

Voorwoord

De winter van 2021 markeerde een bijzondere periode van vleermuistellingen in winterverblijven. Het was niet alleen 40 jaar na de publicatie in 1980 van een eerste overzicht van de tellingen in Nederland en (bijna) 25 jaar na het begin van het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen, maar ook de winter waarin de tellingen door de COVID-19 pandemie in heel Nederland en Vlaanderen niet doorgingen.

In een special mag een historische terugblik op het telwerk natuurlijk niet ontbreken. Daarom beginnen we deze *Lutra* met *Tachtig jaar vleermuiswintertellingen: van ringen naar monitoren en beschermen* (Glas), dat een heldere kijk op het verleden biedt. De huidige wintertellingen worden ingeleid door een overzicht van de overwinterende vleermuizen in Nederland in 1986-2020 (La Haye & van der Meij), waarin de trends van de diverse vleermuissoorten in de afgelopen 35 jaar worden geschetst. Deze *Lutra special* over de overwinterende vleermuizen in Nederland en Vlaanderen wordt vervolgd met vier regionale artikelen, over de Limburgse Mergelgroeven (Weinreich & Verheggen), de Vlaamse mergelgroeven (Palmans), de Nieuwe Hollandse Waterlinie (Buys et al.) en de Nederlandse Kust (Mostert et al.), regio's met een gebiedseigen karakter, waar tellingen al decennia worden uitgevoerd. De hieruit voortvloeiende, fraaie telreeksen bieden een heldere blik op de veranderingen in aantallen en soor-

tensamenstelling van overwinterende vleermuizen in deze regio's.

Vleermuiswinterverblijven met een bijzonder verhaal worden apart toegelicht in artikelen over de Voorberg en de Jezuietenberg (Beckers), Klein Heidekamp (Glas & Kaal), de Amsterdamse Waterleiding Duinen (Lange et al.) en Meijndel en Uilenbosch (Lina et al.). In de bijdrage over Fort Steendorp, in de omgeving van Antwerpen, worden visuele tellingen vergeleken met geautomatiseerde tellingen via een infrarood lichtbarrière (Lefevre et al.), een voorproefje van de technische ontwikkelingen rond monitoring en een handig extra hulpmiddel wanneer veiligheidsproblemen sommige winterverblijven ontoegankelijk maken voor de tellers. Daarnaast zijn er enkele meer ecologisch getinte bijdragen, over het bijzondere verschijnsel massawinterverblijven van dwergvleermuizen (Jansen et al.) en over de relatie tussen grootoren en koude (Bekker). In Noord-Holland is gezocht naar een relatie tussen aantallen vleermuizen, buitentemperaturen en de aard van de winterverblijven (van Zuijlen & Groenendijk). In Noord-Limburg is nauwgezet onderzoek gedaan naar aantallen vleermuizen en de relatie met buitentemperaturen onder invloed van klimaatverandering (Verhees et al.). Sluitstuk van deze bijdragen over vleermuistellingen in winterverblijven is de beschrijving van een zeldzame waarneming van een grote hoefijzerneus in een bunker in de duinen (Mostert & Dijkhuizen).

In diverse artikelen komt terug dat de tellingen van overwinterende vleermuizen in de loop der jaren van karakter zijn veranderd; van onderzoek is de focus verschoven naar monitoring, maar ook op enkele andere vlakken zijn de tellingen geëvolueerd. Een duidelijk voorbeeld is de gebruikte verlichting tijdens de tellingen in de donkere winterverblijven. Deze is in de loop der tijd sterk verbeterd; in een aantal bijdragen wordt hier expliciet aan gerefereerd (bijv. Weinreich & Verheggen, Palmans). De tijd van carbidlantaarns is inmiddels echt 'historie', hogedruklampen (Petro-max of Tilley) en mijnlampen werden alleen nog in de jaren 1990 gebruikt, waarna kryptonlampen met drie of vier staaftbatterijen hun intrede deden. Op dit moment beschikt praktisch iedere vleermuisteller over een handzame zaklamp met led-lichtbron, al dan niet aangevuld met een hoofdlamp. Met dergelijke sterke lampen, gecombineerd met spiegels, soms met uitschuifbare steel, kunnen vleermuizen in kieren en spleten gemakkelijker worden opgespoord en gedetermineerd. Met het gebruik van een combinatie van een verrekijker en een daaronder geklemde ledlamp, en eventueel een camera, is de kans om ook op grotere hoogte hangende of weggekropen vleermuizen op soort te determineren waarschijnlijk toegenomen. Het aantal niet met zekerheid op naam te brengen vleermuizen, vaak aangeduid als 'indet'-jes, is hierdoor de laatste jaren sterk verminderd (door Palmans treffend geïllustreerd). Het zijn deze ontwikkelingen in de wijze van tellen, naast het verbeteren van winterverblijven en ecologische fenomenen als veranderende overwinteringsvoorkeuren, die het interpreteren van trends ingewikkeld maken. Een waargenomen trend is nooit 'zomaar' een een-op-een weergave van de populatieontwikkeling van een soort. De reeks aan artikelen in deze *Lutra-special* laat eens te meer zien dat er nog ongelooflijk veel te ontdekken valt, zeker wat betreft de populatie-ecologische aspecten van diverse vleermuissoorten. Tegelijkertijd laten de artikelen zien hoe belangrijk monitoring is en dat de

strikte bescherming sinds de jaren 1970-1980 wel degelijk heeft geleid tot een herstel van populaties. Alles bij elkaar wordt er al jarenlang een schat aan informatie verzameld door honderden tellers die hobby koppelen aan wetenschap, een combinatie die hopelijk nog vele decennia zal worden volgehouden.

Deze uitgave had niet tot stand kunnen komen zonder de jarenlange, soms decennialange, onbaatzuchtige inspanningen van tellers. Hetzelfde geldt voor de telleiders en voor de provinciale en landelijke coördinerende gremia, die ook voor de benodigde ontheffingen zorgen. Bij veel tellers zal een onwillekeurige vergelijking met vorige tellingen vaak bepalend zijn voor hoe de vleermuisstand ervaren wordt. De 38 verschillende auteurs van de 17 bijdragen in deze *Lutra special* hebben voor een groot aantal winterverblijven de vleermuistellingen van periodes tot 40 jaar bondig weten te presenteren, waarmee een betrouwbaar beeld geboden wordt van het wel en wee van de verschillende vleermuissoorten. De redactie van de *Lutra special* is al deze auteurs erkentelijk voor hun inzet en creativiteit om hun visie op winterslapende vleermuizen in Nederland en Vlaanderen te beschrijven.

De uitgave voor de vaste abonnees van deze *Lutra special* verschijnt in het Engels. Om de gegevens en uitkomsten van de jarenlange tellingen breed toegankelijk te maken, hebben de redactie van deze *Lutra special* en het bestuur van de Zoogdiervereniging besloten om voor alle tellers, telleiders, eigenaren van winterverblijven, subsidiegevers en, last but not least, de auteurs een integraal naar het Nederlands vertaalde versie beschikbaar te stellen.

De redactie van de *Lutra special*

Jan Piet Bekker
Maurice La Haye
Kees Mostert
Eric Thomassen
Ben Verboom
Hans Weinreich

Tachtig jaar vleermuiswintertellingen: van ringen naar monitoren en beschermen

Gerhard Glas

Beatrixstraat 2, 6824 LR Arnhem, Nederland, e-mail: gerhardglas@kpnmail.nl

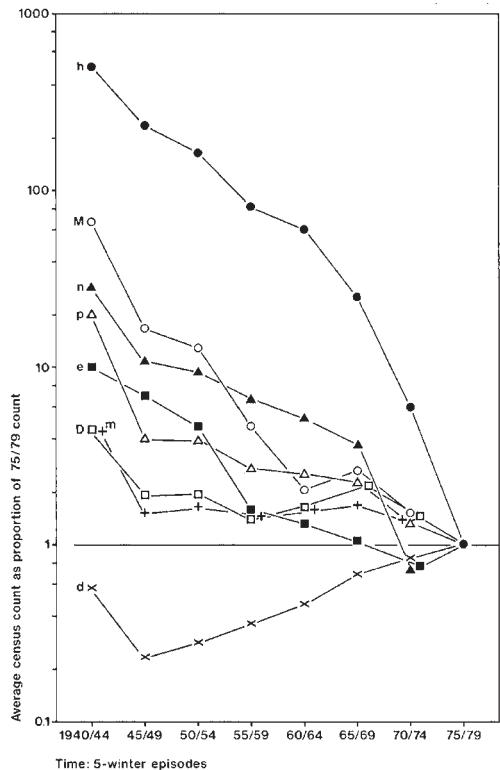
Veertig jaar geleden beschreef een collectief van auteurs de aantalsontwikkelingen van een aantal vleermuissoorten in Nederland in een themanummer van *Lutra*: 'De Nederlandse vleermuizen: Bestandsontwikkelingen in winter- en zomerkwartieren' (Daan et al. 1980). Aanleiding was de wettelijke bescherming vanaf 1973 van alle vleermuizen op grond van de Natuurbeschermingswet, terwijl ongeveer gelijktijdig de overheidsfinanciering van vleermuisonderzoek steeds onzekerder werd en daarmee ook de beschikbaarheid van kennis over vleermuizen. Onder betrokkenen groeide het besef van de noodzaak tot meer samenwerking en informatie-uitwisseling. De 'vleermuiswereld' bestond uit medewerkers van twee universitaire onderzoeksgroepen (Rijksuniversiteit Utrecht en de Universiteit van Amsterdam), twee overheidsorganisaties op het gebied van natuurbeheer (Rijksinstituut voor Natuurbeheer en Staatsbosbeheer en twee natuurhistorische musea, Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden en het Natuurhistorisch Museum te Maastricht), verder twee groepen vrijwilligers (Zoogdierwerkgroep van de NJN, (A)CJN en 'groevenlopers' van de Studiegroep Onderaardse Kalksteengroeven, onderdeel van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg) en buiten deze organisaties een aantal actueel of voorheen in vleermuizen geïnteresseerden, in totaal circa 40 personen. Uit de beantwoor-

ding van een onder dezen uitgezette enquête bleek ruime steun te bestaan voor het instellen van een coördinatieoverleg. Vertegenwoordigers uit de zes eerstgenoemde groepen vormden in 1976 de Commissie voor Onderzoek en Bescherming van Vleermuizen, die zich aansloot bij de VZZ (nu: Zoogdiervereniging) en uitgebreid werd met deelname vanuit het voor vleermuisbeleid verantwoordelijke Ministerie (Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk). De Commissie adviseerde over uitvoering van de vleermuistellingen en het verlenen van de hiervoor sedert 1973 noodzakelijke ontheffingen. Ook realiseerde de Commissie zich direct dat een beter inzicht in de bestandsontwikkelingen vereist was als onderbouwing van de noodzaak en uitvoering van beschermingsmaatregelen. Besloten werd alle beschikbare gegevens van tellingen bijeen te brengen en te publiceren. Dit resulteerde in genoemd themanummer van *Lutra*, met bijdragen van 17 auteurs, waaronder een concluderend hoofdstuk.

De meeste beschikbare gegevens hadden betrekking op de Zuid-Limburgse mergelgroeven. Een groot deel daarvan was afkomstig uit het ringonderzoek dat werd gestart door de grondlegger van het vleermuisonderzoek in Nederland (L. Bels, 1952) en dat als onderzoek vanuit de vakgroep Zoölogie van de Universiteit van Utrecht werd voortgezet. Nadat het ringen hier in 1957 stopte zijn de "Utrechtse" gegevens nadien meer als tellingen dan als vangsten te zien. Onderzoek vanuit de vakgroep Dierfysiologie van de Univer-

siteit van Amsterdam, in de periode tussen 1950 en 1970, was gericht op de relatie tussen klimatologie en winterslaap in de groeven en vereiste inventarisaties aan de hand van plattegronden van de groeven. Vele nieuwe plattegronden werden gemaakt door deelnemende medewerkers van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer. De “Amsterdamse” gegevens betroffen enerzijds volledige inventarisaties, anderzijds liepen de onderzoeken meestal slechts enkele winters, en werden per onderzoek andere groeven onderzocht, waardoor het aantal groeven met lang doorlopende reeksen tellingen beperkt bleef. Slechts ten dele en pas vanaf circa 1965 konden inventarisaties door vrijwilligers, met name van de Zoogdierwerkgroep van de NJN, (A)CJN en de ‘groevenlopers’, voor aanvullingen zorgen. Van de circa 35 mergelgroeven die beschouwd werden als de op dat moment voor vleermuizen belangrijkste, bleken er van 16 voldoende gegevens voor berekening van een trend voor acht soorten, zij het op basis van gemiddelde aantallen per periode van vijf winters. Leemten in de telreeksen hadden als gevolg dat gegevens van minder mergelgroeven bruikbaar waren voor de trendberekeningen. Onder meer de groeven in het Nederlandse deel van de St. Pieterberg, waar oorspronkelijk de hoogste aantallen vleermuizen werden gevonden, bleven hierdoor buiten beschouwing. De berekeningen op basis van totaalaantallen maakten de significante achteruitgang van ‘vroeger’ tot ‘nu’ meteen duidelijk (Daan 1980). De grafiek met logaritmische schaal op basis van deze berekeningen (figuur 1) was een veel geciteerde bron en werd daarmee iconisch.

Voor de vraag of het werkelijk om een landelijke dan wel een regionale trend ging, werd gekeken naar gegevens elders uit het land. Het aantal bekende winterkwartieren buiten de mergelgroeven bleek echter zeer beperkt, wat betreft zowel aantal als geografische spreiding. Het Utrechtse ringonderzoek werd vanaf 1950 uitgebreid naar een aantal gemetselde forten van de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Staatsbosbeheer en RIVON (voorgan-



Figuur 1. Relatieve aantallen vleermuizen in 16 mergelgroeven, ten opzichte van het overeenkomstige census-gemiddelde voor de winters 1975/1979. h = *Rhinolophus hipposideros*; M = *Myotis myotis*; n = *M. nattereri*; p = *Plecotus* sp.; e = *M. emarginatus*; m = *M. mystacinus*; D = *M. dasycneme*; d = *M. daubentonii* (overgenomen uit Daan 1980).

ger van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer) deden rond 1960 onderzoek naar kasteelkelders en rond 1967 naar ijskelders als winterkwartier. Met daarbij enkele ‘toevalsvondsten’ waren, buiten de mergelgroeven, niet meer dan 55 objecten bekend als winterkwartier, grotendeels binnen een beperkt gebied in centraal Nederland. Het betrof 17 forten en andere gemetselde verdedigingswerken, een 7-tal kasteelkelders, 21 ijskelders en 8 ‘overige’ objecten, plus twee kort tevoren voor het eerst bezochte betonnen bunkercomplexen. Van langjarige telreeksen was echter alleen sprake bij een deel van de forten. Van kas-

teelkelders en ijskelders waren vrijwel alleen gegevens bekend van kort na de ontdekking. Voor het verkrijgen van recente gegevens werden in de winters van 1977 en 1979 ongeveer 30 objecten opnieuw bezocht. De getalsmatig bescheiden gegevens uit deze drie categorieën objecten ondersteunden de gevonden trends voor de mergelgroeven. In het samenvattende hoofdstuk werd dan ook benadrukt dat de wettelijke bescherming van vleermuizen samen zou moeten gaan met beschermingsmaatregelen. Verder werd gesteld dat kennis uit meer onderzoek nodig was voor de keuze van effectieve maatregelen.

De 17 auteurs van het themanummer vormden rond 1980 ongeveer de helft van alle op dat moment professioneel dan wel als vrijwilliger actief bij vleermuizen, onderzoek en tellingen betrokken personen. Dit aantal nam in de navolgende jaren geleidelijk toe en verschillende van hen, vaak op basis van ervaring opgedaan in de mergelgroeven, ontdekten nieuwe winterkwartieren die veelal ook jaarlijks werden geteld. Ook deze tellingen werden gecoördineerd door de Commissie, inclusief de benodigde ontheffingen. In de winter van 1987 werden buiten de mergelgroeven door 25 'tellingleidrs' al 140 objecten geteld met meer dan 2000 vleermuizen als totaalresultaat. Een nieuwe impuls was te danken aan de start in 1987 van het Vleermuis-atlasproject (VAP) dat veel nieuwe vleermuiswerkers aantrok voor het verspreidingsonderzoek met behulp van bat-detectors. Ook hiervan gingen velen mee met wintertellingen, deden daar enthousiasme en ervaring op en zorgden ervoor dat meer objecten als winterkwartier bekend werden. Daaronder de eerste speciaal voor de overwintering van vleermuizen nieuwgebouwde vleermuiskelders, naast bestaande objecten die de oorspronkelijke functie hadden verloren zoals eerder de ijskelders. Vanaf 1990 werden alle wintertellingen gecoördineerd vanuit het bestuur van de Vleermuiswerkgroep Nederland (VLEN), evenals de inmiddels opgeheven Commissie deel uitmakend van de VZZ.

Intussen nam uit oogpunt van natuurbeleid de behoefte toe aan beter inzicht in de actuele verspreiding en aantalsontwikkelingen van plant- en diersoorten. Zo werd de populatieontwikkeling van overwinterende vleermuizen in de mergelgroeven van Zuid-Limburg nog eens in kaart gebracht (Weinreich & Oude Voshaar 1987). Naast de Nationale Databank Flora en Fauna voor verspreidingsgegevens leidden deze ontwikkelingen tot afspraken met soortenorganisaties, zoals de VZZ over monitoring-projecten voor bepaalde soorten en soortgroepen. Na een vooronderzoek, o.a. naar de geschiktheid van de wintertellingen als instrument voor aantalsmonitoring en eventueel verspreidingsmonitoring (de Wijs 1995) leidde dit tot het project Zoogdiermonitoring als opdracht van verschillende overheden, waaronder het Ministerie van LNV, aan de VZZ. Uit het invoeren en analyseren van de tot 1995 uitgevoerde wintertellingen werd bepaald dat de gegevens vanaf de winter van 1986 als startjaar van de monitoring konden gelden. Ingevolge deze opdracht nam het bureau van de VZZ de organisatie van de wintertellingen over. De inmiddels ingeburgerde werkwijze van 'getrapte' coördinatie via de diverse ontstane provinciale zoogdier- en vleermuiswerkgroepen bleef gehandhaafd. Wel werd een wat strakker protocol vastgesteld voor het uitvoeren van de wintertellingen, met onder meer een beter begrensde telperiode. Ook werden bij elkaar gelegen gebouwen die voorheen als één complex en object werden beschouwd, maar niet altijd alle werden geteld, voor de vergelijkbaarheid van de tellingen alle als aparte objecten genummerd. Verder wordt sindsdien fotografisch bewijs gevraagd voor zeldzame soorten die voor het eerst in een object worden aangetroffen. In mergelgroeven gaat het om hoefijzerneuzen, Bechsteins vleermuis, grijze grootoorvleermuis en mopsvleermuis. Buiten de groeven gaat het bovendien om vale vleermuis, ingekorven vleermuis en meervleermuis.

Kwamen de wintertellingen van vleermuizen tot het eind van de jaren 1960 vooral voort uit het wetenschappelijke ringonder-

zoek in de mergelgroeven aan trekgedrag en aan de fysiologie van winterslaap, in de daarop volgende decennia kreeg men ook vanuit het natuurbeleid steeds meer aandacht voor aantalsmonitoring, trends en beschermingsmaatregelen. Inmiddels is de natuurtoets, waarbij te verwachten effecten op de in het gebied voorkomende beschermde flora en fauna van een ingreep worden getoetst aan de Wet natuurbescherming, verplichte kost voor de projectontwikkelaar. Dit gaat ook gepaard met meer kennis over en ervaring met vleermuizen bij onderzoeksbureaus. Met de decentralisering van het Rijksnatuurbeleid naar de provincies zien we ook daar de belangstelling toenemen voor monitoring van vleermuizen. En ook in het Europese netwerk van beschermde natuurgebieden Natura 2000 is er toenemende aandacht voor vleermuisfuncties, waaronder zwermen en overwintering, en voor de bescherming en ontwikkeling daarvan. Jaarlijkse monitoring is en blijft een essentieel middel om deze bescherming vorm te geven.

Nu, veertig jaar na het themanummer uit 1980, is in de winter van 2020 door toen nog onvoorstelbare aantallen telleiders en medetellers, in toen nog onvoorstelbare aantallen objecten (inclusief mergelgroeven) bij elkaar, het toen onvoorstelbare aantal van bijna 20.000 winterslapende vleermuizen geteld.

Gebleven is het enthousiasme voor deze vorm van vleermuisonderzoek, gebleven is ook het zoeken van verklaringen voor de veranderingen in de telresultaten.

Dankwoord: Mijn dank gaat uit naar Dr. A.M. Voûte voor zijn hulp bij het reconstrueren van de geschiedenis tot circa het midden van de jaren 1990.

Literatuur

- Bels, L. 1952. Fifteen years of bat banding in the Netherlands. Publicatie Natuurhistorisch Genootschap Limburg 5: 1-99.
- Daan, S. 1980. Long term changes in bat populations in the Netherlands: a summary. In: S. Daan, G.H. Glas & A.M. Voûte (eds). Lutra 22 (1-3): 95-105.
- Daan, S., G.H. Glas & A.M. Voûte et al. (red.) 1980. De Nederlandse vleermuizen: Bestandsontwikkelingen in winter- en zomerkwartieren. Lutra 22 (1-3).
- de Wijs, R. 1985. Zoogdiermonitoring. Zoogdier 6 (1): 22-26.
- Weinreich J.A. & J.H. Oude Voshaar 1987. Populatieontwikkeling van overwinterende vleermuizen in de mergelgroeven van Zuid-Limburg (1943-1987): 1-62. Rapport 87/13. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, Nederland.

Ontvangen: 21 februari 2021

Geaccepteerd: 25 augustus 2021

Overwinterende vleermuizen in Nederland in 1986-2020 op basis van het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen

Maurice La Haye¹ & Tom van der Meij²

¹ Zoogdiervereeniging, Postbus 6531, 6503 GA Nijmegen, Nederland,
e-mail: maurice.lahaye@zoogdiervereeniging.nl

² CBS, Postbus 24500, 2490 HA Den Haag, Nederland

Samenvatting: In Nederland (en Vlaanderen) worden sinds de jaren 1930 overwinterende vleermuizen onderzocht in veelal ondergrondse winterverblijven. In de loop van de tijd is de focus verschoven van ecologisch en fysiologisch onderzoek naar monitoring. Sinds 1986 worden deze tellingen uitgevoerd in het kader van het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen. Het CBS berekent jaarlijks voor zeven vleermuissoorten die in 'klassieke' winterverblijven overwinteren de landelijke (winter)trends. Het belang van de tellingen is in de loop van de jaren toegenomen. Niet alleen doordat de telreeksen qua lengte toenemen en alleen al daarom steeds belangrijker worden, maar ook omdat de teldata steeds vaker een belangrijke rol spelen in het natuurbeleid, waarbij het gebruik van de data voor de Habitatrichtlijn-rapportages het meest in het oog springen. Vrijwel alle vleermuissoorten die gevolgd worden laten een significant 'sterke of matige toename' zien. Dat wil zeggen dat de getelde aantallen sinds 1986 toegenomen zijn. Tegelijk is er ook altijd twijfel in hoeverre betere en meer tellingen of een reële toename in aantallen verantwoordelijk zijn voor de positieve trends. Helaas is er een gebrek aan onderzoek naar de populatie-ecologische mechanismen van de trends. De landelijke trend van een aantal vleermuissoorten lijkt inmiddels te stabiliseren. Het is afwachten hoe de trends zich de komende jaren zullen ontwikkelen.

Kernwoorden: winterslaap, monitoring, trends, tellingen, populatie, winterverblijf, vrijwilligers, provincies, Nederland.

Inleiding

In Nederland en Vlaanderen worden sinds de jaren 1930 overwinterende vleermuizen onderzocht in veelal ondergrondse winterverblijven, met tot aan de jaren 1980 vooral aandacht voor de mergelgroeves. In deze *Lutra-special* worden een groot aantal actuele onderzoeken en resultaten van de activiteiten in de afgelopen decennia gepubliceerd. Om de verschillende bevindingen en resultaten van de Nederlandse bijdragen te kunnen dui-

den, schetsen we in dit artikel eerst hoe trends worden berekend en geven we een landelijk beeld van de tellingen van overwinterende vleermuizen in Nederland en de lange termijn ontwikkelingen. De Vlaamse bijdragen staan meer op zichzelf, maar zijn niet minder interessant. Eens te meer wordt met alle artikelen duidelijk hoe uniek de Nederlandse en Vlaamse telgegevens van overwinterende vleermuizen zijn en hoeveel tijd en energie jaarlijks door honderden, vrijwilligers wordt besteed aan het tellen van vleermuizen en hoe zorgvuldig (terrein)eigenaren omgaan met de aanwezige vleermuiswinterverblijven.

In 1930, toen de eerste 'tellingen' werden

© 2022 Zoogdiervereeniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdiervereeniging.nl>

uitgevoerd, lag de focus vrijwel geheel op onderzoek aan overwinterende vleermuizen. In de loop van de tientallen jaren daarna is de aandacht veel meer verschoven naar monitoring van de diverse vleermuissoorten (zie Glas 2022, in dit nummer). Vanaf ca. 1980 nemen de tellingen een hoge vlucht en sindsdien worden jaarlijks honderden overwinteringsverblijven door vrijwilligers geteld. Dit heeft de basis gelegd voor het latere NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen.

Het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen is één van de meetprogramma's binnen het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM), wat een samenwerkingsverband is van overheden ten behoeve van de inwinning van natuurgegevens voor het (inter) nationale natuurbeleid. Partners in het NEM zijn de ministeries van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en Infrastructuur en Waterstaat (Rijkswaterstaat), Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en provincies. De uitvoering van de monitoring, het daadwerkelijk verzamelen van natuurgegevens door tellingen, gebeurt veelal door vrijwilligers onder begeleiding van een provinciale coördinator die in een provincie als aanspreekpunt fungeert. De Zoogdiervereniging verzorgt het landelijk inzamelen van de data, regelt machtigingen en ontheffingen, controleert de tellingen in samenwerking met het CBS. Het CBS berekent de trends en publiceert de landelijke trendcijfers in samenwerking met de Zoogdiervereniging.

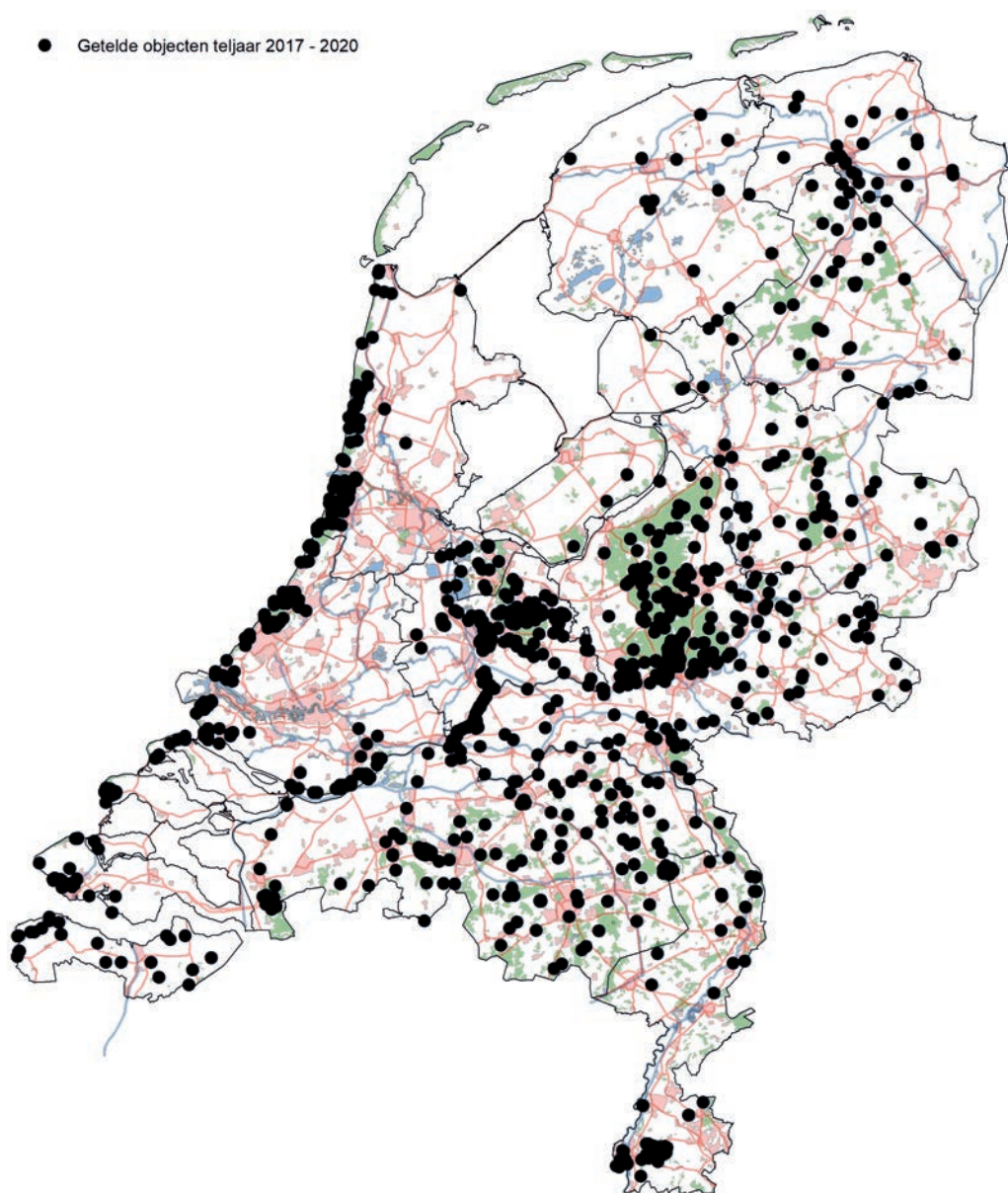
Alle in Nederland van nature voorkomende soorten vleermuizen houden een winterslaap. Een fors aantal vleermuissoorten overwintert daarbij in (ondergrondse) winterverblijven die voor mensen toegankelijk zijn, zoals mergelgroeven, bunkers, (ijs)kelders en forten. Het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen richt zich specifiek op deze groep van soorten. Vleermuissoorten die bijvoorbeeld overwinteren in boomholtes of spouwmuren van huizen of op andere niet of nauwelijks telbare locaties worden niet gemoni-

nitord in dit meetprogramma. Deze 'niet telbare' vleermuissoorten worden gemonitord in alternatieve NEM Meetprogramma's als het meetprogramma NEM Zoldertellingen Vleermuizen en NEM Vleermuis Transecttellingen.

Materiaal en methoden

In 2020 waren in Nederland ca. 1800 objecten geregistreerd als vleermuiswinterverblijf (figuur 1 en figuur 2). In de praktijk zullen veel meer (ondergrondse) objecten gebruikt worden als winterverblijf, maar dit zijn objecten die we nog niet kennen, verblijven die we niet herkennen als winterverblijf en/of nog niet geregistreerde winterverblijven. Feitelijk kan elk object of verblijf waar vleermuizen overwinteren worden aangemeld voor tellingen en geregistreerd worden als overwinteringslocatie, maar in de praktijk gaat het vrijwel altijd om ondergrondse, wat grotere winterverblijven (minimaal enkele m³) met een constante temperatuur en hoge luchtvochtigheid, die toegankelijk zijn voor tellers en waar met enige regelmaat vleermuizen overwinteren.

Meer dan 80% van deze geregistreerde winterverblijven wordt jaarlijks gecontroleerd op de aanwezigheid van vleermuizen. In de praktijk lukt het nooit om alle objecten te tellen, omdat tellers ziek kunnen zijn, de sleutel van een object zoek is, een verblijf niet meer toegankelijk is of tellers krijgen om andere redenen geen toestemming voor het betreden van een verblijf. Sommige winterverblijven worden bewust overgeslagen omdat er naar verwachting weinig of geen vleermuizen aanwezig zijn. Daarnaast kan een verblijf onveilig zijn door instortingsgevaar en daardoor afgekeurd voor betreding door tellers, een verschijnsel dat zich vooral voordoet bij de mergelgroeven in het Limburgse heuvelland (zie ook Weinreich & Verheggen 2022, in dit nummer). Het zo nu en dan niet kunnen tellen is meestal niet zo'n groot probleem, juist omdat zoveel andere winterverblijven wel worden

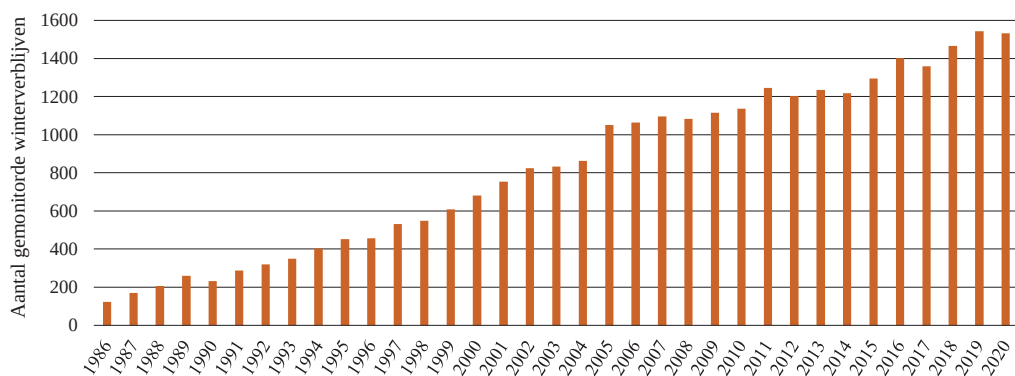


Figuur 1. Ligging van winterverblijven in Nederland, anno 2020.

geteld. Het streven is en blijft echter om zoveel mogelijk objecten jaarlijks te tellen, omdat dat trends met de minste onzekerheden oplevert.

Tellingen van overwinterende vleermuizen worden standaard uitgevoerd in de periode 16 december t/m 15 februari, omdat gedurende deze periode de grootste aantallen overwinte-

rende vleermuizen aanwezig zijn in een object en de aantallen relatief stabiel zijn. Desondanks fluctueren de aantallen vleermuizen in een winterverblijf gedurende de gehele winterperiode om allerlei redenen, bijvoorbeeld door seizoens- en temperatureffecten, verstoring of door interne fysiologische prikkels



Figuur 2. Aantallen getelde winterverblijven per winterseizoen in de periode 1986-2020.

(zie bijvoorbeeld Beckers 2022, in dit nummer). Door objecten jaarlijks op min of meer hetzelfde moment (een vast telweekend of een vaste telperiode) te monitoren, wordt getracht de ‘ruis’ die dit kan veroorzaken in de trends te minimaliseren.

Nota bene, de officiële telperiode valt elke winter in twee kalenderjaren, maar omdat de telperiode na de jaarwisseling het langst is, wordt doorgaans het meest recente kalenderjaar als het officiële teljaar gebruikt in verslagen, rapporten en artikelen en ook in deze Lutra-special. Het teljaar 2020 heeft dus feitelijk betrekking op de periode 16 december 2019 t/m 15 februari 2020.

Aantallen objecten per provincie

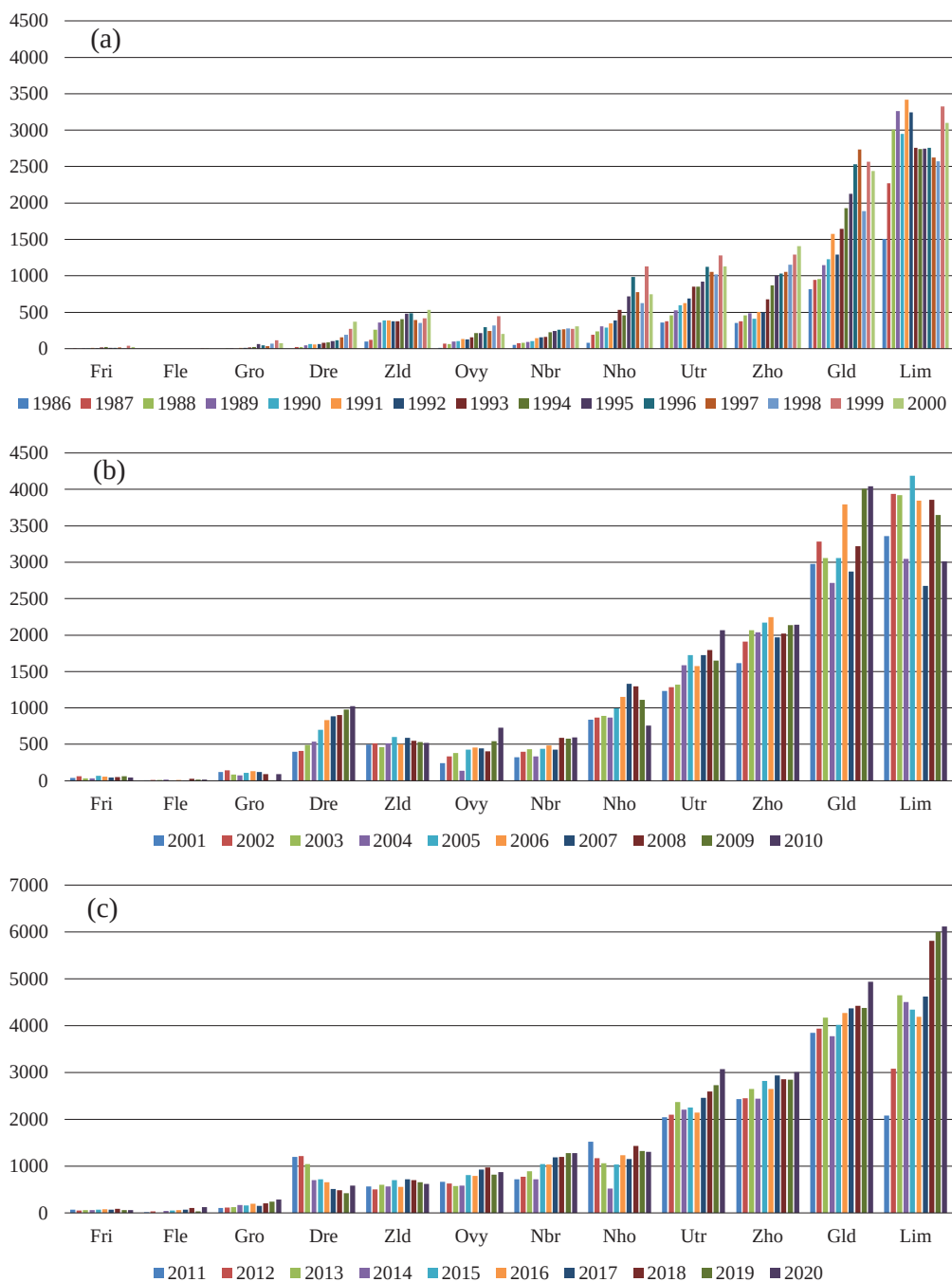
De provincies Zuid-Holland en Gelderland zijn tegenwoordig met ieder meer dan 300 getelde winterverblijven de provincies met de grootste aantallen winterverblijven, maar de provincies Utrecht en Limburg zijn eveneens van groot belang. Meer dan 60% van de getelde winterverblijven ligt in deze vier provincies, wat te maken heeft met de aanwezigheid van mergelgroeven (Limburg) en historische verdedigingslinies (bunkercomplexen in de kustzone en op de Veluwe en de Nieuwe Hollandse Waterlinie (zie Buys et al. 2022, in dit nummer). Mogelijk zijn er in Groningen en Friesland nog wel winterverblijven te ont-

dekken in oude steenovens, rioolsystemen, kelders onder kerken of boerderijen of mogelijk zelfs sluiscomplexen of ijskelders.

Soorten en aantal vleermuizen per provincie

De aantallen getelde vleermuizen per provincie worden in figuur 3a-c weergegeven. In de provincies Utrecht, Gelderland, Zuid-Holland en Limburg worden jaarlijkse enige duizenden vleermuizen geteld. De aantallen getelde vleermuizen in deze provincies zijn stabiel of zelfs licht toenemend (mogelijk samenhangend met een groter aantal getelde objecten). In de provincies Noord-Holland, Noord-Brabant en Overijssel worden rond de 1000 vleermuizen per jaar geteld. In de provincie Drenthe en Zeeland is de laatste jaren sprake van een daling van het aantal getelde vleermuizen (wat samenhangt met specifieke soorten die minder worden geteld), al worden in deze provincies nog steeds 500-600 vleermuizen geteld. In Groningen worden nog geen 300 vleermuizen geteld, maar het aantal neemt wel elk jaar toe. In Friesland en Flevoland worden de minste vleermuizen geteld, ca. 100 in Flevoland en ca. 60-80 in Friesland.

De aantallen getelde winterverblijven per provincie verschillen van jaar tot jaar, wat, zoals gezegd, allerlei redenen kan hebben. Deze schommelingen in het aantal getelde



Figuur 3. Het aantal getelde vleermuizen per provincie in de periode (a) 1986 t/m 2000, (b) 2001 t/m 2010 en (c) 2011 t/m 2020 (let op: aangepaste y-as).

winterverblijven, en daarmee de getelde aantallen vleermuizen, maken het lastiger om trends te berekenen. Een oplossing hiervoor is beschreven in Weinreich & Oude Voshaar (1987). Deze onderzoekers hebben gerekend aan de tellingen van vleermuizen in mergelgroeves. Weinreich & Oude Voshaar (1987) verbeterden de telmethode van Daan (1980), die uitging van gemiddelde aantallen per periode van vijf jaar, door voor ontbrekende tellingen eerst een zo goed mogelijke schatting van de verwachte aantallen te maken op basis van de tellingen in naburige winterverblijven en eerdere tellingen. Daardoor kan voor elk telseizoen een volledige optelling gemaakt worden van de aantallen overwinterende vleermuissoorten. De methode is daarna door het CBS verder verfijnd in het statistisch programma Trim: een computerprogramma dat gebruik maakt van een statistisch model om data bij te schatten en een trend te berekenen. In het geval van een analyse met Trim wordt een formule gebruikt die veronderstelt dat het getelde aantal individuen van een specifieke vleermuissoort afhangt van verschillen tussen de jaren (jaareffect) en verschillen tussen de winterverblijven (plot-effect). De truc daarbij is dat de formule in een iteratieve rekensessie zo wordt verbeterd dat de berekende waarden zo goed mogelijk passen bij alle getelde gegevens. Met méér telgegevens, meer getelde winterverblijven, is beter te zien hoe goed het model past, maar is geen volledig gevulde dataset nodig.

Indexen

De trends van de verschillende vleermuissoorten worden weergegeven met behulp van indexwaarden per jaar en een trendwaarde over een serie van jaren. De indexen zijn simpelweg percentages van de berekende aantallen ten opzichte van een basisjaar, voor de wintertellingen is dat veelal 1986 (sommige indexen hebben een andere startjaar, omdat er voldoende gegevens beschikbaar zijn voor

berekeningen met een ander startjaar).

De index-waarde begint op 100 en is gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen van een specifieke soort plus de geschatte aantallen voor de ontbrekende tellingen van die soort. De index is dus geen weergave van de absolute aantallen van een soort, maar ze weerspiegelen de relatieve veranderingen van de populatie. Bovendien zijn er verschillen tussen de soorten. Zo worden van schaarse soorten, zoals de vale vleermuis (*Myotis myotis*), jaarlijks enkele tientallen individuen geteld, terwijl van algemenere soorten als de watervleermuis (*M. daubentonii*) jaarlijks vele honderden individuen worden geteld. Toch start de indexwaarde voor beide soorten in 1986 op 100.

Winterverblijven die pas na 1986 zijn gevonden en nadien zijn gaan meedoen in het NEM Meetprogramma worden op een 'aangepaste wijze' meegenomen in de trendberekeningen. Voor de jaren tussen 1986 en de start van de tellingen worden telwaarden voor deze objecten, net als incidenteel ontbrekende tellingen in andere objecten, in het Trim-model geschat o.b.v. de overige tellingen. Er wordt dan van uit gegaan dat deze objecten al toegankelijk waren voor vleermuizen en geschikt waren om in te overwinteren. Was een object voorheen niet geschikt of niet toegankelijk voor vleermuizen, dan worden voor het object 'harde nullen' als telwaarden meegenomen. Op vergelijkbare wijze worden telwaarden ofwel modelmatig bijgeschat of worden harde nullen meegenomen voor objecten waar de tellingen, om wat voor reden dan ook, zijn gestopt. Om de juiste keuze te kunnen maken tussen modelmatige schattingen of nulwaarden worden start- en stopredenen van de tellingen in een object bijgehouden. Net als een 'start'-code kunnen objecten daarom ook een 'stop'-code krijgen, omdat het object niet meer geteld kan worden, niet meer toegankelijk is of om een andere reden uit de monitoring valt. Vanzelfsprekend is een dataset het meest gebaat bij lange telreeksen met een standaard manier van tellen in ongewijzigde winterverblijven, maar in de praktijk

is er altijd sprake van kleine wijzigingen en aanpassingen.

Het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen is opgezet om landelijke trends te berekenen van de verschillende vleermuissoorten, maar afhankelijk van het aantal meetpunten en de ligging van de selectie van meetpunten kunnen ook trends gemaakt worden op een ander schaalniveau. Het is tegenwoordig heel gebruikelijk om ook specifieke trends te berekenen per provincie of bijvoorbeeld van alleen mergelgroeves (Weinreich & Verheggen 2022, in dit nummer), Natura 2000-gebieden of van bunkers in de duinen (zie Mostert et al. 2022, in dit nummer). De mogelijkheden zijn in theorie vrijwel onbeperkt, al worden de mogelijkheden in de praktijk sterk beperkt door het aantal meetpunten. Hoe specifieker de vraag wordt, des te minder meetpunten (getelde winterverblijven) er zijn om mee te rekenen, wat van invloed zal zijn op de plausibiliteit van een waargenomen trend.

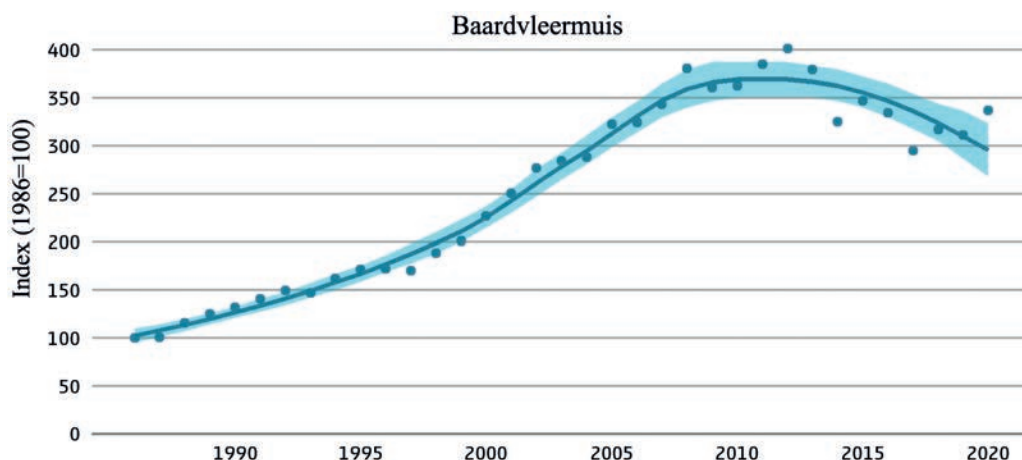
Resultaten

In de *Telganger*, de halfjaarlijks uitgave van de Zoogdiervereniging met informatie over de zoogdier-NEM Meetprogramma's voor zoogdieren, worden de landelijke indexen, trends en aantallen van vleermuizen in winterverblijven besproken. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de langjarige trend vanaf 1986, het officiële startjaar van de trendberekeningen en de trend in de afgelopen twaalf jaar (kortetermijntrend).

Voor zeven vleermuissoorten die in 'klassieke' winterverblijven overwinteren zijn de landelijke (winter)trends goed te berekenen (figuur 4 t/m 10), waarbij de blauwe stippen de berekende index-waarden weergeven, de blauwe lijn de lange termijn trend weergeeft en de 'blauwe band' het betrouwbaarheidsinterval van de trend. Deze trends, berekend vanaf het startjaar 1986, worden hieronder per soort besproken.

Baardvleermuizen (*Myotis mystacinus* / *brandtii*)

De trend van de baardvleermuis in winterverblijven is feitelijk de gecombineerde trend van baardvleermuis (*M. mystacinus*) en Brandts vleermuis (*M. brandtii*). Het onderscheid tussen deze twee soorten is dermate lastig (Mostert et al. 2005), dat dieren in de hand genomen moeten worden voor een definitieve determinatie aan de hand van gebitskenmerken. Dat geeft bij de wintertellingen te veel verstoring, zodat beide soorten als 'verzamelgroep' 'baardvleermuis spec.' worden geteld. Bij een gericht onderzoek naar het voorkomen van Brandts vleermuis in winterverblijven in Nederland waarbij dieren in de hand werden genomen (Mostert et al. 2005) werden drie Brandts vleermuizen gevonden, 1,7% van het aantal onderzochte baardvleermuizen ($n=176$). Brandts vleermuis lijkt in Nederland dan ook een zeer zeldzame overwinteraar, met een vooral zuidelijk en oostelijk voorkomen, al wordt de soort soms ook in het rivierengebied en het westen van Nederland gevonden. De baardvleermuis wordt door heel Nederland aangetroffen (Twisk 2016) en tijdens de wintertellingen kunnen baardvleermuizen spec. in grote delen van Nederland worden aangetroffen. Het zwaartepunt van de verspreiding in de winter ligt in het rivierengebied, de hogere zandgronden, het heuvelland en de landgoederenzone in de duinen. Landelijk heeft de baardvleermuis sinds enkele jaren een negatieve trend (figuur 4) die zeker ook samenhangt (maar niet alleen) met de achteruitgang van het aantal getelde baardvleermuizen in de voormalige aardappelkelder in Kamp Westerbork, provincie Drenthe. In dit winterverblijf is het aantal getelde individuen van meer dan 1000 exemplaren in 2012 gedaald tot maximaal enkele tientallen (Jansen et al. 2018). Een verklaring voor deze achteruitgang in Drenthe ontbreekt en de daling is nog altijd niet gestopt. Ook in de provincie Zuid-Holland gaat de soort achteruit, als is de afname vooralsnog gering. De baardvleer-



Figuur 4. Trend van de baardvleermuis (*Myotis mystacinus/brandtii*) in Nederland sinds 1986. De trend over de gehele periode is een 'matige toename' (significante toename van $\leq 5\%$). De trend voor de laatste twaalf jaar is een 'matige afname' (significante afname $\leq 5\%$).

muis is daarmee een soort die de komende jaren goed gemonitord moet worden. Tegelijk is nader onderzoek hard nodig om de oorzaken van de achteruitgang te vinden.

Watervleermuis (*M. daubentonii*)

De watervleermuis is een soort die al tientallen jaren in aantal toeneemt, na een lichte dip in de jaren 1950 (Weinreich & Verheggen 2022, in dit nummer; figuur 5). De grootste toename vond vooral plaats in de periode 1970-1988. In sommige regio's is de soort relatief laat als overwinteraar verschenen, zoals in bunkers op het Eiland van Dordrecht. De trend is de laatste jaren aan het afvlakken (figuur 5), waardoor de trend in diverse provincies inmiddels is gestabiliseerd en de soort neemt in de mergelgroeves zelfs duidelijk in aantal af (Weinreich & Verheggen 2022, in dit nummer).

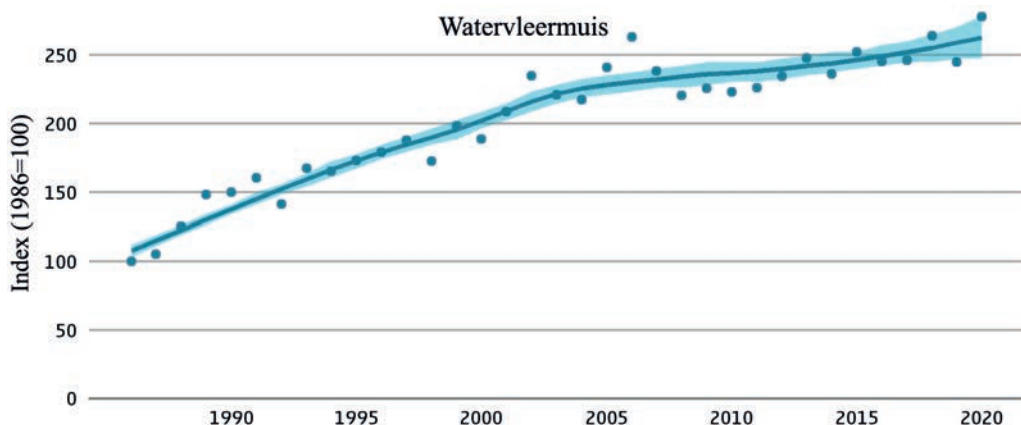
Wat de belangrijkste sturende factoren zijn van de landelijke trend is echter niet bekend. Positieve effecten zijn te verwachten van ouder wordende bossen en een bosbeheer dat meer gericht is op gemiddelde bossen, maar laanbomen met veel holtes takelen juist meer af of zijn vervangen door jonge bomen waardoor

holtes zijn verdwenen. Ook veranderingen in de waterkwaliteit kunnen positieve, maar ook negatieve, effecten hebben gehad. Eutrofiëring van het oppervlaktewater leidt bijvoorbeeld tot grotere aantallen dansmuggen (Dietz et al. 2011), maar eutrofiëring kan ook leiden tot een gesloten kroosdek waardoor watervleermuizen niet meer kunnen jagen. Het is daardoor niet te voorspellen hoe de trend zich de komende jaren zal gaan ontwikkelen (Boonman et al. 1998, Haarsma 2001).

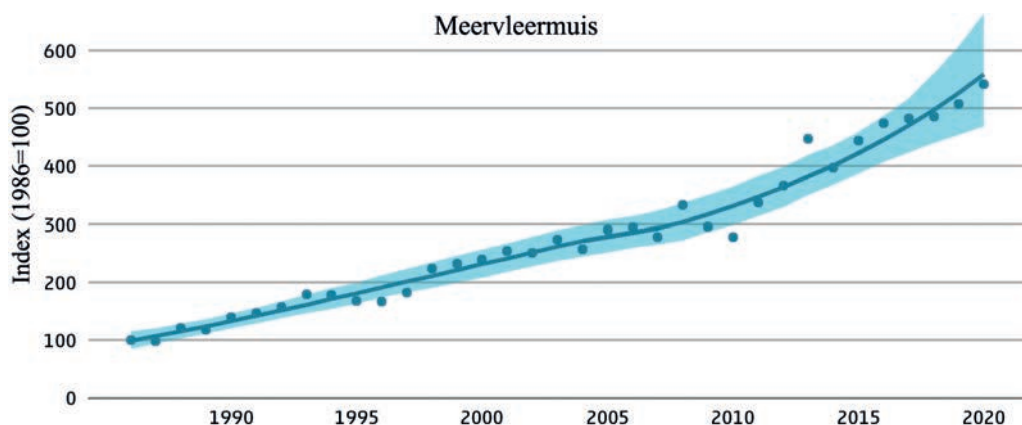
Meervleermuis (*M. dasycneme*)

De winterverblijven met de grootste aantallen meervleermuizen in Nederland zijn de mergelgroeves van Zuid-Limburg, bunkers in het Hollandse duingebied en diverse winterverblijven op militaire terreinen in de omgeving van Arnhem op de Veluwe (Haarsma et al. 2019).

Het totale aantal overwinterende meervleermuizen in Limburg lag voor 1950 waarschijnlijk rond de 400 dieren. In de jaren 1960 en 1970 liep dit aantal terug tot 200 dieren. Tegelijkertijd werden eind jaren 1970 de eerste waarnemingen gedaan van, overwegend mannelijke, overwinterende meervleermuizen buiten de mergelgroeven in Gelderland en in



Figuur 5. Trend van de watervleermuis (*Myotis daubentonii*) in Nederland sinds 1986. De trend over de gehele periode, alsmede over de laatste twaalf jaar, is een ‘matige toename’ (significante toename van $\leq 5\%$).



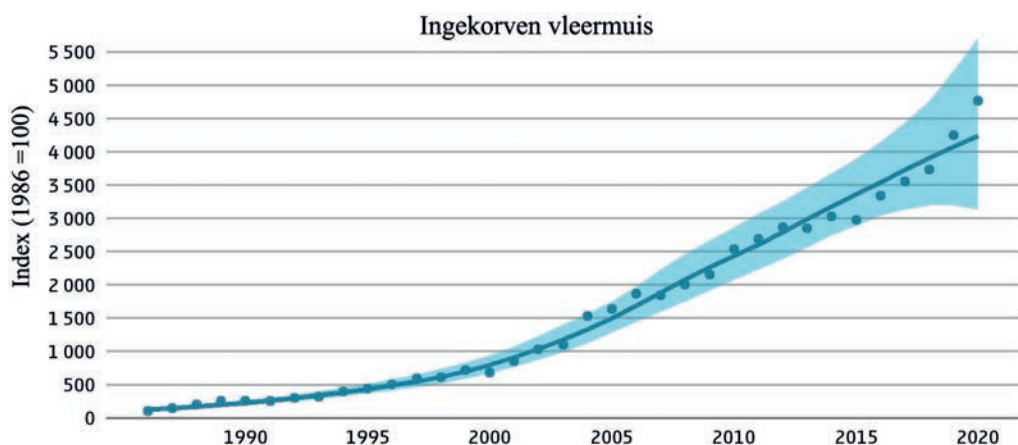
Figuur 6. Trend van de meervleermuis (*Myotis dasycneme*) in Nederland sinds 1986. De trend over de gehele periode, alsmede over de laatste twaalf jaar, is een ‘matige toename’ (significante toename van $\leq 5\%$).

Zuid-Holland. De aantallen meervleermuizen in de mergelgroeven hebben zich inmiddels hersteld tot het historische niveau (Weinreich & Verheggen 2022, in dit nummer). Echter, vanaf 1989 is er sprake van sterke toename in de aantallen overwinterende mannelijke meervleermuizen in de bunkers in de kuststreek (Haarsma et al. 2019). De positieve landelijke trend (figuur 6) is vooral te danken aan de sterke toename in Zuid-Holland (Haarsma et al. 2019).

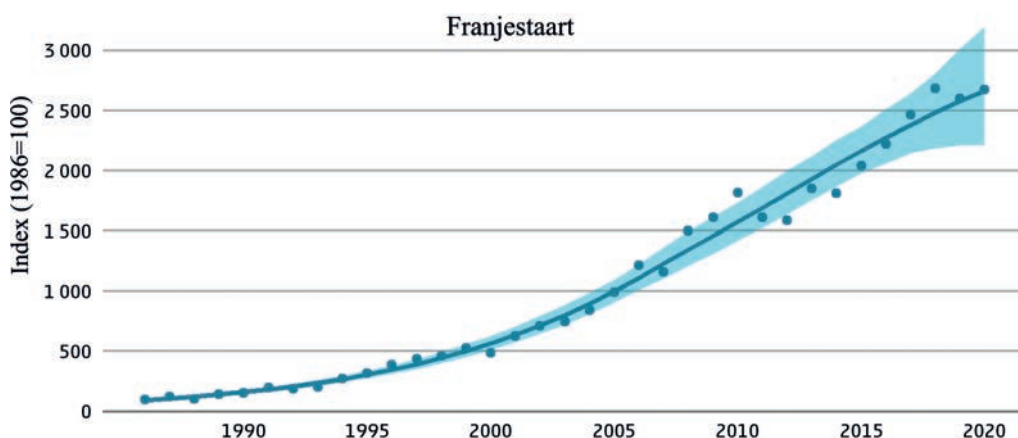
Ingekorven vleermuis (*M. emarginatus*)

Vrijwel alle getelde ingekorven vleermuizen in Nederland overwinteren in mergelgroeven in de relatief stabiele en warmere delen van de groeven (Weinreich & Verheggen 2022, in dit nummer). Zeer uitzonderlijk was de overwinterende ingekorven vleermuis in een bunker op Schouwen-Duiveland, provincie Zeeland, in teljaar 2017.

Analyse van de telgegevens van overwinterende ingekorven vleermuizen in groeven die sinds 1940 worden geteld (Weinreich & Ver-



Figuur 7. Trend van de ingekorven vleermuis (*Myotis emarginatus*) in Nederland sinds 1986. De trend over de gehele periode is een 'sterke toename'. De trend voor de laatste twaalf jaar is een 'matige toename' (significante toename van $\leq 5\%$).



Figuur 8. Trend van de franjestaart (*Myotis nattereri*) vleermuis in Nederland sinds 1986. De trend over de gehele periode is een 'sterke toename' (significante toename $>5\%$). De trend voor de laatste twaalf jaar is een 'matige toename' (significante toename van $\leq 5\%$).

heggen 2022, in dit nummer) laat zien dat de huidige aanwezige aantallen in deze groeves de historische aantallen inmiddels overtreffen. Al moet wel een slag om de arm gehouden worden met deze vergelijking, omdat de historische tellingen minder nauwkeurig waren en minder frequent zijn uitgevoerd dan de huidige tellingen.

Bij de ingekorven vleermuis lijkt naast een toename van de getelde aantallen in de zomer (Weinreich & Verheggen 2022, in dit num-

mer), ook sprake van een vergelijkbare toename van de Nederlandse populatie in de winter (figuur 7). De oorzaak van deze populatiegroei is niet bekend, maar een link met de huidige warmere zomers ligt voor de hand. De toename lijkt niet veroorzaakt door een verbeterd zomerhabitat, omdat de ingekorven vleermuis geldt als een soort van kleinschalig agrarisch landschap die bovendien graag in oude schuren met koeien op vliegen jaagt. Dit type landschap en dit staltype met koeien

worden steeds schaarser, waardoor op basis van de zomerhabitat eerder een achteruitgang te verwachten is dan de geconstateerde voortgang van overwinterende dieren.

Franjestaart (*M. nattereri*)

Rond 1950 werd de franjestaart nog in behoorlijke aantallen in de mergelgroeven in Zuid-Limburg aangetroffen, maar daarna namen de aantallen af tot in de jaren 1980. Nadien is de soort qua aantal toegenomen en is de trend positief (figuur 8). Niet alleen neemt het aantal overwinterende dieren in de bekende winterverblijven toe, er worden ook nieuwe winterverblijven bezet. Vooral in de kustgebieden worden op steeds meer plaatsen overwinterende franjestaarten gevonden, al zijn de aantallen inmiddels gestabiliseerd (Mostert et al. 2022, in dit nummer). In Groningen zijn in 2010 voor het eerst overwinterende franjestaarten geteld. Het is niet bekend waarom de franjestaart, een typische boom-bewonende soort, zo toeneemt, maar het zou een positief gevolg kunnen zijn van het natuurlijker bosbeheer in Nederland in combinatie met het ouder worden van veel bosgebieden.

Vale vleermuis (*M. myotis*)

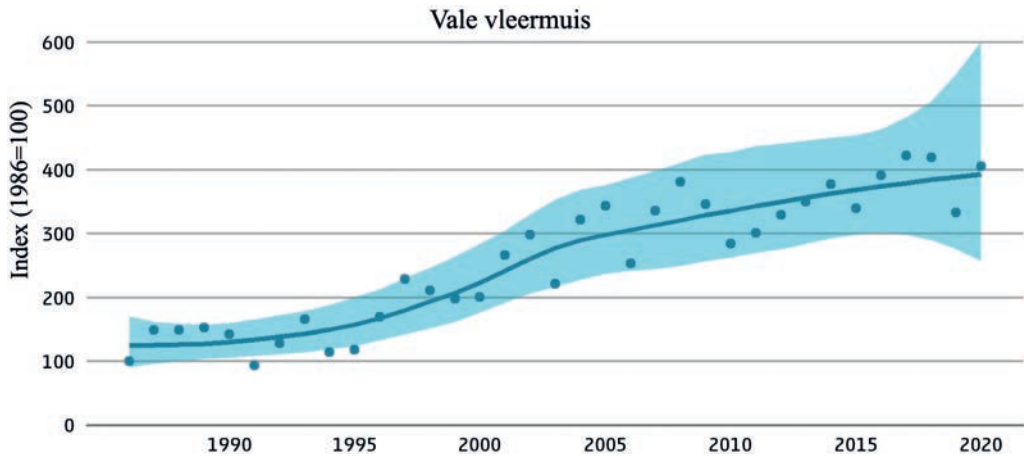
De vale vleermuis overwintert meestal in groeven en kelders, maar wordt soms ook in (kleine) bunkers of ijskelders aangetroffen. In de tweede helft van de vorige eeuw nam het aantal overwinterende dieren in de mergelgroeven af van enkele honderden tot zo'n 10-15 dieren. De soort werd en wordt niet meer waargenomen in forten, ijskelders en kasteelkelders in Midden-Nederland, terwijl daar in het verleden met enige regelmaat overwinterende vale vleermuizen werden gevonden. De getelde aantallen lijken vanaf eind jaren 1990 enigszins te herstellen (figuur 9). Tegenwoordig overwinteren gemiddeld weer 50 exem-

plaren in Nederland, nagenoeg allemaal in mergelgroeven. De hernieuwde aanwezigheid van een zomerkolonie in Zuid-Limburg (Norren et al. 2020) kan op termijn wellicht bijdragen aan een verdere toename van het aantal overwinterende dieren in de mergelgroeves.

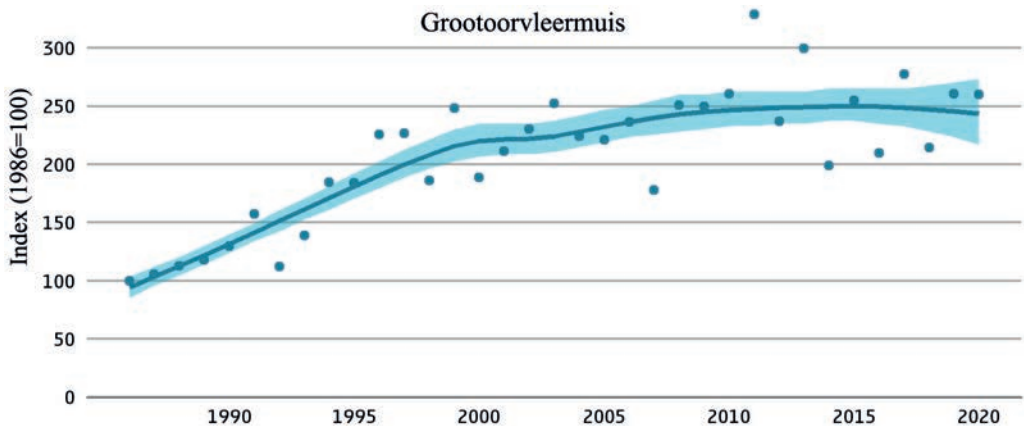
Grootoorvleermuis spec. (*Plecotus auritus* / *austriacus*)

De grootoorvleermuis is doorgaans een 'dankbare' soort voor vleermuisliefhebbers, omdat de soort snel nieuwe gebouwde winterverblijven lijkt te vinden en ook verblijft in minder geschikte winterverblijven, die gemeden worden door andere soorten (Verhees et al. 2022, in dit nummer). De soort is bovendien wijdverspreid in heel Nederland en wordt in een groot aantal winterverblijven aangetroffen.

Net als bij de baardvleermuis is de trend van de grootoorvleermuis feitelijk de trend van de gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*) gecombineerd met de trend van de grijze grootoorvleermuis (*Plecotus austriacus*), maar aangezien de grijze grootoorvleermuis nauwelijks gevonden wordt bij winter tellingen en in Nederland een zeer beperkte verspreiding heeft, wordt er op goede gronden vanuit gegaan dat de trend van de grootoorvleermuis in het NEM vooral de trend van de gewone grootoorvleermuis weerspiegelt. De trend van de gewone grootoorvleermuis spec. is toenemend, maar jaarlijks zijn er flinke schommelingen in getelde aantallen zichtbaar (figuur 10). Deze fluctuaties hangen vermoedelijk samen met de buitentemperatuur in de periode voorafgaande aan de telling (zie Bekker 2022, Verhees et al 2022, van Zuijlen & et al. 2022, alle in dit nummer): bij een koudere periode voorafgaand aan de telling worden meer grootoorvleermuizen spec. in winterverblijven geteld dan bij een warme periode voorafgaande aan de telling. Dat zou kunnen betekenen dat als in de toekomst vaker zachte winters optreden, als gevolg van klimaatver-



Figuur 9. Trend van de vale vleermuis (*Myotis myotis*) in Nederland sinds 1986. De trend over de gehele periode is een 'matige toename' (significante toename van $\leq 5\%$). De trend voor de laatste twaalf jaar is 'onzeker'.



Figuur 10. Trend van de grootoorvleermuis (*Plecotus auritus/austracius*) in Nederland sinds 1986. De trend over de gehele periode is een 'matige toename' (significante toename van $\leq 5\%$). De trend voor de laatste twaalf jaar is stabiel.

andering, het aantal getelde overwinterende grootoorvleermuizen spec. zal gaan dalen en dat de trend negatief wordt. Niet zozeer doordat de populatie afneemt, maar omdat er minder grootoorvleermuizen overwinteren in telbare winterverblijven.

Discussie

De tellingen en aantallen van overwinterende vleermuizen in Nederland zijn in de afgelo-

pen decennia fors toegenomen. Waar de tellingen van vleermuizen in het verleden met name gericht waren op klassieke winterverblijven als mergelgroeves, forten en ijskelders, zijn daar in de afgelopen decennia honderden winterverblijven, veelal van andere dan de klassieke typen, bijgekomen. Inmiddels worden ruim 1500 van de 1800 geregistreerde winterverblijven jaarlijks geteld en dat aantal blijft gestaag toenemen. In dezelfde periode laten de meeste vleermuissoorten die in ondergrondse winterverblijven overwinteren

ook een toename in de getelde aantallen zien, maar dat is slechts in beperkte mate het gevolg van het toegenomen aantal getelde winterverblijven of het aantal uitgevoerde tellingen. Bij het berekenen van de trends wordt modelmatig gecorrigeerd voor het aantal toegenomen objecten, zodat de berekende trends zoveel mogelijk de daadwerkelijke trend van de aantallen getelde individuen van vleermuissoorten weergeven.

Het is echter belangrijk om bij alle indexen te bedenken dat het gaat om de trend van de aantallen in *winterverblijven* en dat dit niet de (zomer)populatietrend in Nederland van een specifieke soort hoeft te zijn. Het NEM Meetprogramma Wintertellingen is helaas ongeschikt voor onderzoek naar de achterliggende oorzaken van de trends.

Desalniettemin zijn er wel mogelijke verklaringen te geven voor de toename, in zomer en winter, van een aantal soorten. Zo heeft het bosbeleid in Nederland er de afgelopen decennia toe geleid dat bossen, met name in de hoger gelegen delen van Nederland, gemiddeld ouder, structuurrijker en gevarieerder zijn geworden, en dat op steeds meer plaatsen dood hout (liggend en staand) aanwezig is (Compendium voor de Leefomgeving 2021). Hiervan zouden boombewonende en/of in bossen of bosrijke gebieden foeragerende soorten als franjestaart, water-vleermuis, gewone grootoorvleermuis en vale vleermuis kunnen hebben geprofiteerd; en wellicht komen we in de toekomst ook vaker Bechsteins vleermuis (*M. bechsteinii*) tegen in het zuiden en oosten van het land.

Verschiedende studies wijzen vooral op de negatieve effecten van klimaatverandering op vleermuizen (zie bijvoorbeeld Rebelo et al. 2010). Maar mogelijk kunnen sommige, warmte-minnende, soorten ook profiteren van stijgende temperaturen. Denk aan de ingekorven vleermuis, die een voorkeur heeft voor warme zomerverblijven op zolders en wellicht ook in de foerageergebieden profiteert van de stijgende temperaturen.

Tenslotte zijn in de loop der jaren in veel

winterverblijven aanpassingen gedaan ter verbetering van de geschiktheid voor overwinterende vleermuizen. Denk aan het afsluiten van een verblijf voor onbevoegden om verstoring te voorkomen of aan het verbeteren van het binnenklimaat (openingen afsluiten) en het bevorderen van het aantal hang- en wegkruipmogelijkheden. Dergelijke maatregelen beïnvloeden misschien niet de winterpopulatie, maar kunnen wel tot een toename leiden van het aantal overwinterende vleermuizen in de (vaak ondergrondse) objecten waar tellingen plaatsvinden. Verschillende bijdragen in deze Lutra-special gaan nader in op zulke verbeteringen.

Dat de winter- en zomerpopulatie niet ‘dezelfde’ vleermuizen zijn (d.w.z. dat de getelde dieren in de winter niet per sé dezelfde individuen zijn als die in de zomer), blijkt bijvoorbeeld uit ringonderzoek. In Nederland vinden we vleermuizen die geringd zijn in het buitenland: vleermuizen die in de zomers in het buitenland leven, maar hier komen overwinteren. Omgekeerd gebeurt hetzelfde: vleermuizen die in Nederland verblijven in de zomer, kunnen overwinteren in verblijven in het buitenland. Hierdoor kunnen verschillen ontstaan tussen winter- en zomertrends, zoals ook bijvoorbeeld zichtbaar is bij de meervleermuis (Haarsma et al. 2019), waarbij mannelijke meervleermuizen tegenwoordig kenmerkend ‘dichter bij huis’ zijn gaan overwinteren.

Het is ook belangrijk om je te blijven realiseren dat de getelde aantallen vleermuizen in een winterverblijf reageren op verschillende factoren. Binnen een winterseizoen fluctueren de aantallen onder invloed van het weer, conditie van de dieren of de tijd van het jaar, maar ook tussen jaren zijn er verschillen doordat vleermuizen andere keuzes maken. Het overwinteren van vleermuizen is daarmee een ‘dynamisch’ gebeuren, wat het lastiger maakt om de oorzaken van toe- of afnames van de populaties te duiden: daarvoor is monitoring alleen onvoldoende en is specifiek onderzoek noodzakelijk. Desalniettemin, voor de meeste soorten is er een verband tussen de aantallen

getelde vleermuizen in winterverblijven en hoe goed (of slecht) het gaat met een specifieke soort op landelijke schaal. Uiteraard zijn er uitzonderingen, zoals de meervleermuis, waarvan de trends in winterverblijven voor mannen en vrouwen verschillen per regio, waardoor het interpreteren van de trends veel complexer is (Haarsma et al. 2019).

De waarde van het NEM Meetprogramma wintertellingen

Het belang van de tellingen is in de loop van de jaren toegenomen. Niet alleen doordat de telreeksen qua lengte toenemen en alleen al daarom steeds belangrijker worden, maar ook omdat de teldata steeds vaker een belangrijke rol spelen in het (natuur)beleid, waarbij het gebruik van de data voor de Habitatrichtlijn-rapportages het meest in het oog springen. Elke zes jaar dienen de lidstaten van de Europese Unie te rapporteren over de staat van de natuur in hun land en heel specifiek over de Staat van Instandhouding (SvI) van habitattypen en soorten. Aangezien alle vleermuissoorten in de Habitatrichtlijn zijn opgenomen, moet gerapporteerd worden over hoe goed of hoe slecht het gaat met deze soorten. De meervleermuis, ingekorven vleermuis, vale vleermuis en Bechsteins vleermuis staan in bijlage II en IV, de overige vleermuissoorten staan alleen in bijlage IV. Voor de bijlage II-soorten moeten zelfs specifieke Natura 2000-gebieden aangewezen worden, die vervolgens optimaal beschermd dienen te worden voor deze soorten. In het artikel van Weinreich & Verheggen (2022, in dit nummer) wordt in detail uitgelegd wat dit inhoudt voor de bescherming van de meervleermuis, ingekorven vleermuis en vale vleermuis in Zuid-Limburg.

Behalve voor de (verplichte) EU-rapportages worden de teldata inmiddels ook gebruikt voor het provinciale (natuur)beleid en zelfs in het kader van de huidige Energietransitie (Schillemans et al. 2021). Het is van groot

belang en heel waardevol dat monitoringsreeksen, zoals die van vleermuizen in winterverblijven, beschikbaar zijn en gebruikt worden om de staat van de natuur in Nederland te monitoren. Hierdoor wordt, in ieder geval deels, inzichtelijk gemaakt wat de effecten zijn van ingrepen en of er eventueel extra bescherming noodzakelijk is. Het is echter een groot gemis dat de monitoring nog amper gekoppeld wordt aan populatie-ecologisch onderzoek (met uitzondering van het werk aan de meervleermuis). Met meer populatie-ecologisch onderzoek kan beter achterhaald worden hoe een toe- of afname ecologisch geïnterpreteerd moet worden en of extra beschermingsmaatregelen nodig zijn. Want is de toename van de ingekorven vleermuis echt te danken aan de warmere zomers? Of: waarom lijkt de water-vleermuis over zijn hoogtepunt heen? En is de sterke achteruitgang van de baardvleermuis een lokaal fenomeen of de voorbode van een landelijke achteruitgang? De komende jaren zijn er nog meer dan genoeg vraagstukken. Hopelijk kan het NEM bijdragen aan het vinden van antwoorden, het formuleren van scherpe onderzoeksvragen en het bedenken van maatregelen voor het behoud en een toename van vleermuispopulaties.

Conclusie

Vrijwel alle vleermuissoorten die in, voor mensen toegankelijke, ondergrondse winterverblijven overwinteren en gemonitord worden in het NEM Meetprogramma Wintertellingen vleermuizen, laten sinds de start van het NEM Meetprogramma in 1986 een significant 'sterke of matige toename' (significante toename >5% resp. significante toename ≤5%) zien van de getelde aantallen. De langetermijntrends zijn positief, maar op de wat kortere twaalfjarige termijn zijn de trends minder rooskleurig, met stabiele of provinciaal zelfs her en der afnemende trends voor diverse soorten. Tegenwoordig lijken sommige trends te stabiliseren. Het is afwachten

hoe de trends zich de komende tijd zullen ontwikkelen.

Dankwoord: Voor veel vrijwilligers is het bijdragen aan de bescherming van vleermuizen een belangrijke reden om te tellen, maar ook het plezier wat men beleeft aan het jaarlijks bezoeken van winterverblijven, alleen of liever nog in gezelschap van de vaste telgroep en met medewerking van andere vleermuisliefhebbers. Al die tellers combineren het aangename met het nuttige en mogen enorm trots zijn op de geleverde inspanningen. Deze *Lutra-special* laat duidelijk zien wat hun jarenlange inspanningen oplevert: een schat aan informatie. Veel dank daarom aan alle tellers, want zonder hun inzet en enthousiasme hadden deze overzichten en artikelen niet gemaakt kunnen worden.

Literatuur

- Beckers, G. 2022. Vleermuizen in de Voorberg en de Jezuïetenberg. *Lutra* 65 (1): 117-125.
- Bekker, J.P. 2022. De samenhang tussen aantallen overwinterende gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) en weersomstandigheden (temperaturen en neerslag). *Lutra* 65 (1): 201-211.
- Boonman, A.M., M. Boonman, M. Bretschneider & W.A. van der Grind, 1998. Prey detection in trawling insectivorous bats. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 44: 99-107.
- Buys, J.C., E.A. Jansen & J.S. van Zweden 2022. Overwinterende vleermuizen in de forten van de Nieuwe Hollandse Waterlinie 1980-2020: Het wel en wee van een dynamisch samengaan van natuurlijk en cultureel erfgoed. *Lutra* 65 (1): 65-85.
- Daan, S. 1980. Long term changes in bat populations in the Netherlands: a summary. *Lutra* 22: 95-105.
- Daan, S., G.H. Glas & A.M. Voûte et al. (red.) 1980. De Nederlandse vleermuizen: Bestandsontwikkelingen in winter- en zomerkwartieren. *Lutra* 22 (1-3): 1-118.
- Dietz, C., O von Helversen & D. Nill 2011. Vleermuizen – alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. Tirion Natuur, Utrecht, Nederland.
- Glas, G. 2022. Tachtig jaar vleermuiswintertellingen: van ringen naar monitoren en beschermen. *Lutra* 65 (1): 3-6.
- Haarsma, A.-J. 2001. Watervleermuizen in de Waterleidingduinen. Onderzoek naar voedsel en habitat. *Zoogdier* 12 (1): 15-19.
- Haarsma, A.-J., P.H. Lina, A.M. Voûte & H. Siepel 2019. Male long-distance migrant turned sedentary. The West European pond bat (*Myotis dasycneme*) alters their migration and hibernation behaviour. *PloS one* 14 (10): e0217810. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217810>
- Jansen, E.A., R.G. Meijer, P. Arends, G. Lelieveld, H.J.G.A. Limpens, V.J.A. Hommersen & M. Schillemans 2018. Teruggang aantal overwinterende baardvleermuizen in Kamp Westerbork II - Vervolgonderzoek naar lokale oorzaken rond de aardappelkelder. Rapport 2017.26. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Mostert, K., K. Spoelstra & J.P. Bekker 2005. Het voorkomen van de gewone baardvleermuis (*Myotis mystacinus*) en Brandts vleermuis (*Myotis brandtii*) in Nederland. *Lutra* 48: 57-64.
- Mostert, K., J.P. Bekker & K. Kapteyn 2022. Overwinterende vleermuizen langs de Nederlandse kust. *Lutra* 65 (1): 87-116.
- Rebelo, H., P. Tarroso & G. Jones 2010. Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns. *Global Change Biology* 16: 561-576. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02021.x>
- Schillemans, M.J., A.-J. Haarsma, R. Janssen, E.A. Jansen & H.J.G.A. Limpens 2021. Advies agendabepaling monitoring en onderzoek aan vleermuizen in het kader van de energietransitie. Rapport 2021.19. Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Twisk, P. 2016. Baardvleermuis *Myotis mystacinus*; baardvleermuizen *Myotis mystacinus/brandtii*. In: S. Broekhuizen, K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys (red.). Atlas van de Nederlandse Zoogdieren. *Natuur van Nederland* 12: 183-185. KNNV Uitgeverij, Zeist, Nederland.
- van Norren, E., J. Dekker en H. Limpens, 2020. Basisrapport Rode Lijst Zoogdieren 2020 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Rapport 2019.026. Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- van Zuijlen, A. & D. Groenendijk 2022. Het effect van buitentemperatuur en eigenschappen van winterverblijven in de duinen op overwinterende vleermuizen. *Lutra* 65 (1): 163-172.

