

# Monitoring van een Vlaamse populatie van Chinese muntjak (*Muntiacus reevesi*) in het kader van bestrijding

Bram D'hondt<sup>1</sup>, Patrick Engels<sup>2</sup>, Bert Verbist<sup>2</sup>, Jan Vercammen<sup>1</sup>, Wouter Huygens<sup>2</sup>, Tim Adriaens<sup>1</sup> & Jim Casaer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel, België,  
e-mail: bram.dhondt@inbo.be

<sup>2</sup> Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), Havenlaan 88 bus 75, 1000 Brussel, België

---

**Abstract:** *Monitoring of a population of Reeves' muntjac in the context of eradication (Flanders, Belgium)*

The emergence of Reeves' muntjac (*Muntiacus reevesi*) in mainland Europe is a major concern for the forestry, nature conservation and hunting sectors, among others. The species is therefore subject to international agreements aimed at preventing its further spread. Predicting the response of muntjac to management interventions is critical in developing effective strategies, but accounts are largely lacking. The muntjac is now an established species in Flanders (Belgium). Following the first observations in 2004 and 2005, the number of observations increased sharply from 2012 onwards, with a provisional peak in 2020 (over 60 1-km<sup>2</sup> grid cells). The ban on keeping muntjacs is strictly enforced, and inspection services have seized animals in dozens of cases since the ban entered into force (August 2016). Efforts are made to remove every animal from the wild, with 53 successful removals reported officially between January 2019 and July 2023. Most observations come from the eastern edge of the Antwerp agglomeration, where the species has escaped from a private estate (as confirmed by genetic analysis). To expand our understanding of this 'new' mammal, the muntjac is monitored, and also managed, in the nearby public domain Park Vordenstein (137 ha; municipality of Schoten). Monitoring is performed by means of camera traps (up to fourteen, November to June). Management is performed primarily through shooting from high seats (morning and evening, February to April). During this first campaign (2020-2022), muntjacs were observed frequently, albeit quite localized (615 sequences, second only to roe deer (*Capreolus capreolus*)). The species' diel activity pattern was clearly crepuscular, with a slightly stronger peak near dusk. The species appeared to avoid human disturbance temporally rather than spatially. The detections confirmed muntjac as a solitary species (more so than roe deer). Observations of behaviour (e.g. grazing, estrus, rut, conflicts) indicate a normal, healthy population. Two image sequences showed a red fox (*Vulpes vulpes*) chasing a muntjac. The control effort during the study period totalled 511 man-hours of occupying high seats and, as a trial, six hours of stalking. In total, ten animals were shot: eight bucks, two does. The data suggested a marginally significant shift in diel activity during periods of management. From the limited experience so far, culling of muntjac seems to benefit from a close exchange with the camera trap monitoring, an extended time window for shooting (two hours past sunset), and by stalking (as opposed to high seats). Although the culling campaign led to a notable decrease in the number of detections in each of both years, numbers quickly recovered. The population in the park thus appears to be resilient. Nevertheless, the current management results may help flatten population growth and spread (containment), or be of broader significance if the observed population recovery is partly due to immigration (source-sink dynamics).

## Inleiding

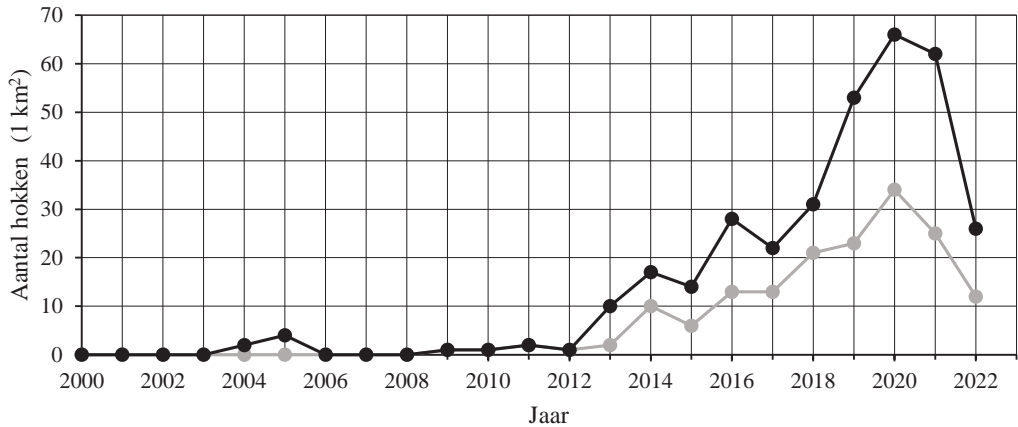
De Chinese muntjak (*Muntiacus reevesi*), verder kortweg muntjak genoemd, is een kleine hertachtige die inheems is in China en Taiwan (Smith-Jones 2022). De soort is door de mens naar Europa gebracht. In Groot-Brittannië is de muntjak sinds zijn introductie als sier- en jachtwild aan het eind van de 19de eeuw ondertussen zelfs uitgegroeid tot een wijdverspreide en abundante soort (Chapman 2021). Dit is niet zonder gevolgen gebleken: lokaal hoge dichtheden van muntjak leiden tot schade aan tuinen, parken, bossen en akkers, en tot risico's voor de verkeersveiligheid (aanrijdingen; Raymond et al. 2021) en ziekte-overdracht (McKillen et al. 2017, Chapman 2022). De meest rechtstreekse invloed laat zich voelen in de bosomgeving, waar vraat- en veegschade leiden tot wijzigingen in de boomlaag (verhindering van verjonging van hakhoutsoorten zoals hazelaar (*Corylus avellana*)), de struiklaag en de kruidlaag (selectieve vraat van oudbosplanten zoals boshyacint (*Hyacinthoides* spp.), bosbingelkruid (*Mercurialis perennis*) of sleutelbloem (*Primula* spp.), ten voordele van ruigtesoorten zoals duinriet (*Calamagrostis epigejos*) of ruwe smele (*Deschampsia cespitosa*). Deze effecten van muntjak worden uitvoerig behandeld in de monografie van Cooke (2019), op basis van decennialange monitoring in Groot-Brittannië. Wijzigingen in de vegetatie kunnen ook doorwerken bij de fauna, zoals in de lokale broedvogelgemeenschap (Palmer et al. 2015).

Deze effecten kunnen tot op zekere hoogte veralgemeend worden voor alle hertachtigen, en vaak is er dus sprake van een gecombineerd schadebeeld. Vooral in geëutrofiëerde regio's (zoals Vlaanderen en Nederland) leidt een hoge vraatdruk door hoefdieren tot een degradatie van de bosomgeving (Segar et al. 2022). De mate waarin muntjak en ree elkaar

aanvullen (cumulatie) dan wel vervangen (concurrentie) is niet éénduidig (Acevedo et al. 2010, Cooke 2019, Chapman 2022). Hemami et al. (2004) concludeerden uit een veldstudie in Engeland dat concurrentie om (voedsel) bronnen (exploitatiecompetitie) te verwachten is in gevallen van voedselschaarste (bv. 's winters in naaldbossen). Uit een grote dataset van een ree-, damhert- en muntjakpopulatie konden Zini et al. (2023) recent opmaken dat reeën minder nakomelingen hebben bij sterke aanwezigheid van muntjak, met aanwijzingen dat hiervoor niet exploitatie-, maar wel interferentiecompetitie doorslaggevend is. De auteurs verwijzen hiervoor naar stressinducerende interacties tussen beide soorten.

