 17 april tot 30 mei 2019, met een tussentijdse lichte van de monsters en vervanging van het azijnzuurmengsel op 9 mei.

De bodemfauna in de humuslaag en bovenste deel van de bodem bemonsterden we door zes ronde pluggen (doorsnede 30 centimeter) per locatie te nemen. De mieren bemonsteren we met lokbuisjes in de bodem en tegen boomstammen. Per plot zijn zestien wijnbuisjes geplaatst, steeds acht aan boomstammen en acht in de bodem. De buisjes stonden van 27-30 mei 2019, met een tijdsspanne van ongeveer zestig uur. Op 28 augustus 2019 verzamelden we bladmateriaal van zomer- en wintereik en beuk in de acht locaties (vier beheerd en vier reservaatlocaties). Op 22 januari 2020 namen we een bodemmonster van de strooisellaag zonder het pas gevallen blad rondom de bemonsterde bomen en van de 0-20 centimeter en 20-40 centimeter minerale bodemlaag daaronder. We maakten steeds mengmonsters van drie boringen. Onderzoekcentrum B-WARE analyseerde alle monsters. Van het blad- en bodemmateriaal bepaalde we het totaalgehaltes aan Ca, K, Mg, P, N en C middels een magnetrondestructie en C/N-analyse; van de bodemmonsters maten we vervolgens het percentage organische stof, de pH, de beschikbaar Ca, K, Mg en Al en de stikstofwaarden (de NH_4^+ - en NO_3^- -concentraties) met een 0,2 M NaCl-extractie.



bodem, een betere voedselkwaliteit van bladeren, een rijkere bodemfauna, een hogere diversiteit van ongewervelden die afhankelijk zijn van dood hout en een gunstigere trend van broedvogels die karakteristiek zijn voor bossen zoals de zwarte specht 2, holenduif en de bosuil.

Methode

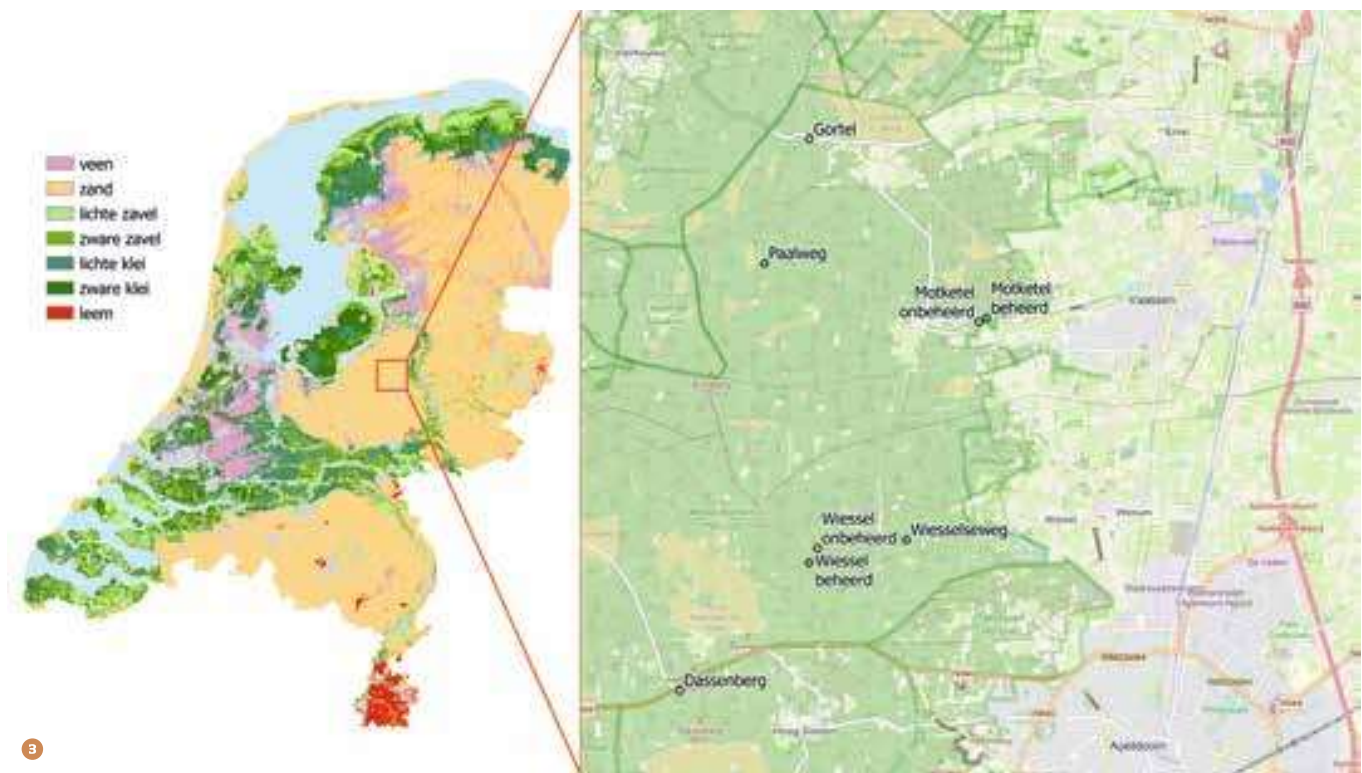
In Kroondomein Het Loo zijn vier meetlocaties gekozen 3. Drie van deze locaties behoren tot het habitat-type Beuken-Eikenbossen (Fago-Quercetum) op zandige, licht leemhoudende bodem. De kroonlaag bestaat vooral uit beuk met verspreid wintereik en/of zomereik. De vierde locatie, Motketel, bevindt zich op een zandige bodem met een gemengd bos waarin naast beuk en zomereik onder andere ook berk, zwarte els en grove den groeien. Op iedere locatie zijn twee homogene terreindelen geselecteerd van zo'n 0,25 hectare. Die kenmerken zich door een gelijk bodemtype, bostype en historisch beheer, maar verschillen doordat één deel al ongeveer veertig jaar niet wordt