Verhees, J.J.F., J.C. Buys, P.H. van Hoof, H.W.G. Heijligers & W.F. de Boer 2022. Trends van overwinterende vleermuizen in kleine kunstmatige winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg en hun populatiedynamica verklaard door klimatologische omstandigheden. *Lutra* 65 (1): 127-142.

Weinreich, J.A. & J.H. Oude Voshaar 1987. Populatieontwikkeling van overwinterende vleermuizen in de mergelgroeven van Zuid-Limburg (1943-1987):

1-62. Rapport 87/13. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, Nederland.

Weinreich, J.A. & L.S.G.M. Verheggen 2022 Monitoring van overwinterende vleermuizen in mergelgroeven in de periode 1979-2020. *Lutra* 65 (1): 23-47.

Ontvangen: 12 April 2022

Geaccepteerd: 16 August 2022



De Cluysberg, een mergelgroeve bij Bemelen. Foto: Stefan Jerzykowski.

Monitoring van overwinterende vleermuizen in mergelgroeven in de periode 1979–2020

Hans (J.A.) Weinreich¹ & Ludy S.G.M. Verheggen²

¹ Maaslandstraat 14, 6085 CD Horn, Nederland, e-mail: h.weinreich@home.nl

² Provincie Limburg, Postbus 5700, 6202 MA Maastricht, Nederland, e-mail: lsgm.verheggen@prvlimburg.nl

Samenvatting: De trend van de in mergelgroeven overwinterende vleermuizen sedert 1986 is beschreven en in perspectief geplaatst ten opzichte van de trend tussen 1940 en 1980, zoals die eerder door Daan (1980) is beschreven. Het blijkt dat de algemene negatieve trend onder vleermuizen in de periode voor 1980 tot staan is gekomen rond 1975-1980. Na 1980 hebben de aantallen van vrijwel alle soorten zich in positieve zin ontwikkeld. Twee soorten worden tegenwoordig in ongeveer dezelfde aantallen gezien als rond 1940-1950 (meervleermuis, *Myotis dasycneme* en baardvleermuis, *M. mystacinus/brandtii*). Bij twee andere soorten hebben de getelde aantallen een niveau bereikt dat ver daarboven uitsteekt (ingekorven vleermuis, *M. emarginatus* en franjestaart, *M. nattereri*). Uitzonderingen hierop zijn de vale vleermuis (*M. myotis*), gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*), kleine hoefijzerneus (*Rhinolophus hipposideros*) en de watervleermuis (*M. daubentonii*). De vale vleermuis heeft zich wel hersteld en laat ook een positieve trend zien, maar is nog niet op het aantalsniveau van rond 1940 aangekomen. De gewone grootoorvleermuis vertoont ook wel een positieve trend, maar blijft op een lager niveau hangen dan in de periode 1940-50. Wellicht hangt dit samen met de mildere winters, waardoor het voor deze soort mogelijk wordt om buiten groeves te overwinteren, bijvoorbeeld in bomen. De kleine hoefijzerneus heeft zich na 1980 niet weer hersteld van de negatieve trend van eerder. De watervleermuis was de enige soort die tussen 1950 en 1980 een positieve trend vertoonde en is nu de enige soort die (na een aanvankelijk voortgezette positieve trend) sedert 1990 een negatieve trend vertoont. Wellicht heeft de trend van deze soort te maken met de ontwikkelingen in de kwaliteit van de oppervlaktewateren en dus van de daarop aanwezige insecten. De bescherming van mergelgroeven als overwinteringsplaats voor vleermuizen heeft met de introductie en implementatie van het Natura 2000-beleid sedert de jaren 1990 een forse beleidsmatige en financiële steun in de rug gekregen. De ontwikkelingen en stand van zaken op dat beleidsterrein zijn beschreven. Van belang is om de huidige (relatieve) methode van het tellen van overwinterende vleermuizen met vrijwilligers zolang dat mogelijk is voort te zetten. Een aantal representatieve groeven mag uit veiligheidsoverwegingen niet meer betreden en geteld worden. Om de representativiteit van het meetnet op peil te houden is het noodzakelijk dat het aantal telbare objecten wordt uitgebreid. Dit kan door alternatieve telmethoden in te zetten, daar waar deze objecten niet meer gestabiliseerd (en weer geteld) kunnen worden.

Kernwoorden: Vleermuizen, overwintering, mergelgroeven, Natura2000, trend, meetnet.

Inleiding

Onderzoek aan overwinterende vleermuizen in mergelgroeven vindt plaats vanaf ongeveer de jaren 1930 (Daan et al. 1980). Waarschijnlijk

is dit de langste tijdreeks van overwinteringskwartieren, tenminste in Nederland. De eerste onderzoeken hadden geen monitoring als doel. Ze bestonden uit het ringen en daarna terugvangen van de geringde vleermuizen om zodoende te achterhalen hoe trouw de vleermuizen zijn aan een specifieke groeve en in welk gebied ze 's zomers verblij-

© 2022 Zoogdiervereniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdiervereniging.nl>

ven. In het onderzoek is daarna de koers verlegd naar monitoring: hoe ontwikkelt zich de vleermuizenstand in mergelgroeven? Daarnaast kwam er meer onderzoek in andersoortige objecten in de rest van Nederland: ijskelders, kelders, bunkers en andere vorstvrije, vochtige ruimten. Naast het volgen van het visueel vindbare deel van de overwinteraars was er destijds tegelijk ook aandacht voor de ecologie van winterslaap en de benodigde omstandigheden daarvoor in overwinteringsverblijven (Glas 2022, in dit nummer).

In 1980 verscheen er door samenwerking van vele vleermuisonderzoekers een eerste overzicht van de beschikbare landelijke gegevens rond deze monitoring (Daan et al. 1980). Het samenvattende overzicht over de bestandsontwikkeling van overwinterende vleermuizen (Daan 1980) werd vooral gebaseerd op data uit mergelgroeven; gegevens van locaties elders in het land bleken zeer nuttig, maar onvoldoende beschikbaar voor een overeenkomstige exercitie. De boodschap uit de analyse was nogal somber: gedurende de hele periode waarover de evaluatie liep (van 1940 tot 1979) is er bij vrijwel alle soorten die in mergelgroeven overwinteren een nageenoeft continue achteruitgang te onderkennen. Alleen de watervleermuis (*Myotis daubentonii*) ging in deze periode iets vooruit.

De analyse van de trends van de vleermuissoorten is door Daan (1980) gebaseerd op een jaarlijkse optelsom van de aantallen vleermuizen in een vaste set groeven gevolgd door een vergelijking van de optelsom van het ene jaar met de optelsom van een volgend jaar. Deze vergelijking kon destijds niet zonder meer gemaakt worden omdat niet elke groeve elk jaar werd geteld. Er werd daarom gewerkt met een vijfjarig gemiddelde van de aantallen per groeve voor elke soort. Verder was destijds de vergelijking van de aantallen van een aantal groeven tezamen alleen uitvoerbaar voor groeven die in beide vergeleken perioden waren geteld. Daarmee waren dus de beschikbare gegevens maar voor een deel bruikbaar. De problemen met onregelmatige tellingen

zijn niet alleen bij vleermuistellingen aan de orde, maar komen ook naar voren bij bijvoorbeeld vogeltellingen. Een oplossing voor het probleem met onregelmatige tellingen is voor vleermuizen gegeven door Weinreich & Oude Voshaar (1992). Zij verbeterden de methode van Daan door voor de ontbrekende tellingen eerst een zo goed mogelijke schatting van de *verwachte* aantallen te maken en deze in te voegen in de set werkelijke waarnemingen. Daarna kon er voor elk jaar een volledige optelsom over een groter aantal groeven gemaakt worden. De methode is daarna door het CBS verder verfijnd en tot op heden in gebruik (La Haye 2022, in dit nummer). Ook voor aantalsmonitoring van andere faunagroepen is een dergelijke methode gebruikt. Het voordeel is dat er op die manier veel meer gegevens bruikbaar worden voor trendoverzichten.

In dit artikel presenteren we de trend voor aantalsontwikkelingen van vleermuizen in mergelgroeven in de periode na het overzicht van Daan (1980). Wij beperken ons tot de monitoring in mergelgroeven. Elders in dit nummer van Lutra komt monitoring in andersoortige objecten en elders in het land voor het voetlicht.

Ontwikkeling in de monitoring vanaf 1980

Monitoring is in wezen niets anders dan op geregelde tijden, bijvoorbeeld elk jaar, steeds op dezelfde manier kijken naar een situatie en daaruit dan een ontwikkeling afleiden. Daan (1980) signaleerde al dat er in de loop der jaren enige variatie bleek te zijn in het aantal groeven dat jaarlijks geteld werd en ook dat de methode van tellen gaandeweg zich ontwikkeld heeft. Hierop aansluitend zien we in de periode van na 1980 de volgende ontwikkelingen:

De *methode van monitoring* van overwinterende vleermuizen is gaandeweg gestandaardiseerd. Onder andere wordt eenzelfde groeve steeds door dezelfde telgroep geteld. Enerzijds komt dit voort uit een soort 'gewoonte': de tel-

groepen bezoeken steeds weer dezelfde groeven en ze kennen daar de situatie inmiddels goed. Anderzijds is er ook vanuit de landelijke coördinatie van de vleermuiswintertellingen een beschrijving van de methodiek gemaakt door de Zoogdiervereniging (Dijkstra & Korsten 2005). Het positieve gevolg daarvan is dat de jaarlijkse tellingen steeds meer onder gestandaardiseerde omstandigheden worden uitgevoerd waardoor de ruis in de gegevens wordt verminderd.

Verdere *professionalisering van de tellingen* en toegenomen ervaring van de tellers heeft er ook toe geleid dat een deel van de variatie in de getelde aantallen daardoor verklaard zouden kunnen worden: dat kunnen we samenvatten onder de noemer 'waarnemerseffect'. Dit is nog nooit goed onderzocht, maar mogelijk is een deel van de aanvankelijke toename toe te schrijven aan dit effect.

De gebruikte *verlichting* heeft zich in de loop van de tijd ontwikkeld. 'Vroeger' (1945-1980) werd er gewerkt met zaklampen met gewone gloeilampjes. Voor ondersteunende verlichting werd gebruik gemaakt van petromaxen, petroleumvergassers en carbidbranders. Deze produceerden alle, naast licht, ook warmte en soms stank. Vanaf 1980 zijn de oplaadbare lampen komen opzetten. Rond 1990-2000 raken krypton- en halogeonlampen met oplaadbare batterijen in gebruik. Vanaf eveneens 2000 doen ook ledlampen hun intrede, en vanaf 2008 zijn high power oplaadbare ledlampen in gebruik en wordt er nagenoeg alleen nog gewerkt met ledlampen. Deze geven meer licht, produceren minder warmte en geen stank. Het effect van de verbeterde verlichting is dat er mogelijk meer vleermuizen worden gevonden dan vroeger. Dit effect is echter moeilijk te kwantificeren.

Rond 1960 zijn er door onderzoekers al *kaarten* van groeven gemaakt om te borgen dat er een efficiënte en volledige telling van de groeve kon plaatsvinden. Het kaartmateriaal is gaandeweg vollediger en nauwkeuriger geworden en meer gebaseerd op goede metingen in plaats van schetsen. In hoeverre dit de

uitkomst van monitoring heeft beïnvloed valt niet te zeggen, maar het heeft het tellen wel gemakkelijker gemaakt.

De *aandacht voor vleermuismonitoring* vanuit de beleidshoek is in de afgelopen periode verder toegenomen. Nadat in 1979 de Vogelrichtlijn van kracht werd en in 1992 de Habitatrichtlijn was er de noodzaak voor het toenmalige Ministerie van Landbouw (waar Natuur destijds onder viel) om voor de implementatie van die richtlijnen ecologische onderbouwing te vinden. De rapportages over de jarenlange monitoring van overwinterende vleermuizen bleken niet alleen bruikbaar voor het nationale beleid, maar ook voor rapportages in EU-verband rond de implementatie van de Habitatrichtlijn: gaat een soort op nationaal niveau gezien voor- of achteruit? Hiervan is onder meer het NEM¹-project het resultaat: de Zoogdiervereniging coördineert en faciliteert daarvoor de inbreng van een aantal afzonderlijke en zelfstandige telgroepen. Sinds 2013 is een groot deel van het natuurbeschermingsbeleid en -uitvoering gedecentraliseerd naar de provincies. Dat uit zich onder meer in de opstelling van beheerplannen voor Natura 2000-gebieden: 1. In het kader van de implementatie van Habitat- en Vogelrichtlijn in beleid en daaruit voortvloeiend de aanwijzing van Speciale Beschermingszones, ofwel Natura 2000-gebieden met per gebied een aantal specifieke doelstellingen. Hieronder vallen een aantal gebieden met doelstellingen voor overwinterende vleermuizen in mergelgroeven (verderop in dit artikel wordt hier nader op ingegaan). 2. De noodzaak om de ontwikkelingen van die speciale natuurwaarden per Natura 2000-gebied te monitoren en daarover elke zes jaar te rapporteren. Rapportage op een decentraal niveau is dan gewenst: hoe goed of slecht gaat het met een bepaalde vleermuissoort x in Natura 2000-gebied y (en zo nodig: welke maatregelen worden er genomen). 3. De doelstelling was vroeger om door middel van monitoring 'slechts' de stand van zaken te vol-

¹ NEM: Netwerk Ecologische Monitoring

gen; nu wordt de doelstelling ook om populaties van de doelsoorten op een bepaald niveau te houden en daarvoor zo nodig maatregelen te treffen: dus van passief volgen naar actief te beschermen (het begrip 'populatie' moet gelezen worden als 'getelde aantallen').

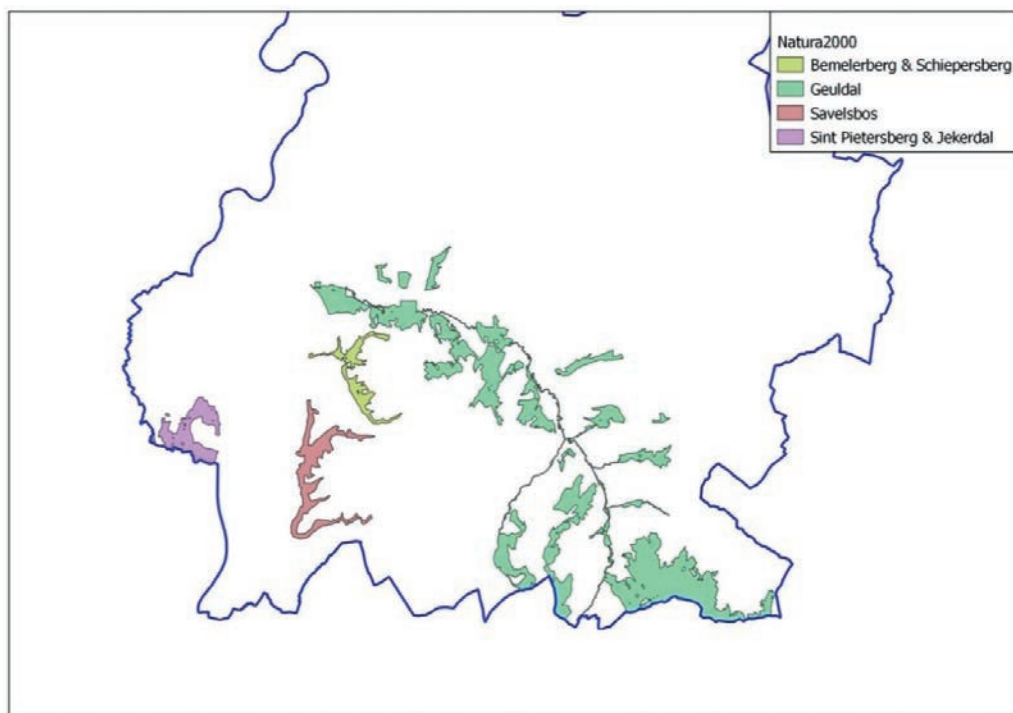
Ontwikkelingen in de Mijnbouwwetgeving. Mergelgroeven worden beleidsmatig gezien en behandeld als voormalige winplaatsen van grondstoffen, hier dus mergel ofwel kalksteen). Vanuit het daarbij behorend veiligheidsperspectief zijn daarom alle plekken waar grondstoffen worden/werden gewonnen onderhevig aan de Mijnbouwwetgeving. Voor 1980 werden het beleid en de uitvoering en handhaving daarvoor centraal geregeld door het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM): ook het lokale toezicht was dus vroeger een landelijke aangelegenheid. Vanaf 2010 (Thissen & Hollander 2013) is het beleid rond de mijnbouwwetgeving voor wat betreft de mergelgroeven gedecentraliseerd naar de provincie: het rijk (SodM) doet alleen de hoofdlijnen en de provincie regelt de vergunningverlening en handhaving. De overgang van rijk naar provincie had tot gevolg dat het stelsel van vergunningverlening en handhaving opnieuw moest worden opgezet en dat de bestaande vergunningen werden herzien.

Ofer in de groeven vleermuistellingen mogelijk waren was daardoor enige tijd met onzekerheden omgeven en een gevolg daarvan was dat veel tellingen tijdelijk niet konden worden uitgevoerd. Inmiddels is een en ander uitgekristalliseerd en kunnen er weer tellingen in groeven plaatsvinden, mits de eigenaar daarvoor de vergunning op orde heeft. Die vergunning is op orde te krijgen indien een deskundige heeft vastgesteld dat er geen 'gesteentemechanische' problemen zijn. Voor de regelgeving en vergunningverlening van activiteiten in mergelgroeven is een handreiking opgesteld (Provincie Limburg 2018). De vleermuistellers in mergelgroeven en de Zoogdiervereniging overleggen daartoe centraal met terreineigenaren en met de provincie (Natuur en Handhaving / Vergunningen). Een aantal groeven, die eerder wel in de monitoring waren opge-

nomen, zijn inmiddels voor de monitoring afgefallen omdat de veiligheid te zeer ter discussie stond. Er is ook discussie met groeven-eigenaren gevoerd over de veiligheidsrisico's van onderzoeken in de onderaardse mergelgroeven en waar de verantwoordelijkheid bij calamiteiten komt te liggen. Deze discussie is nog niet beslecht en heeft tot een verschuiving in het te tellen aantal objecten geleid. Een aantal objecten konden daardoor helaas niet meer geteld worden. De strengere regelgeving en -uitvoering voor de Mijnbouwwet heeft daarmee het kunnen uitvoeren van tellingen moeilijker gemaakt. Het is niet meer vanzelfsprekend dat de objecten geteld kunnen worden.

Natura 2000 en overwinterende vleermuizen

In het kader van de implementatie van het Europese natuurbeleid (Habitat- en Vogelrichtlijn) in de Nederlandse wetgeving zijn er 146 natuurgebieden aangewezen waar de doelstellingen voor specifieke natuuroelen gehaald moeten worden. Dit zijn in zeker opzicht dus de meer bijzondere natuurgebieden van Nederland en ze staan bekend als Natura 2000-gebieden. Per gebied zijn een aantal soorten en een aantal habitattypen benoemd waarvoor een zogenoemde instandhoudingsdoelstelling geldt: de natuurwaarden mogen niet achteruitgaan en in sommige gevallen moet er gestreefd worden naar een robuustere situatie. Voor de gestelde doelen in elk Natura 2000-gebied geldt een monitorings- en een rapportageplicht. Eens in de zes jaar wordt het beheerplan zo nodig herzien en dat betekent dat er minstens eens in de zes jaar ook een monitoringsrapport zal moeten komen. Voor vier Natura 2000-gebieden in Zuid-Limburg zijn er, naast doelen voor andere soorten en habitattypen, doelen gesteld voor de overwinterende vleermuizen: 1. Sint Pietersberg & Jekerdal. 2. Savelsbos. 3. Bemelerberg & Schiepersberg. 4. Geuldal. Nagenoeg alle ondergrondse mergelgroeven



Figuur 1. Ligging van Natura 2000-gebieden in Zuid-Limburg met een doelstelling voor overwinterende vleermuizen.

in Zuid-Limburg vallen onder één van deze gebieden (figuur 1).

Voor elk van deze gebieden is momenteel een beheerplan vastgesteld door Gedeputeerde Staten (Bemelerberg & Schiepersberg en Sint Pietersberg & Jekerdal – vastgesteld in 2019; Provincie Limburg 2020a, 2020b), in ontwerp gereed (Geuldal – in ontwerp vastgesteld 2021; verwachte vaststelling 2022; Provincie Limburg 2021), of dient het beheerplan herzien te worden (Savelsbos – verwachte vaststelling 2023). Als de beheerplannen er zijn moeten ze vervolgens in uitvoering worden gebracht. Voor de drie eerstgenoemde plannen is met de uitvoering van maatregelen in 2021 een begin gemaakt.

Voor de overwinterende vleermuizen zijn de doelstellingen per gebied aangegeven in tabel 1. De kernopgave voor deze vier gebieden is het behoud en uitbreiding van het aantal winterkwartieren voor vleermuizen door kwaliteitsverbetering en vermindering en

regulering van verstorende invloeden van diverse vormen van medegebruik.

Samenhangend met de vaststelling van de Natura 2000-beheerplannen wordt door de Provincie Limburg een subsidieregeling ontwikkeld, op grond waarvan een vergoeding verkregen kan worden door terreineigenaren en -beheerders voor het beheer en toezicht op onderaardse mergelgroeven. Ook voor herstelmaatregelen en stabilisatiewerkzaamheden is budget gereserveerd.

Om een goed overzicht van zinvolle maatregelen te krijgen wordt er per groeve een zogenoemd groevenbeheerplan opgesteld. Een reeks van onderzoeksmaatregelen is gericht op het opvullen van kennisleemten ten aanzien van bijvoorbeeld klimaatbeïnvloeding, zwermlocaties, functionaliteit buiten het winterseizoen en de relatie tussen winterverblijven en het zomerleefgebied. Deze maatregelen gelden voor alle drie de Natura 2000-gebieden. De uitvoering van deze onderzoeks- en

Tabel 1. Doelstellingen overwinterende vleermuizen in vier Natura 2000-gebieden in Zuid Limburg. (<https://www.natura2000.nl>; Provincie Limburg 2020a, 2020b, 2021). = populatie, leefgebied of kwaliteit dienen minstens gelijk te blijven; > populatie, leefgebied of kwaliteit dienen toe te nemen.

	soort	relatieve bijdrage (% landelijke populatie)	populatie	omvang leefgebied	kwaliteit leefgebied
Sint Pietersberg en Jekerdal	H1318 - Meervleermuis	30-50%	=	=	=
	H1321 – Ingekorven vleermuis	30-50%	=	=	=
	H1324 – Vale vleermuis	15-30%	=	=	=
Savelsbos	H1318 - Meervleermuis	6-15% *	=	=	=
	H1321 – Ingekorven vleermuis	6-15% *	=	=	=
	H1324 – Vale vleermuis	2-6% *	=	=	=
Bemelerberg en Schiepersberg	H1318 - Meervleermuis	30-50%	=	=	=
	H1321 – Ingekorven vleermuis	15-30%	=	=	=
	H1324 – Vale vleermuis	6-15%	=	=	=
Geuldal	H1318 - Meervleermuis	30-50%	=	=	=
	H1321 – Ingekorven vleermuis	30-50%	=	=	=
	H1324 – Vale vleermuis	> 75%	>	>	>

* In het Savelsbos wordt al meer dan tien jaar niet gemonitord. Aantallen en relatieve bijdrage zijn daarom onbekend.

instandhoudingsmaatregelen is voorzien voor de komende zes jaar.

Hieronder volgt een beschrijving van de situatie in elk van deze gebieden en hun belangrijkste groeven, mede voor de drie aangewezen soorten vanuit Natura 2000-beleid. Verder beschrijven we waar de belangrijke aantals- en trendbepalende groeven zitten en welke kansen en bedreigingen er zijn. Ingegaan wordt op drie Natura 2000-gebieden, Bemelerberg & Schiepersberg, Sint Pietersberg & Jekerdal en Geuldal.

In het vierde gebied, het Savelsbos, kunnen de meeste groeven voor de Mijnbouwwet niet meer betreden worden en kan de monitoring derhalve sinds 2012 niet plaatsvinden. Het Savelsbos wordt in dit artikel daarom merendeels buiten beschouwing gelaten.

Sint Pietersberg en Jekerdal

Deelgebieden

In dit Natura 2000-gebied liggen twee grote complexen met groeves: de Sint Pieters-

berg op de westoever van de Maas (waarbij de groeven doorlopen naar het Belgische gedeelte) en westelijk daarvan de Louwberg in het Jekerdal. Daarnaast zijn er enkele groeven gelegen buiten deze twee complexen. Over het algemeen hebben de groeven hoge gangen in tegenstelling tot veel andere groeven ten oosten van de Maas. Een deel van de oorspronkelijke (ondergrondse) mergelgroeven zijn verdwenen door mergelwinning in dagbouw (Pietersberg) of door oude instortingen (Fallenberg, Oudberg, Muizenberg). In dit Natura 2000-gebied liggen nog 23 onderaardse mergelgroeven met een totale oppervlakte gangenstelsel van ruim 180 ha.

Natura 2000-doelen

De doelstelling is om de aantallen van overwinterende vale vleermuizen (*Myotis myotis*), ingekorven vleermuizen (*M. emarginatus*) en meervleermuizen (*M. dasycneme*) hier minimaal gelijk te houden (behoudsdoelstelling voor kwaliteit en omvang van het leefgebied). De belangrijkste groeven voor deze soorten

Tabel 2. Geteld minimum en maximum aantal per soort in de laatste vijf aaneengesloten jaren dat de groeven in de Sint Pietersberg & Jekerdal zijn geteld (2016² t/m 2020).

Sint Pietersberg 182,71 ha	min	max	Dichtheid (max) n/10 ha
Meervleermuis	33	69	3,8
Ingekorven vleermuis	238	399	21,8
Vale vleermuis	9	20	1,1
Franjestaart	659	1100	60,2
Watervleermuis	336	460	25,2
Baardvleermuis	399	572	31,3
Grootoorvleermuis	6	19	1

zijn de Zonneberg, De Keel, Apostelgroeve, Kasteelgroeve, Boschberg, Fallenberg, de Jezuietenberg, Scharkgroeve en het Zuidelijk Stelsel / Caestert.

Aantallen vleermuizen en soorten-spectrum

In dit Natura 2000-gebied worden al sinds er tellingen worden uitgevoerd de meeste vleermuizen aangetroffen in het Sint Pietersberg-complex met o.a. de groeven Zonnebergstelsel en Pietersberg-Noord (recent samen 2200 exemplaren). In de Louwberg worden heden ten dage ongeveer 500 vleermuizen verspreid over diverse groeven gevonden; de belangrijkste daarvan is de Kasteelgroeve. In de groeven buiten deze complexen worden nog eens 500 exemplaren gevonden (met name in groeve de Keel, waarvan de ingang op de Belgische grens ligt en het groevenstelsel zelf op Nederlands grondgebied).

Voor de meervleermuis, baardvleermuis (*M. mystacinus/brandtii*), watervleermuis en franjestaart (*M. nattereri*) herbergt het Natura 2000-gebied Sint Pietersberg & Jekerdal het

hoogste aantal overwinterende vleermuizen van de groeven van Zuid-Limburg. Voor vale vleermuis en ingekorven vleermuis zijn de groevenstelsels in regionaal opzicht van belang (tabel 2). Van alle soorten zijn de aantallen in het Zonnebergstelsel verreweg het grootst.

Vermeldenswaardig is dat in dit Natura 2000-gebied veel Bechsteins vleermuizen (*M. bechsteinii*) gevonden worden. In het najaar wordt een grote concentratie zwermende Bechsteins vleermuizen gevonden voor de groeveningenangen in de Louwberg (Janssen 2009). Het aantal zwermende dieren dat is gevangen is een veelvoud van het aantal overwinterende dieren dat is gevonden: tientallen versus enkelen. De conclusie is dus dat de soort zich weet te verstoppen op plaatsen die we niet kennen zoals instortingsgebieden ofwel alsnog naar een ander overwinteringsobject vertrekt.

Nevengebruik

Een aantal grotere groeven in dit Natura 2000-gebied is intensief in gebruik voor toerisme en recreatie, waaronder ook de groeven die tevens de belangrijkste populatie Natura 2000-vleermuissoorten herbergen: Zonneberg, Pietersberg-Noord, Jezuietenberg, Boschberg (=voormalige NAVO-groeve) en Scharkgroeve. In Pietersberg-Noord is nog één champignonkwekerij actief. De Kasteelgroeve (ook wel Cannerberg) was tot voor kort deels in gebruik als opslag van landbouwmateriaal, hooi en stro. Na een hooibrand in 2018 is dit nevengebruik beëindigd. De oorspronkelijke ingang van de Kasteelberg aan de zijde van Chateau Neercanne is in 2018 volledig verbouwd tot feest- en receptiezaal en opslagruimte voor het kasteel. De overige groeven kennen nog overwegend een extensief gebruik.

Situatie voor monitoring en trend-berekening

In 22 van de 23 groeven in het gebied wor-

² Een telseizoen wordt in dit artikel aangeduid door het jaar waarin januari valt: 2016 = telseizoen 2015-2016

den de vleermuizen jaarlijks geteld. In 2015 is door het CBS een analyse uitgevoerd van de betrouwbaarheid van de berekende indexen voor de drie aangewezen soorten (La Haye 2016). Daaruit is gebleken dat voor de Sint Pietersberg & Jekerdal het aantal groeven waar vleermuizen geteld worden voldoende is voor het bepalen van representatieve en betrouwbare trends. Het aantal groeven zou echter niet mogen afnemen, omdat dan de trendberekeningen voor de soorten in het gedrang kunnen komen.

Belangrijkste uitdaging

Voor de Sint Pietersberg is de aanstaande toetsing van het (menselijk) gebruik voor de Wet Natuurbescherming het grootste aandachtspunt. Dit gaat zijn beslag krijgen in de eerste beheerplanperiode voor dit Natura 2000-gebied, van 2021 tot 2026. Voor de recreatieve activiteiten, die nu alleen vergund zijn voor de Mijnbouwwet en door het ontbreken van een vergunning vanwege de Natuurbeschermingswet feitelijk illegaal zijn, gaat bij die komende toetsing onderzocht worden wat de effecten zijn voor de overwinterende vleermuizen. Eventuele negatieve effecten dienen gemitigeerd of gecompenseerd te worden of de activiteit zelf zal moeten worden aangepast.

Bemelerberg en Schiepersberg

Deelgebieden

De groevencomplexen in het Natura 2000-gebied Bemelerberg & Schiepersberg liggen verdeeld over twee clusters: een cluster ten noorden van Bemelen rond de Bemelerberg, en een tweede cluster ten zuidoosten van Bemelen van de Mettenberg tot de Schiepersberg. Het gaat om enkele middelgrote en grote stelsels zoals de Koelebosch, Roothergroeve en de Cluysberg / Winkelberg. Maar het merendeel zijn kleinere stelsels zoals de Gasthuisdelgroe-

Tabel 3. Getelde minimum en maximum aantallen per soort in de laatste vijf aaneengesloten jaren dat de groeven in Bemelerberg & Schiepersberg zijn geteld (2016 t/m 2020). (De grote verschillen tussen minimum en maximum zijn hier te herleiden tot de Koelebosch die slechts twee van de vijf jaar geteld kon worden.)

Bemelen 29,35 ha	min	max	Dichtheid (max) n/10 ha
Meervleermuis	11	44	15
Ingekorven vleermuis	34	243	82,8
Vale vleermuis	0	3	1
Franjestaart	50	248	84,5
Watervleermuis	60	238	81,1
Baardvleermuis	96	276	94
Grootoorvleermuis	3	17	5,8

ven (4x), Bemelerboschgroeven (3x) en de Mettenberggroeven (5x). In het Natura 2000-gebied liggen 23 onderaardse mergelgroeven met een totale oppervlakte gangenstelsel van ongeveer 30 ha. Bemelerberg & Schiepersberg is het Natura 2000-gebied met het kleinste oppervlakte aan onderaardse mergelgroeven.

Natura 2000-doelen

Voor alle drie de aangewezen soorten in het gebied geldt een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit van het leefgebied en voor de populatieomvang. De belangrijkste aantalsbepalende groeve voor dit Natura 2000-gebied is de Koelebosch. Maar ook de Schoorberggroeve, Roothergroeve, Gasthuisdelgroeven, Cluysberg en de Mettenberggroeven dragen significant aan de aantallen vleermuizen bij.

Aantallen vleermuizen en soorten-spectrum

Van de drie beschouwde Natura 2000-gebieden worden in de Bemelerberg & Schiepersberg de laagste absolute aantallen geteld. Dit hangt echter samen met de kleinere oppervlakte van het gangenstelsel. De relatieve dichtheid van

de soorten, uitgezonderd de vale vleermuis, is in dit gebied daardoor toch het hoogst van de drie gebieden: het dubbele tot zelfs zesvoudige, afhankelijk van de soort (tabel 3). Wat direct opvalt is dat de meervleermuis in dit gebied opvallend goed vertegenwoordigd is. De vale vleermuis overwintert er in lage aantallen.

Tegenwoordig overwinteren ca 1070 vleermuizen in de Bemelerberg & Schiepersberg. In de groeven op de Bemelerberg verblijven ca. 700 vleermuizen; de belangrijkste groeve is hier de Koelebosch met ruim 600 vleermuizen. Het tweede cluster, ten zuidoosten van Bemelen, herbergt ongeveer 370 vleermuizen, met de Rothergroeve en Mettenberggroeve 5 als de belangrijkste groeven.

De vale vleermuis is nooit talrijk geweest in Bemelen. Het hoogste aantal waargenomen dieren is vijf exemplaren in 2002. Bechsteins vleermuis wordt niet jaarlijks overwinterend aangetroffen. Belangrijke zwermlocaties van Bechsteins vleermuis in het najaar zijn evenmin bekend van dit gebied, in tegenstelling tot de andere Natura 2000-gebieden.

Nevengebruik

Op één kleine groeve na wordt geen enkele groeve in dit gebied gebruikt voor intensief (toeristisch) gebruik. De meeste groeven zijn afgesloten of liggen op afgesloten terrein van een terreinbeherende organisatie (hier: Limburgs Landschap) en hebben een natuurbestemming. De uitzondering is de op de Mettenberg gelegen groeve Bemelerbosch 1, welke particulier eigendom is en incidenteel en buiten het winterseizoen, in beperkte mate wordt gebruikt voor yogatrainingen. Deze groeve heeft wel haar oorspronkelijke karakter voor vleermuizen behouden.

Situatie voor monitoring en trendberekening

Tot 2018 kon een aantal groeven met hoge

aantallen vanwege de perikelen rond de Mijnbouwwet niet meer geteld worden. De representativiteit van het meetnet wintertellingen was daarmee voor de Bemelerberg in het geding en er konden geen statistisch betrouwbare trends meer berekend worden (La Haye 2016). Het CBS heeft daarom voor de Bemelerberg een waarschuwing afgegeven dat de tellingen in alleen de goedgekeurde groeven niet meer in voldoende mate de populatieontwikkelingen van het gebied goed weergeven. Enkele groeven zijn in 2018 door de Provincie Limburg gestabiliseerd en konden vanaf dat jaar weer geteld worden. Sindsdien is het aantal getelde objecten weer dusdanig op peil dat er indexen berekend kunnen worden op basis van een voldoende groot aantal objecten. Van de 23 aanwezige groeven worden er tegenwoordig 10 geteld.

Belangrijkste uitdaging

Voor met name de Cluysberg, Winkelberg en de Gasthuisdelgroeven is het belangrijk om na te gaan of deze op een of andere manier weer kunnen worden opgenomen in het monitoringsprogramma ter versteviging van de representativiteit en betrouwbaarheid. Dit zijn belangrijke groeven voor de meervleermuis die bij de wintertellingen nu gemist worden. Dit wordt momenteel onderzocht in het kader van het groevenbeheerplan dat voor de Bemelerberg & Schiepersberg wordt opgesteld.

Geuldal

Deelgebieden

De mergelgroeven in dit Natura 2000-gebied liggen verspreid over drie clusters: 1. De zuidhelling van de Geul tussen Valkenburg en Meerssen (Schenkengroeve, Barakkengroeve, Viltergroeve, Bronsdalgroeve, en diverse kleinere groeven). 2. In en rond Valkenburg op de

Tabel 4. Geteld minimum en maximum aantal vleermuizen (inclusief dichtheid per 10 ha gangoppervlakte) per soort in de laatste vijf aaneengesloten jaren dat de groeven van het Geuldal zijn geteld (2016 t/m 2020).

Geuldal 167 ha	min	max	Dichtheid (max) n/10 ha
Meervleermuis	23	38	2,3
Ingekorven vleermuis	308	733	43,9
Vale vleermuis	28	45	2,7
Franjestaart	570	963	57,7
Watervleermuis	238	417	25,1
Baardvleermuis	321	493	29,5
Grootoorvleermuis	29	58	3,5

noord- en zuidhelling van de Geul (Gemeentegrot, Fluwelengrot, Plenkertgroeve, Heidegroeve en diverse kleinere groeven). 3. In en ten noorden van Sibbe rond de Sibbergrub (Sibbergroeve, Flessenberg, Vallenberg en een groot aantal kleinere groeven).

Op de noordhelling van de Geul liggen veel minder en ook kleinere groeven dan op de zuidhelling. Onder andere Ravensbosch (3x) en de Schaelsberg (2x). Buiten het Natura 2000-gebied liggen dan nog enkele kleinere groeven (3x) bij Ransdaal-Klimmen.

Het totale oppervlakte gangenstelsel in het Geuldal bedraagt ongeveer 167 ha, verdeeld over 84 groeven.

Natura 2000-doelen

Voor overwinterende meervleermuizen en ingekorven vleermuizen geldt vanuit Natura 2000 een behoudsdoelstelling (kwaliteit en omvang leefgebied) en voor de vale vleermuis een uitbreidingsdoelstelling. De belangrijkste groeven voor deze soorten zijn: Schenk-groeve, Viltergroeve, Barakkengroeve, Sibbergroeve, Heidegroeve, Gemeentegroeve, Fluwelengroeve en Bronsdalgroeve. Maar ook de andere groeven dragen voor deze soorten hun steentje bij.

Van de vale vleermuis is er wellicht al vóór 2018, het jaar dat deze ontdekt werd, een

nieuwe kraamkolonie gevestigd op een zolder gelegen net buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied. Deze nieuwe vestiging is naar verwachting ook van belang voor de in het Geuldal overwinterende vale vleermuizen.

Aantallen vleermuizen en soortenspectrum

Het cluster groeven gelegen tussen Meerssen en Valkenburg op de zuidhelling van de Geul herbergt het grootste aantal vleermuizen: ruim 1600. In de Schenkgroeve overwinteren de meeste, met tegenwoordig 600 tot 700 vleermuizen. In en rondom Valkenburg overwinteren ruim 850 vleermuizen, met als belangrijkste objecten de Gemeentegroeve en de Heidegroeve. De groeven in het cluster rond Sibbe herbergen ca. 400 vleermuizen, met de Sibbergroeve als het verreweg belangrijkste object.

Het aantal overwinterende meervleermuizen is in geen enkel object hoog (tabel 4). De grootste aantallen waren zes tot tien exemplaren in de Schenkgroeve. Er zijn echter nog groeven die niet meer opgenomen zijn in het telprogramma voor de wintertellingen waar minstens het dubbele aantal overwintert zoals de Geulhemmergroeve. Vale vleermuizen overwinteren geconcentreerd in enkele grotere stelsels zoals de Barakkengroeve, Schenk-groeve, Sibbergroeve en de Gemeentegrot, maar een enkele wordt soms ook daarbuiten aangetroffen in kleinere stelsels. Het Geuldal herbergt het grootste aantal overwinterende vale vleermuizen en heeft ook de hoogste dichtheid van deze soort. Ingekorven vleermuizen overwinteren tegenwoordig in vrijwel alle middelgrote en grote stelsels; de meeste worden gevonden in de Schenkgroeve, Sibbergroeve, Gemeentegroeve en Heidegroeve.

De hiervoor genoemde groeven laten ook voor de andere soorten de hoogste aantallen zien. Vermeldenswaardig zijn verder nog de Viltergroeve, Plenkertgroeve, Bronsdalgroeve en tunnel Curfs, met hoge aantallen van

franjestarta en baardvleermuis. Al deze groeven zijn overigens gelegen langs het Geuldal tussen Valkenburg en Meerssen.

Watervleermuizen komen ruim verspreid voor, maar zijn in geen enkele groeve meer talrijk te noemen. Een uitzondering is de Barakkengroeve met 81 exemplaren in 2020.

Uit het natuurgebied De Dellen bij Meerssen is een boombewonende kraamkolonie Bechsteins vleermuizen bekend uit 2019 (R. Janssen, mondelinge mededeling). Hiervan worden echter nauwelijks exemplaren van teruggevonden in de winterverblijven. Winterwaarnemingen van Bechsteins vleermuis in het Geuldal zijn in de hele periode uiterst zeldzaam.

Nevengebruik

In dit gebied ligt het grootste aantal groeven dat vanwege exploitatiedoelinden minder geschikt is voor overwinterende vleermuizen. Sommige zijn ook blijvend ongeschikt geworden, zoals de Steenkolenmijn / Daelhemergroeve, Wilhelminagroeve en Studentengroeve / Caverne. Bij Meerssen liggen enkele groeven die in een te bouwvallige staat verkeren, zoals de Leeraarsgroeve, Raven-groeve, Vlaberg, Kabouterberg en groeve Staal.

In groeven als de Gemeentegrot en de Fluwelengrot zijn er gedeelten in intensief (recreatief) gebruik gedurende de overwintering. In de inmiddels verleende vergunning voor dat intensieve gebruik in deze groeven zijn er voorschriften opgenomen om effecten op de vaste rust- en verblijfplaatsen (voor de soortenbescherming) en negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen (voor de gebiedenbescherming) te compenseren.

Situatie voor monitoring en trendberekening

Van de 55 toegankelijke en telbare groeven in

het gebied worden er in 33 vleermuistellingen uitgevoerd. Een betrekkelijk groot aantal groeven is afgesloten, afgekeurd of nage-nog volledig in exploitatie genomen voor horeca en/of toerisme en kan niet meer betreden worden. De opmerkingen gemaakt bij de Bemelerberg over representativiteit van de steekproef en betrouwbaarheid van de berekende trends gelden ook voor het Geuldal. De tellingen in de niet-afgekeurde groeven vormen daarmee kwalitatief een minder goede afspiegeling van de populatieontwikkeling in het Geuldal. Dit zou met name voor de meer-vleermuis en vale vleermuis wellicht op termijn een probleem kunnen gaan vormen. Van belang is om het aantal telbare objecten in dit gebied uit te breiden.

Belangrijkste uitdaging

De belangrijkste maatregelen in het Geuldal om de instandhoudingsdoelstellingen te kunnen halen zijn gericht op het toetsen voor de Wet Natuurbescherming van het intensieve gebruik. Deze beoordeling zal de komende jaren worden uitgevoerd.

Savelsbos

Deelgebied

De 17 groeven in het Savelsbos liggen alle in de beboste helling tussen het plateau van Margraten en het Maasdal. Het betreft, naast een groot aantal kleinere ontginningen, enkele grotere groeven: Keerderberg, de Hel en de Riesenbergr.

Natura 2000-doelen

Voor alle drie de aangewezen soorten in het gebied geldt een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit leefgebied en populatie-omvang. De belangrijkste aantalsbepalende

groeven voor dit Natura 2000-gebied zijn de Keerderberg, de Hel en de Riesenberg.

Aantallen vleermuizen en soortenspectrum

Van de vier Natura 2000-gebieden met mergelgroeven worden er in het Savelsbos sedert 2012 al geen tellingen meer uitgevoerd en is dus niets bekend over de huidige vleermuis-kundige waarden. Voor 2012 waren de Natura 2000-soorten meervleermuis, ingekorven vleermuis en vale vleermuis in dit gebied goed vertegenwoordigd.

Nevengebruik

Vrijwel alle groeven in het Savelsbos kennen geen nevengebruik en hebben dus alleen een natuurfunctie. In de Prehistorische Vuursteenmijnen van Rijckholt worden in de periode van 1 april tot 1 oktober rondleidingen voor bezoekers gehouden; de bezoekers komen daar enkel in de centrale gang en niet in de historische mijntjes. De historische mijntjes zijn dus niet toegankelijk voor mensen, maar wel voor vleermuizen.

Situatie voor monitoring en trendberekening

Sedert 2012 heeft er geen monitoring plaatsgevonden. Trends over de aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen ontbreken daardoor voor dit gebied. Bezien moet worden welke oplossing daarvoor gevonden moet worden. Gedacht wordt aan het waar dat uit oogpunt van gesteentemechanische veiligheid kan worden toegestaan stabiliseren van groeven en het opzetten van alternatieve (geautomatiseerde) monitoringmethoden in groeveningenangen van stelsels die niet meer te herstellen zijn. Momenteel worden proefopzetten uitgevoerd met telramen ondersteund

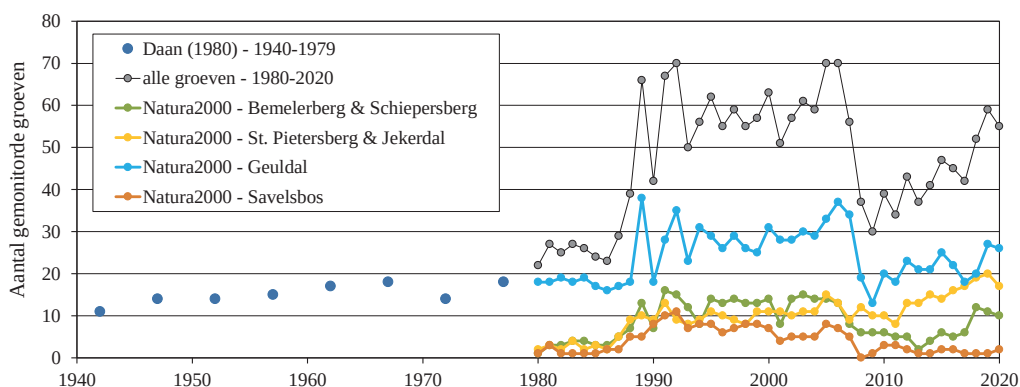
met camera's om determinatie van vleermuizen te vergemakkelijken en het systematisch opzetten van zwermonderzoek (zie bijv. van Schaik et al. 2015, Weinreich 2022).

Ontwikkeling van het aantal gemonitorde groeven

De mate waarin de monitoring betrouwbare gegevens oplevert ten behoeve van lokaal, provinciaal of landelijk beleid is onder meer gebaseerd op het aantal objecten dat in de monitoring is betrokken. Er is immers een zekere variatie in de uitkomsten per object en de basis van beleid moet een algemene uitspraak over vleermuizen in mergelgroeven zijn en niet zozeer over gegevens van een enkele groeve, met zijn eigen specifieke eigenschappen. Gegevens van individuele groeven zijn wel van belang voor het beheer en de vergunningverlening (voor de Wet Natuurbescherming): zo nodig moet het mogelijk zijn om daarin bij te sturen of negatieve effecten te mitigeren of te compenseren. Ook is het voor een beleidsevaluatie van belang om niet alleen voor het totaal aan groeves (of zelfs de ontwikkeling op nationaal niveau), maar ook per Natura 2000-gebied een uitspraak te kunnen doen. Daarom is het streven om per Natura 2000-gebied een zo groot mogelijk aantal groeven te volgen in een monitoringsprogramma.

Daan (1980) evalueerden voor hun trendberekeningen over de periode 1940/44-1975/79 destijds 16 groeven of groevencomplexen en maakten nog geen onderscheid naar verschillende deelgebieden. Voor zoals we nu naar groeven kijken gaat het daarbij om 19 huidige 'tel-eenheden', oftewel groeves. Daarvan zijn er door diverse oorzaken heden ten dage zeven niet meer in de tellingen opgenomen. Tegenwoordig zijn we wel in de gelegenheid om meer groeven te kunnen monitoren dan destijds.

In de grafiek (figuur 2) is het verloop in het aantal getelde groeven sedert 1940-44 afgebeeld. De aantallen getelde groeven in de periode tot 1979 zijn afkomstig uit de publicatie



Figuur 2. Verloop van het aantal groeven waarin overwinterende vleermuizen gemonitord worden. Vòòr 1979: naar Daan (1980). Na 1979: afgeleid uit de aanwezigheid van telresultaten in de database voor het NEM bij de Zoogdiervereniging, onderverdeeld naar de vier Natura 2000-gebieden met mergelgroeven.

van Daan; de aantallen daarna zijn afgeleid uit tellingen die aanwezig zijn in de database met wintertellingen van de Zoogdiervereniging.

Allereerst zien we in de grafiek dat het aantal getelde groeven in de door Daan geëvalueerde periode 1940-1979 ligt tussen de 11 en 18. In de periode 1981-2006 is dat aantal toegenomen tot tussen de 50 en 70, met een maximum van 70 rond 1992. Dat toegenomen aantal hangt vermoedelijk onder meer samen met de toegenomen aandacht die de publicatie van het overzicht van Daan et al. genereerde. Daarna (2006–2009) volgden een aantal jaren op een rij waarin voornamelijk een afname van het aantal gemonitorde groeven te zien is. Het aantal getelde groeven halveerde in die periode naar 30. De verklaring van deze daling moet gezocht worden in de beleidsmatige overgang van de uitvoering van de Mijnbouwwet naar de provincie. Dat heeft in eerste instantie onduidelijkheid opgeleverd omdat alle betrokkenen hebben moeten wennen aan de nieuwe beleidsuitvoering: de wet is weliswaar niet veranderd, maar de uitvoering is strikter opgepakt dan te voren in verband met de signalering van beleids- en veiligheidsrisico's. Als gevolg daarvan werden er groeven niet meer geteld vanwege het ontbreken van vergunningen en/of toestemming van de eigenaar. De afname van de monitoringsintensiteit is vooral te zien in het Savelsbos (waar sindsdien vrijwel niets

meer is gemonitord), in Bemelerberg & Schiepersberg en in het Geuldal.

Na 2009 is er echter weer een opleving te zien van de monitoringsintensiteit: er is een toename tot het oude niveau van de jaren 1990-2004. Dat herstel is echter niet opgetreden in het Savelsbos. In de Bemelerberg & Schiepersberg was het aantal getelde groeven ook sterk gedaald, maar recent is daar sprake van een opleving. Deze toename van de tellingen is een gevolg van de toegenomen behoefte aan monitoringsgegevens voor onder meer beleidszaken en het gaandeweg beter omgaan met de nieuwe wijze van hanteren van de Mijnbouwwet door onder meer regelmatig overleg. En ook met de provinciale activiteit om groeven van juiste vergunningen te voorzien met het oog op de behoefte aan monitoringsgegevens: de provincie stimuleert, faciliteert en financiert, via de Zoogdiervereniging, tegenwoordig de benodigde gesteentemechanische keuringen. Bij deze keuringen worden ook direct kleine mankementen opgelost, terwijl die eerder een goedkeuring voor extensief gebruik beletten. In voorkomende gevallen financiert de Provincie ook de uitvoering van stabilisatiewerkzaamheden in grotere groeven met belangrijke aantallen vleermuizen, zoals in de Koelebosch-groeve.

De huidige situatie is nu dat er op dit moment in het hele Savelsbos geen tellingen kunnen

worden uitgevoerd. Verder zijn er in Bemelerberg & Schiepersberg relatief veel groeven met stabiliteitsproblemen. In beide Natura 2000-gebieden was er daarom tot voor kort geen goede beoordeling mogelijk van de stand van zaken voor de vleermuizen. Met drie herstelde objecten is inmiddels de situatie voor Bemelerberg & Schiepersberg verbeterd.

De huidige situatie (2022) is dat in 64 van de in totaal 119 groeves tegenwoordig vleermuizen kunnen worden gemonitord. Per Natura 2000-gebied gaat het om: Sint Pietersberg & Jekerdal (23 van de 24), Geuldal (31 van de 84), Bemelerberg & Schiepersberg (10 van de 23), Savelsbos (1 van de 17). In de praktijk is het aantal daadwerkelijk gemonitorde groeves lager.

Een wens naar de toekomst van de monitoring is dat de betrouwbaarheid van de monitoring verder toe kan nemen door in het Savelsbos, in de omgeving van Bemelen en in het Geuldal noodzakelijke ingrepen te doen om monitoring mogelijk te maken. Het instellen van een beheersvergoeding voor mergelgroeven kan eveneens bijdragen aan het telbaar maken van objecten, omdat de groeveneigenaren dan beter gefaciliteerd worden in de kosten die ze voor toezicht en beheer maken.

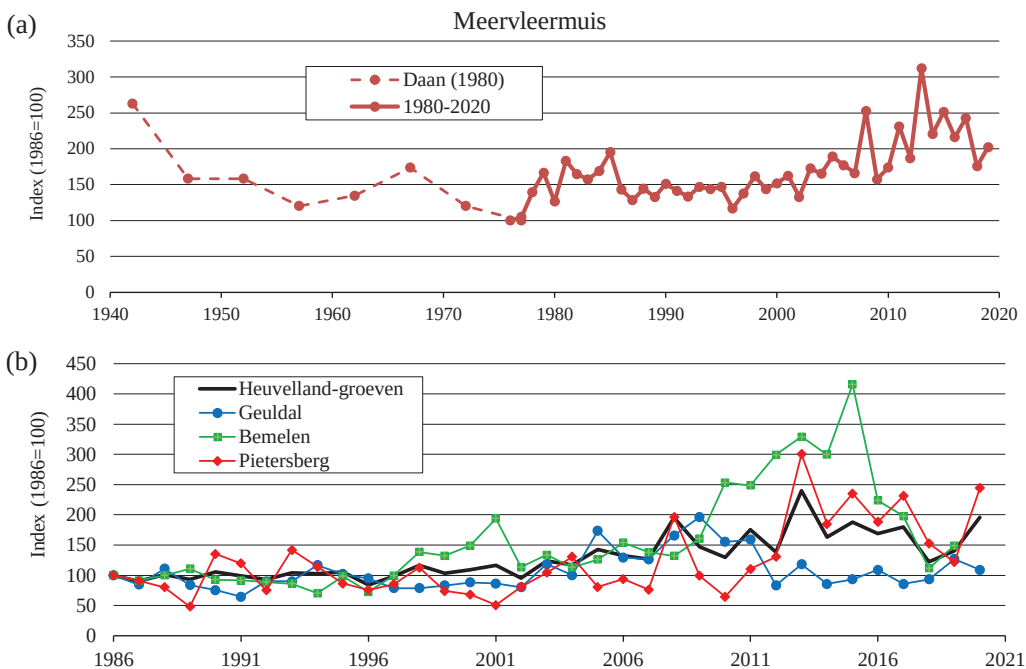
Trend van de vleermuissoorten, met onderverdeling in Natura 2000-gebieden

Van elk van de zeven in groeven overwinterende vleermuizen worden hierna steeds twee grafieken gegeven. De eerste grafiek geeft het trendverloop vanaf 1940-45 tot 2020. Het linkerdeel van deze grafiek geeft de trend weer zoals die door Daan (1980) is vermeld. Het rechterdeel van de grafiek geeft de trend na 1979 weer zoals die is berekend door het CBS op basis van de telgegevens die aanwezig zijn bij de Zoogdierverseniging. Omdat beide delen van de grafiek elkaar raken in 1979 is de index van dat jaar op 100 gesteld – de rest van de grafiek zegt dus hoe de aantallen waren in de

andere jaren en ten opzichte van de stand in 1979. En dus kan er ook uit worden afgeleid in hoeverre de vleermuisstand zich heeft ontwikkeld ten opzichte van de evaluatieperiode van Daan: 1940-45 tot en met 1975-79. Het grafiekdeel van Daan is, gebaseerd op dezelfde groeven, berekend door het CBS. De tweede grafiek vermeldt de ontwikkelingen van de soort in de periode 1986-2020; 1986 is daarin het referentiepunt. In die grafiek is bovendien aangegeven hoe de ontwikkelingen in de verschillende Natura 2000-gebieden zijn. Het CBS heeft daarvoor de monitoringsgegevens gebruikt zoals die door vrijwilligers zijn verzameld en aanwezig zijn in de databank van de Zoogdierverseniging.

De berekeningen voor trends zijn door het CBS uitgevoerd, inclusief de uitspraken over de statistische betrouwbaarheid van het trendverloop over de betreffende periode. De methode van trendbepaling is in wezen niets anders dan het optellen van de resultaten van een groot aantal, maar steeds dezelfde groeven. Eventuele ontbrekende waarden worden ingevuld op basis van trend overige groeven en op basis van aandeel van die ene groeve in het totale aantal groeven (voor de methode: La Haye et al. 2022, in dit nummer). Daardoor is, in vergelijking met de methode van Daan, een optelsom over een groter aantal groeven mogelijk, en krijgt de berekende trend een meer representatief karakter.

Op diverse plaatsen worden absolute aantallen vleermuizen van een soort vermeld. Bedacht moet worden dat in een object altijd slechts een deel van de vleermuizen gevonden kan worden. Dat ligt onder meer aan het weggkruipgedrag van de vleermuizen, anderszijds ook aan zoekfouten bij de waarnemers. Hier wordt ervan uitgegaan dat als monitoring op steeds dezelfde wijze wordt uitgevoerd, de zoekfout gelijk blijft en het deel van de populatie dat wordt gevonden representatief kan worden geacht voor het geheel. Daardoor kunnen de aantallen gevonden exemplaren representatief worden verklaard voor het geheel en krijgen we zicht op een trend.



Figuur 3. Trend van de meervleermuis overwinterend in mergelgroeven: a. de trend in de periode 1940/45 – 1975/79 vergeleken met de trend 1980–2020 (geïndexeerd naar 1979=100); b. de trend in de periode 1986–2020 voor alle mergelgroeven tezamen (Heuvelland; zwarte lijn) vergeleken met de trends voor drie Natura 2000-gebieden (geïndexeerd naar 1986=100).

Schattingen van het aandeel gevonden (niet weggekropen) exemplaren lopen uiteen van 50% tot 10% (Lefevre et al. 2022, in dit nummer, Weinreich 2022). Dat geeft dus een indicatie van de werkelijke aantallen. Per soort zal deze fractie overigens variëren, samenhangend met hun gedrag.

Meervleermuis

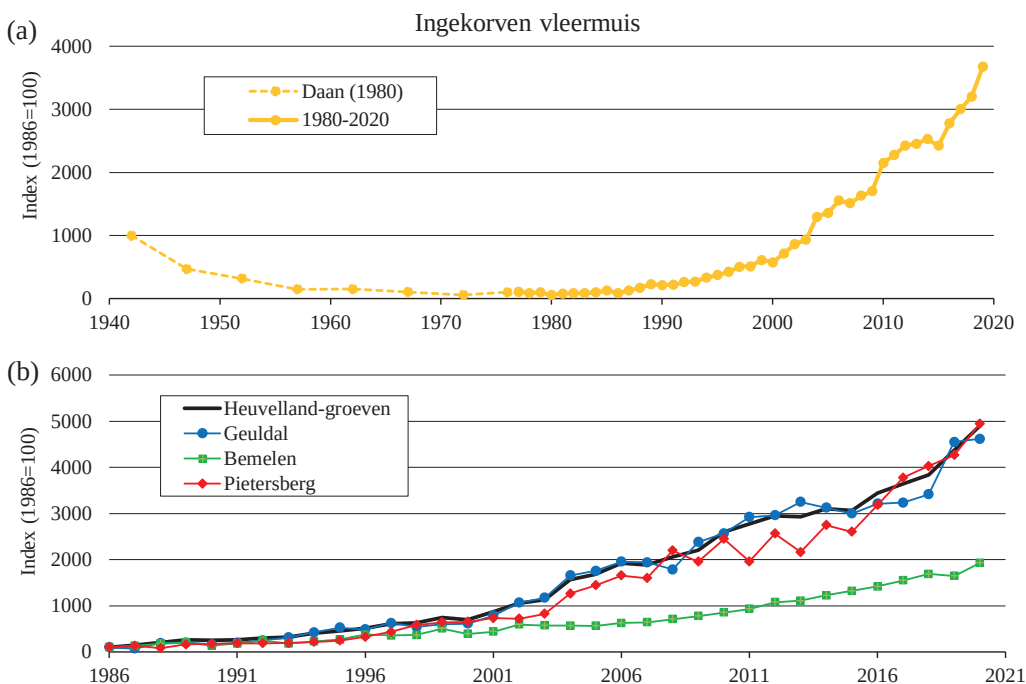
In de periode 1940–1979 was de trend van de meervleermuis sterk dalend en zijn de aantallen gevonden meervleermuizen ruim gehalveerd (figuur 3a). Het blijkt uit diezelfde figuur dat het dieptepunt van de trend rond 1975–1980 heeft gelegen met ongeveer 40 getelde exemplaren. De aantallen hebben zich daarna in de periode 1980–2020 hersteld tot het oude aantalsniveau. Rond 2020 worden er ongeveer 100–140 meervleermuizen geteld.

In de periode 1986–2020 (figuur 3b) zijn de aantallen tot ongeveer 2002 min of meer gelijk gebleven aan het referentiepunt van 1986. Na 2002 is er een lichte stijging en uiteindelijk ligt het eindresultaat in 2020 hoger dan in 1986. Het CBS classificeert de trend sedert 1986 als ‘matige toename’.

Uitgesplitst naar de drie Natura 2000-gebieden komt de ontwikkeling van de meervleermuis in de periode 1986–2020 tot 2002 goed met elkaar overeen. Na 2002 lijkt het in de omgeving van Bemelen en in de Pietersberg iets beter te gaan terwijl de aantallen in het Geuldal wel variëren, maar uiteindelijk nauwelijks veranderen. Voor elk van de drie gebieden is er vanaf 1986 een ‘matige toename’.

Ingekorven vleermuis

In de periode voor 1975–1979 was de trend van



Figuur 4. Trend van de ingekorven vleermuis overwinterend in mergelgroeven: a. de trend in de periode 1940/45 – 1975/79 vergeleken met de trend 1980–2020 (geïndexeerd naar 1979=100); b. de trend in de periode 1986–2020 voor alle mergelgroeven tezamen (Heuvelland; zwarte lijn) vergeleken met de trends voor drie Natura 2000-gebieden (geïndexeerd naar 1986=100).

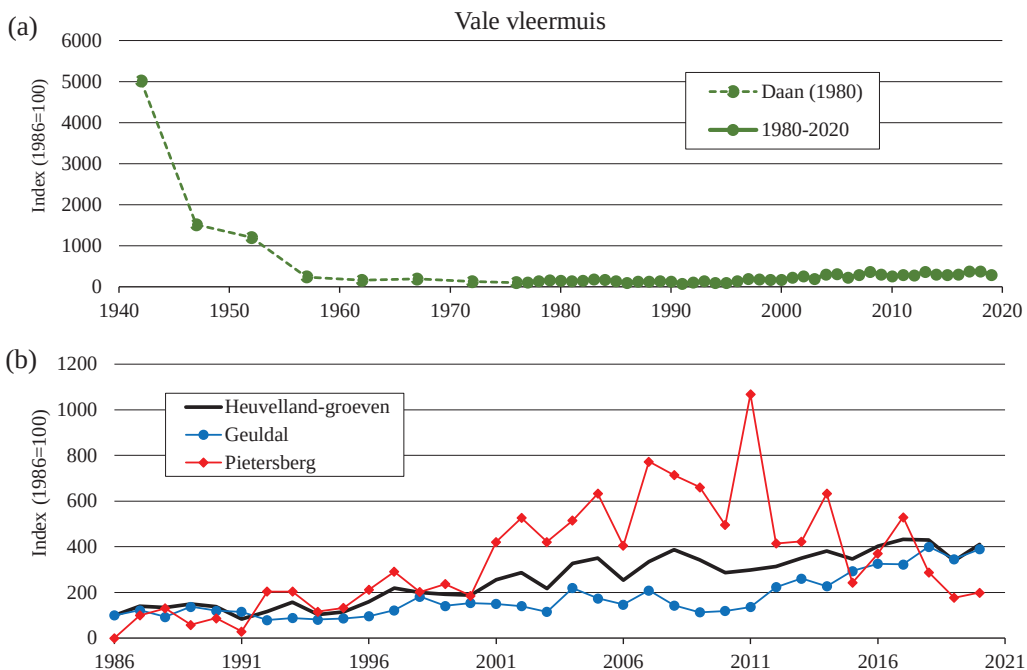
de ingekorven vleermuis aanvankelijk, in de jaren 1940 en 1950, sterk dalend (figuur 4a). Het aantalsniveau is daarna rond 1980 gestabiliseerd op een laag niveau met 20-30 exemplaren. Het blijkt dat het dieptepunt van de trend gelegen heeft rond 1975-1980. Na 1980 hebben de aantallen zich hersteld. Rond 2020 worden er ongeveer 1500 ingekorven vleermuizen geteld in de mergelgroeven.

In de periode 1986-2020 (figuur 4b) zijn de aantallen van de ingekorven vleermuis toegenomen tot ver boven het niveau uit de veertiger jaren: in 25 jaar tijd was het oude niveau van de jaren 1940 weer bereikt, en sindsdien is de toename nog sterker gegaan. Het eindresultaat van 2020 ligt uiteindelijk vele malen hoger dan in het dieptepunt van 1975-1980 (toename factor 40) of in vergelijking met de jaren 1940 (toename factor 3,5). Het CBS classificeert de trend sedert 1986 als 'een sterke

toename'.

De ontwikkeling van de stand van de ingekorven vleermuis komt in de verschillende Natura 2000-gebieden sterk met elkaar overeen tot ongeveer 2005. Daarna blijft de ontwikkeling in Bemelen, hoewel nog steeds positief, achter bij de andere gebieden. Desondanks wordt de trend van de drie Natura 2000-gebieden sedert 1986 geclassificeerd als een 'sterke toename'.

Van de ingekorven vleermuis worden zomerkolonies in Midden-Limburg sinds 2001 jaarlijks gemonitord (Janssen et al. 2014, Dekker et al. 2021). Er is tot 2012 eveneens sprake van een sterke toename in de zomerkolonies, maar daarna zijn de aantallen gestabiliseerd. In de zomerkolonies worden tegenwoordig ongeveer 1200 individuen (vrouwen en subadulten) geteld. Dat de trend in de winterpopulatie afwijkt van die van de zomerpo-



Figuur 5. Trend van de vale vleermuis overwinterend in mergelgroeven: a. de trend in de periode 1940/45 – 1975/79 vergeleken met de trend 1980–2020 (geïndexeerd naar 1979=100); b. de trend in de periode 1986-2020 voor alle mergelgroeven tezamen (Heuvelland; zwarte lijn) vergeleken met de trends voor drie Natura 2000-gebieden (geïndexeerd naar 1986=100).

populatie geeft aan dat het klaarblijkelijk niet om dezelfde populatie gaat.

Een aantal ingekorven vleermuizen in Nederlandse mergelgroeven blijkt de laatste jaren ringen uit het aan Limburg grenzende deel van Duitsland (ter hoogte van Roermond) te dragen, waardoor duidelijk wordt dat ook daar een deel van de bij ons overwinterende dieren vandaan komt. Monitoringgegevens van kolonies in het grensgebied met Nederland zijn echter niet bekend.

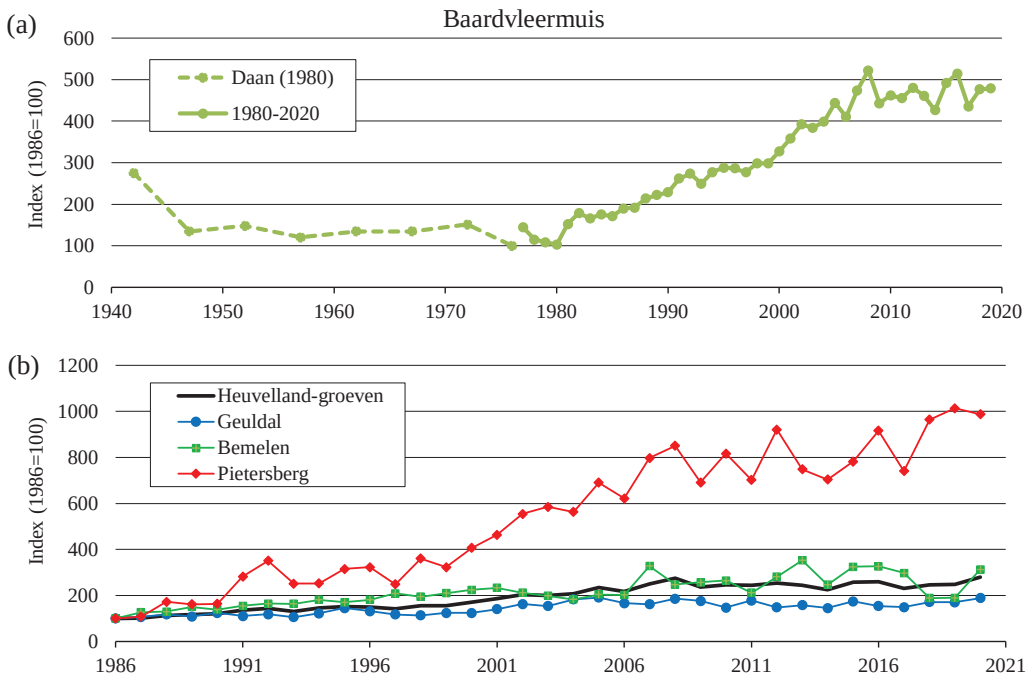
Vale vleermuis

In de periode 1940-1979 was de trend van de vale vleermuis continu sterk dalend (figuur 5a). Het dieptepunt van de trend blijkt tussen 1975 en 1979 te liggen: het dieptepunt van de trend heeft gelegen in de periode 1975-1995, toen er jaarlijks slechts ongeveer tien vale

vleermuizen werden geteld.

In de periode 1986-2020 (figuur 5b) nemen de aantallen enigszins toe (een verviervoudiging), maar de aantallen blijven tot op heden ver onder het niveau van de jaren 1940. Het aantal vale vleermuizen dat tegenwoordig in mergelgroeven gevonden wordt bedraagt ongeveer 60. Dat is weliswaar hoger dan in 1979, maar nog ver onder het niveau van de jaren 1940. Het CBS classificeert de trend sedert 1986 als 'matige toename'.

Uitgesplitst naar de drie Natura 2000-gebieden (figuur 5b) laat de ontwikkeling een matige toename zien in de Sint Pietersberg & Jekerdal en Geuldal. In de Bemelerberg overwintert maar een enkele vale vleermuis en om die reden is dit gebied niet in de grafiek opgenomen. In de Sint Pietersberg & Jekerdal is de ontwikkeling aanvankelijk gunstiger dan in het Geuldal, maar sinds 2012 is er daar weer



Figuur 6. Trend van de baardvleermuis overwinterend in mergelgroeven: a. de trend in de periode 1940/45 – 1975/79 vergeleken met de trend 1980–2020 (geïndexeerd naar 1979=100); b. de trend in de periode 1986–2020 voor alle mergelgroeven tezamen (Heuvelland; zwarte lijn) vergeleken met de trends voor drie Natura 2000-gebieden (geïndexeerd naar 1986=100).

sprake van een afname in de aantallen. Desondanks is er in beide Natura 2000-gebieden sprake van een ‘matige toename’.

Vermeldenswaardig is dat in het Geuldal in 2018 een nieuwe kraamkolonie gevonden is met in 2019 ongeveer 90 vale vleermuizen (adulten en juvenielen samen). Nieuwvestiging van een kraamkolonie in Nederland lag in de lijn der verwachtingen, maar vooralsnog zien we dit nog niet duidelijk terug in de aantallen overwinterende vale vleermuizen.

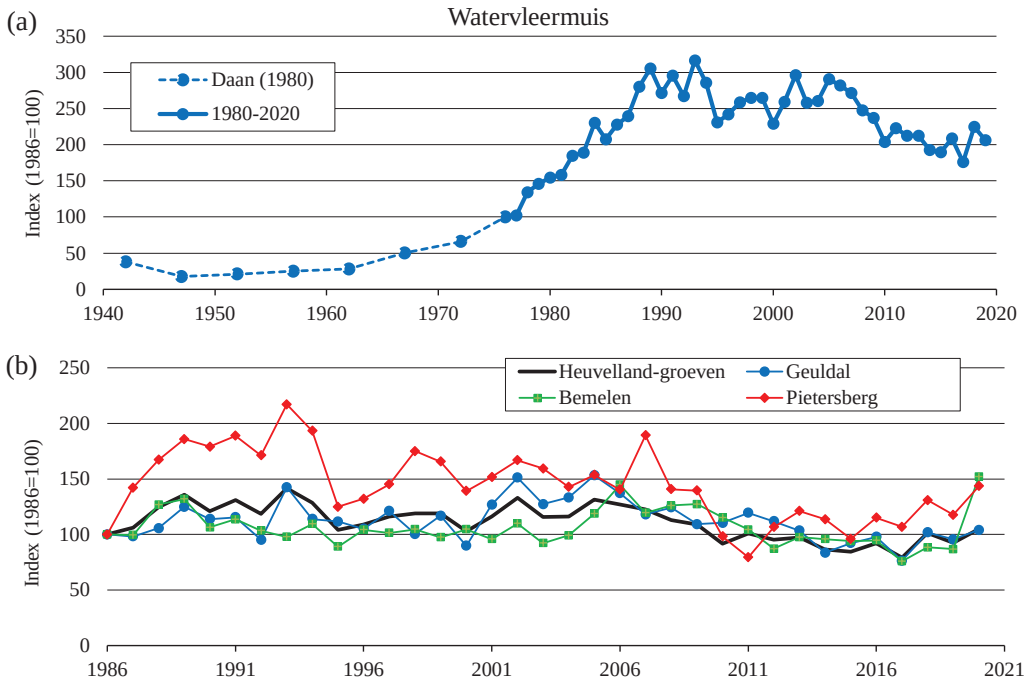
Baardvleermuis

Bij de determinatie van baardvleermuizen wordt in de monitoring, op een enkele uitzondering na, geen onderscheid gemaakt tussen de gewone baardvleermuis (*Myotis mystacinus*) en Brandts vleermuis (*M. brandtii*).

Hanteren van elke vleermuis zou een betere determinatie kunnen opleveren, maar heeft tegelijk een ongewenst verstorend effect, dat altijd vermeden moet worden. We evalueren daarom in feite over het complex ‘baardvleermuis’.

De trend van baardvleermuizen in de periode voor 1975-1979 was continue licht dalend (Daan 1980; figuur 6a). Rond 1975-1980 bereikten de aantallen een minimum met ongeveer 100 getelde dieren. Na 1980 hebben de aantallen zich hersteld tot boven het oude niveau.

In de periode 1986-2020 is de trend dat de aantallen stijgen ten opzichte van het referentiepunt van 1986 (figuur 6b). Sedert ongeveer 2005 is er een stabielere situatie bereikt: de aantallen fluctueren wel, maar nemen niet echt meer toe. Het CBS classificeert de trend sedert 1986 als ‘matige toename’. Het aantal



Figuur 7. Trend van de watervleermuis overwinterend in mergelgroeven: a. de trend in de periode 1940/45 – 1975/79 vergeleken met de trend 1980–2020 (geïndexeerd naar 1979=100); b. de trend in de periode 1986-2020 voor alle mergelgroeven tezamen (Heuvelland; zwarte lijn) vergeleken met de trends voor drie Natura 2000-gebieden (geïndexeerd naar 1986=100).

getelde baardvleermuizen ligt in 2020 uiteindelijk hoger dan in 1986 en ook hoger dan de situatie in de jaren 1940. Het aantal baardvleermuizen dat rond 2020 in mergelgroeven gevonden wordt bedraagt ongeveer 1400.

De ontwikkeling van de baardvleermuis volgt in de drie Natura 2000-gebieden in grote lijn hetzelfde patroon tot ca 1996: In twee van de drie Natura 2000-gebieden is er een ‘matige toename’. Opvallend is echter dat daarna de aantallen in de Sint Pietersberg een stuk harder groeien (‘sterke toename’) dan elders. Dat is geen eenmalig gebeuren, maar dat is al jaren het geval. Een verklaring daarvoor is ons niet bekend.

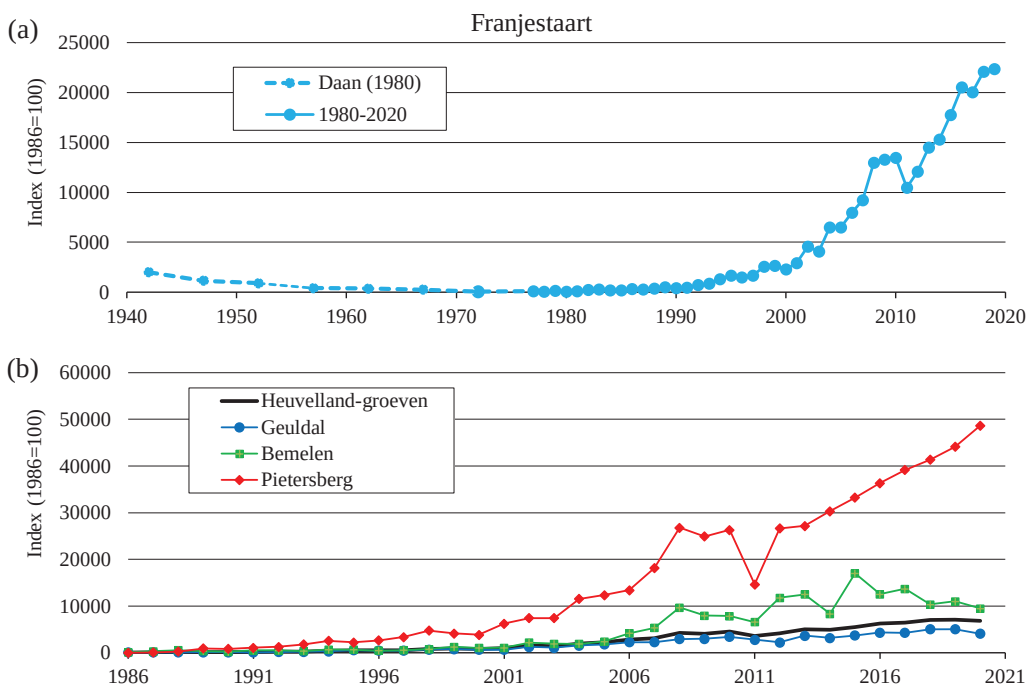
Watervleermuis

De trend van de watervleermuis in de periode

1945-1979 was aanvankelijk dalend (figuur 7a), maar vanaf ongeveer 1950 zijn de aantallen nagenoeg constant gestegen (Daan 1980); eind jaren 70 werden er ongeveer 400 geteld. Het blijkt dat deze stijgende lijn daarna is voortgezet. Na 1990 echter neemt de populatie duidelijk af. Het aantal watervleermuizen dat tegenwoordig in mergelgroeven gevonden wordt bedraagt ongeveer 1100.

Ook in de grafiek voor de periode 1986-2020 zien we dat de trend zich na 1990 heeft gestabiliseerd en na 2005 zelfs licht daalt (figuur 7b). Het CBS classificeert de trend sedert 1986 als ‘matige afname’.

De ontwikkeling van de stand van watervleermuizen volgt in de vier Natura 2000-gebieden min of meer dezelfde, dalende trend, hoewel de trends in Bemelen & Schiepersberg en in Geuldal nog worden gekwalificeerd als ‘stabiel’.



Figuur 8. Trend van de franjestaart overwinterend in mergelgroeven: a. de trend in de periode 1940/45 – 1975/79 vergeleken met de trend 1980–2020 (geïndexeerd naar 1979=100); b. de trend in de periode 1986–2020 voor alle mergelgroeven tezamen (Heuvelland; zwarte lijn) vergeleken met de trends voor drie Natura 2000-gebieden (geïndexeerd naar 1986=100).

Franjestaart

De trend in de periode voor 1945-1979 (figuur 8a) was continu sterk dalend (Daan 1980). Het blijkt dat het dieptepunt in de trend gelegen heeft tussen 1975 en 1985, met ongeveer 10-20 getelde exemplaren. Daarna heeft de franjestaart zich ruim hersteld (figuur 8b); het aantal franjestaarten dat rond 2020 in mergelgroeven gevonden wordt bedraagt ongeveer 2400.

Sedert 1986 zijn de aantallen franjestaarten continu sterk gegroeid (figuur 8b); het CBS classificeert de trend als een 'sterke toename'. Het eindresultaat van 2019-2020 ligt uiteindelijk ver boven het niveau van 1986.