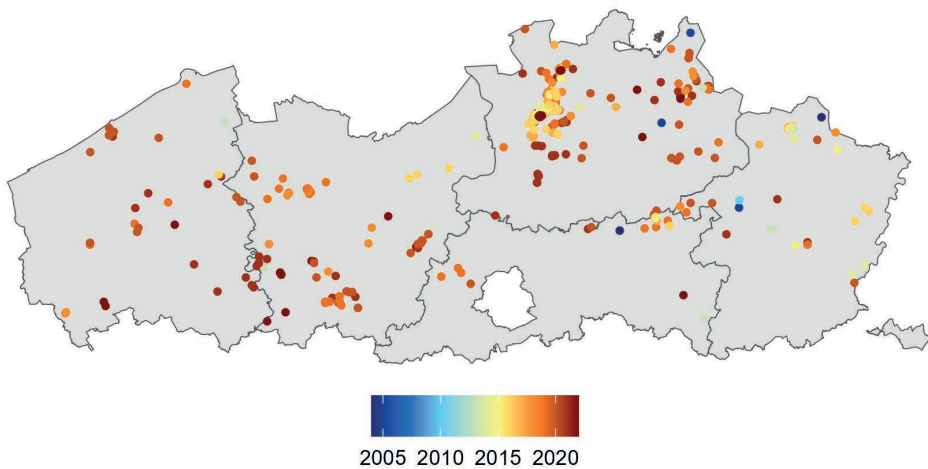
Om te vermijden dat het Britse scenario zich op het Europese vasteland zou herhalen, plaatste de Europese Commissie muntjak op de lijst van voor de Unie zorgwekkende, invasieve uitheemse soorten. De opname op deze lijst houdt middels een verordening (nr. 1143/2014) in dat muntjaks sinds 2016 niet langer mogen worden gehouden, gekweekt of verhandeld. Daarmee wordt een totale uitdoving van de gehouden populatie beoogd. Daarnaast is opgelegd dat alle lidstaten werk moeten maken van de wilde populatie op hun grondgebied. Indien de muntjak nog niet aanwezig is, moeten de nodige instrumenten worden ontwikkeld om dat ook zo te houden; indien de soort wel aanwezig is, moeten inspanningen worden geleverd om de populatie zo mogelijk te verwijderen, of op zijn minst te beheersen. Maar, zoals Barton et al. (2022) uit een review van het beheer van hertachtigen konden opmaken, is over de effectiviteit van muntjakbeheer bitter weinig gekend.

Voor Vlaanderen (België) geldt dat de soort onmiskenbaar in het wild aanwezig is. Van alle lidstaten binnen de Unie lijkt in geen enkele andere regio even standvastig melding te worden gemaakt van muntjak. Het



Figuur 1. Het aantal kilometerhokken binnen het Vlaamse Gewest waar muntjak is aangetroffen. Zwart: alle waarnemingen; grijs: gevalideerde waarnemingen. Bron: GBIF.org (2023), eigen data.

Figure 1. Number of grid cells from the Flemish Region where muntjak has been observed. Black: all observations; grey: validated observations. Source: GBIF.org (2023), own data.



Figuur 2. Kaart met cumulatieve waarnemingen van muntjak (2000 t/m 2022). Bron: zie Figuur 1.

Figure 2. Map with accumulated observations of muntjak (2000 up to and including 2022). Source: see Figure 1.

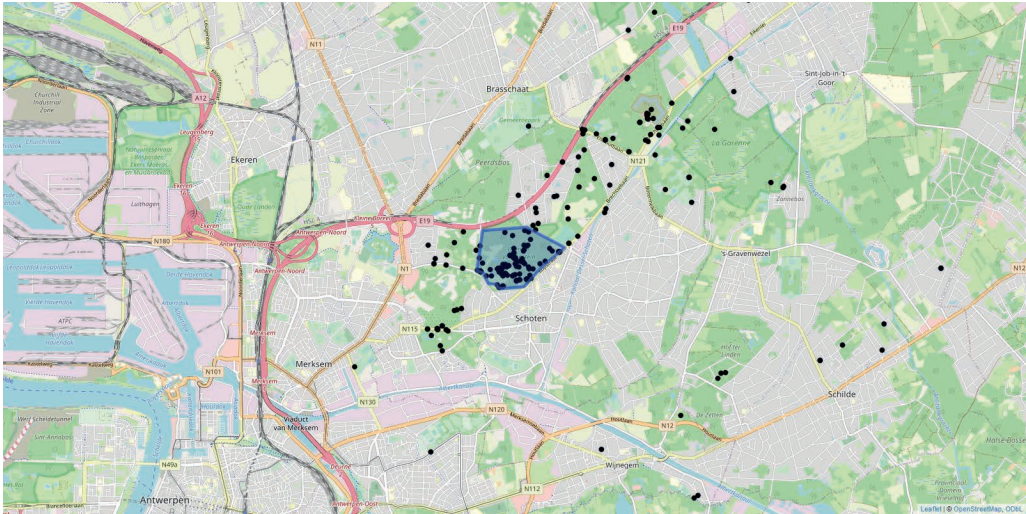
Vlaamse Gewest draagt daarmee een belangrijke, internationale verantwoordelijkheid om de vestiging van de muntjak in Europa te vermijden (Ward et al. 2021).

In dit artikel geven we een beknopte update van de situatie van de muntjak in Vlaanderen, en rapporteren we, voor het eerst, over de opvolging en het beheer van een gevestigde populatie nabij de Vlaams-Nederlandse grens.

## De muntjak in Vlaanderen

In het Vlaamse Gewest werd de muntjak, na initiële waarnemingen in 2004 en 2005, met name vanaf 2012 in jaarlijks toenemende mate gemeld (Figuur 1, Figuur 2; Deflem et al. 2022). Een voorlopige piek kwam er in 2020, toen de soort in niet minder dan 66 kilometerhokken werd waargenomen.

De achterliggende dynamiek is redelijk goed



Figuur 3. De situering van Park Vordenstein (blauw) binnen de agglomeratie Antwerpen. Zwarte punten zijn waarnemingen van muntjak (zie Figuur 1 voor details).

Figure 3. The location of Park Vordenstein (blue) within the Antwerp area. Black dots are observations of muntjac (see Figure 1 for details).

gekend op basis van dossierkennis en onderzoek. Kort samengevat weerspiegelt de waargenomen verspreiding veeleer menselijke dan natuurlijke processen. Sinds de opname op de Europese lijst van invasieve exoten hebben de inspectiediensten tientallen dossiers van illegaal gehouden muntjaks vastgesteld. Door deze dossiers weten we dat de meeste waarnemingen van muntjak in het wild voortkomen uit dergelijke gehouden populaties. Dit wordt bevestigd door genetisch onderzoek: de totaalpopulatie is sterk gestructureerd, met duidelijk onderscheidbare clusters en familieverbanden die enkel door menselijk handelen kunnen worden verklaard (Deflem et al. 2022). De achterliggende intenties, nl. of dieren (onopzettelijk) zijn ontsnapt of (opzettelijk) zijn uitgezet, kunnen hieruit niet afgeleid worden. Dossierspecifieke details suggereren dat beide een rol speelden (Figuur 2).

De piek van waarnemingen in 2020 moet ook in het licht van deze handhaving worden gezien. Interventies hebben vermoedelijk heel wat houders ertoe aangezet zich pro- of reactief van hun dieren te ontdoen. Dit illustreert goed de risico's die met een nieuw verbod op

soorten gepaard gaan (Hulme 2015). Toch lijkt deze handhaving, als noodzakelijke eerste stap, resultaat te hebben bereikt: het aantal dossiers van gehouden muntjaks is sterk gedaald, en de vaak geïsoleerde vaststellingen blijken van korte duur te zijn geweest (getuige een terugval in de jaren 2021-2022).

Parallel aan deze handhaving zijn ook initiatieven genomen voor het beheer van dieren in het wild (Casaer et al. 2015). In principe wordt bij elke vaststelling van een dier in het wild onder impuls van de overheid naar een oplossing gezocht. Dieren worden gevangen of geschoten, waarbij de uitvoering op overheidsdiensten, ordediensten, jagers of dierenopvangcentra rust. Er is geen verplichting tot rapportage, en ook acties door de overheid zijn in het verleden niet steeds bijgehouden. Dit laatste is veranderd met de opmaak van een specifiek meldingsformulier voor muntjaks. Voor de periode van januari 2019 tot en met juli 2023 zijn 53 verwijderde dieren gemeld (e-loket van het Agentschap voor Natuur en Bos).

## De muntjak in de Antwerpse rand

Het zwaartepunt van de verspreiding van de muntjak ligt in de groene ooststrand van de agglomeratie Antwerpen. Daar zijn de waarnemingen het meest aaneengesloten in locatie en tijd (Figuur 2, Figuur 3). De oorsprong van deze populatie ligt in een groot privaat domein in de gemeente Schoten. Het genetisch onderzoek van Deflem et al. (2022) bevestigde de nauwe verwantschap tussen dieren uit het wild en dieren die op dat domein in beslag zijn genomen. Diezelfde analyse bevestigde ook de verwantschap met dieren die tot op 10 kilometer afstand zijn gevonden, wat op een natuurlijke uitbreiding wijst.