1 Onbeheerd bos op de Dassenberg met veel staand en liggend dood hout. (Foto: Jinze Noordijk)

2 Zwarte specht en grote bonte specht. (Foto: Saxifraga/Luuk Vermeer)

Structuur en bodem

Van het gehele bosgebied is een bosstructuurkartering beschikbaar. Het grootste verschil tussen de beheerde locaties en de bosreservaten is de aanwezigheid van dood hout en de structuur (openheid) van de bemonsterde locaties. In de bemonsterde locaties in bosreservaten betreft het aandeel dood hout (staand en liggend samen) tussen de 142 m³ en 295 m³ per hectare. Hoewel de hoeveelheid dood hout in de beheerde bossen lager is, is deze voor Nederlandse begrippen vaak nog steeds hoog (1, 5). De gemiddelde hoeveelheid dood hout (staand en levend) in het Nederlandse bos bedraagt 19,2 m³ per hectare (Schelhaas et al., 2022). Dit draagt vermoedelijk bij aan de algehele relatieve rijkdom van het gebied. Op alle locaties is aan de hand van bodem- en bladmonsters een indruk gevormd van de mate van verzu-



3



4

ring, uitloging van bufferstoffen en vermist van het bossysteem. Een deel van de bodems ligt op een licht leemhoudende bodem. Ook hier werd in de minerale bodemlaag (0-40 cm) een pH_{NaCl} van ongeveer drie gemeten en was de beschikbaarheid van basische kationen (Ca, K en Mg) zeer laag. Dit resulteerde in een basenverzadiging van minder dan 10 %, waardoor aluminium in oplossing is gekomen. De verhouding tussen calcium en aluminium is ongunstig waardoor onder andere schade aan het bodemleven en de fijne wortelfractie van bomen kan optreden (De Vries et al., 2019). Hierdoor kunnen de

3 Onderzochte plots in Kroondomein Het Loo. Beheerde en onbeheerde plots liggen direct naast elkaar, met uitzondering van het koppel Dassenberg (reservaat) en Wiesselseweg (beheerd). Monitoringsgegevens van de percelen zijn gebaseerd op steekproeven (bron: Kroondomein het Loo 2016-2019). X = aanwezig in perceel, maar geen data in steekproeven; 'zand/leem' = licht leemhoudende zandbodems.