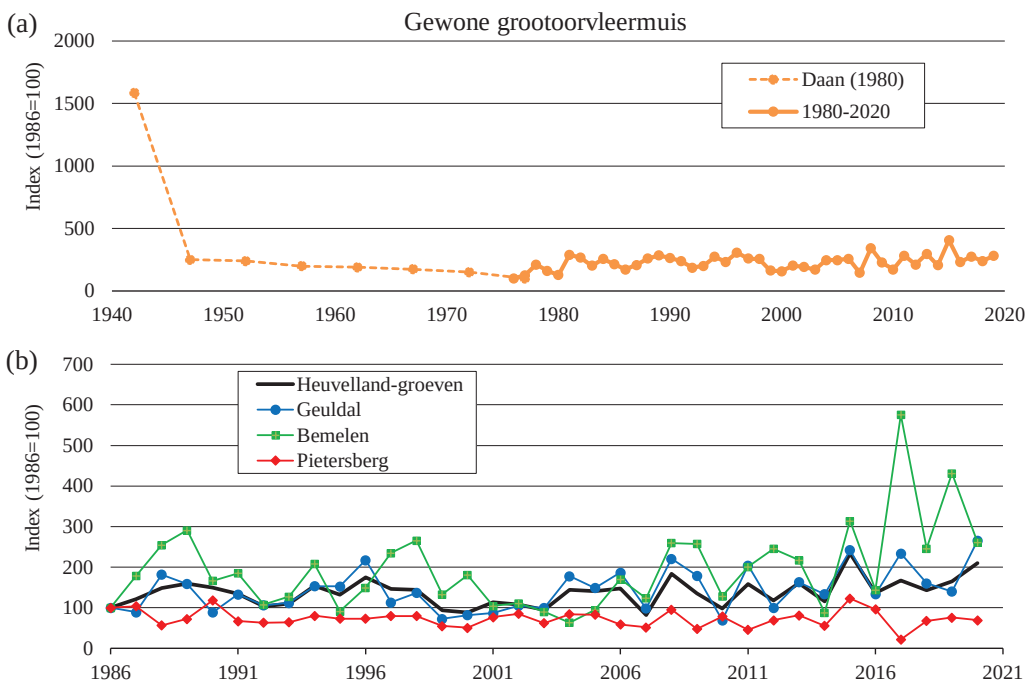
De ontwikkeling van de franjestaart in drie van de vier Natura 2000-gebieden blijkt min of meer hetzelfde te verlopen. Maar ook bij de franjestaart springt de Sint Pietersberg er in

positief opzicht uit: de trend is daar gunstiger dan elders.

Gewone grootoorvleermuis

De trend in de periode voor 1975-1979 was tot ongeveer 1950 zeer sterk dalend; de lage aantallen zijn daarna geleidelijk nog iets verder afgenomen (Daan 1980, figuur 9a). Het blijkt dat het dieptepunt van de trend rond 1970-1980 heeft gelegen; er werden toen ongeveer 10-20 exemplaren geteld. Daarna zijn de aantallen weer gegroeid. Het aantal gewone grootoorvleermuizen dat tegenwoordig in mergelgroeven gevonden wordt bedraagt ongeveer 70-100.

Sedert 1986 zijn de aantallen grootoorvleermuizen min of meer gelijk gebleven aan die van het referentiepunt van 1986 (figuur 9b).



Figuur 9. Trend van de gewone grootoorvleermuis overwinterend in mergelgroeven: a. de trend in de periode 1940/45 – 1975/79 vergeleken met de trend 1980–2020 (geïndexeerd naar 1979=100); b. de trend in de periode 1986–2020 voor alle mergelgroeven tezamen (Heuvelland; zwarte lijn) vergeleken met de trends voor drie Natura 2000-gebieden (geïndexeerd naar 1986=100).

Het CBS classificeert deze trend sedert 1986 als ‘matige toename’. Het eindresultaat van 2019-2020 ligt uiteindelijk onder het niveau van de jaren 1940, maar iets boven het niveau van het dieptepunt van 1986.

In grote lijnen is de aantalsontwikkeling in de vier Natura 2000-gebieden min of meer overeenkomstig.

Overige soorten

Een aantal andere vleermuissoorten komt zo weinig voor in groeven dat er eigenlijk geen uitspraak over de trend van de soort kan worden gedaan.

De kleine hoefijzerneus (*Rhinolophus hipposideros*) was tot 1950 een gewone overwinteraar in mergelgroeven. Daarna is de soort sterk achteruitgegaan en resteerden er slechts

enkele incidentele overwinteraars (Daan 1980, Ramakers 2016). De vrees was dat de populatie toen al zodanig klein was geworden dat overleving onder een kritisch minimum was gedaald. Deze vrees is terecht gebleken: na 1984 is de soort niet meer in Zuid-Limburgse mergelgroeven aangetroffen. De noordgrens van het areaal van de soort ligt echter vrij dichtbij in de Ardennen en wellicht is hervestiging in Nederland van daaruit mogelijk.

De grote hoefijzerneus (*Rhinolophus ferrum-equinum*) is al sinds vroeger een zeldzame overwinteraar in mergelgroeven. Voor 1960 overwinterden er al minder dan vijf exemplaren in Zuid-Limburgse mergelgroeven. In de Pietersberg werd in 1984 voor het laatst een exemplaar gezien (Thissen & van der Coelen 2016). In de periode 1986-2020 is de soort niet aangetroffen in Zuid-Limburgse mergelgroeven. Recent (2021, 2022) wordt de soort echter

wel in een klein aantal (< 5) gevonden in een mergelgroeve net over de grens met Wallonië. Wellicht kunnen er in de toekomst weer dieren overwinterend in Nederland worden aangetroffen.

Bechsteins vleermuis wordt in de periode 1940-45 tot 1978-79 zo nu en dan in groeven aangetroffen (Daan 1980). Ook in de periode 1986-2020 wordt de soort incidenteel aangetroffen in mergelgroeven ten westen van de Maas: jaarlijks worden er daar 1 tot 12 exemplaren geteld in het Natura 2000-gebied Sint Pietersberg. In het Geuldal en in Bemelen wordt onregelmatig een enkel exemplaar geteld. Omdat er na 2010 kraamkolonies in bomen bekend zijn geworden in het Geuldal en in het Savelsbos en omdat uit mistnetvangsten in het najaar blijkt dat de soort regelmatig zwermend wordt aangetroffen voor groeve-ingangen zouden we mogen veronderstellen dat de soort meer in mergelgroeven overwintert dan dat uit de cijfers blijkt. De soort staat bekend om zijn wegkruipgedrag en wordt daardoor wellicht minder vaak gevonden.

De mopsvleermuis (*Barbastella barbastellus*) is in de periode 1980-2020 niet aangetroffen in mergelgroeven; in de periode 1940-1979 was het ook al een zeldzame verschijning.

De gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*) wordt bij de reguliere monitoring zo nu en dan aangetroffen op relatief koude overwinteringsplekken, vooral bij de ingangen van groeven of zelfs aan de buitenkant. Vrijwel altijd zitten ze weggekropen in spleten. Door de jaren heen worden ze vaak in dezelfde spleten gevonden als eerder. Mergelgroeven zijn echter voor de soort geen belangrijke verblijfplaats; ze overwinteren vaker gewoon in gebouwen. Rond 2020 worden er ongeveer 100 dwergvleermuizen geteld in Zuid-Limburgse mergelgroeven.

Laatvliegers (*Eptesicus serotinus*) worden incidenteel aangetroffen in groeven, en dan meestal op relatief koude overwinteringsplekken, vooral bij de ingangen van groeven of zelfs aan de buitenkant. Rond 2020 werden er jaarlijks ongeveer 15-20 geteld. De soort over-

wintert nauwelijks in groeven, maar meer in gebouwen.

De grijze grootoorvleermuis (*Plecotus austriacus*) wordt in de periode 1986-2020 een enkele maal aangetroffen in Zuid-Limburgse mergelgroeven: jaarlijks 1-4 exemplaren. De meeste waarnemingen komen uit de Kasteelgroeve (Natura 2000-gebied Sint Pietersberg).

Discussie

Alles overziend is de uitgesproken negatieve trend in de periode 1940-1979 van vrijwel alle in Nederlandse mergelgroeven overwinterende soorten vleermuizen tot stilstand gekomen rond 1980. Daarna is er tot op heden voor vrijwel al deze soorten weer een opgaande trend te zien, al is dat niet voor elke soort in dezelfde mate.

De populaties van de ingekorven vleermuis en van de franjestaart zijn inmiddels uitgegroeid tot een veelvoud van de vroegere aantallen. En een einde van hun steile positieve trend is nog niet in zicht. Een verklarende factor die juist voor deze twee soorten de overeenkomstige trend kan verklaren is zeer gewenst, maar is ons niet bekend.

De meervleermuis en de baardvleermuis hebben zich geheel hersteld tot boven het niveau rond 1940.

De vale vleermuis en de gewone grootoorvleermuis hebben zich weliswaar hersteld, maar hun aantalsniveau ligt nog onder het oude niveau van rond 1940. Voor de gewone grootoorvleermuis ligt de verklaring van het relatief bescheiden herstel vermoedelijk in het warmer wordende klimaat, waardoor er wellicht minder noodzaak bestaat is om juist groeven te gebruiken als winterverblijf (zie ook: Bekker 2022, van Zuylen & Groenendijk 2022, beide in dit nummer). Voor de vale vleermuis ligt Nederland aan de rand van zijn verspreidingsgebied en dat verklaart wellicht dat de populatie zich daardoor minder snel herstelt.

Ten opzichte van de eerdere evaluatieperiode is de kleine hoefijzerneus geheel verdwe-

nen. De resterende aantallen tegen het einde van de jaren 1970 waren toen al tot een minimum gezakt.

Opmerkelijk is dat de watervleermuis een afwijkende trend vertoont en in tegenstelling tot de andere soorten sinds 2000 afneemt. Voor 1980 was de trend van de soort toenemend waar juist de trend van alle andere soorten negatief was. Na een aantal jaren van verdergaande groei na 1980 lijkt inmiddels de watervleermuis een negatieve trend te hebben ingezet, waar die voor veel andere soorten positiever verloopt.

Van de meervleermuis en de ingekorven vleermuis valt het op dat de trend van het aantal overwinterende dieren in mergelgroeven niet overeenkomstig verloopt aan de trend in de tot nu toe bekende zomerverblijven. Voor de meervleermuis neemt de trend in de zomerverblijven de laatste jaren af (Haarsma & Janssen 2022) en voor de ingekorven vleermuis geldt dat deze zich heeft gestabiliseerd op een hoog niveau (Janssen et al. 2014, Dekker et al. 2021). Indien beide series waarnemingen een maat zouden zijn voor dezelfde bronpopulatie van die soorten dan zouden de ontwikkelingen in zomer en winter gelijk moeten verlopen. Het bestaan van een trendverschil kan niet anders zijn dan dat de zomer- en winterseries waarnemingen mogelijk uit andere deelpopulaties bestaan, maar eigenlijk weten we te weinig over hoe het met de meeste vleermuissoorten buiten de winterperiode in de groeven gaat.

De overeenkomst van de grote lijn van trends sedert 1940 en de trendbreuk rond 1980 voor meerdere soorten vleermuizen past bij de timing van opkomst en afbouw van het gebruik van allerlei persistente insectenbestrijdingsmiddelen in de buitenomgeving en met name in de land- en tuinbouw (DDT, endrin, dieldrin, aldrin) en in het gebruik van houtconserveringsmiddelen bij bijvoorbeeld restauraties. Tussen 1973 en 1990 werd verder gebruik van deze stoffen verboden. Het effect van deze stoffen op, in eerste instantie, insecten werkt via de voedselpiramide door naar

insectenetende dieren, waaronder dus ook vleermuizen.

Daarnaast is er een negatieve invloed geweest op de populaties (Daan 1980) door onder meer: de gebruikte methodieken bij het vleermuisonderzoek in de jaren 1940 en 1950, de bloei van de champignonkwekerijen in mergelgroeven, en het toegenomen recreatief gebruik van mergelgroeven.

De huidige overwegend positieve trend van de meeste soorten is opmerkelijk omdat als het over natuur en biodiversiteit gaat de algemene teneur is dat deze afneemt. Bij vleermuizen is er voor overwinterende soorten van mergelgroeven in Nederland echter sprake van overwegend positieve trends sinds de jaren 1980, en lijkt de neergaande trend in insectenpopulaties vreemd genoeg geen of weinig effect op de populatieontwikkeling lijkt te hebben. We concluderen dat ondanks de positieve trends en de veronderstelde representativiteit van de tellingen we onvoldoende weten van wat er voor de vleermuizen buiten de winterperiode (en meer specifiek: buiten de periode dat de telling wordt uitgevoerd: ruwweg tussen kerst en half februari) in de zomerkolonies en foerageergebieden aan de hand is.

De beleidsmatige aandacht voor overwinterende vleermuizen in mergelgroeven is toegenomen. In de vier Natura 2000-gebieden met mergelgroeven die een doelstelling hebben voor overwinterende vleermuizen kan daarom gewerkt worden aan: 1. Behoud en herstel van de overwinteringsfunctie. Bekend is bijvoorbeeld dat het terugbrengen van verstoring en het maken van afsluitingen een positief effect hebben op aantallen (mits op de goede wijze uitgevoerd). 2. Voortzetting van de monitoring. De huidige methode heeft zich bewezen een representatieve graadmeter te zijn voor de aantalsontwikkeling van overwinterende vleermuizen en zolang deze door vrijwilligers uitgevoerd kan worden heeft deze een groot bereik en is relatief goedkoop. 3. Aanpassing van de monitoring waar objecten niet meer op uit oogpunt van veiligheid betreden kunnen worden. Experimenten die-

nen voortgezet te worden door tellingen uit te voeren met geautomatiseerde registraties van in- en uitvliegende vleermuizen (Lefevre et al. 2022, in dit nummer, Weinreich 2022) én mistnetvangsten bij groeveningenangen (van Schaik et al. 2015).

Ook worden in drie van de vier Natura 2000-gebieden een behoorlijk aantal groeven geteld. Het is verheugend te constateren dat deze ontwikkeling tot stand komt dankzij de reeds jarenlange inzet van de vele tientallen vrijwilligers ten behoeve van de uitvoering en de organisatie van de tellingen.

Dankwoord: Bovenal willen we de vele mensen danken die elk jaar weer opnieuw meewerkten aan de verzameling van de gegevens. Het 'vleermuizen tellen' is veelal een hobby maar met zijn allen levert dat een fraai overzicht op van de ontwikkelingen. Ook danken wij de groeve-eigenaren die al die jaren enthousiast meewerken aan de jaarlijks terugkerende tellingen. Dank ook aan de Zoogdiervereeniging en CBS, die zorgen voor het bijeenbrengen en bewerken van de gegevens. Verder zijn we zeer verheugd over financiering van de instandhoudingsmaatregelen door de provincie Limburg.

Literatuur

Bekker, J.P. 2022. De samenhang tussen aantallen overwinterende gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) en weersomstandigheden (temperaturen en neerslag). Lutra 65 (1): 201-211.

Broekhuizen, S., K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys (red.) 2016. Atlas van de Nederlandse Zoogdieren. Natuur in Nederland 12. Naturalis Biodiversity Center / EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden, Nederland.

Daan, S. 1980. Long term changes in bat populations in the Netherlands: a summary. Lutra 22: 95-105.

Daan, S., G.H. Glas & A.M. Voûte (red.) 1980. De Nederlandse vleermuizen: bestandsontwikkelingen in zomer- en winterkwartieren. Lutra 22 (1-3).

Dekker, J., R. Janssen, J. Buys & L. Verheggen 2021. Notitie zomertelling ingekorven vleermuis Midden-Limburg 2021. Jasja Dekker Dierecologie,

Arnhem, Nederland.

Dijkstra V. & E. Korsten 2005. Handleiding wintertellingen van vleermuizen. Voor het monitoren van vleermuizen in de winter. Zoogdiervereeniging VZZ, Arnhem, Nederland.

Glas, G. 2022. Tachtig jaar vleermuiswintertellingen: van ringen naar monitoren en beschermen. Lutra 65 (1): 3-6.

Haarsma, A.-J. & R. Janssen 2022. Woningisolatie bedreigt de meervleermuis. De Levende Natuur 123 (1): 12-17.

Janssen, R. 2009. Bechsteins, een nieuwe soort voor de rode lijst? Presentatie Vlendam 2009.

Janssen, R., J. Dekker, T. Molenaar & J. Regelink 2014. Ingekorven vleermuis in Midden-Limburg. Populatieontwikkeling van de ingekorven vleermuis in Midden-Limburg in 2012 en de uitgevoerde acties. Bionet, Stein / Jasja Dekker, Arnhem / Regelink Ecologie & Landschap, Mheer, Nederland.

La Haye, M. 2016. Keuringen mergelgroeven in Natura 2000 gebieden in Zuid-Limburg in 2015 en adviezen voor de toekomst. Rapport 2015.35. Bureau van de Zoogdiervereeniging, Nijmegen, Nederland.

La Haye, M. & T. van der Meij 2022. Overwinterende vleermuizen in Nederland in 1986-2020 op basis van het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen. Lutra 65 (1): 7-22.

Lefevre, A., L. Holsbeek, A. Thomaes, A.-J. Haarsma & J. Goossens 2022. Geautomatiseerde langetermijnregistratie van vleermuisactiviteit in Fort Steendorp (Vlaanderen, België). Lutra 65 (1): 181-200.

Provincie Limburg 2018. Handreiking gesteentemechanische veiligheid van onderaardse kalksteengroeven. Notitie.

Provincie Limburg 2020a. Natura 2000-plan Bemelerberg & Schiepersberg 2020-2026. Provincie Limburg, Maastricht, Nederland.

Provincie Limburg 2020b. Natura 2000-plan Sint Pietersberg & Jekerdal (159) 2020-2026. Provincie Limburg, Maastricht, Nederland.

Provincie Limburg 2021. Ontwerp Hoofdrapport Geuldal (157) 2021-2027. Provincie Limburg, Maastricht, Nederland.

Ramakers, J. 2016. Kleine hoefijzerneus. In: S. Broekhuizen, K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys (red.). Atlas van de Nederlandse Zoogdieren. Natuur in Nederland 12: 180-182. Natura-

- lis Biodiversity Center / EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden, Nederland.
- Thissen, J.B.M. & H. Hollander 2013. Keuring van mergelgroeven voor de monitoring van Vleermuizen. Rapport 2012.05. Zoogdiervereniging, Nijmegen, Nederland.
- Thissen, J.B.M. & J. van der Coelen 2016. Grote hoefijzerneus. S. Broekhuizen, K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys (red.). Atlas van de Nederlandse Zoogdieren. Natuur in Nederland 12: 180-182. Naturalis Biodiversity Center / EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden, Nederland.
- van Schaik J., R. Janssen, T. Bosch, A.-J. Haarsma, J.J.A. Dekker & B. Kranstauber 2015. Bats swarm where they hibernate: compositional similarity between autumn swarming and winter hibernation assemblages at five underground sites. PLoS ONE 10 (7): e0130850. doi:10.1371/journal.pone.0130850.
- Weinreich, J.A. & J.H. Oude Voshaar 1992. Population trends of bats hibernating in marl caves in the Netherlands (1943–1987). *Myotis* 30: 75–84.
- Weinreich, H. 2022. Activiteit van vleermuizen in de Prehistorische vuursteenmijnen van Rijckholt. Onderzoek met telpoorten van 2015 tot en met 2019. *Natuurhistorisch Maandblad* 111 (8): 205–215.
- Ontvangen: 11 januari 2022*
Geaccepteerd: 16 augustus 2022



De Henisdael-groeven, Vechmaal, Vlaanderen. *Fotos: Benny Odeur.*

Overwinterende vleermuizen in Vlaams mergelland: een overzicht over de periode 1989-2020

Ghis Palmans

Volmolenstraat 1, 3910 Pelt, België, e-mail: ghis.palmans@gmail.com

Samenvatting: In Vlaanderen worden 26 verschillende mergelgroeven jaarlijks gecontroleerd op overwinterende vleermuizen, 18 in het Maasbekken en acht in het Scheldebekken. De meeste groeven zijn ontstaan in de tweede helft van de 16^{de} eeuw door de winning van mergel als bouw materiaal en als grondstof voor de bemesting van landbouwgronden. Na de Tweede Wereldoorlog werden in zowel grote als kleine gangenstelsels champignons gekweekt. In 1958 stopte vrijwel alle ondergrondse kweek van champignons. Een totaaloverzicht van de vleermuis-tellingen is er pas vanaf 1989. In de loop der jaren nadien kwamen er nog een paar groeven bij, tot op het huidige aantal van 26 dat jaarlijks volledig geteld wordt. De tellingen worden uitgevoerd door de Vleermuizenwerkgroep Natuurpunt, vanaf de laatste week van december tot eind februari. De waarden voor het jaar 2015 staan niet vermeld in de periode 1989-2020 omdat in dat jaar de telling in groeve Lacroix geen doorgang kon vinden. Tijdens de wintertellingen wordt er geen onderscheid gemaakt tussen de twee soorten baardvleermuizen, *Myotis mystacinus* en *M. brandtii*. In 1989 zijn de baardvleermuizen de tweede meest getelde soort. Met 158 dieren in 1989 bleef het aantal stijgen tot 1622 in 2020. In 1989 was de watervleermuis (*M. daubentonii*) de meest waargenomen soort met 269 dieren. Het aantal bleef stijgen tot 2002 tot het hoogtepunt van 949 dieren met in 2013 een dieptepunt met 340 waargenomen dieren. Aanvankelijk was de franjestaart (*M. nattereri*) nog een zeldzaamheid, in 2020 waren er 1191 overwinterende dieren. De ingekorven vleermuis (*M. emarginatus*) is de soort die het sterkst is toegenomen. Sinds 1989 is het aantal exemplaren exponentieel toegenomen. Het aantal overwinterende meervleermuizen (*M. dasycneme*) nam aanvankelijk matig toe, tot 154 in 2013; nu zijn er jaarlijks ongeveer 100 dieren. De aantallen gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) variëren tussen de 30 en 55 dieren, dit is nauwelijks 1% van het totaal aantal vleermuizen in de Vlaamse mergelgroeven. Aanvankelijk was Bechsteins vleermuis (*M. bechsteinii*) een zeer zeldzame verschijning tijdens de tellingen; in 2015-2016 steeg het aantal tot 16 dieren. Vale vleermuis (*M. myotis*) en gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*) worden zelden gezien, terwijl een laatvlieger (*Eptesicus serotinus*) zeer uitzonderlijk in de mergelgroeven wordt waargenomen. Het aandeel van de 'niet-gedetermineerde vleermuizen' was nog aanzienlijk in 1989, maar nam daarna gestaag af. De duur van het onderzoek naar overwinterende vleermuizen in de groeven in het Vlaamse mergelland is voor de afzonderlijke groeven niet geheel gelijk. De groeven met de grootste bijdragen worden gevormd door de groeven Lacroix, Verbiestberg en De Keel. De sterke toename van getelde overwinterende vleermuizen is mogelijk toe te schrijven aan een toename van de populatie en aan de inspanningen die gedaan zijn op het vlak van het afsluiten van de groeven. Een betere verlichting en een toegenomen determinatiekennis hebben een rol gespeeld met het juist op naam brengen van de overwinterende vleermuizen.

Kernwoorden: baardvleermuizen (*Myotis mystacinus*, *M. brandtii*), watervleermuis (*M. daubentonii*), franjestaart (*M. nattereri*), ingekorven vleermuis (*M. emarginatus*), gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*), meervleermuis (*M. dasycneme*), Bechsteins vleermuis (*M. bechsteinii*), vale vleermuis (*M. myotis*), Vlaams mergelland.

Inleiding

In Vlaanderen worden 26 verschillende mergelgroeven jaarlijks gecontroleerd op overwinterende vleermuizen. In het Maasbekken sluiten 18 groeven aan bij het grote ontginingscomplex van mergel (kalksteen) met de Waalse en Nederlandse gangenstelsels. Deze groeven zijn alle gesitueerd in de gemeente Riemst. In het Scheldebekken liggen de groeven van Henisdael in Vechmaal, in de deelgemeente Heers (figuur 1). De acht stelsels liggen in een halfcirkelvormige vallei (keteldal), waardoor er migratie onderling mogelijk is tussen de groeven door de geringe afstand tussen de verschillende ingangen.

De meeste groeven zijn ontstaan in de tweede helft van de 16^{de} eeuw door de winning van mergel. De mergel werd in eerste instantie gewonnen als bouw materiaal en als grondstof voor de bemesting van landbouwgronden. Later diende mergel als grondstof voor de productie van cement (Walschot 2010). Na de Tweede Wereldoorlog werden in zowel grote als kleine gangenstelsels champignons gekweekt. Na de grote instorting van groeve de Roosburg in 1958, stopte vrijwel alle ondergrondse kweek van champignons vanwege het instortingsgevaar dat altijd aanwezig is bij een groeve (Medaerts 1998). In enkele groeven duurde de teelt nog tot begin 2000. In groeve Avergat in Kanne is tot op heden nog een actieve champignonsteelt.

Een totaaloverzicht van de vleermuistelingen is er pas vanaf 1989. Voorheen werden slechts enkele van de groeven geteld (Fairon & Lefevre 1991). In de loop der jaren nadien kwamen er nog een paar groeven bij, tot, vanaf 2007, de lijst compleet is en daarmee komen we op het huidige aantal van 26 groeven dat jaarlijks volledig geteld wordt. De tellingen worden uitgevoerd door de Vleermuizenwerkgroep Natuurpunt, die aanvangen vanaf de laatste week van december en eindigen eind februari. Meer dan 50 vrijwilligers brengen jaarlijks de overwinterende vleermuizen in kaart. Elk dier wordt op een

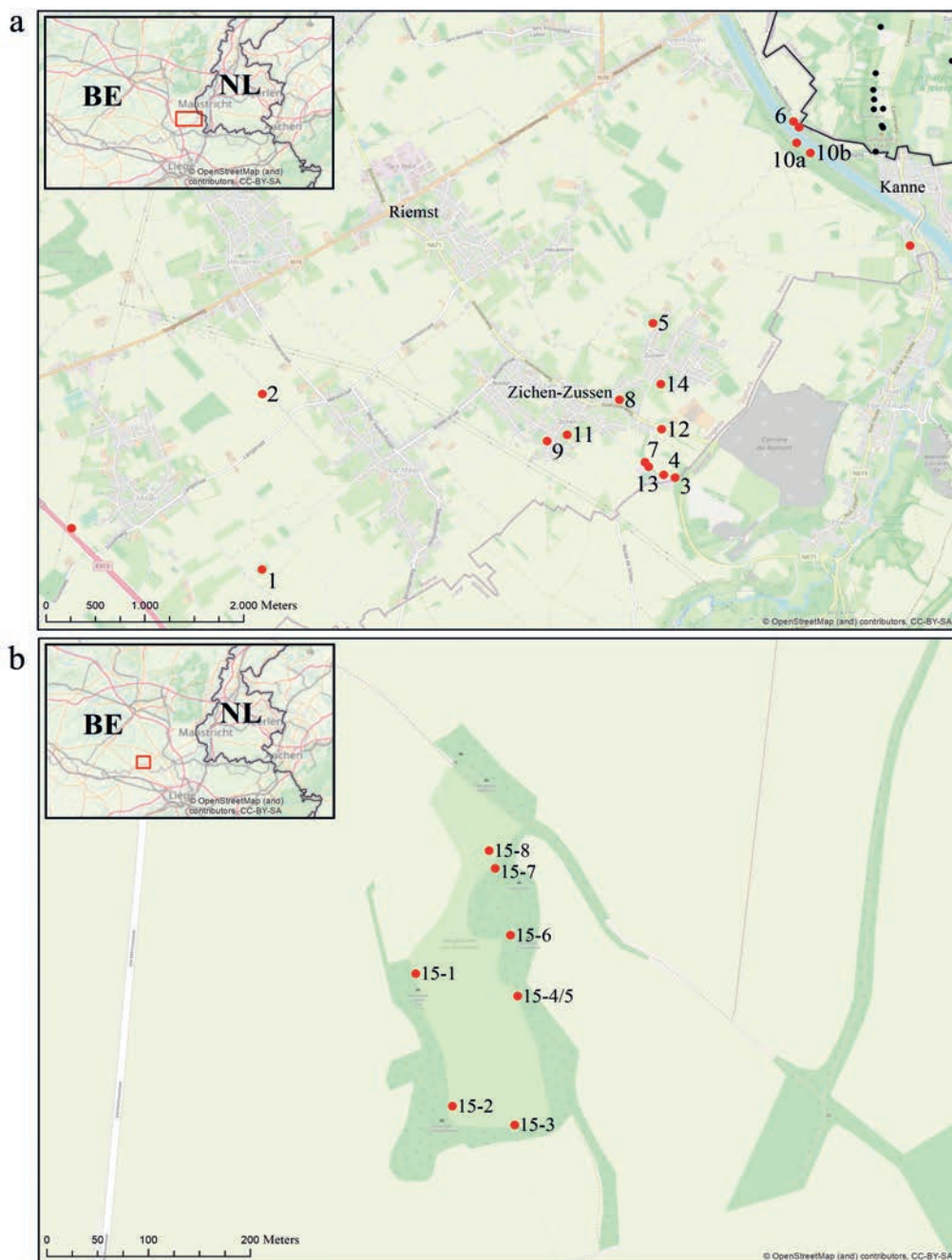
gedetailleerde kaart genoteerd. De data worden beheerd door de Vleermuizenwerkgroep Natuurpunt en gepubliceerd in jaarlijkse rapportages ((Palmans, verschillende jaren). Vanaf 2021 beheert INBO (Instituut voor Natuur- en Bos Onderzoek) in samenwerking met Natuurpunt (Natuur.Studie) de gegevens in het kader van de meetnetten (rapportering Europa).

Soortenbespreking

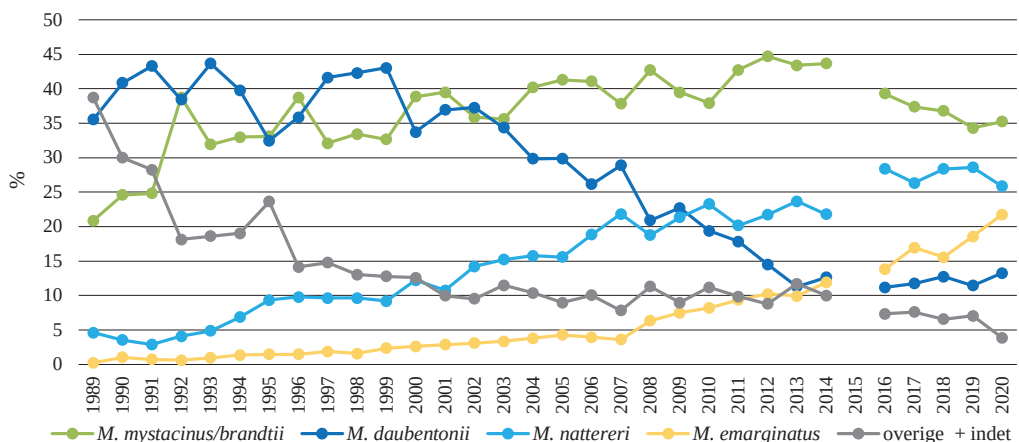
Bij beschouwing van de procentuele verhouding van de vier soorten (baardvleermuis, watervleermuis, franjestaart en ingekorven vleermuis) die het meest zijn waargenomen tijdens de tellingen van 1989 tot en met 2020, blijkt dat het aandeel van de 'overige' (meervleermuis, gewone grootoorvleermuis, Bechsteins vleermuis, vale vleermuis en gewone dwergvleermuis) en 'niet-gedetermineerde vleermuizen' nog aanzienlijk was in 1989 (figuur 2); het aantal 'niet-gedetermineerde vleermuizen' nam daarna gestaag af (zie ook figuur 4j).

Over de jaren zijn er meer getelde groeves (figuur 3a, b en c) en dit levert dus ook steeds hogere getelde aantallen op: de aantalsontwikkeling geeft daarom niet de reële toename weer. Om de betekenis van de verschillende groeven voor alle vleermuizen over de verschillende tijdsperiodes te laten zien, is dit met drie figuren inzichtelijk gemaakt (figuur 3a, b en c). Deze drie figuren geven resp. over de perioden 1989-2020, 2001-2020 en 2011-2020 het aantal jaren dat is geteld en het relatieve belang van elke groeve voor het totaal van de getelde vleermuizen. Dit is gedaan door het vergelijken van het quotiënt van het totaal aantal vleermuizen en het aantal jaren ten opzichte van dat aantal jaren dat is geteld.

De afzonderlijke soorten worden hieronder apart besproken. De figuren 4a t/m 4j laten de getelde aantallen zien; dit zijn jaar op jaar niet strikt vergelijkbare waarden. De waarden voor het jaar 2015 staan niet vermeld



Figuur 1. Ligging van (a) de mergelgroeven in het Maasbekken en (b) de mergelgroeven van Henisdael in het Scheldebekken. 1: Coolen; 2: Collas; 3: Drie Dagen; 4: Flessenberg; 5: Juge; 6: De Keel; 7: Koegat; 8: Lacroix; 9: Lindestraat; 10a: Mathuus; 10b: Opcanne IV; 11: Pitjesberg; 12: Verbiestberg; 13: Jagenau's Huiske; 14: Pauly; 15-1: Henisdael 1; 15-2: Henisdael 2 - Champignonkuil; 15-3: Henisdael 3 - Walenkuil; 15-4/5: Henisdael 4 en 5; 15-6: Henisdael 6 - Hussenkuil; 15-7: Henisdael 7 - Waterkuil; 15-8: Henisdael 8; BE: België; NL: Nederland.



Figuur 2. Procentuele verdeling van de getelde aantallen van vier veel voorkomende soorten vleermuizen en de overige en niet-gedetermineerde soorten in de periode 1989-2020.

bij de procentuele verdeling van de getelde vleermuizen en de aantalsontwikkeling van de verschillende soorten in de periode 1989-2020. Dit is achterwege gelaten omdat in dat jaar, de telling in groeve Lacroix (met een aandeel van gemiddeld 30%) geen doorgang kon vinden. Het wegvallen van enkele tellingen in andere groeven in sommige jaren is van een veel geringere invloed.

Jaarlijks worden er drie soorten geteld die in bijlage 2 van de Habitatrictlijn staan: ingekorven vleermuis, meervleermuis en Bechsteins vleermuis.

Baardvleermuis (*Myotis mystacinus / brandtii*)

Tijdens de wintertellingen wordt er geen onderscheid gemaakt tussen de twee soorten baardvleermuizen, *Myotis mystacinus* en *M. brandtii*. Enkel in geval van een 100% zekere determinatie, wordt dit vermeld in de rapportering. In het totaaloverzicht worden beide soorten onder één noemer vermeld.

In 1989 is de baardvleermuis de tweede meest getelde soort. Met 158 dieren in 1989 bleef het aantal stijgen tot 1622 in 2020. Hiermee is de baardvleermuis de meest waargenomen vleermuis in de Vlaamse mergelgroeven.

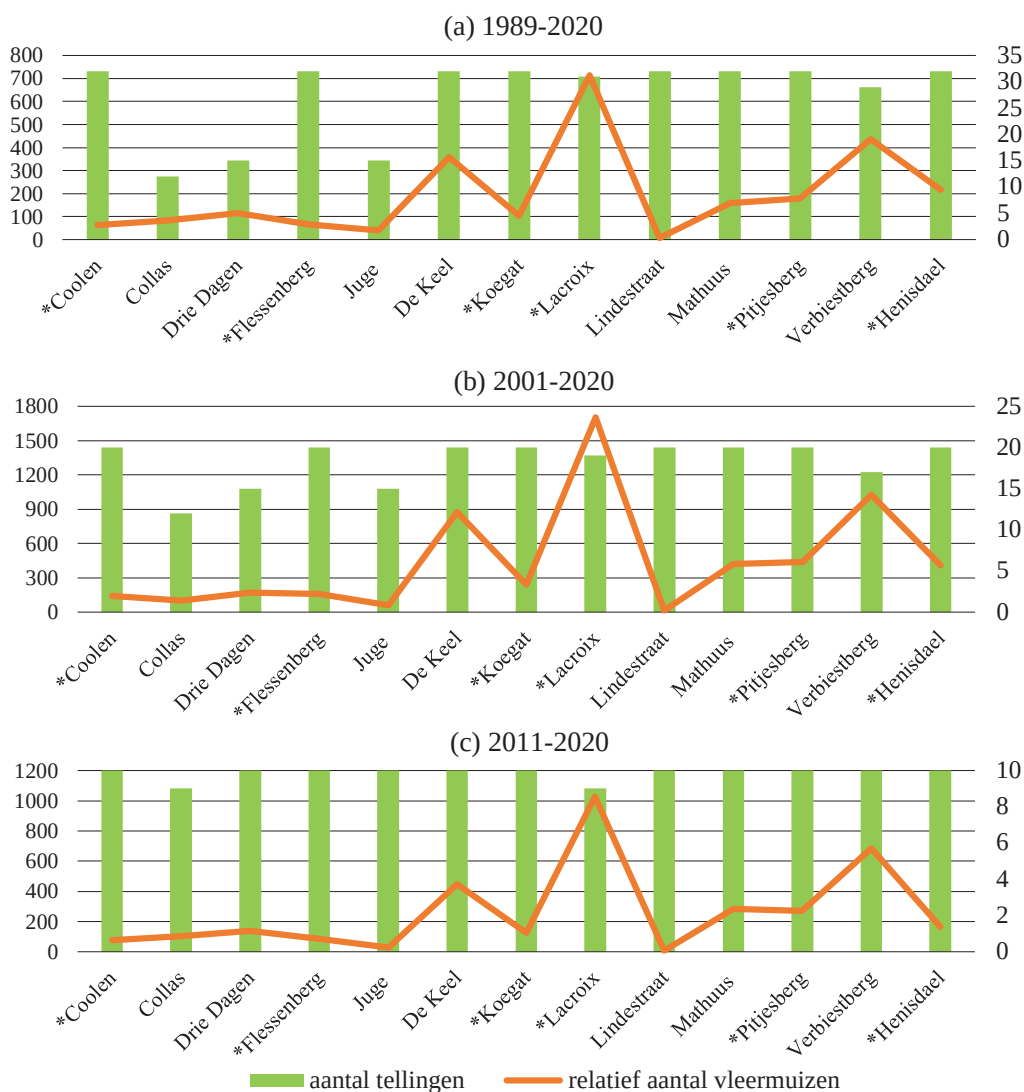
De stijging is gelijkmatig, maar in sommige jaren kan een tijdelijke, lichte terugval, ondanks een toename van het aantal getelde groeves, worden vastgesteld (figuur 4a).

Watervleermuis (*M. daubentonii*)

In 1989 was de watervleermuis de meest waargenomen soort met 269 dieren. Het aantal bleef stijgen tot 2002 tot het hoogtepunt van 949 dieren, maar vanaf dan blijft het aantal gestadig zakken. De watervleermuis heeft de status meest getelde soort kunnen gehouden tot 2000, toen ze van die plaats werd verstoet door de baardvleermuis. In 2013 bereikte de soort haar dieptepunt met slechts 340 waargenomen dieren. Momenteel is er een licht herstel zichtbaar en worden er weer meer dan 600 dieren geteld (figuur 4b). Ondanks het herstel, bekleedt ze procentueel de vierde plaats op het vlak van aantal waargenomen vleermuizen.

Franjestaart (*M. nattereri*)

Einde jaren 1980 was de franjestaart nog een zeldzaamheid in de Vlaamse mergelgroeven. Ook toen had deze soort al een grote voorkeur voor nissen en spleten in de wanden en het

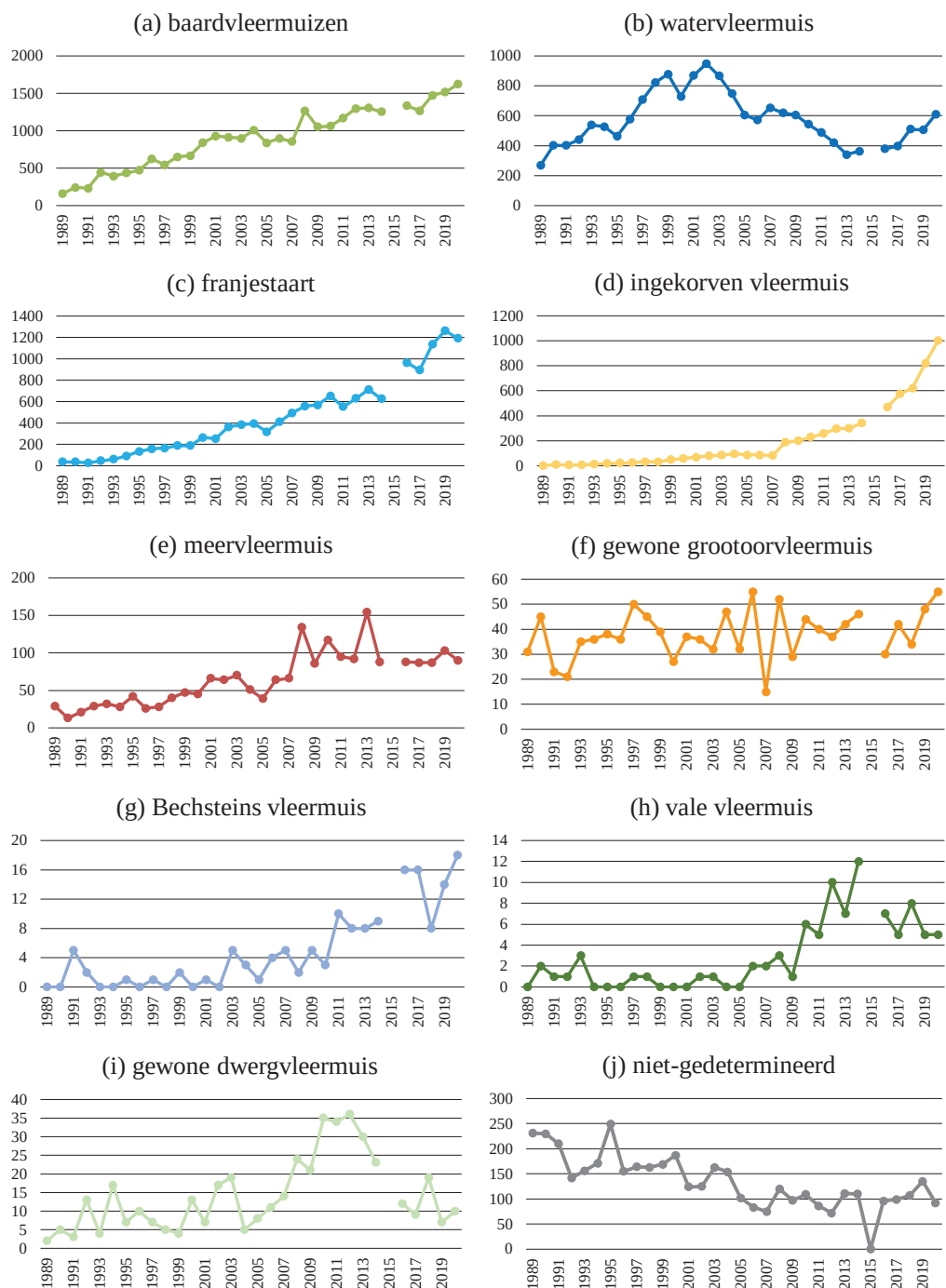


Figuur 3. De relatieve bijdrage van elke groeve aan het totaal van de getelde vleeemuizen. Linker y-as: gemiddeld aantal vleeemuizen per jaar; rechter y-as: aantal tellingen in de perioden (a) 1989-2020, (b) 2001-2020 en (c) 2011-2020. * groeven waarin vleeemuistellingen zijn gedaan voor 1989

plafond. Waarschijnlijk heeft het aantal toen hoger gelegen, maar door de matige kwaliteit van het licht, zullen dieren die dieper in de spleten verscholen zaten, over het hoofd zijn gezien.

Met de huidige sterke ledlampen en de kwaliteitsvolle verrekijkers is het mogelijk veel dieper in spleten te kijken. Toch verklaart dit

waarschijnlijk maar een deel van de spectaculaire toename van deze soort. Met 1191 in 2019-2020 overwinterende dieren staat de franjestaart stevig op de tweede plaats betreffende het aantal waargenomen dieren. De toename is zeer constant en bijna voorspelbaar (figuur 4c).



Figuur 4. Aantalsontwikkeling van de verschillende in Vlaamse mergelgroeven aangetroffen soorten vleermuizen in de periode 1989-2020.

Ingekorven vleermuis (*M. emarginatus*)

De ingekorven vleermuis is de soort die het sterkst is toegenomen. In 1989-1990 was dit echt een zeldzaamheid. Na de telsessie, verzamelden de tellers zich in tot 1994 nog 'onder' deze vleermuis om deze met de verrekijker te bewonderen. Ze werd het eerst waargenomen in groeve Lacroix waar twee dieren in 'sectie 30' hingen. Sindsdien is het aantal dieren in deze groeve gestegen tot 561.

Met 1002 in 2020 waargenomen dieren, bekleedt de ingekorven vleermuis de derde plaats betreffende aantal overwinteraars. Niet alleen de toename van het aantal dieren is spectaculair, maar ook het verschijnen in groeven waar de soort aanvankelijk niet voorkwam. Opvallend is dat de soort een voorkeur heeft voor de grote complexen; in die groeven is de toename exponentieel (figuur 4d).

Meervleermuis (*M. dasycneme*)

Het aantal overwinterende meervleermuizen varieert sterk. In het begin van de tellingen, van 1989-1991, werden rond de 20 dieren aangetroffen. Jaarlijks nam het aantal matig toe, tot in 2013 er 154 dieren werden geteld. Sindsdien is het aantal weer afgenomen en worden nu jaarlijks ongeveer 100 dieren gevonden (figuur 4e).

Gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*)

De aantallen gewone grootoorvleermuizen variëren tussen de 30 en 55 dieren (figuur 4f). Dit is nauwelijks 1% van het totaal aantal vleermuizen dat in de Vlaamse mergelgroeven wordt gevonden. Tijdens koude winters worden meer grootoorvleermuizen aangetroffen dan tijdens winters met hogere temperaturen.

Bechsteins vleermuis (*M. bechsteinii*)

Eind jaren 1980 was Bechsteins vleermuis een zeer zeldzame verschijning tijdens de tellingen. De aantallen bleven aanvankelijk steeds zeer laag, met een maximum van vijf dieren, tot in 2015-2016 het aantal plots steeg tot 16 dieren. Vanaf toen is het aantal zo hoog gebleven (figuur 4g). Vooral in de grote groeven zoals Lacroix, De Keel en Verbiest is de kans groot om Bechsteins vleermuis aan te treffen. In de groeven van Vechmaal worden jaarlijks enkele dieren waargenomen.

Vale vleermuis (*M. myotis*)

Groeve De Keel is de enige groeve waar jaarlijks meerdere vale vleermuizen worden geteld. In 2014 waren er tien dieren (figuur 4h). In andere groeven is het uitzonderlijk dat een vale vleermuis wordt aangetroffen. Net zoals de meervleermuis, lijken de vale vleermuizen zeer plaats trouw bij het jaarlijks kiezen van dezelfde hangplek om te overwinteren.

Gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*)

Het aantal gewone dwergvleermuizen dat aangetroffen wordt is zeer wisselvallig. In sommige jaren worden slechts enkele dieren aangetroffen, in andere jaren is het moeilijk om het aantal dieren exact te tellen omdat een cluster van meerdere dieren zich in een zeer smalle spleet heeft teruggetrokken. Het hoogste aantal gewone dwergvleermuizen dat geteld werd, was 36 dieren in 2012. Normaalgesproken schommelt het aantal rond de tien dieren (figuur 4i).

Laatvlieger (*Eptesicus serotinus*)

Zeer uitzonderlijk wordt een laatvlieger in de mergelgroeven waargenomen.

Niet-gedetermineerde vleermuizen

Soms hangen vleermuizen op plaatsen waarvoor ze onmogelijk tot op soortniveau zijn te determineren. In de eerste jaren kwam het aandeel niet-gedetermineerde exemplaren ruim boven de 20% van het totaal. Door het gebruik van beter licht en een grondigere kennis van de tellers daalde dit cijfer jaarlijks. Momenteel kan circa 2% van de overwinterende dieren niet op naam gebracht worden (figuur 4j).

Het relatieve belang van de groeven

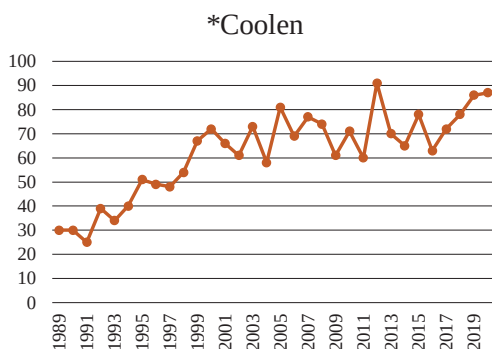
De duur van het onderzoek naar overwinterende vleermuizen in het Vlaamse mergelland is voor de afzonderlijke groeven niet geheel gelijk. De eerste telling vond plaats in groeve Henisdael in 1942, vervolgens werden enkele groeven voor het eerst geteld in de jaren 1970, maar bij veel groeven begonnen de tellingen in 1989. In een klein aantal groeven begonnen de tellingen in 2006 en 2007 en, als laatste, in de groeve Pauly (zie figuur 1), in 2020. De oorzaken van deze verschillen zijn velerlei en worden bij de verschillende groeven nader toegelicht. De groeven waarin vleermuistellingen zijn gedaan voor 1989 zijn van een asterisk (*) voorzien in de figuren 3 en 5 t/m 18.

De groeven met de grootste bijdragen zijn de groeven Lacroix, Verbiestberg en De Keel (figuur 3). Het wegvallen van de tellingen in 2015 voor Lacroix en van 2005-2007 voor de Verbiestberg is in de figuren 4a-e (en ook in figuur 19) als ontbrekende waarde of als afgetekende dip te herkennen.

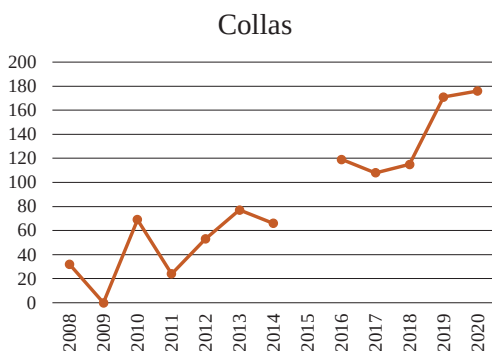
De afzonderlijk groeven

Coolen, Val-Meer

Deze kleine groeve (oppervlakte 2 ha) ligt volledig ingesloten in een ruilverkaveling. De



Figuur 5. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Coolen, Val-Meer.



Figuur 6. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Collas, Zussen.

groeve ligt als een eiland in de uitgestrekte akkers. Lineaire en natuurlijke verbindingen zijn er bijna niet. In de akkers zijn nog enige restanten van graften (een “knik” in de helling met op de steilkant vaak een struikachtige begroeiing) aanwezig. De groeve ligt op minder dan 2 km van de dorpskern van Val-Meer. Blijkbaar vinden vleermuissoorten die gebonden zijn aan lijnvormige landschapselementen toch hun weg naar deze groeve. Hun enige houvast is de betonnen verkavelingsweg met een paar bomen en de restanten van de graften.

In het gangenstelsel overwinteren jaarlijks minder dan 100 vleermuizen (figuur 5). Toch komen hier bijna alle soorten voor die ook in de grotere complexen worden aangetroffen. Met zeven verschillende soorten is dit een soortenrijke groeve.

Collas, Zussen

In 2009 kocht de Vlaamse Gemeenschap (ANB – Agentschap voor Natuur en Bos) de gronden rondom de groeve Lacroix en Collas (Lacroixbosjes) en kwam zo in het bezit van de toegang van de groeve. Dit betekende het definitieve einde van de champignonenteelt in de groeve door de familie Peeters.

Collas is verbonden met groeve Lacroix via een tunnel, waardoor er ondergrondse migratie mogelijk is tussen deze twee stelsels. Vóór 2009 werden er wel incidenteel vleermuizen waargenomen in de gangen van Collas, maar er werd niet op een gestructureerde manier geteld. In 2016 werd de hoofdtoegang van de groeve afgesloten – na het beëindigen van de champignonenteelt in 2011 – om te voorkomen dat illegale berglopers via Collas naar het achterliggende gangenstelsel kunnen. Dat was het startsein voor een volledige rust voor de overwinterende dieren in zowel Collas als Lacroix. De aantallen vleermuizen stegen geleidelijk, met in 2020 ruim 170 exemplaren (figuur 6).

Het gangenstelsel is in drie niveaus opgebouwd, waardoor de luchtstroming zeer complex is. Door de uitgestrektheid en omdat hier zeer weinig dieren voorkomen worden de boven- en onderstelsels niet geteld. Oude opschriften van eerdere vleermuistellers zoals ‘klhf kamer’ (kleine hoefijzerneus kamer), wijzen op de waarde van de groeve van vóór de champignonenteelt. Het is een belangrijke groeve voor de overwintering van Bechsteins vleermuis en meervleermuis. In het complex bevinden zich verschillende ‘zakken’ – doodlopende ruimtes – waar de temperatuur net iets hoger is. Hier is een minder dynamische luchtstroming dan in de rest van de groeve.

Drie Dagen, Zichen

Deze groeve vormt, samen met de Flessenberg, Koegat, Jageneau’s Huiske en Verbiestberg, het Roosburgcomplex. Instortingen hebben de stelsels van elkaar gescheiden, waardoor ze nu

als aparte groeven worden beschouwd.

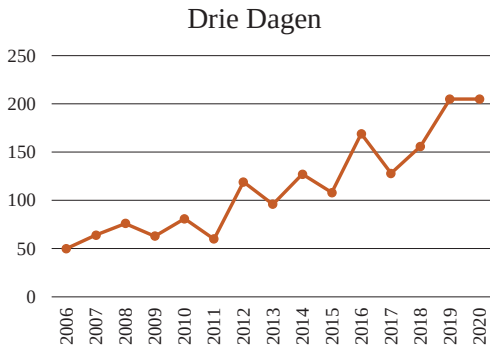
In Drie Dagen werden nog tot het einde van de jaren 1980 champignons gekweekt. Na de stopzetting van de teelt is de groeve een opslagplaats gebleven van landbouwvoertuigen en aardappelen. Dit bleef echter beperkt tot het voorste gedeelte van de groeve. In 2013 veroorzaakte een brand flink wat schade. Aan wanden en plafonds kleefde een dikke roetlaag, waardoor de vleermuizen het meest dynamische deel van de groeve vermeden. In dit gedeelte worden nu nog altijd weinig vleermuizen aangetroffen. In 2019 en 2020 bedroeg het aantal getelde vleermuizen meer dan 200 (figuur 7). De baardvleermuis vertegenwoordigt meer dan helft van de overwinterende dieren.

Flessenberg, Zichen

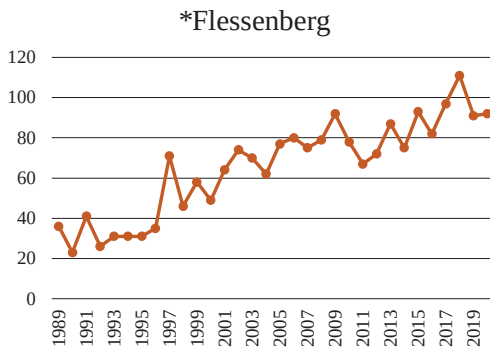
Dit kleine complex, nauwelijks een hectare groot, raakte na de instorting van 1958 afgesloten van groeve Verbiest. De pilaren zijn vrij onstabiel en vertonen meerdere barsten. De groeve heeft nog tot 2016 dienst gedaan voor de opslag van materialen van het compost verwerkende bedrijf Coenjaerts, aan de overzijde van de groeve-ingang. In 2016 is er een poort aangebracht, niet enkel voor de rust voor de vleermuizen, maar ook om onbevoegden buiten te houden. Van rond de 30 getelde vleermuizen in het begin van de jaren 1990 is het aantal gestaag gestegen tot ruim 90 exemplaren (figuur 8). Door de aanwezigheid van vele spleten en barsten, is de franjestaart hier de meest getelde soort.

Juge, Zussen

Vóór 2005 werd deze kleine groeve slechts sporadisch bezocht door de leden van Hulpgroep Mergelgroeven, om de stabiliteit te controleren. Meldingen van Bechsteins vleermuis zorgden ervoor dat vanaf 2005 de groeve in de tellingen werd opgenomen. Met 90 dieren



Figuur 7. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Drie Dagen, Zichen.



Figuur 8. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in groeve de Flessenberg, Zichen.

in 2006 – waarvan vier Bechsteins vleermuizen – waren de verwachtingen hooggespannen voor de toekomst, maar het totaal aantal vleermuizen nam geleidelijk af (figuur 9). Ook ging het jaar na jaar slechter met de aantallen Bechsteins vleermuizen, die uiteindelijk helemaal verdwenen. Het aantal overwinterende ingekorven vleermuizen stijgt echter elk jaar. Een oorzaak voor deze kentering is onduidelijk. Van de temperatuur en de luchtdynamiek zijn er geen gegevens.

De Keel, Kanne

De Keel is de derde grootste groeve in Vlaanderen, bijna 4 ha groot. De gangen zijn vrij hoog en door de grote verscheidenheid van ontginningsmethoden, is het aanbod aan nis-

sen, gleuven, spleten en holten zeer gevarieerd. Dit maakt dat het tellen van dit complex elk jaar een uitdaging is, waarbij de determinatiekennis van tellers belangrijk is. Iedere telgroep neemt ieder jaar minstens één sectie opnieuw voor haar rekening en geeft zo zijn kennis door aan de nieuwkomers.

In 2006 werd de hoofdingang volledig afgesloten. Een muur sloot de hoge ingang van meer dan zeven meter af en was voorzien van een poort en gaten om de luchtdynamiek intact te houden (Walschot 2010). Hierdoor eindigde de voortdurende verstoring in de groeve door mountainbiken, crossen en illegale feesten. De totale aantallen vleermuizen komen sinds die tijd steeds uit tot boven de 400 exemplaren met uitschieters tot aan de 500 exemplaren (figuur 10).

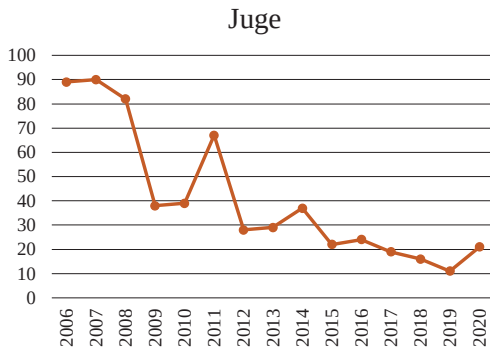
De groeve is belangrijk voor ingekorven vleermuis en franjestaart. Iedere jaar wordt er een wisselend aantal vale vleermuizen geteld. De meervleermuis neemt de laatste jaren af.

Koegat, Zichen

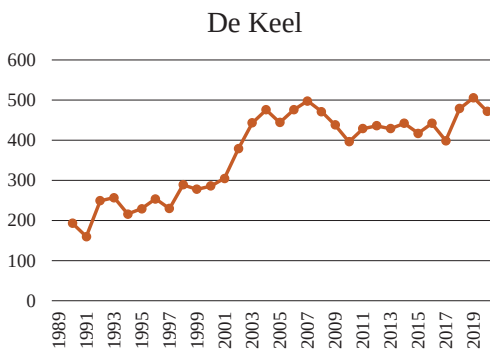
Dit stelsel bestaat uit vier verschillende secties, die elk een compleet ander microklimaat hebben. De toegang van Koegat is sinds 2017 volledig afgesloten; hierbij werd rekening gehouden met de luchtdynamiek, door boven in de afsluitingswand gaten te maken. De ingreep heeft zeker voor meer rust gezorgd, toch is het aantal vleermuizen de laatste jaren gering gedaald (figuur 11).

Lacroix, Zussen

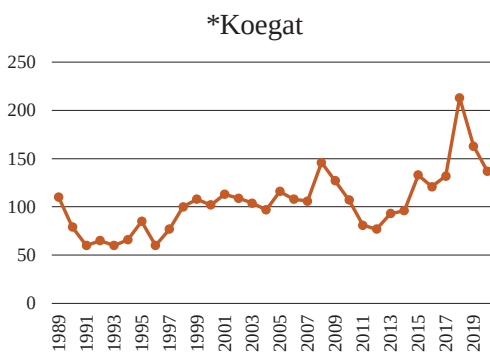
Lacroix is de eerste groeve die afgesloten werd met een hek. Het beheer van de groeve was in handen van de toenmalige natuurvereniging Belgische Natuur- en Vogel-Reservaten (BNVR), die later fuseerde met De Wielewaal en Natuurpunt werd. Toch was de rust niet onvoorwaardelijk. Via andere toegangen doorkruisten berglopers en 'feestvierders' de gangenstelsels, wat dikwijls voor versto-



Figuur 9. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Juge, Zussen.



Figuur 10. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve De Keel, Kanne.



Figuur 11. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Koegat, Zichen.

ring van de winterrust zorgde. In 1986 werden twee toegangen voorzien van een stevige poort. Berglopers konden alleen op aanvraag nog de groeve betreden, waardoor het grotentoerisme sterk afnam. Via groeve Collas

kon men nog illegaal de groeve in, tot de permanente afsluiting in 2016.

De Grote Berg, wat de eigenlijke naam is van het gehele stelsel, omvat meer dan 20 ontginningen die door de jaren één gigantische geheel vormden (Jennekens 2016). Lacroixberg is eigenlijk het gedeelte dat toegang geeft tot het gehele complex.

In dit grootste stelsel van de gemeente Riemst – meer dan 20 ha – overwinteren ook de meeste vleermuizen. Met bijna 1500 dieren is dit meer dan een derde van het totaal aantal dieren van alle groeven samen (figuur 12). Toch wordt het complex, dat ingedeeld is in meer dan 40 secties, niet volledig geteld. De dieper gelegen secties worden niet of nauwelijks gebruikt door de dieren. De telinspanning weegt hier niet op tegen het resultaat. In de 27 secties die wel geteld worden, worden de dieren niet individueel op kaart aangeduid, omdat er van dit stelsel nog geen gedetailleerde kaart beschikbaar is voor de werkgroep.

In 2015 werd er geen telling uitgevoerd, vanwege een instorting in één van de achterliggende secties.

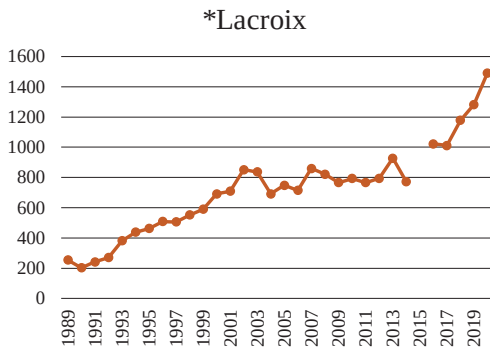
Opvallend is het hoge aantal ingekorven vleermuizen. Met 561 dieren in 2020 is dit bijna 40% van het aantal overwinteraars in deze groeve.

Lindestraat, Zichen

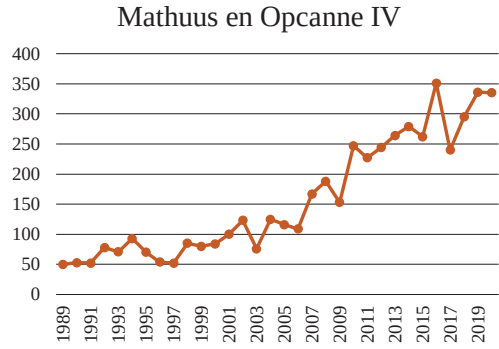
In deze groeve is een feestzaal ingericht. Een deur zonder invliegopening verhindert een ongestoorde toegang tot de groeve. De enkele dieren die hier overwinteren, verblijven in de ontvangsthal van de groeve. Af en toe worden enkele dieren gevonden, die in het diepere gedeelte van de groeve, via de enige luchtschacht binnen komen. Het totaal aantal getelde vleermuizen is maximaal 14 geweest (figuur 13).

Mathuus en Opcanne IV, Kanne

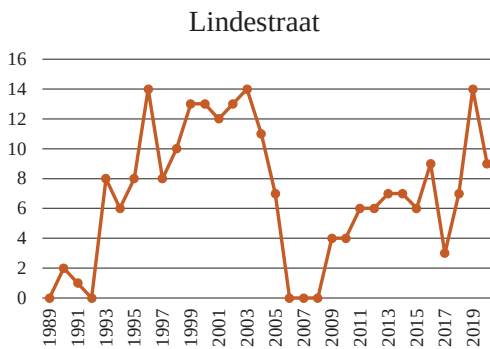
Oorspronkelijk had groeve Mathuus maar



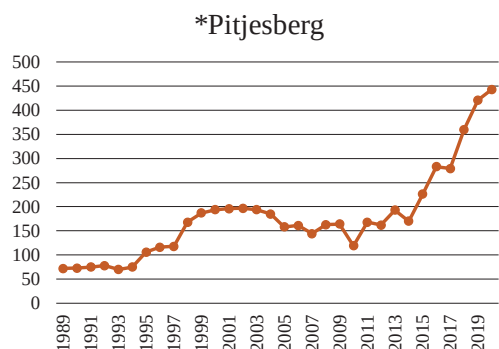
Figuur 12. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Lacroix, Zussen.



Figuur 14. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeven Mathuus en Opcanne IV, Kanne.



Figuur 13. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Lindestraat, Zichen.



Figuur 15. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Pitjesberg, Zichen.

één toegang. Begin jaren 1960 startten de verbredingswerken van het Albertkanaal. In 1971 werd een derde van groeve Mathuus afgegraven om die verbreding mogelijk te maken. Hierdoor kreeg de groeve maar liefst 14 toegangen. De luchtdynamiek is hierdoor zeer sterk (Walschot 2010). Opcanne IV maakte oorspronkelijk deel uit van het totale gangenstelsel, maar is nu een apart stelsel geworden en ook voor vleermuizen afgesloten van Mathuus.

Eén van de ontginningstechnieken was het 'schieten' van de mergel. Hierbij werden boorgaten gemaakt, waarin ladingen springstof werden aangebracht. Een groot deel van de vleermuizen overwintert in de restanten van deze boorgaten. Het opsporen van vleermuizen is dan ook een hele klus en vergt een grondige kennis van de tellers, veel en goed licht en een goede verrekijker om de dieren juist te deter-

mineren.

Na de afsluiting van De Keel in 2006, verplaatste het probleem van de verstoring zich naar Mathuus. Jaarlijks wordt er tientallen zakken met bierblikjes en theelichtjes verzameld, uitzonderlijk eens een keukenkast of een mobiele toilet. Sinds 2016 wordt er strenger gecontroleerd door de Gemeente Riemst.

Toch verblijven meer dan 300 dieren elke winter in dit stelsel (figuur 14). Bijna de helft van de vleermuizen zijn baardvleermuizen. Af en toe wordt er een enkele vale vleermuis aangetroffen. De laatste jaren neemt het aantal ingekorven vleermuizen zeer voorzichtig toe.

Pitjesberg, Zichen

Deze groeve is een samensmelting van meer-

dere kleine stelsels. Een groot stelsel – De Kuil – is enkel toegankelijk via een smalle doorgang, die na een inspoeling van modder is uitgegraven. De Kuil heeft slechts één open luchtschacht, waardoor het aantal vleermuizen in dit gedeelte aan de lage kant is. De totale oppervlakte van de groeve is ongeveer 5 ha, waardoor het tot de grotere groeven van Riemst wordt gerekend. De laatste jaren worden er meer dan 400 vleermuizen geteld (figuur 15).

Pitjesberg heeft twee hoofdingangen, waarvan er één voorzien is van een poort. De andere ingang bestaat uit vier gaten, waardoor er veel luchtdynamiek is en de temperaturen laag zijn. Dit verklaart dat er veel franjestaarten hier overwinteren (bijna de helft van de vleermuizen in dit stelsel).

Pauly, Zussen

Groeve Pauly maakt eigenlijk deel uit van het complex De Grote Berg. Een instorting in 1962, dus voor de onderzoeksperiode, sloot dit gedeelte volledig af van de rest van het stelsel. De verschillende luchtschachten waren dichtgemaakt in het kader van veiligheid en ten behoeve van landbouwgebruik. In 2018 werd één van de schachten opnieuw geopend en voorzien van een veilige afdaling. De schacht is afgesloten met een rooster, waar vleermuizen gemakkelijk tussen de spijlen naar beneden kunnen vliegen.

In 2020 werd de groeve voor de eerste keer gecontroleerd op overwinterende vleermuizen. Er werd geen enkel dier gevonden. Toch is dit een uniek onderzoeksobject. Omdat de groeve meer dan 60 jaren volledig is afgesloten, is het interessant om te zien hoe dit stelsel ontdekt gaat worden door vleermuizen en hoe de populatie zich in de loop der jaren gaat ontwikkelen.

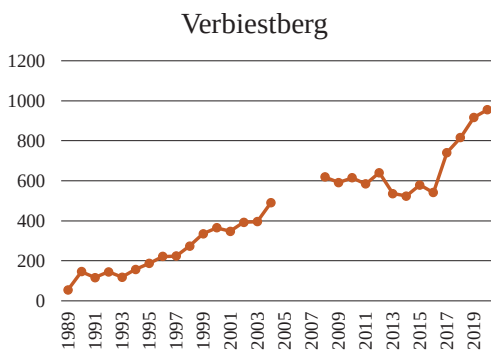
Verbiestberg, Zichen

De tweede grootste groeve van de gemeente

Riemst heeft maar twee toegangen: één via een wenteltrap en één via een tunnel die vertrekt van op maaiveldhoogte. De wenteltrap is in 2019 veel veiliger gemaakt door de leuningen volledig te vervangen. De deur van het 'huisje' boven de trap is vervangen door een zware stalen poort met een kleine invliegopening, type brievenbus. Veel verschil betreffende de invliegmogelijkheid van de deur is er niet vergeleken met het verleden. De oude poort had ook maar een smalle strook vrij aan de bovenkant. De tunnel onderging wel een flinke verandering in 2012. Een hek van betonijzer sloot de volledige grote opening van de tunnel af. Een paar kettingen waren de enige beveiliging tegen het binnendringen van de groeve. De gemeente Riemst plaatste een betonnen rioolbuis van 2 m lang met een diameter van 80 cm in een muur die momenteel de volledige toegang afsluit. Voor de opening van de rioolbuis is een stalen poort voorzien met horizontale spijlen. Hierdoor is de luchtdynamiek in de tunnel drastisch veranderd. De koude lucht stroomt moeilijker binnen. Maar ook de invliegopening voor de vleermuizen werd veel kleiner. Toch heeft de ingreep weinig invloed gehad op het aantal vleermuizen dat overwintert in de groeve en vanaf 2016 is het aantal zelfs aanzienlijk gestegen. Door het grote aantal luchtschachten is het klimaat in de groeve zeer wisselend, met koude en warme secties.

De champignonsteelt heeft nog tot begin jaren 1980 plaatsgevonden in de groeve. Einde jaren 1980 werden slecht 55 dieren aangetroffen in het stelsel dat meer dan 8 ha groot is. Net als de Grote Berg is de Verbiestberg een samensmelting van verschillende kleine ontginningen. Door de grote instorting van 1958 werd de Verbiestberg afgesloten van Koegat, Flessenberg en Drie Dagen. In 2019 werden 955 overwinterende dieren geteld (figuur 16).

De baardvleermuis is er de meest aangetroffen soort met bijna 40% van het aantal vleermuizen. Franjestaart volgt met 25% en ingekorven vleermuis is snel stijgend en telt nu al 20% van het totaal. Het aantal vleermuizen neemt in zijn geheel vanaf 2016 spectacu-



Figuur 16. Aantalontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve Verbiestberg, Zichen.

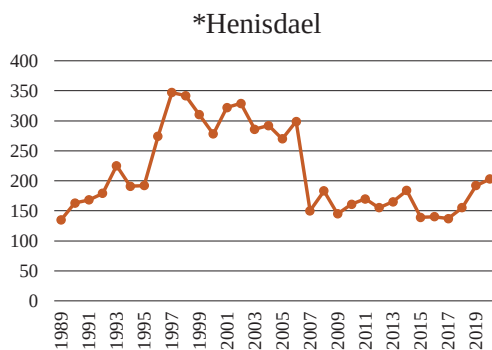


Figuur 17. Afsluiting van de Waterkuil, een van de grotere groeven van Henisdael.

lair toe; dit betreft met name baardvleermuis, franjestaart en ingekorven vleermuis. Tussen 2005 en 2007 is er niet geteld in de groeve, omdat de eigenaar geen toestemming gaf; hierdoor ontbreken de totalen voor de jaren 2005, 2006 en 2007.

De groeven van Henisdael, Vechmaal

Ten zuidoosten van Tongeren liggen in een keteldal zeven kleinere en één grote groeve, waarvan de toegangen slecht enkele tientallen meters van elkaar gescheiden zijn. Toch hebben de gescheiden stelsels ieder een eigen microklimaat. Omdat de vleermuizen naar verwachting gemakkelijk van het ene stelsel naar het andere kunnen verhuizen, geeft figuur 18 het totaalbeeld van alle stelsels weer. De groeven liggen



Figuur 18. Aantalontwikkeling van alle vleermuizen in de groeve van de groeven van Henisdael, Vechmaal.

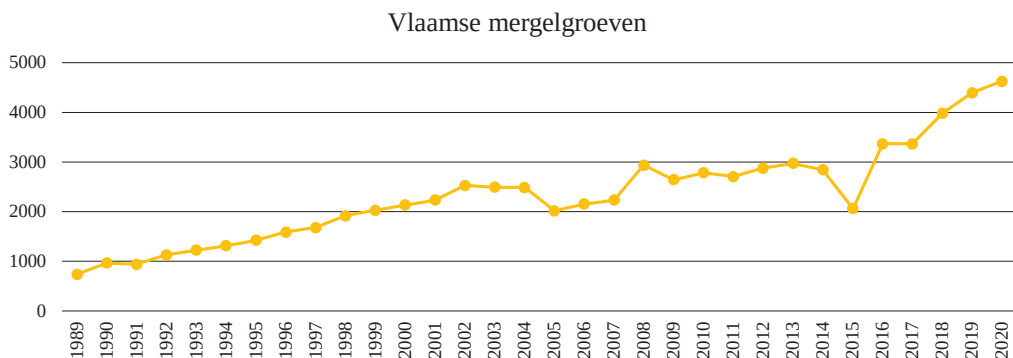
midden in een landbouwenclave, waarbij een holle weg zonder begroeiing het enige begeleidende landschapselement is.

Het grootste gangenstelsel (Henisdael 1) is reeds einde jaren 1980 afgesloten met een hek. Deze constructie was echter niet bestand tegen vandalisme, zodat de verstoring nog een tijd doorging. In 2012 werd een nieuw hek geplaatst dat stevig genoeg bleek. De tweede grootste groeve (Henisdael 7 - Waterkuil) werd in 2014 afgesloten met een heus kunstwerk (figuur 17). Het afsluiten van de andere stelsels staat in de steigers.

Alle stelsels van Henisdael zijn eerder van het koude type. Slechts in een beperkt aantal kamers is de temperatuur relatief hoog. Hierdoor is het merendeel van de overwinterende dieren koude minnend.

Baardvleermuis neemt de helft voor haar rekening. Waar de gewone grootoorvleermuis in andere groeven gewoonlijk maar voor een paar procent van het aantal vleermuizen verantwoordelijk is, is haar aandeel hier 10%. Sinds 2012 zijn de eerste ingekorven vleermuizen hier waargenomen. Toen ging het nog om twee dieren, maar in 2020 waren het al 16 exemplaren.

De plotse daling van het aantal vleermuizen in 2007 werd waarschijnlijk veroorzaakt door de velling van populieren in het najaar van 2006, direct bij de ingang. In oktober 2006 besliste de eigenaar om de volwassen bomen te rooien. In de zwermperiode veroorzaakte



Figuur 19. Aantalsontwikkeling van alle vleermuizen in de groeven van het Vlaamse mergelland.

de vallende bomen trillingen, die waarschijnlijk tot in de groeven voelbaar waren; in ieder geval bleken diverse brokken mergel te zijn losgeraakt. Pas sinds 2017 wordt een voorzichtige stijging van het aantal dieren gemerkt (figuur 18).

Discussie

In 1989 werden in de 18 toegankelijke groeven slechts 622 overwinterende vleermuizen waargenomen. In 2020 werden 26 groeven geteld en was het aantal al opgelopen tot 4493 (figuur 19). Deze sterke toename is mogelijk toe te schrijven aan een toename van de populatie, mogelijk mede als gevolg van de inspanningen die gedaan zijn op het vlak van het afsluiten van de groeven. Maar ook de vooruitgang op het vlak van verlichting en opleiding van tellers hebben wellicht een rol gespeeld. Eind jaren 1980 waren de sterkste lampen voorzien van 'kryptonlicht'. De huidige led-lampen hebben een lichtopbrengst die vele malen hoger is. Met sterker licht en met het gebruik van goede verrekijkers, zijn verborgen dieren in het plafond of hoger gelegen spleten beter te vinden. Ook de kennis van de tellers is jaarlijks sterk verbeterd, zowel op het vlak van kenmerken van de dieren als op vlak van kennis van het gebruik van de groeve door de vleermuizen. Vleermuizen overwinteren dikwijls op dezelfde (verborgen) plaatsen. Het controleren van die plaatsen,

verhoogt de trefkans op het vinden van overwinterende vleermuizen. Daarom is het van belang dat tellers een 'vaste sectie' krijgen in de groeve en hun kennis doorgeven aan de volgende generatie tellers.

Het einde van de champignonkweek betekende niet onmiddellijk een grote kentering in het aantal overwinterende vleermuizen. Door de teelt werden de stelsels dagelijks bezocht, werden gangen met plastic zeilen afgesloten en werd gebruikgemaakt van fungiciden om de ongewenste schimmels uit de groeven te houden. Deze factoren zijn niet onmiddellijk bevorderlijk voor een goede winterrust van vleermuizen. Vooral de gevolgen van sterke insecticiden zoals DDT, waren nog voelbaar tot halverwege de jaren 1980.

In Riemst werden de eerste groeven begin jaren 1970 geteld. René Gilson en Jacques Ferron namen het voortouw om met enkele plaatselijke kenners van de groeven de overwinterende vleermuizenpopulatie in kaart te brengen. De telgegevens verschenen in de uitgaven van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN) (Fairon & Lefevre 1991). In het begin werd het onderzoek vooral geleid door Waalse onderzoekers. Einde jaren 1980 werden de tellingen gecoördineerd door een Vlaamse werkgroep met ondersteuning van Nederlandse vrijwilligers. De huidige werkgroep bestaat uit ongeveer 50 Vlaamse en Nederlandse vrijwilligers, die regelmatig ondersteuning krijgen van Britse,

Franse, Duitse of Luxemburgse onderzoekers.

Door de geringe oppervlakte van de groeven van Henisdael, ziet het overzicht van dit complex er duidelijk anders uit van die van de groeven van Riemst. In Vechmaal werd al vanaf 1942 geteld. De meest getelde soorten in die beginjaren waren kleine (*Rhinolophus hipposideros*) en grote hoefijzerneusvleermuis (*Rh. ferrumequinum*) en mopsvleermuis (*Barbastella barbastellus*). Eigenlijk geven de cijfers van 1942 tot 1985 geen betrouwbaar beeld. De kwaliteit van het licht zijn niet te vergelijken met dat van nu. Met het beperkte licht van carbidlampen en nadien zwakke zaklampen, waren alleen de soorten te zien die aan het plafond hingen of tegen een strakke wand. De vleermuizen die zich in de spleten verstopten, zullen bijna zeker niet in de waarnemingen zijn opgenomen. Waarschijnlijk waren de tellers ook niet zo goed opgeleid als nu. Door de intensieve champignonkweek in de groeven en het buitensporig gebruik van insecticiden, daalde ook in Henisdael het aantal vleermuizen. Vanaf 1960 is de teelt van champignons gestopt in Henisdael en de grootste groeve werd in 1989 afgesloten. De kritische soorten zoals de kleine en grote hoefijzerneusvleermuizen en de mopsvleermuis zijn dan al volledig verdwenen.

De verhoudingen tussen de verschillende soorten vleermuizen die overwinteren in de Vlaamse mergelgroeven is grondig veranderd sinds 1990. De baardvleermuis is de meest waargenomen soort terwijl de ingekorven vleermuis de soort is die het sterkst is toegevoegd. Alle andere soorten zijn ook in aantal

toegenomen.

Het is moeilijk om vergelijkingen te maken met de Nederlandse of de Waalse groeven. Er is momenteel nog geen structurele samenwerking betreffende het uitwisselen van gegevens tussen de verschillende werkgroepen, ondanks het feit dat meerdere vrijwilligers actief deelnemen aan de tellingen in de verschillende regio's. Het geschetste beeld in dit overzicht kan wellicht aan een verdere samenwerking bijdragen.

Literatuur

- Fairon, J. & A. Lefevre 1991 Vleermuizenreservaten in België. Studiedocumenten van het Koninklijk Belgisch Instituut van Natuurwetenschappen No. X en XII, Brussel, België.
- Jennekens, P. 2016. De Grote Berg. Zijn ingangen en de bijbehorende stelsels. Riemster Monumenten en Landschappen, Riemst, België.
- Medaerts, V. 1998. Roosburggramp eist achttien doden. Mergel, een zegen of een vloek? Uitgave in eigen beheer. Riemst, België.
- Palmans, G. [verschillende jaren]. Rapporten win-tertellingen mergelgroeven Provincie Limburg. Deels beschikbaar via <https://www.natuurpunt.be/publicaties>
- Walschot, L. 2010. Over Groeve De Keel. De boven- en ondergrondse geschiedenis van een kalksteengroeve en haar omgeving. Stichting Ondergrondse Werken, Roermond, Nederland.