In het vlakbij gelegen overheidsdomein Park Vordenstein werden vanaf 2012 regelmatig muntjaks gemeld. De betrokken overheidsdiensten wonnen in de daaropvolgende jaren de nodige adviezen in, en ondernamen bescheiden pogingen tot beheer (afschot). Hoewel deze muntjakpopulatie daarmee snel de best gekende van Vlaanderen werd, bleven tot voor kort echter nog vele, vaak essentiële vragen onopgelost.

Om daaraan tegemoet te komen, startte het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in nauwe samenwerking met het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), een studie naar het voorkomen van muntjaks in het park. Deze monitoring had het expliciete doel om het beheer van de soort te ondersteunen. In dit artikel gaan we in op het muntjak-beheer en cameravalonderzoek in de winters van 2020-2021 en 2021-2022. We hopen met dit beschrijvend onderzoek een goede basis te leggen voor een beter begrip van dit zoogdier in de Lage Landen.

## Materiaal en Methoden

### Park Vordenstein

Park Vordenstein is een oud kasteelpark dat aansluit op andere groengebieden in een

overigens (sub)urbane omgeving (Figuur 3, Figuur 4). Het 137 hectare grote domein is voor het grootste deel eigendom van het Vlaamse Gewest en in beheer bij het ANB. Het overig deel is privé-bezit. Het park kent een hoge esthetische waarde en combineert tal van vlak-, lijn- en puntvormige elementen die een kenmerkende landschapsstijl hebben (Geudens et al. 2009). Daartoe behoren onder andere een landschapspark naar Engels model, een arboretum en een sterk geometrisch drevenpatroon.

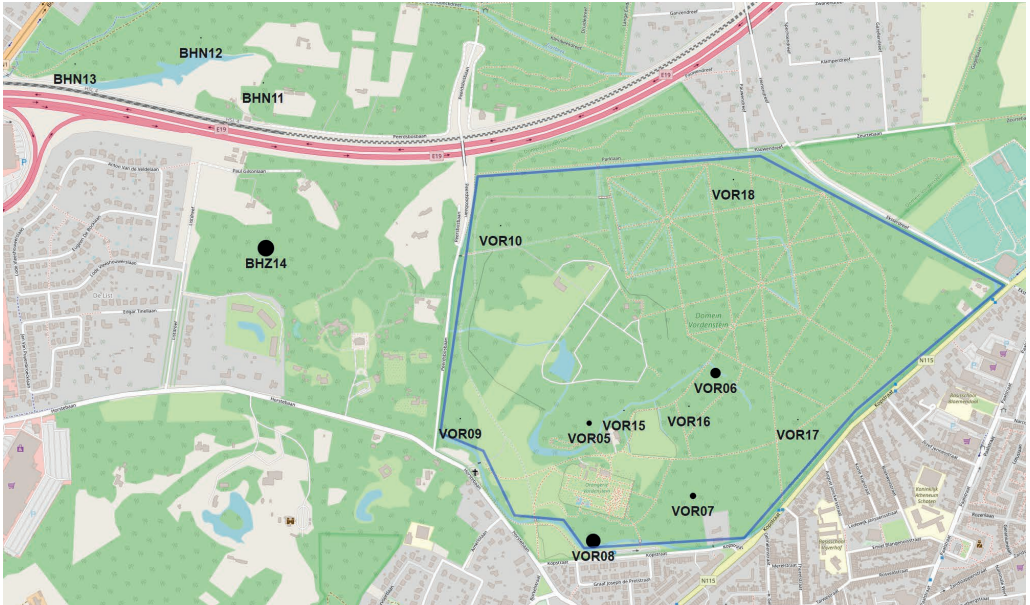
Ongeveer 87 hectare kan worden geklasseerd als bos. Dit bos varieert sterk in leeftijd (18de-eeuwse tot 20ste-eeuwse aanleg), structuur (hooghout, hakhout, of een combinatie), samenstelling (loof- vs. naaldhout), herkomsten (inheems vs. uitheems) en gelaagdheid (kruid- en struiklaag afwezig vs. dicht). In termen van volume zijn grove den (*Pinus sylvestris*), zomereik (*Quercus robur*), berk (*Betula* spp.) en beuk (*Fagus sylvatica*) de belangrijkste soorten. De oude, inheemse bosbestanden bevatten relatief veel dood hout. De belangrijkste planten in de ondergroei, in termen van dekking voor grondbewonende zoogdieren, zijn rododendron (*Rhododendron* spp.), braam (*Rubus* spp.) en adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*). Naast bos omvat het park ook hooiland ( $\pm 10$  ha), weiland ( $\pm 2$  ha) en heide ( $\pm 0,4$  ha).

Rond het domein loopt een gracht die grotendeels de natuurlijke grens van het park vormt. Om de rust van het gebied te bewaren, wordt het park 's nachts gesloten voor het publiek. De openingstijden variëren doorheen het jaar van 8u-17u (winter) tot 8u-22u (zomer). Bovendien zijn honden niet toegelaten, ook niet aangelijnd.

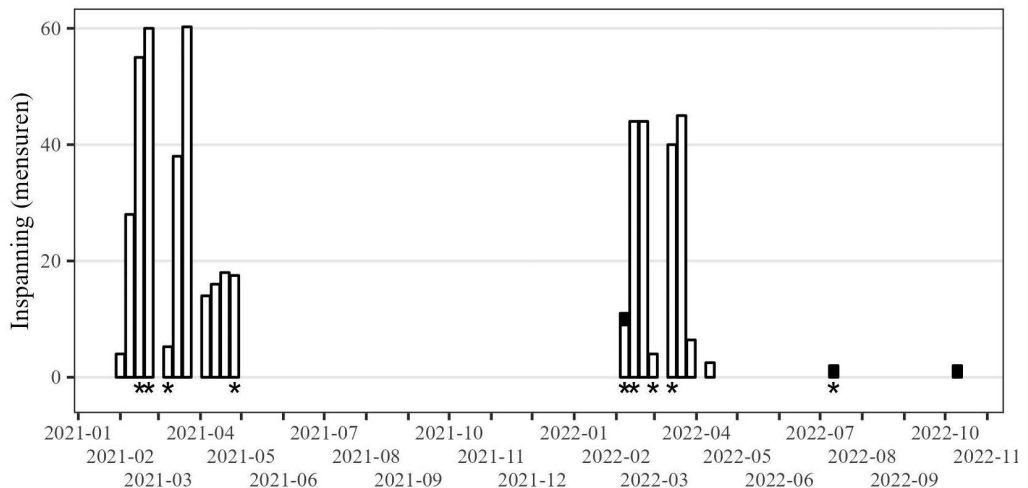
### Beheer van muntjak

De bestrijding in Park Vordenstein omvatte twee perioden van aanzit in 2021 en 2022 (Figuur 5). Daarvoor werden zeven (2021) en tien (2022) locaties voor hoogzitten gekozen.

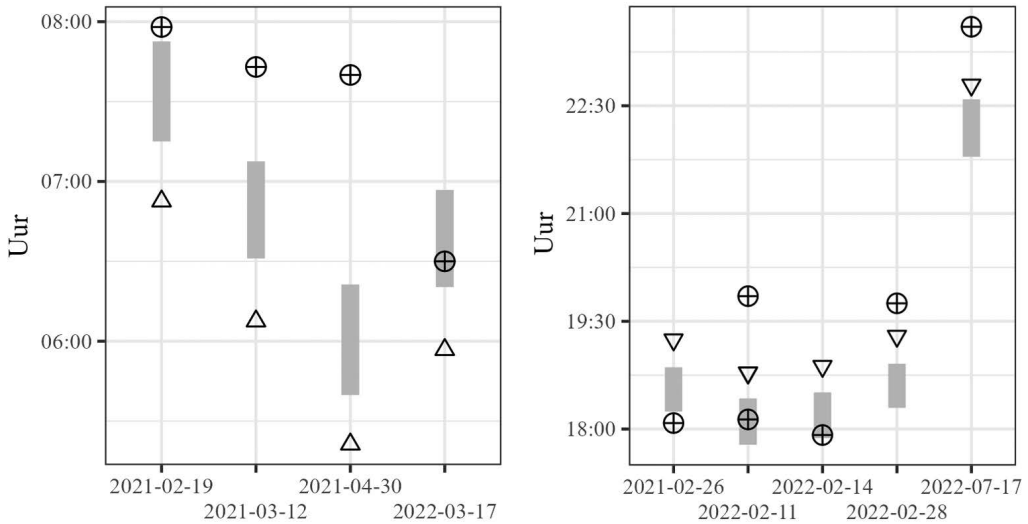




Figuur 4. Park Vordenstein (blauw), met de locaties van de cameravallen (VOR: Park Vordenstein, BHZ: Bonte Hanek Zuid, BHN: Bonte Hanek Noord). De cirkelgrootte is een maat voor het aantal sequenties met muntjak.  
 Figure 4. Park Vordenstein (blue), with locations of the camera traps (VOR: Park Vordenstein, BHZ: Bonte Hanek Zuid, BHN: Bonte Hanek Noord). The circle size is a measure of the number of sequences with muntjac.