4 Eén van de vallen om insecten van dood hout te vangen. (Foto: Jinze Noordijk)

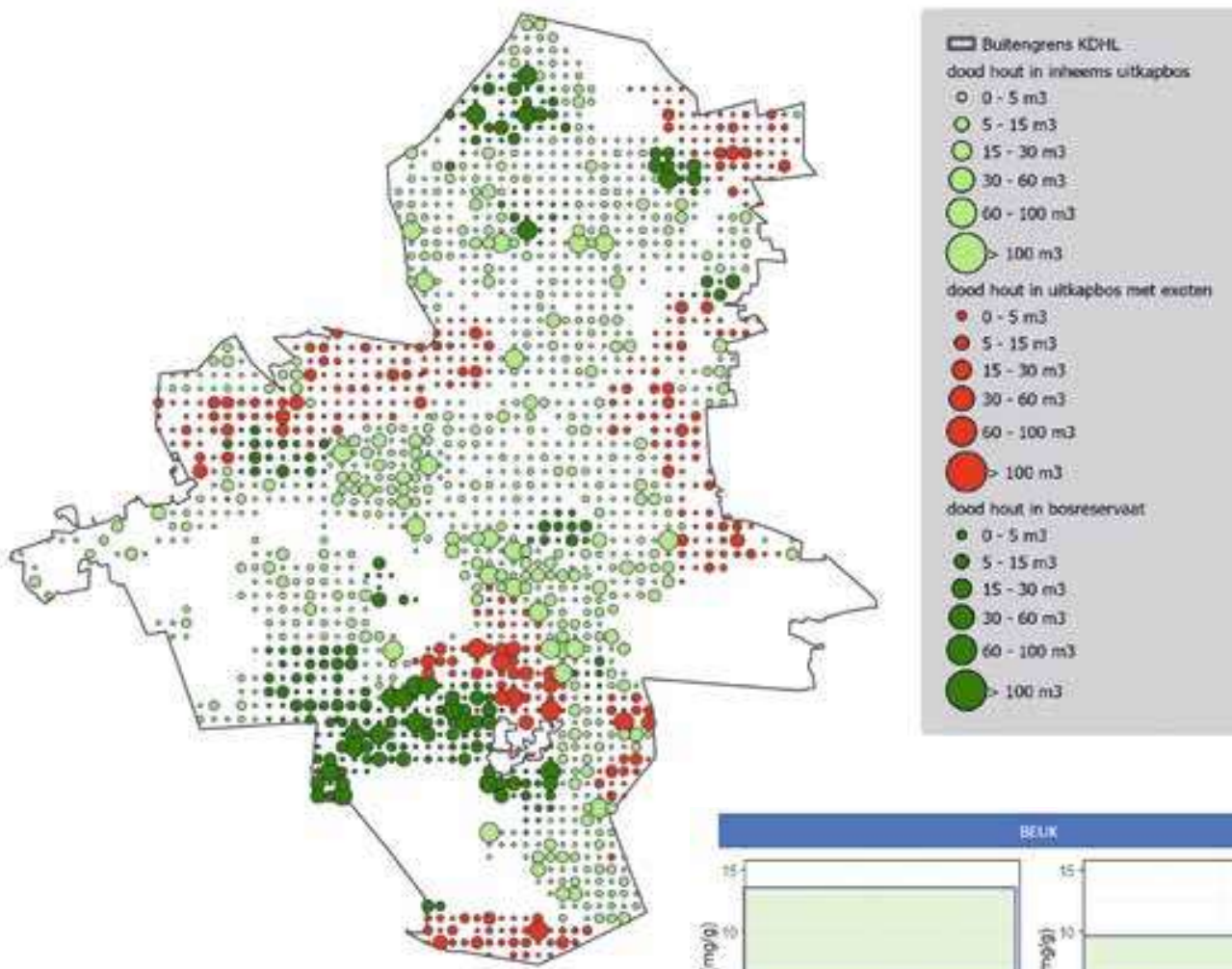
5 Hoeveelheid dood hout per beheervorm, duidelijk zichtbaar is dat de bosreservaten een grote hoeveelheid dood hout herbergen maar dat dit ook in veel beheerde vormen het geval is.