Ontvangen: 13 januari 2022

Geaccepteerd: 23 mei 2022

Overwinterende vleermuizen in de forten van de Nieuwe Hollandse Waterlinie 1980-2020: Het wel en wee van een dynamisch samengaan van natuurlijk en cultureel erfgoed

Jan C. Buys¹, Eric A. Jansen² & Jelle S. van Zweden³

¹ Lekdijk 12, 3998 NH Schalkwijk, Nederland, email: jan@buys-van-nature.nl

² Dorpsstraat 4, 6587 AX Middelhaar, Nederland

³ Centraal Bureau voor de Statistiek, Postbus 24500, 2490 HA Den Haag, Nederland

Samenvatting: Bouwwerken zijn heel belangrijk voor vleermuizen in een land als Nederland met nauwelijks natuurlijke rotsen of grotten. Dit artikel beschrijft het gebruik dat overwinterende vleermuizen maken van gebouwen die oorspronkelijk voor militaire doeleinden zijn gebouwd: de forten van de Nieuwe Hollandse Waterlinie (NHW). In de afgelopen zeventig jaar, toen het militaire gebruik van deze forten geleidelijk aan stopte, groeiden veel van deze gebouwen uit tot belangrijke locaties voor vleermuizen, vooral als winterverblijf. Sinds de jaren 1990 gelden deze gebouwen echter ook als belangrijk cultureel erfgoed en worden ze als zodanig beheerd. Kunnen deze twee belangrijke waarden naast elkaar bestaan? Deel I van dit artikel beschrijft het gebruik van de forten door overwinterende vleermuizen en deel II beschrijft de ontwikkelingen in het aantal overwinterende vleermuizen in samenhang met het veranderend gebruik en beheer.

Kernwoorden: winterslaap, vleermuizen, aantalsontwikkeling, winterverblijven, beheer, Nieuwe Hollandse Waterlinie.

De Nieuwe Hollandse Waterlinie

De Nieuwe Hollandse Waterlinie (NHW) is in de eerste helft van de negentiende eeuw aangelegd om het westen van Nederland met de op dat moment belangrijkste steden te beschermen tegen vijandige legers. Doel was om deze steden te beschermen tegen bedreigingen vanuit het oosten door grote stukken land onder water te zetten, waardoor de toegangslijnen naar het westen werden beperkt. Er werden forten gebouwd om deze toegangslijnen te verdedigen. Deze verdedigingslinie werd verschillende keren vernieuwd, bestaande gebouwen werden versterkt en aan-

gepast en nieuwe gebouwen toegevoegd. De eerste gebouwen werden opgetrokken in baksteen, later in beton zonder staal en tenslotte in gewapend beton. Veel van de gebouwen, vooral de oudere, werden rond 1880 bedekt met dikke grondlagen om ze beter bestand te maken tegen artillerievuur.

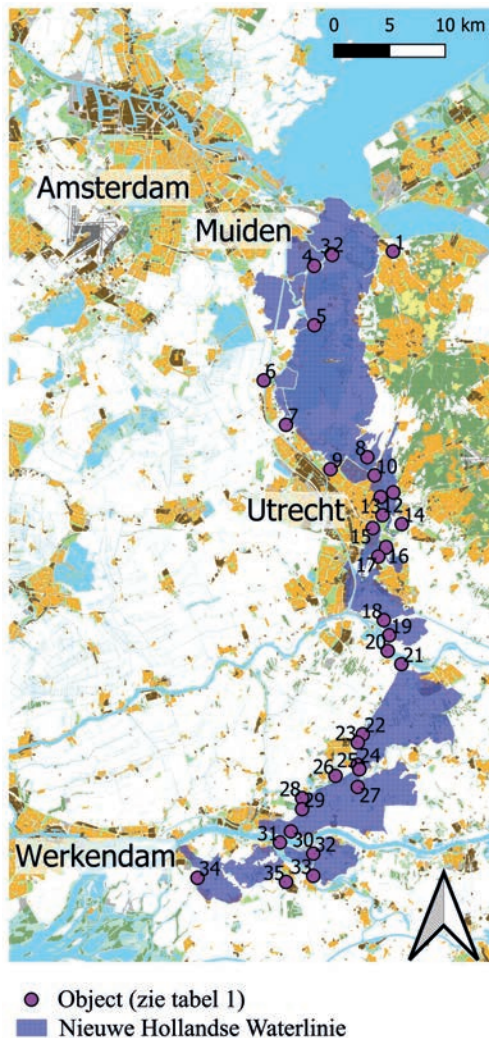
De NHW is nooit daadwerkelijk tegen indringers gebruikt, hoewel de Duitse bezetters aan het einde van de Tweede Wereldoorlog (tevergeefs) de NHW gebruikten tegen de bevrijdende troepen. Omdat oorlogsvoering via de lucht steeds belangrijker werd verloor de NHW zijn defensieve militaire functie. De grote forten werden ingezet voor andere militaire functies zoals explosievenopruiming, vrachtwagenonderhoud, opslag- en trainingsfaciliteiten. Sommige forten werden gedeel-

© 2022 Zoogdierverseniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdierverseniging.nl>

telijk of volledig gesloopt vanwege stedelijke ontwikkeling. In de loop van de tijd verloren geleidelijk aan alle forten hun militaire functies.

Aan het einde van de twintigste eeuw begon de belangstelling voor de culturele betekenis van de NHW te groeien, aangejaagd door een voorlopige plaatsing op de UNESCO Werelderfgoedlijst. Vervolgens verscheen een breed scala aan beleidsdocumenten en kreeg de NHW uiteenlopende beleidsstatussen. In 2004 verscheen het visiedocument 'Panorama Krayenhof', gevolgd door een investeringsprogramma van € 150 miljoen in 2008 ('Pact van Rhijnauwen'). Het strategische uitgangspunt van deze visie en investeringsprogramma is 'Bescherming door ontwikkeling': erfgoed behouden door het passende nieuwe functies te geven. In deze visie prevaleert het culturele perspectief boven het ecologische belang van de NHW. Als gevolg hiervan kregen de forten een breed scala aan nieuwe functies: commercieel, educatief, wonen, recreatief, natuurbehoud, et cetera. De NHW werd uiteindelijk in 2021 definitief aangewezen als UNESCO-werelderfgoed.

De NHW beslaat een lengte van 85 kilometer van Muiden tot Werkendam (figuur 1). Het bestaat uit 45 forten, 6 versterkte steden, 2 kastelen, 85 mitrailleurkazematten, meer dan 700 betonnen schuilplaatsen en meer dan 100 sluizen en andere waterwerken (<https://nieuwehollandsewaterlinie.nl/nieuwe-hollandse-waterlinie>). De meeste forten hebben een of twee centrale gebouwen, gebouwd in baksteen en bedekt met enkele meters grond. Rondom deze gebouwen staan wisselende aantallen kleinere gebouwen. De oudere zijn gebouwd in baksteen, de meer recente zijn gebouwd in beton en ook deze zijn vaak bedekt met aarde. Sommige gebouwen hebben kelders om water of goederen op te slaan. Aanvankelijk waren de forten grotendeels bedekt met gras, maar later verschenen er bomen en bosschages, voor militaire doeleinden of spontaan toen het militaire gebruik ophield. Tegenwoordig hebben de meeste forten een parkachtig uiter-



Figuur 1. De Nieuwe Hollandse Waterlinie

lijk. De relatief moderne betonnen onderkomingen zijn door de hele NHW te vinden.

De bijbehorende inundatiegebieden hebben een breedte van 3-15 kilometer. Een speciale militaire wet, die van kracht was tot 1951, legde sterke beperkingen op aan bebouwing rond de militaire werken. De NHW bestaat dan ook grotendeels uit open en vlakke landschappen, voornamelijk gebruikt als grasland voor de melkveehouderij. Door de hele NHW is een netwerk aanwezig met een lage dichtheid van landschapselementen, zoals lanen,

bosjes en boomgrenzen. Uitgestrekte bossen zijn schaars, behalve op de oostflank van Utrecht en aan de noordgrens, waar de NHW aansluit op de bossen van de Utrechtse Heuvelrug en Het Gooi.

Deel I. Vleermuizen

Toen de oorspronkelijke militaire defensieve functie van de NHW verdween, veranderde het gebruik van de forten, werd in de meeste gevallen minder intensief of stopte helemaal. Vervolgens begonnen vleermuizen de forten als leefgebied te gebruiken. Al in de jaren 1950 werd het belang van de NHW-forten voor overwinterende vleermuizen duidelijk toen de Universiteit Utrecht begon met een onderzoek naar overwinterende vleermuizen in de NHW. In de volgende drie decennia werden elk jaar ongeveer tien forten gemonitord waarbij het totale aantal waargenomen vleermuizen schommelde rond de 100 per jaar (Voûte et al. 1980). Aanvankelijk ging de aandacht vooral uit naar de functie als overwinteringsplaats. Later werd duidelijk dat de forten tijdens de paartijd belangrijke zwermplaatsen waren en dat er ook kraamkolonies in de forten voorkomen. Limpens et al. (2007) beschreven het habitatgebruik van de forten door vleermuizen. Boer et al. (2010) analyseerden de factoren die bepalend zijn voor de geschiktheid van de forten als leefgebied voor vleermuizen. Ze stelden vast dat het totale volume van de gebouwen, samen met het aantal ruimten en de aanwezigheid van spleten en kieren waarin vleermuizen kunnen weggkruipen, positief gerelateerd zijn aan het aantal overwinterende vleermuizen. Hogere en stabielere temperaturen (binnen het bereik van 4-11°C) vergroten de soortenrijkdom. De intensiteit van menselijke activiteiten in de gebouwen is negatief gecorreleerd met het aantal vleermuizen, terwijl een open, parkachtige begroeiing, duisternis en vleermuisvriendelijk beheer gunstig zijn voor vleermuizen. De impact van de omringende landschapskennmerken op de diversiteit of het totale aantal

vleermuizen was minder duidelijk.

Werkwijze

Onderzoek en monitoring

De monitoring van overwinterende vleermuizen in de NHW is onderdeel van het landelijke *Netwerk Ecologische Monitoring* (NEM), gestart in 1999 met als doel veranderingen in populatieomvang en verspreiding van beschermde soorten te volgen en zo natuurbeleid en -beheer met data te voeden. Tussen 1980 en 2020 werden 58 NHW-locaties minimaal één keer onderzocht. In dit onderzoek nemen we echter alleen locaties mee die tien jaar of langer zijn onderzocht en/of waar in deze periode tien of meer overwinterende vleermuizen zijn waargenomen. Dit levert 35 locaties op (figuur 1, tabel 1). Sinds 1980 is het aantal onderzochte locaties in deze groep geleidelijk toegenomen van 9 naar 32 per jaar (figuur 2). Het aantal geïnspecteerde gebouwen binnen de forten is toegenomen tot ongeveer 150. Sinds 2018 is het aantal geïnspecteerde gebouwen bijna verdubbeld (figuur 2), maar dit is een methodisch artefact, omdat grote locaties zijn opgesplitst in afzonderlijke gebouwen en soms compartimenten van gebouwen. Het percentage gebouwen met overwinterende vleermuizen is gedaald van circa 90% in 1980 tot circa 80% in 2020. Dit komt doordat er de afgelopen 20 jaar meer gebouwen in de tellingen zijn opgenomen die (nog) niet allemaal geschikt zijn voor overwinterende vleermuizen.

Onderzoekers en studenten voerden eerst de tellingen uit; later gebeurde dit door kleine teams van professionele zoogdierkundigen en deskundige vrijwilligers. De tellingen worden uitgevoerd met behulp van zaklampen, spiegels en verrekijkers om overwinterende vleermuizen op te sporen en te determineren (figuur 3). De mensen die deze inspecties doen hebben veel ervaring en 'new kids on the block' worden 'on the job' getraind, zowel in

Tabel 1. De locaties.

	Locatie
1	Naarden
2	Uitermeer, torenruïne
3	Uitermeer, manschap verblijf
4	Hinderdam
5	Kijkuit
6	Nieuwersluis
7	Tienhovense Vaart
8	Ruigenhoek
9	De Klop
10	Blauwkapel
11	Griftenstein
12	De Bilt
13	Utrecht Kromhoutkazerne
14	Rhijnduyn
15	Lunetten
16	Vechten
17	Hemeltje
18	Waalse Wetering
19	Korte Uitweg
20	Honswijk
21	Everdingen
22	Diefdijk Schaaik
23	Leerdam
24	Meerdijk
25	Asperen
26	Nieuwe Zuiderlingedijk zuid
27	Nieuwesteeg
28	Broekse sluis
29	Lingebos
30	Vuren
31	Loevestein
32	Brakel
33	Poederoyen
34	Papsluis
35	Giessen

het vinden van de vleermuizen (weten waar te zoeken, het herkennen van een (deel van een) vleermuis) als het determineren van soorten. Daarom beschouwen we de expertise als constant over de periode. De apparatuur is echter aanzienlijk verbeterd: zaklampen hebben tegenwoordig krachtigere en gebundelde lampen, verrekijkers hebben een betere optiek en kortere scherpstelafstanden en digitale came-

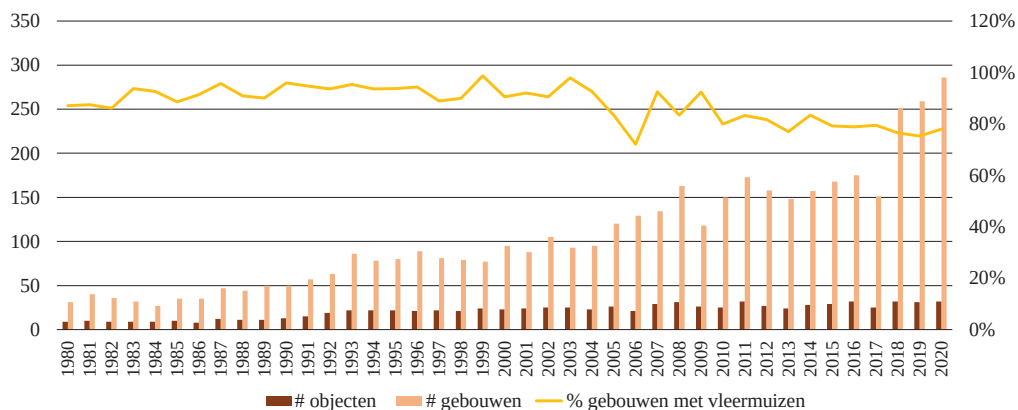
Tabel 2. Trendklassen.

Klasse	Trend (95% CI)
Sterke afname	<-5%
Matige afname	<0%
Stabiel	-5% - +5%
Matige toename	>0%
Sterke toename	>+5%
Onzeker	<-5% - >+5%

ra's met telelenzen kunnen worden gebruikt om vleermuizen op ver verwijderde posities te determineren. In het algemeen heeft deze verbetering vooral gevolgen voor de kwaliteit van de determinatie van soorten (d.w.z. een afname van het aandeel ongedetermineerde vleermuizen) en veel minder voor het aantal gevonden vleermuizen.

Statistische analyse

Binnen het NEM worden sinds 1986 jaarlijks de landelijke trends voor overwinterende vleermuizen berekend, dit is de meest betrouwbare basis voor landelijke trendschattingen. Dit artikel beschrijft de monitoring en aantalsontwikkeling van fortten van de NHW van 1980 tot 2020, daarom hebben we met dezelfde dataset en statistische analyse als bij de jaarlijkse berekeningen voor het NEM een aparte set berekeningen gemaakt voor de periode 1980-2020, voor de vijf meest talrijke soort(groep)en: *Myotis mystacinus/brandtii*, *M. nattereri*, *M. daubentonii*, *Pipistrellus pipistrellus/nathusii* en *Plecotus auritus/austriacus*. We hebben eerst de aantallen waargenomen vleermuizen per gebouw/compartiment gebruikt om trends en indexen per soort per locatie en voor de NHW als geheel te berekenen. Voor de berekening van deze soortspecifieke trends, uitgedrukt als een gemiddelde jaarlijkse proportionele stijging of daling, en indexen, uitgedrukt als een percentage van de berekende aantallen van het eerste jaar zijn geteld, gebruikten we het softwarepakket *rtrim* v2.1.1 (Bogaart et al. 2020) in het



Figuur 2. Aantal forten en aantal gebouwen binnen de forten dat jaarlijks wordt gemonitord (balken, linkeras) en percentage gebouwen met vleermuizen (lijn, rechteras).

computerprogramma R v4.0.3 (R Core Team 2020). Tabel 2 toont de gebruikte trendklassen. Het *rtrim* -pakket is een R-implementatie van de log-lineaire regressiemethode die oorspronkelijk werd gepubliceerd als het TRIM-computerprogramma (Pannekoek & van Strien 2001), dat speciaal is ontwikkeld voor de analyse van populatiemonitoring: variatie in populatiegrootte en eigenschappen van locaties, seriële correlatie per locatie, weging van locaties en de schatting van ontbrekende waarden op basis van veranderingen op andere locaties (ter Braak et al. 1994). De resulterende indexen combineerden we vervolgens tot een gemiddelde populatietrend van vleermuizen, door een zogenaamde *multi-species indicator* (MSI) te berekenen met behulp van een Monte Carlo-procedure en het geometrisch gemiddelde, zoals beschreven door Soldaat et al. (2017). Al deze berekeningen zijn afzonderlijk gedaan voor de periodes 1980-2000 en 2001-2020. Ten slotte berekenen we voor dezelfde vijf (groepen van) soorten de landelijke populatietrends voor 2001-2020 om een goede vergelijking met de trends in de NHW in die periode mogelijk te maken.

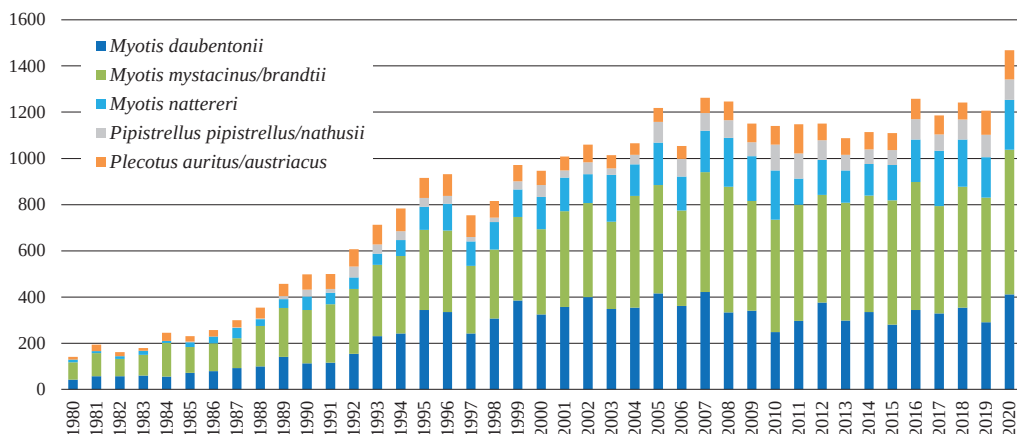
Resultaten

In totaal zijn er over de hele periode elf soorten



Figuur 3. Inspectie Fort Honswijk (20).

vleermuizen in de NHW vastgesteld. De jaarlijkse totale aantallen getelde vleermuizen zijn meer dan veertienvoudig: van 150 in 1980 tot



Figuur 4. Aantallen van de meest talrijke (groepen) soorten per jaar.

1550 in 2020¹. Bijlage I² geeft een overzicht van de soorten en aantallen die op elke locatie zijn geteld. Figuur 4 toont de jaarlijkse aantallen van de meest talrijke (groepen) vleermuissoorten. Tabel 3 geeft het gemiddelde aantal van elke (groep van) soorten per jaar voor de vier decennia die in dit artikel worden behandeld. Tabel 3 en figuur 5 tonen de berekende trends voor de eerste en tweede helft van de periode voor de vijf meest talrijke (groepen van) soorten.

Grote hoefijzerneus (*Rhinolophus ferrumequinum*)

Van 1992 tot 1998 werd één exemplaar van *Rhinolophus ferrumequinum* (figuur 6) in winterslaap aangetroffen in het hoofdgebouw van Fort Rhijnauwen (14)³. Het was waarschijnlijk hetzelfde exemplaar dat elk jaar terugkeerde naar dezelfde locatie.

Baardvleermuizen (*Myotis mystacinus* en *M. brandtii*)

De (gewone) baardvleermuis (*Myotis mystacinus*) en Brandts vleermuis (*M. brandtii*) (figuur 7) kunnen alleen goed worden onderscheiden aan de hand van morfologische kenmerken (tanden en penis, Dietz et al. 2011). Bij het monitoren van overwinterende vleermuizen is het gebruikelijk om ze niet te hanteren, om verstoring tot een minimum te beperken. Dus alle waarnemingen van deze twee soorten worden gecombineerd als *M. mystacinus / brandtii*. Mostert et al. (2005) voerden een onderzoek uit waarbij *M. mystacinus / brandtii* werd gehanteerd om de exacte soort te identificeren en ontdekten twee exemplaren van *M. brandtii* in Asperen (25), 1,7% van alle exemplaren. In 2019 zijn in Waalse Wetering (18) drie exemplaren van *M. brandtii* vastgesteld, gevolgd door één in 2020. De determinatie gebeurde door visuele inspectie door een persoon met uitgebreide ervaring met de soort (mondelinge mededeling J. van der Kooij). Op 22 locaties zijn exemplaren van *M. mystacinus* gevonden (bijlage I). Het valt buiten het bestek van dit artikel om de determinatie van beide soorten te verifiëren. Volgens Mostert et al. (2005) is het waarschijnlijk dat *M. brandtii* een zeer laag percentage uitmaakt van de waargenomen *M. mystacinus / brandtii*.

¹ Een telseizoen wordt in dit artikel aangeduid door het jaar waarin januari valt: 2020 = telseizoen 2019-2020

² Online beschikbaar: <https://www.zoogdiervereniging.nl/publicaties/2022/lutra-65-1-2022>

³ Nummers achter een locatie corresponderen met die in figuur 1 en in tabel 1

Tabel 3. Gemiddeld aantal vleermuizen en trends per (groep van) soorten

Soort(groep)	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2020	Trend 1980-2000	Trend 2001-2020
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	-	0,7	-	-	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar
Indet	20,6	35,3	42,4	47,7	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar
<i>Myotis mystacinus/brandtii</i>	123,7	305,9	447,3	519,7	Matige toename	Stabiel
<i>Myotis nattereri</i>	21,8	83,6	166,6	174,9	Sterke toename	Stabiel
<i>Myotis myotis</i>	-	-	-	0,2	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar
<i>Myotis daubentonii</i>	75,1	246,6	365,3	323,8	Sterke toename	Matige afname
<i>Myotis dascyneme</i>	-	0,3	0,6	-	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar
<i>Pipistrellus pipistrellus/nathusii</i>	2,3	31,9	58,4	84,7	Matige toename	Matige toename
<i>Eptesicus serotinus</i>	0,1	0,9	2,5	0,6	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar
<i>Plecotus auritus/austriacus</i>	28,5	80,8	64,9	88,7	Matige toename	Stabiel

In totaal is *M. mystacinus / brandtii* 14.468 keer waargenomen, waarmee deze soortgroep de meest talrijke overwinterende vleermuis is in de NHW. Deze soortgroep is op 32 (91%) locaties waargenomen (zie figuur 8). Rhijnauwen, Honswijk en Everdingen nemen 60% van de waarnemingen voor hun rekening (bijlage I). De gemiddelde jaarlijkse waargenomen aantallen zijn gestegen van 124 in het eerste decennium tot 520 in het laatste decennium (tabel 3), met een sterke stijging tot 627 in 2020 (figuur 4). Tussen 1980 en 2000 liet de populatie een matige groei zien en tussen 2001 en 2020 was de populatie stabiel (figuur 5a, 5b, tabel 3).

Franjestaart (*Myotis nattereri*)

M. nattereri werd 4.644 keer waargenomen (figuur 9, bijlage I) op elf (31%) locaties, voornamelijk in de buurt van Utrecht, waarbij Rhijnauwen (14) 71% van de waarnemingen voor zijn rekening neemt met een maximum van 176 exemplaren in 2003. De gemiddelde jaarlijkse aantallen stegen van 22 in het eerste decennium tot 175 in het laatste decennium (figuren 5c-d, tabel 3). Na een sterke groei in 1980-2000 was de populatie in 2001-2020 stabiel, met een dip halverwege deze periode en daarna een herstel (figuur 5d).

Vale vleermuis (*Myotis myotis*)

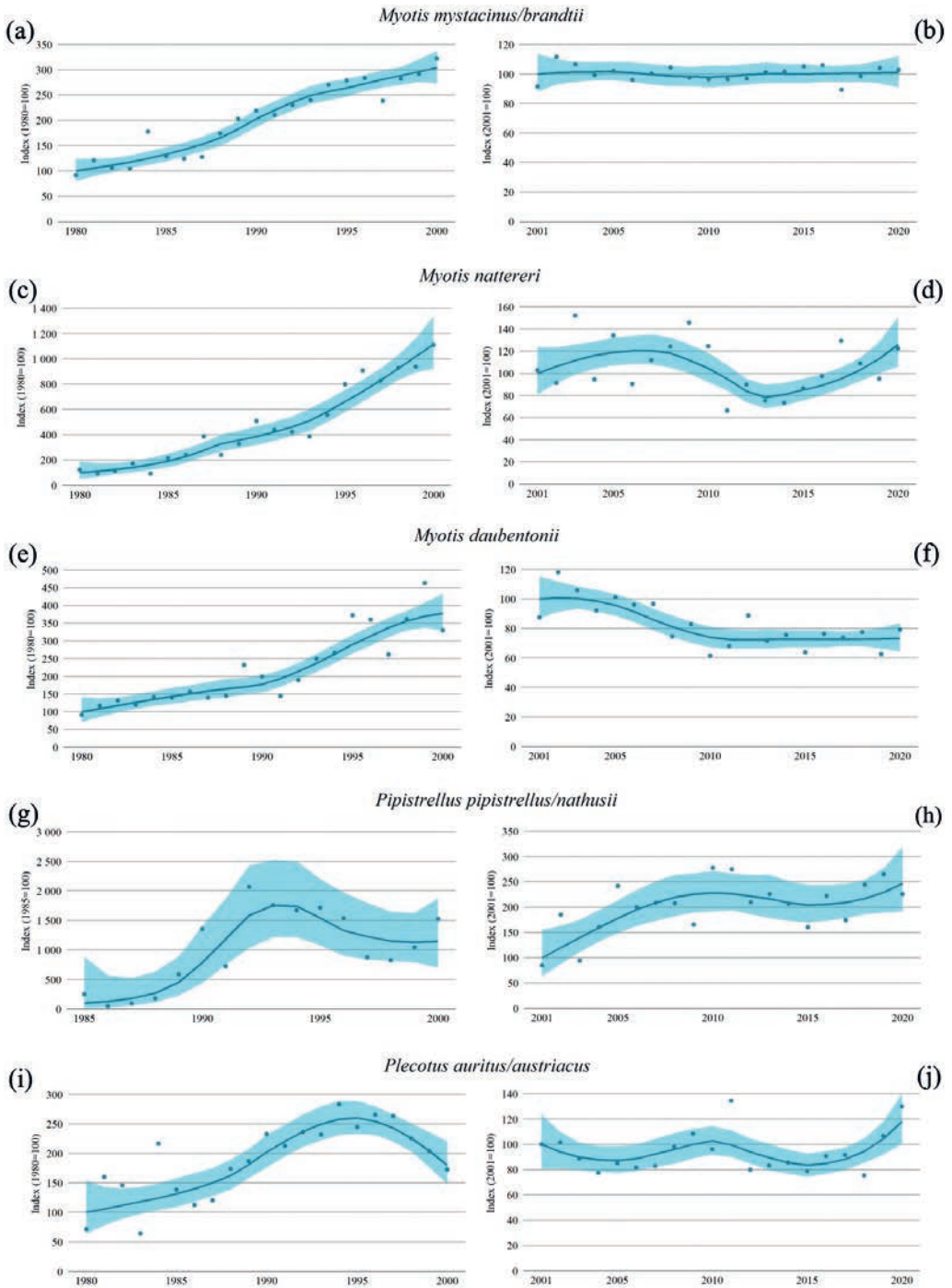
In Rhijnauwen (14) is in 2011 en 2020 een exemplaar van *M. myotis* waargenomen.

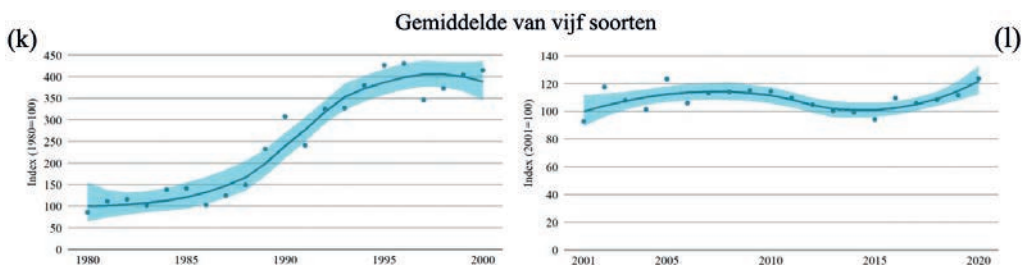
Watervleermuis (*Myotis daubentonii*)

Met 10.432 waarnemingen is *M. daubentonii* (figuur 7) de tweede talrijke soort die in de NHW overwintert (bijlage I). Ze is aange troffen op 29 (83%) locaties verspreid over de NHW (figuur 9), met concentraties ten oosten en zuidoosten van Utrecht (locaties 13-21) en in het zuiden in Giessen (35). De gemiddelde jaarlijkse aantallen stegen van 75 in het eerste decennium tot 324 in het laatste decennium (tabel 3). In 1980-2000 liet de populatie een sterke stijging zien, en in 2001-2020 een matige daling (figuren 5e-f, tabel 3).

Meervleermuis (*Myotis dascyneme*)

Met negen waarnemingen in zeven jaar overwintert *M. dascyneme* af en toe in de NHW (bijlage I). Er zijn drie waarnemingen in Rhijnauwen (14) en Giessen (35). De andere waarnemingen zijn gedaan in Naarden (1) en Honswijk (20).





Figuur 5. Trends in de NHW voor *M. mystacinus* / *brandtii* (a+b), *M. nattereri* (c+d), *M. daubentonii* (e+f), *P. pipistrellus* / *nathusii* (g+h), *P. auritus* / *austriacus* (i+j) en alle soorten (k+l): 1980-2020.

Dwergvleermuizen (*Pipistrellus pipistrellus* en *P. nathusii*)

Beide soorten dwergvleermuis zijn waargenomen in de NHW. Omdat exemplaren van deze twee soorten niet altijd tot op soortniveau zijn gedetermineerd, voegen we in dit artikel de aantallen van beide soorten en van de niet tot op soort gedetermineerde exemplaren samen. Vleermuizen van deze soortgroep zijn goed voor 1.858 waarnemingen (bijlage I), op 19 (54%) locaties verspreid over de NHW (figuur 10). Rhijnauwen (14), Honswijk (20) en Loevestein (34) hebben de grootste aantallen (gemiddeld ongeveer 40 per jaar). De gewone dwergvleermuis *P. pipistrellus* is waargenomen op 14 (40%) locaties, de ruige dwergvleermuis *P. nathusii* op 7 locaties (20%), zie figuur 10 en bijlage I. De gemiddelde jaarlijkse aantallen stegen van 2 in het eerste decennium tot 85 in het laatste decennium (tabel 3). Zowel in 1980-2000 als in 2001-2020 liet de populatie een matige groei zien (cijfers 5g-h, tabel 3).

Laatvlieger (*Eptesicus serotinus*)

Met 42 waarnemingen op 8 locaties (23%) overwintert *Eptesicus serotinus* in lage aantallen (max. vier per jaar) in de NHW (bijlage I). Rhijnauwen (14) en Loevestein (34) zijn samen goed voor 71% van de waarnemingen van deze soort.

Grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus* / *austriacus*)

Niet alle exemplaren van het geslacht *Plecotus* zijn tot op soortniveau gedetermineerd. Afgaande op de verspreiding (Broekhuizen et al. 2016) is het vrij onwaarschijnlijk dat de grijze grootoorvleermuis *P. austriacus* overwintert in de NHW. In dit artikel hebben we desalniettemin de aantallen gewone grootoorvleermuis *P. auritus* en de niet-geïdentificeerde exemplaren samengevoegd.

Grootoorvleermuizen zijn goed voor 2.718 waarnemingen, op 34 (97%) locaties in de NHW (figuur 11, bijlage I) met waarnemingen van *P. auritus* op al deze locaties. De gemiddelde jaarlijkse aantallen stegen van 29 in het eerste decennium tot 89 in het meest recente decennium (tabel 3). In 1980-2000 liet de populatie een matige groei zien en in 2001-2020 was de populatie stabiel (figuur 5i-j, tabel 4).

Discussie

La Haye et al. (2020) geven een overzicht van de getelde aantallen overwinterende vleermuizen in Nederland in de periode 2016-2020. Tabel 4 geeft de gemiddelde jaartellingen in de NHW weer als percentage van de aantallen op landelijk niveau. La Haye et al. (2020) presenteren ook populatietrends voor de periode 2009-2020. Omdat deze periode niet overeenkomt met de periode die we in dit artikel gebruiken, hebben we landelijke trends



Figuur 6. Overwinterende grote hoefijzerneus (*Rhynolophus ferrumequinum*) in Rhijnauwen (14). Foto: Zomer Bruijn.

voor de periode 2001-2009 berekend. Tabel 4 vergelijkt deze landelijke trends met de trends in de NHW.

Met 17% van de nationale overwinterende populatie van *M. mystacinus* / *brandtii* is de NHW van nationale betekenis voor deze soortgroep. Drie locaties (Rhijnauwen (14), Honswijk (20) en Everdingen (21)) herbergen ca. 60% van de overwinterende exemplaren van deze soortgroep binnen de NHW en zijn daarom de erg belangrijke winterverblijven voor deze soortgroep in Nederland. Ook zijn deze verblijven erg belangrijk in het zwermseizoen (Limpen et al. 2007). Dit betekent dat niet alleen de gebouwen zelf belangrijk zijn voor vleermuizen, maar ook de landschappelijke inrichting en het gebruik van deze locaties als geheel en het omringende landschap. De populatietrend van *M. mystacinus* / *brandtii* in de NHW was stabiel tussen 2001 en 2020, terwijl de landelijke trend in dezelfde periode een matige stijging laat zien (tabel 4), zij het met een matige daling over de laatste twaalf jaar (La Haye et al.

2020). Het lijkt erop dat de NHW de populatie van *M. mystacinus* / *brandtii* eerder haar hoogtepunt bereikte dan landelijk en stabiel is, aangezien er geen afname is te zien (figuur 5b). De drie belangrijkste vindplaatsen, Rhijnauwen (14), Honswijk (20) en Everdingen (21) lieten respectievelijk een matige stijging, een stabiele trend en een matige daling zien, terwijl de twee volgende belangrijke locaties, Nieuwersluis (6) en Asperen (25) beide een matige daling lieten zien. Hierdoor wordt het belang van de NHW voor *M. mystacinus* / *brandtii* steeds meer afhankelijk van minder verblijven, wat de populatie kwetsbaarder maakt. In deel II bespreken we de ontwikkelingen die aan dit fenomeen ten grondslag liggen.

Het aandeel van andere soorten vleermuizen die in de NHW overwinteren is kleiner (tabel 4). Toch zijn de vindplaatsen van de NHW op regionaal niveau belangrijk, vooral voor *M. daubentonii* en *M. nattereri*. De trend voor *M. daubentonii* (een matige afname) is ongunstiger dan de landelijke trend (een matige toename). Een mogelijke verklaring is het verdwijnen of afnemen van zomerkolonies in verschillende forten: Uitermeer (2), Nieuwersluis (6), Rhijnauwen (14), Honswijk (20) en Asperen (25). Een tweede mogelijke verklaring is dat er in de regio (maar buiten de NHW gelegen) andere, geschikte winterverblijven zijn aangelegd en dat deze ontdekt zijn door *M. daubentonii*.

Opmerkelijk is dat *M. dasycneme* maar zelden overwintert in de NHW, terwijl deze dicht bij het zomerhabitat van deze soort ligt. Haarsma et al. (2019) beschrijven dat mannetjes hun overwinteringsplaatsen verplaatsen van de (verre) kalksteengroeven in Limburg naar winterverblijven in de kustduinen en de Veluwe, dicht bij hun zomerhabitat. De Veluwe ligt echter verder van hun zomerhabitat dan de NHW. Drie mogelijke (overlappende) verklaringen zijn (mondelinge mededeling A.J. Haarsma): 1. De bunkers in de kustduinen liggen dicht bij de zomerhabitat en trekroutes van mannetjes. 2. Bunkers in de kustduinen en Veluwe hebben een beter klimaat: dynamischer

Tabel 4. Het aandeel overwinterende vleermuizen van de NHW in de totale Nederlandse populatie en een vergelijking van landelijke trends met die van de NHW voor de vijf meest talrijke (groepen van) soorten

Soort(groep)	Nederland 2020	NHW 2010-2020	%NHW	Landelijke trend 2001-2020	Trend NHW 2001-2020
<i>Myotis daubentonii</i>	9000	324	4%	Matige toename	Matige afname
<i>Myotis mystacinus/brandtii</i>	3000	520	17%	Matige toename	Stabiel
<i>Myotis nattereri</i>	5000	175	4%	Sterke toename	Stabiel
<i>Pipistrellus pipistrellus/nathusii</i>	1000	85	9%	Matige toename	Matige toename
<i>Plecotus auritus/austriacus</i>	1600	89	6%	Matige toename	Stabiel



Figuur 7. Baardvleermuis (*Myotis mystacinus/brandtii*) en watervleermuis (*M. daubentonii*) in Honswijk (20). Foto: Jan Buys.

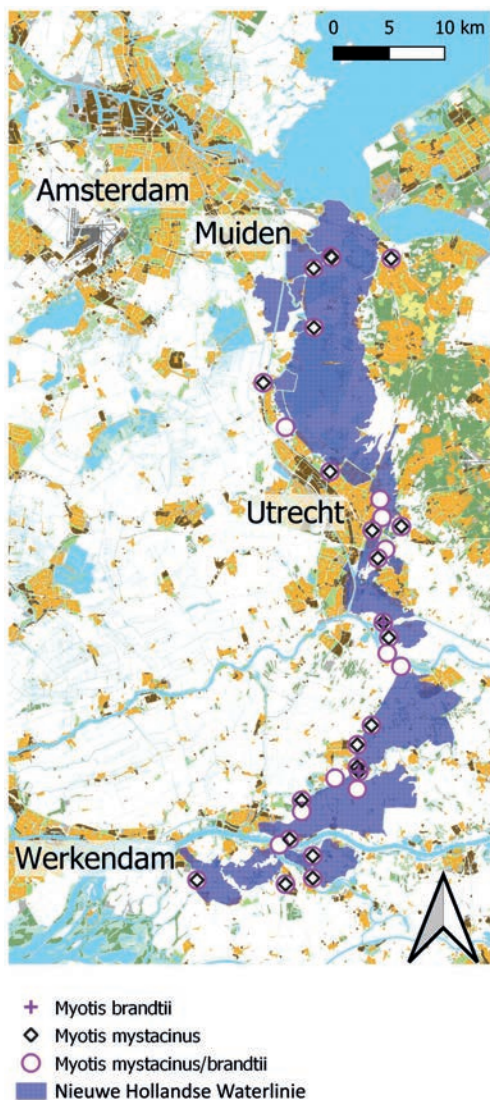
en met minder lange koude periodes. 3. *M. dasycneme* arriveert vroeg in de winterverblijven en vertrekt laat. De vleermuizen worden daarvoor makkelijker blootgesteld aan menselijke activiteit in bouwwerken in het NHW, ook als dit in de winter stopt.

De aantallen *M. nattereri* zijn stabiel in de NHW, terwijl er landelijk een sterke stijging te zien is (tabel 4). Aangezien 70% van de waarnemingen van deze soorten zijn gedaan in Rhijnauwen (bijlage I) is het zeer waarschijnlijk dat de oorzaak van dit verschil in trends gelinkt is aan deze vindplaats (zie deel II).

De NHW biedt schijnbaar een belangrijk

aantal winterverblijven voor *Pipistrellus pipistrellus / nathusii* (tabel 4). Dit is echter een methodologisch artefact, aangezien de meeste vleermuizen van deze soorten overwinteren in moeilijk te inspecteren winterverblijven en daarom ondervertegenwoordigd zijn in het NEM (Broekhuizen et al. 2016). Hiermee rekening houdend zijn de trends in de NHW en de landelijke trend vergelijkbaar, beide met een matige stijging.

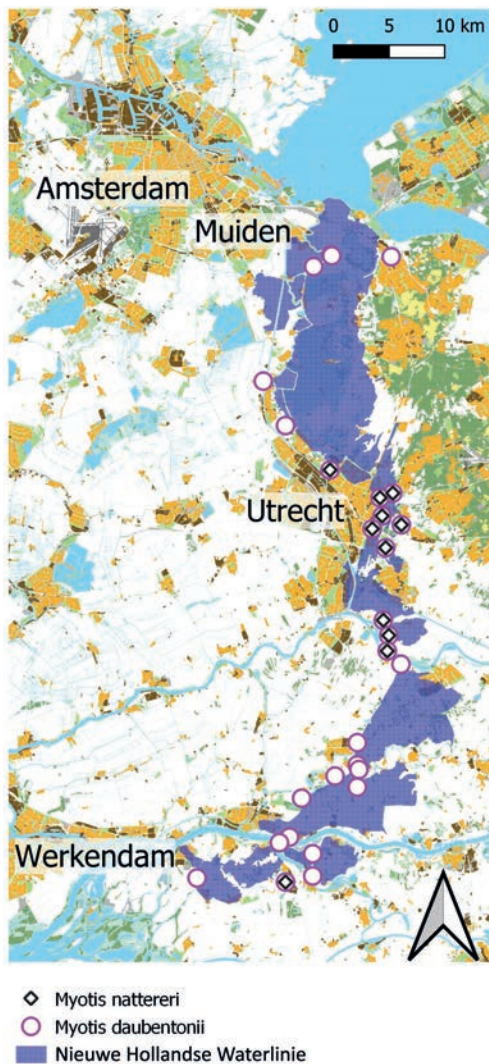
Plecotus auritus / austriacus laat in de NHW een stabiele trend zien en landelijk een matige stijging (tabel 4). Dit verschil is wederom vooral methodologisch, veroorzaakt door meer varia-



Figuur 8. Aanwezigheid van *M. mystacinus* / *brandtii* en aanwezigheid van *M. mystacinus* en *M. brandtii*.

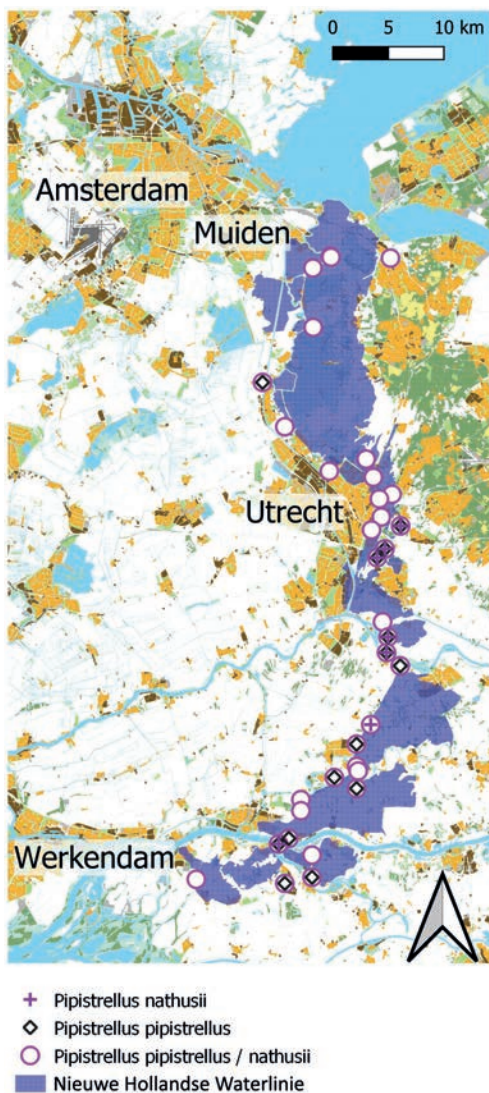
tie binnen de periode (met een toename naar het einde toe) en een kleinere steekproefomvang in de NHW dan landelijk.

Predatie of de aanwezigheid van roofdieren is een ander aspect dat waarschijnlijk van invloed is op het aantal vleermuizen in winterslaap. Hoewel gegevens over predatie niet systematisch zijn verzameld, melden verschillende vleermuiswerkers predatie of verstering



Figuur 9. Aanwezigheid van *M. nattereri* en *M. daubentonii*.

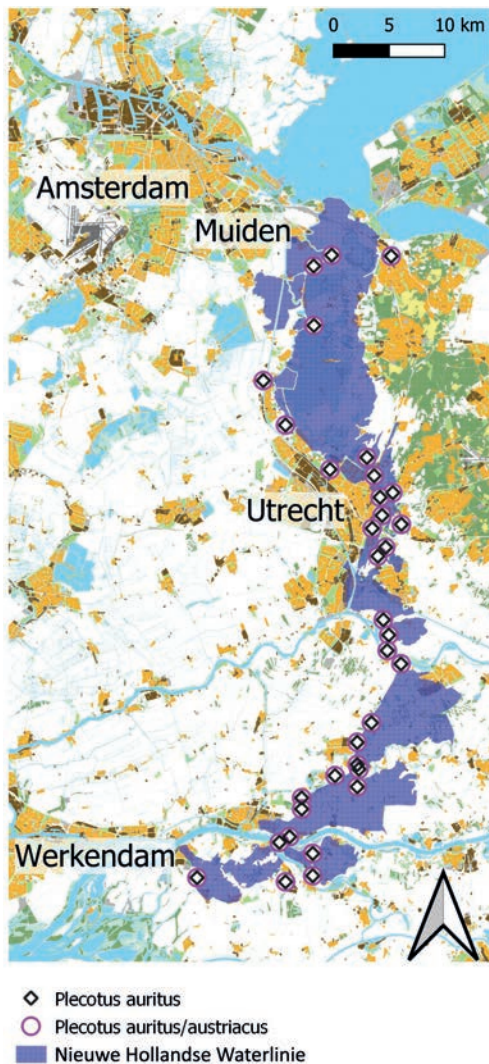
door roofvogels zoals kerkuil (*Tyto alba*) en roofdieren als boommarter (*Martes martes*) en/of steenmarter (*M. foina*). Deze soorten hebben hun verspreiding aanzienlijk vergroot en zijn tegenwoordig algemeen aanwezig in de NHW (SOVON Vogelonderzoek Nederland 2016, www.verspreidingsatlas.nl). Ook is de bosuil (*Strix aluco*) op veel locaties aanwezig. We kunnen daarom niet uitsluiten dat predatie of ver-



Figuur 10. Aanwezigheid van *P. pipistrellus/ nathusii* (cirkels) en aanwezigheid van *P. pipistrellus* (◇) en *P. nathusii* (+).

storing door deze soorten de populatietrends van vleermuizen in het NHW beïnvloedt.

Nader onderzoek naar zowel de gegevens van (overwinterende) vleermuizen in en rond de NHW als landelijk is nodig om de hiervoor gesuggereerde verklaringen te verifiëren en meer verklaringen voor de verschillen in trends te vinden.



Figuur 11. Aanwezigheid van *P. auritus / austriacus* (cirkels) en aanwezigheid van *P. auritus* (+).

Vier van de vijf meest voorkomende soorten (figuren 6-9) zijn overal in de NHW aanwezig. *P. auritus / austriacus* en *P. pipistrellus / nathusii* zijn relatief gelijk verdeeld over het NHW, terwijl *M. mystacinus / brandtii* en *M. daubentonii* geconcentreerd zijn ten zuiden en oosten van Utrecht. *M. nattereri* is alleen aanwezig op de locaties bij Utrecht en in het uiterste zuiden.

Deze verspreidingspatronen komen overeen met het bekende zomerhabitatgebruik van



Figuur 12. Fort (Honswijk, 20). Foto: Jan Buys.

deze soorten (Dietz et al. 2011). De locaties bij Utrecht liggen dicht bij de (overwegend naald) bossen van de Utrechtse Heuvelrug en de aangrenzende relatief kleinschalige agrarische landschappen (figuur 1) en zijn goed verbonden door landschapsstructuren (bomenrijen, lanen, bosjes). Andere delen van de NHW ten noordwesten van Utrecht en ten zuiden van de rivier de Lek hebben een meer open landschap met verspreide bosjes (populier, wilg, els), grensbeplantingen, lanen en veel water. Het uiterste noorden en zuiden van de NHW zijn verbonden met respectievelijk de meer beboste gebieden van Het Gooi en Noord-Brabant. In dit opzicht is het opmerkelijk dat *M. nattereri* afwezig is in het noorden, waar zij te verwachten was vanwege geschikt nabijgelegen zomerhabitat en de aanwezigheid van de soort in winterverblijven buiten de NHW.

Deel II. Forten

Werkwijze

We hebben de informatie over (de ontwik-

kelingen in) het gebruik en beheer van constructies in de NHW gedurende de afgelopen twee decennia verkregen door de vleermuiswerkers die de monitoring uitvoeren te bevragen. Meer gedetailleerde informatie en informatie uit vroegere tijden is zeer beperkt door onvolledige gegevens over het beheer in de NEM-database.

Het volume van de verschillende gebouwen is een belangrijke indicator voor de aanwezigheid van overwinterende vleermuizen (Boer et al. 2010). Hetzelfde geldt voor de beschikbaarheid van spleten, breuken etc. waarin vleermuizen voldoende beschutting kunnen vinden. Helaas is het verzamelen van deze gegevens geen vereiste van het NEM en daarom zijn er in de NEM-database geen systematische gegevens beschikbaar over deze twee belangrijke kenmerken van winterverblijven. Over het algemeen zullen zowel het volume als de mogelijkheden om weg te kruipen in forten groter zijn dan in betonnen schuilplaatsen.

De berekening van trends van vleermuizen per locatie is beschreven in deel I van dit artikel.



Figuur 13. Schuilplaats (bij Honswijk, 20). Foto: Jan Buys.

Resultaten

Eigenschappen van de locaties

Bijlage II⁴ geeft een overzicht van de 35 locaties die we in dit artikel bespreken. Aangezien elke locatie een complex is van een wisselend aantal afzonderlijke (delen van) gebouwen, vermeldt deze bijlage ook het aantal gebouwen per locatie dat wordt gecontroleerd op vleermuizen. In de database onderscheiden we verschillende typen gebouwen:

- *Forten* (figuur 12). Gebouwd in baksteen met zeer dikke muren (>1 meter dik) en meestal bedekt met een dikke laag aarde. Deze gebouwen zijn gebouwd in de negentiende eeuw (1815-1870). De meeste forten hebben door hun leeftijd, de bouwmaterialen en de onderhoudsarme perioden tal van spleten, breuken en andere plekken waar overwinterende vleermuizen een geschikte plek kunnen vinden.
- *Betonnen schuilplaatsen* (figuur 13), gebouwd in de eerste helft van de twintigste eeuw. Sommige zijn bedekt met een laag aarde. In de afgelopen twee decennia zijn in verschillende van deze gebouwen maatregelen uitgevoerd om hun geschiktheid als winterverblijf te verbeteren. De meeste schuilplaatsen

zijn van binnen vrij glad, hoewel soms spleten ontstaan als gevolg van het afbladderen en barsten van de plafonds.

- *Gangensels*. Deze zijn in baksteen opgetrokken in de Vesting Naarden (1) in de zeventiende eeuw en in Loevestein (31).

Op sommige locaties zijn andere (delen van) gebouwen aanwezig (zoals kelders, zolders).

Bijlage II geeft ook een overzicht van de huidige kenmerken van elk fort:

- *Eigendom*: overheid (ministerie, provincie, waterschap, gemeente etc.), terreinbeherende organisatie (Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Brabants Landschap), erfgoedstichting of particulier.
- *Beschermingsstatus*: binnen of buiten het Natura 2000 Netwerk (vijf binnen) en Nationaal Natuurnetwerk (24 binnen).
- *Functie van de onderzochte gebouwen*: winterverblijf (uitsluitend, geen andere bestemming), toerisme ((begeleide) rondleidingen), horeca (café, restaurant), onderwijs, opslag.
- *Toegankelijkheid voor het publiek*.
- *Vegetatiedek*: open (grasvegetaties), gesloten (struiken, heesters, bomen), halfopen.

Aantallen vleermuizen

Bijlage I geeft per locatie een overzicht van de aantallen waargenomen overwinterende

⁴ Online beschikbaar: <https://www.zoogdiervereniging.nl/publicaties/2022/lutra-65-1-2022>

Tabel 5. Aantal (groepen van) soorten naar type gebouw. Chir = Chiroptera spec.; R fe = *Rhinolophus ferrumequinum*; M my/br = *Myotis mystacinus/brandtii*; M na = *M. nattereri*; M my = *M. myotis*; M da = *M. daubentonii*; M ds = *M. dasycneme*; P pi/na = *Pipistrellus pipistrellus/nathusii*; E se = *Eptesicus serotinus*; P ar/au = *Plecotus auritus/austriacus*.

Type gebouw	Chir	R fe	M my/br	M na	M my	M da	M ds	P pi/na	E se	P ar/au	Totaal	%
Fort (baksteen, bedekking met aarde)	1438	7	13.859	4446	2	9323	7	1442	28	2193	32.745	91,7%
Betonnen schuilplaats (deels zonder aarde-bedekking)	42	-	264	146	-	213	-	38	-	336	1039	2,9%
Gangenstelsel (baksteen)	17	-	244	-	-	579	2	3	1	141	987	2,8%
Kelder (baksteen)	3	-	68	1	-	283	-	-	-	27	382	1,1%
Zolder en overig	8	-	51	51	-	34	-	375	13	21	553	1,5%
Totaal	1508	7	14.486	4644	2	10.432	9	1858	42	2718	35.706	

vleermuizen. Twee locaties, Rhijnduinen (14) en Honswijk (20) herbergen 51% van de vleermuizen. Vijf andere locaties, Nieuwersluis (6), Vechten (16), Everdingen (21), Asperen (25) en Giesen (35) zijn goed voor nog eens 31% van het totaal aantal getelde vleermuizen. Per locatie werden gemiddeld 4,2 soorten waargenomen (bijlage I), variërend van 1 (Ruigenhoek, 8) tot 10 (Rhijnduinen, 14).

Tabel 5 geeft een overzicht van de aanwezigheid van vleermuizen in de verschillende typen gebouwen. Forten herbergen 92% van de overwinterende vleermuizen, schuilplaatsen en gangenstelsels elk 3% en de rest 2%.

Tabel 6 geeft de trends in het totaal aantal overwinterende vleermuizen per locatie en de gehele NHW voor de vijf meest talrijke (groepen van) soorten voor de periode 1980-2000 en 2001-2020. Figuren 5k en 5l tonen de gemiddelde populatietrend van NHW als geheel. Van 14 locaties zijn onvoldoende gegevens verzameld om een betrouwbare trend tussen 1980 en 2000 te berekenen; in 2001-2020 was dit voor slechts twee locaties het geval. Over het algemeen was er een sterke toename van overwinterende vleermuizen in de NHW in de eerste periode 1980-2000, die stabiliseerde in de tweede periode 2001-2020. Er waren geen locaties die een (sterke) daling lieten zien in de eerste twee decennia van de periode die we in dit artikel beschrijven, terwijl in 2001-2020 elf locaties een matige daling lieten zien

en één een sterke daling. Tussen 2001 en 2020 lieten vier locaties een matige stijging zien en vijf locaties een sterke stijging.

Discussie

Algemeen beeld

De belangrijkste locatie is Rhijnduinen (14), die 34% van alle vleermuiswaarnemingen voor zijn rekening nam en ten soorten huisvest (bijlage I). De volgende belangrijkste locatie is Honswijk (20) met 16% van de waarnemingen en zeven soorten. Vijf andere locaties leverden de volgende 31% van de waarnemingen (bijlage I). Twee daarvan, Vechten (16) en Everdingen (21), vormen samen met Rhijnduinen (14) en Honswijk (20) een cluster dat relatief dicht bij de bossen van de Utrechtse Heuvelrug ligt. Andere belangrijke locaties zijn onder meer Nieuwersluis (6), dat meer naar het noorden ligt, in de nabijheid van de voornamelijk loofbossen van de Vechtstreek. Asperen (25) en Giesen (35) liggen beide meer naar het zuiden en in de buurt van complexen van kleine loofbossen.

Gebouwen van het type fort nemen 92% van de waarnemingen voor hun rekening (tabel 5), terwijl ze slechts 53,6% van de gebouwen uitmaken (bijlage I I). Hoewel we geen consistente kwantitatieve gegevens hebben, is het

vrij waarschijnlijk dat dit grotendeels kan worden verklaard door het gemiddeld grotere volume van forten (en dus meer muren en plafonds en een stabiel klimaat) die meer mogelijkheden bieden voor vleermuizen om te kruipen weg in scheuren en spleten.

Over de hele NHW nam het aantal overwinterende vleermuizen in de eerste twee decennia toe en stabiliseerde zich in de afgelopen twee decennia (figuren 5k-l). Aangezien over het algemeen de aantallen overwinterende vleermuizen in Nederland toenemen (La Haye et al. 2020), is het vrij waarschijnlijk dat de verschillen worden veroorzaakt door locatiespecifieke factoren, die verband houden met restauraties, menselijk gebruik en (veranderingen in) het beheer van de terreinen en hun omgeving. In de rest van deze paragraaf verkennen we de mogelijke oorzaken van de verschillen in trends tussen de locaties in vier groepen: locaties met een positieve, een stabiele, een negatieve en een onzekere trend tussen 2000 en 2020. Van twee locaties (Tienhoven (8, geen gegevens) en Griffensteyn (11, lage aantallen)) konden we voor deze periode geen trends berekenen.

Omdat we alleen locaties met meer dan tien jaar monitoring in onze beschouwing betrekken vallen enkele locaties (Spion, Voordorp, Uppelsedijk) af die door restauratie en intensiever (commercieel) gebruik hun functie als winterverblijf volledig hebben verloren.

Bij het interpreteren van de berekende trends moet er rekening mee worden gehouden dat de trends in de twee perioden een generalisatie zijn en dat de werkelijke, lokale populatiestrends binnen deze perioden kunnen verschillen.

Locaties met toenemende aantallen

Negen locaties vertonen een (matig) stijgende trend in overwinterende vleermuizen (tabel 6) en waren goed voor 33% van de vleermuiswaarnemingen in de periode 2000-2020. Naarden (1) laat een gestage toename zien

Tabel 6. Trends in aantallen vleermuizen per vindplaats (voor de vijf meest talrijke (groepen van) soorten). NB: niet beschikbaar.

Locatie	1980-2000	2001-2020
Naarden	+	+
Uitermeer, torenruïne	?	-
Uitermeer, manschap verblijf	?	?
Hinderdam	?	--
Kijkuit	?	++
Nieuwersluis	++	-
Tienhovense Vaart	?	NB
Ruigenhoek	?	?
De Klop	NB	-
Blauwkapel	NB	?
Griffenstein	NB	NB
De Bilt	NB	?
Utrecht Kromhoutkazerne	NB	?
Rhijnauwen	++	0
Lunetten	NB	?
Vechten	++	+
Hemeltje	NB	0
Waalse Wetering	++	-
Korte Uitweg	++	-
Honswijk	++	+
Everdingen	?	0
Diefdijk Schaaik	NB	++
Leerdam	?	-
Meerdijk	NB	++
Asperen	+	-
Nieuwe Zuiderlingedijk zuid	NB	?
Nieuwesteeg	NB	+
Broekse sluis	NB	?
Lingebos	NB	++
Vuren	?	0
Loevestein	NB	-
Brakel	0	++
Poederoyen	++	-
Papsluis	?	-
Giessen	++	-
Nieuwe Hollandse Waterlinie	++	0
# sterke toename	8	5
# matige toename	2	4
# stabiel	1	4
# matige afname	0	11
# sterke afname	0	1
# onzeker	10	8
# niet beschikbaar	14	2

van het aantal overwinterende vleermuizen. Dit is een herstel van een sterke daling van de aantallen in de jaren zestig, een periode van intensieve restauratiewerken (zelfs in de winter) en een toenemend commercieel gebruik van gebouwen. De gebruiks- en beheersituatie is in de periode die we in dit artikel behandelen, weliswaar wisselend door de jaren heen, relatief stabiel. Gebouwen waarin vleermuizen overwinteren worden extensief gebruikt en zijn beperkt toegankelijk voor het publiek. Het aantal vleermuizen in het laatste decennium in dit artikel is vergelijkbaar met de aantallen in de jaren 1950.

Vechten (16) werd eind jaren 1990 herontwikkeld, nadat een beheersplan was vastgesteld dat educatief en commercieel gebruik combineert, voorafgegaan door verbeteringen aan de winterverblijven. De halfopen landschapelijke structuur bleef grotendeels intact. Het belangrijkste is dat het beheerplan consequent wordt toegepast (Bankert et al. 2014).

Honswijk (20) laat een continue, maar gematigde, positieve trend zien. Deze locatie was tot vrij laat (rond 2010) in militair gebruik. Al in de jaren 1950, terwijl het nog steeds in militair gebruik was, werd het belangrijkste gebouw voor vleermuizen, de toren, beheerd als winterverblijf en werden er verbeteringen aangebracht in de kelders. De herontwikkeling is sindsdien vrij geleidelijk verlopen, de afgelopen jaren versneld na de vaststelling van een beheersplan in 2019. Een van de doelstellingen van dit plan is het behoud van het belang van de locatie als vleermuisleefgebied. Er broedde een aantal jaren een kerkuil op dit fort, maar door de toegenomen intensiteit van het gebruik van de locatie broedt hij hier niet meer, wat gunstig zou kunnen zijn voor de vleermuispopulatie. De tijd zal leren of het beheerplan effectief is in de bescherming van vleermuizen.

De overige terreinen (Kijkuit (5), Diefdijk (22), Meerdijk (24), Lingebos (29) bestaan uit (groepen van) relatief kleine schuilplaatsen van gewapend beton, die in het verleden (meer) geschikt zijn gemaakt voor het over-

winteren van vleermuizen. Deze gebouwen waren toegankelijk voor het publiek tot 2004. Sinds 2009 is er een beheersplan om deze locaties voor vleermuizen te verbeteren. Brakel (32) is een klein fort dat regelmatig te kampen heeft met illegale betreding maar desondanks een positieve trend laat zien.

Locaties met een stabiele trend

Vier locaties laten een stabiele trend zien (tabel 6) en zijn goed voor 42% van de waarnemingen. Rhijnauwen (14) is de belangrijkste vindplaats in deze groep, goed voor 30% van de waarnemingen. In de jaren 1990 werden enkele van de gebouwen gerestaureerd en twee andere gesloopt en sindsdien is de groei gestopt, hoewel de populatie nu op een hoog niveau stabiel is. Het is zeer waarschijnlijk dat dit het resultaat is van de combinatie van zijn geografische ligging (zie deel I) en een relatief lange en goede beschermingsstatus: deze locatie heeft weinig commercieel gebruik; er is slechts één gebouw verhuurd en de (talrijke) rondleidingen vinden buiten de periode van winterslaap plaats. Alleen *M. mystacinus* / *brandtii* laat een positieve trend zien over de laatste twee decennia en compenseert een afname in aantallen bij de andere vier hoofdsoort(groep)en. De afname van *M. daubentonii* houdt mogelijk verband met het verdwijnen van een voorjaarskolonie van deze soort en/of een sterke toename van de aantallen in een ander winterverblijf (de voormalige vliegbasis Soesterberg) negen kilometer verderop. Een andere mogelijke oorzaak is predatie of verstoring door steenmarters en/of kerkuilen in sommige gebouwen. De afgelopen jaren zijn er maatregelen genomen om te voorkomen dat deze predatoren de winterverblijven binnenkomen. Een derde mogelijke oorzaak zou de toename van rondleidingen en andere nachtelijke activiteiten in en rond sommige gebouwen kunnen zijn, wat vooral van invloed kan zijn op het zwermen.

Het Hemeltje (17) bestaat uit vier gebouwen

van gemiddelde grootte met weinig vleermuizen op een verder commercieel gebruikt fort. In het nieuwe beheerschema wordt slechts één gebouw als overwintering beheerd.

Everdingen (21) liet rond 2010 een daling van het aantal vleermuizen zien, als gevolg van het tijdelijk intensievere gebruik van het fort door het leger voor training met explosieven. Daarna kwamen er nieuwe vormen van gebruik (commercieel en educatief) en nam het aantal vleermuizen weer toe, hoewel adequaat beheer ten behoeve van vleermuizen een continu punt van zorg is. Steeds meer gebouwen van Vuren (30) krijgen een intensief commercieel gebruik. Het belangrijkste gebouw voor overwinterende vleermuizen is onlangs gerestaureerd, voornamelijk in de winter, waarna het aantal vleermuizen daalde. Ook hier is adequaat beheer een issue.

Locaties met een negatieve trend

Elf locaties, goed voor 21% van de waarnemingen, vertonen een (matig) negatieve trend (tabel 6). In Uitermeer (2) is het zeer waarschijnlijk dat de negatieve trend samenhangt met de combinatie van onvoldoende rekening houden met vleermuizen (hoewel dit de laatste jaren is verbeterd) en het verdwijnen van een zomerkolonie van *M. daubentonii* door schijnwerpers op het hoofdgebouw. De sterke daling in Hinderdam (4) houdt hoogstwaarschijnlijk verband met illegale bezoeken en, de laatste jaren, met predatie of verstoring door steenmarters. In Nieuwersluis (6) zijn de aantallen sinds 1998 gedaald, hoogstwaarschijnlijk door de combinatie van veranderingen in de omgeving (een enorme vergroting van de nabij gelegen snelweg A2), restauratie, educatief gebruik en het verdwijnen van een zomerkolonie van *M. daubentonii*. Ook de aanwezigheid van bosuilen op de locatie kan een negatieve impact hebben gehad. Het commerciële gebruik van het bovengedeelte van De Klop (9), het slechte beheer van de kelders en het kappen van alle bomen heeft de kwali-

teit van het winterverblijf negatief beïnvloed, ondanks de compenserende maatregelen van dikke geluids- en temperatuurisolatie. Waalse Wetering (18) is eind jaren 1990 ontdaan van alle opgaande begroeiing en wordt consequent gebruikt voor opslag en in de zomer en herfst voor feesten. Sinds kort worden plannen gemaakt voor intensiever gebruik, met plannen om de overwintering te verplaatsen naar een nieuwbouw. Korte Uitweg (19) kende rond 2000 een periode van vleermuisonvriendelijk herstel en gebruik, maar sindsdien is een vleermuisvriendelijker beheerplan vastgesteld, waarbij commercieel gebruik wordt gecombineerd met een klein winterverblijf. In Leerdam (23) zijn er geen aanwijzingen dat de achteruitgang verband houdt met het beheer of aanwezigheid van predatoren. In Asperen (25) zijn restauratiewerken, de daaropvolgende verdwijning van een zomerkolonie van *M. daubentonii* en het intensieve gemengde gebruik van het gebouw buiten de winterperiode (rondleidingen en kunstinstallaties, onder andere op een zwermplek) allemaal aannemelijke oorzaken van de afname van het aantal vleermuizen. Hetzelfde geldt voor Loevestein (31) en Poederoyen (33). Papsluis (34) werd in 2006 gerestaureerd en verloor bijna alle mogelijkheden om vleermuizen te overwinteren. Giessen (35) is gedurende een lange periode door vrijwilligers gerestaureerd. Enkele jaren geleden kreeg het een volledige, intensieve, professionele restauratie inclusief verbeteringen voor overwinterende vleermuizen in één gebouw.

Locaties met een onzekere trend

Voor acht locaties (3%) is het niet mogelijk om een trend te berekenen omdat de aantallen laag zijn en te veel variëren (tabel 6). De zes locaties ten noorden en ten oosten van Utrecht (3, 8, 10, 12, 13, 15) hebben allemaal gemengde gebruiksfuncties, waardoor hun functie als winterverblijf onder druk komt te staan. Nieuwe Zuiderlingedijk zuid (28) en

Broekse sluis (30) zijn recentelijk verbeterd als winterverblijf.

Reflectie

Zoals hierboven beschreven is de NHW erg belangrijk voor overwinterende vleermuizen, vooral voor *M. mystacinus* / *brandtii*. Vanuit dit perspectief is het opmerkelijk dat er geen samenhangend beheerplan is voor de NHW als vleermuishabitat en overwinteringsgebied en dat de grote forten niet de hoogste beschermingsstatus hebben: Natura 2000. De forten die deze status wel hebben (bijlage II), hebben de status 'toevallig', ze liggen in gebieden met deze status voor andere soorten. Om het behoud van de winterverblijven wettelijk beter te borgen, moeten in ieder geval de zeven van de belangrijkste forten aan Natura 2000 worden toegevoegd en dienovereenkomstig worden beheerd: Nieuwersluis (6), Rhijnduinen (14), Vechten (16), Honswijk (20), Everdingen (21) Asperen (25) en Giesen (35). De urgentie van een goede bescherming is evident, aangezien het nationale belang van de NHW voor vleermuizen steeds afhankelijker wordt van minder locaties. Bovendien neemt het aantal overwinterende vleermuizen in de NHW als geheel, in tegenstelling tot de landelijke trends, nauwelijks meer toe.

Behoud of verbetering van het belang van forten als winterverblijf kan naast andere functies, waaronder commerciële activiteiten, bestaan. De situatie in Vechten (16) laat dit zien. Maar zoals we zien in andere forten zoals Nieuwersluis (6), Waalse Wetering (18) of Asperen (25) is het verre van vanzelfsprekend om voor een goede balans te zorgen, ook als de vesting eigendom is van een natuurorganisatie, die vaak delen van de forten verhuurt aan commerciële huurders. Voor een goede instandhouding en ontwikkeling van forten als goede vleermuishabitats zijn voor vleermuizen geschikte gebouwen nodig gekoppeld aan adequaat beheer van de gebouwen en de begroeiing op en rond de gebouwen, met een goede en

onverlichte verbinding met het omringende landschap. Bovenal is het van groot belang dat de mensen die verantwoordelijk zijn voor het beheer van de locaties intrinsieke gemotiveerd zijn vleermuizen te beschermen.

De positieve trends in relatief kleine winterverblijven waar maatregelen zijn genomen om ze (meer) geschikt te maken laten zien dat een verdere verbetering van het NHW als vleermuis(winter)habitat mogelijk is. Dit alleen kan echter nooit een eventuele verdere daling van de aantallen als gevolg van de intensievere exploitatie van de grotere terreinen met grote gebouwen compenseren. Deze fortachtige gebouwen zijn zeer belangrijk en zeer geschikt als overwinteringsplaats. Het behoud en de optimalisatie van deze grotere bakstenen gebouwen is een meer kosteneffectieve beschermingsmethode en heeft daarom grote prioriteit.

Dankwoord: Allereerst danken wij de volgende vleermuiswerkers voor het coördineren van de jaarlijkse monitoring van overwinterende vleermuizen en het verstrekken van informatie over de locaties: Annemieke Ouwehand, Bernadette van Noort, Chiel Simons, Fred van Delft, Jeroen Nusslein, Marcus Bouma, Robert Luttik, Rogier Lange en Zomer Bruijn. Daarnaast bedanken we een veel grotere groep vleermuiswerkers die assisteren bij de tellingen en hun voorgangers bij de coördinatie. Tot slot danken we de eigenaren en beheerders van de forten voor hun medewerking aan de monitoring.

Literatuur

- Bankert, D., E. Jansen & H. Limpens 2014. Restaureren en forten met vleermuizen: een succesvolle combinatie! Monumenten 2014 (12): 14-17.
- Bogaart, P., M. van der Loo & J. Pannekoek, 2020. rtrim: Trends and Indices for Monitoring Data. R package version 2.1.1. <https://CRAN.R-project.org/package=rtrim>
- Broekhuizen, S., K. Spoelstra, J.B.M Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys (red.) 2016. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Natuur van Nederland 12.

- Naturalis Biodiversity Center / EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden, Nederland.
- de Boer, W.F., S. van de Koppel & J.J.A. Dekker 2010. Effecten van karakteristieken van gebouw, fort-complex, beheer en omgeving op overwinterende vleermuizen in de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Zoogdiervereniging, Nijmegen / Resource Ecology, Wageningen UR, Wageningen, Nederland.
- Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill 2011. Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. Tirion Natuur, Utrecht, Nederland.
- Haarsma, A.J., P.H.C. Lina, A.M. Voûte & H. Siepel 2019. Male long-distance migrant turned sedentary; The West European pond bat (*Myotis dasycneme*) alters their migration and hibernation behaviour. PLoSOne 14 (10): e0217810. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217810>
- Jansen, E. 2017. Nieuwbouwkelders in Nederland. Telganger 2017 (2): 11-13.
- La Haye, M., E. Korsten, M. van Oene, J. van Zweden & T. van der Meij 2020. NEM Wintertellingen Vleermuizen. Telganger 2020 (2): 20-24.
- Limpens, H.J.G.A., E.A. Jansen & J.J.A. Dekker 2007. Ondersteboven van de waterlinie. Onderzoek naar gebruik door vleermuizen, knelpunten en mogelijkheden tot duurzame ontwikkeling in de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Deel 3. Onderzoeksrapportage. Zoogdiervereniging VZZ, Nijmegen, Nederland.
- Mostert, K., K. Spoelstra & J.P. Bekker 2005. Het voorkomen van de gewone baardvleermuis (*Myotis mystacinus*) en Brandts vleermuis (*Myotis brandtii*) in Nederland. Lutra 48 (1): 57-64.
- Pannekoek, J. & A.J. van Strien 2001. TRIM3 Manual. Trends and Indices for Monitoring Data. Research Paper No. 0102. Statistics Netherlands, Voorburg, Nederland.
- R Core Team 2020. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Soldaat, L.L., J. Pannekoek, R.J.T. Verweij, C.A.M. van Turnhout & A.J. van Strien 2017. A Monte Carlo method to account for sampling error in multi-species indicators. Ecological Indicators 81: 340-347
- SOVON Vogelonderzoek Nederland 2016. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. Kosmos uitgevers, Utrecht, the Netherlands / Antwerpen, België.
- ter Braak, C.J.F., A. J. van Strien, R. Meijer & T.J. Verstrael 1994. Analysis of monitoring data with many missing values: which method? In: E.J.M. Hagemeijer & T.J. Verstrael (eds). Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects: 663-673. Proceedings 12th International Conference of IBCC and EOAC, Noordwijkerhout, the Netherlands. Statistics Netherlands, Voorburg / SOVON, Beek-Ubbergen, Nederland. <https://edepot.wur.nl/243327>
- Voûte, A.M., J.W. Sluiter, P.F. van Heerdt, R.M. Ridder, F. van Ommen & G.H. Glas 1980. De vleermuizenstand in enkele winterkwartieren in Midden-Nederland. Lutra 22 (1): 70-77.

Ontvangen: 14 maart 2022

Geaccepteerd: 29 mei 2022



Een opengestoven bunker in het duingebied van de Kop van Schouwen, Zeeland. Foto: Kees Mostert.

Overwinterende vleermuizen langs de Nederlandse kust

Kees Mostert¹, Jan Piet Bekker² & Kees Kapteyn³

¹ Palamedesstraat 74, 2612 XS Delft, Nederland, email: kmos@xs4all.nl

² Zwanenlaan 10, 4351 RX Veere, Nederland

³ Vogelwaard 11, 2036 GD Haarlem, Nederland

Samenvatting: Overwinterende vleermuizen in het kustgebied van Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland worden beschreven vanaf de eerste tellingen in de vroege jaren 1960 tot de winter van 2020, met de nadruk op de ontwikkeling sinds 1990. De belangrijkste overwinteringscomplexen bevinden zich in de Natura 2000-duingebieden Meijndel-Berkheide en Kennemerland-Zuid, het Noord-Hollands Duinreservaat, Kapittelduinen, Voorne en Schouwen. Ook in de binnenduinen van de resterende kustgebieden en de Delta zijn belangrijke aantallen geconstateerd. Tot nu toe zijn er op de Waddeneilanden geen overwinterende vleermuizen aangetroffen. De meeste objecten voor winterslapende vleermuizen waren gesloten voor onbevoegden tijdens de jaren 1970 en 1980. In de meeste deelgebieden zijn de aantallen sterk toegenomen, waarbij de trend grotendeels toe te schrijven is aan de watervleermuis (*Myotis daubentonii*). De trend, berekend door het CBS, laat globaal bij de meeste soorten een vergelijkbare ontwikkeling zien, maar iets minder sterk dan op basis van de absolute getelde aantallen. In de afgelopen tien jaar is er een verandering geweest bij soorten zoals de baardvleermuis (*M. mystacinus*) en de gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*). Enkele honderden baardvleermuizen overwinteren langs de Nederlandse kust, met jaarlijks 170-310 dieren in het laatste decennium (2011-2020). De watervleermuis is veruit de meest getelde overwinterende soort langs de Nederlandse kust (2730-3740 dieren), met de hoogste aantallen in de afgelopen winters. De meeste dieren overwinteren in het duingebied tussen Den Haag en Wassenaar. Meervleermuizen (*M. dasycneme*) overwinteren in bunkers tussen IJmuiden en Hoek van Holland. In de winter van 2019 werden maximaal 682 dieren geteld, waarvan 578 in Meijndel-Berkheide. Dit Natura 2000-gebied is veruit het belangrijkste overwinteringsgebied voor de meervleermuis in Nederland. Franjestaarten (*M. nattereri*) overwinteren jaarlijks in bescheiden aantallen van enkele tientallen (41-86) dieren langs de Nederlandse kust tussen IJmuiden en Den Haag en op Schouwen, Walcheren en Goeree. Het belangrijkste complex voor deze soort op dit moment is de Kop van Schouwen, met enkele tientallen overwinteraars. Het aantal gewone grootoorvleermuizen kan per winter sterk fluctueren; in de regel zijn er elk jaar enkele honderden (170-430) overwinterende exemplaren. De overige van de twaalf overwinterende vleermuissoorten die in deze periode in het kustgebied overwinterden, zijn ingekorven vleermuis (*M. emarginatus*), vale vleermuis (*M. myotis*), gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*), ruige dwergvleermuis (*P. nathusii*), laatvlieger (*Eptesicus serotinus*), mopsvleermuis (*Barbastella barbastellus*) en grijze grootoorvleermuis (*Plecotus austriacus*). Uit een vergelijking tussen door particulieren beheerde bunkers en natuurbeherende instanties blijkt dat de aantalsontwikkeling in onderkomens bij de eerstgenoemde categorie het op de lange termijn aanzienlijk slechter doet dan de natuurbeheerders. Wisseling van eigenaar, waarbij bunkers geregeld een andere bestemming krijgen, is hier van de hoofdoorzaak.

Kernwoorden: Nederlandse kust, overwinterende vleermuizen, Natura 2000, bunkers, vleermuizentrend, baardvleermuis, franjestaart, watervleermuis, meervleermuis, gewone grootoorvleermuis.

© 2022 Zoogdierveniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdierveniging.nl>

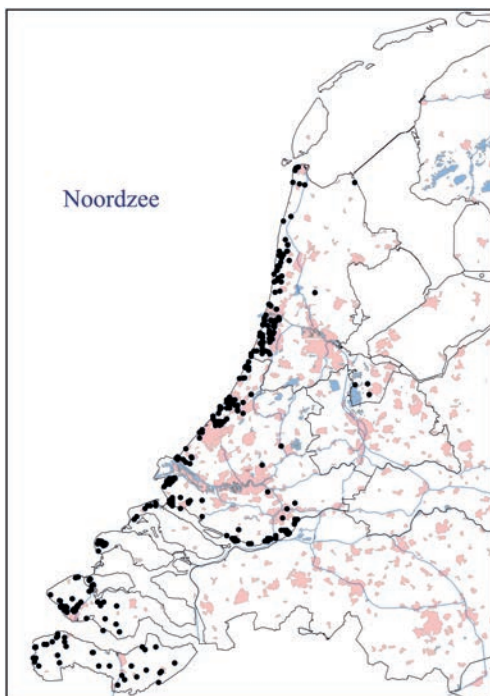
Inleiding

Het Nederlandse kustgebied omvat het duin- en binnenduingebied van de vastelandsduinen en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Eilanden, en de voormalige zeearmen in het Deltagebied. Verspreid over dit gebied liggen honderden bouwwerken waarin vleermuizen overwinteren (figuur 1). Veel van deze objecten zijn bunkers uit de Tweede Wereldoorlog die een verdedigingswerk vormden tegen een geallieerde aanval. Op de Waddeneilanden zijn hier en daar ook bunkers aanwezig, maar omdat daar tot op heden nog nooit een overwinterende vleermuis aangetroffen is, worden deze bunkers hier verder buiten beschouwing gelaten. Ook de Waddenkust van de provincies Friesland en Groningen valt buiten het bestek van dit artikel.