Figuur 5. De bestrijdingsinspanning per week. De bersacties zijn weergegeven in het zwart. \*: muntjak geschoten.  
 Figure 5. The culling effort per week. Ground-level stalking is indicated in black. \*: muntjac shot.



Figuur 6. Tijdstippen van gerealiseerd afschot (links: ochtend, rechts: avond). Cirkels: tijdstip van afschot. Grijs balkjes: schemerperiode. Driehoekjes: start (ochtend) en eind (avond) van de afschotperiode volgens de wettelijke basisbepalingen. Gerealiseerd afschot buiten die periode valt onder de afwijking op die bepalingen.

Figure 6. Times of culling (left: morning, right: evening). Circles: actual times of culling. Grey bars: twilight. Triangles: beginning (morning) and end (evening) of the shooting period according to default legal provisions. Culling outside that period was granted by an exemption to those provisions.

Aanzitsessies werden steeds in de ochtend of de avond georganiseerd.

In 2021 varieerde het aantal op een ochtend of avond tegelijkertijd bezette hoogzitten van drie tot zes. Er werd in totaal 316 mensuren aangezet (35 aanzitdagen, 45 aanzitsessies, 1 februari – 30 april). De ochtendlijke aanzit startte één uur vóór zonsopgang, en de avondlijke aanzit stopte één uur na zonsondergang, conform de basisbepalingen uit de Vlaamse wetgeving. Er werden in deze campagne bij het aanzitten 23 dieren gezien en vier dieren geschoten (twee geiten, twee bokken; 6,1-12,6 kg overteid gewicht). Figuur 6 geeft details over de tijdstippen weer.

In de campagne van 2022 varieerde het aantal simultaan bezette hoogzitten van één tot zes. Er werd 195 uren aangezet (24 dagen, 31 sessies, 11 februari – 12 april). Ten opzichte van het voorgaande jaar werden een aantal aanpassingen doorgevoerd. Het aantal hoogzitten werd verhoogd van zeven naar tien, voor een ruimere keuze (bv. in functie van de

windrichting). Daarnaast werd de timing van de tussentijdse verwerking van de camera-vallen nauwer afgestemd op de aanzitsessies. Ook werden de tijdsvensters voor aanzit uitgebreid (middels een afwijking op de wetgeving): van twee uur vóór zonsopgang, tot twee uur ná zonsondergang. Tenslotte werden er in dit jaar ook drie bersacties georganiseerd, als alternatieve vorm van bestrijding (bij bersen beweegt de schutter zich op grondniveau, i.p.v. stationair in de hoogte te wachten; zes mensuren; Figuur 5).

In 2022 werden 26 dieren gezien en zes dieren geschoten (allen bokken; 5,7-11,0 kg). Drie dieren werden geschoten in het uitgebreide tijdsvenster (Figuur 6). Twee dieren werden geschoten tijdens het bersen i.p.v. het aanzitten.

Uitgedrukt per eenheid van inspanning, werd dus één dier per 79 mensuren verwijderd tijdens de aanzitcampagne van 2021, en één per 49 uren tijdens het aanzitten in 2022. Voor het bersen (2022) was dit één dier per drie

uren (enkel de tijd van schutters beschouwd, en niet van begeleiders en mede-zoekers).

## Cameravalonderzoek

Cameravallen werden geplaatst van december 2020 tot juni 2021, en van november 2021 tot mei 2022. In het winterhalfjaar is de zichtbaarheid immers optimaal. De locaties worden getoond in Figuur 4. Drie camera's werden ten noorden van de E19 opgesteld (Bonte Hanek Noord, BHN11-BHN13). Eén cameraval werd geïnstalleerd ten westen van het park (Bonte Hanek Zuid, BHZ14). In Park Vordenstein zelf werden in de twee periodes respectievelijk zes (VOR05 t.e.m. VOR10) en tien cameravallen opgesteld (bijplaatsing van VOR15 t.e.m. VOR18). De locaties zijn deels willekeurig gekozen, maar niet volledig; met het oog op de bestrijding werden sommige camera's op wissels of open plekken in het bos gericht.

De cameravallen (Reconyx, HyperFire 2) werden op ongeveer een halve meter hoogte geïnstalleerd, en ongeveer noordwaarts gericht om tegenlicht of triggers door zonlicht te vermijden. De gevoeligheid werd als hoog ingesteld. Per detectie werd een reeks van tien foto's gemaakt. Indien de beweging aanhield, volgden reeksen elkaar zonder pauze op. Om de twaalf uur werd automatisch een foto gemaakt, die diende als controle voor de goede werking van de camera. De camera's werden regelmatig bezocht voor algemeen nazicht en tussentijdse uitlezing.

Alle beelden werden verwerkt met het online platform Agouti (Casaer et al. 2019). Beelden die elkaar opvolgen worden automatisch verzameld in een sequentie (dus een veelvoud van tien foto's) waaraan vervolgens waarnemingen kunnen worden gekoppeld (van dieren, met informatie over geslacht en gedrag). De resulterende datasets werden verwerkt in Rstudio (versie 2023.03.1, Posit Software), o.a. met behulp van de cameraval-specifieke pakketten *activity* (Rowcliffe 2023) en

*camraptor* (Oldoni et al. 2023).

Op basis van deze data beschrijven we onze waarnemingen van aantallen, geslachten, gedrag en dag-nachtritme bij de muntjak. Om het dag-nachtritme correct te interpreteren, corrigeerden we voor de variatie in daglengte binnen de studieperiode met de methode van Vazquez et al. (2019). Om na te gaan of dag-nachtpatronen tussen soorten verschilden, wordt de kans nagegaan dat beide patronen uit eenzelfde verdeling voortkomen (Ridout & Linkie 2009, Rowcliffe 2023; 999 iteraties).

Voor een beschrijving van het aantal detecties doorheen de tijd maken we gebruik van het aantal sequenties met muntjak per tijds-eenheid dat een camera effectief operationeel was (relatieve abundantie-index of RAI; Ferretti et al. 2023). Op die manier wordt gecorrigeerd voor ongelijke tijdstippen van opstelling en afbraak en (eventuele) tijdelijke defecten.