6 Boxplots met de Ca, K en N gehaltes in het blad. Het groene vlak geeft de normale range weer zoals beschreven in Mellert & Gottlein, 2012.

bomen mogelijk onvoldoende Ca, K en Mg opnemen. Dat blijkt ook uit de verzamelde bladmonsters van beuken en eiken waarin een tekort aan Ca en K werd gemeten 6, waarbij de referentiewaarden afkomstig zijn uit Mellert & Gottlein, 2012. Naast tekorten aan Ca en K en een sterk verzuurd bodemmilieu, werden in de organische bodemlaag hoge ammoniumconcentraties (van meer dan 500 µmol/l bodem) gemeten, die giftig kunnen zijn voor planten en dieren. Daarnaast zijn dergelijke concentraties een signaal dat normale bodemprocessen (zoals de omzetting van ammonium naar nitraat) worden geremd en stikstof ophoopt in de bodem. Met name in de bemonsterde beuken, en in iets mindere mate ook in eiken, werd veel meer N en een tekort aan P in het blad gemeten dan in het normale bereik (Mellert & Gottlein, 2012; De Vries et al., 2019). Samengevat wijst dit op een verzuurde bosbodem waarin ophoping van N plaatsvindt in de vorm van ammonium, waar beuken en eiken niet aan voldoende Ca en K kunnen komen en de bladeren te veel N en te weinig P bevatten. Op basis van het beperkt aantal metingen werden tussen de bosreservaten en beheerde terreindelen geen duidelijke verschillen gevonden in de chemische samenstelling van bodem en blad. Enerzijds komt dit doordat ook onbeheerde bossen met negatieve effecten te maken hebben. Anderzijds heeft dood hout vermoedelijk een veel lokaler effect op de bodem. Onderzoek naar bodems onder dode bomen met verschillende verteringsstadia kan hier meer inzicht in geven, maar maakte geen deel uit van dit onderzoek.

Fauna in en op de bodem

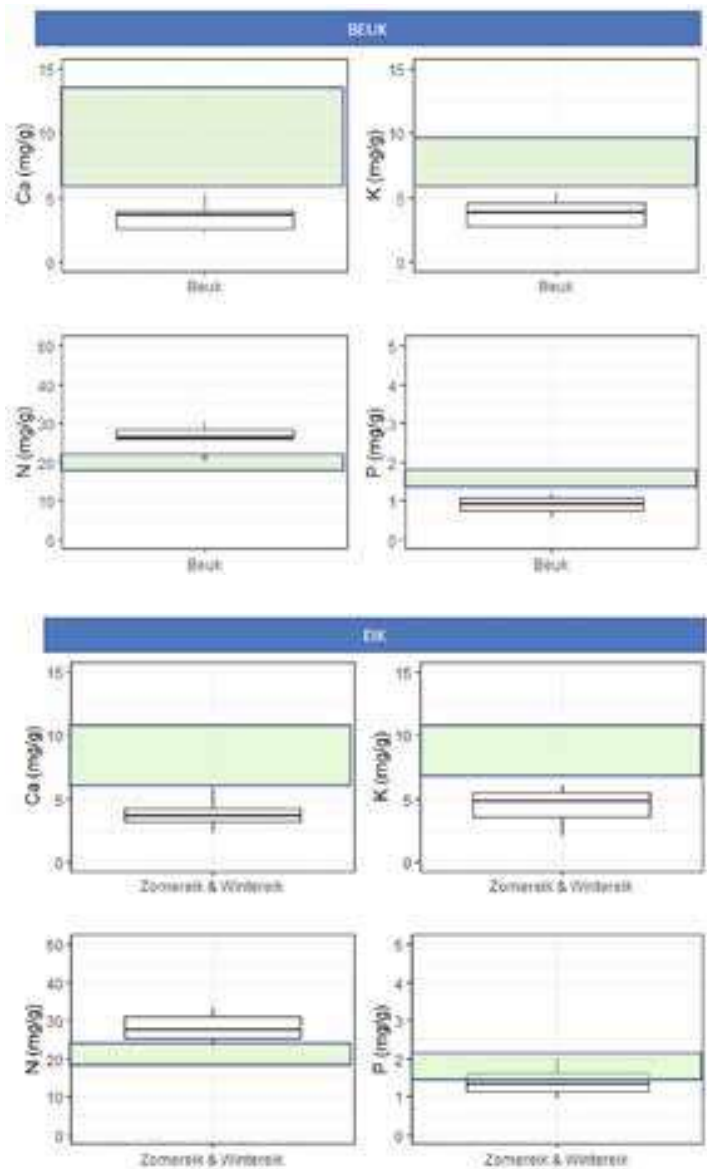
Uit de bemonsterde bodems hebben we 21.607 ongewervelden verzameld en op (sub)ordeniveau gedetermineerd. Het grootste deel bestaat uit mesofauna:



5

bodem mijten (52,6 %), springstaarten (23,1 %), dipteren (3,1 %) en beentasters (2,9 %). Van de macrofauna zijn alleen de muggenlarven (5,0 %), kevers en keverlarven (samen 4,7 %) en duizendpoten (3,2 %) in grotere aantallen vertegenwoordigd. Hoewel de samenstelling en dichtheden verschillen tussen meetlocaties onderling, werden er vrijwel geen verschillen gevonden tussen de gepaarde beheerde en onbeheerde plots. Enkel de schimmel-etende beentasters (Protura) komen significant meer voor in de bosreservaten ten opzichte van beheerde bossen. Helaas ontbreekt er een referentiebeeld van de dichtheden van bodemfauna in goed ontwikkelde droge beuken-eikenbossen. Hierdoor is het niet mogelijk om aan te geven hoe ver de aangetroffen faunagemeenschappen afwijken van een ongestoorde situatie.

Een heel ander beeld is te zien bij de mierenfauna. In de beheerde bossen werden geen of slechts heel spaarzaam mieren bemonsterd, terwijl in de bosreservaten tussen de drie en negen soorten werden aangetroffen. De aangetroffen soorten zijn kenmerkend voor bossen, zoals humusmier (*Lasius platythorax*) en boommier (*L. brunneus*), maar er werden ook soorten gevonden die afhankelijk zijn van een warmer microklimaat zoals kokersteekmier (*Myrmica schenckii*) en lepelsteekmier (*M. lonae*) en dus profiteren van open plekken in bossen. Deze plekken zijn ontstaan



6



meer bladluizen als belangrijke voedselbron dicht bij de grond aanwezig, maar dit is niet gemeten.

Kevers van dood hout

Een grote groep kevers en hun larven die karakteristiek zijn voor het bos, leven van kwijnend en dood hout, zwammen en schimmels (die sommige soorten zelf meenemen en ‘inoculeren’), boomsappen of - predator - van andere doodhoutfauna ⁷. Een diverse samenstelling van deze zogenoemde xylobionten wijst op de aanwezigheid van veel verschillende microbiotopen in het bos. Maar liefst 127 verschillende taxa (6308 individuen) werden in de plots gevangen, waarvan enkele bijzondere zoals *Triplax aenea* die mede door dit onderzoek nieuw voor Nederland gemeld kon worden (Colijn et al., 2020).