De eerste telling van vleermuizen in winterverblijven langs de Nederlandse kust dateert van 1963, toen de ijskelder Middenduin bij Overveen werd bezocht. Vanaf 1967 is een toenemend aantal ijskelders als overwinteringsplaats voor vleermuizen met behulp van patioblokken, die op hoogte werden gehangen, ingericht; in datzelfde jaar volgden Landgoed Waterland en Belvédère. Tien jaar later volgde Huis te Manpad (1977; tussen haakjes geplaatste jaartallen achter een verblijf duiden in dit artikel op de eerste telling van een winterverblijfplaats) en landgoed Elswout (1979).

De eerste incidentele tellingen in Zuid-Holland werden gedaan in 1968, toen in de grafkelder bij Warmond drie baardvleermuizen (*Myotis mystacinus*) werden aangetroffen en in het fort Prins Hendrik in Ooltgensplaat een baardvleermuis (van Wijngaarden et al. 1971) en een dwergvleermuis (*Pipistrellus spec.*) (notitie dhr. Wey, SBB). De eerste jaarlijkse tellingen in het kustgebied vonden plaats in 1977, in de bunkercomplexen bij Meijndel (Lina et al. 2022, in dit nummer).

In deze bijdrage worden de bekende winterverblijven van vleermuizen langs de Nederlandse kust sinds 1980 geschetst. Hoewel de hele geschiedenis van de overwinte-



Figuur 1. Winterverblijfplaatsen van vleermuizen langs de Nederlandse kust en in het deltagebied.



Figuur 2. Gebroken lateienplafond met overwinterende watervleermuizen, Haamstede. Foto: Kees Mostert.

rende vleermuizen langs de Nederlandse kust wordt toegelicht, ligt de nadruk op de periode beginnend in de jaren 1990. Sindsdien zijn de meeste objecten jaarlijks geteld en daarmee is er dus zicht op een jaarlijkse trend.

Het kustgebied is in deze bijdrage onderverdeeld in 17 deelgebieden. De resultaten van de vleermuistellingen worden, aan de hand van deze deelgebieden, van noord naar zuid besproken.

Daarna wordt het algemene beeld geschetst voor de gehele Nederlandse kust, gevolgd door een afzonderlijke bespreking van alle aangetroffen vleermuissoorten. Vervolgens worden de ontwikkelingen in het kustgebied vergeleken met de landelijke trend, zoals berekend vanuit het NEM sinds 1986 (La Haye et al. 2022, in dit nummer). Tot slot worden de relaties tussen zomer- en winterverblijfplaatsen en kansen en bedreigingen van de verschillende vleermuissoorten besproken.

Beschrijvingen van winterverblijven

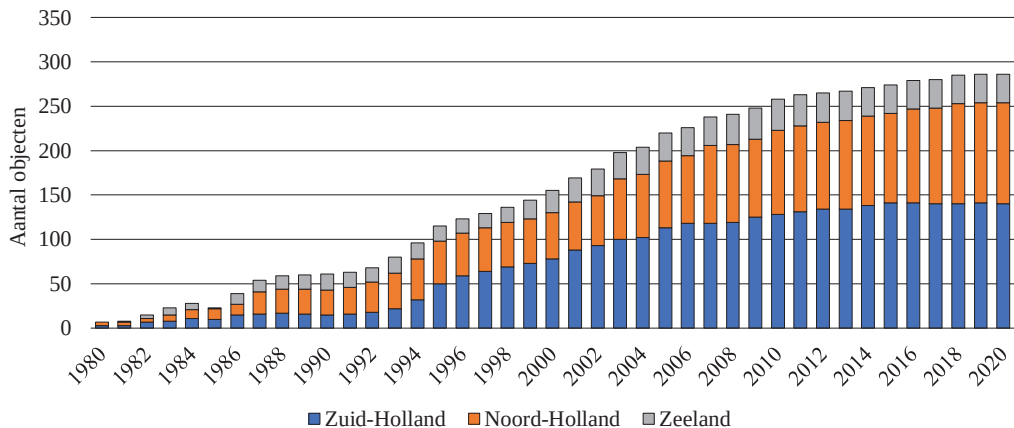
Typen objecten in het kustgebied

Het overgrote deel van de objecten met overwinterende vleermuizen langs de Nederlandse kust bestaat uit bunkers in het duingebied (92%). Groepen van bunkers op korte afstand van elkaar ('complexen') zijn aanwezig in het Noord-Hollands duingebied (Castricum-IJmuiden), Kennemerland-Zuid (IJmuiden-Noordwijk), Meijendel en Berkeheide, het Staelduinse Bos en Hoek van Holland (Kapittelduin), Voorne, Goeree, Schouwen en Walcheren. Binnen dergelijke complexen zijn soms ondergrondse gangenstelsels aangelegd, die verschillende bunkers met elkaar verbinden. In het binnenduingebied zijn ook nog hier en daar bunkers aanwezig, maar kort na de Tweede Wereldoorlog zijn hier veel bunkers opgeruimd. Bunkers zijn in hoofdzaak vervaardigd van gewapend beton met een wanddikte variërend van 50

cm tot twee meter. De plafonddikte van het beton kan tot drie en een halve meter bedragen. Er bestaan veel verschillende typen bunkers, van kleine geschutbunkers, 'Tobroeks', tot grote bunkers, bestaande uit meerdere ruimtes. Bunkers zijn over het algemeen goed en volledig te inventariseren. De ruimtes zijn overzichtelijk en de verblijfplaatsen zijn in de verschillende typen bunkers op voorspelbare plekken te vinden. In van boven afgesloten luchtkokers en ventilatieschachten en in kabelgoten worden geregeld vleermuizen aangetroffen. De vlakke plafonds en wanden zijn goed te overzien en de nissen voor steunbalken op verschillende hoogten zijn ook goed te inspecteren. Speciale vermelding verdienen de uit vier kokers bestaande lateien waarmee het plafond is afgedekt. Een aantal vleermuissoorten heeft een voorkeur voor de ruimten in de gedeeltelijk kapotgeslagen lateien (figuur 2) (Bekker 2019). Deze constructies zijn toegepast in munitiebunkers op Goeree, in vier voorraadbunkers in het Slotbos Haamstede en in zes schuilibunkers in Oranjestad.

In de meeste winterobjecten kruipen vleermuizen in spleten en gaten, waarbij ze een voorkeur hebben voor afgesloten luchtkokers, scheuren en spleten achter bijvoorbeeld loszittende stukken pleisterwerk. De oorspronkelijke ramen en deuren zijn vaak dichtgemetseld met bakstenen. In een aantal bunkers zijn maatregelen getroffen om het binnenklimaat te verbeteren.

Het aantal winterverblijfplaatsen waarin vleermuizen zijn aangetroffen in de kuststreek bedraagt in totaal 819, waarvan 203 in Noord-Holland, 474 in Zuid-Holland en 142 in Zeeland (figuur 3). In het binnenduingebied is een klein aantal ijskelders aanwezig op landgoederen, waarin vleermuizen overwinteren. Er liggen acht ijskelders in Kennemerland-Zuid in Noord-Holland. Vooral de ijskelder te Middenduyn bij Overveen is in trek bij vleermuizen. In de jaren 1980 werd begonnen met inventarisaties op de landgoederen Duin en Kruidberg, Nova Zembla (1983) en Midden-Herenduyn (1986). In



Figuur 3. Het aantal onderzochte winterverblijfplaatsen voor vleermuizen langs de Nederlandse kust (objecten zonder vleermuizen of met incidenteel enkele dieren zijn buiten beschouwing gelaten).

Zuid-Holland zijn er in het binnenduingebied drie ijskelders, resp. te Wittenburgh, de Horsten en Endegeest. De Horsten is echter afgesloten (wel toegankelijk voor vleermuizen) en in Endegeest werden tot op heden geen vleermuizen aangetroffen. Een bijzondere locatie is de ijskelder op het landgoed Dordwijk te Dordrecht, waar de eerste telling plaatsvond in 1981. De enige ijskelder in Zeeland (in Middeburg) is in de jaren 1980 dichtgemetseld en daarmee ontoegankelijk voor vleermuizen. Naast ijskelders is er een beperkt aantal andere ondergrondse opslagplaatsen (aardappelpolders) waar vleermuizen overwinteren bekend, zoals in Zeeuws-Vlaanderen.

Op de Zuid-Hollandse eilanden en in Zeeland zijn enkele forten en ruïnes aanwezig waarin overwinterende vleermuizen zijn aangetroffen in de kelders of afgesloten gangen. Het gaat om Fort Nieuwenhoorn op Voorne, Fort in de Hoeksche Waard, Fort Rammekens, de Keldermanspoort bij Hulst en de Stenen Beer bij Sluis. Er zijn twee objecten, de Ruïne van Brederode en de Dom van Veere, waar in meerdere jaren honderden dwergvleermuizen overwinterden in de hogere delen van de gebouwen. Deze overwinterende groepen dwergvleermuizen zijn in dit artikel verder buiten beschouwing gelaten omdat het overgrote deel 's winters voornamelijk in spouw-

muren e.d. verblijft (Kapteyn 1997). Andere overwinteringsobjecten zijn enkele kunstgrotjes op landgoederen in het binnenduingebied in Zuid-Holland, drie ontwateringssluizen en een kalkoven in Zeeuws-Vlaanderen.

De locaties van de winterverblijven

De eerste vleermuistellingen van winterobjecten langs de Nederlandse kust vonden plaats halverwege de jaren 1960. Vanaf de tweede helft van de jaren 1970 werden de vleermuizen in meerdere objecten jaarlijks geteld en vanaf de jaren 1990 zijn de meeste tellingen op gang gekomen en worden 140 oplopend tot 280 winterverblijven jaarlijks geteld.

In de omgeving van Den Helder en Callantsoog is een klein aantal objecten in het kustgebied aanwezig. Dit zijn Hospitaal St. van Den Helder (1987), Julianadorp (1988), Wildrijk (1991) en Pettemerduin Korfwater (1994), Bunkers Julianadorp aan Zee (2009), Munitiebunker achter Huisduinen (2015) en Hondentrainingsbunker Streepjesberg (2018).

Het overgrote deel van de objecten ligt in het Noord-Hollands Duinreservaat en Schoorlse Duinen bij Bergen (1992) en de Wimmenummerduinen in de omgeving van Egmond (1994). Meer afgelegen zijn Klim-



Figuur 4. Bovengrondse bunker Staelduinse Bos, Hoek van Holland. Foto: Kees Mostert.

weg Schoorl (1983) en Abdij Egmond-binnen (1993).

In het deelgebied van Noord-Holland ten zuiden van het Noordzeekanaal tot aan Noordwijk in Zuid-Holland ligt een groot aantal bunkers in het duingebied Kennemerland-Zuid, waaronder de bunkers in de Amsterdamse Waterleidingduinen (hierna AWD) (zie Lange et al. 2022, in dit nummer). Ten zuiden daarvan, in de omgeving van Noordwijk, is een groot bunkercomplex en daarnaast zijn er een paar kleine bunkers aanwezig. In de jaren 1980 werd begonnen met tellen op Duin- en Kruidberg, Nova Zembla (1983), Klimweg Schoorl (1983), Kraansvlak A en B, Kennemerduinen (1983), Landgoed Leyduin (1984), AWD (1986), Midden-Herenduin (1986) en Landgoed Beeckesteijn (1989). Tot slot is de Ruïne van Brederode geteld vanaf het begin van de jaren 1990. Vanaf 1982 volgden de eerste tellingen van de bunkers ten noorden van Noordwijk.

In Meijendel en Berkheide, tussen Den Haag en Katwijk, liggen een aantal grote bunkercomplexen, namelijk Delflandbunker, DWL bunker, Wassenaarse Slag, Uilenbosch en Moffenslag. Deze complexen behoren tot de belangrijkste overwinteringsplaatsen voor vleermuizen langs de Nederlandse kust, met

name voor de meervleermuis (*Myotis dasycneme*). Lina et al. (2022, in dit nummer) geeft een uitgebreid overzicht van de ontwikkelingen in deze grote bunkercomplexen. Verder is er nog een aantal kleine bunkers verspreid over het hele gebied aanwezig met kleine aantallen vleermuizen. De eerste tellingen vonden hier plaats eind jaren 1970 toen het zand grotendeels uit de bunkers was weggraven. Vanaf 1993 en 1995 zijn kleine bunkers bij het Zwarte Pad en de Klip geteld. In dezelfde jaren werd ook een aantal bunkers geteld in Berkheide.

In het binnenduingebied zijn op diverse plaatsen bunkers aanwezig, zoals in landgoed Nieuw-Leeuwenhorst (1994), landgoed Zuidwijk (2000), defensieterrein Maaldrift bij Wassenaar (1999) en particuliere bunkers in de landgoederen van Wassenaar (1996). Bunkercomplexen in landgoed Clingendael (1995), Rijksdorp (1998) en Valkenburg (1997) herbergen forse aantallen vleermuizen. Sommige locaties zijn onderdeel geworden van de bebouwde kom van Den Haag, met onder meer een tennisvereniging (2001), park en landgoed Arendsduin en begraafplaats Ockenburgh (beiden in 1999). Sommige andere landgoederen hebben wel bunkers maar daar worden sporadisch of geen vleermuizen gezien, zoals

Tabel 1. Aantal objecten en complexen per deelgebied met winterobjecten die jaarlijks zijn geteld. Ook is weer-gegeven vanaf welk winterseizoen het overgrote deel (>90%) van de overwinterende vleermuizen werd geteld in deze objecten.

	Aantal objecten	Complexen	>90% geteld sinds
Den Helder-Callantsoog	7	4	1993
NH Duinreservaat [& Schoorlse Duinen]	43	14	1994
Wimmenummerduinen	11	1	2001
AWD	47	6	1987
Overig Kennemerland-Zuid	95	26	1992
Noordwijk	24	5	2005
Meijendel-Berkheide	103	18	1986
Binnenduin Den Haag-Wassenaar	58	11	1998
Westduinpark	23	7	2005
Kapittelduinen	83	15	1986
Duinen van Voorne	119	24	1996
Duinen van Goeree	25	8	1994
Hoeksche Waard	21	6	2005
Eiland van Dordrecht	18	7	2001
Kop van Schouwen	65	8	1986
Manteling Walcheren	47	13	2000
Zeeuws-Vlaanderen	30	10	2002

in de Voordes in Rijswijk.

In het Westduinpark (1998) bij Den Haag is een complex van tientallen kleine bunkers en een langere gang aanwezig. Omdat het smalle duingebied direct tegen Den Haag en Scheveningen aan ligt, is er relatief veel ongewenst bezoek in deze bunkers. Desondanks is het gelukt sinds eind jaren 1990 een aantal bunkers goed af te sluiten en beter in te richten voor overwinterende vleermuizen.

In 1981 startte de eerste telling in Hoek van Holland. Het duingebied Kapittelduinen bestaat uit een aantal bunkers in Hoek van Holland, het Staelduinse Bos en de Nieuwlandse Dijk en, net buiten dit Natura 2000-gebied, de Galgeweg. Hoek van Holland kent zowel een groot gangenstelsel als een hoeveelheid kleine bunkers. Het Staelduinse Bos omvat vele tientallen bovengrondse bunkers en langs de Nieuwlandse Dijk is een klein aantal bunkers aanwezig, die regelmatig worden opengebroken (figuur 4). Zowel het duingebied van Hoek van Holland als het Staelduinse Bos waren oorspronkelijk in handen

van Defensie. Sinds begin jaren 1990 resp. 1987 zijn de gebieden in handen gekomen van Het Zuid-Hollands Landschap. De eerste tellingen zijn hier gedaan in resp. 1981 en 1986.

In het overige Deltagebied (Hoeksche Waard en het Eiland van Dordrecht, beide 2000) ligt langs de dijken van Haringvliet en Hollands Diep een aantal kazematten. Een deel van deze objecten is ingericht voor overwinterende vleermuizen.

Vanaf 1982 volgden de eerste tellingen op Voorne (Wasserman, Haringvlietdam en polder Quack). In de duinen van Voorne bevinden zich een groot aantal kleine bunkercomplexen waarvan Wasserman, de Biberbunker, Hesterhof en het Bernhard-complex (1994) de belangrijkste zijn voor overwintering van vleermuizen. In het binnenduingebied zijn ook enkele tientallen bunkers aanwezig, die in bezit zijn van particulieren. Halverwege de jaren 1990 nam het aantal nieuw getelde objecten sterk toe.

Op Goeree (2001) is een aantal verspreid liggende kleine bunkers aanwezig, zowel in

het binnenduingebied van Oostduinen, de Punt van Goeree als langs de Grevelingendijk bij de Preekhilpolder (Mostert 2005).

In Zeeland is de eerste telling verricht in de Stenen Beer bij Sluis in 1981. In de daaropvolgende jaren volgen fort Rammekens (1982), het voormalig pensioonaat in Sluis (1982), Groede, de Keldermanspoort bij Hulst (1985) en de Kop van Schouwen (1983). Sinds het eind van de jaren 1980 werden de overige winterverblijven jaarlijks bezocht.

In de Kop van Schouwen ligt een groot aantal bunkers in het Slotbos Haamstede en in het aangrenzende duingebied nog een klein aantal verspreid liggende bunkers.

Op Walcheren waren in de jaren 1980 een paar zeer geschikte winterobjecten aanwezig: Fort Rammekens, de bunkers bij Valkenisse (1986) en Oranjezon (1988). Vanaf 1998 worden ook de bunkers in het Toorenvlietpark en enkele oude rioolgangen in Middelburg regelmatig geteld. De tellingen zijn hier bemoeilijkt doordat een wisselend aantal bunkers regelmatig werd opengebroken en vervolgens weer werd afgesloten; sommige bunkers waren daardoor niet altijd toegankelijk voor een telling. In toenemende mate is ook een aantal verspreid staande bovengrondse bunkers in de akkergebieden bij de jaarlijkse telling betrokken. Sinds 1999 worden ook zes bunkers geteld langs de Onrustweg in Noord-Beveland (direct grenzend aan Walcheren).

In Zeeuws-Vlaanderen was in de jaren 1980 een klein aantal geschikte winterobjecten aanwezig. Het voormalige pensioonaat St. Joseph te Sluis was tot 1944 in gebruik; daarna is het in verval geraakt. Pas in 1990 is begonnen met de sloop van het gebouw en in 1994 werden ook de kelders afgebroken. Een aantal winterobjecten is niet meer toegankelijk voor onderzoek of niet meer geschikt, zoals de suatiesluis Reigersbosch en de Keldermanspoort bij Hulst.

In tabel 1 is het aantal objecten en complexen per deelgebied weergegeven en sinds welk jaar het overgrote deel van de overwinterende vleermuizen (>90%) werd geteld in deze

objecten, waardoor een betrouwbare trendberekening mogelijk is.

Zowel binnen de complexen als daarbuiten nam het aantal getelde objecten in de loop der jaren toe, vooral tot ca. 2010, waarna het verloop afvlakt (zie figuur 3). De toename is vooral veroorzaakt doordat bunkers, die eerder onder een laag afdekzand waren geschoven, door verstuiwing of door graafwerk van bunkerzoekers zijn blootgelegd en opengegraven.

Resultaten

Hieronder worden eerst het aantal winterobjecten per deelgebied en het gemiddeld aantal overwinterende vleermuizen behandeld. Deze deelgebieden, zoveel mogelijk gerangschikt per Natura 2000-gebied, worden van noord naar zuid toegelicht met het aantal vleermuizen per jaar. Vervolgens wordt de aantalstrend per soort voor de hele Nederlandse kust gepresenteerd, waarbij zowel de absoluut getelde aantallen als de trends (berekend door het CBS) worden weergegeven.

Aantal objecten en vleermuizen per deelgebied

De meeste objecten in het kustgebied zijn te vinden in de vastelandsduinen, met name in het binnenduingebied tussen IJmuiden en Den Haag (figuur 1). Ook in de duingebieden van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Eilanden is een groot aantal winterobjecten te vinden. In de Hoeksche Waard en het Eiland van Dordrecht ligt een aantal kazematten langs dijken van de, ook tot het kustgebied gerekende, voormalige zeearmen Haringvliet en Hollands Diep.

Bij de verdere indeling in gebieden is zoveel mogelijk uitgegaan van de Natura 2000-gebieden. Van noord naar zuid zijn dit: Den Helder-Callantsoog, Noord-Hollands Duinreservaat en Schoorlse Duinen, Kennemerland-Zuid, Meijendel-Berkheide, Westduinpark, Solleveld & Kapittelduinen, Voorne,

Goeree, Schouwen en Walcheren. De overige, niet-Natura 2000-gebieden zijn het binnenduin van Den Haag-Wassenaar, het binnenduin bij Haarlem, de Hoeksche Waard, Eiland van Dordrecht en Zeeuws-Vlaanderen.

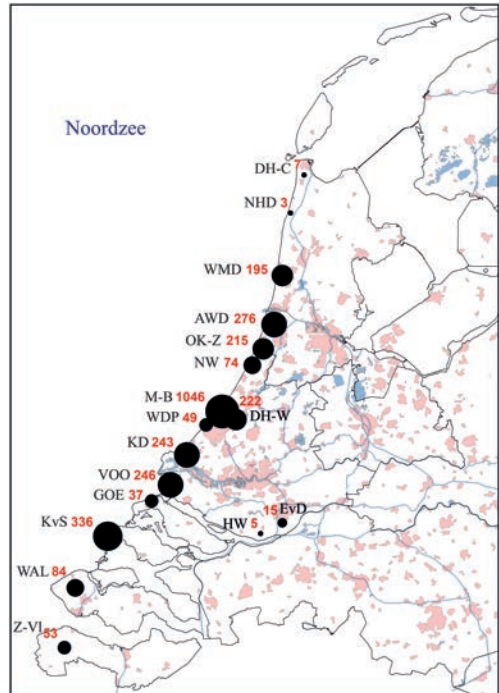
In de meeste deelgebieden zijn de aantallen vleermuizen na 1980 sterk toegenomen, een toename die in hoofdzaak op het conto komt van de watervleermuis (*Myotis daubentonii*). Omdat er in de jaren 1980 en 1990 veel nieuwe objecten zijn gevonden geven de figuren met de absolute getelde aantallen verblijven een te optimistisch beeld van de toename van overwinterende vleermuizen. Ook in de door het CBS berekende indexwaarden is bij de meeste soorten een toename te zien, hoewel wat minder sterk dan op basis van de absoluut getelde aantallen.

In figuur 5 is per deelgebied het gemiddelde aantal overwinterende vleermuizen per jaar weergegeven over de periode 1990-2020. Daaruit zijn de belangrijkste gebieden af te leiden: Kennemerland-Zuid en de AWD, Meijendel-Berkheide, Kapittelduinen (Staelduinse Bos en Hoek van Holland), Voorne en Schouwen. Hieronder worden de resultaten in de Natura 2000-gebieden en overige deelgebieden nader toegelicht.

Duinen ten noorden van het Noordzeekanaal

De kuststrook tussen Den Helder en Callantsoog, en het Noord-Hollands Duinreservaat en de Schoorlse Duinen, vormt een bijna ononderbroken duingebied ten noorden van het Noordzeekanaal. Het aantalsverloop sinds 1987 vertoont hier een duidelijk opgaande trend (figuur 6). In de omgeving van Den Helder overwinterden aanvankelijk vooral enkele gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*), terwijl in de omgeving van Callantsoog ook watervleermuizen werden gevonden. In de laatste jaren werden hogere aantallen vleermuizen geteld in het Wildrijk, met in 2019 bijvoorbeeld 30 watervleermuizen en drie grootoren.

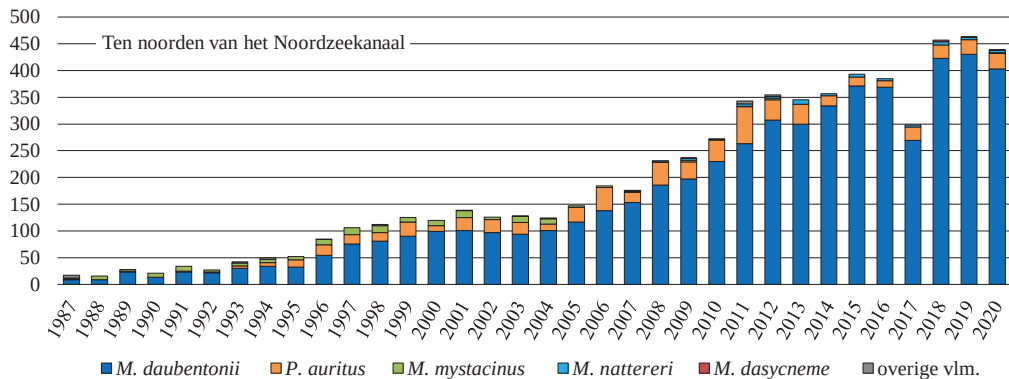
De aantallen vleermuizen maken in de Wimmenummerduinen, in het zuidelijke



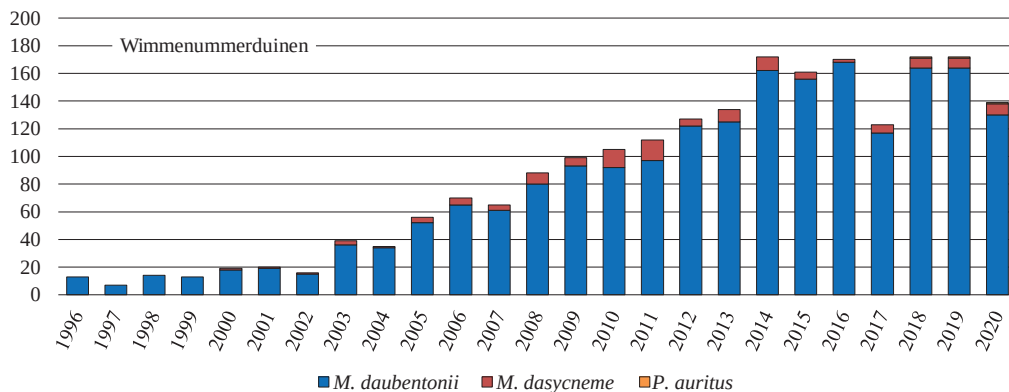
Figuur 5. Het gemiddelde aantal overwinterende vleermuizen per jaar per deelgebied over de periode 1990-2020.

deelgebied, sinds 1996 een forse groei door (figuur 7). Ook in de overige objecten is echter een groei gesignaleerd, met in de laatste jaren ook meerdere franjestaarten en een enkele meervleermuis. De baardvleermuis is in recente jaren verdwenen als vaste overwinteraar. Deze kwam voor in Schoorl en Egmond-binnen.

In de omgeving van Beverwijk liggen nog twee andere objecten. Het volkstuincomplex bij Beverwijk werd geteld van 1998 t/m 2016. Er overwinterden jaarlijks kleine aantallen watervleermuizen en grootoorvleermuizen. Vanaf 2014 zijn hier geen vleermuizen meer aangetroffen. Het Forteiland bij IJmuiden werd alleen geteld in 1997 en 1998. Dit resulteerde in een tot vier baardvleermuizen, zeven tot elf watervleermuizen, een meervleermuis en een grootoorvleermuis. Van de meeste jaren ontbreken gegevens of er is in deze jaren niet geteld.



Figuur 6. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen ten noorden van het Noordzeekanaal (exclusief Wimmenummerduinen).



Figuur 7. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen in de Wimmenummerduinen (Castricum).

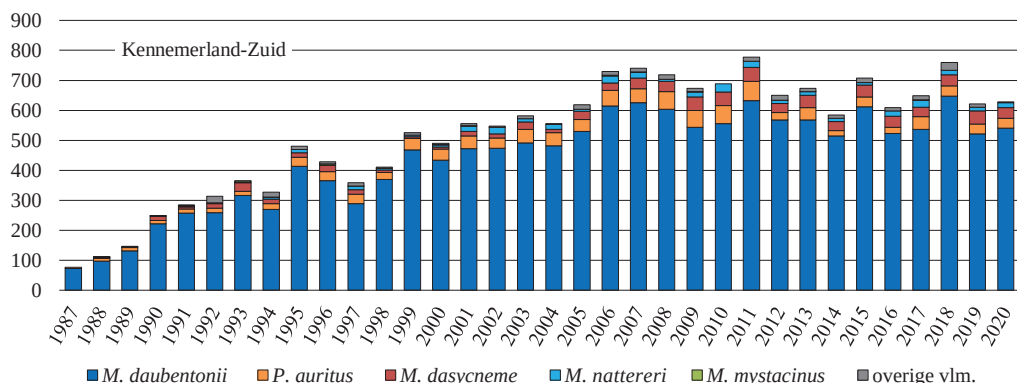
Kennemerland-Zuid (Ijmuiden-Noordwijk inclusief de AWD)

Het aantal overwinterende vleermuizen in dit deel van het kustgebied nam toe van 249 dieren in 1990 tot 778 in 2011, gevolgd door een licht dalende trend (figuur 8). De meervleermuis en grootovleermuis laten een langdurige toename zien met maxima in 2011 van resp. 47 en 64 dieren, sindsdien lijken de aantallen wat te fluctueren. Hetzelfde geldt voor de franjestaart, waarvan het aantal toenam tot een maximum van 27 dieren in 2010, maar ook hier lijken de aantallen de laatste tien jaar in aantal te wisselen. De baardvleermuis is er altijd al schaars geweest (maximaal vier dieren), maar is de laatste jaren verdwenen als overwinteraar.

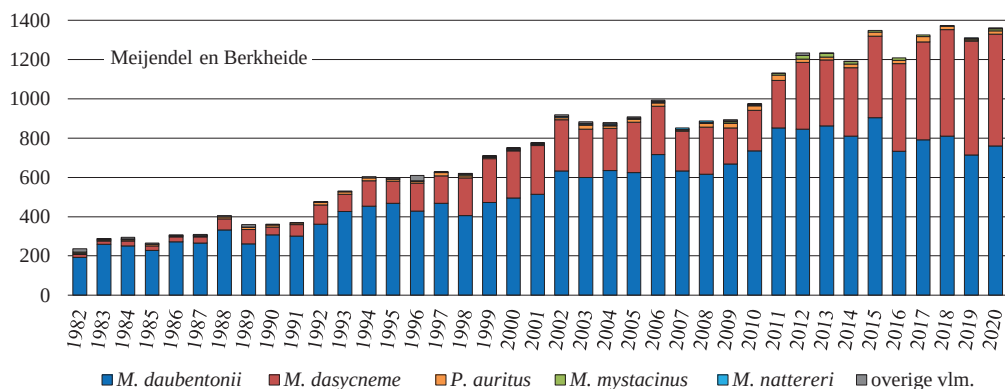
Het grote bunkercomplex bij Noordwijk is sinds 2005 weer onderzocht op vleermuizen nadat dit jarenlang was afgesloten. Het aantal getelde vleermuizen liep op van zeven naar 33 in 2020.

Meijndel en Berkheide

Vanaf 2000 is een klein aantal bunkers verspreid over Meijndel en Berkheide onderzocht, waar gezamenlijk enige tientallen overwinterende vleermuizen per jaar worden geteld, naast die van het centrale complex Meijndel en Berkheide (figuur 9; zie ook Lina et al. 2022, in dit nummer). De enige valse vleermuis van het kustgebied overwintert vanaf 2014 in dit gebied (figuur 10).



Figuur 8. Aantalsontwikkeling van overwinterende vleermuizen in Kennemerland-Zuid (IJmuiden-Noordwijk inclusief de AWD).



Figuur 9. Aantalsontwikkeling van overwinterende vleermuizen in het Natura 2000-gebied Meijndel en Berkheide.

Binnendingebied van Den Haag en Wasse-naar

Hier overwinteren tot maximaal 400 vleermuizen (figuur 11). Opvallend is het grote aantal baardvleermuizen (100-150). Het is daarmee het belangrijkste bolwerk voor deze soort in het kustgebied van Nederland. Ook het toenemend aantal meervleermuizen is hier vermeldenswaard (figuur 12).

Er zijn enkele ijskelders bekend in de Horsten, Wittenburgh en Endegeest. Op de landgoederen Berensteyn en Backershagen zijn enkele kunstgrotjes aanwezig. Verder is er een ondergrondse ruimte onder een kerkgebouw, een kalkoven in Katwijk en zelfs een grafkelder te Warmond. De ijskelder in de Horsten is eenmaal, in 1995, geopend naar aanleiding

van een restauratie, waarbij acht watervleermuizen werden geteld. Maar afgezien hiervan is dit winterverblijf niet meegeteld.

Westduinpark

Sinds eind jaren 1990 is het aantal overwinterende watervleermuizen in het Westduinpark bij Den Haag vrijwel jaarlijks toegenomen (figuur 13). Aanvankelijk ging het om enkele tientallen watervleermuizen. In 2013 werden voor het eerst 100 dieren geteld en werden ook voor het eerst vier overwinterende meervleermuizen aangetroffen. In de winter van 2020 werden in totaal 172 overwinterende vleermuizen geteld, het maximum gedurende de onderzoeksperiode, waaronder 155 watervleermuizen en 17 meervleermuizen. Daar-



Figuur 10. Vale vleermuis, Meijendel, Den Haag. Foto: Kees Mostert.

mee is het Westduinpark een belangrijke overwinteringsplaats geworden voor water-vleermuizen en in toenemende mate voor de meervleermuis. Het is wel het enige duingebied waar in de onderzoeksperiode slechts twee vleermuissoorten zijn waargenomen.

Kapittelduinen (Hoek van Holland en Staelduinse Bos)

De tellingen in Hoek van Holland in de jaren 1980 leverden aanvankelijk relatief weinig vleermuizen op (5-16 dieren), met alleen in 1988 26 dieren. Bij hervatting van de reguliere wintertelling in 1994 werden 58 vleermuizen geteld en daarna nam het aantal verder toe naar 97 dieren in 1999 (figuur 14). Sindsdien zorgde een periode van regelmatige inbraak ervoor dat de stand fors achteruitging. Pas toen er intensieve maatregelen werden getroffen om verstoring te voorkomen, gingen de jaarlijks getelde aantallen weer omhoog. Sinds 2011 wordt ook de meervleermuis vrijwel jaarlijks aangetroffen.

De eerste telling in het Staelduinse Bos in 1986 leverde 23 vleermuizen op. Het aantal nam toe van 38 naar 97 dieren in de jaren 1992 en 1993, mede door de inzet van de vrijwillige brandweer die ervoor zorgde dat een aantal bunkers veel vochtiger werden gemaakt. Vervolgens groeide het getelde aantal verder naar enkele honderden vleermuizen per jaar

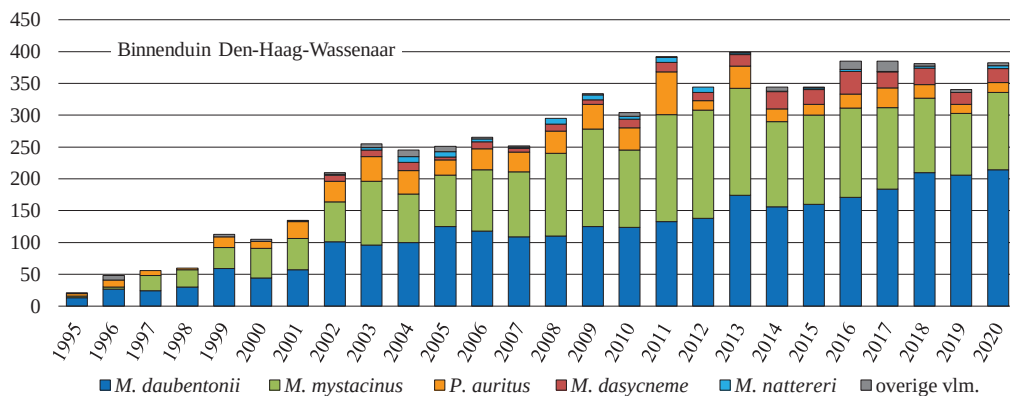


Figuur 12. Overwinterende meervleermuis, Den Haag. Foto: Kees Mostert.

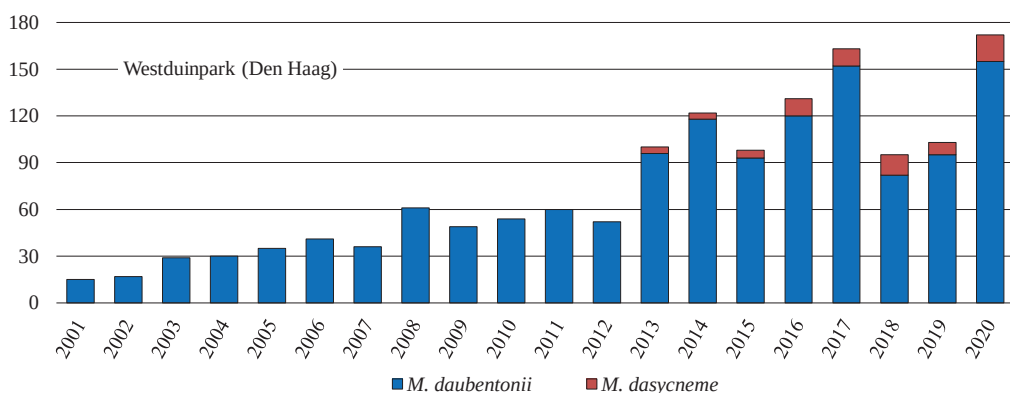
(figuur 15). Langs de Galgweg en de Nieuwlandse Dijk overwinteren enkele tientallen vleermuizen. De laatste jaren nam het aantal meervleermuizen duidelijk toe in deze objecten. Het aantal baardvleermuizen en vooral het aantal grootoren is in de loop van de jaren echter duidelijk kleiner geworden (figuur 15). De grootste aantallen van deze soorten werden geteld in 1994 (18 baardvleermuizen) en 1995 (53 grootoren). Vele jaren was er in de zomer ook een kraamkolonie grootoorvleermuizen aanwezig en incidenteel ook een van watervleermuizen (Mostert 1990a).

Duinen van Voorne

De duinen van Voorne kennen een groot aantal kleine bunkercomplexen waarvan Waserman, de Biber bunker, Hesterhof en het Bernard-complex de belangrijkste zijn voor



Figuur 11. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen in het binnenduingebied van Den Haag-Wassenaar.



Figuur 13. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen in het Westduinpark bij Den Haag.

overwintering van vleermuizen. In het binnenduingebied zijn ook enkele tientallen bunkers aanwezig, die in bezit zijn van particulieren.

Tijdens de telling in 2020 werden in de duinen van Voorne 441 vleermuizen aangetroffen, waaronder 389 watervleermuizen, 42 grootoren en zeven dwergvleermuizen (figuur 16). Hiermee is duidelijk dat de winterverblijven in de duinen van Voorne belangrijk zijn voor de overwintering van vleermuizen langs de Nederlandse kust. De baardvleermuis is hier sinds 2013 verdwenen als overwinteraar.

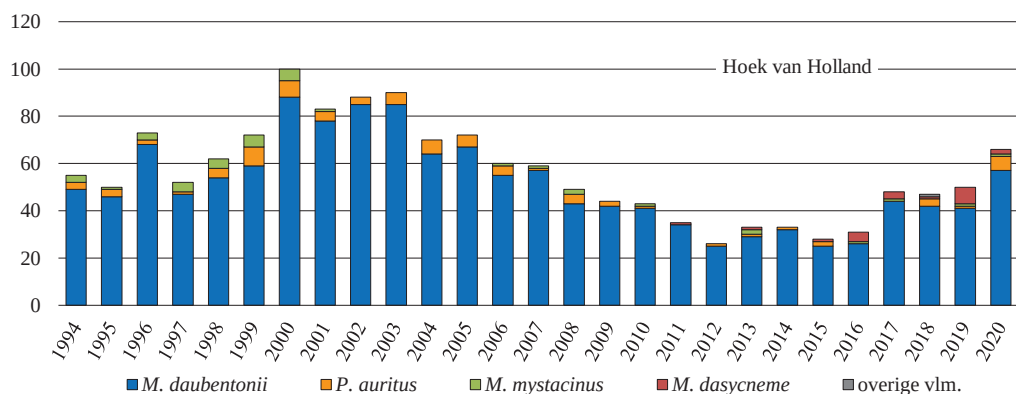
Goeree

Het aantal getelde vleermuizen op Goeree schommelt sinds 2000 jaarlijks tussen de 37 en 56 (figuur 17). De aangetroffen vleermui-

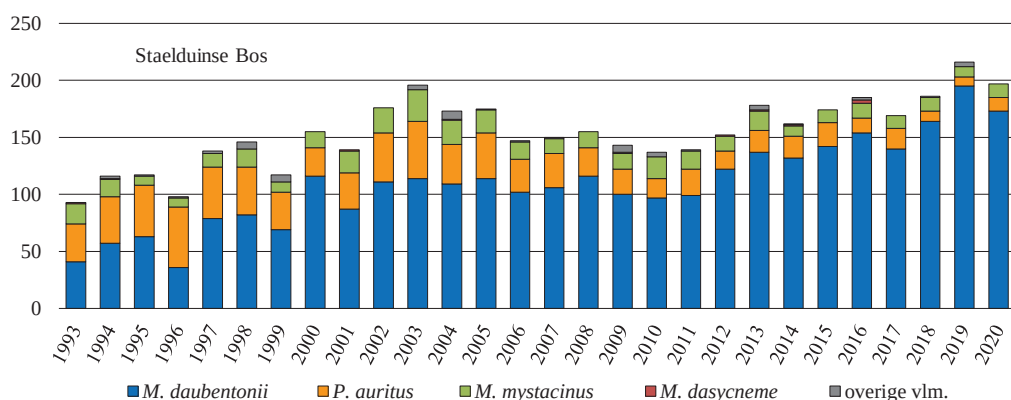
zen zijn voornamelijk watervleermuizen (30-50 dieren) en enkele grootoorvleermuizen (tot zeven dieren). Sinds 2012 is de franje staart hier een vaste overwinteraar geworden, hoewel de aantallen bescheiden blijven (een tot drie dieren). Andere soorten zijn hier nog niet vastgesteld.

Overig Deltagebied

In de Hoeksche Waard en op het Eiland van Dordrecht ligt langs de dijken van het Haringvliet en het Hollands Diep een aantal bunkers/kazematten. Een deel van deze objecten is ingericht voor overwinterende vleermuizen en herbergt vooral grootoorvleermuizen. In de ijskelder op het landgoed Dordwijk werden in de meeste jaren enkele baardvleermuizen



Figuur 14. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen in Hoek van Holland.



Figuur 15. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen in het Staelduinse Bos.

geteld. Na een restauratie zijn hier in de laatste jaren geen dieren meer aangetroffen.

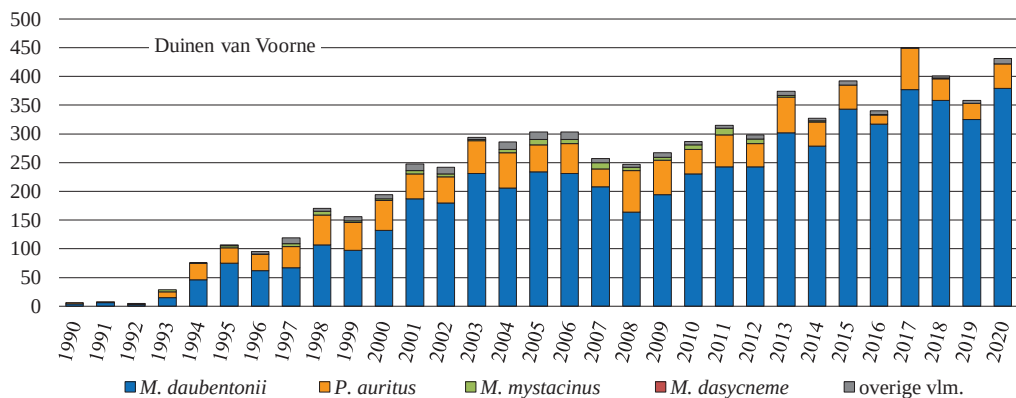
In de kazematten en bunkers op de dijken is het relatief kleine aantal grootoorvleermuizen langzaam maar zeker toegenomen. Vanaf 1994 worden meer objecten's winters bezocht, zoals de Tong- en Zuidplaat. In de daaropvolgende jaren zijn steeds meer bunkers ingericht als winterverblijf. De eerste watervleermuis werd gemeld in 2001 en sindsdien is het aantal gegroeid tot negen exemplaren tijdens de telling van 2020.

De eerste telling in de Hoeksche Waard vond plaats in 2000. Tot nu toe zijn daar alleen overwinterende grootoorvleermuizen aangetroffen, met in de meeste jaren minder dan tien exemplaren, behalve in 2015, toen 15 die-

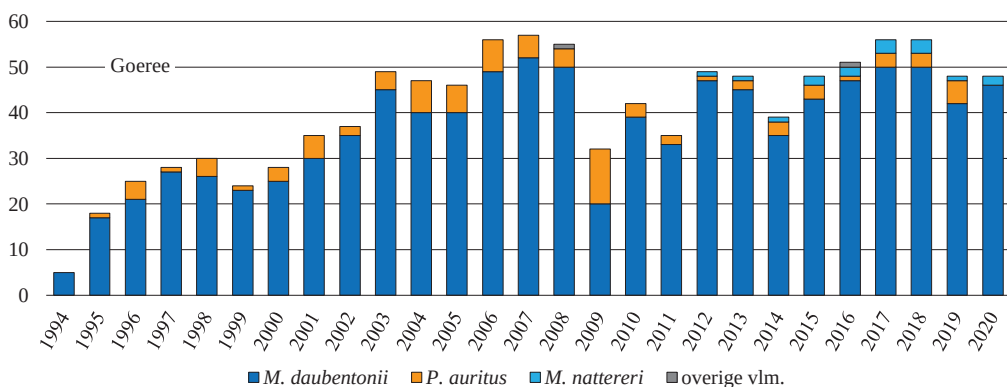
ren werden geteld (figuur 18).

Kop van Schouwen (Slotbos Haamstede en aangrenzend duingebied)

Het Slotbos Haamstede op Schouwen is verreweg de belangrijkste overwinteringsplaats in Zeeland, met jaarlijks enige honderden overwinteraars. In het aangrenzende duingebied gaat het om kleine aantallen vleermuizen in enkele verspreid liggende bunkers. De eerste telling vond hier plaats in 1983, waarbij 54 vleermuizen werden geteld. Nadat er maatregelen werden genomen, nam het getelde aantal in de tweede helft van de jaren 1980 sterk toe naar 228 dieren in 1990 en vervolgens naar 358 dieren in 1996. Sindsdien is het getelde aantal jaarlijks gaan fluctueren op een



Figuur 16. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen in de duinen van Voorne



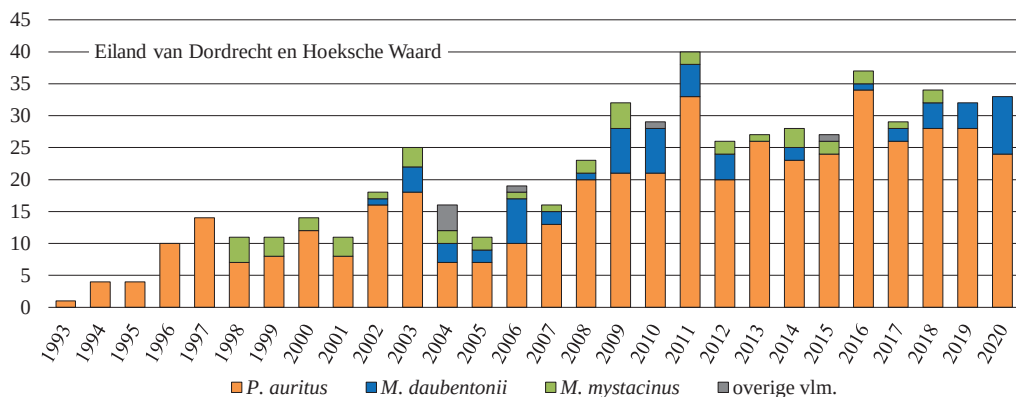
Figuur 17. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen op Goeree.

hoog niveau, met pieken in 2005 (370 dieren) en 2017 (383 dieren). De groei komt voor het overgrote deel voor rekening van de watervleermuis. Aanvankelijk groeide ook het aantal getelde grootoren naar een hoog aantal van 61 dieren in de winter van 1997, maar daarna zakte het aantal steeds verder in, met in de laatste jaren nog maar 10-13 overwinterraars (figuur 19). Ook nam het aantal baardvleermuizen langzaam maar zeker af met in de laatste winters drie tot zes dieren. De eerste franjestaart in het Slotbos Haamstede werd opgemerkt in 1990 en in 1995 werden vier exemplaren geteld. Daarna zijn de aantallen jaarlijks toegenomen tot enige tientallen overwinterraars, met een uitschieter in de winter van 2011 met 45 overwinterraars. Tweemaal

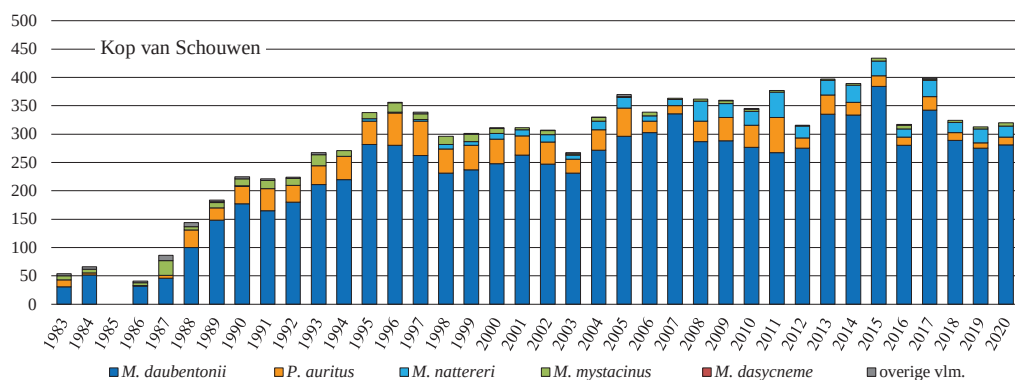
werden er overwinterende meervleermuizen aangetroffen en in 2017 eenmaal een ingekorven vleermuis (figuur 20) (Mostert & Bekker 2017).

Walcheren

Oranjezon herbergt tegenwoordig het overgrote deel van de overwinterende vleermuizen op Walcheren. De eerste telling vond hier plaats in 1988. Tot halverwege de jaren 1990 werd een klein aantal grootoorvleermuizen aangetroffen en bleef het aantal onder de 20 dieren. Vanaf 2000 nam het getelde aantal gestaag toe tot meer dan honderd dieren in de laatste jaren. De grootste toename vond plaats onder de watervleermuizen. Het getelde aantal grootoorvleermuizen nam aanvanke-



Figuur 18. Aantalontwikkeling van de overwinterende vleermuizen op het Eiland van Dordrecht en in de Hoeksche Waard.



Figuur 19. Aantalontwikkeling van de overwinterende vleermuizen op Kop van Schouwen.

lijk toe tot 21 dieren in de winter van 2010, waarna het aantal ging fluctueren. De eerste franjestaart werd hier gezien in de winter van 2002 en tijdens de telling in 2020 werden negen exemplaren geteld (figuur 21).

Fort Rammekens, met enkele waterkelders, was een van de eerste objecten op Walcheren waar sinds 1982 kleine aantallen vleermuizen werden aangetroffen. In de jaren 1990 beliep het getelde aantal meestal tot tien vleermuizen, met in 1999 18 exemplaren. Vanaf 2005 stegen de aantallen tot enige tientallen dieren, met een maximum van 41 watervleermuizen en een grootoorvleermuis in de winter van 2007.

De bunkers bij Valkenisse werden geteld vanaf halverwege de jaren 1980 en herberg-

den toen enkele watervleermuizen en baardvleermuizen en af en toe een franjestaart. In de jaren 1990 begon het aantal in beperkte mate toe te nemen, met een maximum van 20 dieren in 2008 (14 watervleermuizen en zes grootoorvleermuizen).

In Toorenvlietpark in Middelburg werden sinds de jaren 1990 periodiek kleine aantallen watervleermuizen geteld. Er werden (in 2007 en in 2018) maximaal 21 watervleermuizen en (in 2011) maximaal drie grootoorvleermuizen geteld. In de rioolgangen van Middelburg overwinterden af en toe enkele vleermuizen, waaronder een franjestaart in 1999; vanaf 2001 werden hier geen dieren meer aangetroffen.

Sinds de jaren 1990 werden op Walcheren

periodiek diverse verspreid liggende, bovengrondse bunkers in de akkers onderzocht, waarin af en toe een enkele overwinterende watervleermuis en grootoorvleermuis werd waargenomen, zoals langs de Strandweg en Koudekerkse weg. De laatste 20 jaar werden meer van deze bunkers geteld, zoals die aan de Lageweg, de Verbrande Hofweg, de Abeelseweg en de Groeneweg en verder bunkers in Westkapelle en Buttinge. Hierdoor werd het aantal getelde vleermuizen ook wat groter. Jaarlijks worden enige tientallen overwinterende vleermuizen aangetroffen, met maximaal 42 watervleermuizen en tien grootoorvleermuizen in de winter van 2008.

Grenzend aan Walcheren werden op Noord-Beveland langs de Onrustweg ook enkele overwinterende water- en grootoorvleermuizen aangetroffen gedurende de laatste winters.

Zeeuws-Vlaanderen

In Zeeuws-Vlaanderen was in de jaren 1980 een klein aantal geschikte winterobjecten aanwezig. Inmiddels is een aantal winterobjecten verdwenen, niet meer toegankelijk voor onderzoek maar wel voor vleermuizen of niet meer geschikt, zoals het voormalige pensionaat bij Sluis, de suatiesluis Reigersbosch en de Keldermanspoort bij Hulst.

De aantallen overwinterende vleermuizen blijken geen eenduidige trend laten zien (figuur 22). In de meeste jaren zijn enkele tientallen watervleermuizen, baardvleermuizen en wat minder grootoorvleermuizen aanwezig in een wisselend aantal objecten.

De ruïne van Sluis herbergde in de jaren 1980 in de kelders kleine aantallen vleermuizen (8-21), waaronder baardvleermuizen (maximaal 14), watervleermuizen (maximaal acht) en gewone grootoorvleermuizen (maximaal drie). Jaarlijks overwinterde hier ook een klein aantal mopsvleermuizen, met maximaal vijf dieren in 1982 (figuur 23). Het betrof in de jaren 1980 en begin jaren 1990 de enige winterpopulatie van deze soort in Nederland (Glas 1986, Bekker & Mostert 1995). Twee-

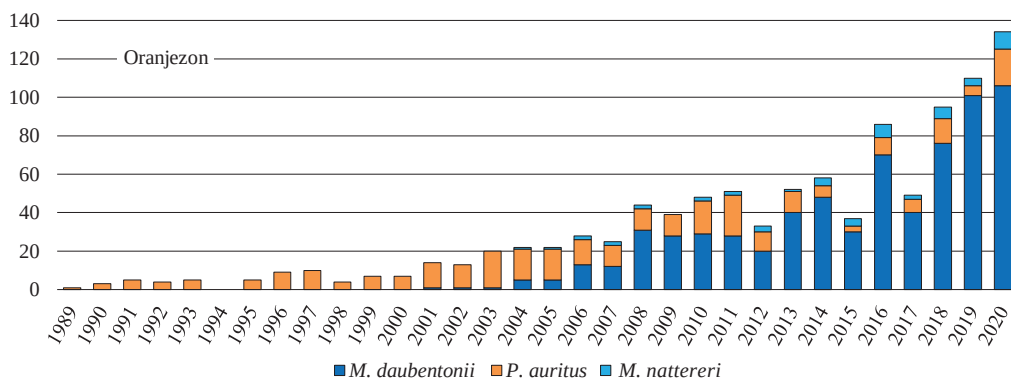


Figuur 20. Ingekorven vleermuis, Haamstede. Foto: Kees Mostert.

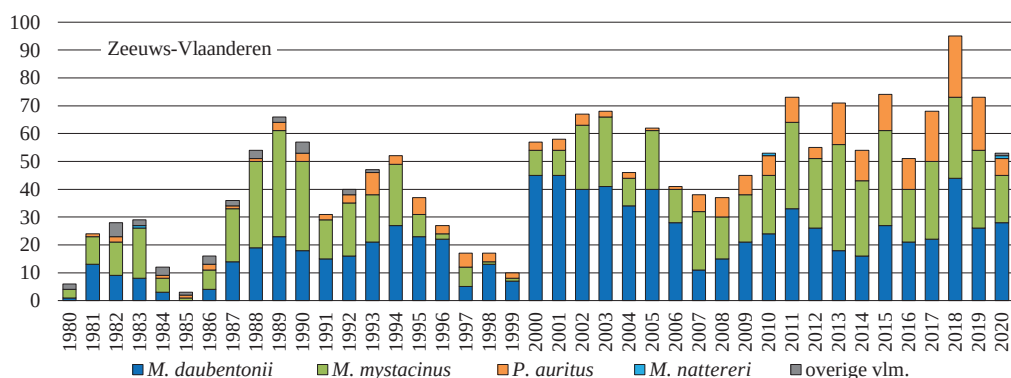
maal, in 1983 en 1985, werd hier een overwinterende grijze grootoorvleermuis (*Plecotus austriacus*) gevonden, de enige bekende overwinteraar langs de Nederlandse kust (Glas 1986).

In de suatiesluis Reigersbosch werden in de periode 1988-1991 maximaal 14 overwinterende dieren geteld. In de in 2001 gerestaureerde suatiesluis aan de Vlaamse kreek werd in 2007 de eerste watervleermuis vastgesteld. Nadien werden hier maximaal negen baardvleermuizen (2015) en maximaal drie grootoorvleermuizen aangetroffen. In de sinds 2004 bezochte suatiesluis Hellegat, werd alleen bij de eerste telling een grootoorvleermuis waargenomen.

In de Stenen Beer bij Sluis overwintert een wisselend aantal vleermuizen, met in de meeste jaren tussen de 10 en de 20 dieren. In 1989 werd een aantal van 32 dieren geteld. Tijdens de telling in 2020 werden 15 dieren geteld, waaronder een franjestaart. Deze soort werd op Zeeuws-Vlaanderen alleen eerder geteld in 1981 en 1982 in hetzelfde object. Jaarlijks worden hier tussen 2 en 14 baardvleermuizen



Figuur 21. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen in Oranjezon (Walcheren).



Figuur 22. Aantalsontwikkeling van de overwinterende vleermuizen in Zeeuws-Vlaanderen.

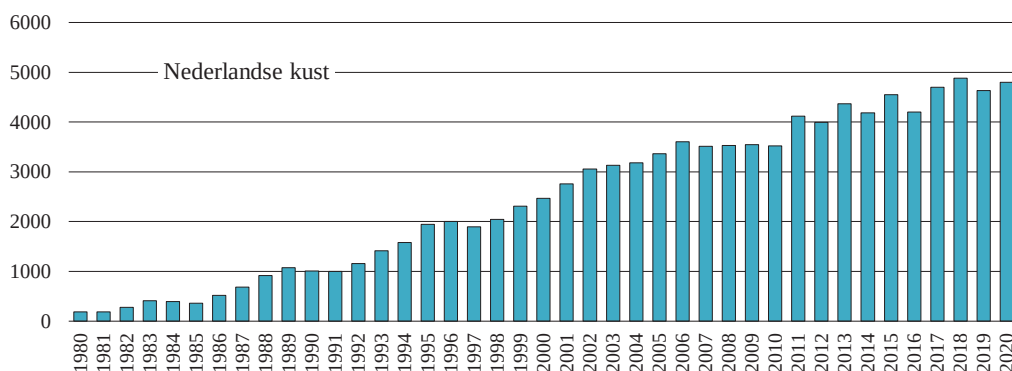
geteld, met een uitschieter van 18 dieren in 2013.

In het bunkercomplex noordwest van Groede werd de eerste vleermuis (een baardvleermuis) in 1982 vastgesteld; pas vanaf 1994 werd in de bunkers jaarlijks een toenemend aantal vleermuizen geteld. Het aantal groeide door tot 41 dieren in 2002 en nam daarna weer af tot 18 dieren tijdens de telling in 2020. In 1998 werd het bunkercomplex heringericht en beter geschikt gemaakt voor vleermuizen. Baardvleermuizen hebben in dit complex altijd een fors aandeel gehad met jaarlijks drie tot negen dieren, en in 2017 en 2018 zelfs 16 en 15 dieren.

De Keldermanspoort herbergde jarenlang een aantal baardvleermuizen (maximaal twaalf dieren). Sinds de restauratie in 2000 is de betekenis voor vleermuizen tijdelijk afgenomen. In 2006 werden nog eenmaal 13 baardvleermui-

zen geteld, sinds 2010 ging het nog maar om enkele dieren en na 2015 zijn er geen overwinterende dieren meer gezien.

In de jaren 1990 werden af en toe verspreide liggende bunkers geteld bij Breskens, Sluis en Oostburg, met af en toe enkele baard- en grootoorvleermuizen. De laatste 20 jaar is een groter aantal bunkers geteld, verspreid in Zeeuws-Vlaanderen, waaronder Retranchement, Axelse Vlakte en Tragel-west. Hier worden jaarlijks kleine aantallen vleermuizen geteld: baardvleermuis (tot zeven), water-vleermuis (tot zes) en gewone grootoorvleermuis (tot 12). In de overige objecten, die vooral vanaf 2008 worden geteld, neemt het aantal vleermuizen langzaam toe van 12 in 2008 tot maximaal 38 dieren in 2018 en 2019. Het aandeel baardvleermuizen, watervleermuizen en grootoorvleermuizen ontloopt elkaar niet veel.



Figuur 24. Aantal overwinterende vleermuizen langs de Nederlandse kust.



Figuur 23. Mopsvleermuis, Sluis, Zeeuws-Vlaanderen.
Foto: Dick Klees.

Aantallen overwinterende vleermuizen langs de Nederlandse kust

Er overwinteren jaarlijks enige duizenden vleermuizen in het kustgebied van Nederland. Het aantal getelde dieren is sinds de eerste tellingen in de tweede helft van de jaren 1970 steeds verder gegroeid. In 1980 ging het nog om enkele honderden dieren, in 1990 om meer dan 1000, in 2002 werden meer dan 3000 dieren geteld, in 2010 ruim 3400 en in 2020 bijna 5000 dieren (figuur 24). Deze toename is deels een gevolg van het steeds grotere aantal onderzochte objecten, deels van het afsluiten en het geschikter maken van een groot aantal objecten en mogelijk ook op een daadwerkelijke populatietoename van de aangetroffen soorten. Uit de onderzoeksmethodiek en de resultaten is de afzonderlijke bijdrage van de genoemde factoren op de aantalsontwikkelin-

gen niet af te leiden.

In totaal werden in de periode twaalf soorten vleermuizen overwinterend aangetroffen in het kustgebied: baardvleermuis, ingekorven vleermuis, franjestaart, vale vleermuis, watervleermuis, meervleermuis, gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, laatvlieger, mopsvleermuis, gewone grootoorvleermuis en grijze grootoorvleermuis. Het grootste aandeel in de getelde dieren heeft de watervleermuis (76%), gevolgd door de meervleermuis (10%), grootoorvleermuis (8%), baardvleermuis (5%) en franjestaart (1%).

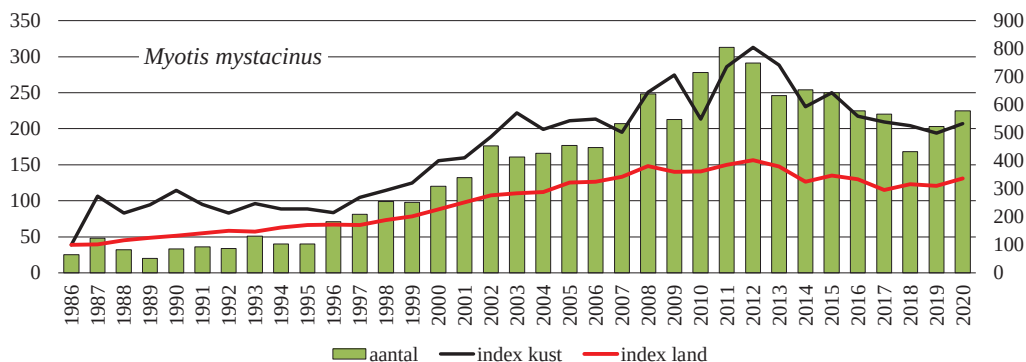
De watervleermuis is verreweg de meest talrijke overwinterende soort in bunkers, kelders en andere winterobjecten langs de Nederlandse kust: tussen 2010 en 2020 zijn jaarlijks 2730 tot 3740 dieren geteld. Verder overwinterden in de afgelopen decade jaarlijks tussen de 320 en 670 meervleermuizen, 170-430 grootoorvleermuizen, 170-310 baardvleermuizen en 41-86 franjestaarten langs de Nederlandse kust. De trends laten overwegend een positieve ontwikkeling zien, hoewel zich de laatste tien jaar wel een kentering aftekent bij de baardvleermuis en grootoorvleermuis.

Aantallen en trends per soort

Van de aangetroffen overwinterende vleermuissoorten langs de Nederlandse kust worden in de figuren 25 tot en met 29 de absolute

Tabel 2. Trends van overwinterende vleermuissoorten in de onderzochte perioden (bron: CBS).

	Kust	Kust	Landelijk	Landelijk
	trend 1986-2020	trend 2009-2020	trend 1986-2020	trend 2011-2020
<i>M. mystacinus</i>	matige toename	matige afname	matige toename	matige afname
<i>M. nattereri</i>	sterke toename	stabiel	sterke toename	matige toename
<i>M. daubentonii</i>	matige toename	matige toename	matige toename	matige toename
<i>M. dasycneme</i>	sterke toename	sterke toename	matige toename	matige toename
<i>P. auritus</i>	matige toename	matige afname	matige toename	matige afname



Figuur 25. Aantallen (linker y-as) overwinterende baardvleermuizen (*M. mystacinus*) en trends (percentages; rechter y-as) langs de Nederlandse kust vergeleken met de landelijke trend (CBS). De percentages van beide trends zijn gebaseerd op de aantallen van 1986 (indexwaarde 100).

getelde aantallen per soort vergeleken met de geïndexeerde waarden zoals die zijn berekend door het CBS voor zowel de Nederlandse kust als voor heel Nederland. De index is het verhoudingscijfer om de ontwikkeling van een vleermuissoort aan te geven op basis van steeds dezelfde winterverblijven (ook door het CBS berekend). In deze figuren staat op de linker y-as het aantal getelde vleermuizen vermeld en op de rechter y-as de indexwaarden in percentages. Voor alle trends is 1986 het startjaar (indexwaarde=100; voor de franje-staart is het startjaar 1987).

De trends van de overwinterende vleermuissoorten over de periode 1986 tot 2020 en over een recente periode staan apart weergegeven: langs de kust (2009-2020) en de landelijke trend (2011-2020) (tabel 2).

Baardvleermuis (*Myotis mystacinus*)

In de onderzochte objecten langs de Neder-

landse kust overwinteren enkele honderden baardvleermuizen, met in de afgelopen decade jaarlijks tussen 170 en 310 getelde dieren. Sinds de jaren 1990 groeide het getelde aantal aanvankelijk tot in de winter van 2011. Sindsdien is sprake van een opvallende achteruitgang, waarbij steeds meer deelgebieden waar de soort in kleine aantallen voorkwam, zijn verlaten (figuur 25).

De trend langs de kust vertoont van 1986 tot 2020 een matige toename; in de laatste periode (2009-2020) is er een matige afname (tabel 2). De landelijke trend laat van 1986-2020 een matige toename zien; de laatste periode (2012-2020) toont deze trend een matige afname.

De meeste baardvleermuizen overwinteren in het binnenduigebied tussen Den Haag en Wassenaar, waar het getelde aantal opliep tot 212 dieren in 2008 (Mostert et al. 2009). De grootste aantallen zijn hier aanwezig aan de oostrand van Berkheide, Rijksdorp, Val-

kenburg, ijskelder Wittenburgh en Clingendael. In het aangrenzende duingebied Meijendel-Berkheide gaat het om kleine aantallen tot hooguit 15 dieren.

In het Kapittelduinen (Staelduinse Bos en Hoek van Holland) werden sinds de jaren 1990 jaarlijks enkele tientallen exemplaren geteld (22 in 2001) met in 2020 in totaal 15 dieren. Daarnaast herbergt ook Zeeuws-Vlaanderen nog overwinterende exemplaren in de Keldermanspoort, Groede, Breskens en de voormalige Stenen Beer bij Sluis, Retranchement en enkele andere kleine objecten. Het hoogste getelde aantal bedroeg hier 38 dieren in zowel 1990 als in 2013.

Opvallend is dat de baardvleermuis in andere deelgebieden van de Nederlandse kust maar weinig voorkomt of zelfs helemaal ontbreekt, zoals tegenwoordig in de AWD, het Westduinpark bij Den Haag, op Goeree, Walcheren en in de omgeving van Noordwijk. In andere gebieden is de soort achteruitgegaan of zelfs verdwenen, zoals in het kustgebied van Noord-Holland en op Voorne.

Ten noorden van het Noordzeekanaal overwinterde de baardvleermuis aanvankelijk in kleine aantallen (jaarlijks tot 13 dieren), vooral in de omgeving van Schoorl en Egmond-Binnen en incidenteel bij Bergen. In de periode 2005-2013 werden hier nog maar maximaal drie dieren aangetroffen en sinds 2013 is de soort hier meer aangetroffen. Ook in de omgeving van Haarlem is de baardvleermuis niet meer jaarlijks aanwezig (drie meldingen in de afgelopen 10 jaar), terwijl voor 2010 jaarlijks tot vijf dieren werden aangetroffen. Op de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Eilanden gaat het ook niet voorspoedig. Op Voorne werd jaarlijks een klein aantal dieren geteld in de winterobjecten (met maximaal negen dieren in 2005), maar is de soort de laatste vijf jaar niet meer aangetroffen. Op de Kop van Schouwen is aantal dieren de laatste paar winters beperkt tot drie of vier exemplaren.

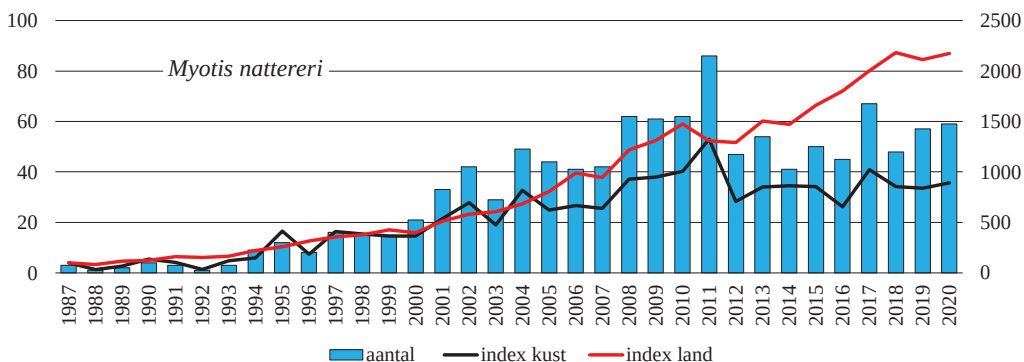
In de periode 1998-2001 is er onderzoek gedaan naar de tweelingsoorten baardvleermuis en Brandts vleermuis (*M. brandtii*), in

onder meer het kustgebied van Nederland (Mostert et al. 2005). Bij het determineren van levende baardvleermuizen zijn slechts enkele kenmerken van het gebit bruikbaar. Indicatief is ook de kleur van de oorbasis; deze is bij de Brandts vleermuis donker. In de winters van 1999, 2000 en 2001 werden verspreid door Nederland 134 baardvleermuizen nader op naam gebracht, waarvan 29 dieren in Zuid-Holland, 9 in Noord-Holland en 12 in Zeeland. Deze dieren uit het kustgebied van Nederland behoorden alle tot de soort gewone baardvleermuis (Mostert et al. 2005). Aangezien waarnemingen van de tweelingsoort Brandts vleermuis in Nederland vrijwel helemaal beperkt zijn tot het grensgebied met Duitsland gaan wij er voorlopig van uit dat alleen de gewone baardvleermuis in het Nederlandse kustgebied overwintert.

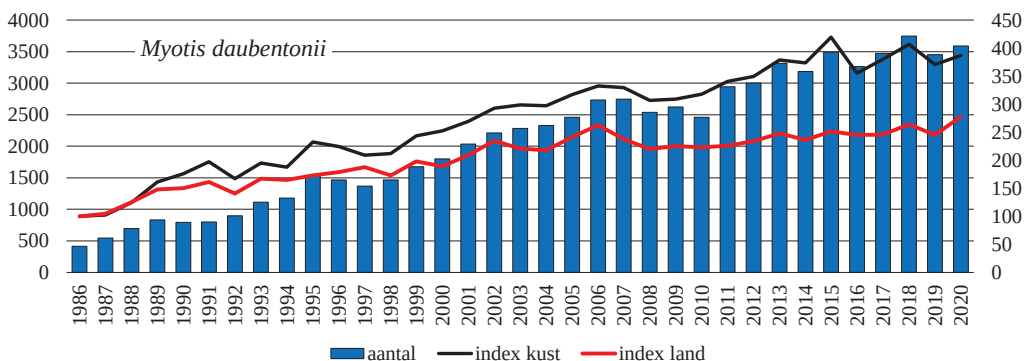
Franjestaart (Myotis nattereri)

De franjestaart overwintert in bescheiden aantallen van enige tientallen dieren (jaarlijks tussen de 41-86 dieren) langs de Nederlandse kust tussen IJmuiden en Den Haag en op Schouwen, Walcheren en Goeree. Zowel de aantallen als de geïndexeerde waarden tonen een stijgend verloop (figuur 26). De trend langs de kust vertoont sinds 1987 een sterke toename, maar deze toename is sinds 2012 gestagneerd en blijft in de periode 2009-2020 stabiel. De landelijke trend toont over de gehele periode een sterke toename; over de periode 2011-2012 is sprake van een matige toename, waarmee de ontwikkeling landelijk gezien gunstiger is dan langs de kust (tabel 2).

In het gebied tussen IJmuiden en Den Haag werden de eerste overwinterende franjestaarten opgemerkt in IJskelder Midden-duin bij Haarlem (in 1970 drie dieren) en in de grote bunkercomplexen bij Wassenaar (in de jaren 1980 af en toe tot twee dieren). In de jaren 1990 begon de franjestaart jaarlijks toe te nemen en werd de soort ook op steeds meer locaties aangetroffen. In de jaren 2001-2012 ging het jaarlijks om 22-36 dieren in het gebied. Sindsdien is het aantal wat afgeno-



Figuur 26. Aantallen overwinterende franjestaarten (*M. nattereri*) en trend langs de Nederlandse kust vergeleken met de landelijke trend (CBS). Toelichting: zie onderschrift fig. 25.



Figuur 27. Aantallen overwinterende watervleermuizen (*M. daubentonii*) en trend langs de Nederlandse kust vergeleken met de landelijke trend (CBS). Toelichting: zie onderschrift fig. 25.

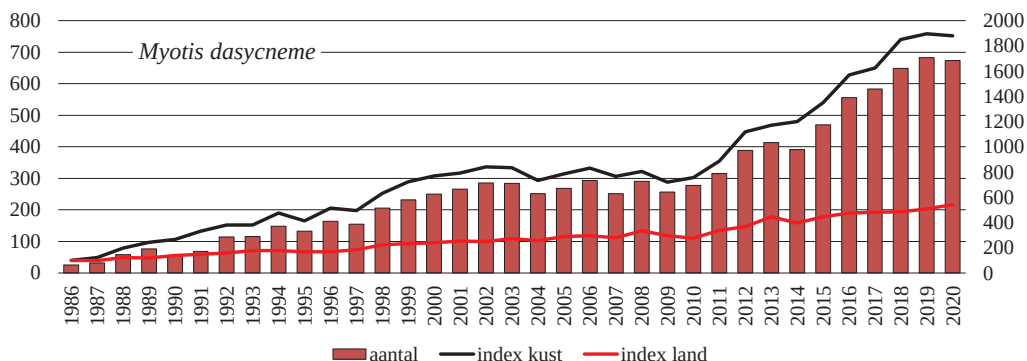
men, maar werden in de winter van 2020 toch weer 25 dieren geteld. Sinds 2008 heeft de franjestaart zich als overwinteraar gevestigd ten noorden het Noordzeekanaal, met in de laatste jaren tot acht exemplaren op verschillende locaties rond Castricum en Egmond.

In Zeeland werden in de jaren 1980 incidenteel overwinterende franjestaarten aangetroffen op Schouwen, Walcheren en in Zeeuws-Vlaanderen. De franjestaart kreeg echter pas vaste voet onder de grond in 1995 toen vier dieren werden gevonden op Schouwen en het aantal vervolgens jaarlijks steeds verder toenam. In 2011 werd zelfs een maximum van 45 dieren geteld, maar sindsdien fluctueerde het aantal op een niveau van enkele tientallen exemplaren (18-24 dieren). Hiermee is Schouwen het grootste bolwerk

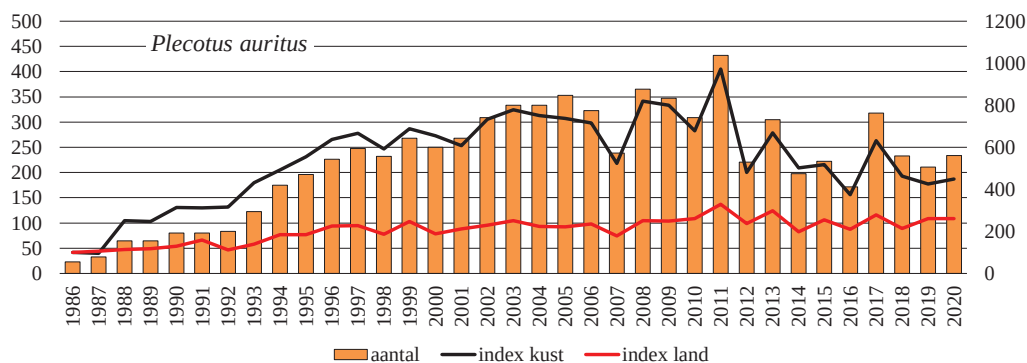
voor deze soort langs de Nederlandse kust. Mogelijk onder invloed van deze toename werd op het nabijgelegen Goeree het eerste exemplaar gevonden in de winter van 2011 en overwinteren hier sindsdien jaarlijks tot drie exemplaren (Mostert 2011). In Zeeuws-Vlaanderen is de soort slechts enkele malen opgemerkt; tijdens de meest recente telling in 2020 werd een overwinterend dier gevonden in de Stenen Beer bij Sluis.

Watervleermuis (*Myotis daubentonii*)

De watervleermuis is verreweg de meest talrijk overwinterende soort in bunkers, kelders en andere winterobjecten langs de Nederlandse kust, met tussen de 2730 en 3740 getelde dieren in de afgelopen decade. Dit geldt voor Noord- en Zuid-Holland en Zeeland en zowel voor



Figuur 28. Aantallen overwinterende meervleermuizen (*M. dasycneme*) en trend langs de Nederlandse kust vergeleken met de landelijke trend (CBS). Toelichting: zie onderschrift fig. 25.



Figuur 29. Aantallen overwinterende grootoorvleermuizen (*P. auritus*) en trend langs de Nederlandse kust vergeleken met de landelijke trend (CBS). Toelichting: zie onderschrift fig. 25.

objecten in het duingebied en in het binnenduin als voor objecten elders. Ruim driekwart van alle overwinterende vleermuizen langs de Nederlandse kust zijn watervleermuizen. Sinds het begin van de tellingen in de jaren 1970 zijn de aantallen van deze soort steeds verder toegenomen, met het hoogste getelde aantal in de laatste winters (figuur 27). Zowel de aantallen als de geïndexeerde waarden tonen in de periode 1986-2020 een stijging tot 2020, de stijging van de geïndexeerde waarden langs de kust is echter sterker dan landelijk (figuur 27). Beide trends van watervleermuizen (langs de kust en landelijk) en voor zowel de gehele periode (1986-2020) als de deelperioden tonen matige toenames (tabel 2). De aantalstoename van overwinterende vleermuizen langs de kust

(figuur 24) is dan ook grotendeels het gevolg van de toename van deze soort.

De belangrijkste bolwerken van deze soort langs de kust zijn Meijndel-Berkheide (maximaal 1032 getelde exemplaren in 2015), Schouwen (maximaal 384 in 2015), Voorne (maximaal 379 in 2020), Staelduinse Bos en Hoek van Holland (298 in 2020), en AWD (maximaal 222 in 2012) en Egmond-Bergen (430 in 2019).

De watervleermuis laat niet alleen een toename zien, maar is ook in een toenemend aantal objecten verschenen waar de soort aanvankelijk ontbrak, zoals in Wildrijk en op het Eiland van Dordrecht. In de bunkers te Oranjezon werden vanaf 1989 alleen grootoren geteld, totdat in 2001 de eerste watervleer-

muis werd gemeld. Twintig jaar later werden er 106 exemplaren geteld.

Meervleermuis (Myotis dasycneme)

De meervleermuis overwintert in forse aantallen in bunkers tussen IJmuiden en Den Haag. Daarmee is de soort, na de watervleermuis, de meest getelde vleermuissoort (10%) van de Nederlandse kust. Tijdens de winter in 2019 werd een maximum van 682 dieren geteld, waarvan 578 in Meijndel-Berkheide (figuur 28). Dit Natura-2000 gebied is hiermee verreweg het meest belangrijke overwinteringsgebied van de meervleermuis in Nederland. Kleinere aantallen werden geteld in het aangrenzende binnenduingebied (20 dieren), de omgeving van Noordwijk (19), Westduinpark (17) en Kapittelduin (11). In aangrenzend Noord-Holland overwinteren kleinere aantallen, in Kennemerland-Zuid (44 dieren).