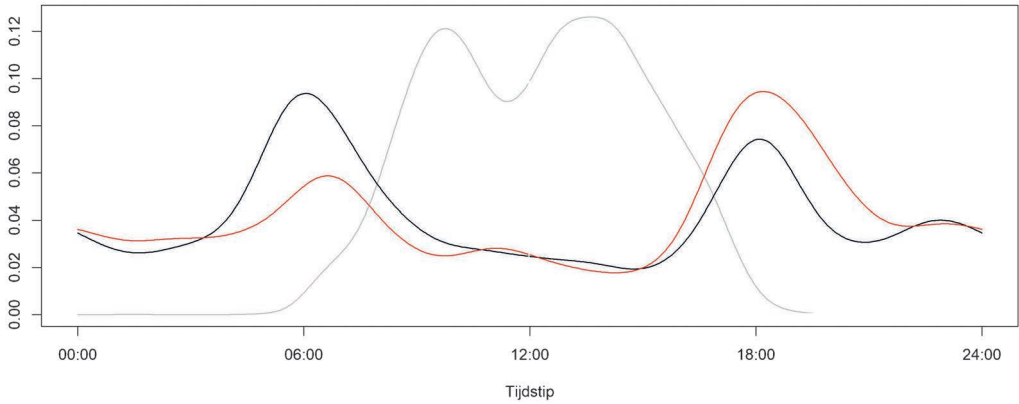
## Resultaten

### Waarnemingen: algemeen

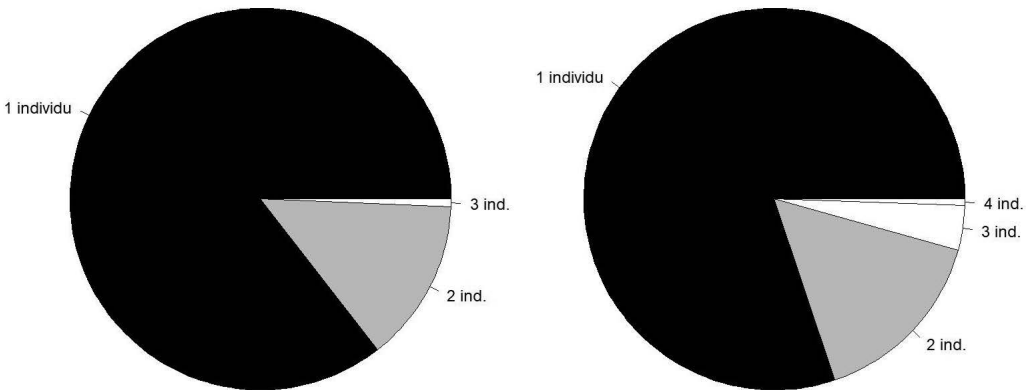
In totaal werden 4637 sequenties met één of meerdere diersoorten bekomen (mensen en honden buiten beschouwing gelaten). Ree was met voorsprong de meest waargenomen diersoort (2444 sequenties, of 53% van het totaal). Muntjak volgt in de rangschikking, met 615 sequenties (13%). Vos (12%), houtduif (10%) en huiskat (3%) vervolledigden de top-vijf.

De ruimtelijke spreiding van muntjakwaarnemingen is opgenomen in Figuur 4. Er werden geen muntjaks waargenomen ten noorden van de E19 (Bonte Hanek Noord). De ene camera te Bonte Hanek Zuid registreerde daarentegen heel vaak muntjak. Alle camera's binnen Park Vordenstein registreerden muntjaks, maar het aantal sequenties verschilde zeer sterk (min. 3, max. 151 sequenties; maar let op de verschillende looptijden). Voor elk van beide jaren was duidelijk dat het zwaartepunt van de activiteit zich in de zuid-





Figuur 7. De dag-nachtactiviteit van muntjak (rood), ree (zwart) en mens (grijs), op basis van de data voor Park Vordenstein. Hoe hoger de y-waarde, hoe vaker de dieren op dat tijdstip werden gedetecteerd.  
*Figure 7. Diel activity pattern of muntjac (red), roe deer (black) and humans (grey), as based on data from Park Vordenstein. The higher the y value, the more often the animals were detected at that time.*



Figuur 8. Taartdiagram van het aantal individuen per sequentie, voor muntjak (links) en ree (rechts).  
*Figure 8. Pie chart for the number of individuals per sequence, for muntjac (left) and roe deer (right).*

lijke helft van het park bevond (omgeving van VOR05-06-07-08).

De activiteit van muntjaks gedurende een etmaal wordt getoond in Figuur 7. Het resulterend patroon is duidelijk crepusculair, dus met twee pieken, rond de ochtend- en avond-schemer. Het patroon loopt sterk gelijk met dat van ree, maar kent een uitgesprokener avondpiek. De patronen van muntjak en ree zijn daarmee ook significant verschillend ( $P < 0,01$ ).

85,5% van de sequenties met muntjaks toonden één enkel dier, 13,8% toonden twee

dieren (doorgaans een geit met kalf, of een bok en een geit) en 0,6% drie dieren (Figuur 8). Hoewel reeën ook het vaakst alleen werden gezien, is er toch een statistisch significant verschil tussen beide soorten, waarbij reeën vaker dan muntjaks samen worden gezien (chi-kwadraattoets,  $P < 0,01$ ).

Volwassen muntjakkokken zijn in voor- of zijaanzicht makkelijk te herkennen aan het (korte) gewei en de V-vormige koptekening (die de aanzet van het gewei accentueert; Shilai et al. 1986; Figuur 9). Geiten hebben geen gewei en vertonen een ruit- of diamant-



Figuur 9. Waarnemingen van muntjak. (a): bok achtervolgt bronstige geit; (b): conflict tussen twee bokken; (c): grazende geit en bok; (d): vos achtervolgt bok.

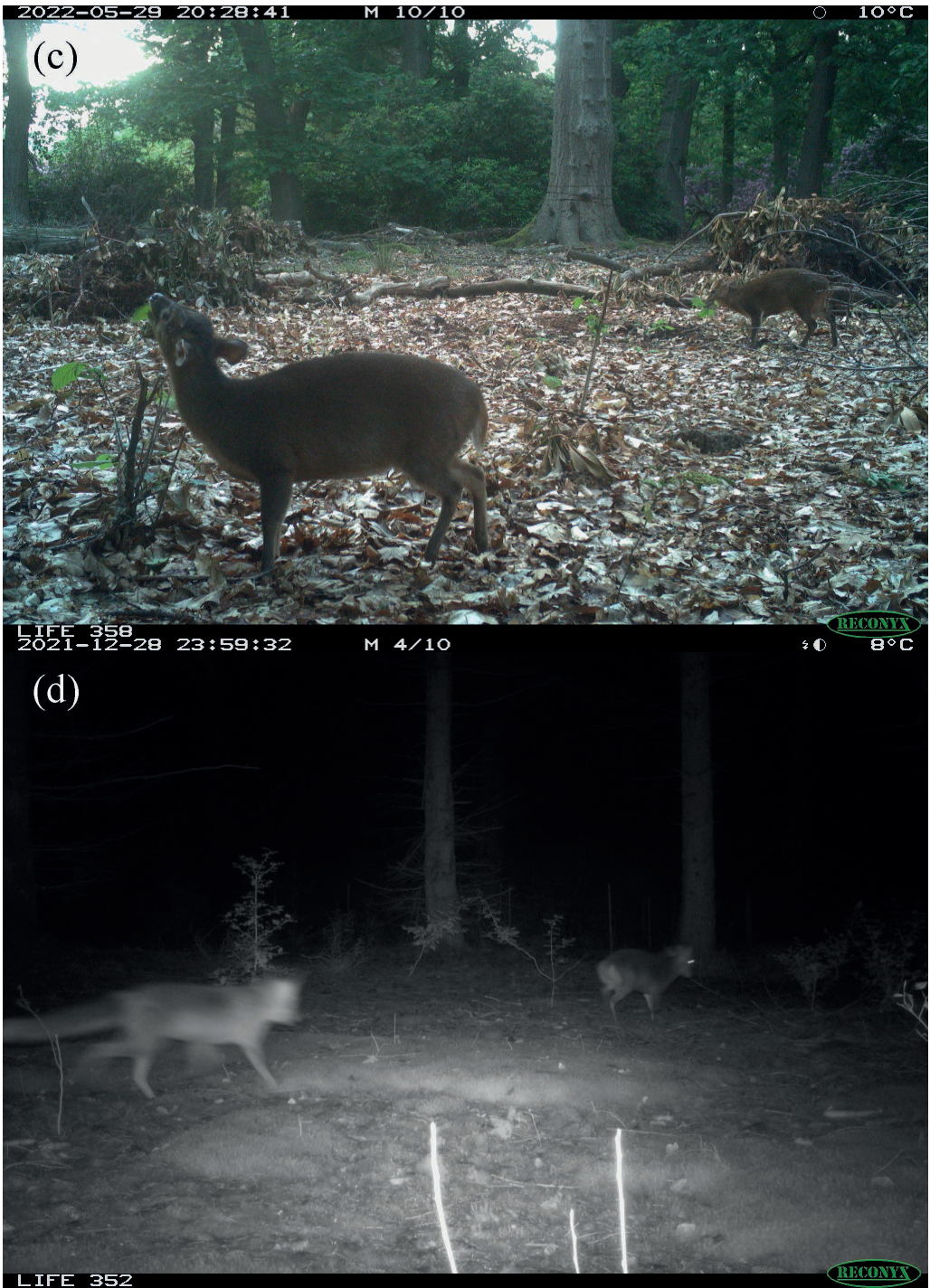


Figure 9. Observations of muntjac. (a): buck pursuing a doe. (b): two bucks in conflict. (c): grazing doe and buck. (d): fox chasing a buck.



vormige koptekening. Omdat het onderscheid tussen de geslachten niet bij alle dieren en op alle beelden even duidelijk is, kan over de verhouding niets worden besloten (behalve dat minstens 31% van de waarnemingen een bok betrof).