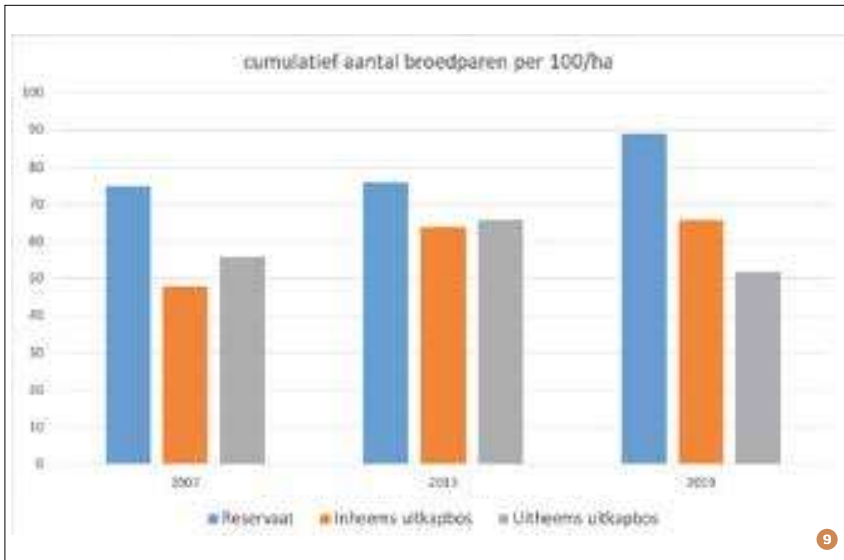
Opvallend was dat het totaal aantal kevers en het gemiddeld aantal soorten niet significant verschilden tussen beheerde en onbeheerde bospercelen. Dit heeft mogelijk ook te maken met de grote aantrekkingskracht van de lokvallen, in combinatie met een hoge dispersiecapaciteit van veel soorten en het feit dat de beheerde en onbeheerde plots in mozaïek door elkaar liggen in Kroondomein Het Loo. Het feit dat in het gehele landgoed er relatief veel dood hout aanwezig is (ook in beheerde bossen) draagt ook bij aan het beperkte verschil tussen de beheervormen ⁵. In Nederland zeldzame keversoorten werden echter maar liefst twee keer zoveel in de onbeheerde plots gevangen dan in beheerde plots ⁸. Dit weerspiegelt de bijzondere omstandigheden in de bosreservaten.

nadat een deel van de oude beuken is afgestorven en er grote gaten in het kroondak zijn ontstaan. Bovendien zijn er zowel mierensoorten gevonden die nestelen in de bodem, in de strooisellaag als in hout. De rijkere mierengemeenschap is vrijwel zeker te danken aan de veel grotere open delen door het omvallen van dode bomen op onderzoekslocaties van de onbeheerde bossen, die zowel meer verschillende substraten als een afwisselend microklimaat biedt. Daarnaast zijn waarschijnlijk in de ondergroei en struiklaag

⁷ Twee van de waargenomen keversoorten, *Platystomos albinus* (boven) en *Colydium elongatum* (onder). (Foto's: Tim Faassen)

⁸ Bijzondere keversoorten (voor selectiecriteria, zie Nijssen et al., 2021) in beheerde bossen en reservaatbossen.

soort	Beheerde bossen		Bosreservaat	
	Aantal vallen	Aantal individuen	Aantal vallen	Aantal individuen
<i>Plegaderus caesus</i>			1	1
<i>Thamiaraea cinnamomea</i>	2	2		
<i>Quedius truncicola</i>			1	1
<i>Aulonothroscus brevicollis</i>			1	1
<i>Grynobius planus</i>	2	2	4	6
<i>Nemozoma elongatum</i>			1	1
<i>Tillus elongatus</i>			1	1
<i>Cryptarcha strigata</i>	3	3	3	3
<i>Cryptarcha undata</i>			1	1
<i>Rhizophagus fenestralis</i>	3	3		
<i>Triplax aenea</i>			1	1
<i>Stephostethus alternans</i>			1	1
<i>Colydium elongatum</i>	6	6	5	35
<i>Rhagium sycophanta</i>	6	23	4	27
<i>Platyrhinus resinosus</i>			1	1
Totaal	20	37	25	80



Broedvogels van oud bos

Om te bepalen of broedvogels profiteren van de aanwezigheid van reservaatbossen is gebruik gemaakt van de broedvogelkarteringen in acht steekproeven in Kroondomein Het Loo (Klemann, 2020). Daarbij is gekeken naar het voorkomen van kenmerkende soorten, ecologische groep ‘Vogels van oud bos’, Sierdsema, 1995. Uit het onderzoek in de acht steekproefgebieden blijkt dat bosreservaten in het Kroondomein Het Loo, die meer dikke levende én dode bomen herbergen dan beheerde bossen, een duidelijk hogere dichtheid aan karakteristieke broedvogels van oude, structuurrijke bossen (15-40 % meer) herbergen dan uitkapbos. De aantallen broedparen in de bosreservaten nemen ook nog steeds toe, terwijl in uitheemse uitkapbossen een afname is vastgesteld (Klemann, 2020) 9.