Het verloop van de aantallen en de berekende index langs de kust gaan bij de meervleermuis ongeveer gelijk op (figuur 28). De trend langs de kust vertoont sinds 1987 een sterke toename, ook in de periode 2009-2020 (tabel 2). De landelijke trend toont over de gehele periode een matige toename en ook over de periode 2011-2012 is de toename matig (tabel 2). De ontwikkeling langs de kust is daarmee gunstiger dan landelijk (zie ook La Haye & van der Meij 2022, in dit nummer).

De soort ontbreekt vrijwel ten noorden van het Noordzeekanaal en op de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Eilanden. Er zijn hier alleen enkele incidentele overwinterende exemplaren gevonden op Schouwen (in 1989 twee dieren en in 2016 één exemplaar) en recent in de duinen van Voorne (een dier in 2018) en in de Wimmenumerduinen (een dier in 2019 en in 2020), bij Wijk aan Zee (twee dieren in 2018) en bij Egmond aan Zee (2018-2020 jaarlijks een overwinterend dier).

In Meijndel-Berkheide is de soort steeds verder toegenomen, van enkele tientallen dieren in de jaren 1980 tot maximaal 588 dieren in de laatste jaren. In de AWD (sinds 1986 geteld) is de soort sinds 1999 jaarlijks in toe-

nemende aantallen aangetroffen, met maximaal 22 dieren in 2019. De laatste jaren heeft de meervleermuis zich steeds verder uitgebreid in zowel zuidelijke als in noordelijke richting. Overwinterende meervleermuizen worden tegenwoordig regelmatig aangetroffen in het Westduinpark, Hoek van Holland en het Staelduinse Bos.

Gewone grootoorvleermuis (Plecotus auritus)

De gewone grootoorvleermuis is na de wateren meervleermuis de meest talrijke overwinterende soort in de winterobjecten langs de Nederlandse kust. Het aantal getelde grootoorvleermuizen maakt 8% uit van het totaal en kan per winter sterk fluctueren, maar in de regel gaat het om enkele honderden overwinteraars (met maximaal 430 in de winter van 2011) (figuur 29). De grootoorvleermuis is de meest verspreid aangetroffen vleermuissoort langs de kust, omdat deze in veel kleine objecten overwintert waar andere soorten ontbreken. De laatste decade lijkt het aantal dieren in een aantal deelgebieden achteruit te gaan. Het is echter mogelijk dat dit deels wordt veroorzaakt door de zachtere winters, waardoor meer dieren wellicht in bomen en andere verblijfplaatsen overwinteren (Mostert 1997, Bekker 2022, in dit nummer).

Het verloop van de aantallen en de geïndexeerde waarden van grootoorvleermuizen laten een toename zien tot 2008, daarna zijn er jaarlijks sterk fluctuerende waarden met globaal een langzame afname. De landelijke index neemt ook toe maar blijft ver achter bij die van de kust en vertoont na 2010 een daling (figuur 29). Zowel voor langs de Nederlandse kust als landelijk laat de trend van 1986 tot 2020 aanvankelijk een matige toename zien; voor zowel langs de kust (2009-2020) als landelijk (2011-2020) is er sprake van een matige afname (tabel 2).

In sommige deelgebieden is het aantal na een aanvankelijke toename in de jaren 1990 opvallend achteruitgegaan. In het Staelduinse Bos werden in de jaren 1990 nog 50 exemplaren geteld, maar de laatste jaren zijn nog

maar tot twaalf exemplaren aangetroffen. De kazematten in de Hoeksche Waard en op het Eiland van Dordrecht herbergen enige tientallen grootoorvleermuizen. Er is daar sprake van een bescheiden vooruitgang in de getelde aantallen. In Haamstede werd het hoogste aantal van 61 dieren geteld in 1995, terwijl in de laatste jaren maximaal 14 dieren werden geteld.

Overige soorten

Er zijn nog enkele vleermuissoorten die incidenteel in winterverblijven langs de Nederlandse kust zijn gemeld, namelijk ingekorven vleermuis (*Myotis emarginatus*), vale vleermuis (*Myotis myotis*), gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*), ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*), laatvlieger (*Eptesicus serotinus*), mopsvleermuis (*Barbastella barbastellus*) en grijze grootoorvleermuis.

De ingekorven vleermuis werd in 2016 overwinterend aangetroffen in de bunkers in het Slotbos Haamstede op Schouwen (Mostert & Bekker 2017). Vooralsnog lijkt het om een incidentele overwintenaar te gaan. Er is ook een oudere melding bekend, namelijk van twee dieren die in september 1953 zijn verzameld in de Kennemerduinen (Kapteyn 1995).

De vale vleermuis is op 2 februari 2001 overwinterend aangetroffen in de bunker in het Oostduinpark in Den Haag. Vanaf 2014 tot op heden is jaarlijks een overwinterend dier aanwezig in een van de bunkers bij Meijendel. Eerder waren alleen twee overwinteringsgevallen bekend van de ijskelder Nova Zembla bij Duinen Kruidberg, in 1984 en 1991.

Hoewel de gewone dwergvleermuis verreweg de meest talrijke vleermuissoort in Nederland is, wordt deze soort slechts bij uitzondering in winterobjecten als bunkers, (ijs)kelders en forten gevonden, afgezien van honderden exemplaren in de Ruïne van Brederode in verschillende jaren. In Zuid-Holland is het overwinteren beperkt tot enkele droge bunkers in het binnenduingebied van Voorne, met in de meeste jaren tot vijf overwinteraars en een maximum van 14 exemplaren in de winter 2004. Verder zijn er incidentele meldingen

bekend van het Staelduinse Bos en in Berkheide. In Zeeland werden regelmatig tot twee dieren gemeld van Fort Rammekens, eenmaal in 1987 te Sluis en eenmaal in 2020 te Groede. In de Kerktoeren van Veere was in de jaren 1990 een grote winterverblijfplaats aanwezig achter houten balken. Er werden maximaal 95 dieren geteld in 1991, maar de situatie was onoverzichtelijk en de dieren waren moeilijk te tellen.

De ruige dwergvleermuis is niet jaarlijks aanwezig tijdens de wintertellingen. Sinds 2014 is de soort jaarlijks wel in kleine aantallen (tot zeven dieren) geteld in de bunkers te Zuidwijk; in de winter van 2017 werden twaalf dieren aangetroffen. Verder gaat het om incidentele meldingen, onder meer uit Clingendael (één exemplaar in 2003), Berkheide (één ex. in de jaren 2005-2007) en het Staelduinse Bos (één ex. in 2017).

De laatvlieger werd tussen 1984 en 2005 jaarlijks overwinterend aangetroffen in het poortgebouw van Elswout (tot vijf dieren). Daarnaast werd in zowel 2007 als 2018 een overwinterend dier gevonden in de Ruïne van Brederode. In Zeeland zijn enkele gevallen van solitaire overwinterende exemplaren bekend van de kerktoeren van Veere in de jaren 1986-1990, 2000 en 2003 en in de Keldermanspoort bij Hulst in 1992.

De mopsvleermuis heeft in de jaren 1980 en begin jaren 1990 jaarlijks overwinterd in het voormalige pensioonaat bij Sluis, waar tot vijf exemplaren geteld werden. De laatste melding werd gedaan in de winter van 1994. Sindsdien is de soort niet meer aangetroffen in Zeeuws-Vlaanderen, en daarmee als overwintenaar verdwenen uit Nederland. In het voormalige pensioonaat bij Sluis werd tweemaal een overwinterende grijze grootoorvleermuis gevonden, in de jaren 1983 en 1985.

Conclusies en discussie

Algemene trend langs de kust

De aantalstrend van overwinterende vleer-

muizen langs de Nederlandse kust is opvallend positief sinds de jaren 1990 (zie figuur 24). Dat is sinds 1995 maar in beperkte mate een gevolg van een toenemend aantal getelde objecten (zie figuur 3). De watervleermuis is verreweg de meest talrijke overwinterende soort langs de Nederlandse kust, met ruim driekwart van het aantal overwinterende dieren. De toename in het aantal vleermuizen in figuur 24 is dan ook grotendeels het gevolg van een toename van deze soort. Sinds de jaren 1970 is het aantal watervleermuizen steeds verder toegenomen, met het hoogste getelde aantal in de laatste paar winters. De meervleermuis overwintert alleen in forse aantallen in bunkers tussen IJmuiden en Den Haag, met een maximum van 682 dieren in de winter van 2019. De laatste jaren is er sprake van een uitbreiding in zowel zuidelijke als in noordelijke richting en zijn meervleermuizen als overwinteraar regulier geworden in het Westduinpark, Hoek van Holland, het Staelduinse Bos en ook ten noorden van het Noordzeekanaal.

Het aantal baardvleermuizen is sinds de jaren 1990 aanvankelijk gegroeid tot in de winter van 2012, maar sindsdien is er sprake van een opvallende achteruitgang. Hierbij zijn steeds meer deelgebieden verlaten, zoals het kustgebied van Noord-Holland en Voorne, waar de soort voorheen in kleine aantallen voorkwam.

De franjestaart nam aanvankelijk in aantal toe, maar het lijkt erop dat de toename sinds 2010 is gestagneerd. Ook de grootoorvleermuis lijkt in de laatste decade enige achteruitgang te vertonen. Mogelijk wordt dit deels veroorzaakt door de zachtere winters, waardoor met name grootoorvleermuizen vaker in bomen en andere verblijfplaatsen overwinteren. Samengevat is er bij drie van de vijf overwinterende soorten enige stagnatie van de groei opgetreden in het laatste decennium (2011-2020).

Veel objecten zijn in de jaren 1970, 1980 en soms ook later, afgesloten voor onbevoegden en ingericht als vleermuisverblijf, waardoor de verstoring is afgenomen en de objecten

geschikter zijn geworden voor het overwinteren van vleermuizen. In de door het CBS berekende trends is er bij de meeste soorten een vooruitgang te zien, hoewel wat minder sterk dan op basis van de absoluut getelde aantallen.

Het is de vraag of de aanpassingen de enige reden voor de toename zijn of dat de aantallen anders ook toegenomen zouden zijn in de betreffende objecten? Dit is een vraag die niet is te beantwoorden. Wel is zeker dat de ingerichte objecten bijdragen aan een gunstige staat van instandhouding van de soorten die hier overwinteren.

Relatie winter- en zomerverblijven

Er is nagegaan in welke mate de overwinterende vleermuizen in het kustgebied in een relatie hebben met de kraamkolonies in het achterland, met name het bosrijke binnenduingebied.

In het binnenduingebied zijn de afgelopen decennia tientallen kolonies van de watervleermuis opgespoord. De meeste kolonies zijn aangetroffen in oude loofbomen. Vooral oude landgoederen met veel eiken en beuken in een waterrijke omgeving blijken een geschikte vindplaats. De waterwingebieden in de duingebieden bij Den Haag, Haarlem en Castricum vormen belangrijke foerageergebieden. Zo werd in de jaren 1990 de zomerpopulatie van watervleermuizen in het binnenduingebied in het westen van Nederland geschat op 1800 tot 2000 volwassen dieren (Mostert 1990b, 1993, Limpens et al. 1997). In de jaren 2015-2020 gaat het om tenminste 2500-3300 volwassen dieren (tabel 3).

In Noord-Holland werd de zomerpopulatie van de watervleermuis in de beginjaren 1990 geschat op 1100 tot 1400 exemplaren, waarvan 900-1150 in het binnenduingebied (Kapteyn 1995). De meest noordelijke kolonie in het duingebied is gevonden in Schoorl. Recenter schattingen zijn niet voorhanden. Het is echter goed mogelijk dat de omvang van de zomerpopulatie is toegenomen, zoals uit de

Tabel 3. Aantal kolonies watervleermuizen in het binnenduigebied van West-Nederland.

	aantal kolonies	populatiegrootte	min.-max.
<i>Noord-Holland</i>			
Noord-Hollands Duinreservaat	8	10	300-400
Kennemerland-Zuid	15	20	600-750
Achterliggend Poldergebied	6	8	200-250
<i>Zuid-Holland</i>			
Kennemerland-Zuid ZH	3	3	100-150
Leiden en omgeving	3	3	100-150
Den Haag-Wassenaar	4	7	300-450
Den Haag en omgeving	10	16	450-500
Delft	1	1	50-50
Staelduinse Bos	2	2	50-100
Voorne	3	3	100-150
<i>Zeeland</i>			
Kop van Schouwen	3	4	150-150
Walcheren	2	3	50-100
Zeeuws-Vlaanderen	2	3	50-100
<i>Totaal</i>	<i>28</i>	<i>73</i>	<i>2500-3300</i>

wintertellingen naar voren komt.

In het binnenduigebied van Zuid-Holland gaat het de laatste jaren om 1150-1600 volwassen watervleermuizen (Mostert, 2011, 2012, 2020). De grootste kolonie betrof 177 dieren in Ockenburgh bij Den Haag. In Den Haag en omgeving werden alle landgoederen intensief onderzocht in zowel 2009-2011 als 2015-2017 (Mostert 2012, Mostert & van der Kuil 2020). In de eerste periode werden 16 kraamkolonies gevonden met naar schatting 350-400 watervleermuizen, tegenover naar schatting 450-500 volwassen dieren in de tweede periode. Zowel het aantal vleermuizen als het aantal kolonieplaatsen is toegenomen. De aantallen zijn grotendeels gebaseerd op tellingen van uitvliegende dieren.

Op de Zeeuwse Eilanden zijn kolonies gevonden in het bosrijke binnenduin van Schouwen en Walcheren (Mostert 1991). Verder is de soort in kleine aantallen gevonden in de singels van oude steden als Zierikzee, Goes en Middelburg, maar hier zijn geen kolonies gevonden. Een vleermuiskast in het Veerse Bos is eenmaal als kraamplaats gebruikt (Bekker 1990). In Zeeuws-Vlaanderen zijn

kolonies gevonden bij Aardenburg en langs de vestingwerken van Sluis en mogelijk ook in de omgeving van Hulst. Er werden twee kraamkolonies van watervleermuizen aangetroffen in Aardenburg met respectievelijk 88 en ten minste 35 dieren (Mostert 2017). In Zeeland zijn in de zomer naar verwachting 250-350 watervleermuizen aanwezig.

Het is aannemelijk dat een overgrote meerderheid van de overwinterende watervleermuizen in het kustgebied (2730-3740) in de zomer aanwezig is op de landgoederen van het binnenduigebied (naar schatting 2500-3300 dieren, zie tabel 3). Meldingen van geringde dieren wijzen ook die in richting. In augustus 1990 werden 28 subadulte watervleermuizen geringd op het landgoed Overvoorde te Rijswijk (Mostert 1990b). In de daaropvolgende jaren zijn meerdere geringde dieren teruggevonden in winterobjecten in het duingebied. In januari 1991 werd een geringd dier teruggevonden in een van de bunkers in het Staelduinse Bos, op 12 km ten zuidwesten van de zomerlocatie. Het tweede geringde exemplaar werd aangetroffen in een bunker langs de Galgweg in het Westland, ca. 8 km ten zuid-

westen van de ringplaats (Mostert 1993). In december 1993 en december 1994 werden in beide winters twee geringde watervleermuizen aangetroffen in de bunkers van Hoek van Holland (14 km ten zuidwesten van de ringplaats). In december 1995 ging het om een exemplaar en in december 1996 zelfs om drie exemplaren; in december 1997 werd voor het laatst een geringd exemplaar aangetroffen. In totaal zijn tenminste vijf verschillende individuen teruggevonden tijdens de wintertellingen.

Van baardvleermuizen zijn er enige zomerwaarnemingen gedaan in het bosrijke binnenduin. De meeste Noord-Hollandse waarnemingen komen uit de omgeving van Bergen en Haarlem; hier zijn echter geen kolonies of verblijfplaatsen gevonden. In het veenweidegebied zijn plaatselijk baardvleermuizen waargenomen in West-Friesland, in Ilpendam (maximaal 40) en Abbekerk (15 tot 20 dieren), maar sinds 2004 en 2010 zijn deze kolonies verlaten. Op basis van oude waarnemingen (Kapteyn 1995) werden keutels verzameld van vleermuizen op vijf kerken, in Aartswoud, Hoogwoud, Wognum, Spanbroek en Benningbroek (van den Tempel & Veldhuijzen van Zanten 2020). Op alle vijf zolders werd DNA van baardvleermuizen gevonden. In twee kerken zijn ook visuele waarnemingen gedaan van baardvleermuizen, namelijk in Opperdoes en in Spanbroek. De kerkzolders werden echter nooit schoongemaakt, dus de gevonden keutels kunnen erg oud zijn geweest.

In Zuid-Holland waren kleine kolonies van de baardvleermuis bekend in Oostvoorne (onder een daklijst) en in het Staelduinse Bos (in een holle eik). Beide kolonies zijn echter al lange tijd niet meer aanwezig.

Op landgoed Zuidwijk bij Wassenaar werd in 2006 een zwanger vrouwtje baardvleermuis gevangen, een verblijfplaats is toen niet gevonden (Achterkamp 2012). In juni 2012 werd opnieuw gepoogd om verblijfplaatsen te vinden door dieren te vangen en te volgen met zenders. Van een adult vrouwtje bleek het mogelijk drie verschillende verblijfplaatsen te achterhalen binnen een straal van 1600 m van

de eerste locatie. Tot een kolonie heeft het echter niet geleid. Rond Den Haag en Wassenaar zijn alleen enkele foeragerende dieren gesignaleerd. Er zijn geen recente meldingen uit Zeeland.

In 2013 zijn er franjestaarten gevangen op het landgoed Elswout bij Haarlem. Het ging om zes dieren, waaronder een vrouwtje dat recent een jong had gezoogd en een jong dier. Ook werden in deze omgeving dieren gehoord met een bat-detector (Hoogenboom et al. 2014). Het betreft vooralsnog de enige bekende koloniemelding van het kustgebied.

In de periode 1986-1993 werd in Noord-Holland de zomerpopulatie grootoorvleermuizen geschat op 250-500 volwassen dieren (Kapteyn 1995). Hoogenboom et al. (2014) schat het aantal grootoorvleermuizen in de periode 1994-2014 in de zomer hier tussen de 60 en 150 dieren. De populatie is wellicht onderschat, omdat de soort moeilijk is waar te nemen door zijn zachte sonar.

In Zuid-Holland is de grootoorvleermuis in het zomerhalfjaar bekend van landgoedbossen in het binnenduin en van een aantal kerkgebouwen, vooral in het oosten van de provincie. De populatie wordt op 150 tot 300 dieren geschat.

In Zeeland is het aantal kolonies van de grootoorvleermuis beperkt (Bekker et al. 2010). In het Slotbos Haamstede werden vier kleine kolonies in bomen gevonden van in totaal 23 dieren (Mostert 2017) en in vleermuiskasten op de Goudplaat (Noord-Beveland) en in het Veerse Bos werden kolonies van ca. 30 en 20 dieren geteld. Met getelde exemplaren op kerkzolders meegerekend beloopt de schatting voor Zeeland daarmee op 100 tot 150 dieren.

Het is aannemelijk dat de zomerpopulatie grootoorvleermuizen langs de hele kust, met een maximum geschat aantal van 600 exemplaren, hoger is dan het maximaal getelde aantal overwinterende dieren van 430 dieren. Dit verschil is verklaarbaar omdat grootoorvleermuizen ook andere typen winterverblijven lijken te gebruiken.

De relatie tussen de overwinterende meer-

vleermuizen en kolonies van mannetjes is aangetoond door middel van ringen. Deze relatie is onder andere bediscussieerd door Haarsma & Tuitert (2009).

Kansen en bedreigingen

Winterverblijfplaatsen in de directe omgeving van ouder wordende bosgebieden bieden doorgaans goede kansen voor verschillende vleermuissoorten. Het kappen van oude bomen en het weghalen van dicht struweel rondom bunkers is mogelijk de oorzaak van een tijdelijke teruggang van de aantallen getelde overwinteraars (bijvoorbeeld op Schouwen).

Intact gebleven bunkers in duingebieden van Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten of die van de Landschappen Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland zijn meestal goed beschermd. Het merendeel van de complexen is voor onbevoegden niet toegankelijk en veel bunkers waarin relatief veel vleermuizen overwinteren zijn met stalen deuren of een hekwerk afgesloten. Deze maatregelen hebben in veel gevallen geleid tot een hogere bezetting van overwinterende vleermuizen. Niettemin wordt een groot aantal bunkers toch door onbevoegden betreden. Het veelvuldig openbreken en verstoren van objecten blijft een bron van voortdurende zorg, vooral wanneer het stoken van vuur en het afsteken van vuurwerk plaatsvinden (bijvoorbeeld in Hoek van Holland). Aanwijzingen van overnachting worden geregeld aangetroffen en in een enkel geval dient een bunker als uitvalsbasis voor stroperij.

Er zijn ook aanwijzingen dat gedeeltelijke openstelling tot in de nazomer of het najaar ten behoeve van andere doelstellingen van beheerende instanties, een nadelig effect heeft op de bezetting van overwinterende vleermuizen.

Een aantal bunkers die zijn geplaatst op instabiele grond, zakt langzaam weg in de kleibodem (bijvoorbeeld op Walcheren). Ook zijn er hier en daar bunkers in dynamische duingebieden die geleidelijk onder het zand stuiven (bijvoorbeeld op Schouwen).

Uit een vergelijking tussen bunkers op Voorne die door particulieren en door natuurbeherende instanties beheerd worden, blijkt dat eerstgenoemde categorie op de lange termijn een minder goede trend laat zien dan de tweede categorie. Wisseling van eigenaar en andere bestemmingen zijn hiervan de hoofdoorzaken.

Dankwoord: Onze dank gaat uit naar de vele personen die vaak vele jaren achtereen, meegelopen hebben met de wintertellingen of deze coördineerden: Gerben Achterkamp, Piet Admiraal, Ben van As, Sebastiaan Bakker, Ernest Bekker, Hans Bekker, Klaas van den Berg, Fons Bongers, Suzanne Boon, Menno van den Bos, Jan Boshamer, P.W.M. Bijnsdorp, Lucien Calle, Suzanne Cosijn-Boon, Rob van Dam, Jan Alewijn Dijkhuizen, Rogier Dijkstra, Vilmar Dijkstra, M. Dirkson, Mark Dobbelaar, Sandra Dobbelaar, Linda Doedens, Bernard van Duijnen, Marina Fijten, Dick Groenedijk, Rob en Alexandra Haan, Anne-Jifke Haarsma, Anton van Haperen, Adrie van Heerden, N. Hogeweg, Nanning-Jan Honigh, Dorien Hoogeboom, Merijn Hoogendoorn, Klaas Kaag, Leon Kelder, Guido Keijl, Dick Klees, Luc Knijnsberg, Tjeerd Kooij, Rene Kriek, Rudy van der Kuil, Sander Lagerveld, Maarten Laming, Rogier Lange, Peter Lina, Ruud Luntz, Gerrit Makelaar, Han Meerman, Xander Meijers, Anton van Meurs, Veronique van Meurs, Bart Noort, Walter Oosterom, Marlous Pauw, F. Richter, Ton van Rijn, Ester Rodriguez, Ina Roels, Martijn van Schie, Ton en Kees van Schie, Evelien Spijkman, Bert Stam, Karina Stienstra, Carola van der Tempel, Eric Thomassen, Kees Timmermans, Piet Veel, Susanne van der Veer, Fenneke van de Vegte, Jowien van de Vegte, Huub Veldhuijzen van Zanten, Job van der Veldt, Joost Verbeek, Monique Versloot, Petra Vlaming, Floor van der Vliet, John van Vliet, Aldo Voûte, Sjakeel Wesemael, Alex Wieland, Jeroen Willemsen, Richard Witte, Hans Wondergem, Jan Wondergem, E. Zeilstra en Annemieke van Zuijlen.

Literatuur

Achterkamp, G. 2012. Baardvleermuis inventarisatie-weekend Zuidwijk, Wassenaar 22 t/m 25 juni 2012. Vlen Nieuwsbrief 68 (24): 19-22.

- Bekker, J.P. 1990. Ervaringen met vleermuiskasten. *Zoogdier* 1 (4): 26-31.
- Bekker, J.P. 2019. Vleermuizen in de bunkers van Oranjezon. *Zeeuws Landschap* 35 (3): 6-7.
- Bekker, J.P. 2022. De samenhang tussen aantallen overwinterende gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) en weersomstandigheden (temperaturen en neerslag). *Lutra* 65 (1): 201-211.
- Bekker, J.P. & K. Mostert 1995. Vleermuizen in Zeeland, een balans anno 1994: 77-122. *Archief* 1995; Mededelingen van het Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen.
- Bekker, J.P., L. Calle, S. Dobbelaar, A. Fortuin, C. Jacobusse & K. de Kraker 2010. Zoogdieren in Zeeland; Fauna Zeelandica 6. Zoogdierwerkgroep Zeeland / Het Zeeuws Landschap, Wilhelminadorp, Nederland.
- Glas, G.H. 1986. Atlas van de Nederlandse vleermuizen 1970-1984, alsmede een vergelijking met vroegere gegevens. *Zoologische Bijdragen* 34: 1-97.
- Haarsma, A.-J. & D.A.H. Tuitert 2009. An overview and evaluation of methodologies for locating the summer roosts of pond bats in the Netherlands. *Lutra* 52 (1): 47-64.
- Hoogenboom, D.M., F. Visbeen, J. Wondergem & W. Ruitenbeek (red.) 2014. Atlas van de Noord-Hollandse zoogdieren. Landschap Noord-Holland / NOZOS. Springer Uit drukwerk, Schoorl, Nederland.
- Kapteyn, K. 1995. Vleermuizen in het landschap. Over ecologie, gedrag en verspreiding. Provincie Noord-Holland / Noordhollandse Zoogdiestudiegroep / Het Noordhollands Landschap. Schuyt & Co, Haarlem, Nederland.
- Kapteyn, K. 1997. Gewone dwergvleermuis *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774). In: H. Limpens, K. Mostert & W. Bongers (red.). Atlas van de Nederlandse vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie: 151-163. KNNV Uitgeverij, Utrecht, Nederland.
- La Haye, M. & T. van der Meij 2022. Overwinterende vleermuizen in Nederland in 1986-2020 op basis van het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen. *Lutra* 65 (1): 7-22.
- Lange, R., F. van der Vliet & B. Noort 2022. Overwinterende vleermuizen in de Amsterdamse Waterleidingduinen. *Lutra* 65 (1): 143-153.
- Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers 1997. Atlas van de Nederlandse vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. KNNV Uitgeverij, Utrecht, Nederland.
- Lina, P.H.C., A.M. Voûte, A.-J. Haarsma, A.H.H.M. Bongers & C.A. Noort & 2022. Population trends of hibernating Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) and pond bats (*M. dasycneme*) in the dune areas of Meijndel and Uilenbosch. *Lutra* 65 (1): 155-162.
- Mostert, K. 1990a. Kraamkolonies van water- en grootoorvleermuis in bunkers. *Zoogdier* 1 (3): 22-25.
- Mostert, K. 1990b. Ringonderzoek aan watervleermuizen in de binnenduinenrand van Den Haag-Wassenaar. Nieuwsbrief Vleermuizenwerkgroep Nederland 7: 5.
- Mostert, K. 1991. Vleermuizen van de Manteling op Walcheren in 1990. Stichting Vleermuiswerkgroep Nederland / Staatsbosbeheer, Utrecht, Nederland.
- Mostert, K. 1993. Vleermuizen-inventarisatie van de landgoederen tussen Den Haag en Wassenaar 1990. Consulentenschap Natuur, Bos, Landschap en Fauna, provincie Zuid-Holland / Stichting Vleermuis Onderzoek, Wageningen, Nederland.
- Mostert, K. 1997. Overwinterende grootoorvleermuizen in een boom. *Zoogdier* 8 (4): 27.
- Mostert, K. 2005. Vijftien jaar vleermuisonderzoek op Goeree. *Sterna* 50: 1-5.
- Mostert, K. 2011. Werkatlas verspreiding zoogdieren in Zuid-Holland in augustus 2011. Zoogdierverseniging / Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland.
- Mostert, K. 2012. Vleermuizen in Den Haag en omgeving 2009-2011. Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland / Gemeente Den Haag.
- Mostert, K. 2017. Zomerinventarisatie vleermuizen Slotbos Burgh-Haamstede. Rapport in eigen beheer: 1-12. Delft, Nederland.
- Mostert, K. 2020. Gewervelden in Nationaal Park Hollandse Duinen. In: Holland's Duinen. Thema-nummer 5000 soortenjaar 75: 26-31.
- Mostert, K. & J.P. Bekker 2017. First record of Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*) in the province of Zeeland, Nederland. *Lutra* 60 (1): 55-60.
- Mostert K. & R. van der Kuil 2020. Vleermuizen in Den Haag en omgeving 2015-2017. Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland. Gemeente Den Haag.

- Mostert, K., K. Spoelstra & J.P. Bekker 2005. Het voorkomen van de gewone baardvleermuis (*Myotis mystacinus*) en Brandts vleermuis (*Myotis brandtii*) in Nederland. *Lutra* 48: 57-64.
- Mostert, K., B. Noort & J.P. Bekker 2009. Vleermuizen langs de Nederlandse kust. Toename van baardvleermuis en franjestaart. *Zoogdier* 20 (4): 12-14.
- van den Tempel, C. & H. Veldhuijzen van Zanten 2020. Kerkzolderonderzoek naar vleermuizen door middel van e-DNA. *VLEN nieuwsbrief* 81: 31-33.
- van Wijngaarden, A., V. van der Laar & M.D. van Trommel 1971. De verspreiding van de Nederlandse zoogdieren. *Lutra* 13 (1-3): 1-41.
- Ontvangen: 16 december 2021*
Geaccepteerd: 29 maart 2022

Vleermuizen in de Voorberg en de Jezuietenberg

Ger Beckers

Via Regia 158-C, 6217 JZ Maastricht, Nederland, e-mail: pghbeckers@ziggo.nl

Samenvatting: De aantalsontwikkeling van overwinterende vleermuizen in het mergelgroeven-complex Voorberg-Jezuïetenberg, ten zuidwesten van Maastricht, is tussen 1987 en 2020 gevolgd door middel van jaarlijkse tellingen rond de jaarwisseling. De getelde aantallen zijn in die periode gegroeid van 30 naar 99. De aantalstoename is vooral het gevolg van de toename van het aantal ingekorven vleermuizen. In het seizoen 2008-2009 is onderzocht of vleermuizen gedurende het overwinteringsseizoen honkvast zijn. Het blijkt dat alle soorten regelmatig wakker zijn geworden en zich hebben verplaatst. Uit de driewekelijkse tellingen in 2008-2009 bleek bovendien dat de meeste soorten zich in de overwinteringsperiode gaandeweg richting uitgang begeven. Alleen de ingekorven vleermuizen (*Myotis emarginatus*) blijven in het achterste deel van het complex. Verder vertrekken de meeste soorten rond eind maart uit de groeve, met uitzondering van ingekorven vleermuizen, die tot half mei blijven.

Kernwoorden: Voorberg, Jezuietenberg, Boschberg, ingekorven vleermuis, vale vleermuis, Bechsteins vleermuis.

Inleiding

De mergelgroeven in Zuid-Limburg vormen onder de Nederlandse winterverblijven voor vleermuizen een aparte categorie. Onderling zijn er grote verschillen, die betrekking hebben op onder andere de periode van ontginning, de uitgebreidheid van een groeve, de stabiliteit van een stelsel (komen er scheuren voor of zijn er instortingen geweest), het aantal verdiepingen, hoogteverschillen en het groeeklimaat. Samen met collega-waarnemers heeft de auteur van deze bijdrage iedere winterperiode de overwinterende vleermuizen in de Jezuietenberg en de Voorberg, ten zuidwesten van Maastricht, systematisch in kaart gebracht. Het is 2005 wanneer hij als vrijwilliger gids kan worden in de Jezuietenberg. Na zijn aanstelling als gids werd tijdens zijn rondgangen door het gangstelsel gedurende het gehele kalenderjaar zijn interesse opgewekt door vleermuizen, die buiten de winterperiode ook in de ingangspartijen verbleven en dan ook op plaatsen aanwe-

zig waren die door hen niet in de winterperiode werden opgezocht. Dit was aanleiding om nauwkeuriger te kijken naar de veranderingen in de verspreiding van overwinterende vleermuizen in het seizoen. De doelstelling was om vast te stellen of het overwinteren van vleermuizen ook in de Jezuietenberg en de Voorberg een dynamisch gebeuren is of een statische, ononderbroken activiteit. Het klimaat in de Jezuietenberg is veel constanter dan in de Voorberg, omdat deze groeve geen eigen rechtstreekse verbinding, een ingangspartij, heeft met de buitenlucht. Om in de Jezuietenberg te komen moet men een meer dan 100 m lange gang vanaf de ingang van de Voorberg afleggen. Het verschil in klimaat tussen deze beide stelsels, met de Jezuietenberg als 'warm' deel van de groeve en de Voorberg als 'koud' deel, biedt de mogelijkheid om de alhier overwinterende vleermuizen te karakteriseren als warmteminnend, dan wel als koudeminnend.

Ligging Voorberg en Jezuietenberg

Ten zuiden van Maastricht, op de westoever

© 2022 Zoogdierveniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdierveniging.nl>

van de Maas, liggen twee parallelle heuvelruggen, die van elkaar zijn gescheiden door het dal van de Jeker. De oostelijke is de Sint Pietersberg en de westelijke is de Louwberg. In beide heuvelruggen is ondergronds mergel gewonnen ten behoeve van de bouw en van de akkerbouw, waardoor in beide heuvelruggen diverse gangenstelsels zijn ontstaan.

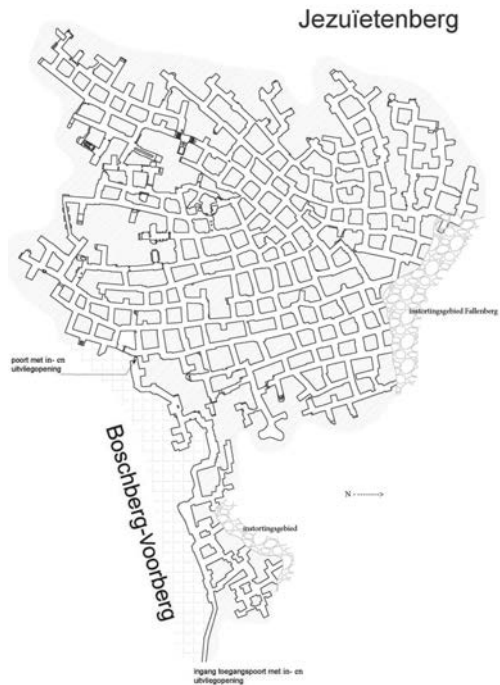
In de Louwberg liggen vier middelgrote groeves. Van noord naar zuid zijn dat de Apostelgroeve, de Fallenberg, de Boschberg en de Kasteelgroeve. De twee middelste groeven liggen vrijwel tegen elkaar aan, maar de situatie is er wat complexer.

In de Fallenberg is in 1920 het achterste deel geïsoleerd geraakt door de instorting van het middelste deel van de groeve. Het daardoor afgezonderde deel heet nu de Jezuïetenberg. De hindernis van de instorting treft alleen mensen; vleermuizen kunnen nog steeds door de instortingen heen vliegen.

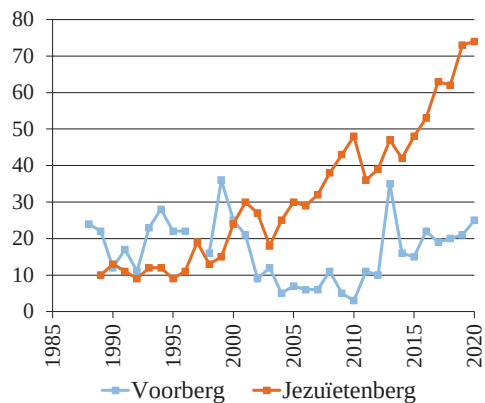
In de Boschberg is in 1944 het noordelijke deel afgescheiden geraakt van de rest als gevolg van de bouw van dikke muren rond de toenmalige ondergrondse oorlogsindustrie. Het afgezonderde noordelijk deel heet nu de Voorberg.

In 1954 is vervolgens achterin de Voorberg een verbinding gemaakt naar het geïsoleerde achterste deel van de Fallenberg teneinde de kunstzinnige uitingen van de Jezuïeten in dat gedeelte toegankelijk te maken (figuur 1; zie ook www.jezuïetenberg.eu). In de doorgang van Voorberg naar Jezuïetenberg bevindt zich een deur, maar ook zijn er vlieggaten voor vleermuizen aanwezig. Er zijn in dit complex Voorberg - Jezuïetenberg sindsdien ook diverse stabiliserende werken uitgevoerd. De Jezuïetenberg ligt iets hoger dan de Voorberg, waardoor het klimaat in de Jezuïetenberg relatief warm is ten opzichte van de Voorberg, waar via de toegang koudere lucht binnen stroomt. De Voorberg en de Jezuïetenberg zijn groevenstelsels die tijdens de vleermuizen tellingen en het hierna te beschrijven migratie-onderzoek zijn bezocht.

Op 14 oktober 1996 werd de Jezuïetenberg

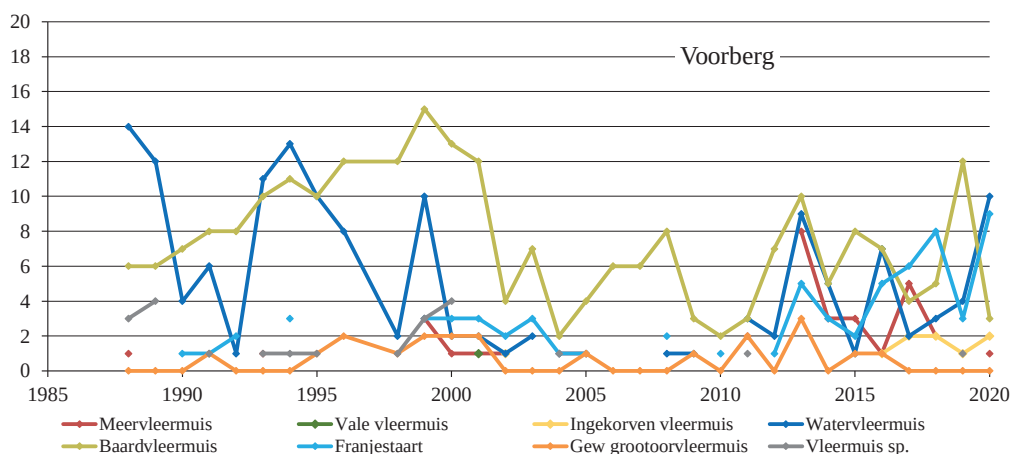


Figuur 1. De Voorberg en de Jezuïetenberg.



Figuur 2. Verloop van het aantal vleermuizen in het complex Voorberg-Jezuïetenberg in de periode 1987-2020.

de status van beschermd Rijksmonument toebedeeld. Het beheer is in handen van de Stichting Jezuïetenberg, die in de groeve rondleidingen organiseert. De groeve is voor bezoek vrijwel het gehele jaar geopend. Voorheen werden tijdens de rondleidingen kerosine-ver-



Figuur 3. Aantalverloop van de soorten vleermuizen in de Voorberg in de periode 1987-2020.

gassers als verlichting gebruikt, die warmte en verbrandingsrook afgaven. Sinds 2018 wordt er door de gidsen alleen nog ledverlichting gebruikt; hierdoor komt er minder warmte vrij van verlichtingsbronnen dan voorheen.

fen vleermuizen werden iedere keer opnieuw ingetekend op een plattegrond van de beide gangenstelsels.

Resultaten

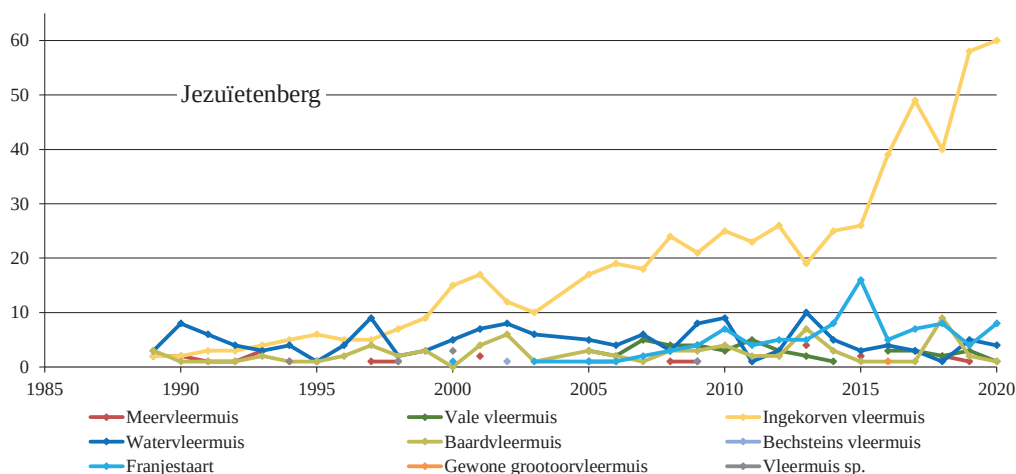
Wintertellingen 1987-2020

De jaarlijkse tellingen van overwinterende vleermuizen in de Jezuïetenberg en de Voorberg worden traditioneel uitgevoerd op de 29e december. Steeds worden alle te vinden vleermuizen in het gebied genoteerd. Niet elke aanwezige vleermuis kan worden opgespoord. Sommige zijn niet zichtbaar, omdat ze diep zijn weggekropen en bovenal omdat in de beide onderzochte groeven, met name de Jezuïetenberg, bepaalde gangen niet betreden mogen en/of kunnen worden in verband met de veiligheid.

Om zicht te krijgen op de veranderingen door het seizoen heen van de verspreiding van de vleermuizen is in de winter van 2009 elke drie weken een standaard telling uitgevoerd. De eerste vond plaats op 8 oktober 2008 en de laatste op 20 mei 2009. Op deze dagen werd telkens met één telgroep de Voorberg en roulerend met een andere telgroep de aansluitende Jezuïetenberg bezocht. De aangetrof-

De aantallen getelde vleermuizen in het groe-vecomplex Voorberg - Jezuïetenberg zijn in de loop der jaren, net als in veel andere groeven, toegenomen. In figuur 2 zijn de resultaten van de jaarlijkse tellingen weergegeven. Het blijkt dat er in de periode 1987-2020 globaal sprake is van meer dan een verdrievoudiging van de aantallen: aanvankelijk werden er 30 vleermuizen geteld en in 2020 was dit opgelopen tot 99.

Bij nadere beschouwing (figuren 2, 3, 4 en 5) blijkt dat de aantalstoename in het complex met name optreedt in de Jezuïetenberg en dat de toename daar is veroorzaakt door de ingekorven vleermuis (*Myotis emarginatus*); die soort vormt daar inmiddels de helft van het totale aantal. De overige soorten blijven met elkaar min of meer gelijk in aantal. In de Voorberg blijven de aantallen van alle soorten vleermuizen over de hele periode in grote lijn gelijk. In de loop der jaren zijn acht soorten vleermuizen overwinterend aangetrof-



Figuur 4. Aantalsverloop van de soorten vleermuizen in de Jezuïetenberg in de periode 1987-2020.

Tabel 1. Verdeling van het aantal gevonden / verwachte vleermuizen in de Voorberg en in de Jezuïetenberg in de periode 1989-2020, met significantieniveaus; n.s.=niet significant.

	Voorberg		Jezuïetenberg		P
	waarneming	verwacht	waarneming	verwacht	
<i>M. emarginatus</i>	9	56,5	612	564,5	<0,001
<i>M. daubentonii</i>	148	27,4	153	273,6	<0,001
<i>M. nattereri</i>	65	14,2	91	141,8	<0,001
<i>M. mystacinus</i>	246	29,5	78	294,5	<0,001
<i>M. myotis</i>	1	4,1	44	40,9	n.s.
<i>M. dasycneme</i>	38	6,0	28	60,0	<0,001
<i>P. auritus</i>	21	2,1	2	20,9	<0,001
<i>M. bechsteinii</i>	0	0,2	2	1,8	n.s.
Vleermuis sp.	22	2,5	6	25,5	n.v.t.

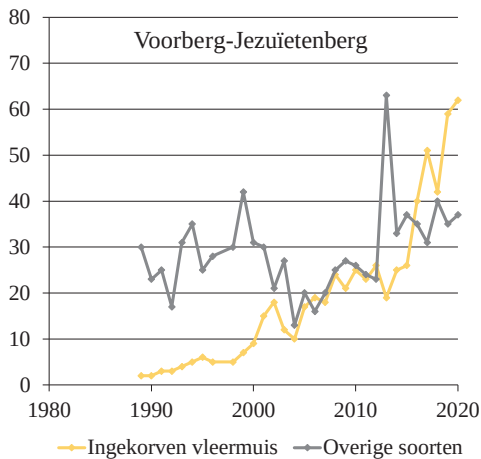
fen. Baardvleermuis (*Myotis mystacinus*) en Brandts vleermuis (*M. brandtii*) worden hierbij samengenomen omdat deze soorten niet met zekerheid kunnen worden onderscheiden zonder ze te hanteren. Op te merken is:

- Het aantal franjestaarten (*M. nattereri*) neemt langzaam toe;
- het aantal baardvleermuizen (*M. mystacinus/brandtii*) neemt langzaam af;
- de watervleermuis (*M. daubentonii*) in het complex volgt de trend van de watervleermuizen in de overige groeven in Zuid-Limburg, namelijk: langzaam dalend;
- de meervleermuis (*M. dasycneme*) komt voor met lage aantallen en fluctueert van

1-5 exemplaren;

- de vale vleermuis (*M. myotis*) komt eveneens in lage aantallen voor met een fluctuerend aantal van 1-5 exemplaren;
- van Bechsteins vleermuis (*M. bechsteinii*) wordt zo nu en dan een exemplaar waargenomen;
- gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) worden zelden gezien.

De voorkeur voor overwintering in de Jezuïetenberg of de Voorberg blijkt uit tabel 1. Door middel van een chi-kwadraattoets is het waargenomen aantal in de Voorberg of Jezuïetenberg vergeleken met het verwachte aantal. Het verwachte aantal is hierbij gerelateerd aan de



Figuur 5. Verloop van het aantal ingekorven vleermuizen ten opzichte van de andere soorten in het complex Voorberg-Jezuïetenberg in de periode 1987-2020.

hoeveelheid ganglengte in de beide stelsels (verhouding: 11:1).

Het blijkt dat de ingekorven vleermuis een significante voorkeur heeft voor de klimaatstabielere en warmere Jezuïetenberg. De watervleermuis, de baardvleermuis, de franjestaart, de meervleermuis en de gewone grootoorvleermuis vertonen een significante voorkeur voor de koudere Voorberg, waar de klimaatomstandigheden meer wisselend zijn. Van de valse vleermuis en Bechsteins vleermuis kon vanwege de lage aantallen geen voorkeur worden bepaald.

Deze waarnemingen bevestigen waarnemingen in andere mergelgroeven dat winterslapende ingekorven vleermuizen verder de groeven intrekken om te overwinteren en dat ze niet of nauwelijks in de relatief koudere ingangspartijen verblijven. Ook van Bechsteins vleermuizen en valse vleermuizen hebben wij deze ervaring. Wanneer een valse vleermuis of een Bechsteins vleermuis wel eens in de nabijheid van een groeve-ingang werd aangetroffen, dan hing het dier niet vrij aan een mergelwand, maar was weggekropen in oneffenheden ter plaatse (spleet, nis). Op die plaats staan vleermuizen minder bloot aan luchtstromen; als het ware wordt zo hangend

of weggekropen een eigen plaatselijk microklimaat opgezocht.

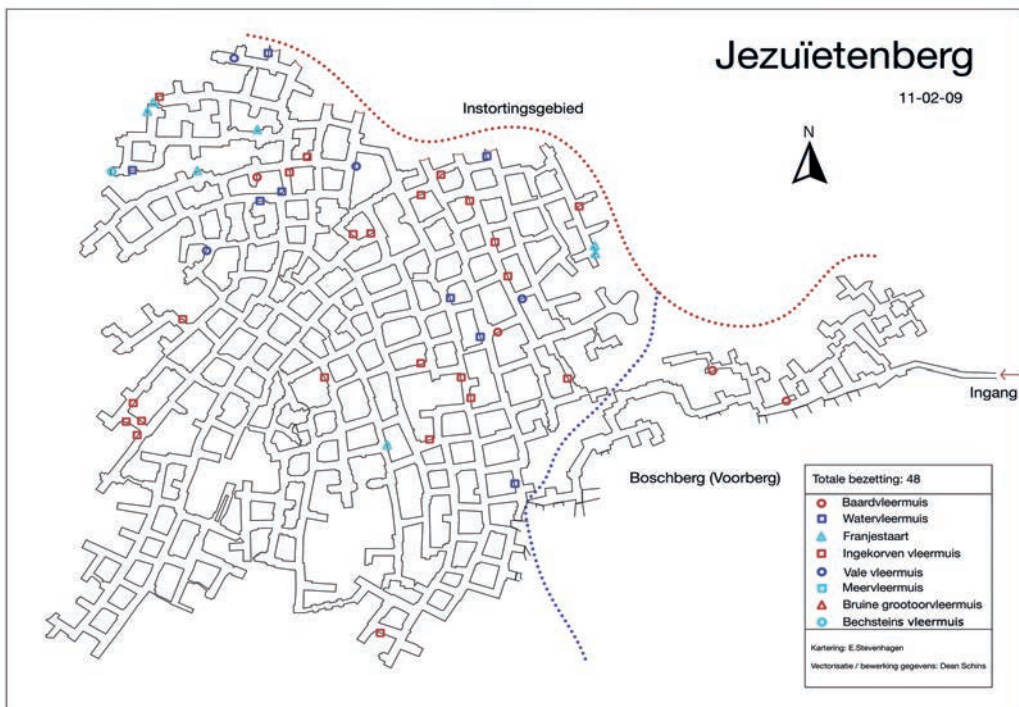
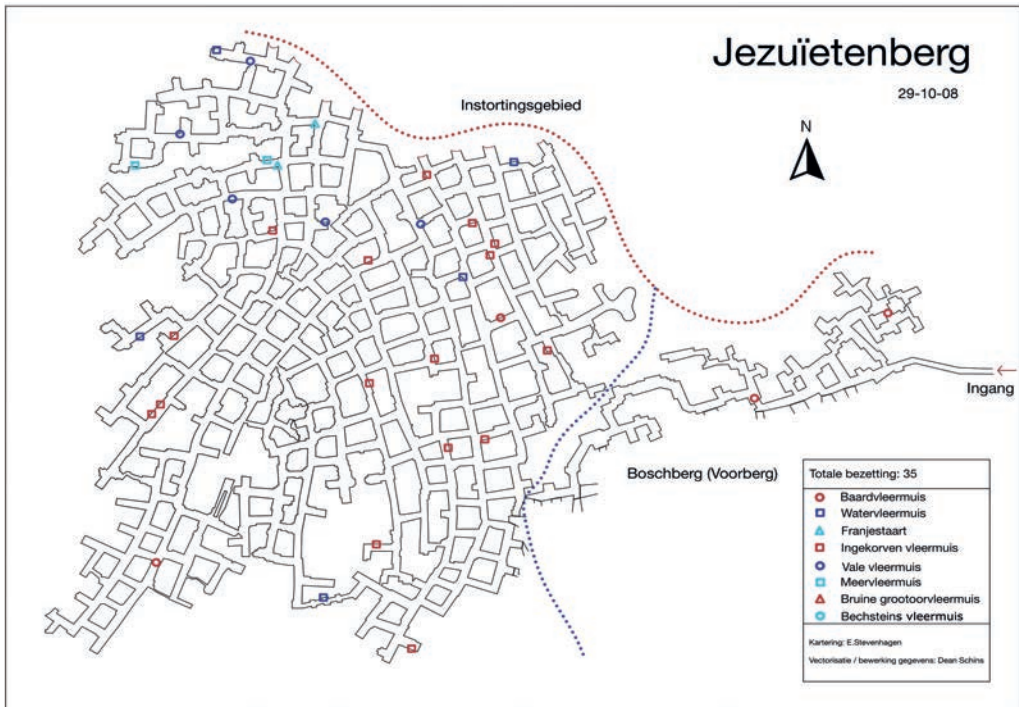
Verspreiding in de groeve in het winterseizoen 2008-2009

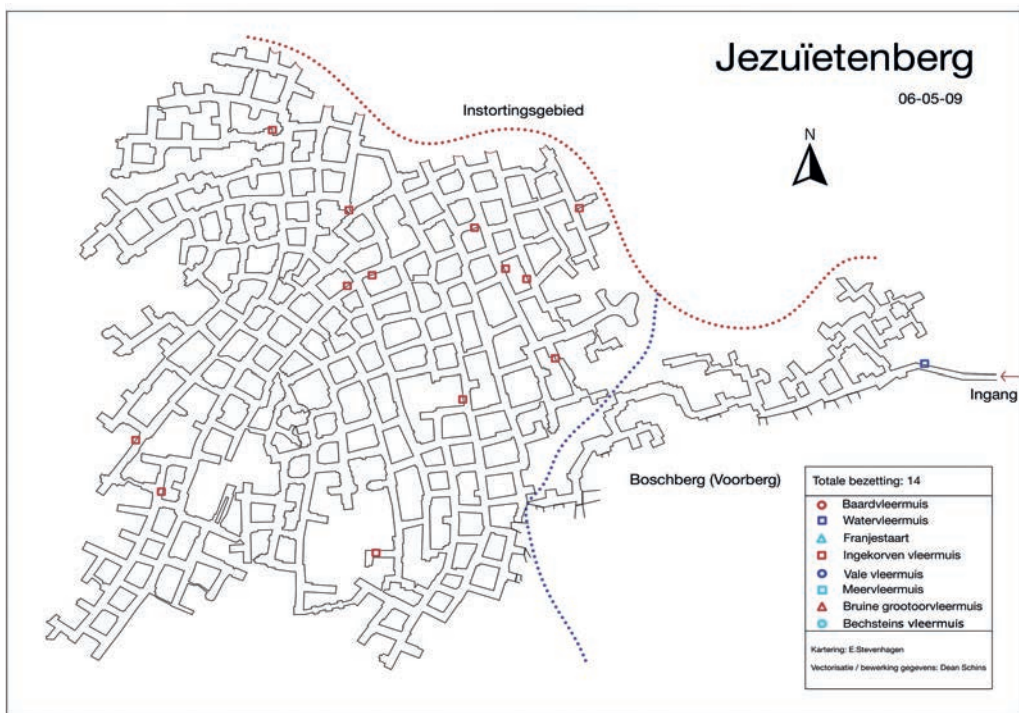
In het winterseizoen 2008-2009 zijn, gedurende twaalf telavonden alle waarnemingen van vleermuizen nauwkeurig aangegeven op telkaarten. Bij vergelijking van die kaarten bleek dat vleermuizen geen lange periodes op dezelfde plek verblijven. Weinig individuen werden na drie weken op dezelfde hangplek aangetroffen. Ze verbleven soms wel in de onmiddellijke nabijheid, variërend van een meter tot enkele gangen verderop. Uiteraard is het niet zeker dat het in dat specifieke geval een en dezelfde vleermuis betrof omdat de dieren niet individueel herkend kunnen worden. Figuur 6 geeft de verspreiding van de waargenomen vleermuizen weer op drie verschillende data.

Watervleermuizen, en vooral baardvleermuizen blijken zich vaak te verplaatsen: bijna nooit waren deze twee soorten bij een volgende telling op de vorige hangplek aan te treffen. Met andere woorden het overwinteren blijkt voor deze soorten overduidelijk een dynamisch gebeuren te zijn. Ingekorven vleermuizen daarentegen bleken zich weinig te verplaatsen.

Aantalsverloop binnen het winterseizoen 2008-2009

In het winterseizoen 2008-2009 zijn er, verspreid over twaalf telavonden, in totaal 378 waarnemingen van vleermuizen genoteerd van acht soorten. De aantallen vleermuizen in de groeve namen in de loop van het najaar toe (figuur 7): eind september was al de helft aanwezig. Het maximale aantal werd bereikt in januari. De vleermuizen verlieten daarna gaandeweg de groeve en halverwege mei waren ook de laatste vertrokken. Maar dit





Figuur 6. De waargenomen vleermuizen, weergegeven per soort, in de Voorberg en Jezuïetenberg op drie teldata in de winter van 2008-2009.

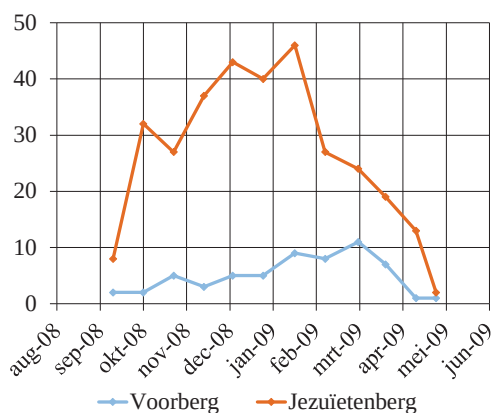
beeld blijkt in de beide groevedelen verschillend te liggen. De aantalstoename in de Voorberg verliep aanmerkelijk trager en duurde langer: de maximale aantallen werden pas in maart bereikt en begin april waren de vleermuizen daar al vertrokken.

Omdat ingekorven vleermuizen in de loop der jaren een grote aantalstoename hebben doorgemaakt en omdat ze alleen in de Jezuïetenberg worden gevonden is in figuur 8 het seizoensverloop van de ingekorven vleermuis weergegeven tegen dat van de overige soorten met een opsplitsing naar de beide groevedelen. De overige soorten blijken samen de Jezuïetenberg eerder in het voorjaar te verlaten dan de ingekorven vleermuizen. Verder is te zien dat de aantallen van de overige soorten in de Jezuïetenberg al in de eerste helft van februari afnemen, terwijl die in de Voorberg nog toenemen en pas na begin maart afnemen. Mogelijk is de aantalstoename van de overige soorten in

de Voorberg het gevolg van hun vertrek uit de Jezuïetenberg. Van de ingekorven vleermuizen is juist waargenomen dat deze het hele seizoen in de Jezuïetenberg blijven en van daaruit rond begin mei rechtstreeks de groeve verlaten. Tenslotte is vastgesteld dat de vleermuizen zich in de loop van het seizoen richting ingang verplaatsen. Dit proces van interne migratie is eerder beschreven door Daan (1973), die dit verschijnsel onderzocht in de Geulhemergroeve bij Berg en Terblijt.

Conclusie

Tussen 1987 en 2020 werden tellingen van overwinterende vleermuizen verricht in het complex Voorberg-Jezuïetenberg. De aantallen overwinterende vleermuizen zijn tussen 1987 en 2020 toegenomen. Echter de toename is vooral te danken aan de ingekorven vleer-

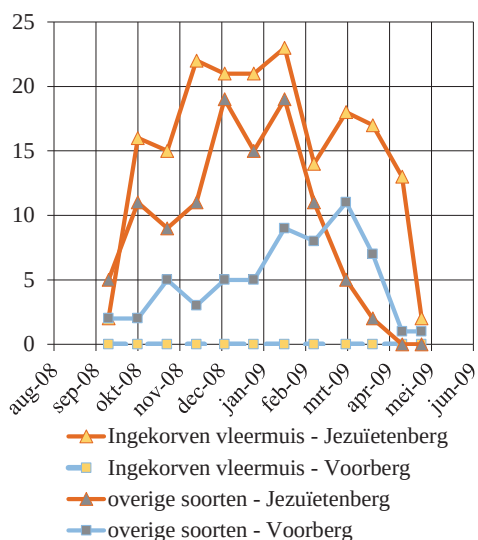


Figuur 7. Verloop van het aantal vleermuizen in het complex Voorberg-Jezuietenberg in het winterseizoen 2008-2009.

muis. De andere soorten bleken, met fluctuaties, gemiddeld genomen ongeveer gelijk te zijn gebleven. Van ingekorven vleermuizen is bekend dat die in meerdere groeven toenemen, dus wat er in de Voorberg-Jezuietenberg gebeurt is daarmee in overeenstemming. De Voorberg ligt dicht bij de toegang voor vleermuizen dan de Jezuietenberg. Dit betekent dat weersinvloeden van buiten eerder te merken zijn in de Voorberg dan in de Jezuietenberg. Dat is terug te zien in de interne verspreiding van de soorten: de ingekorven vleermuizen overwinteren vooral achterin de groeve. Watervleermuizen, baardvleermuizen en franjestaarten overwinteren door de hele groeve heen, maar met een voorkeur voor de Voorberg.

In het overwinteringsseizoen 2008-2009 is met driewekelijkse tellingen het seizoenverloop van de aantallen vleermuizen en hun verspreiding gevolgd. Door hangplaatsen van soorten in het verloop van het seizoen te volgen, is duidelijk geworden dat de overwintering niet een proces is waarbij vleermuizen steeds op eenzelfde plek blijven hangen, maar dat het een dynamischer gebeuren is. Ze verhuizen intern regelmatig en de mate waarin dat gebeurt varieert per soort.

Het aantalsverloop gedurende het seizoen maakt duidelijk dat ingekorven vleermuizen



Figuur 8. Verloop van het aantal ingekorven vleermuizen en van de overige soorten in het complex Voorberg-Jezuietenberg in het winterseizoen 2008-2009.

lang in hun overwinteringsverblijf bleven: van eind september tot begin mei. De andere soorten bleven er veel korter: van eind september tot eind maart/begin april.

Dankwoord: Een woord van dank gaat uit naar de Stichting Jezuietenberg voor hun jarenlange gastvrijheid. De Zoogdiervereeniging voor de mogelijkheden van het volgen van diverse cursussen om winterslapende vleermuizen te herkennen. John Hageman, voor het delen van de informatie uit het migratieonderzoek in de periode 2008-2009. De telgroep NHGL voor de deelname aan de tellingen. Dean Schins voor het maken van Vector-kaarten. Hans Weinreich voor het assisteren bij de samenstelling van dit artikel.

Literatuur

- Beckers, G. 2021. Tellingverslagen overwinterende vleermuizen 1986 – 2020 NHGL Interne rapportage mei 2021.
- Daan, S. 1973. Activiteit en lethargie van winterslapende zoogdieren: twee studies over oecologische en fysiologische aspecten van de wisseling tussen normothermie en hypothermie bij vleermuizen en

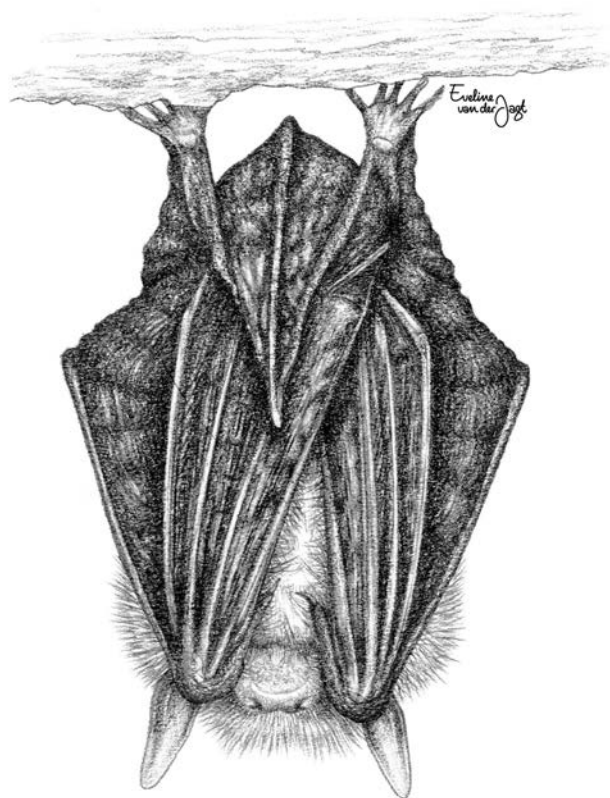
slaapmuizen. Proefschrift. Brill, Leiden, Nederland.

Hageman, J. 2015. Vleermuis-migratie onderzoek in de Boschberg en de Jezuïetenberg 2008 -2009. SOK info 167. Stichting Onderaardse Kalkgroeven, Maastricht, Nederland.

Walschot, L. 2021. Mergel Gebroken. Een inventarisatie van ondergrondse kalksteengroeven in Nederland.

Ontvangen: 9 december 2021

Geaccepteerd: 1 juli 2022



Trends van overwinterende vleermuizen in kleine kunstmatige winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg en hun populatiedynamica verklaard door klimatologische omstandigheden

Joris J.F. Verhees¹, Jan C. Buys, Paul H. van Hoof, Henk W.G. Heijligers & Willem F. de Boer¹

¹ Wildlife Ecology and Conservation Group, Wageningen University, Droevendaalsesteeg 3a, 6708 PB Wageningen, Nederland, e-mail: jjf.verhees@hotmail.com

Samenvatting: Het gebruik van winterverblijfplaatsen door vleermuizen hangt af van verschillende biologische en fysiologische factoren, microklimatologische omstandigheden en soortspecifieke vereisten. Om succesvol te overwinteren is het efficiënt gebruik van opgeslagen vetreserves cruciaal. Klimaatverandering kan het microklimaat van winterverblijfplaatsen aantasten, stimuleert het ontwaken van vleermuizen in winterslaap en veroorzaakt verschuivingen in het gebruik van typen winterverblijfplaatsen. Om vleermuizen efficiënter te kunnen beschermen is het noodzakelijk om deze effecten beter te begrijpen. In de periode 1986–2020 hebben we jaarlijks overwinterende vleermuizen gemonitord in 18 kleine (gemiddeld 70 m³), kunstmatige winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg, hebben we trends berekend, en vervolgens populatiedynamieken geanalyseerd. In deze winterverblijfplaatsen namen watervleermuizen (*Myotis daubentonii*) en franjestaarten (*M. nattereri*) significant toe met een gemiddelde groei van respectievelijk 5,8% en 11,8% per jaar. De trend van gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) bleef stabiel gedurende de gehele studieperiode. Populatie-dynamische schommelingen van deze soorten konden het beste worden verklaard door klimatologische factoren in termen van de strengheid van winters. Bij franjestaarten en gewone grootoorvleermuizen vertoonden de jaarlijkse populatiegroei een positieve correlatie met het aantal ijsdagen (maximum dagtemperatuur van 0 °C) per winter, maar bij watervleermuizen was dat niet het geval. Voor alle drie de soorten geldt dat temperatuurschommelingen tijdens de winters niet significant van invloed was op de populatiedynamiek. Onze resultaten tonen aan dat de populatietoename van overwinterende franjestaarten en gewone grootoorvleermuizen hoger is tijdens strengere winters. Tijdens relatief zachte winters waren franjestaarten, maar met name gewone grootoorvleermuizen, juist minder talrijk aanwezig in de gemonitorde winterverblijfplaatsen. Aangezien toekomstige winters naar verwachting warmer zullen worden door klimaatverandering, selecteren deze soorten waarschijnlijk andere typen verblijfplaatsen ten behoeve van de overwintering, zoals boomholtes. De beschikbaarheid van verschillende typen winterverblijfplaatsen die tezamen een grote diversiteit aan microklimatologische omstandigheden bieden gedurende de winter zou dan ook kunnen bijdragen aan een betere bescherming van deze vleermuissoorten.

Trefwoorden: Chiroptera, hibernacula, klimaatverandering, populatiedynamica, populatiegroei, thermoregulatie, torpor, TRIM, winterslaap.

Introductie

Vleermuissoorten verschillen in hun strategie om de winter, een periode van lage temperaturen en geringe voedselbeschikbaarheid, te overbruggen. Voor vleermuizen in de gematigde zone is het een gebruikelijke strategie om in lethargie te gaan, een toestand die gekenmerkt wordt door een verlaagde lichaamstemperatuur en een verminderde stofwisseling (Geiser et al. 2004). In de gematigde zone in Europa komen voornamelijk insectenetende vleermuizen voor en gaan alle soorten in winterslaap; in deze periode overleven ze enkel op opgeslagen vetreserves, omdat hun voornaamste voedselbron grotendeels niet beschikbaar is. Om deze vetreserves efficiënt te gebruiken, overwinteren vleermuizen in de gematigde zone op locaties die minder zijn blootgesteld aan barre winterse omstandigheden, zoals in boomholten, bunkers, forten, grotten en kelders (Dietz & Kiefer 2016). Het selecteren van geschikte overwinteringsplaatsen en het gebruik ervan verschilt tussen vleermuissoorten (Altringham 2011) en is afhankelijk van verschillende factoren zoals seizoen (Ransome 1990), microklimatologische omstandigheden (de Boer et al. 2013) en de omgevingstemperatuur (De Bruyn et al. 2021). Het houden van een winterslaap is geen onafgebroken proces; het ontwaken van bijvoorbeeld de grote hoefijzerneus (*Rhinolophus ferrumequinum*) is gesynchroniseerd met de schemering (Park et al. 2000) en is afhankelijk van de omgevingstemperatuur (Ransome 1971). Bovendien is het ontwaken afhankelijk van de lichaamsconditie van een vleermuis (Boyles et al. 2007) en kan ontwaken worden opgewekt ten behoeve van fysiologische processen zoals drinken, urineren en voor de voortplanting, maar het kan ook spontaan gebeuren (Altringham 2011). Vleermuizen die ontwaken gedurende de winterslaapperiode verhuizen vaak naar andere delen van een verblijf of -minder vaak- tussen winterverblijfplaatsen (Daan 1973). Het ontwaken uit een diepe winterslaap en de daaropvolgende verplaatsingen zijn kostbaar voor

een vleermuis: het vraagt namelijk veel energie (Currie et al. 2015). Dit geldt in het bijzonder wanneer het ontwaken wordt veroorzaakt door verstoring, zoals menselijke activiteiten (Speakman et al. 1991).

Onder de huidige voorspelde klimaatverandering zullen de winters naar verwachting milder worden met hogere temperaturen en minder vorstdagen (IPCC 2021). Vleermuissoorten die een voorkeur hebben om bij lage temperaturen te overwinteren, zoals de mopsvleermuis (*Barbastella barbastellus*) en de gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*), zullen naar verwachting sterk afnemen in hun verspreidingsgebied (Rebelo et al. 2010). Bij mopsvleermuizen hebben recentelijk warmere winters reeds geleid tot een verschuiving in het gebruik van winterverblijfplaatsen, aangezien deze soort tegenwoordig koudere (Gottfried et al. 2020) en stabielere verblijven selecteert (De Bruyn et al. 2021). Ondanks deze adaptatie wordt verwacht dat veranderende winterse omstandigheden als gevolg van klimaatverandering invloed hebben op de geschiktheid van overwinteringsgebieden voor vleermuizen (Humphries et al. 2002) en daarbij de microklimatologische omstandigheden in winterverblijfplaatsen kan aantasten (Rebelo et al. 2010). Aangezien in de gematigde zone het houden van een winterslaap door vleermuizen nauw samenhangt met de voortplantingscyclus (Racey & Entwistle 2000), zal klimaatverandering naar verwachting invloed hebben op het reproductiesucces (Jones et al. 2009) en de overlevingskansen gedurende de overwintering (Pryde et al. 2005). Omdat temperatuur een van de belangrijkste drijfveren is voor de energiebehoefte van heterotherme vleermuizen in de winter (Humphries et al. 2002), kunnen ook toenemende temperatuurschommelingen een passieve opwarming vergemakkelijken en daardoor resulteren in een energetisch kostbare ontwakking gedurende de winterslaap (Geiser et al. 2004). De invloed van klimaatverandering op de patronen en perioden van winterslaap bij vleermuizen is echter complex (Sherwin et al. 2012) en hierover bestaat thans

nog veel onduidelijkheid. Het beter begrijpen van de effecten van klimaatverandering op de populatiegroottes van vleermuissoorten en het gebruik van zowel verblijf- als soortspecifieke overwinteringsvereisten is daarom dringend nodig (Staswki et al. 2014).

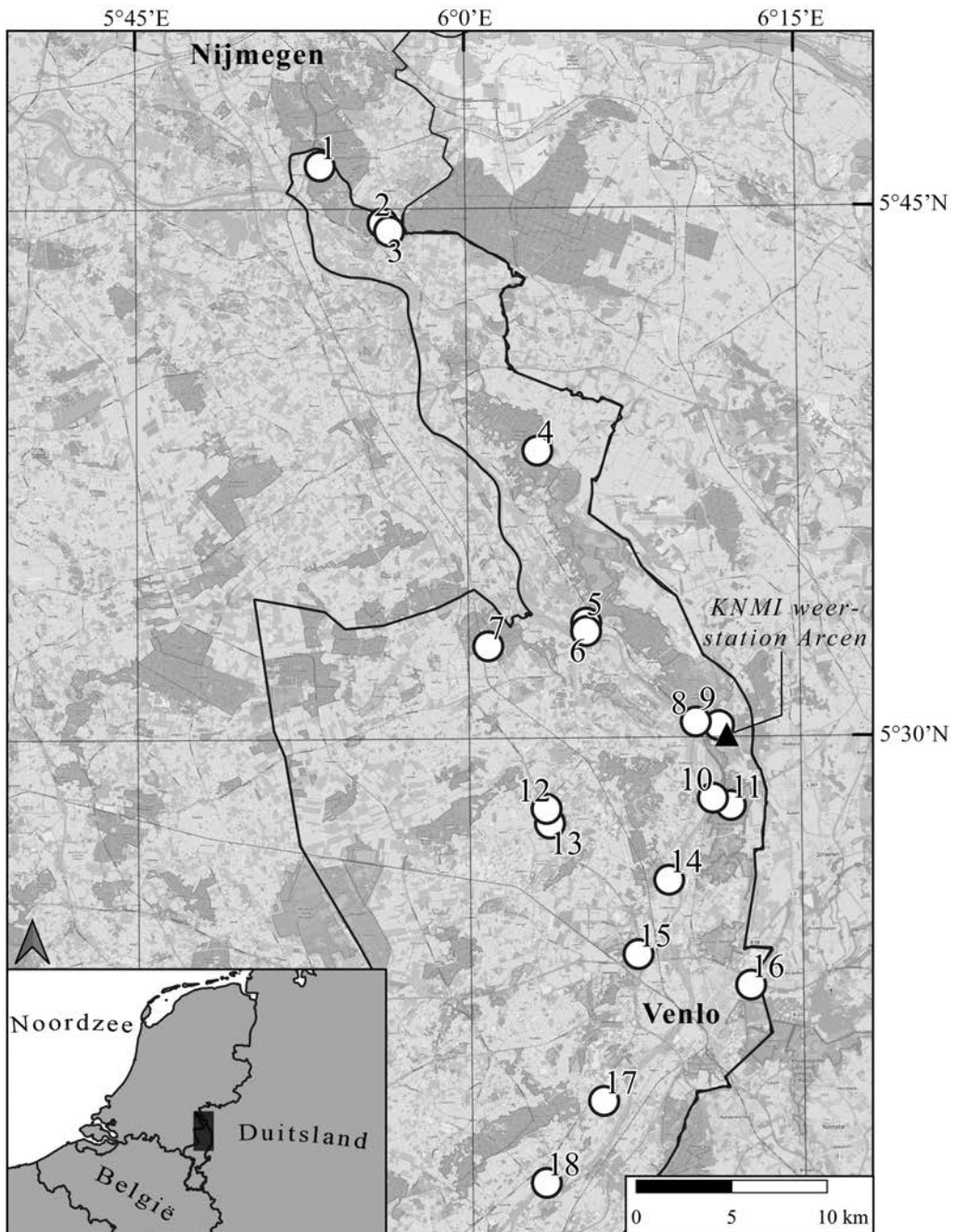
Wij verwachten dat de jaarlijkse populatiegroei van vleermuizen die in kleine kunstmatige verblijfplaatsen overwinteren afhankelijk is van winterse klimatologische omstandigheden. Hierbij definiëren we *populatiegroei* als de jaarlijkse verandering in het totale aantal overwinterende vleermuizen in deze verblijfplaatsen en gaan er vanuit dat deze veranderingen enkel het gevolg zijn van winterse klimatologische omstandigheden. Demografische schommelingen, zoals veranderingen in geboorte- of sterftcijfers, konden niet worden gekwantificeerd, omdat we geen informatie hadden over het aantal vleermuizen buiten de winterverblijfplaatsen. Wij veronderstellen dat de populatiegroei van overwinterende vleermuizen toeneemt tijdens strenge winters, zoals bijvoorbeeld is vastgesteld bij de kleine hoefijzerneus (*R. hipposideros*) in één groot winterverblijf (Martínková et al. 2020). Koudeminnende vleermuissoorten die overwinteren in meer aan het buitenklimaat blootgestelde verblijfplaatsen, zoals de mopsvleermuis (Gottfried et al. 2020) en de gewone grootoorvleermuis (Altringham 2011), zullen naar verwachting uitwijken naar winterverblijfplaatsen met een stabiel binnenklimaat tijdens strenge winters (Swift 1998, De Bruyn et al. 2021). Daarentegen zijn winterverblijfplaatsen door mildere winters meer onderhevig aan opwarming, en aangezien het houden van een winterslaap bij hogere temperaturen meer energie kost (Boyles et al. 2007, Geiser et al. 2014), wordt verwacht dat dit de populatiegroei negatief beïnvloedt. Bovendien wordt verondersteld dat de populatiegroei afneemt tijdens winters die onderhevig zijn aan grotere temperatuurschommelingen, omdat dit activiteit tijdens de winterslaap verhoogt door een verhoogde frequentie van ontwaken (Berková & Zúkal 2010). We verwachten dat vleermuizen, na ontwaken ver-

oorzaakt door temperatuurschommelingen, en afhankelijk van omgevingstemperatuur en seizoen, zich verplaatsen naar andere typen winterverblijfplaatsen om hiervoor te compenseren (Ransome 1971), en dat dit leidt tot een negatieve populatiegroei. Aangezien de gewone grootoorvleermuis, in vergelijking met twee andere gemonitorde soorten uit het geslacht *Myotis*, meer koudeminnend is (Swift 1998), bediscussiëren we dat de onderzochte winterverblijfplaatsen in de nabije toekomst minder geschikt raken en dat andere beschikbare typen winterverblijfplaatsen belangrijker worden voor de gewone grootoorvleermuis. Om deze hypothesen te testen analyseerden we een 35-jarige database van vleermuizen die overwinteren in kleine kunstmatige winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg, in de periode 1986–2020.

Materiaal en methode

Onderzoeksgebied

Monitoring in verblijfplaatsen van vleermuizen waarbij het aantal overwinterende individuen wordt geteld is een betrouwbare methode waarmee populatietrends van soorten en hun staat van instandhouding kunnen worden bepaald (van der Meij et al. 2015). In Nederland hebben jaarlijkse inventarisaties van winterverblijfplaatsen gere-sulteerd in langlopende datasets (Weinreich & Oude Voshaar 1992, Dijkstra et al. 2006). Dit geldt in het bijzonder voor de monitoring van vleermuizen in de mergelgroeven in Zuid-Limburg, die reeds meer dan 80 jaar wordt uitgevoerd (Daan 1980, Akkermans et al. 2016, Weinreich & Verheggen 2022, in dit nummer). Naast deze mergelgroeven zijn er verspreid in de provincie Limburg nog ongeveer 60 winterverblijfplaatsen bekend van een ander type (Verboom 2006). De monitoring van 18 van deze overwinteringslocaties, die alle in het noorden van de provincie Limburg liggen (figuur 1), wordt sinds 1986 jaarlijks



Figuur 1. Locaties van de 18 gemonitorde winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg en het weerstation van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) in Arcen (driehoek). De zwarte lijn geeft de provincie Limburg weer. Voor nummers van verblijfplaatsen: zie tabel 1.

Tabel 1. Karakteristieken van de winterverblijfplaatsen (type verblijf, volume en aantal ruimten), het jaar dat de verblijfplaats voor het eerst toegankelijk is voor vleermuizen, het startjaar van de monitoring en het aantal jaren dat de monitoring heeft plaatsgevonden. Nummers van verblijfplaatsen corresponderen met deze in figuur 1.

Nr.	Naam winterverblijfplaats	Type verblijf	Volume (m ³)	Aantal ruimten	Toegankelijk voor vleermuizen sinds	Gemonitord sinds	Aantal jaren gemonitord
1	Wildkelder Bethanië	Kelder	30	1	<1986	1992	29
2	Ijskelder Sint-Jansberg	Kelder	20	1	<1986	1986	34
3	Waterkelder Sint-Jansberg	Kelder	5	1	<1986	1991	30
4	Ruïne Bleijenbeek	Kelder	125	4	<1986	1986	34
5	Kruitkelder kasteel Well	Kelder	100	1	<1986	1988	33
6	Tunnel kasteel Well	Kelder	20	1	<1986	1989	32
7	Waterreservoir Boshuizerbergen	Water-reservoir	5000	1	2017	2017	4
8	Keldertje De Hamert	Kelder	10	1	<1986	1987	15
9	Vleermuiskelder Walbeckerheide	Kelder	20	1	2017	2017	4
10	Keldertje Oranjerie Arcen	Kelder	300	1	<1986	1988	30
11	Ijskelder Arcen	Kelder	20	1	<1986	1987	34
12	Kasteel Huys ter Horst	Kelder	250	5	<1986	1986	34
13	Vleermuiskelder A73 Horst	Kelder	40	1	1996	1996	24
14	Bakoven Kaldenbroek	Bakoven	15	1	<1986	1986	32
15	Vleermuiskelder A73 Zaarderheiken	Kelder	40	1	1996	1996	25
16	Bunkertje Herungerberg III	Bunker	20	1	<1986	1987	11
17	Kelder kasteel d'Erp Baarlo ^a	Kelder	20	1	<1986	1986	7
18	Kelder kasteel Keverborg Kessel ^b	Kelder	50	5	<1986	1986	8

^aToegankelijk voor vleermuizen tot 2005.