Vijf sequenties, uit de maanden februari, maart en mei toonden een achtervolgving van een bronstige geit (met opgeheven staart) door een bok (Figuur 9a). Vijf sequenties, zij het van één enkele camera, toonden een conflict tussen twee bokken (Figuur 9b). Overigens laten de beelden geen sterk gevarieerd gedragspectrum zien. In het merendeel van de sequenties waarbij het gedrag werd genoteerd (68%,  $n=114$ ) passeerden dieren voor de camera, enigszins onderzoekend, snuffelend, mogelijk grazend op grondniveau, maar overigens zonder duidelijk gedrag. Begrazing van hogere struiken werd weinig geregistreerd (Figuur 9c). Muntjaks toonden ook interesse in een liksteen, die slechts op één locatie tijdelijk aanwezig was.

Slechts in enkele beeldreeksen kwam samen met muntjak ook een andere diersoort in beeld, het vaakst vogelsoorten. In dit opzicht zijn enkel ree en vos vermeldenswaard. In het eerste geval (drie sequenties) is er geen sprake van duidelijke interactie. In het geval van vos (twee sequenties) was er telkens sprake van een achtervolgving van (één, respectievelijk twee) muntjaks door een vos (Figuur 9d).

### Waarnemingen: beheer

Het aantal detecties per tijdseenheid wordt getoond in Figuur 10 en Figuur 11. In de campagne van 2020-2021 is er sprake van een algemene achteruitgang: op het eind van de campagne werden muntjaks nog steeds waargenomen, maar beduidend lager dan vóór het eerste afschot. Tegen de aanvang van de campagne van 2021-2022 was het aantal detecties grotendeels hersteld tot het niveau van een jaar eerder. Het aantal detecties liep ook in deze tweede campagne sterk terug naargelang

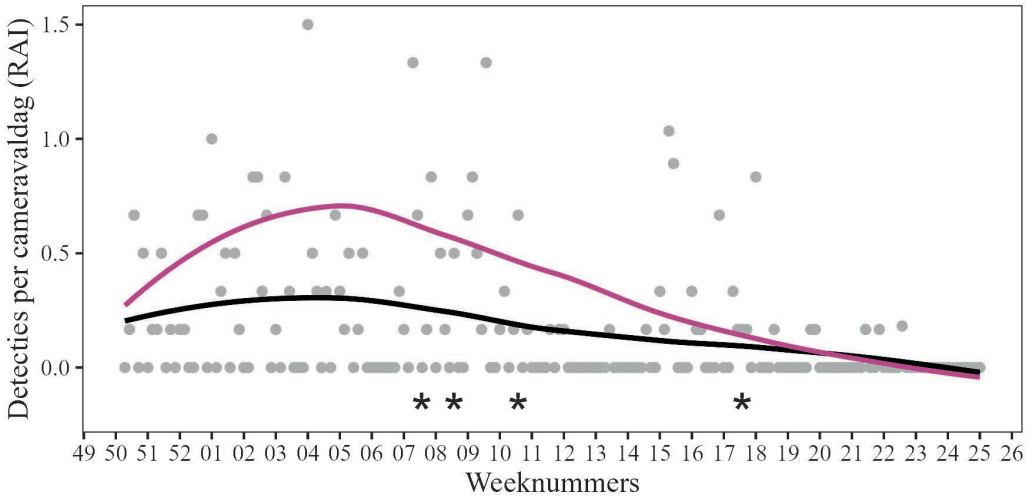
er dieren werden geschoten, maar dit aantal herstelde zich weer snel nadien. (Bemerkt dat de trendlijnen in de figuren worden afgezwakt door de camera's met weinig waarnemingen.)

Zoals getoond in Figuur 12, lijkt de dag-nachtactiviteit van de muntjak iets gespreider te zijn gedurende perioden van afschot (gedefinieerd volgens de uiterste datums zoals vermeld onder 'Beheer van muntjak'), maar dit verschil is marginaal significant ( $0,10 > P > 0,05$ ).

## Discussie

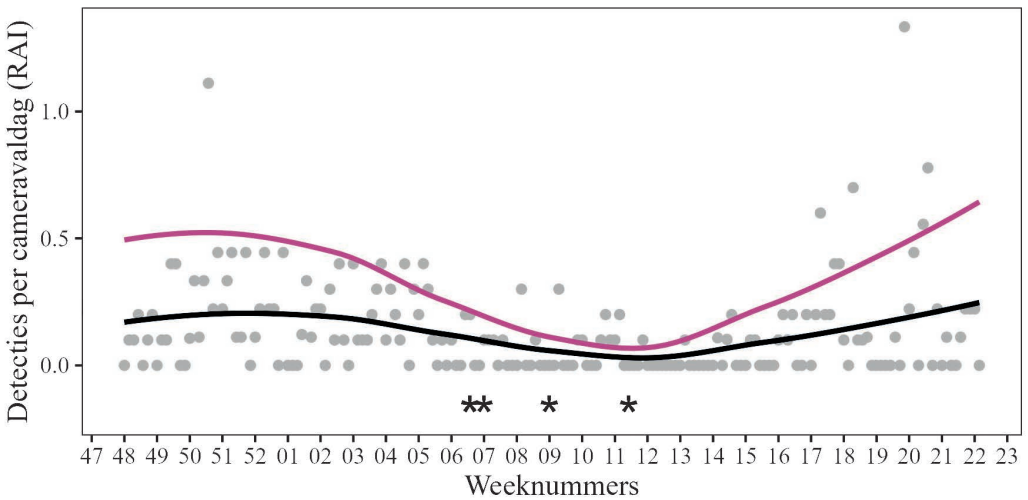
De structuur en vegetatie van Park Vordenstein kent tal van overeenkomsten met van Groot-Brittannië gekende, voor muntjak geschikte locaties (Smith-Jones 2004). De nachtelijke sluiting van het park en afwezigheid van honden dragen ongetwijfeld aan de geschiktheid bij. Overdag is het wel druk met wandelaars, maar muntjaks lijken deze met name temporeel (Figuur 7), eerder dan ruimtelijk (Figuur 4), te vermijden. De menselijke activiteit is namelijk ook in de zuidelijke helft het sterkst (o.a. loods, tuinonderhoud). Activiteit met een ochtend- en avondpiek is ook beschreven op basis van cameravalonderzoek in het inheemse areaal in China (Sun et al. 2022).

De waarnemingen bevestigen het solitaire karakter van de muntjak. Dit volgt de vaststellingen uit Groot-Brittannië, al zagen onze camera's relatief vaker dieren per twee ( $P < 0,05$ , chi-kwadraattoets met gerapporteerde frequenties van Cooke 2019, tabel 2.8). Bij het merendeel van de waarnemingen werden dieren langzaam lopend geobserveerd, zonder duidelijk gedrag. Dit sluit subtiele, weinig zichtbare activiteiten niet uit. Vermoedelijk wordt vaak zeer laag bij de grond gezocht naar voedsel, waarbij ook kiemplanten en gevallen vruchten (bv. eikels) worden geconsumeerd. Dit is belangrijk, omdat de schade aan de vegetatie ten gevolge van vraat kan worden onderschat indien enkel naar



Figuur 10. Aantal detecties van muntjak per tijdseenheid (nl. per 24 uur operationele cameratijd), voor de campagne 2020-2021 te Park Vordenstein. De punten zijn de ruwe waarden per camera en per dag. Zwarte lijn: LOESS-regressie over alle camera's heen. Paarse lijn: regressie voor de camera's met de meeste detecties (VOR08 en VOR06, samen goed voor 60% van alle detecties). \*: muntjak geschoten.