Conclusies

Uit dit onderzoek komt naar voren dat het niet beheeren van bossen op kansrijke plaatsen een belangrijke aanvulling is binnen het boslandschap. Zowel de variatie in structuur als de aanwezigheid van dood en afstervend hout neemt toe en dat werkt door in de diversiteit en dichtheid van mieren, zeldzame doodhoutkevers en bosvogels die kenmerkend zijn voor oude bossen. Het staken van houtkap is daarmee een middel dat beheerders kunnen inzetten om hun bossen gevarieerder en soortenrijker te maken. Daarnaast laten de metingen aan bodem en blad zien dat de onderzochte bosbodems sterk verzuurd zijn en dat de bomen moeite hebben om aan voldoende Ca, K en P te komen. Dit probleem wordt niet simpelweg opgelost door decennia ‘niets doen’, wat wederom pleit

9 Aantal broedparen van vogels die kenmerkend zijn voor oude bossen per 100 hectare verdeeld over de verschillende beheervormen.

voor het snel terugdringen van de te hoge stikstofdepositie! Dit onderzoek roept ook sterk de behoefte op aan een duidelijker herstelbeeld voor bossen. We weten niet precies hoe deze bossen er vroeger, vóór de grote zuur- en stikstoflast, uit hebben gezien. Hoe divers waren ze en wat waren de dichtheden van soorten die we nu sporadisch of juist talrijk aantreffen? En zijn deze beelden uit het verleden nog wel haalbaar op sterk uitgeloopte bosbodems en door de effecten van klimaatverandering? Ondertussen zijn mogelijke herstelmaatregelen zoals het aanplanten van rijkstrooiselsoorten en inbrengen van bufferstoffen in de vorm van steenmeel nog volop in ontwikkeling en daarmee nog experimenteel. Totdat bekend is welke effecten de verschillende - combinaties van - herstelmaatregelen hebben op abiotiek en biotiek, pleiten we dan ook voor bezinning bij het nemen van grootschalige herstelmaatregelen in deze bossen. Zoals uit dit onderzoek blijkt, kan het volledig achterwege laten van beheer en houtoogst zorgen voor een grotere diversiteit aan mieren en kenmerkende soorten van dood hout in bossen en het kan dus als belangrijke aanvullende maatregel gelden in de herstelstrategie voor bossen. Toch laat deze kleine steekproef van bodem- en bladmateriaal wel zien dat ook deze oude bossen onder druk staan. Aanpakken van de bron (stikstofdepositie omlaag) is de enige maatregel die wat ons betreft zonder terughoudendheid en zo grootschalig mogelijk ingezet dient te worden.

Dankwoord

Dit onderzoek kwam tot stand met financiële bijdragen van het Biodiversiteitsfonds van het Wereld Natuur Fonds (WWF) en de Provincie Gelderland. Dank aan Roland Bobbink, Bas de Wit, Ed Colijn en Theodoor Heijerman voor hun enorme hulp in het veld en bij de determinaties. Arno Willems las meerdere concepten kritisch door. Bert Kraan bedankt voor het maken van de kaart met de hoeveelheden dood hout op Kroondomein Het Loo. ■

Jaap Bouwman¹, Jh.bouwman@kroondomeinhetloo.nl, Jinze Noordijk², Marijn Nijssen³, Maaike Weijters⁴, Henk Sierdsema⁵.

1. Kroondomein Het Loo
2. EIS Kenniscentrum Insecten
3. Stichting Bargerveen
4. Onderzoekscentrum B-ware
5. Sovon

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-03-2024/samenvatting-biodiversiteit-kroondomein-het-loo/>



Artikel Kroondomein Het Loo

At Het Loo Royal Estate stopping with wood harvesting on suitable locations is leading to a greater diversity in trees and brushes and a greater volume of starving and dead trees. This is reflecting on the diversity and density of ants and beetles characteristic of dead trees. This shows that stopping tree harvesting at suitable locations can have positive effects. At the same time this small research on relatively rich soils shows that even here there is a deficiency of nutrients, accumulation of nitrogen and an acidic soil. This pleads for a rapid reduction of nitrogen deposition, but also for research on the degree of degradation and the recovery perspective of forests, for example through local testing and monitoring of soil restoration measures.