^bToegankelijk voor vleermuizen tot 1994.

uitgevoerd (Buys 1991). Dit heeft geresulteerd in een grote dataset met jaarlijkse aantallen vleermuizen die in kleine winterverblijfplaatsen overwinteren. De 18 onderzochte overwinteringslocaties bestaan voornamelijk uit relatief kleine, en uit één ruimte bestaande kelders ($n=15$) met een gemiddelde volume van 70 (sd $\pm$ 90) m³. Andere onderzochte typen overwinteringslocaties zijn één voormalige bakoven, één bunker, en één waterreservoir (tabel 1). Het menselijk gebruik van de locaties verschilt; sommige vervullen enkel een functie voor vleermuizen terwijl andere verblijfplaatsen delen van het jaar in gebruik zijn voor recreatieve doeleinden (bijv. Verhees

et al. 2019). De onderzochte winterverblijfplaatsen zijn omgeven door een landschap dat voornamelijk bestaat uit landbouwgronden, versnipperde bossen en verspreid gelegen dorpen (Schmitz 2010).

Data verzameling

Alle winterverblijfplaatsen zijn nagenoeg jaarlijks onderzocht vanaf 1986, of later vanaf het jaar waarin een verblijfplaats beschikbaar werd voor vleermuizen (tabel 1). De inventarisaties vonden jaarlijks plaats tussen 25 december en 13 februari. Vanaf 1992 is de monitoring

meer gestandaardiseerd uitgevoerd door jaarlijks alle locaties gedurende één dag in januari te monitoren door dezelfde personen. Tijdens elke telling zijn winterverblijfplaatsen systematisch doorzocht op de aanwezigheid van overwinterende vleermuizen. Hierbij zijn de vleermuizen in winterslaap, van afstand en zonder deze te hanteren, gedetermineerd. Wanneer onvoldoende kenmerken werden waargenomen of wanneer de waarnemers het niet unaniem eens werden, dan zijn de vleermuizen als ‘soort onbekend’ genoteerd. Er werd geen onderscheid gemaakt tussen Brandts vleermuis (*M. brandtii*) en de baardvleermuis (*M. mystacinus*), omdat determinatie tot op soortniveau niet mogelijk is zonder hantering (Dietz & Kiefer 2016). De inventarisaties zijn uitgevoerd in het kader van een landelijk monitoringsprogramma (NEM) (La Haye et al. 2020) en onder verstrekking van een jaarlijkse vergunning door de Zoogdiervereniging.

Trendanalyse van overwinterende vleermuizen

Onze dataset bevat tellingen van overwinterende vleermuizen op 18 locaties over een periode van 35 jaar (1986–2020). Veranderingen in aantallen overwinterende vleermuizen gedurende deze periode zijn geanalyseerd met *rtrim* v2.1.1 (Bogaart et al. 2020). Dit pakket is een implementatie van de software TRIM (Trends and Indices for Monitoring Data), oorspronkelijk ontwikkeld om temporele variatie in monitoringgegevens te analyseren (Pannekoek & van Strien 2005). Met behulp van loglineaire Poisson-regressie schat *rtrim* de populatietrends op basis van onvolledige telgegevens (slechts 11,2% van de gegevens, d.w.z. combinaties van locaties en jaren ontbraken). De analyses zijn uitgevoerd met ‘model 2’, ervan uitgaande dat populaties variëren tussen locaties maar overal een vergelijkbare groei vertonen (Bogaart et al. 2020). Modellen zijn toegepast met een stapsgewijze selectie van breekpunten en met een correctie voor zowel overdispersie

als seriële correlatie. De trend van de gewone grootoorvleermuis werd verbeterd door een binaire covariaat toe te voegen voor verblijfplaatsen die uit één ruimte bestaan of voor relatief grote locaties ($>50 \text{ m}^3$) die uit meerdere afzonderlijke ruimtes bestaan. Door het ontbreken van positieve tellingen in enkele locatie/jaar combinaties, kon deze covariaat niet worden meegenomen om trends van franje-staarten en watervleermuizen te modelleren. Voor andere vleermuissoorten konden geen trends worden berekend vanwege de lage aantallen. De berekende trends zijn ingedeeld in één van de zes mogelijke categorieën, afhankelijk van het jaarlijkse veranderingspercentage. Een jaarlijkse significante verandering van $>5\%$ staat voor een sterke toe- of afname; $<5\%$ voor een matige toe- of afname, en niet-significante veranderingen van $<5\%$ worden beschouwd als stabiel (Bogaart et al. 2020). Alle andere gevallen zijn geclassificeerd als een onzekere trend.

Klimatologische data

Temperatuurgegevens van 1990–2020 zijn verkregen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) in Arcen (WGS coördinaten 51.501, 6.191), gelegen op een gemiddelde afstand van 14,6 (sd $\pm$ 10,8) km tot de winterverblijfplaatsen. Het daggemiddelde en de minimum- en maximumtemperatuur zijn bepaald op basis van 24-uursmetingen (KNMI 2021). Aangezien dit station operationeel is sinds 1990, waren er geen temperatuurgegevens beschikbaar gedurende de eerste vier jaar van de studieperiode (1986–1989). Als maat voor de strengheid van winters zijn op basis van de temperatuurgegevens vier parameters berekend tussen 1 november en de jaarlijkse teldatum, gemiddeld na 76 (sd $\pm$ 7,5) dagen. Deze parameters zijn: 1. Gemiddelde wintertemperatuur. 2. Gemiddelde minimum wintertemperatuur. 3. Aantal vorstdagen (dagen met een minimumtemperatuur onder 0°C). 4. Het aantal ijsdagen (dagen met een maximumtempera-

tuur onder 0 °C). Als vijfde parameter werd de standaarddeviatie (sd) van de dagelijkse gemiddelde wintertemperatuur berekend als maat voor de temperatuurschommeling.

Effecten op soortspecifieke populatiegroei

Om de populatiedynamiek te analyseren is de jaarlijkse populatiegroei per soort berekend op basis van de vergelijking: $\lambda = (N_{t+1} - N_t) / N_t * 100$, waarbij 'N' staat voor de populatiegrootte in jaar 't'. Vervolgens werd λ opgenomen als responsvariabele in General Linear Models (GLM's). Aangezien alle parameters voor de strengheid van winters onderling sterk correleerde (Pearson's r (29) >0,823; $P < 0,001$), werd slechts één van elk als verklarende variabele opgenomen, samen met de sd van de gemiddelde wintertemperatuur. Een interactie tussen de parameter voor de strengheid van winters en de sd van de gemiddelde wintertemperatuur werd eveneens opgenomen. Vóór de analyse werden alle verklarende variabelen log+1 getransformeerd. De modelselectie vond plaats op basis van Akaike's Information Criterion (AIC), waarbij modellen significant beter werden geacht met een AIC-waarde van twee of meer eenheden lager. Alle analyses zijn uitgevoerd in R v4.0.3 (R Core Team 2020).

Soortensamenstelling

Om verschuivingen in de soortensamenstelling van overwinterende vleermuizen tussen verblijfplaatsen weer te geven gedurende de studieperiode zijn twee principale componenten analyses (PCA) uitgevoerd. Op basis van het splitsen van de dataset in twee ongeveer gelijke periodes, werd het gemiddelde aantal overwinterende vleermuizen per locatie en per soort van 1986–2004 gebruikt als responsvariabele voor de eerste PCA, terwijl de tweede PCA deze gegevens gebruikte voor de periode 2005–2020. In de berekening van het gemiddeld aantal overwinterende vleermui-

zen per verblijf werden alleen de jaren dat het toegankelijk was voor vleermuizen meegenomen. In het geval van ontbrekende gegevens werden de geïmputeerde waarden, berekend met *rtrim*, gebruikt voor dat jaar. Vóór de analyse werd een log+1 transformatie toegepast op de responsvariabelen, werden de soorten gecentreerd en gestandaardiseerd, en werden de plots gestandaardiseerd naar norm. Beide PCA's zijn uitgevoerd met Canoco5 v5.12 (ter Braak & Šmilauer 2018).

Resultaten

Algemene resultaten en trends

Gedurende de studieperiode van 35 jaar (1986–2020) werden in 17 van de 18 gemonitorde verblijven (94,4%; bijlage tabel S1¹) overwinterende vleermuizen aangetroffen. In totaal werden 2372 vleermuiswaarnemingen verricht, verdeeld over vijf soorten en één verzamelsoort (Brandts/baardvleermuis). In afnemende volgorde van aantal waarnemingen waren dit: franjestaart ($n=920$), gewone grootoorvleermuis ($n=818$), watervleermuis ($n=561$), Brandts/baardvleermuis ($n=3$), grijze grootoorvleermuis (*P. austriacus*; $n=2$) en laatvlieger (*Eptesicus serotinus*; $n=1$). Vijfenzestig keer werd een vleermuiswaarneming genoteerd als 'soort onbekend', en twee keer als *Plecotus* sp. (bijlage tabel S1¹). Het totale aantal overwinterende vleermuizen per jaar varieerde tussen 13–138 individuen, waarbij de grote spreiding veroorzaakt wordt door een relatief recente toename van watervleermuizen (figuur 2a) en franjestaarten (figuur 2b). In de periode 1986–2020 vertoonde de algemene trend van de watervleermuis een significante gematigde toename met een gemiddelde groei van 5,8% per jaar (tabel 2). Watervleermuizen werden waargenomen in de helft van alle winterverblijfplaatsen, waar-

¹ <https://www.zoogdiervereniging.nl/publicaties/2022/lutra-65-1-2022>

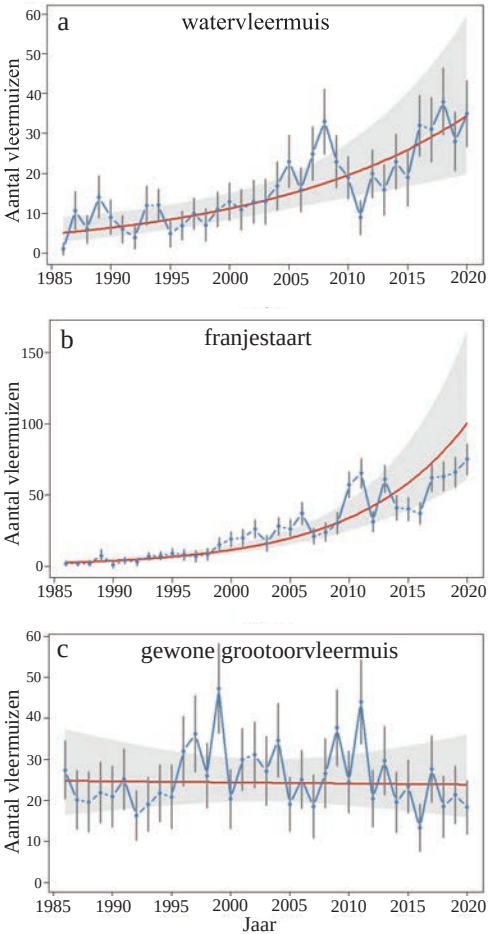
Tabel 2. Schatting van de vermenigvuldigingsfactor van de trendhellingsgraad en standaardfouten ($\pm$ S.E.) van het aantal overwinterende watervleermuizen, franjestaarten en gewone grootoorvleermuizen in Noord-Limburg in de periode 1986–2020. De waarde van de trendhellingsgraad weergeeft de gemiddelde jaarlijkse verandering, bijvoorbeeld een waarde van 0,997 impliceert een gemiddelde afname van 0,3% terwijl een waarde van 1,118 een gemiddelde toename betekent van 11,8%. Classificaties van trends zijn gebaseerd op Bogaart et al. (2020).

Soort	Vermenigvuldigingsfactor trendhellingsgraad	$\pm$ S.E.	Classificatie trend	AIC
Watervleermuis	1,058	0,016	Matige toename ($P<0,001$)	-12,20
Franjestaart	1,118	0,018	Sterke toename ($P<0,001$)	-133,84
Gewone grootoorvleermuis	0,997	0,009	Stabiel ($P=0,782$)	2,63

van 44,4% vanaf 2000 werd bezet (bijlage tabel S1¹). De trend van de franjestaart nam significant sterk toe met gemiddeld 11,8% per jaar (tabel 2). Ook deze soort werd op de helft van alle locaties aangetroffen (bijlage tabel S1¹). De gewone grootoorvleermuis werd in de meeste winterverblijfplaatsen waargenomen, in totaal in 17 van alle onderzochte locaties (bijlage tabel S1¹). De trend van de gewone grootoorvleermuis werd als stabiel geclassificeerd, maar over de gehele studieperiode nam deze soort met gemiddeld 0,25% per jaar licht af (figuur 2c; tabel 2).

Klimatologische omstandigheden en soortspecifieke populatiegroei

Bij watervleermuizen werd geen verband vastgesteld tussen de jaarlijkse populatiegroei en elk van de vier parameters voor de strengheid van winters, de sd van de gemiddelde wintertemperatuur, noch hun interactie (tabel 3). Het model met de laagste AIC betreft deze met het aantal vorstdagen, maar dit correleerde niet significant met de populatiegroei (GLM, $t=-1,423$, $P=0,166$; figuur 3a). Bij franjestaarten werd een significante en positieve correlatie vastgesteld tussen de jaarlijkse populatiegroei en het aantal ijsdagen (GLM, $t=2,435$, $P<0,05$; figuur 3b), maar niet wanneer de sd van de gemiddelde wintertemperatuur of hun interactie werden meegerekend. De jaarlijkse populatiegroei van de gewone grootoorvleermuis correleerde significant met alle vier de parameters voor de strengheid van de winter. Het model



Figuur 2. Trends van overwinterende watervleermuizen (a), franjestaarten (b) en gewone grootoorvleermuizen (c) in de periode 1986–2020. Verticale lijnen geven de $\pm$ standaardfouten weer en het grijze vlak de 95% betrouwbaarheidsintervallen. Let op de verschillen in y-assen.

Tabel 3. Definitieve parameters, coëfficiënten plus standaardfouten ($\pm$ S.E) en daarbij behorende *t*-, *P*- en AIC-waarden van de soortspecifieke modellen met jaarlijkse populatiegroei in relatie tot klimatologische omstandigheden. *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$.

Soort	Parameters model	Coëfficiënten $\pm$ S.E.		<i>t</i> -waarde	<i>P</i> -waarde	AIC
Watervleermuis	Intercept	107,19	62,47	1,716	0,079	350,18
	Aantal vorstdagen (log+1 getransformeerd)	-28,39	19,95	-1,423	0,166	
Franjestaart	Intercept	-27,47	24,26	-1,133	0,267	350,13
	Aantal ijsdagen (log+1 getransformeerd)	26,0	10,68	2,435	0,021*	
Gewone groot- oorvleermuis	Intercept	-29,907	13,864	-2,516	0,039*	315,45
	Aantal ijsdagen (log+1 getransformeerd)	18,894	6,102	3,096	0,004**	

met de laagste AIC betreft deze met het aantal ijsdagen en correleerde significant en positief met de jaarlijkse populatiegroei (GLM, $t=3.096$, $P<0.01$; figuur 3c). Geen enkele parameter correleerde significant met de jaarlijkse populatiegroei wanneer de sd van de gemiddelde wintertemperatuur of hun interactie in deze modellen werden meegerekend. De jaarlijkse populatiegroei van vleermuizen die overwinteren in de gemonitorde winterverblijfplaatsen wordt dus niet significant beïnvloed door temperatuurschommelingen.

Verschuivingen in soortensamenstellingen

De PCA van de soortensamenstelling in de eerste studieperiode (1986–2004) was vergelijkbaar met die van 2005–2020 (figuur 4). Op één na werden alle toegankelijke winterverblijfplaatsen gebruikt door de gewone grootoorvleermuis, en in zes verblijven was dit de enige aanwezige soort. Vandaar dat de gewone grootoorvleermuis het sterkst correleert met de eerste as. In de eerste periode bedroeg de totale verklaarde variatie door de PCA 42,0%. De eerste PCA-as verklaarde 81,0% van die variatie, de tweede as 17,8%. In de periode 2005–2020 werden meer verblijven gebruikt door zowel franjestaarten als watervleermuizen (figuur 4). In winterverblijfplaatsen waar deze soorten reeds aanwezig waren, namen hun aantallen toe en werden locaties

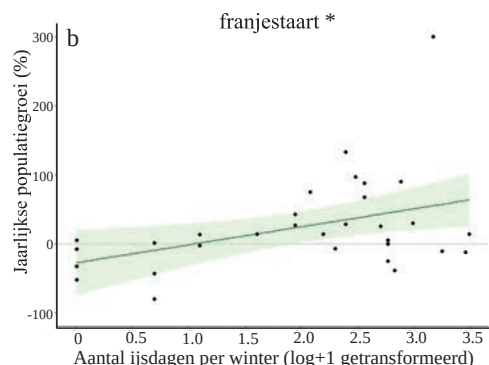
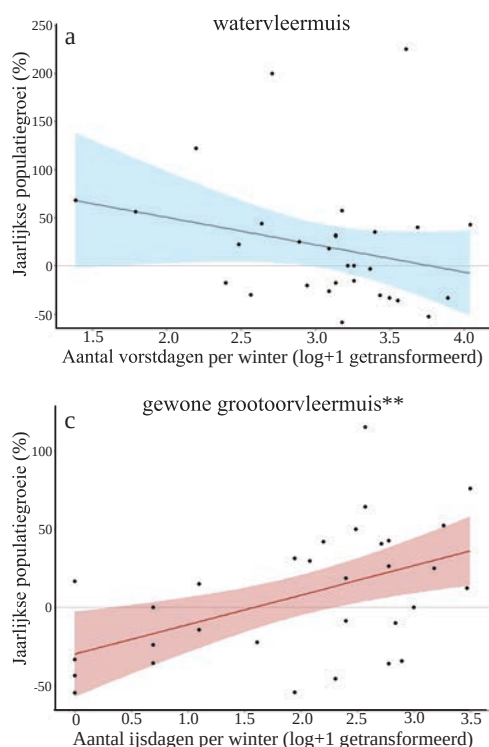
relatief belangrijker voor deze soorten, terwijl de abundantie van de gewone grootoorvleermuis ongeveer gelijk bleef. De totale variatie in de PCA in de periode 2005–2020 bedroeg 28,97%, waarbij de eerste as 81,9% van die variatie verklaarde en de tweede as 17,4%.

Conclusie en discussie

Algemeen

Om langetermijntrends en de populatiedynamica van vleermuizen te analyseren, onderzochten we 18 kunstmatige winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg door het jaarlijks tellen van individuele overwinterende vleermuizen in de periode 1986–2020. Hoewel deze methode veel wordt toegepast om overwinterende vleermuizen te monitoren (Haysom et al. 2013), is dit ook onderhevig aan vertekening omdat onderschattingen vaak voorkomen (Kugelschafter 2009). We verwachten echter dat afwijkingen van het daadwerkelijke aantal overwinterende vleermuizen tijdens ons onderzoek klein of zelfs verwaarloosbaar zijn. Hoewel trends van overwinterende vleermuizen kunnen afwijken van die in de zomer (La Haye et al. 2020), gaan we er vanuit dat onze schattingen representatief zijn voor de regionale populatietrends van de franjestaart, gewone grootoorvleermuis en watervleermuis in Noord-Limburg.

In de onderzochte winterverblijfplaatsen



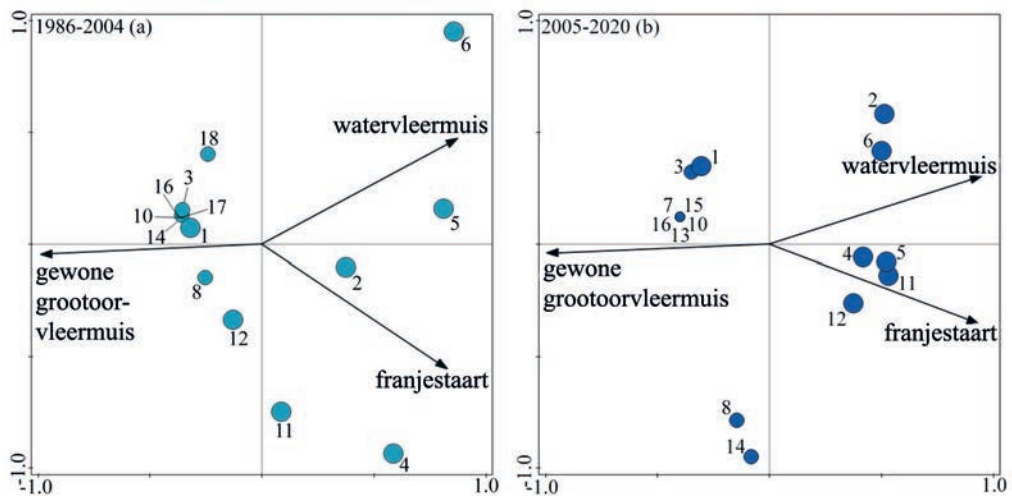
Figuur 3. Weergave van de relatie tussen de jaarlijkse populatiegroei van watervleermuizen (a), franjestaarten (b) en gewone grootoorvleermuizen (c) en het aantal vorst- of ijsdagen per winter (log+1 getransformeerd). Let op de verschillen in assen. *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$.

overwinterden in totaal vijf verschillende vleermuissoorten en één verzamelsoort. De laatstgenoemde heeft betrekking op drie waarnemingen van Brandts/baardvleermuis. Hoewel deze verzamelsoort vaak gebruik maakt van vergelijkbare Nederlandse winterverblijfplaatsen die eenzelfde soortensamenstelling herbergen (La Haye & van der Meij 2022, in dit nummer), is het nagenoeg afwezig zijn ervan enigszins opmerkelijk. Ondanks het feit dat de habitat in de omgeving geschikt lijkt en de winterverblijfplaatsen tezamen een grote variatie aan microklimatologische omstandigheden herbergen, is het onduidelijk waarom Brandts/baardvleermuizen nauwelijks gebruik maken van de gemonitorde winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg.

Populatietrends

Onze bevindingen komen sterk overeen met eerder gepubliceerde trends van de franje-

staart, gewone grootoorvleermuis en watervleermuis in Midden- en West-Europa (Uhrin et al. 2010, Haysom et al. 2013, van der Meij et al. 2015, Bernard et al. 2019). In de periode 1986–2020 werden dezelfde algemene populatietrends van de franjestaart en watervleermuis ook in Nederland waargenomen (van der Meij et al. 2015). Ongeveer vanaf 2010 is de landelijke trend van de laatstgenoemde soort echter afgevlakt (La Haye et al. 2020) en wijkt daarmee af van de continue groeiende populatietrend van de watervleermuis in ons onderzoeksgebied. Ook de stabiele trend van de gewone grootoorvleermuis wijkt af van de over het algemeen toenemende trend in Nederland (La Haye et al. 2020), maar recentelijk vertoont deze soort ook landelijk een matige afname. De exacte oorzaken voor de waargenomen populatietoenames van de franjestaart en de watervleermuis zijn moeilijk te bepalen en worden waarschijnlijk door verschillende factoren beïnvloed. Verschillende vleermuissoorten, waaronder de franje-



Figuur 4. Visuele weergave van de twee PCA's voor de perioden 1986–2004 (a) en 2005–2020 (b). De stipgrootte geeft het aantal aanwezige soorten weer in het verblijf (1–3). Voor nummers van verblijfplaatsen: zie tabel 1.

staart zijn mogelijk nog herstellende van een dramatische achteruitgang tussen 1940–1980 (Daan 1980), een gevolg van negatieve effecten veroorzaakt door het intensief ringen van vleermuizen met ernstige verstoringen tijdens de winterslaap (Akkermans et al. 2016). Verder heeft het verbod op bepaalde bestrijdingsmiddelen en houtverduurzamingsmiddelen zeer waarschijnlijk bijgedragen aan populatieherstel vanaf deze periode en daarna voor verschillende vleermuissoorten in Nederland, zoals bij franjestaarten en watervleermuizen (Weinreich & Oude Voshaar 1992, Akkermans et al. 2016). Daarnaast is in Nederland en elders in Europa een plausibele theorie van Kokurewicz (1995) dat de toename van watervleermuizen een gevolg is van een hogere prooibeschikbaarheid, veroorzaakt door eutrofiëring van oppervlaktewateren. Boonman et al. (1998) stelden echter vast dat eutrofiëring juist de foerageermogelijkheden van deze soort kan verminderen, wat mogelijk resulteert in negatieve effecten op populatieontwikkelingen van watervleermuizen. Aangezien de huidige waterbeheerstrategieën gericht zijn op minder eutrofiëring van oppervlaktewateren door verbetering van de waterkwaliteit, is het onwaarschijnlijk dat dit

tegenwoordig nog een belangrijke factor is. Franjestaarten en watervleermuizen hebben waarschijnlijk ook geprofiteerd van een verbeterd bosbeheer, aangezien er een verschuiving plaatsvond van bossen die voornamelijk voor productie werden onderhouden naar meer natuurlijke bossen (Limpens et al. 1997). Een beheerstrategie gericht op oude bossen, een diverse samenstelling en structuur van het bos, het behoud van dode bomen en een overvloed aan boomholten en losse schors resulteert in geschiktere foerageermogelijkheden en meer verblijfplaatsen voor alle bosbewonende vleermuissoorten.

Tenslotte hebben zowel franjestaarten als watervleermuizen in ons onderzoeksgebied vermoedelijk ook geprofiteerd van optimalisatie van de winterverblijfplaatsen, zoals minimalisatie van menselijke verstoringen, verbeteringen van microklimatologische omstandigheden en toegenomen schuilmogelijkheden (o.a. Buys 1991, Verhees et al. 2019). Een combinatie van deze factoren vergrootte waarschijnlijk het aanbod aan geschikte winterverblijfplaatsen tijdens de studieperiode en het gebruik ervan, en droeg daardoor bij aan de populatiegroei van franjestaarten en watervleermuizen.

Jaarlijkse populatiegroei en klimatologische omstandigheden

Bij watervleermuizen werd geen significant verband gevonden tussen de jaarlijkse populatiegroei en klimatologische factoren, aangezien geen enkele parameter voor de strengheid van winters en/of de sd van de gemiddelde winter-temperatuur met de populatiegroei correleerde. Deze resultaten zijn vergelijkbaar met die van Fuszara et al. (2010), die ook geen verband vonden tussen de omgevingstemperatuur en het aantal overwinterende watervleermuizen tijdens een vergelijkbare meerjarige studie. Onze resultaten laten echter wel een patroon zien van een lagere populatiegroei tijdens strenge winters. Tijdens dergelijke strenge winters kruipen watervleermuizen mogelijk dieper weg in spleten, waardoor ze minder blootgesteld aan omgevingsfactoren in de verblijfplaatsen kunnen overwinteren en dus minder snel worden waargenomen tijdens de monitoring.

Bij franjestaarten was de jaarlijkse populatiegroei positief gecorreleerd met het aantal ijsdagen per winter. Ondanks het feit dat alle vier de parameters voor de strengheid van winters sterk aan elkaar correleerden, was enkel het aantal ijsdagen per winter significant gecorreleerd met de jaarlijkse populatiegroei van deze soort. Dit wijst erop dat de aanwezigheid van hogere aantallen franjestaarten slechts een gevolg is van de klimatologische omstandigheden tijdens relatief strenge winters (met veel ijsdagen), en dat andere factoren waarschijnlijk van invloed zijn op de jaarlijkse populatiegroei van deze soort tijdens mildere winters. Een lagere populatiegroei tijdens relatief milde winters wordt mogelijk veroorzaakt doordat de foerageeromstandigheden thans nog geschikt zijn (Hope et al. 2014) en het ten behoeve van optimale thermoregulatie efficiënter is om overdag te verblijven in andere typen verblijven. Het winterdieet van franjestaarten in Engeland bestaat overwegend uit nachtvlinderrupsen, hetgeen erop wijst dat deze winterse prooi wordt gevangen door middel van een 'gleaning' foerageer-

strategie, complementair aan hun manier van foerageren ('aerial hawking'/gleaning) in de zomer (Hope et al. 2014). Aangezien watervleermuizen, een vleermuissoort die foerageert middels een 'trawling' strategie (Boonman et al. 1998), wellicht niet in staat zijn om 's winter middels een andere foerageerstrategie hun prooien te vangen, verklaart dit mogelijk de tegenstrijdige patronen in populatiegroei van beide *Myotis*-soorten in relatie tot de strengheid van winters.

Bij de gewone grootoorvleermuis correleerde de populatiegroei significant met alle vier de parameters voor de strengheid van winters, maar het sterkst, en positief, met het aantal ijsdagen. Een significant verband tussen de aantallen overwinterende gewone grootoorvleermuizen en de omgevingstemperatuur werd eerder beschreven door o.a. Klys & Woloszyn (2005) en is ook vastgesteld door Bekker (2022, in dit nummer) en van Zuijlen & Groenendijk (2022, in dit nummer) in winterverblijven van vergelijkbare grootte. Na het ontwaken in reactie op veranderde omgevingstemperaturen (Bezem et al. 1964), verlaten gewone grootoorvleermuizen waarschijnlijk hun winterverblijfplaats om te foerageren (Hays et al. 1992, Blomberg et al. 2021) en om (tijdelijk) elders te verblijven onder geschiktere omstandigheden voor een efficiënte thermoregulatie (Swift 1998). Deze plasticiteit toont aan dat gewone grootoorvleermuizen tijdens strenge winters stabiele winterverblijfplaatsen selecteren die een verminderde blootstelling hebben aan omgevingsfactoren (Bezem et al. 1964). Voornamelijk in dergelijke winters lijken de door ons onderzochte winterverblijfplaatsen aan deze eisen te voldoen, maar met name tijdens zachte winters bestaat een voorkeur voor andere (typen) winterverblijfplaatsen.

Klimaatverandering en gevolgen voor instandhouding

De kwetsbaarheid van soorten voor klimaatverandering hangt af van verschillende fac-

toren, zoals de mate van blootstelling aan weersomstandigheden, gevoeligheid en adaptatievermogen (Aguiar et al. 2016). Zoogdiersoorten die in staat zijn zich (evolutionair) aan te passen om tijdens relatief warmere temperaturen in torpor te blijven, kunnen door natuurlijke selectie worden bevoordeeld (Frank 2012). Bij zich langzaam voortplantende soorten zoals vleermuizen kan het echter lange tijd duren voordat een evolutionaire aanpassing op klimaatverandering plaatsvindt (Sherwin et al. 2012). Door de huidige snelheid van klimaatverandering zullen negatieve effecten naar verwachting veel vleermuissoorten treffen, maar in eerste instantie met name de koudeminnende soorten (Rebello et al. 2010). Om de eerste stadia van klimaatverandering te mitigeren, werd een gedeeltelijke habitatverschuiving vastgesteld van een typische koudeminnende Euraziatische vleermuissoort, de mopsvleermuis, in reactie op warmere winters (De Bruyn et al. 2021). Als gevolg van warmere winters vindt naar verwachting een vergelijkbare adaptatie plaats bij een door ons onderzochte koudeminnende vleermuissoort, de gewone grootoorvleermuis (Swift 1998). Tijdens strenge winters vonden we een significant hogere populatiegroei en waren de aantallen overwinterende individuen, in termen van absolute abundenties, ongeveer vier keer zo hoog als die tijdens relatief milde winters. De gewone grootoorvleermuis is een soort die vergeleken met *Myotis*-soorten overwintert onder lagere temperaturen (Daan 1980, Siivonen & Wermundsen 2008) en over het algemeen op meer blootgestelde plaatsen (Altringham 2011), zoals dicht bij ingangen van winterverblijven en in boomholten (Dietz & Kiefer 2016). Aangezien een succesvolle overwintering afhankelijk is van de lichaamsconditie van een vleermuis (Boyles et al. 2007), maar ook van microklimatologische omstandigheden (de Boer et al. 2013) en omgevingstemperatuur (Blomberg et al. 2021), is de verwachting dat door warmere winters onze gemonitorde verblijven relatief minder belangrijk worden voor deze koude-

minnende vleermuissoort. Thans is er relatief weinig bekend over alternatieve verblijfplaatsen die dan als geschikte winterverblijven kunnen dienen, zoals boomholtes (Cryan & Veilleux 2007), iets dat er waarschijnlijk mee te maken heeft dat inspectie zeer moeilijk is. Het is echter aannemelijk dat tijdens warmere winters deze meer blootgestelde boomholtes in de nabije toekomst steeds belangrijker zullen worden voor dergelijke koudeminnende vleermuissoorten. In bosbeheerplannen dienen bomen en hun belang als winterverblijfplaats voor vleermuizen dan ook geïntegreerd te worden. Voorafgaand aan het rooien van bomen, dat meestal in de winter plaatsvindt, is het van cruciaal belang de (potentiële) aanwezigheid van overwinterende vleermuizen vast te stellen. Ondanks het feit dat het (Nederlands) bosbeheer over het algemeen verschoven is van productiebossen als primaire doelstelling naar meer natuurlijke bossen (Limpens et al. 1997), dient het behoud van hoge aantallen boomholtes in de praktijk beter te worden nagestreefd (Lučan et al. 2009). De beschikbaarheid van verschillende soorten winterverblijfplaatsen, waaronder boomholtes, stelt vleermuizen in staat te reageren op veranderde winterse omstandigheden. De beschikbaarheid faciliteert de mogelijkheid tot het gebruik van verblijfplaatsen die (ook tijdelijk) voldoen aan geschikte microklimatologische vereisten voor thermoregulatie, van vitaal belang voor de overleving gedurende de winterslaap. Verdere optimalisering van deze winterverblijfplaatsen, bijvoorbeeld door het verminderen van menselijke activiteiten die vleermuizen verstoren, zal in de toekomst leiden tot een betere bescherming van deze regionale vleermuispopulaties in Noord-Limburg.

Dankwoord: Wij willen de Zoogdiervereniging bedanken voor het jaarlijks verstrekken van een vergunning om alle verblijfplaatsen te kunnen monitoren. Daarnaast leverden zij ons enkele ontbrekende gegevens over overwinterende vleermuizen in de verblijfplaatsen kasteel d'Erp en bunker Herungerberg III, waarvan de laatste tussen 1999 en 2005 door Jan van de Putt is

geïnventariseerd. Eveneens willen we twee redacteurs van Lutra bedanken voor het leveren van constructief commentaar op een eerdere versie van dit manuscript. Tenslotte worden alle beheerders van de onderzochte verblijfplaatsen bedankt voor hun toestemming om de monitoring uit te voeren.

Referenties

- Aguiar, L.M.S., E. Bernard, V. Ribeiro, R.B. Machado & G. Jones 2016. Should I stay or should I go? Climate change effects on the future of Neotropical savannah bats. *Global Ecology and Conservation* 5: 22–33.
- Akkermans, R.W., J.P. Bekker & (H.)G.J. Bekker 2016. Zoogdieren in een veranderend landschap. In: S. Broekhuizen, K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys (eds). *De Nederlandse zoogdieren*: 29–68. *Natuur van Nederland 12*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden, Nederland.
- Altringham, J.D. 2011. *Bats: from Evolution to Conservation*. Oxford University Press, Oxford, VK.
- Bekker, J.P. 2022. De samenhang tussen aantallen overwinterende gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) en weersomstandigheden (temperaturen en neerslag). *Lutra* 65 (1): 201–212.
- Berková, H. & J. Zúkal 2010. Cave visitation by temperate zone bats: effects of climatic factors. *Journal of Zoology* 280: 387–395.
- Bernard, R., R. Jaros, J. Samoląg & J.Z. Kosicki 2019. Long-term monitoring of a winter bat assemblage revealed large fluctuations and trends in species abundance. *European Journal of Ecology* 5 (2): 72–78.
- Bezem, J.J., J.W. Sluiter & P.F. van Heerdt 1964. Some characteristics of the hibernating locations of various species of bats in South Limburg. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen* 67 (5): 325–350.
- Blomberg, A.S., V. Vasko, M.B. Meierhofer, J.S. Johnson, T. Eeva & T.M. Lilley 2021. Winter activity of boreal bats. *Mammalian Biology* 101: 609–618.
- Bogaart, A.P., M. van der Loo & J. Pannekoek 2020. Rtrim: Trends and Indices for Monitoring Data. R Package Version 2020, 2.1.1. Available online: <https://cran.r-project.org/web/packages/rtrim/index.html>.
- Boonman A.M., M. Boonman, F. Bretschneider & W.A. van de Grind 1998. Prey detection in trawling insectivorous bats: duckweed affects hunting behaviour in Daubenton's bat, *Myotis daubentonii*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 44 (2): 99–107.
- Boyles, J.G., M.B. Dunbar, J.J. Storm & V. Brack 2007. Energy availability influences microclimate selection of hibernating bats. *Journal of Experimental Biology* 210: 4345–4350.
- Buys, J.C. 1991. Overwinterende vleermuizen in Noord-Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 80 (6): 109–113.
- Cryan, P. & J.P. Veilleux 2007. Migration and use of autumn, winter, and spring roosts by tree bats. In: M.J. Lacki, J.P. Hayes & A. Kurta (eds). *Bats in forests: Conservation and management*: 153–175. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, VS.
- Currie, S.E., K. Noy & F. Geiser 2015. Passive rewarming from torpor in hibernating bats: minimizing metabolic costs and cardiac demands. *American Physiological Society* 308: 34–41.
- Daan, S. 1973. Activity during natural hibernation in three species of Vespertilionid bats. *Netherlands Journal of Zoology* 23 (1): 1–71.
- Daan, S. 1980. Long term changes in bat populations in the Netherlands. *Lutra* 22: 95–105.
- de Boer, W.F., S. van de Koppel, H.J. de Knecht & J.J.A. Dekker 2013. Hibernation site requirements of bats in man-made hibernacula in a spatial context. *Ecological Applications* 23 (2): 502–514. <https://doi.org/10.1890/1051-0761-23.2.502>
- De Bruyn, L., R. Gyselings, L. Kirkpatrick, A. Rachwald, G. Apoznański & T. Kokurewicz 2021. Temperature driven hibernation site use in the Western barbastelle *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). *Scientific Reports* 11: 1464. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80720-4>
- Dietz, C. & A. Kiefer 2016. *Bats of Britain and Europe*. Bloomsbury, London, VK.
- Dijkstra, V.A.A., L.S.G.M. Verheggen, J.A. Weinreich & B. Daemen 2006. Wintertellingen van vleermuizen in Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 95

- (1): 36–40.
- Frank, C.L. 2012. The Relationship between climate warming and hibernation in mammals. In: K.B. Storey & K. Tanino (eds). *Temperature adaption in a changing climate: Nature at risk*: 120–230. CPI Group, VK.
- Fuszara, E., M. Fuszara, M. Kowalski, G. Lesiński, J.P. Cygan, T. Nitkiewicz, A. Szarlik & B. Wojtowicz 2010. Population changes in Natterer's bat *Myotis nattereri* and Daubenton's bat *M. daubentonii* in winter roosts of central Poland. *Polish Journal of Ecology* 58: 769–781.
- Geiser, F., R.L. Drury, G. Kortner, C. Turbill, C.R. Pavey & R.M. Brigham 2004. Passive rewarming from torpor in mammals and birds: energetic, ecological and evolutionary implications. In: B.M. Barnes & H.V. Carey (eds). *Life in the cold: evolution, mechanisms, adaptation, and application*: 45–62. Twelfth International Hibernation Symposium, 25 July to 1 August 2004. Institute of Arctic Biology, University of Alaska Fairbanks, VS.
- Gottfried, I., T. Gottfried, G. Lesiński, G. Hebda, M. Ignaczak, G. Wojtaszyn, M. Jurczyszyn, M. Fuszara, E. Fuszara, W. Grzywiński, G. Błachowski, J. Hejduk, R. Jaros & M. Kowalski 2020. Long-term changes in winter abundance of the barbastelle *Barbastella barbastellus* in Poland and the climate change – Are current monitoring schemes still reliable for cryophilic bat species? *PLoS One* 15 (2): e0227912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227912>
- Hays, G.C., J.R. Speakman & P.I. Webb 1992. Why do brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) fly in winter? *Physiological Zoology* 65 (3): 554–567.
- Haysom, K.A., J. Dekker, J. Russ, T. van der Meij & A. van Strien 2013. European bat population trends. A prototype biodiversity indicator. EEA Technical Report No. 19/2013. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- Hope, P.R., K. Bohmann, M.T.P. Gilbert, M.L. Zepe-da-Mendoza, O. Razgour & G. Jones 2014. Second generation sequencing and morphological faecal analysis reveal unexpected foraging behaviour by *Myotis nattereri* (Chiroptera, Vespertilionidae) in winter. *Frontiers in Zoology* 11 (39): 1–15.
- Humphries, M.M., D.W. Thomas & J.R. Speakman 2002. Climate-mediated energetic constraints on the distribution of hibernating mammals. *Nature* 418: 313–316.
- IPCC 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu & B. Zhou (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, VK.
- Jones, G., D.S. Jacobs, T.H. Kunz, M.R. Willig & P.A. Racey 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research* 8: 93–115.
- Klys, G. & B.W. Wołoszyn 2005. The influence of weather and interior microclimate on the hibernation of Common long-eared bats (*Plecotus auritus*). *Opole Scientific Society Nature Journal* 38: 57–68.
- Kokurewicz T. 1995. Increased population of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii* Kuhl, 1819) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Poland. *Myotis* 32 (33): 155–161.
- KNMI 2021. Royal Netherlands Meteorological Institute. Daggegevens van het weer in Nederland. <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>
- Kugelschafter, K. 2009. Fledermauserfassung in vier bayerischen Winterquartieren. Gutachten i. A. des Bayerisches Landes amt für Umwelt, Augsburg, Duitsland.
- La Haye, M., E. Korsten, M. van Oene, J. van Zweden & T. van der Meij 2020. NEM wintertellingen vleermuizen. *Telganger* (2): 20–24.
- La Haye, M. & T. van der Meij 2022. Overwinterende vleermuizen in Nederland in 1986-2020 op basis van het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen. *Lutra* 65 (1): 7-22.
- Limpens, H.J.G.A., K. Mostert & W. Bongers 1997. Atlas van de Nederlandse vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. KNNV Uitgeverij, Utrecht, Nederland.
- Lučan, R.K., V. Hanák & I. Horáček 2009. Long-term re-use of tree roosts by European forest bats. *Forest Ecology and Management* 258 (7): 1301–1306.

- Martínková, N., S.J.E. Baird, V. Káňa & J. Zima 2020. Bat population recoveries give insight into clustering strategies during hibernation. *Frontiers in Ecology* 17 (26): 1–11.
- Pannekoek, J. & A. van Strien 2005. TRIM 3 Manual (Trends and Indices for Monitoring data). CBS Statistics Netherlands, Voorburg, Nederland.
- Park, K.J., G. Jones & R.D. Ransome 2000. Torpor, arousal and activity of hibernating greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Functional Ecology* 14: 580–588.
- Pryde, M.A., C.F.J. O'Donnell & R.J. Barker 2005. Factors influencing survival and long-term population viability of New Zealand long-tailed bats (*Chalinolobus tuberculatus*): implications for conservation. *Biological Conservation* 126: 175–185.
- R Core Team 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Racey, P.A. & A.C. Entwistle 2000. Life-history and reproductive strategies of bats. In: E.G. Crichton & P.H. Kruttsch (eds). *Reproductive biology of bats*: 363–414. Academic Press, London, VK.
- Ransome, R.D. 1971. The effect of ambient temperature on the arousal frequency of the greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, during hibernation, in relation to environmental factors. *Journal of Zoology* 164 (3): 353–371.
- Ransome, R.D. 1990. The natural history of hibernating bats. Christopher Helm, London, VK.
- Rebello, H., P. Tarroso & G. Jones 2010. Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns. *Global Change Biology* 16: 561–576.
- Schmitz, H.A.J.M. 2010. De landschappen van Limburg. In: C.E. Huizenga, R.W. Akkermans, J.C. Buys, J. van der Coelen, H. Morelissen & L.S.G.M. Verheggen. *Zoogdieren van Limburg, verspreiding en ecologie in de periode 1980–2007*: 16–31. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht, Nederland.
- Sherwin, H.A., W.I. Montgomery & M.G. Lundy 2012. The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Review*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2012.00214.x>
- Siivonen, Y. & T. Wermundsen 2008. Characteristics of winter roosts of bat species in southern Finland. *Mammalia* 72: 50–56.
- Speakman, J.R., P.I. Webb & P.A. Racey 1991. Effects of disturbance on the energy expenditure of hibernating bats. *Journal of Applied Ecology* 28 (3): 1087–1104.
- ter Braak, C.J.F. & P. Šmilauer 2018. Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.10. Microcomputer Power, Ithaca, VS.
- Uhrin, M., P. Benda, J. Obuch & P. Urban 2010. Changes in abundance of hibernating bats in central Slovakia (1992–2009). *Biologia* 65 (2): 349–361.
- van der Meij, T., A.J. van Strien, K.A. Haysom, J. Dekker, J. Russ, K. Biala, Z. Bihari, E. Jansen, S. Langton, A. Kurali, H. Limpens, A. Meschede, G. Peterson, P. Presetnik, J. Pruger, G. Reiter, L. Rodrigues, W. Schorcht, M. Uhrin & V. Vintulis 2015. Return of the bats? A prototype indicator of trends in European bat populations in underground hibernacula. *Mammalian Biology* 80: 170–177.
- van Zuijlen & D. Groenendijk 2022. Het effect van buitentemperatuur en eigenschappen van winterverblijven in de duinen op overwinterende vleermuizen. *Lutra* 65 (1): 163–172.
- Verboom, B. 2006. Winterverblijven voor vleermuizen in Limburg. Rapport 2006.033. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem, Nederland.
- Verhees, J.J.F., P.H. van Hoof, J.C. Buys & H.W.G. Heijligers 2019. Kasteel Huys ter Horst als winterverblijfplaats voor vleermuizen. Aantalsontwikkeling van soorten en veranderingen van de kasteelruïne gedurende de periode 1986–2019. *Natuurhistorisch Maandblad* 108 (12): 357–366.
- Weinreich, J.A. & J.H. Oude Voshaar 1992. Population trends of bats hibernating in marl caves in the Netherlands (1943–1987). *Myotis* 30: 75–84.
- Weinreich, J.A. & L.S.G.M. Verheggen 2022. Monitoring van overwinterende vleermuizen in mergelgroeven in de periode 1979–2020. *Lutra* 65 (1): 23–47.

Ontvangen: 8 januari 2022

Geaccepteerd: 29 maart 2022

Overwinterende vleermuizen in de Amsterdamse Waterleidingduinen

Rogier Lange, Floor van der Vliet & Bart Noort

Rogier Lange, Van Marnixlaan 78, 3818 VD Amersfoort, Nederland, e-mail: rogierlange@icloud.com
Floor van der Vliet, Bilderdijkstraat 163, 1053 KP Amsterdam, Nederland
Bart Noort, Heijermanswende 53, 2182 WV Hillegom, Nederland

Samenvatting: In dit artikel worden de resultaten van 35 jaar onderzoek (1986-2020) naar overwinterende vleermuizen in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) besproken. Ongeveer 70 bunkers worden jaarlijks in januari onderzocht. De getelde aantallen vleermuizen zijn gestaag toegenomen tot een maximum van 265 dieren in 2011; daarna zijn de aantallen geleidelijk gedaald tot onder de 200. De laatste 15 jaar worden in gemiddeld 40 bunkers vleermuizen aangetroffen. De talrijkste soort is de watervleermuis (*Myotis daubentonii*), in de beginperiode gevolgd door de gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*). Sinds 2012 worden er gemiddeld meer meervleermuizen (*M. dasycneme*) dan gewone grootoorvleermuizen geteld. Sinds het begin van de eeuwwisseling is het aantal franje-staarten (*M. nattereri*) toegenomen, gevolgd door een afname in de laatste jaren. Alleen in de beginjaren is de baardvleermuis (*M. mystacinus/brandtii*) incidenteel waargenomen. Sinds 1989 zijn in totaal 29 bunkers afgesloten en zijn in de meeste hiervan aanpassingen aan het interieur gedaan, in de hoop ze hiermee geschikter te maken voor winterslapende vleermuizen. Hoewel het vanwege diverse meespelende variabelen lastig is een sluitende conclusie te formuleren, lijkt het afsluiten (en aanpassen) van de bunkers in sommige gevallen een gunstig effect op de aantallen vleermuizen te hebben. Door in enkele winters herhaalde tellingen uit te voeren is aangetoond dat de vleermuizen zich gedurende de winter in en tussen de bunkers verplaatsen en dat de aantallen dieren in de bunkers gedurende de winter variëren. Gemiddeld zijn de aantallen getelde dieren in januari het hoogst. Tot slot wordt kort ingegaan op het verrichte zomeronderzoek aan vleermuizen en op kansen en bedreigingen voor vleermuizen in de AWD.

Kernwoorden: Amsterdamse Waterleidingduinen, bunkers, vleermuizen, winterslaap, bescherming.

Inleiding

De Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) vormen een groot, gevarieerd en waterrijk natuurgebied. Het onderzoek naar vleermuizen in dit gebied is in 1984 op gang gekomen. Er is toen een begin gemaakt met het waarnemen van vleermuizen met behulp van batdetectors, alsmede met het zoeken naar geschikte winterverblijfplaatsen. Het bleek al vrij snel dat de AWD en de directe omgeving zowel 's winters als 's zomers van belang zijn voor vleer-

muizen. Het onderzoek loopt inmiddels meer dan 35 jaar, zodat een gedetailleerd beeld kan worden geschetst van de verkregen resultaten. In dit artikel wordt de nadruk gelegd op de methoden en resultaten van het winteronderzoek. In de discussie worden de resultaten geïnterpreteerd en wordt een relatie gelegd met de resultaten uit het zomeronderzoek.

Materiaal en methoden

Beschrijving onderzoeksgebied

De AWD zijn ca. 34 km² groot en liggen op

© 2022 Zoogdierveniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdierveniging.nl>

de grens van Noord- en Zuid-Holland, tussen Zandvoort en Noordwijk. Het gebied wordt sinds halverwege de 19^e eeuw als waterwingebied voor Amsterdam gebruikt; door de overmatige wateronttrekking wordt sinds 1950 Rijnwater aangevoerd dat in een uitgebreid stelsel van kanalen en geulen in het duin wordt geïnfiltrerd. Verder zijn verspreid in het open duingebied enige plassen aanwezig. Veel van deze wateren zijn van belang als foerageerplaats voor vleermuizen.

In de directe omgeving van de AWD bevinden zich aan de noordzijde Zandvoort en de beboste villadorpen Bentveld en Aerdenhout, en wat zuidelijker de dorpen Vogelenzang en De Zilk. Van belang zijn verder enkele oude landgoederen in de binnenduinstrand.

Vooralsinds de Tweede Wereldoorlog is het gebied meer en meer als natuurgebied beschouwd en beheerd. De AWD maken deel uit van het in 2013 aangewezen Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid. Het grootste gedeelte van de AWD is altijd ongeëxploiteerd geweest, maar wel gebruikt als jachtveld. Door de waterwinning trad verdroging en verwoestijning op. Sinds Rijnwater wordt geïnfiltrerd is het gebied natter geworden en veel meer begroeid geraakt, maar staat nu vanwege de zeer groot geworden populatie damherten onder grote begrazingsdruk. Sinds enkele jaren vindt afschot plaats om te populatie in te dammen.

Bunkers als winterverblijfplaatsen

In de Tweede Wereldoorlog zijn door de Duitsers bij zee maar ook in de binnenduinstrand linies aangelegd met in totaal meer dan 130 zichtbare bunkers, hoofdzakelijk in de noordelijke helft van het gebied. Daarnaast ligt naar schatting nog een dubbel aantal bunkers bedolven onder een laag zand. Op enkele solitair gelegen bunkers na liggen de jaarlijks getelde bunkers in vijf clusters, verder bunker-groepen genoemd (figuur 1).

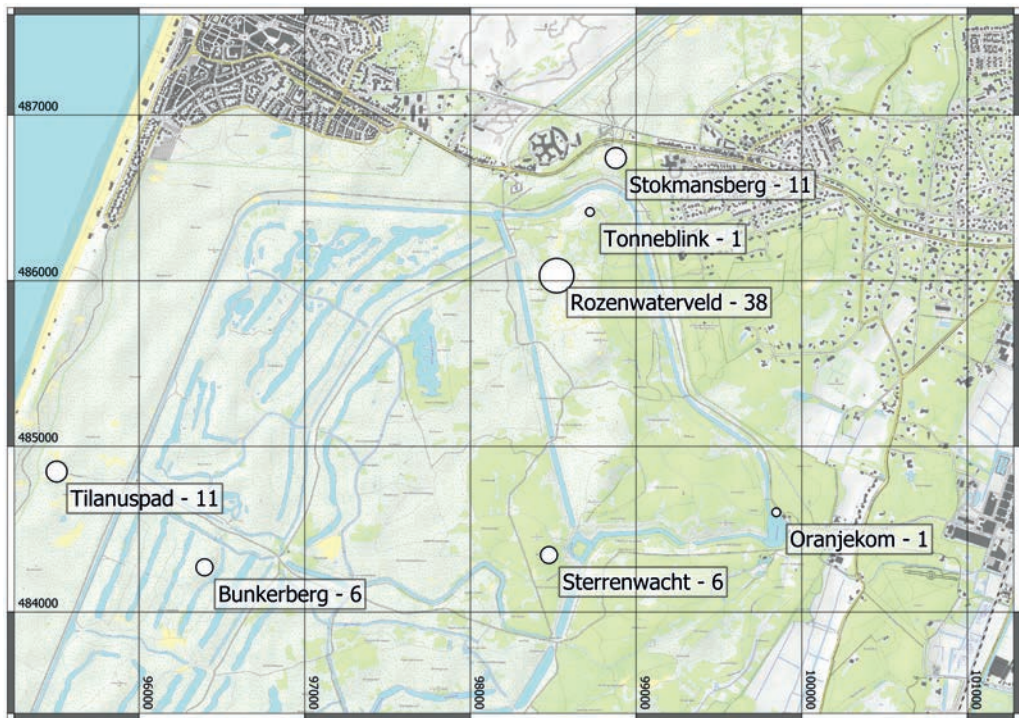
De meeste bunkers zijn manschappenverblijf-

ven van ca. 4 x 4 x 2,5 m, bestaande uit een vloer en dak van gewapend beton en wanden van gepleisterd metselwerk, maar er zijn ook grotere bunkers die uit meer vertrekken bestaan. Direct na de oorlog zijn de bunkers ontruimd en dichtgemetseld of onder zand bedolven; een aantal is echter later weer opengemaakt. In de winter van 1985 is ontdekt dat er in deze bunkers vleermuizen overwinteren. Het waterleidingbedrijf beschikte over een gedetailleerde kaart waarop de bunkers stonden aangegeven. Ze zijn in 1985 en 1986 opgezocht en beoordeeld op geschiktheid als overwinteringsplaats voor vleermuizen. Sinds de winter van 1987 worden ca. 70 bunkers en een buiten gebruik gestelde pompkelder rond half januari systematisch onderzocht. De meeste objecten zijn, soms met moeite, toegankelijk voor onderzoek.

Bij aanvang van het winteronderzoek bleek al snel dat vooral de bunkers met een gering contact van de binnenruimte met de buitenlucht (dikke muren, bedekt door een dikke laag grond, kleine openingen) gebruikt worden door winterslapende vleermuizen. Het binnenklimaat (temperatuur, luchtvochtigheid, tocht) is in deze bunkers relatief constant, er kan weinig of geen licht toetreden en er is minder kans op verstoring door mensen in vergelijking met bunkers die grote openingen hebben. In sommige bunkers, waarvan het binnenklimaat niet optimaal was, bleken toch vleermuizen te overwinteren in spleten in muren of pijpjes in het plafond, waar het microklimaat blijkbaar gunstig genoeg was.

Aanpassingen aan de objecten

Na enkele tellingen ontstond het idee iets aan de bescherming van de vleermuizen te doen. De bunkers waren vrij toegankelijk en dit gaf het risico van verstoring door mensen. Een bunker bij Zandvoort was jaren ongeschikt als vleermuizenverblijf nadat er een vuur in was gestookt. In de zomer van 1989 zijn door de Stichting Ecologisch Beheer vier bunkers, waarin minstens tien overwinterende vleer-



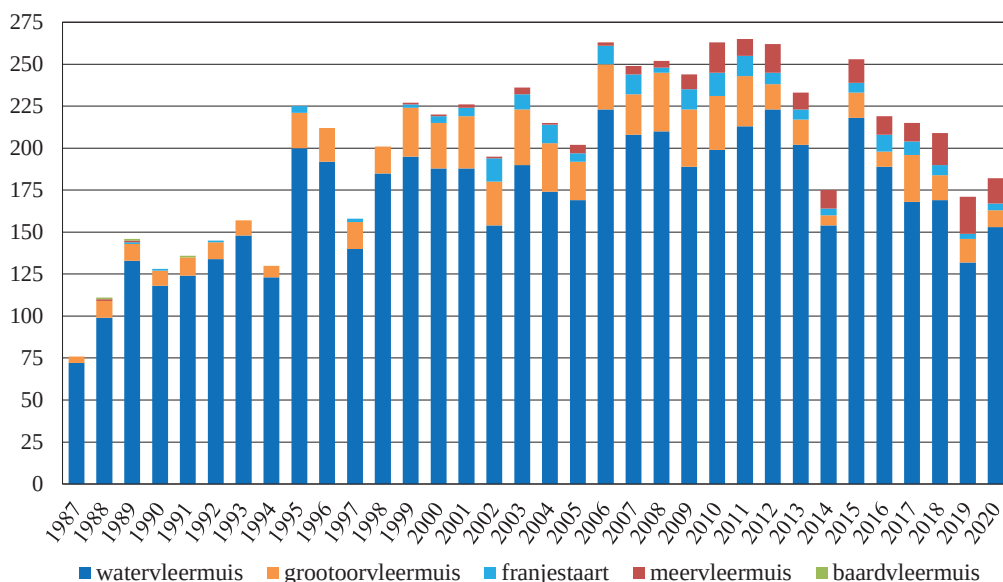
Figuur 1. Ligging van de bunkers in de Amsterdamse Waterleidingduinen waarin jaarlijks de overwinterende vleermuizen worden geteld; de getallen geven het jaarlijks onderzochte aantal bunkers weer.

muizen waren waargenomen, afgesloten met een ijzeren traliehek met hangslot. Indien nodig werd het aantal openingen verkleind, om een stabiel en vochtiger binnenklimaat te bewerkstelligen. Binnen werd de situatie verbeterd door stukken gaas en brokken cellenbeton of patioblokken tegen wanden of plafond te bevestigen, als extra hangplaatsen voor vleermuizen. Ook zijn hier en daar horizontale gaten geboord en zijn in enkele bunkers ruimtes ontdaan van zand. Inmiddels zijn 29 bunkers voorzien van een hek met slot en zijn in ruim 20 bunkers aanpassingen uitgevoerd, veelal in overleg met de Vleermuiswerkgroep AWD.

Methode van tellen

Vanaf 1987 worden de geschikt bevonden bunkers elke winter in januari één keer bezocht

door leden van de Vleermuiswerkgroep AWD. Elke winter wordt een telgroep samengesteld van zes tot acht personen, grotendeels bestaande uit ervaren vleermuistellers, aangevuld met enkele beginnende tellers of andere belangstellenden. Afhankelijk van de grootte en overzichtelijkheid worden bunkers meestal door een tot twee tellers onderzocht. In de bunker worden alle wanden en plafonds, inclusief spleten en pijpen, systematisch met behulp van een zaklamp afgezocht en worden de vleermuizen gedetermineerd en geteld, uiteraard met zo min mogelijk kans op verstoring. De telmethode is in de loop van de tijd niet essentieel gewijzigd. Wel zijn door enkele tellers vanaf ca. 2005 inspectiespiegeltjes geïntroduceerd, waarmee plekken onderzocht kunnen worden die anders niet (goed) zichtbaar zijn. Ook zijn de gebruikte zaklampen in de loop van de jaren verbeterd. Omdat het interieur van de bunkers in de meeste gevallen overzichtelijk



Figuur 2. Getelde aantallen overwinterende vleermuizen in de bunkers van de AWD per soort.

is, is de kans dat vleermuizen over het hoofd worden gezien echter zeer beperkt en zijn de telresultaten betrouwbaar. Het aantal jaarlijks onderzochte objecten is in de loop van de tijd vrijwel constant gebleven. Incidenteel is een enkele bunker aan de tellijst toegevoegd, bijvoorbeeld als deze aanvankelijk geheel onder het zand lag, maar later opengegraven is door bunkerzoekers. Ook de solitaire bunker op Tonneblink (figuur 1) is pas later aan de meetreeks toegevoegd. Alle resultaten worden jaarlijks direct na de telling in een cumulatieve overzichtstabel ingevoerd.

Los van de jaarlijkse wintertelling zijn gedurende enkele winters aanvullende tellingen verricht, met name om mogelijke verplaatsingen van vleermuizen in bunkers of naar andere bunkers te onderzoeken. Onder meer uit de Limburgse kalksteengroeven is bekend dat vleermuizen aanvankelijk dicht bij de ingang verblijven en zich bij toenemende koude dieper het gangenstelsel in verplaatsen (Dorgelo & Punt 1969, Daan 1973). In de kleine bunkers in de AWD kan dat niet, maar vleermuizen zouden aanvankelijk vrij aan een wand of aan het plafond kunnen

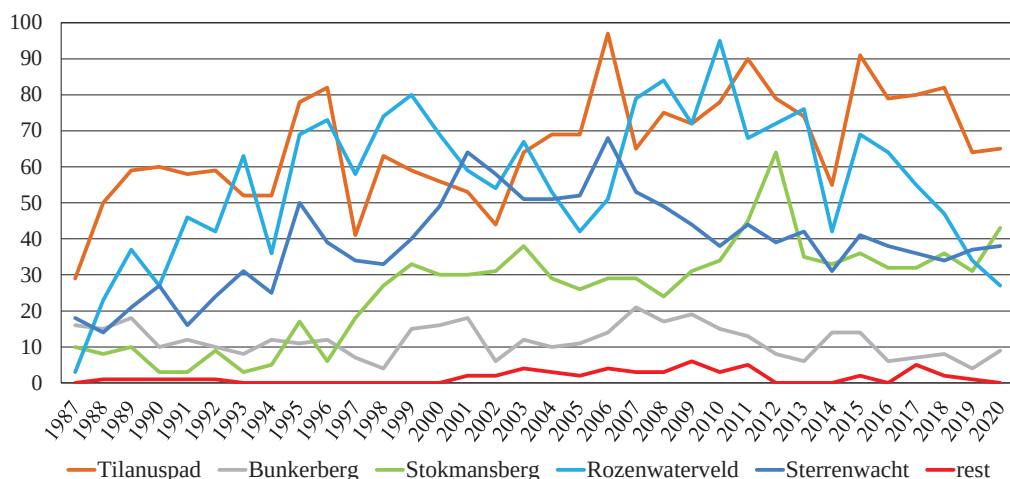
gaan hangen, en bij binnentredende koude weg kunnen kruipen in pijpjes of spleten. Ook zouden ze eerst een (naar verwachting) minder geschikte bunker (een relatief kleine bunker of een bunker met een grote opening naar buiten) kunnen opzoeken en later naar een (waarschijnlijk) geschiktere bunker (een minder onder invloed van het buitenklimaat staande bunker) kunnen verhuizen.

Later is als vervolg op dit onderzoek in een bunker gedurende een winter een infrarood-camera opgehangen, die elk uur een foto van een vast deel van de bunker maakte om verplaatsingen van dieren binnen de bunker te kunnen registreren.

Resultaten

Aantalsontwikkelingen van 1987 t/m 2020

In figuur 2 zijn de aantallen getelde vleermuizen per soort en cumulatief per telling weergegeven. Duidelijk is te zien dat de getelde aantallen aanvankelijk een opwaartse trend vertoonden, van 76 bij de eerste telling in



Figuur 3. Getelde aantallen overwinterende vleermuizen in de bunkers van de AWD per bunkergroep.

1987 tot gemiddeld 210 van 1995 t/m 2005. Van 2006 t/m 2013 lag het gemiddelde telresultaat op ruim 250 vleermuizen, waarna de aantallen weer afnamen naar een gemiddelde van ruim 200 in de jaren 2014 t/m 2020.

Het aantal bunkers waarin vleermuizen werden aangetroffen is in de loop van de jaren gestegen. Het begon met 13 (1987) en liep al snel op naar rond de 30. Vanaf 1999 was het gemiddeld aantal bezette bunkers ca. 35, waarna dit doorsteeg naar gemiddeld 40 met een maximum van 46 in 2015. Het gemiddelde aantal vleermuizen dat per bezette bunker is waargenomen fluctueert tussen de 4,5 en 7,5 met een gemiddelde van 5,9. Het grootste aantal vleermuizen dat in een bunker werd geteld is 30; dit betrof een in 1993 afgesloten bunker in het Rozenwaterveld.

Aantallen per bunkergroep

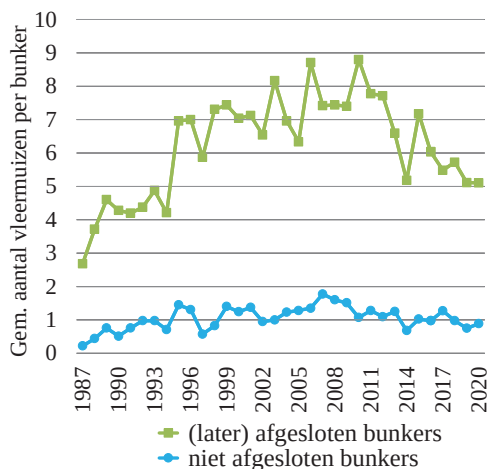
Bij het uitwerken van de aantallen getelde vleermuizen per bunkergroep (figuur 3) valt op dat de aantalsontwikkeling in de bunkers rond het Tilanuspad, de Sterrenwacht en in het Rozenwaterveld min of meer het totale aantalsverloop volgen (figuur 3). De aantallen in de bunkers rond de Stokmansberg en rond de Bunkerberg laten een wat afwijkend beeld zien. Op de Stokmansberg dalen de aantallen

de laatste jaren minder dan in andere gebieden, terwijl in de bunkers op de Bunkerberg een relatief stabiel aantal vleermuizen geteld is, met een lichte afname gedurende de laatste vijf jaren.

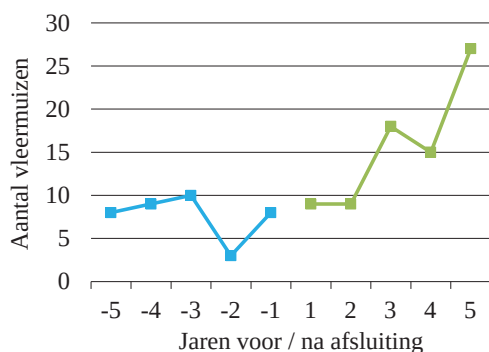
Aantalsverloop afgesloten versus niet-afgesloten bunkers

Er is ook gekeken naar het aantalsverloop in de (later) afgesloten bunkers versus de niet-afgesloten bunkers. Hierbij is te zien dat het gemiddelde aantal getelde vleermuizen per bunker in de niet-afgesloten bunkers weliswaar iets gestegen is, maar niet boven de 1,8 gekomen is, terwijl dit aantal in de afgesloten bunkers gestegen is van ca. drie naar ca. negen (figuur 4). De laatste jaren is het gemiddelde aantal vleermuizen in afgesloten bunkers echter weer gedaald naar ca. vijf.

Verder is onderzocht of er een effect zichtbaar was van het middels een hekwerk afsluiten van bunkers. Daartoe werden voor de tien bunkers die afgesloten zijn tussen 1992 en 1999, de aantallen vleermuizen in de vijf jaren voor de afsluiting vergeleken met die in dezelfde periode na afsluiting (figuur 5). Dit betreft een representatieve groep bunkers met voldoende gegevens voor en na de afsluiting. De afsluiting lijkt een gunstig effect te hebben



Figuur 4. Gemiddeld aantal vleermuizen in afgesloten en niet-afgesloten bunkers.



Figuur 5. Verloop van totale aantal vleermuizen in tien bunkers in de vijf jaar voor en vijf jaar na afsluiting.

gehad op het aantalsverloop in deze groep bunkers: na een periode zonder duidelijke trend, was er in de jaren na afsluiting gemiddeld een duidelijke stijging te zien in het aantalsverloop van de vleermuizen. Bij andere bunkers was een minder duidelijk effect van de afsluiting te zien.

Aantalsverloop per vleermuissoort

De veruit talrijkste soort in de periode 1987-2020 in de bunkers was de watervleermuis (*Myotis daubentonii*), met een maximumaantal van 223 exemplaren in de jaren 2006 en 2012. Na een stijging in de beginjaren lag het

gemiddelde aantal getelde watervleermuizen van 1995 t/m 2015 op bijna 200; vanaf 2016 zette zich een dalende trend in naar een gemiddeld aantal van ruim 150 dieren per jaar.

Op de tweede plaats komt de gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*) met een maximumaantal van 35 exemplaren (2008). Het aantalsverloop toont een stijgende trend naar een gemiddelde van ruim 25 in de jaren 1995 t/m 2011, daarna daalde het aantal tot gemiddeld ruim 15.

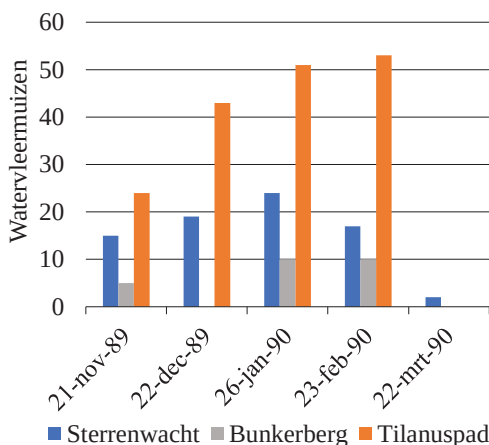
Daarna volgt de meervleermuis (*M. dasycneme*), met een maximumaantal van 22 exemplaren in 2019. Tot en met 2008 werden nooit meer dan vijf dieren aangetroffen, maar daarna volgde een stijgende trend naar een gemiddelde van bijna 15 dieren per jaar.

De vierde soort is de franjestaart (*M. nattereri*), met een maximumaantal van 14 exemplaren in de jaren 2002 en 2010. Tot en met 2001 werden nooit meer dan vijf dieren per jaar waargenomen, daarna steeg het gemiddelde naar bijna tien. Na 2016 lijkt een dalende trend te zijn ingezet.

Tenslotte is in de beginjaren incidenteel een enkele baardvleermuis (*M. mystacinus/brandtii*) waargenomen. Na 1992 is deze soort niet meer aangetroffen in de bunkers.

Aanvullend onderzoek

Bij de eerste vier bunkerafsluitingen en -aanpassingen in 1989 rees de vraag of de bunkers waar in januari de hoogste aantallen overwinterende vleermuizen werden aangetroffen wel het hele winterseizoen het belangrijkste waren. Om dit te onderzoeken is van november 1989 tot maart 1990 in elke derde week van de maand een telling uitgevoerd in de drie bunkergroepen waar afgesloten en aangepaste bunkers deel van uitmaakten: Tilanuspad, Bunkerberg, Sterrenwacht. In de bunkers van Sterrenwacht nam het aantal overwinterende watervleermuizen tot januari duidelijk toe en verminderde daarna weer (figuur 6). Dezelfde toename was te zien in de bunkers van Tila-

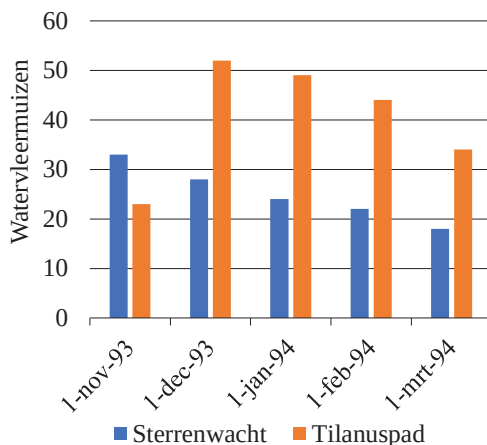


Figuur 6. Aantal watervleermuizen in drie bunker-groepen tijdens vijf tellingen in de winter van 1990.

nuspad, maar hier bleek het aantal ook op 23 februari nog wat gestegen. Op de Bunkerberg was het aantal watervleermuizen gedurende alle maanden laag (in december kon hier geen telling plaatsvinden). Eind maart waren er alleen in Sterrenwacht nog enkele dieren aanwezig.

In alle drie de bunker-groepen was het aantal aanwezige watervleermuizen op 26 januari ongeveer twee keer zo hoog als op 21 november. Gewone grootoorvleermuizen werden in de winter van 1990 uitsluitend in de bunker-groepen Sterrenwacht en Tilanuspad aangetroffen, van november tot en met februari en steeds in kleine aantallen van maximaal drie. In maart 1990 werden hier geen dieren meer aangetroffen. Op de Bunkerberg werden tijdens de tellingen geen gewone grootoorvleermuizen waargenomen. Opmerkelijk was verder de meervleermuis in een bunker bij het Tilanuspad in februari, die bij de andere tellingen niet aanwezig was.

In de winter van 1994 werd de maandelijkse telling in twee bunker-groepen (Sterrenwacht en Tilanuspad) herhaald (figuur 7). Het aantal watervleermuizen was bij deze tellingen in de bunker-groep Sterrenwacht in november het hoogst en nam in de daaropvolgende maanden geleidelijk af. In de bunker-groep Tila-



Figuur 7. Aantal watervleermuizen in twee bunker-groepen tijdens vijf tellingen in de winter van 1994.

nuspad wordt het hoogste aantal in december bereikt, met bijna een verdubbeling van het aantal ten opzichte van november. Na december is er een geleidelijke daling, maar in maart 1994 zijn er vooral bij het Tilanuspad nog aanzienlijk meer watervleermuizen aanwezig dan in maart 1990. De verklaring lijkt dat het in februari en de eerste helft van maart 1994 nog tamelijk koud was, terwijl het in maart 1990 al warmer was. Het aantal gewone grootoorvleermuizen was iets hoger dan in 1990: nu werden maximaal zeven dieren in een bunker-groep geteld. In beide bunker-groepen viel het gedrag van grootoren op onder invloed van vorst: de aantallen stegen toen het ging vriezen (in december en februari) en namen af na het einde van de vorstperiode. In 1991 trad na de totaaltelling in januari een periode van enkele weken matige tot strenge vorst in. Verondersteld werd dat de overwinterende vleermuizen zich zouden concentreren in een klein aantal bunkers waarin de temperatuur relatief hoog bleef. Deze veronderstelling bleek niet juist. Tijdens een extra telling op 18 februari in de bovengenoemde drie bunker-groepen was het aantal vleermuizen lager dan in januari en was geen duidelijke aantalsverschuiving ten gunste van bepaalde bunkers waarneembaar.

De invloed van weersomstandigheden is ook

in 2006 onderzocht. Het was in dat jaar vanaf januari tot half maart constant koud, met vrijwel elke nacht vorst. In de bunkergroep Sterrenwacht bleken op 15 maart 57-60 watervleermuizen, één gewone grootovleermuis en één tot vier franjestaarten aanwezig. Door hun hangpositie was determinatie van drie dieren niet goed mogelijk. Dit was ongeveer evenveel als tijdens de reguliere januaritelling, toen er 62 watervleermuizen, één gewone grootovleermuis en vijf franjestaarten werden geteld; de vleermuizen leken dus vanwege de kou in de bunkers te zijn gebleven. In november 2006 was het juist ongewoon warm (op 15 november 18°C). In de Sterrenwacht-bunkers waren op 16 november al 42 watervleermuizen aanwezig. Tijdens de telling van januari 2007 zaten er 52 watervleermuizen en één franjestaart. Ondanks het warme weer verbleven er in november dus al veel vleermuizen in de bunkers.

Om meer inzicht te krijgen in het aantalsverloop van vleermuizen in het eerste deel van de winterslaapproiode, zijn vanaf 5 oktober 1994 tot aan de reguliere telling op 20 januari 1995 in de vijf geschikte bunkers van Sterrenwacht elf tellingen verricht (tabel 1). Op 5 en 10 oktober passeerden nog circa tien watervleermuizen langs een 's zomers veelvuldig gebruikte vliegroue. Op beide data hingen in één van de bunkers twee, vermoedelijke dezelfde, watervleermuizen. Vanaf 21 oktober was er geen activiteit meer op de vliegroue en op enkele 's zomers drukbezochte foerageerplaatsen, en vanaf die teldatum namen de aantallen gestaag toe. Bij alle tellingen is de positie van de aangetroffen vleermuizen geregistreerd. Daaruit bleek dat de dieren zich veelvuldig verplaatsen. De aantallen watervleermuizen per bunker tijdens de verrichte tellingen zijn weergegeven in tabel 1. De aantallen van andere soorten waren te laag om conclusies aan te verbinden en zijn daarom niet vermeld.

In de winter van 2015 maakte een camera in een van de bunkers automatisch om het uur met infraroodlicht een foto van de wanden met gaas en stukken cellenbeton: de plaatsen

waar de meeste vleermuizen in deze bunker overwinteren en goed in beeld zijn. Ook hierbij werd een veelvuldig verplaatsen vastgesteld. Doordat maar een deel van de bunker in beeld was, bleef de eventuele verandering van het totaal aantal vleermuizen in de bunker onbekend, en ook of er in- of uitgevlogen werd. Wel was duidelijk dat er 's nachts activiteit was en overdag nauwelijks.

Discussie en conclusies

Aantalsverloop totaal en per soort

In dit artikel zijn de resultaten van ca. 35 jaar vleermuisonderzoek in de bunkers in de AWD samengevat. Circa 70 bunkers die medio jaren 1980 potentieel geschikt waren bevonden worden jaarlijks onderzocht. In de loop van de onderzoeksperiode werden in een steeds groter aantal bunkers overwinterende vleermuizen aangetroffen. Het totaal aantal getelde vleermuizen is jarenlang gestegen, maar vertoont na 2015 een dalende trend (figuur 2). Deze aantalsontwikkeling is in enkele andere duingebieden in Nederland ook waargenomen, echter niet overal. Er lijkt in de duingebieden gemiddeld genomen sprake van een stabilisatie in de aantallen vanaf ca. 2015 (Mostert et al. 2022, in dit nummer). Hierbij moet echter meegenomen worden dat in de meeste van deze gebieden het aantal onderzochte objecten in de loop van de jaren steeds verder is toegenomen. Dit is in de AWD niet het geval; het aantal objecten dat jaarlijks onderzocht wordt, is vanaf het begin van de tellingen vrijwel hetzelfde gebleven. Daarom vormen de getelde aantallen vleermuizen een goede afspiegeling van de werkelijke aantalsontwikkeling.

Het grootste aandeel in de getelde aantallen wordt gevormd door de watervleermuis. De dalende trend in het totaal aantal getelde vleermuizen sinds 2015 is toe te schrijven aan deze soort. De oorzaak van deze recente achteruitgang is niet bekend. Het zou mogelijk te maken

Tabel 1. Aantal watervleermuizen in vijf bunkers (B1-B5) (groep 'Sterrenwacht') tussen begin oktober en eind december 1994; in de laatste kolom de aantallen tijdens de reguliere telling op 20 januari 1995. -- niet geteld.

Datum	5 okt	10 okt	21 okt	1 nov	8 nov	15 nov	28 nov	2 dec	8 dec	20 dec	28 dec	20 jan
B1	2	2	4	1	3	2	4	2	2	1	2	3
B2	--	--	3	4	5	6	6	5	5	5	5-6	5
B3	0	--	4	9	13	14	12	11	12	19	15	20
B4	0	--	2	2	4	8	9	8	14	6	14	15
B5	0	--	0	0	3	1	0	3	2	4	2	2
tot	2	2	13	16	28	31	31	29	35	35	38-39	45

kunnen hebben met het verdwijnen van zomer-verblijfplaatsen in de omgeving of andere factoren die de voortplanting hebben belemmerd.

De tweede soort was jarenlang de gewone grootoorvleermuis, maar ook deze soort neemt de laatste jaren in aantal af. Over de oorzaak is het speculeren, maar deze trend is ook in andere duingebieden zichtbaar.

De meervleermuis vertoont echter al jaren een stijgende trend en vanaf 2012 worden meestal meer meervleermuizen aangetroffen dan gewone grootoorvleermuizen. De stijgende trend bij de meervleermuis is zichtbaar in het gehele duingebied.

De franjestaart vertoonde tot 2010 een licht stijgende trend, maar de aantallen zijn daarna weer wat afgenomen. In andere duingebieden zijn de aantallen de laatste jaren gestabiliseerd.

De baardvleermuis tenslotte is alleen in de eerste jaren incidenteel aangetroffen; na 1991 zijn er geen waarnemingen meer gedaan van deze soort. Deze soort wordt met name in de Zuid-Hollandse duinen veel aangetroffen, hoewel de aantallen na ca. 2012 zijn afgenomen. In Zeeland (met name in Zeeuws-Vlaanderen) worden baardvleermuizen in lagere, maar stabiele aantallen waargenomen in de winterobjecten.

Het is verleidelijk allerlei berekeningen en analyses los te laten op de waargenomen aantalsontwikkelingen. Omdat er meerdere factoren een rol kunnen spelen, is het echter onmogelijk een eenduidige verklaring te geven voor de geconstateerde aantalsfluctuaties.