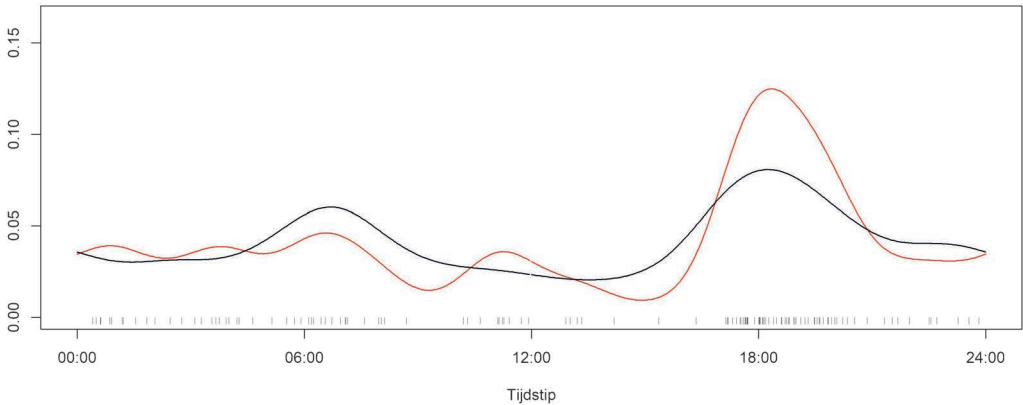
Figure 10. Number of detections of muntjac per time unit (i.e. per 24 hours of operational camera time), from the 2020-2021 campaign in Park Vordenstein. The points refer to the raw data per camera and per day. Black line: LOESS regression across all cameras. Purple line: regression for the cameras with the most detections (VOR08 and VOR06, accounting for 60% of the total number). \*: muntjac shot.



Figuur 11. Aantal detecties van muntjak per tijdseenheid (nl. per 24 uur operationele cameratijd), voor de campagne 2021-2022 te Park Vordenstein. Details: zie vorige figuur.

Figure 11. Number of detections of muntjac per time unit (i.e. per 24 hours of operational camera time), from the 2021-2022 campaign in Park Vordenstein. Details: see previous figure.





Figuur 12. De dag-nachtactiviteit van muntjak in Park Vordenstein, tijdens (rood,  $n=126$  detecties) en buiten (zwart,  $n=311$ ) perioden van afschot. Hoe hoger de  $y$ -waarde, hoe vaker de dieren op dat tijdstip werden gedetecteerd. De verticale streepjes onderaan geven de ruwe gegevens weer van tijdens perioden van afschot.

Figure 12. Diel activity pattern of muntjac in Park Vordenstein, during (red,  $n=126$  detections) and outside (black,  $n=311$ ) periods of management. The higher the  $y$  value, the more often the animals were detected at that time. The black dashes at the bottom represent the raw data during periods of management.

uiterlijk waarneembare schade op gevestigde struiken en bomen wordt gezocht.

Intrigerend zijn de beelden met een achtervolging van een muntjak door een vos (Figuur 9d). Inderdaad is vos bekend als de vermoedelijk belangrijkste predator van muntjakkalfjes (Chapman 2022). Het is echter zeer de vraag of een vos ook (sub)adulte muntjaks aankan. Alvast lijkt in één van de twee gefilmde gevallen dezelfde muntjak later ongedeerd langs de camera te wandelen. Er zijn in de studie geen aanwijzingen gevonden voor een effect van muntjak op ree.

Waar het afschot in 2021 aanvankelijk tot een sterke terugval leek te leiden in het aantal detecties van muntjak (Figuur 10), bleek dit aantal in het begin van het volgende seizoen reeds hersteld te zijn. Bovendien veerde het aantal detecties veel sneller op na de aanzitperiode van 2022 (Figuur 11). Dit snelle herstel in detecties kan het gevolg zijn van succesvolle reproductie, en/of van immigratie van dieren uit de omgeving. Het eerste speelt haast met zekerheid een rol, aangezien in de laatste periode enkel bokken zijn geschoten, waardoor de dracht van geiten en de voortplanting (indien een seksueel actieve bok is overgebleven) niet

onderbroken was.

De voortplanting bij muntjaks is niet aan seizoenen gebonden. De dracht duurt zeven maanden en geiten kunnen na een geboorte snel opnieuw bevrucht worden (Chapman et al. 1997). Op elk gegeven tijdstip is de meerderheid van de vrouwelijke dieren in een florerende populatie dan ook drachtig. Een worp bestaat in de regel uit één kalf (Chapman 2022).

Indien het snelle herstel enkel het gevolg is van lokale reproductie, lijkt het gerealiseerd afschot in deze jaren niet tot een afname (hoogstens tot een stabilisatie) van de populatie te hebben geleid. Om een afname te bekomen, zouden meer dieren geschoten moeten worden, geiten in het bijzonder. Hiervoor zou het aanzitten verder kunnen worden verfijnd en uitgebreid doorheen het jaar. De uitbreiding van het tijdsvenster per dag is alvast zinvol gebleken (Figuur 6), al suggereert het waargenomen dag-nachtritme meteen ook dat dieren zich dieper in de nacht niet vaker voor hoogzitten zullen laten zien (Figuur 7). Mogelijk verschuiven de dieren hun activiteit ook naargelang hoogzitten zijn bemand, wat erop zou wijzen dat de dieren de menselijke

aanwezigheid gewaar zijn (Figuur 12). Bestrijding door bersen zou in dit opzicht effectiever kunnen zijn om dieren op te sporen. Dit blijkt voorzichtig uit het aantal geschoten dieren per eenheid van inspanning in de campagne van 2022, al is de omvang en opzet van deze 'test' voorlopig niet toereikend.

Indien het snelle herstel ook deels het gevolg is van immigratie, wordt met de bestrijding in Park Vordenstein een effect op bredere schaal bereikt. Dit is waarschijnlijk, omdat van de muntjak bekend is dat ze een zogenaamde 'source-sink'-dynamica vertoont: deelpopulaties waar het aantal muntjaks afneemt, worden in stand gehouden door immigratie vanuit deelpopulaties waar het aantal muntjaks toeneemt (Wäber et al. 2013). Indien afschot in het park vrije territoria creëert voor dieren uit de omgeving, wordt de verdere uitbreiding van muntjak op regionaal niveau mogelijk afgeremd of verhinderd. De omgeving van Park Vordenstein kent enkele sterke barrières (snelweg E19 annex spoorweg; kanaal Dessel-Schoten; stedelijk milieu), die voor immigrerende dieren net zo spelen als voor emigrerende dieren, maar niettemin overbrugbaar zijn gebleken (Figuur 3, Deflem et al. 2022).

Overigens kent het gebruik van RAI-waarden zijn beperkingen voor het bepalen van trends. Met het oog op de verwijdering van de populatie, zou de monitoring gebaat zijn met een schatting van de populatiegrootte, via censustechnieken of op basis van cameravalen. Dit is het onderwerp van vervolgonderzoek in het park en de directe omgeving.

## Conclusie

De aanwezigheid van de muntjak op het Europese vasteland is een risico voor het bos- en natuurbehoud, naast andere sectoren. Dit geldt ook voor Nederland (Hollander 2015), Frankrijk (Hurel et al. 2018) en Duitsland (Schulz & Borkenhagen 2021). De meeste meldingen komen echter uit België, waar de soort in toenemende mate wordt bestreden.

Over de effectiviteit van muntjakbeheer is in Europa echter heel weinig bekend (Barton et al. 2022). De monitoring annex bestrijding in Park Vordenstein helpt die kennislacune op te vullen. Deze eerste periode van monitoring heeft ons basisbegrip van de lokale populatie alvast aanzienlijk verbeterd, o.a. van voorkomen, activiteit en gedrag van de dieren. Het beheer lijkt dan weer gebaat te zijn bij een nauwe aansluiting met de cameravalverwerking, een uitgebreid tijdsvenster voor afschot, en bestrijding door middel van bersen.

**Dankwoord:** De auteurs danken Axel Neukermans en Sander Devisscher (INBO) voor ondersteuning van dit onderzoek. Ellen Blomme en Emily Laenen verrichtten stagewerk binnen dit project. De ANB-faunabeheerders en de Jonge Jagers Antwerpen leverden een zeer geapprecieerde bijdrage aan het beheer van muntjak. Bijzondere dank gaat uit naar Gerrit Huybreghts, die als vrijwilliger veel van het cameravalwerk op zich heeft genomen. Deze studie maakte gebruik van data en infrastructuur die beheerd worden door het INBO en gefinancierd zijn door het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek - Vlaanderen (FWO), als onderdeel van de Belgische bijdrage aan LifeWatch. We danken een (anonieme) reviewer voor suggesties ter verbetering van het manuscript.