Bijlsma, R. J. (2008). Bosreservaten: koplopers in de natuurlijke ontwikkeling van het Nederlandse boslandschap (No. 1680). Alterra. <https://edepot.wur.nl/36274>

Colijn, E.O., Th. Heijerman, B. de Wit, J. Noordijk, J.H. Bouwman & J.G.M. Cuppen, 2020). *Triplax aenea*, een nieuwe en al wijdverspreide doodhoutkever in Nederland (Coleoptera: Erotylidae). – Entomologische Berichten 80: 49-54.

Compendium voor de leefomgeving, 2021. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1618-broedvogels-van-het-bos> (geraadpleegd 22-02-2022)

De Jong, J. J., J. Kros, J.H. Spijker & W. de Vries, 2017. Houtoogst in relatie tot nutriëntenvoorraden in bossen op droge zandgronden. VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren. <https://edepot.wur.nl/428642>

De Vries, W., M.J. Weijters, J.J. de Jong, S.P.J. van Delft, J. Bloem, A. van den Burg, G.A. van Duinen, E. Verbaarschot & R. Bobbink, 2019. Verzuring van loofbossen op droge zandgronden en herstelmogelijkheden door steenmeeltoediening. Rapport OBN229-DZ. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE), Driebergen. <https://edepot.wur.nl/506776>

Klemann M. 2020. Broedvogels van Kroondomein Het Loo in 2019. Sovon-rapport 2020/11. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Lucassen, E.C.H., Aben, R., Smolders, A. J. P., Bobbink, R., van Diggelen, J., M. V. & Roelofs, J. 2014. Bodemverzuring als aanjager van eikensterfte: Gevolgen voor herstelmaatregelen. Vakblad Natuur Bos Landschap, 11, 23-27.

Mellert, K.H. & A. Göttlein, 2012. Comparison of new foliar nutrient thresholds derived from van den Burg's literature compilation with established central European references. European Journal of Forest Research 131:1461-1472. DOI:[10.1007/s10342-012-0615-8](https://doi.org/10.1007/s10342-012-0615-8)

Nijssen, M., J. Bouwman, M. Weijters, R. Bobbink, J. Noordijk, B. de Wit, H. Sierdsma, E.O. Colijn & Th. Heijerman, 2021. Biodiversiteit en duurzaamheid van oude bosreservaten. Rapport Stichting Bargerveen, B-WARE, EIS Kenniscentrum Insecten, Kroondomein het Loo en Sovon Vogelonderzoek Nederland.

Schelhaas, M.J., S. Teeuwen, J. Oldenburger, G. Beerkens, G. Velema, J. Kremers, B. Lerink, M.J. Paulo, H. Schoonderwoerd, W. Daamen, F. Dolstra, M. Lusink, K. van Tongeren, T. Scholten, I. Pruijsten, F. Voncken,

A.P.P.M. Clerkx, 2022. Zevende Nederlandse bosinventarisatie; Methoden en resultaten. Wettelijke onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 142. 127 blz.; 15 fig.; 57 tab.; 17 ref; 9 bijlagen. Refs; 9 Annexes. <https://doi.org/10.18174/571720>

Sierdsema, H., 1995. Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos en natuurterreinen. SBB-rapport 1995-1, SOVON onderzoeksrapport 1995/04. SBB/SOVON, Driebergen / Beek-Ubbergen.

Smit, J. T., & Krekels, R. F. M. 2008. Vliegend hert op de Veluwe, beschermingsplan 2009-2013.

Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.

Van den Burg, A. 2017. Rammelende eieren en brekebenen bij de koolmees: verzuring terug bij af? Vakblad Natuur Bos Landschap, 6, 3-7

Van Kleunen A., van Manen W., Nijssen M. & van den Burg A. 2020. Terreingebruik en voedsel van de Zwarte Specht in Noord-Brabant en Drenthe. Sovon-rapport 2020/15. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Vergeer J.W., Boele A., van Bruggen J. & van Turnhout C. 2023. Handleiding Sovon Broedvogelmonitoring: Broedvogel Monitoring Project en kolonievogels. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Wereld Natuur Fonds, 2015. Living Planet Report – Natuur in Nederland. Rapport Wereld Natuur Fonds Nederland, Zeist.

Wereld Natuur Fonds. 2020. Living Planet Report Nederland. Natuur en landbouw verbonden. WNF, Z