## Referenties

- Acevedo, P., A.I. Ward, R. Real & G.C. Smith 2010. Assessing biogeographical relationships of ecologically related species using favourability functions: a case study on British deer. *Diversity and Distributions* 16: 515-528.
- Barton, O., A. Gresham, J.R. Healey, L.S. Cordes & G. Shannon 2022. The effects of population management on wild ungulates: A systematic map of evidence for UK species. *PLoS One* 17: e0267385.
- Casaer, J., N. Boone, S. Devisscher, J. Vercammen & T. Adriaens 2015. Best practice voor beheer van Chinese muntjak *Muntiacus reevesi* in Vlaanderen. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, België.
- Casaer, J., T. Milotic, Y. Liefjing, P. Desmet & P.

- Jansen 2019. Agouti: A platform for processing and archiving of camera trap images. *Biodiversity Information Science and Standards* 3: e46690.
- Chapman, N.G. 2021. History of introduction of Reeves' muntjac in Great Britain and ecological characteristics facilitating expansion of feral populations. *European Journal of Wildlife Research* 67: 33.
- Chapman, N.G. 2022. Reeves' Muntjac *Muntiacus reevesi* (Ogilby, 1839). In: L. Corlatti & F.E. Zachos (red.), *Terrestrial Cetartiodactyla*: 29-50. Springer Nature, Cham, Zwitserland.
- Chapman, N.G., M. Furlong & S. Harris 1997. Reproductive strategies and the influence of date of birth on growth and sexual development of an aseasonally-breeding ungulate: Reeves' muntjac (*Muntiacus reevesi*). *Journal of Zoology* 241: 551-570.
- Cooke, A. 2019. Muntjac and water deer: natural history, environmental impact and management: Pelagic Publishing, Exeter, VK.
- Deflem, I., B. D'hondt, Z. De Corte, C. Mouton, A. Van Breusegem, S. Neyrinck, T. Adriaens & J. Mergeay 2022. Een genetische studie van Chinese muntjak in Vlaanderen. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, België.
- Ferretti, F., L. Lazzeri & N. Fattorini 2023. A test of motion-sensitive cameras to index ungulate densities: group size matters. *The Journal of Wildlife Management* 87: e22356.
- GBIF.org 2023. GBIF Occurrence Download. <https://doi.org/10.15468/dl.gfgf4b>
- Geudens, G., D. Van Eykeren, S. Laureys, A. Ghekiere & L. De Bosscher 2009. Vordenstein, Harmonisch Park- en Groenbeheerplan & Geïntegreerd bosbeheerplan. Agentschap voor Natuur en Bos, Antwerpen, België.
- Hemami, M., A. Watkinson & P. Dolman 2004. Habitat selection by sympatric muntjac (*Muntiacus reevesi*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) in a lowland commercial pine forest. *Forest Ecology and Management* 194: 49-60.
- Hollander, H. 2015. Reeves' muntjac (*Muntiacus reevesi*) and sika deer (*Cervus nippon*) in the Netherlands. *Lutra* 58: 45-50.
- Hulme, P.E. 2015. New law risks release of invasive species. *Nature* 517: 21.
- Hurel, P., M. Terlin, F. Derré & A. Barboiron 2018. Le muntjac de Reeves, un nouveau cervidé exotique envahissant nécessitant une réaction rapide. *Faune Sauvage* 321: 22-25.
- McKillen, J., K. Hogg, P. Lagan, C. Ball, S. Doherty, N. Reid, L. Collins & J.T. Dick 2017. Detection of a novel gammaherpesvirus (genus *Rhadinovirus*) in wild muntjac deer in Northern Ireland. *Archives of Virology* 162: 1737-1740.
- Oldoni, D., P. Desmet & P. Huybrechts 2023. *camtrap*: read, explore and visualize camera trap data packages. R package version 0.20.0.
- Palmer, G., P.A. Stephens, A.I. Ward & S.G. Willis 2015. Nationwide trophic cascades: changes in avian community structure driven by ungulates. *Scientific Reports* 5: 15601.
- Raymond, S., A.L. Schwartz, R.J. Thomas, E. Chadwick & S.E. Perkins 2021. Temporal patterns of wildlife roadkill in the UK. *PLoS One* 16: e0258083.
- Ridout, M.S. & M. Linkie 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 14: 322-337.
- Rowcliffe, M. 2023. *activity*: animal activity statistics. R package version 1.3.3.
- Schulz, B. & P. Borkenhagen 2021. Muntjaks (*Muntiacus reevesi*) in Schleswig-Holstein – Beginn einer Invasion, erfolgreiche Bekämpfung oder beides ein bisschen? *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen*: 83-92.
- Segar, J., H.M. Pereira, L. Baeten, M. Bernhardt-Römermann, P. De Frenne, N. Fernández, F.S. Gilliam, J. Lenoir, A. Ortmann-Ajkai & K. Verheyen 2022. Divergent roles of herbivory in eutrophying forests. *Nature Communications* 13: 7837.
- Shilai, M., W. Yingxiang & X. Longhui 1986. Taxonomic and phylogenetic studies on the genus *Muntiacus*. *Acta Theriologica Sinica* 6: 191-208.
- Smith-Jones, C. 2004. Muntjac: managing an alien species. Coch Y Bonddu Books, Machynlleth, VK.
- Smith-Jones, C. 2022. A guide to the deer of the world. Quiller Publishing, Merrywalks, VK.
- Sun, Y., H. Hu, C. Gong, D. Yang, L. Su, P. Li, Y. Li, Y. Liu, X. Wu & H. Zhang 2022. Diversity and vertical distribution patterns of wildlife in Tianzhusan, Shaanxi Province, China. *Biodiversity Data Journal* 10: e79923.
- Vazquez, C., M. Rowcliffe, K. Spoelstra & P.A. Jansen

2019. Comparing diel activity patterns of wildlife across latitudes and seasons: Time transformations using day length. *Methods in Ecology and Evolution* 10: 2057-2066.
- Wäber, K., J. Spencer & P.M. Dolman 2013. Achieving landscape-scale deer management for biodiversity conservation: The need to consider sources and sinks. *The Journal of Wildlife Management* 77: 726-736.
- Ward, A.I., S. Richardson & J. Mergely 2021. Reeves' muntjac populations continue to grow and spread across Great Britain and are invading continental Europe. *European Journal of Wildlife Research* 67: 34. DOI: 10.1007/s10344-021-01478-2
- Zini, V., K. Wäber & P.M. Dolman 2023. Relative influence of inter-and intraspecific competition in an ungulate assemblage modified by introduced species. *Journal of Mammalogy* 104 (4): 879-891. DOI: 10.1093/gyad030

## Samenvatting

De Chinese muntjak (*Muntiacus reevesi*) is in Vlaanderen inmiddels een gevestigde soort. Het aantal waarnemingen is sterk toegenomen vanaf 2012, met een voorlopige piek in 2020. Het zwaartepunt van de waarnemingen ligt in de oostkant van de agglomeratie Antwerpen, waar de soort uit een groot privaat domein is ontsnapt. Om ons begrip van deze exoot uit te bouwen, wordt de muntjak in het

domein Park Vordenstein (gemeente Schoten) gemonitord, en ook bestreden. De monitoring gebeurt door middel van cameravallen, de bestrijding door middel van afschot. In deze campagne (2020-2022) werden muntjaks in het park frequent, maar eerder lokaal waargenomen. De soort is vooral tijdens de schemering actief (met name 's avonds) en vermijdt daarmee mensen eerder in de tijd dan in de ruimte. De beelden bevestigen de muntjak als een solitair dier. Het gedrag (bv. bronst, conflicten) in Park Vordenstein wijst op een normale, gezonde populatie. Op twee beeldsequenties werd een muntjak achtervolgd door vos. Tijdens de campagne werden tien dieren geschoten, voornamelijk door aanzit (511 metingen). Hoewel de ervaring nog beperkt is, lijkt aanzit gebaat te zijn bij een nauwe aansluiting met de analyse van de cameravallen, een uitgebreid tijdsvenster voor afschot, en een aanvulling met bersen. Hoewel afschot in beide jaren leidde tot een terugval in het aantal waarnemingen, geraakten de aantallen gauw hersteld. De plaatselijke populatie blijkt dus veerkrachtig, al is over het aandeel van immigratie voorlopig niets bekend. Gelet op de internationale verplichting om de zorgwekkende uitbreiding van de muntjak af te remmen, zullen acties worden voortgezet.

*Ontvangen / Received: 12 september 2023*  
*Geaccepteerd / Accepted: 24 oktober 2023*