Effect van aanpassingen aan bunkers

De stijging van het gemiddelde aantal vleermuizen in de afgesloten bunkers is groter dan die in de niet-afgesloten bunkers (figuur 4). Dit wil echter niet direct zeggen dat de sterkere stijging toe te schrijven is aan de afsluiting en/of aanpassingen in de bunkers. Een aantal bunkers is afgesloten omdat hierin relatief veel overwinterende vleermuizen waren aangetroffen. Het kan goed zijn dat een stijging van de populatie zich duidelijker manifesteert in geschikte bunkers.

Het verschil in aantalsverloop tussen de vijf jaar voor en de vijf jaar na afsluiting van tien in de jaren 1990 afgesloten bunkers is duidelijk (figuur 5). Omdat dezelfde objecten vergeleken worden, is de enige variabele de afsluiting. Aangezien de populatie in dezelfde periode ook gegroeid kan zijn, weten we echter ook in dit geval niet zeker of de afsluiting de enige oorzaak is van de aantalsstoeiname.

De afsluiting lijkt het meest gunstige effect te hebben gehad op het aantalsverloop in de groep bunkers waarin vóór afsluiting gemiddeld slechts enkele vleermuizen werden aangetroffen. Met name bij bunkers waarin relatief veel vleermuizen werden geteld vóór de afsluiting, is een minder duidelijk of zelfs geen effect van de afsluiting te zien.

Extra tellingen gedurende de winter

Uit de diverse extra tellingen die in een aan-

tal winters zijn uitgevoerd, kan geconcludeerd worden dat vleermuizen al vroeg in de winter de bunkers opzoeken en dat de aantallen doorgaans tot januari geleidelijk stijgen (figuur 6 en 7). Vleermuizen lijken van onbekende overwinteringsplaatsen naar de bunkers te komen en deze na januari geleidelijk te verlaten, hoewel de winterslaapperiode dan nog niet ten einde is. Verder zijn er veel verplaatsingen, zowel in bunkers als (vermoedelijk) van de ene naar de andere bunker.

Een nadeel van dit onderzoek is het mogelijk versturende effect door de frequentere betreding van de bunkers. Er is geprobeerd dit effect zo klein mogelijk te houden door het verblijf in de bunkers zo kort mogelijk te houden. Daarnaast is regelmatig gezien dat vleermuizen ook elkaar tot activiteit opwekken, bijvoorbeeld als ze op een kluitje of aan of achter gaas hangen. Bewegen van de een geeft een trilling door aan de anderen en dit leidt geregeld tot ontwaken en verplaatsen, een effect dat ook bekend is uit de literatuur (Thomas 1995). Ook met een infraroodcamera, die uiteraard geen versturend effect gaf, zijn echter veel bewegingen en verplaatsingen geconstateerd.

Zomeronderzoek

In dezelfde periode als het hier beschreven winteronderzoek is regelmatig zomeronderzoek gedaan naar vleermuizen. Hierbij zijn in bomen op de landgoederen in het binnenduin en ook in enkele woonhuizen en een schuur kraamkolonies aangetroffen van watervleermuizen, rosse vleermuizen (*Nyctalus noctula*) en dwergvleermuizen (*Pipistrellus pipistrellus*).

Tussen de landgoederen en het open duingebied is een aantal vaste trekroutes ontdekt waar in de loop van de jaren vele tellingen verricht zijn. In het duin zelf zijn ook vele tellingen verricht boven de waterwegen, met behulp van bat-detectors. Hierbij werden vaak enkele honderden foeragerende vleermuizen

aangetroffen, met name watervleermuizen en kleinere aantallen gewone dwergvleermuizen en in het najaar ruige dwergvleermuizen. Hiernaast zijn op de trekroutes laatvliegers, rosse vleermuizen en incidenteel baardvleermuizen en gewone grootoorvleermuizen waargenomen.

Het is aannemelijk dat een deel van de in de bunkers aangetroffen watervleermuizen tot dezelfde populatie behoort als de in de zomer waargenomen dieren. De getelde aantallen komen grofweg overeen, zoals dit ook in andere delen van de kust is vastgesteld (Mortert et al. 2022, in dit nummer). Hoe vleermuizen zich verplaatsen tussen de zomer- en de winterverblijven is alleen te achterhalen met ringonderzoek.

Kansen en bedreigingen

In de loop van de jaren is een groot aantal voor overwinterende vleermuizen geschikte bunkers afgesloten om binnendringing en verstoring door mensen te voorkomen. Elk jaar worden echter pogingen gedaan om sloten te forceren; dit is een permanent punt van zorg en aandacht. Door de aanleg van een eco-duct over de weg naar Zandvoort is een bunker waar jaarlijks vleermuizen overwinteren onder het zand van het talud verdwenen. Deze bunker is echter door het aanbrengen van een betonnen schacht toegankelijk gehouden voor vleermuizen en vleermuisonderzoekers.

Het duingebied is dynamisch; af en toe komen 'nieuwe' bunkers of openingen van bekende bunkers bloot te liggen, al dan niet na graafacties door bunkerliefhebbers. Als de voor vleermuizen belangrijke bunkers afgesloten blijven, zijn er geen bedreigingen voor winterslapende vleermuizen te verwachten. Wel is er nog ruimte om een aantal nog niet afgesloten bunkers waar jaarlijks vleermuizen overwinteren van een hekwerk te voorzien om verstoring te voorkomen. In vrijwel alle afgesloten bunkers zijn aanpassingen gedaan om geschikte hangplaatsen voor vleermuizen te creëren. Het

is voorstelbaar dat nog meer aanpassingen de getelde aantallen verder zullen doen toenemen.

Dankwoord: De auteurs danken alle personen die een bijdrage hebben geleverd aan de jaarlijkse vleermuistellingen. Verder gaat dank uit naar Waternet (voorheen: Gemeentewaterleidingen Amsterdam) voor de medewerking aan de jaarlijkse wintertellingen en het mogelijk maken van beschermende maatregelen aan en in bunkers.

Literatuur

- Daan, S. 1973. Activity during natural hibernation in three species of vespertilionid bats. *Netherlands Journal of Zoology* 23: 1-71.
- Dorgelo, J. & A. Punt 1969. Abundance and 'internal migration' of hibernating bats in an artificial limestone cave ('Sibbergroeve'). *Lynx* 10: 101-125.
- Lange, R. 1988. Vleermuizen (Chiroptera) in en om de Amsterdamse Waterleidingsduinen. *Huid en Haar* 7 (3/4): 144-149.
- Mostert, K., J.P. Bekker & K. Kapteyn. Overwinterende vleermuizen langs de Nederlandse kust. *Lutra* 65 (1): 87-116.
- Noort, C.A., A.-J. Haarsma & P.H.C. Lina, 2021. Resultaten vleermuisonderzoek tussen Katwijk en Den Haag 2007-2018. Stichting Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland / Batweter: 1-78.
- Thomas, D.W. 1995. Hibernating bats are sensitive to nontactile human disturbance. *Journal of Mammalogy* 76 (3): 940-946.

Ontvangen: 30 november 2021

Geaccepteerd: 12 april 2022



Het kost soms wat moeite om een object binnen te gaan voor een telling. Zoals hier in de Amsterdamse Waterleidingduinen (januari 2010; *foto: Rogier Lange*) en in de duinen van Voorne (onder; januari 2009; *foto: Kees Mostert*).

Bestandsontwikkelingen van overwinterende watervleermuizen (*Myotis daubentonii*) en meervleermuizen (*M. dasycneme*) in de duingebieden Meijndel en Uilenbosch

Peter H.C. Lina¹, Aldo M. Voûte² Anne-Jifke Haarsma³, Alphons H.H.M. Bongers⁴
& Bart (C.)A. Noort⁵

¹ Naturalis Biodiversity Center, Postbus 9517, 2300 RA Leiden, Nederland, e-mail: peter.lina@naturalis.nl

² Soest, Nederland

³ Dierecologie en Fysiologie, Instituut voor Water- en Wetlandsonderzoek, Radboud Universiteit, Nijmegen, Nederland

⁴ Vleermuiswerkgroep Defensieterreinen, Ouderkerk a/d Amstel, Nederland

⁵ Stichting Zoogdierwerkgroep Zuid-Holland, Heijermanswende 53, 2182 WV Hillegom, Nederland

Samenvatting: Sinds de winter van 1977 worden de populaties van overwinterende vleermuizen in vijf bunker-gangencomplexen van de voormalige Atlantikwall uit de Tweede Wereldoorlog gemonitord in de duingebieden Meijndel en Uilenbosch, die gelegen zijn in de gemeenten Wassenaar en Den Haag (provincie Zuid-Holland). Door beheersmaatregelen, zoals het sluiten van de ingangen voor ongecontroleerde menselijke bezoeken en het vergroten van het aantal geschikte hangplaatsen, gebruiken aanzienlijke aantallen watervleermuizen (*Myotis daubentonii*) en meervleermuizen (*Myotis dasycneme*) thans deze complexen. Daarnaast overwinteren in deze complexen af en toe ook kleine aantallen van de baardvleermuis (*Myotis mystacinus*), gewone grootovleermuis (*Plecotus auritus*) en franjestaart (*Myotis nattereri*). De duingebieden waarin deze complexen liggen zijn aangewezen als Natura 2000-gebieden waarbij de aanwezigheid van de grote aantallen meervleermuizen, die daar overwinteren, een belangrijke rol heeft gespeeld. De vijf complexen vormen samen de belangrijkste parings- en winterverblijven van de meervleermuis in West-Europa.

De auteurs dragen dit artikel op aan Christiaan Smeenk (1942-2017), voorheen conservator zoogdieren van Naturalis Biodiversity Center, voor zijn jarenlange enthousiaste deelname aan de wintermonitoring van vleermuizen in het duingebied Meijndel. Zijn wijsheid zal bij ons blijven.

Trefwoorden: duingebieden, Meijndel, Uilenbosch, watervleermuizen, meervleermuizen, winterslaap, bestandsontwikkelingen, Natura 2000.

Inleiding

De duingebieden Meijndel en Uilenbosch liggen ten noorden van Den Haag. Het gebied

van Meijndel is overwegend een drinkwaterwingebied dat wordt beheerd door het waterleidingbedrijf Dunea Duin & Water (Dunea). Het gebied heeft een aantal kunstmatige meren die worden gevormd door infiltratie van rivierwater. Meijndel is grotendeels eigendom van Staatsbosbeheer en is in erf-

© 2022 Zoogdierverseniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdierverseniging.nl>



Figuur 1. Locaties van de bunkergangen-complexen in de duingebieden Meijndel en Uilenbosch.

pacht gegeven aan Dunea. De zeewering wordt grotendeels beheerd door het Hoogheemraadschap van Rijnland en een klein deel in het zuiden door het Hoogheemraadschap van Delfland. Het aangrenzende Uilenboschgebied is eigendom van en wordt beheerd en gebruikt door het Ministerie van Defensie. De complexen Delfland, DWL en Moffenslag worden beheerd door Dunea, het Wassenaarse Slag-complex door Staatsbosbeheer en de bunkers en gangencomplexen in het Uilenboschgebied door het Ministerie van Defensie.

Eens per jaar in de winter, tussen 15 december en 15 februari, worden de overwinterende vleermuizen zoveel mogelijk zonder verstoring in de complexen gemonitord. Naast de wintertellingen zijn in de periode 2002-2015 in de complexen nog andere onderzoeken aan de meervleermuis uitgevoerd (Haarsma et al. 2019, Haarsma et al. in voorbereiding). De locaties van de complexen worden weergegeven in figuur 1.

Dit artikel geeft een overzicht van de bestandsontwikkelingen van overwinterende watervleermuizen en meervleermuizen in de duingebieden Meijndel en Uilenbosch gedurende de jaren 1977-2020.

De overwinteringsverblijven

Het Wassenaarse Slag-complex

Dit complex van ondergrondse, manshoge gangen en enkele overgebleven bunkers ligt aan de Wassenaarse Slag. Het complex is ruim 800 meter lang en heeft meer dan 100 ventilatieschachten. De geschiedenis van de constructie, de verschillende functies en het gebruik tijdens de Tweede Wereldoorlog van het complex zijn beschreven door Neisingh & Verbeek (1994) en Kras (2014).

In de jaren na de Tweede Wereldoorlog raakten de bunkers en gangen in onbruik. De



Figuur 3. Een groep van wolvleermuizen en een enkele meervleermuis, van onderaf gezien. Foto: Christian Dietz.



Figuur 2. Type vleermuiskast dat is geïnstalleerd in de bunkergangen-complexen. Foto: Christian Dietz.

gangen waren flink opgevuld met zand. Vanaf de jaren 1960 werden de meeste bunkers die verbonden waren met de gangen gesloopt. Dit gebeurde door de bunkers op te blazen of te verbrijzelen met zware machines. Een groot deel van de gangen die de bunkers met elkaar verbonden, bleef intact. Vlak voor de voorgenomen volledige sloop van het complex werden op 20 december 1976 35 vleermuizen waargenomen (33 wolvleermuizen en 2 baardvleermuizen) in het deel van de gangen dat op dat moment toegankelijk was. Deze waarneming gaf aanleiding tot het plan om het gangencomplex en de resterende bunkers voor vleermuizen te behouden. Daartoe werd de ingang van het complex in 1977¹ voorzien

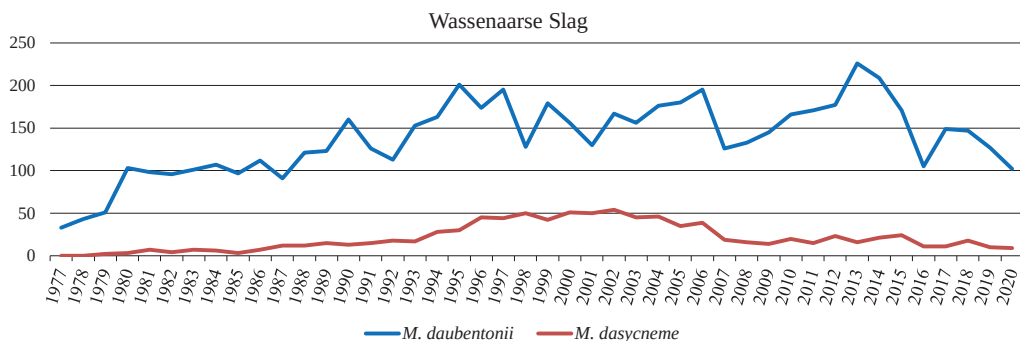
¹ Een telseizoen wordt in dit artikel aangeduid door het jaar waarin januari valt: bijv. 1977 = telseizoen 1976-1977

van een traliehek. Vanaf dat moment werd onder toezicht van Staatsbosbeheer begonnen met het verwijderen van zand uit de gangen en het voorlopig restaureren van het complex en werden ventilatie- en uitgangsschachten dichtgemaakt met tegels of betonplaten. Deze werkzaamheden vonden plaats gedurende een aantal jaren.

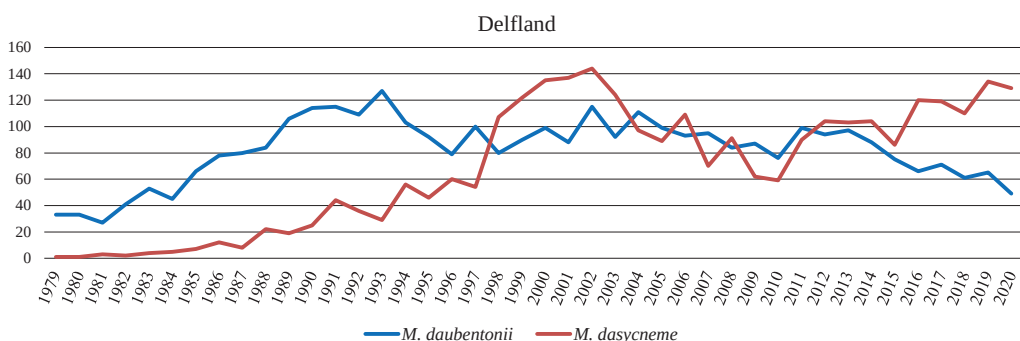
Tussen 1993 en 2007 vonden tijdens de zomermaanden rondleidingen in het complex plaats. Vanwege mogelijke instortingen van en scheuren in het dak, werd het complex vanaf 2007 gesloten voor bezoekers. Tussen 2014 en 2017 werden reparatiewerkzaamheden uitgevoerd waarbij een groot deel van de scheuren en spleten werden gedicht (Noort et al. 2021).

Als extra schuilplaatsen werd een speciaal type vleermuiskast aan de muren in het hele complex aangebracht (figuren 2 en 3). Vanaf 2015 werden er in een deel van het complex weer rondleidingen georganiseerd. Een ander deel van het complex is het hele jaar door gereserveerd als vleermuisreservaat. Voor bezoekers is een aparte ingang gemaakt om negatieve effecten op het klimaat in het vleermuisgedeelte te beperken (Noort et al. 2021).

Na de eerste ontdekking van overwinterende vleermuizen in het complex in december 1976, werden overwinterende vleermuizen hier jaarlijks geteld, gewoonlijk in de derde week van december. De eerste twee overwinterende meervleermuizen werden in de winter van 1979 waargenomen. Deze dieren waren de eerste winterwaarnemingen van deze soort



Figuur 4. Bestandsontwikkelingen van overwinterende watervleermuizen en meervleermuizen in het Wassenaarse Slag-complex.



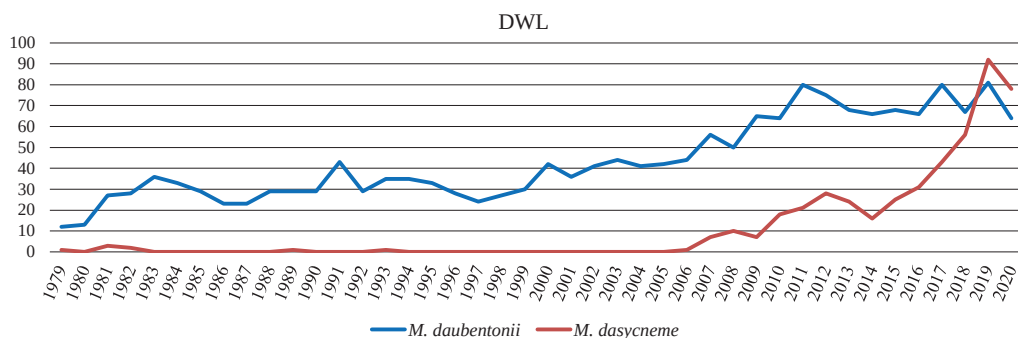
Figuur 5. Bestandsontwikkelingen van overwinterende watervleermuizen en meervleermuizen in het Delfland-complex.

buiten het kalksteengebied in Zuid-Limburg. De bestandsontwikkelingen van de overwinterende watervleermuizen en meervleermuizen vanaf de winter 1977 tot en met de winter van 2020 zijn weergegeven in figuur 4. Vanaf 2013 zette zich om onduidelijke redenen een daling van het aantal watervleermuizen en meervleermuizen in. De dieren zouden wellicht last hebben gehad van de uitgevoerde renovatiewerken, waardoor de luchtvochtigheid en de temperatuur in het complex zijn veranderd en het complex droger is geworden. Mogelijk hebben de rondleidingen in de zomermaanden hierbij ook een rol gespeeld (Noort et al. 2021).

Het Delfland-complex

Ook het Delfland-complex heeft onder-

grondse, manshoge gangen die een aantal bunkers met elkaar verbinden. Het complex heeft een lengte van 320 meter en maakte vroeger deel uit van het voormalige grotere gangencomplex Stützpunkt Marine Seeziel Batterie Scheveningen-Nord XXXX ML (Ambachtsheer 1995), waartoe ook het DWL-complex behoorde. Ondanks regelmatige controle en handhaving wordt het complex regelmatig opengemaakt, vaak in het herfst- en winterseizoen, wat zeer negatieve gevolgen heeft voor de vleermuizen (Noort et al. 2021). Het Delfland-complex wordt sinds de winter van 1979 gecontroleerd op overwinterende vleermuizen en in de zomer van 1980 werd een traliehek geplaatst. In de zomer van 2011 werden aan de muren in het hele complex ook vleermuiskasten (figuren 2 en 3) geïnstalleerd om zodoende extra schuilplaatsen aan vleermui-



Figuur 6. Bestandsontwikkelingen van overwinterende watervleermuizen en meervleermuizen in het DWL-complex.

zen te bieden (Noort et al. 2021). De bestandsontwikkelingen van de watervleermuis en meervleermuis vanaf de winter van 1979 tot en met de winter van 2020 zijn weergegeven in figuur 5.

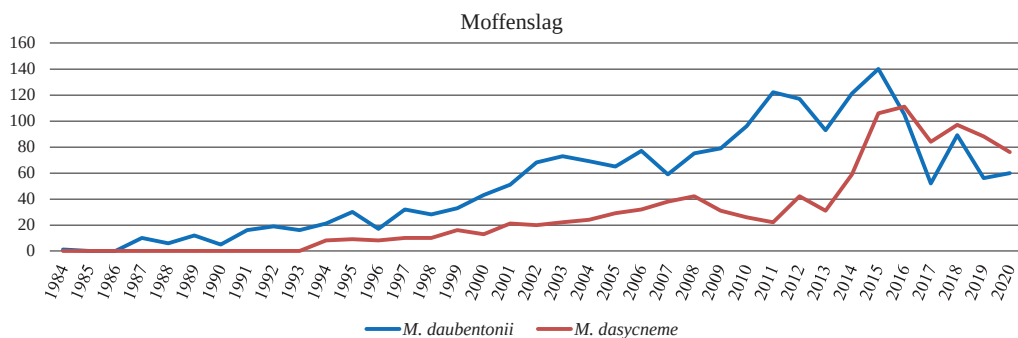
Het DWL-complex

Zoals hiervoor al gezegd, maakte het complex vroeger ook deel uit van het voormalige grotere gangencomplex Batterie Scheveningen-Nord. Het is ook een complex van ondergrondse, manshoge gangen, die verschillende bunkers met elkaar verbinden. De tellingen begonnen, gelijk als bij het Delfland-complex, in de winter van 1979 en ook hier werd de ingang in de zomer van 1980 voorzien van een traliehek. Lange tijd had het complex slechts een toegankelijke ganglengte van 80 meter met twee bunkers. In 2007 werden meer dan 350 meter aan gangen en drie bunkers toegevoegd die tot dan nog niet toegankelijk voor mensen en mogelijk ook niet voor vleermuizen waren. Hoewel er na de afsluiting een gestage toename van overwinterende watervleermuizen was, werden tot de winter van 2006 geen of nauwelijks meervleermuizen aangetroffen, dit in tegenstelling tot het zeer dichtbij gelegen Delfland-complex. Pas in de winter van 2007 nam het aantal dieren van deze soort toe. Af en toe werden een paar overwinterende gewone grootoorvleermui-

zen (max. vier), baardvleermuizen (max. twee) en franjestaarten (max. twee) waargenomen. Sinds het complex in 2014 werd geoptimaliseerd, is het gebruik door de meervleermuis gegroeid tot ongeveer 90 dieren. Ook in dit complex werden vleermuiskasten (figuren 2 en 3) geïnstalleerd. Uit ringonderzoek is gebleken dat er geen uitwisseling van meervleermuizen is tussen de Delfland- en de DWL-complexen, ondanks de geringe afstand tussen de twee complexen (hemelsbreed slechts 110 meter) (Noort et al. 2021). De bestandsontwikkelingen van zowel de watervleermuis als de meervleermuis vanaf de winter van 1979 tot en met de winter van 2020 zijn weergegeven in figuur 6.

Het Moffenslag-complex

Dit complex ligt tussen de complexen Delfland en DWL en het meer noordelijk gelegen Wassenaarse Slag-complex en heeft ook ondergrondse, manshoge gangen en enkele bunkers. De tellingen in Moffenslag begonnen in 1984. In de eerste drie winters werden er geen vleermuizen aangetroffen. Pas in de winter van 1987 werden de eerste overwinterende watervleermuizen gezien en in de winter van 1994 de eerste meervleermuizen. Daarna nam het aantal dieren van beide soorten gestaag toe. Sinds 2011 is het complex afgesloten met een stevig stalen traliehek. In de winter van 2017 deed zich een dramatische



Figuur 7. Bestandontwikkelingen van overwinterende watervleermuizen en meervleermuizen in het Moffenslag-complex.

daling van beide soorten voor die in de winter van 2020 nog niet was hersteld. Ook in dit complex werden vleermuiskasten (figuren 2 en 3) geïnstalleerd. De bestandontwikkelingen van beide soorten vanaf de winter van 1984 tot en met de winter van 2020 zijn weergegeven in figuur 7. Af en toe werden enkele overwinterende gewone grootoorvleermuizen (max. zes), baardvleermuizen (max. twee) en een franjestaart (max. één) waargenomen.

bunkers worden ook de gewone grootoorvleermuis, baardvleermuis en franjestaart waargenomen. De populatie overwinterende meervleermuizen is hier sterk toegenomen, tot ruim boven de 250 exemplaren (272 in 2020), en maakt ongeveer 27% van de overwinterende meervleermuizen in Nederland uit en daarmee ongeveer 8% van de bekende overwinterende individuen van deze soort in Europa (Noort et al. 2021).

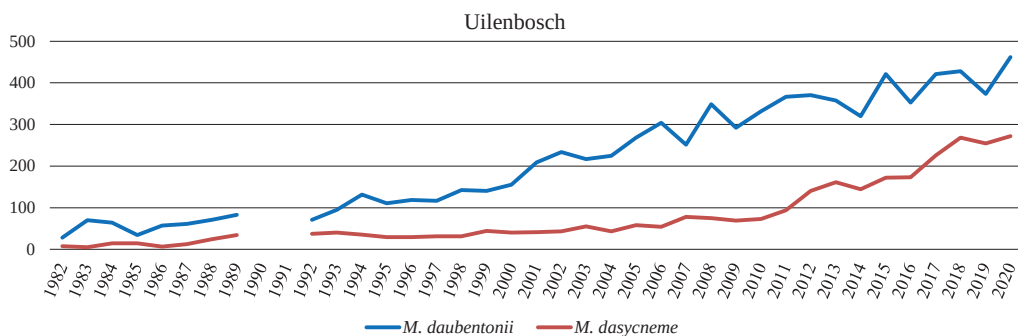
Het Uilenbosch complex

Het Uilenbosch-complex is een cluster van 23 grotere en kleinere bunkers en gangen. Tussen 1983 en 2000 werden de meeste bunkers en gangen ontdaan van zand en afgesloten met stevige deuren. In vijf van de zeven grootste gangen werden in 2015 vleermuiskasten (figuren 2 en 3) geïnstalleerd; in de andere bunkers, op één na, in 2019. De eerste tellingen vonden plaats in de winter van 1982 en deze werden in de winters van 1990 en 1991 onderbroken. Illegale betreding vindt overvloedig plaats. Reparaties en toenemende versterking van constructies en deuren heeft de volle aandacht van het Ministerie van Defensie.

Winterslapende watervleermuizen en meervleermuizen overheersen in het Uilenbosch-complex. Figuur 8 toont de bestandontwikkelingen van beide soorten in Uilenbosch in de periode 1982-2020. In de kleinere

Discussie en conclusies

Voûte & Lina (1986) hebben, ook met verwijzingen naar andere vergelijkbare resultaten in het buitenland, aangetoond dat het afsluiten van potentiële overwinteringsplaatsen van vleermuizen met roosters of deuren met invliegspleten, waardoor ongecontroleerde menselijke toegang wordt vermeden, kan leiden tot een toenemende bestandontwikkeling van overwinterende vleermuizen. Dat lieten ze onder meer zien met de fors toenemende bestandontwikkelingen van overwinterende watervleermuizen en meervleermuizen in de Wassenaarse Slag-, Delfland- en DWL-complexen nadat de ingangen van deze complexen afgesloten waren. Uiterste voorzichtigheid is echter geboden bij het afsluiten met deuren en muren, aangezien dit in sommige situaties (zoals bij grote kalksteengroeven) een achteruitgang heeft veroorzaakt van



Figuur 8. Bestandsoontwikkelingen van overwinterende watervleermuizen en meervleermuizen in het Uilenbosch-cluster van complexen.

soorten die de voorkeur geven aan een dynamisch klimaat (Daan & Wichers 1968, Baranaukas 2006, Haarsma 2011).

Ongecontroleerde toegang tot winterverblijven kan leiden tot verstoring van vleermuizen en verplaatsing in hangplaatsen (van clusters aan het plafond naar verborgen spleten, Haarsma 2011). Een direct effect van menselijke verstoring is vaak moeilijk te meten, omdat andere (indirecte) menselijke activiteiten ook effecten kunnen hebben. Het is mogelijk dat de toeristische zomerexcursies in een deel van het Wassenaarse Slag-complex de neerwaartse bestandsoontwikkelingen van de populaties van watervleermuizen en meervleermuizen daar beïnvloeden en dat het deel van het complex dat wordt gebruikt voor de excursies waarschijnlijk volledig, fysiek zou moeten worden afgescheiden van het gedeelte waar de meeste vleermuizen overwinteren. De instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 moeten hierbij prioriteit krijgen.

Bij gebrek aan voldoende schuilplaatsen in de complexen blijken aangebrachte vleermuiskasten een grote meerwaarde te hebben, waarvan vooral de meervleermuis profiteert; in de kasten zijn grote groepen, tot 30 meervleermuizen, waargenomen (Noort et al. 2021). In elk van de complexen verblijft gemiddeld meer dan 80% van de meervleermuizenpopulatie in deze kasten. Het gebruik van dergelijke kasten wordt daarom aanbevolen voor vergelijkbare overwinteringsplaat-

sen elders, met name waar meervleermuizen overwinteren.

Dankwoord: De auteurs willen hun dank uitspreken aan Dunea Duin & Water, Staatsbosbeheer en het Ministerie van Defensie, voor hun jarenlange inzet voor het beheer van de complexen ten behoeve van het behoud van de aanwezige populaties overwinterende vleermuizen, waardoor hun aantallen aanzienlijk is toegenomen. Onze speciale dank gaat uit naar Peter H. van Deursen van Staatsbosbeheer voor zijn initiatieven om de bunkercomplexen voor vleermuizen te behouden. De auteurs willen ook de vele vrijwilligers bedanken die hebben geholpen bij het monitoren van de vleermuizen, waardoor de kennis over de overwinterende vleermuizen in beide duingebieden aanzienlijk is toegenomen.

Literatuur

- Ambachtsheer, H.F. 1995. Van verdediging naar bescherming. De Atlantikwall in Den Haag. VOM-reeks 1995, nummer 1. Gemeente Den Haag, Dienst Ruimtelijke en Economische Ontwikkeling, afdeling Monumentenzorg, Den Haag, Nederland.
- Baranaukas, K. 2006. Bat species composition and abundance in two underground hibernaculae in Vilnius before and after fencing. *Ekologija* 1: 10-15.
- Daan, S. & H.J. Wichers 1968. Habitat selection of bats hibernating in a limestone cave. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 33: 262-287.

- Haarsma, A.-J. 2011. Vleermuizen in mergelgroeven, verschillende aspecten met betrekking tot de in het kader van Natura 2000 aangewezen groeven als belangrijk leefgebied voor meer-, vale en ingekorven vleermuis. Rapport 2011.03. Batweter onderzoek en advies, Heemstede, Nederland.
- Haarsma, A.-J., P.H.C. Lina, A.M. Voûte & H. Siepel 2019. Male long-distance migrant turned sedentary; The West European pond bat (*Myotis dasycneme*) alters their migration and hibernation behaviour. PLoS ONE 14 (10): e0217810. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217810>
- Haarsma, A.-J., P.H.C. Lina, A.M. Voûte & G.H. Glas, in voorbereiding. Understanding changes in winter population from trends and its implication for conservation, a case study of the pond bat.
- Kras, M. (red.) 2014. Bunkers in de natuur van Wassenaar. De vleermuisbunker en het complex Rijksdorp. Staatsbosbeheer.
- Neisingh, C.N.J. & J.R. Verbeek 1994. Duitse bunkers aan het Wassenaarse Slag. Stichting Menno van Coehoorn / Werkgroep Verdedigingswerken in Nederland 1915-1945.
- Noort, C.A., A.-J. Haarsma & P.H.C. Lina 2021. Resultaten vleermuisonderzoek tussen Katwijk en Den Haag 2007-2018. Stichting Zoogdierwerkgroep Zuid-Holland / BatWeter, Nederland.
- Voûte, A.M. & P.H.C. Lina 1986. Management effects on bat hibernacula in The Netherlands. Biological Conservation 38 (2): 163-177. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(86\)90071-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(86)90071-6)
- Ontvangen: 2 augustus 2022*
Geaccepteerd: 24 augustus 2022

Het effect van buitentemperatuur en eigenschappen van winterverblijven in de duinen op overwinterende vleermuizen

Annemieke van Zuijlen & Dick Groenendijk

PWN, Zeeweg 12, 2051 EC Overveen, Nederland, e-mail: annemieke.van.zuijlen@pwn.nl

Samenvatting: In de Nederlandse duingebieden bevinden zich diverse bouwwerken, zoals bunkers en ijskelders, waarin vleermuizen overwinteren. De vleermuizen in deze objecten worden jaarlijks in de winter geteld. In dit onderzoek is gekeken of de buitentemperatuur en enkele eigenschappen van winterverblijven invloed hebben op het aantal overwinterende vleermuizen in de duinen tussen Zandvoort en Bergen aan Zee. Het verband tussen het aantal getelde vleermuizen (gemiddeld aantal per object) en de buitentemperatuur bleek afhankelijk van de soort. Dit verband was afwezig bij watervleermuizen (*Myotis daubentonii*). De meer koude-tolerante gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*) en franjestaart (*M. nattereri*) lieten een negatief verband zien met de buitentemperatuur: hoe warmer, des te minder vleermuizen van deze soorten in de onderzochte objecten werden waargenomen. Dit geldt ook voor de meervleermuis (*M. dasycneme*), die als minder koude-tolerant bekend staat. Het aantal getelde vleermuizen in de onderzochte winterverblijven lijkt vooral samen te hangen met het formaat van het object: hoe groter het volume van het winterverblijf, des te meer vleermuizen er werden aangetroffen. Ook de vochtigheid, verstoringgevoeligheid, het aantal ruimtes en de wegkruipmogelijkheden in de winterverblijven hadden een effect op het aantal vleermuizen. Effecten van deze eigenschappen waren echter minder sterk dan de invloed van het formaat van het object en ze waren niet altijd significant. Deze kennis is van belang om richtlijnen voor beheer te bepalen en de tellingen op waarde te kunnen schatten. Zo kan ervoor worden gezorgd dat er in een gebied voldoende objecten aanwezig zijn die als optimaal winterverblijf kunnen fungeren.

Kernwoorden: winterverblijven, buitentemperatuur, formaat, vochtigheid, verstoringgevoeligheid, wegkruipmogelijkheden, meervleermuis, watervleermuis, gewone grootoorvleermuis, franjestaart.

Inleiding

In Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) en het Noordhollands Duinreservaat (NHD) bevinden zich vele bunkers en andere bouwwerken, zoals ijskelders, waarin vleermuizen overwinteren. Om een duurzame populatie vleermuizen te behouden, is het belangrijk dat alle deelhabitats in optimale staat zijn. Het winterverblijf is daar een belangrijke schakel in. Vanuit het Netwerk

Ecologische Monitoring (NEM) worden jaarlijks de overwinterende vleermuizen geteld. Deze tellingen vinden altijd plaats in de winter, binnen een jaarlijks vastgestelde periode tussen medio december en medio februari. Aangenomen wordt dat zich op dat moment een maximaal aantal vleermuizen in de winterverblijven bevinden. Het is belangrijk te weten of dit ook zo is. Daarom hebben wij in dit onderzoek gekeken naar het verband tussen het aantal vleermuizen in het winterverblijf en de buitentemperatuur. Daarnaast is er behoefte aan duidelijkere richtlijnen voor het beheer van de winterverblijven. We

© 2022 Zoogdierverseniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdierverseniging.nl>

weten welke objecten succesvol zijn, maar er is behoefte aan meer inzicht in welke eigenschappen dit succes veroorzaken. Met die kennis kan worden geïnvesteerd in de verblijven die de hoogste potentie hebben als winterverblijf.

Uit onderzoek blijkt dat het aantal dieren in een verblijf in de loop van een winter sterk kan variëren. Dit komt onder andere doordat sommige individuen, vooral van koude-tolerante soorten zoals franjestaart (*M. nattereri*) en gewone grootovleermuis (*Plecotus auritus*), pas arriveren als het buiten te koud voor ze wordt, en andere overwinteringsplekken, zoals boomholten en slecht geïsoleerde ruimtes in gebouwen, ongeschikt raken. Van meervleermuizen (*M. dasycneme*) en watervleermuizen (*M. daubentonii*) is bekend dat zij relatief vroeg in de winterverblijven aanwezig zijn. Het is niet bekend of dit een gevolg is van de temperatuur, het insectenaanbod of de vroege paartijd bij deze soorten (Haarsma 2013).

De weersomstandigheden tijdens de winter telling kunnen dus van invloed zijn op de keuze van winterverblijven en op de getelde aantallen per verblijf. Dit kan ervoor zorgen dat de aantallen bij warme weersomstandigheden onderschat worden omdat nog niet alle dieren zich in de onderzochte winterverblijven bevinden. Bij het bepalen van trends wordt aangenomen dat op de datum van de telling maximale aantallen vleermuizen in de winterverblijven aanwezig zijn. Om de juistheid van tellingen te kunnen beoordelen is het belangrijk om te weten wat de invloed van de buitentemperatuur is op het aantal getelde vleermuizen.

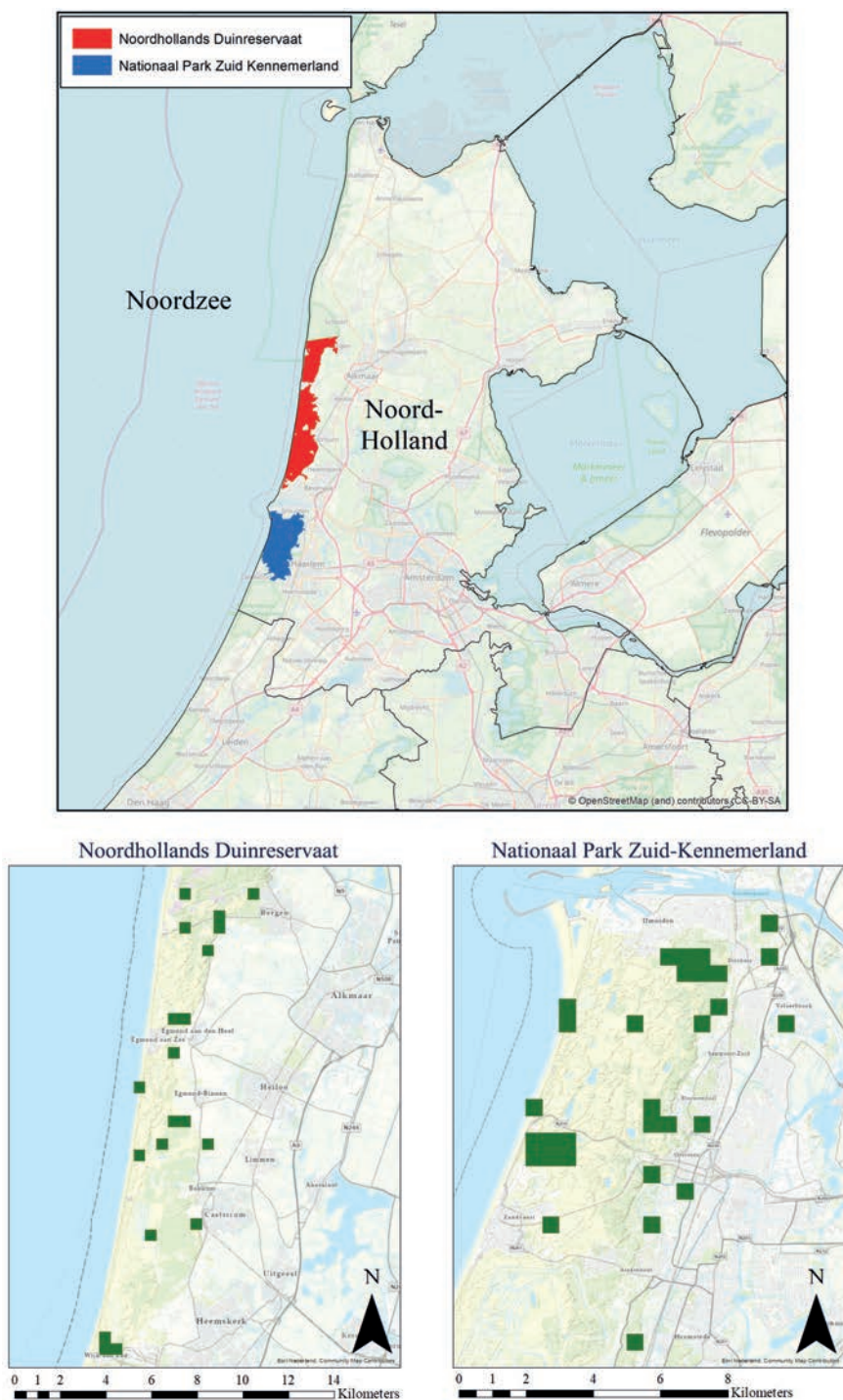
Belangrijke condities in de verblijven zijn met name: temperatuur, vochtigheid, rust en duisternis (Limpens et al. 1999, Haarsma 2018). De temperatuur in de objecten moet niet onder het vriespunt komen en niet aan grote schommelingen onderhevig zijn en er moet niet te veel licht binnenkomen. Het formaat, het aantal ruimtes en het aantal openingen naar buiten zouden hierop van invloed kunnen zijn. De luchtvochtigheid moet hoog zijn en de wanden ruw genoeg om aan te kunnen hangen. Het belang van eigenschappen in winter-

verblijven verschilt per soort (Siivonen & Wermdsen 2008). Sommige soorten kruipen het liefst weg in spleten, barsten en andere holtes in de muren terwijl andere open en bloot aan de muren hangen. Daarom moeten er voldoende geschikte wegkruipmogelijkheden en hangplekken zijn. Het formaat, het aantal ruimtes en inrichting van de objecten, zijn hiervoor van belang. Verstoring is ongunstig omdat hierdoor de lucht in beweging komt en de temperatuur in het verblijf zou kunnen stijgen. Dit kan de vleermuizen uit hun winterslaap halen waardoor ze extra energie verliezen. Dit verlaagt hun kans op reproductie en overleven van de winterperiode (Haarsma & de Hullu 2012). Verstoring wordt voorkomen door een afgelegen en beschutte ligging of een fysieke afsluiting van het object. Tenslotte moeten de vleermuizen de winterverblijven ook goed kunnen vinden en benaderen. De ligging in het terrein, de oriëntatie en beschutting van de ingang en de ligging ten opzichte van andere objecten (in een cluster of alleen) kunnen hierop van invloed zijn.

Hoewel bekend is welke objecten het goed doen als winterverblijf, is nog nauwelijks uitgezocht waarom het ene verblijf succesvoller is dan het andere. Het lijkt of de grote, natte objecten (met een zeer hoge luchtvochtigheid en/of water op de bodem en aan de muren en plafonds) het meest succesvol zijn, maar er worden ook regelmatig relatief grote aantallen vleermuizen aangetroffen in kleinere of drogere verblijven. Op dit moment worden objecten veelal ingericht zonder dat daar een onderbouwde visie achter zit. Onderzoek naar de invloed van deze eigenschappen op het aantal overwinterende vleermuizen is daarom waardevol voor het beheer van winterverblijven.

Materiaal en methoden

In deze studie zijn 116 objecten gelegen binnen het NPZK en het NHD meegenomen. Hiervan liggen er 71 in het NPZK en 45 in het NHD (figuur 1). Van de vele aanwezige zijn



Figuur 1. Ligging van het Nationaal Park Zuid-Kennemerland en het Noordhollands Duinreservaat. Onder: 500x500 meter-hokken waarin de onderzochte winterverblijven in beide gebieden liggen.

Tabel 1. Overzicht van de onderzochten eigenschappen, de bijbehorende categorieën en hun indeling.

Eigenschap	Categorie	Indeling
Formaat	Klein	0-35 m ³
	Middel	36-150 m ³
	Groot	151-400 m ³
Landschapszone	Zeeduin	Ligging zoals bepaald in Natura 2000-beheerplannen (Provincie Noord-Holland 2017a, 2017b)
	Middenduin	
	Binnenduin	
Verstoringsgevoeligheid	Zeer gevoelig voor verstoring	Niet afgesloten en makkelijk te vinden
	Redelijk gevoelig voor verstoring	Afgesloten maar makkelijk te vinden of niet afgesloten en relatief moeilijk te vinden.
	Ongevoelig voor verstoring	Afgesloten en lastig te vinden of niet afgesloten maar in afgesloten terrein/ zeer moeilijk te vinden).
Beschutting ingang	Beschut	De ingang is deels of volledig van de omgeving afgeschermd met begroeiing).
	Onbeschut	Voor de ingang is geen begroeiing.
Vochtigheid	Nat	Water op de bodem en aan de muren en plafonds.
	Vochtig	Water aan de muren en/of plafonds, bodem droog.
	Droog	De bodem, muren en plafonds zijn droog.
Stabiliteit klimaat	Stabiel	Weinig tocht, maximaal een opening.
	Vrij stabiel	Matige tocht, enkele openingen.
	Onstabiel	Veel tocht, vele openingen.
Wegkruipmogelijkheden	Geen	Zoals gedocumenteerd in het portaal van de Zoogdiervereniging.
	Kieren, spleten en scheuren	
	Gaten	
	Ventilatiepijpen	
	Achter planken/stenen	
	Combinaties van bovenstaande	
Aantal ruimtes	1 ruimte	
	2 ruimtes	
	3 of meer ruimtes	
Oriëntatie ingang	N	Oriëntatie van de opening.
	NO	
	O	
	ZO	
	Z	
	ZW	
	W	
Ligging in een cluster	NW	
	Niet van toepassing	
		Gemiddelde afstand tot de vier dichtstbijzijnde objecten.

dit de objecten die jaarlijks worden geteld. Het merendeel betreft bunkers, maar er zijn ook enkele ijskelders, een waterkelder en een poortgebouw meegenomen. Indien beschik-

baar zijn voor elk object telgegevens uit het NEM vanaf 1990 gebruikt. Om de relatie tussen het aantal vleermuizen en de buitentemperatuur te bepalen, is de gemiddelde dag-

temperatuur over de vijf dagen voorafgaand aan de telling berekend aan de hand van geregistreerde weersgegevens (KNMI, z.d.). Indien mogelijk zijn data van de dichtstbijzijnde KNMI-meetstations IJmuiden en Wijk aan Zee gebruikt. Als voor beide stations geen data beschikbaar waren, zijn data van meetstation Schiphol gebruikt. Er werd gekeken naar het verband tussen deze temperaturen en het gemiddeld aantal vleermuizen per object per teldatum. Dit is gedaan voor de soorten: watervleermuis, meervleermuis, franjestaart en gewone grootoorvleermuis. Data waarop in minder dan vier objecten werd geteld zijn weggelaten.

Van zoveel mogelijk objecten in NPZK en het NHD werd een aantal eigenschappen, verdeeld in een aantal categorieën, in kaart gebracht (tabel 1). Een aantal van deze categorieën zijn gebaseerd op het portaal van de Zoogdiervereniging (stabiliteit klimaat, wegkruipmogelijkheden). De andere zijn bepaald op basis van beschikbare kennis. Vanwege de Covid-19 pandemie kon de wintertelling van 2021 niet doorgaan en konden niet alle eigenschappen van objecten ter plaatse worden gescoord. Daarom is voor een deel van de objecten gewerkt met beschikbare informatie op het portaal van de Zoogdiervereniging, aangevuld met kennis van tellers en beheerders. De objecten waarvan voor een bepaalde variabele geen informatie beschikbaar was werden uit de analyse voor de betreffende variabele weggelaten. Als maat voor het aantal vleermuizen werd per object het gemiddelde aantal overwinterende vleermuizen in de telseizoenen 2016-2020 genomen.

Statistische analyse

Het verband tussen het aantal vleermuizen en de buitentemperatuur werd bepaald met behulp van enkelvoudige lineaire regressie. Verder werd de invloed van de verschillende eigenschappen op het aantal gevonden vleermuizen bepaald met behulp van de Krus-

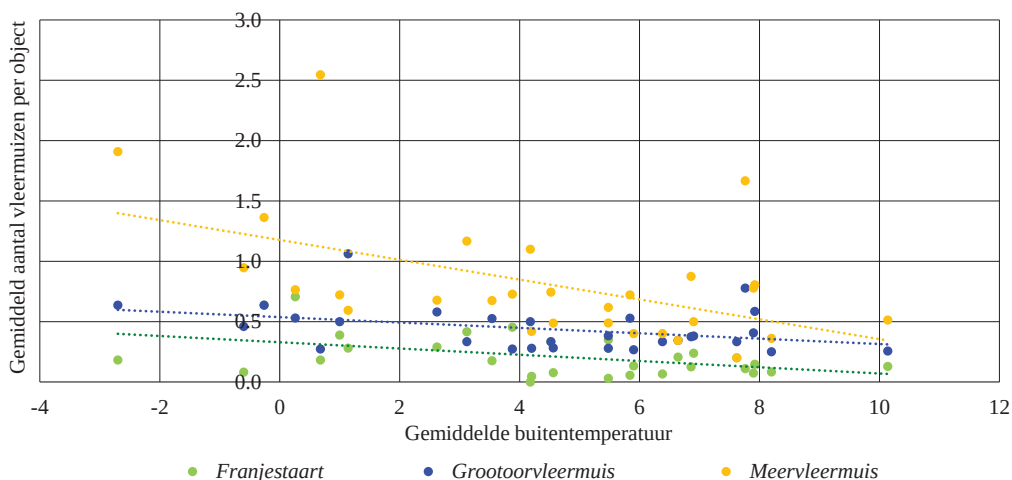
kal-Wallis test. Vervolgens werd een post hoc test, de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner pairwise comparison (The jamovi project 2020), uitgevoerd om te bepalen tussen welke categorieën een significant verschil bestaat. Voor de statistische analyses werden de programma's Jamovi, SPSS en Excel gebruikt.

De relatieve invloed van de onderzochte eigenschappen is bepaald met behulp van meervoudige lineaire regressie. Hierbij werden de gescoorde variabelen samengevoegd zodat hun relatieve invloed op het aantal getelde vleermuizen bepaald kon worden. Alleen de statistisch significante variabelen werden toegevoegd aan het model. Van tevoren werd de multicollineariteit onderzocht om te bepalen of eigenschappen in de regressieanalyse onderling niet te sterk gecorreleerd waren om te kunnen worden meegenomen in de analyse. Aanvullend werd nog een verdere verkenning uitgevoerd, waarbij de modellen op meerdere manieren waren opgebouwd (de Vocht 2012). Dit heeft niet geleid tot afwijkende resultaten.

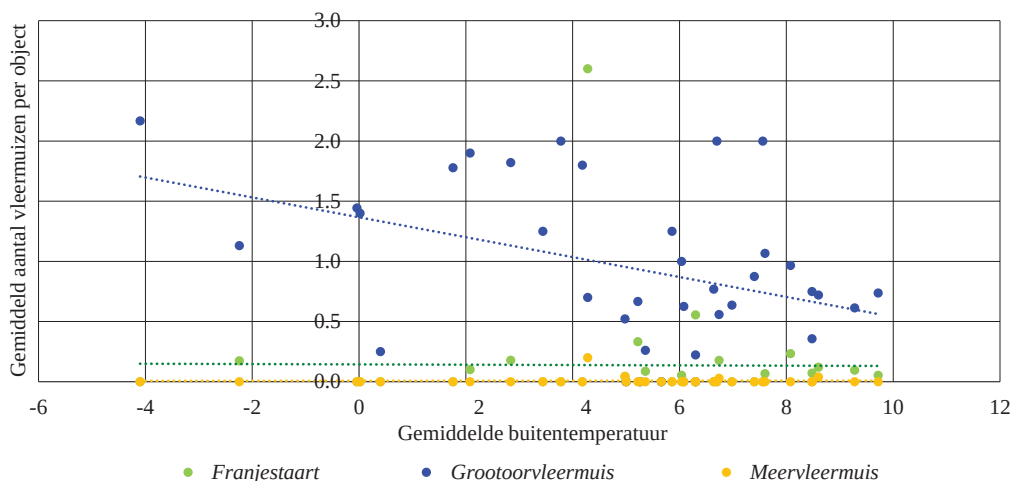
Resultaten

Invloed van de buitentemperatuur op het aantal getelde vleermuizen

Zowel in het NPZK als in het NHD zijn geen verbanden gevonden tussen het aantal getelde watervleermuizen en de buitentemperatuur (Lineaire regressie NPZK: $F(1,27)=1,15$, $P=0,29$; NHD: $F(1,34)=1,4$, $P=0,25$). Er was wel een duidelijk negatief verband tussen het aantal getelde gewone grootoorvleermuizen en de buitentemperatuur. Hoe hoger de gemiddelde dagtemperatuur gemeten over de vijf dagen voorafgaand aan de telling, des te minder overwinterende grootoorvleermuizen werden aangetroffen (NPZK: $F(1,27)=4,6$, $P<0,05$; NHD: $F(1,34)=6,7$, $P<0,05$). Franjestaart ($F(1,27)=7,5$, $P<0,05$) en meervleermuis ($F(1,27)=9,3$, $P<0,01$) vertoonden ditzelfde verband in het NPZK (figuur 2 en figuur 3). In het NHD waren er te



Figuur 2. Het verband tussen de buitentemperatuur en het gemiddeld aantal vleermuizen per object in het Natio-naal Park Zuid-Kennemerland.



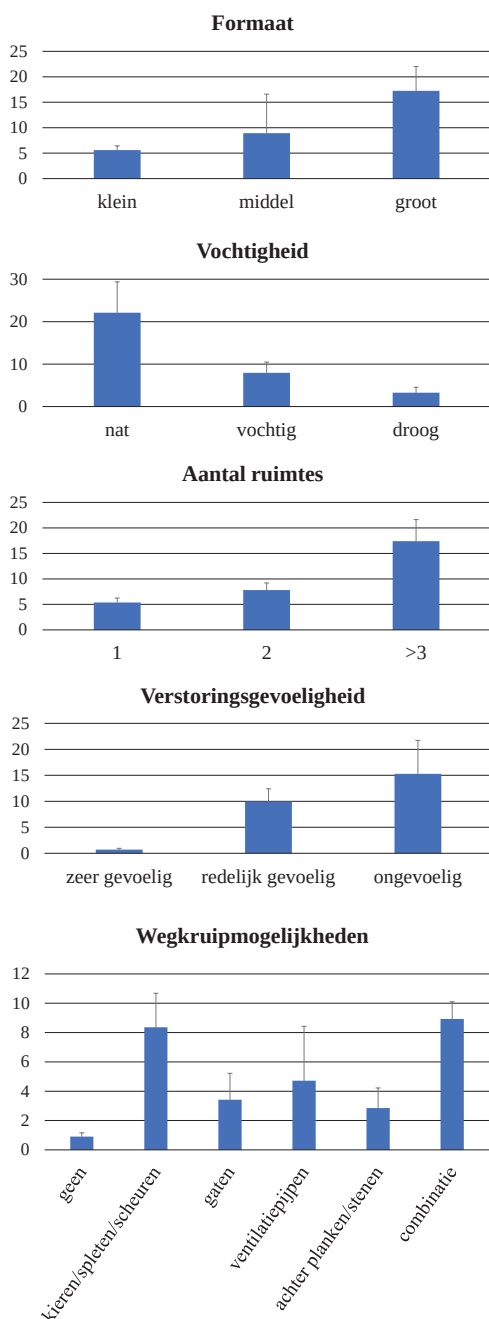
Figuur 3. Het verband tussen de buitentemperatuur en het gemiddeld aantal vleermuizen per object in het Noord-hollands Duinreservaat.

weinig waarnemingen van deze twee soorten om hier iets over te kunnen zeggen.

Invloed van objecteigenschappen

Uit de variantieanalyse op de verschillende objecteigenschappen bleek dat een groot formaat ($\chi^2(3)=12,5$, $P<0,01$) en een groot aantal verschillende ruimtes ($\chi^2(2)=7,1$, $P<0,05$) een positief effect hadden op het aantal over-

winterende vleermuizen in de onderzochte verblijven. Een hoge vochtigheid ($\chi^2(2)=6,9$, $P<0,05$) lijkt hieraan ook bij te dragen gezien de bijna significante relatie (post hoc, nat-droog: $P=0,06$). Een hoge verstoringsevoeligheid ($\chi^2(2)=20,9$, $P<0,001$) en de afwezigheid van wegkruipmogelijkheden ($\chi^2(7)=15,3$, $P<0,05$) hebben een negatief effect op het aantal overwinterende vleermuizen (figuur 4). De meervoudige lineaire regressie resulteerde in een statistisch significant model



Figuur 4. invloed van onderzochte eigenschappen met een significante invloed op het gemiddeld aantal getelde vleermuizen per object in de jaren 2016-2020. Foutbalken geven de standaardfout weer.

($F(3,30)=19,4$, $R^2=0,66$, $P<0,001$). Het model laat zien dat 66% van de variantie in het aantal getelde vleermuizen te herleiden is naar de categorieën 'groot', 'droog' en 'kieren/spleten/scheuren', waarbij 'groot' het grootste effect heeft ('groot': $\beta=26,6$, $P<0,001$; 'droog': $\beta=-5,6$, $P<0,05$; 'kieren/spleten/scheuren': $\beta=8,5$, $P<0,05$). De ligging in het terrein, beschutting, ligging in een cluster en oriëntatie van de ingang hadden geen aantoonbare invloed op het aantal vleermuizen, of er waren niet voldoende data beschikbaar om eventuele verbanden aan te kunnen tonen.

Discussie

Temperatuur

In verschillende studies wordt een verband gesuggereerd of aangetoond tussen buitentemperatuur en aantallen overwinterende vleermuizen (Haarsma 2013; zie ook de bijdragen van Bekker en Verhees et al., elders in dit nummer). In klimaatzones met strenge winters hebben vleermuizen mogelijk profijt van de aanhoudende lage wintertemperaturen omdat ze dan dieper in winterslaap zitten, minder makkelijk wakker worden en daardoor minder energie verliezen (Haarsma & Kaal 2016). In dit onderzoek is bij sommige soorten vleermuizen een verband zichtbaar tussen de buitentemperatuur en de aantallen getelde exemplaren. Dit verband ontbreekt bij watervleermuizen. Maar de meer koude-tolerante soorten, gewone grootoorvleermuis en franjestaart, laten een negatief verband zien met de buitentemperatuur. Hoe hoger de temperatuur, hoe minder vleermuizen van deze soorten in de objecten overwinteren. Wellicht kiezen deze koude-tolerante tijdens relatief warme winters soorten andere, minder temperatuur-gebufferde, overwinteringsplaatsen in holle bomen en gebouwen. De meer vleermuizen laten hetzelfde verband zien. Meervleermuizen staan niet bekend als uitgesproken koude-tolerant, maar worden des-

ondanks vaak op relatief koude plaatsen binnen de bunkercomplexen gevonden (Batweter 2021). Een toename van de wintertemperatuur, als gevolg van klimaatverandering, zou wellicht in de toekomst kunnen leiden tot een afname van aantallen overwinterende vleermuizen, gewone grootoorvleermuizen en franjestaarten in de winterverblijven waar vleermuizen worden geteld.

Formaat, aanwezigheid structuren en luchtvochtigheid

Uit de analyse blijkt dat een toenemend formaat van de overwinteringsverblijven en een toenemend aantal verschillende ruimtes een positief effect hebben op het aantal overwinterende vleermuizen in de onderzochte bunkers. Het ontbreken van wegkruipmogelijkheden is van negatieve invloed op de aantallen overwinterende vleermuizen. Een hoge vochtigheid lijkt sterk bij te dragen aan hoge aantallen overwinterende vleermuizen. Met name de grootte van het winterverblijf in combinatie met het aantal en de diversiteit van wegkruipmogelijkheden blijken ook in andere studies van belang te zijn bij de keuze van winterverblijven (Haarsma 2011, de Boer et al. 2013). Ook in grotten is een positief verband aangetoond tussen formaat van de grot en de populatiegrootte en soortenrijkdom. Beide bleken daarnaast samen te hangen met de diversiteit in wegkruipmogelijkheden (Furey & Racey 2016). Hoewel luchtvochtigheid in het winterverblijf in eerdere studies niet als doorslaggevende factor wordt aangemerkt (Haarsma 2011, de Boer et al. 2013), is voor overwinterende vleermuizen de factor vocht wel van belang. Het aanvullen van vochtverlies is namelijk een van de redenen dat vleermuizen hun winterslaap moeten onderbreken. Deze momenten van ontwaken kosten een vleermuis veel energie, het is dus van belang om tussentijds ontwaken te beperken (Ben-Hamo et al. 2013).

Verstoringsgevoeligheid

Uit dit onderzoek is gebleken dat in verblijven waar de kans op verstoring groot is, minder vleermuizen overwinteren. Wellicht anticiperen vleermuizen hierop door deze verblijven niet te kiezen als winterverblijf, of te verhuizen naar rustiger plekken. Het is niet bekend of in deze verstoringsgevoelige verblijven ook daadwerkelijk verstoring heeft plaatsgevonden.

Uit meerdere bronnen blijkt dat verstoring van vleermuizen tijdens de winterslaap een negatief effect heeft op hun kans de winter te overleven (Speakman et al. 1991, Thomas 1995, Haarsma 2011, Furey & Racey 2016). Slapende vleermuizen reageren op prikkels zoals licht, geluid, temperatuurverschillen, tocht en aanraking. Na een verstorings prikkel wordt een vleermuis vaak wakker. Dit dier kan vervolgens weer andere vleermuizen wakker maken. Hierdoor duurt de uiteindelijke verstoring veel langer dan het daadwerkelijke bezoek. Bij het ontwaken verbranden de vleermuizen een extra gedeelte van hun vetvoorraad. Deze extra vetverbranding kan bij vrouwelijke vleermuizen tot gevolg hebben dat zij niet zwanger worden. Jonge dieren met een relatief kleine vetvoorraad lopen het grootste risico te overlijden.

Conclusie

Uit deze studie komt naar voren welke aspecten van belang zijn voor vleermuizen bij het kiezen van geschikte winterverblijven. Met name het formaat en de aanwezigheid van voldoende wegkruipmogelijkheden zijn belangrijk. Een hoge luchtvochtigheid lijkt eveneens positief. Voor een beheerder is het verder belangrijk om objecten dusdanig te beveiligen dat er weinig verstoring mogelijk is en ze zo nodig af te sluiten voor ongewenste bezoekers. Deze bevindingen kunnen helpen de objecten te optimaliseren als winterverblijf voor vleermuizen, waardoor deze maximaal bijdragen aan het herbergen van een gezonde

populatie vleermuizen. Daarnaast kan het gevonden verband tussen vleermuizen en buitentemperatuur worden gebruikt om kritisch te kijken naar trends van bepaalde soorten en om de optimale telperiode te bepalen.

Dankwoord: Een onderzoek doe je nooit alleen, we willen alle vleermuisexperts bedanken die ons hebben geholpen bij het opzetten van dit onderzoek. De collega's van PWN, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer voor de input over de winterverblijven. En natuurlijk alle tellers die zich al jaren belangeloos inzetten voor de bescherming van vleermuizen. Met name Jan Boshamer, die deze tellingen jarenlang heeft gecoördineerd en ervoor heeft gezorgd dat alles zo goed is vastgelegd. Ook dank aan de Zoogdiervereniging voor het verzamelen en delen van deze informatie. Zonder jullie was dit onderzoek niet mogelijk geweest. Dank tenslotte aan Nick Parrott voor de waardevolle suggesties ter verbetering van het Engels van het manuscript.

Literatuur

- Batweter 2021. Meervleermuis informatie. <https://www.batweter.nl/index.php/literatuur-en-data/meervleermuis-informatie>.
- Bekker, J.P. De samenhang tussen aantallen overwinterende gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) en weersomstandigheden (temperaturen en neerslag). *Lutra* 65 (1): 201-211.
- Ben-Hamo, M., A. Muñoz-Garcia, J.B. Williams, C. Korine & B. Pinshow 2013. Waking to drink: rates of evaporative water loss determine arousal frequency in hibernating bats. *Journal of Experimental Biology* 2016 (4): 573-577. <https://doi.org/10.1242/jeb.078790>
- de Boer, W.F., S. van de Koppel, H.J. de Knecht & J. Dekker 2013. Hibernation site requirements of bats in man-made hibernacula. *Ecological Applications* 23 (2): 502-514. <https://doi.org/10.1890/1051-0761-23.2.502>
- de Vocht, A. 2012. Basishandboek SPSS 20. Bijleveld Press, Utrecht, Nederland.
- Furey, N. & P. Racey 2016. Conservation ecology of cave bats. C. Voigt & T. Kingston (eds). *Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world*: 463-500. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_15
- Haarsma, A.-J. 2011. Hollandse meervleermuizen in winterslaap. *Holland's Duinen* (58): 3-6.
- Haarsma, A.-J. 2013. Het verloop van het aantal vleermuizen in een winterverblijf. *VLEN Nieuwsbrief* 70. https://www.batweter.nl/attachments/article/4/2013_Haarsma_Het%20verlooop%20van%20het%20aantal%20vleermuizen%20in%20een%20winterverblijf.pdf
- Haarsma, A.-J. 2018. Vleermuizen en ecologische verbandingen. *Tussen Duin en Dijk* 17 (3): 38-41.
- Haarsma, A.-J. & E. de Hullu 2012. Keeping bats cool in the winter: hibernating bats and their exposure to 'hot' incandescent lamplight. *Wildlife Biology* 18 (1): 14-23. <https://doi.org/10.2981/10-067>
- Haarsma, A.-J. & R. Kaal 2016. Predation of wood mice (*Apodemus sylvaticus*) on hibernating bats. *Population Ecology* 58: 567-576. <https://doi.org/10.1007/s10144-016-0557-y>
- KNMI. (z.d.). Daggegevens van het weer in Nederland. <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>
- Limpens, H.J., P.H. Lina & A.M. Hutson 1999. Action plan for the conservation of the pond bat (*M. dasycneme*) in Europe. *Nature and Environment* 108. Council of Europe, Strasbourg, Frankrijk. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13269.83680>
- Provincie Noord-Holland 2017a. Natura 2000 beheerplan Noordhollands Duinreservaat 2018-2024. Provincie Noord-Holland, Haarlem, Nederland.
- Provincie Noord-Holland 2017b. Natura 2000 beheerplan Kennemerland-Zuid 2016-2022. Provincie Noord-Holland, Haarlem, Nederland.
- Siivonen, Y. & T. Wermundsen 2008. Characteristics of winter roosts of bat species in southern Finland. *Mammalia* 72 (1): 50-56. <https://doi.org/10.1515/MAMM.2008.003>
- Speakman, J.R., P.I. Webb & P.A. Racey 1991. effects of disturbance on the energy expenditure of hibernating bats. *Journal of Applied Ecology* 28: 1087-1104. <https://www.jstor.org/stable/2404227>
- The jamovi project. (2020). Jamovi 1.2.27 [Computer Software].
- Thomas, D.W. 1995. Hibernating bats are sensitive to nontactile human disturbance. *Journal of Mammalogy* 76 (3): 940-964. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_15

org/10.2307/1382764

Verhees, J.J.F., J.C. Buys, P.H. van Hoof, H.W.G. Heijligers & W.F. de Boer 2022. Trends van overwinterende vleermuizen in kleine kunstmatige winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg en hun

populatiedynamica verklaard door klimatologische omstandigheden. *Lutra* 65 (1): 127-142.

Ontvangen: 2 november 2021

Geaccepteerd: 24 maart 2022

Overwinterende vleermuizen op Klein Heidekamp (Schaarsbergen, Arnhem)

Gerhard Glas¹ & Ruud Kaal²

¹ Beatrixstraat 2, 6824 LR Arnhem, Nederland, e-mail: gerhardglas@kpnmail.nl

² Ambtsrichtersveld 101, 7327 JB Apeldoorn, Nederland

Samenvatting: Het complex “Klein Heidekamp” is een militair kampement dat functioneel verbonden is met de luchtmachtbasis Deelen, ten noorden van Arnhem. Vleermuizen overwinteren hier in twee vrij grote kelders (670 en 375 m³), overblijfselen van een verwoest groot gebouw en twee kleinere objecten (120 en 56 m³). De aantallen vleermuizen werden hier voor het eerst geteld in 1982, toen er 81 dieren werden gevonden en toen alleen de grootste kelder toegankelijk was. Sinds 1988 konden alle vier de objecten worden geïnspecteerd en nam het totale aantal vleermuizen gestaag toe tot meer dan 1000 in koude winters, met een maximum van 1580. Gemiddeld zijn hier de afgelopen vijf winters (2016–2020) jaarlijks meer dan 890 vleermuizen geteld. Verreweg de meest dominante soort is de watervleermuis (*Myotis daubentonii*). Daarnaast was de franjestaart (*M. nattereri*) een snel opkomende soort, die aanvankelijk in de beginjaren 1980 nog niet werd aangetroffen, en waarvan de aantallen in de jaren 2016–2020 schommelen op een niveau van rond de 300. De aanwezigheid van twee exemplaren van de meervleermuis (*M. dasycneme*) bij het eerste bezoek in 1982 maakte Klein Heidekamp de tweede bekende winterslaapplaats van deze soort in Nederland buiten de mergelgrotten in Zuid-Limburg. Het aantal meervleermuizen steeg de afgelopen winters tot een niveau rond de 60 dieren per jaar. De baardvleermuis (*M. mystacinus/brandtii*) werd jaarlijks vertegenwoordigd door minder dan tien exemplaren over de hele periode. De gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*) telt meestal minder dan 20 dieren met meer dan 30 als uitzondering. Solitaire exemplaren van de vale vleermuis (*M. myotis*) komen hier incidenteel voor. Omdat de verblijfplaats in een militaire nederzetting ligt, is de locatie omheind en goed bewaakt; om die reden is het een veilige slaapplaats voor de hoogste aantallen overwinterende vleermuizen in de provincie Gelderland.

Trefwoorden: watervleermuis *Myotis daubentonii*, franjestaart *M. nattereri*, meervleermuis *M. dasycneme*, gewone grootoorvleermuis *Plecotus auritus*, baardvleermuis *M. mystacinus/brandtii*, vale vleermuis *M. myotis*, veilige (goed bewaakte) winterslaapplaats, provincie Gelderland.

Inleiding

Ten noorden van Arnhem ligt het vliegveld Deelen. Het is hier vanaf 1940 door de Duitse bezetter aangelegd (“Fliegerhorst Deelen”) en is nog altijd in gebruik als militair vliegveld. Rond een centraal gelegen open terrein met start- en landingsbanen ligt een aantal complexen met dienstgebouwen. Hiervan ligt complex Klein Heidekamp, in de oorlogsjaren

gebouwd, het dichtst bij Arnhem (figuur 1). Deze bijdrage beschrijft de ontwikkeling van het aantal overwinterende vleermuizen vanaf de eerste telling in 1982 tot en met 2020 in vier objecten op deze locatie, die zo dicht bij elkaar liggen dat zij samen als één overwinteringslocatie worden beschouwd.

Beschrijving van de objecten

Drie van de vier objecten zijn de onderling niet verbonden kelders (KHK1: 670 m³, KHK2:



Figuur 1. Locatie van het militaire complex Klein Heidekamp.

375 m³ en KHK3: 56 m³) van één groot gebouw dat in de oorlog is gebombardeerd. Naderhand zijn de bovengrondse restanten geheel afgebroken en zijn de kelders met een grondlaag overdekt. De kelders hebben gemetselde en gepleisterde muren. De twee grote kelders (KHK1 en KHK2) zijn intern onderverdeeld en hebben daardoor veel muuroppervlak. Alle drie de kelders zijn ongeveer 2,4 m hoog, de grootste (KHK1) heeft een centraal gedeelte van ongeveer 2,9 m hoog (figuur 2). Het vierde object (KHK4) is een afgesloten stuk (ca. 120 m lang, 1 m breed en 1,2 m hoog) van een onder het maaiveld gelegen gemetseld kanalenstelsel voor de leidingen van het oorspronkelijke centrale verwarmingssysteem. Beide grote kelders (KHK1 en KHK2) zijn toegankelijk via een buitentrap en een staande deur met invliegopening, de twee andere objecten (KHK3 en KHK4) via een liggend luik op een opgemetselde toegang met invliegopeningen (figuur 3).

Het militaire complex Klein Heidekamp als geheel is te karakteriseren als een bebost terrein met verspreid staande dienstgebouwen.

De tellingen

De grootste kelder (KHK1) is voor het eerst bezocht in 1982, waarbij 81 vleermuizen werden geteld. Buiten de mergelgroeven werd dit aantal toen alleen overtroffen in fort Rijnauwen en het bunkercomplex Wassenaarse Slag. Tot 1987 liepen de aantallen in deze kelder op tot 378 vleermuizen. Achteraf gezien waren de resultaten van de eerste tellingen te laag, omdat bepaalde plekken eerder over het hoofd waren gezien, met name afgedekte koekeken in de buitenmuren van de kelders. Kelder KHK2 was aanvankelijk voor zowel vleermuizen als inspectie ontoegankelijk totdat de ingang in 1987 werd opgegraven. Bij de eerste wintertelling daarna werden in deze kelder al 15 vleermuizen geteld. Het verschil in aantal vleermuizen tussen beide kelders (KHK1 en KHK2) werd geleidelijk kleiner. De kleinste kelder (KHK3) en het stuk leidingkanaal (KHK4) zijn in 1996 veiliger toegankelijk gemaakt voor inspectie en worden sedertdien gelijktijdig met de grote kelders geteld. Vanaf 1994 zijn in de vier objecten samen jaarlijks meer dan 700 vleermuizen geteld met als hoogste aantallen 1530 exemplaren in 1997 en 1580 exemplaren in 2006 (figuur 4). Opmerkelijk zijn de resultaten van twee tellingen in 1996. Bij de "officiële" telling half januari (opgenomen in de grafiek) werden in de vier kelders samen 1021 vleermuizen geteld, het eerste resultaat boven de 1000 voor deze locatie. Bij bezoek (om technische redenen) aan de kelders begin februari ontstond de indruk dat de aantallen duidelijk waren toegenomen. Half februari werd daarom een tweede telling gehouden, met als resultaat 1576 getelde vleermuizen. De toename werd verklaard uit het invallen van vorst tot -15 graden kort na de eerste telling. Toen in 1997 1530 vleermuizen werden geteld was eveneens sprake van een sterke temperatuur-



Figuur 2. Interieur van de grootste kelder (KHK1). Foto: Ruud Kaal.

daling (van +7 tot -7 graden) kort vóórafgaande aan de teldatum. Ook in andere jaren met hoge aantallen (meer dan 1000 vleermuizen in 2002, 2006, 2009, 2010 en 2013) was sprake van een daling van de temperatuur naar vorst kort vóór de betreffende telling (bron: www.wintergekte.nl). De hoge aantallen konden niet worden verklaard door opvallend lagere telresultaten in andere min of meer nabijgelegen bekende winterkwartieren.

Baardvleermuizen (*Myotis mystacinus/brandtii*)

Vanaf de eerste tellingen is het aantal baardvleermuizen gering gebleven. Meestal worden nul tot vijf exemplaren geteld, met éénmaal acht exemplaren in 1983 als maximum. Tweemaal (1982, 1998) werden zeven en tweemaal zes exemplaren (2005 en 2011) geteld. Enkele keren werd de aanwezigheid van een Brandts vleermuis vermoed, maar dit kon aan de hand

van foto's niet door experts worden bevestigd.

Franjestaart (*Myotis nattereri*)

Bij de eerste twee tellingen (1982 en 1983) werden geen franjestaarten aangetroffen. Dit sluit aan bij het toen bestaande beeld van de franjestaart als sterk in aantallen afgenomen en zeldzame soort (Daan 1980). Vanaf 1984 was de soort in kleine aantallen aanwezig en nam geleidelijk toe tot meer dan 50 exemplaren in 1998. Vanaf 2005 bleven de aantallen boven de 100 en nam de soort verder toe. In de vijf meest recente winters (2016-2020) werden gemiddeld meer dan 300 franjestaarten geteld. In deze periode was één op de drie vleermuizen op Klein Heidekamp een franjestaart.

Watervleermuis (*Myotis daubentonii*)

Op Klein Heidekamp is de watervleermuis



Figuur 3. Toegang tot één van de twee kleine objecten. Foto: Ruud Kaal.

vanaf de eerste tellingen de meest talrijke soort. De stijging van het totale aantal vleermuizen kwam in de eerste twintig jaar vooral door toename van het aantal watervleermuizen. Driemaal werden meer dan 1000 watervleermuizen geteld (1342 in 1997, 1019 in 2002 en 1265 in 2006). In zachte winters liggen de aantallen soms honderden exemplaren lager. In de laatste tien winters varieert het aantal tussen 468 (in 2019) en 680 (in 2012). Bij tellingen in 2017 en 2018 werd een flavistische ('gele') watervleermuis gevonden; in 2019 zelfs twee exemplaren (Glas 2019) en in 2020 opnieuw een exemplaar.

Vale vleermuis (*Myotis myotis*)

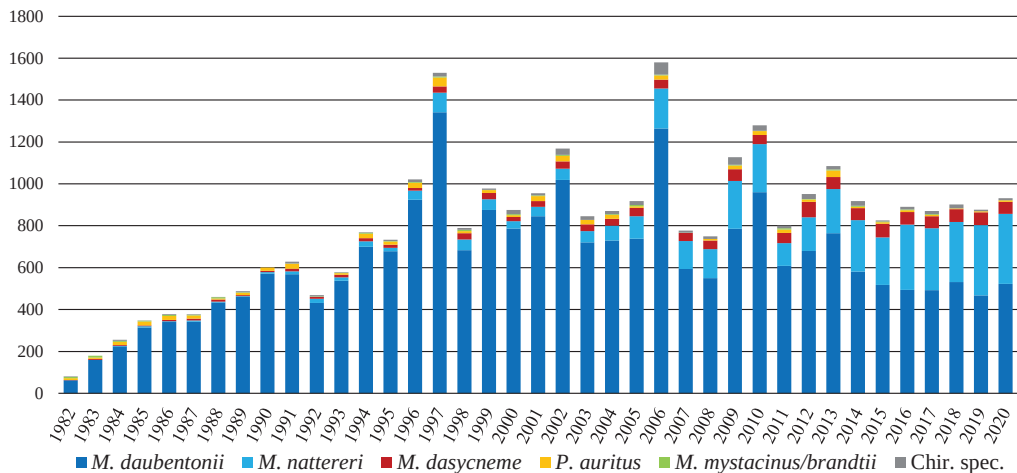
Vier winters achtereenvolgend (2000-2003) werd één exemplaar op Klein Heidekamp aangetroffen. Daarna was in 2007 en 2020 één exemplaar aanwezig. In Gelderland wordt de vale vleermuis slechts zelden gevonden in winterverblijven.

Meervleermuis (*Myotis dasycneme*)

Bij de eerste telling (in 1982) werden als verrassing twee meervleermuizen aangetroffen. Buiten de mergelgroeven waren eerder alleen in de bunkercomplexen tussen Den Haag en Wassenaar overwinterende meervleermuizen gevonden. Het aantal is op Klein Heidekamp geleidelijk toegenomen tot maximaal 73 exemplaren in 2012. Sederdien worden hier circa 60 exemplaren geteld. Ook elders in Gelderland, maar alleen op de Veluwe, wordt de meervleermuis in kleine aantallen aangetroffen. Inclusief Klein Heidekamp gaat het in totaal om minder dan 100 exemplaren.

Gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*)

Op Klein Heidekamp zijn de grootoorvleermuizen in wisselende aantallen aanwezig. Tweemaal ontbraken zij geheel (1992 en 2007) en het éénmalige maximum was 43 exemplaren (1997). In de meeste winters zijn minder dan 20 exemplaren geteld. Nadat in 2013 nog



Figuur 4. Aantalsontwikkeling van overwinterende vleermuizen in de vier objecten op Klein Heidekamp; sinds 1988 worden deze alle vier gelijktijdig geteld. In de aantallen van *Chir. spec.* is in 2000 t/m 2003, 2007 en 2020 steeds één exemplaar van *Myotis myotis* inbegrepen.

31 exemplaren werden geteld, zijn sedertdien jaarlijks minder dan 10 grootoorvleermuizen aangetroffen.

Relatie winter- en zomerverblijfplaatsen

Over de eventuele relatie tussen de getelde aantallen vleermuizen in de winter op Klein Heidekamp en zomerverblijfplaatsen en kraamkolonies in de nabije omgeving valt nauwelijks iets te zeggen door het vrijwel ontbreken van gericht onderzoek in de zomer. Bij een inventarisatie op het vliegveld en één aangrenzend complex zijn op dat complex gewone grootoorvleermuizen aangetroffen op zolders van vijf gebouwen; daarnaast werd op het vliegveld zelf een boom gevonden als verblijfplaats van de watervleermuis (Staro Bos- en Natuurbeheer 2005). Gewone grootoorvleermuizen zijn door de tweede auteur ook gevonden op zolders van gebouwen op Klein Heidekamp en drie andere complexen rond vliegveld Deelen op een afstand van 1 tot 5 kilometer van Klein Heidekamp, waarbij ook juveniele dieren zijn waargenomen. Omdat geen gelijktijdige tel-

ling van al deze zolders heeft plaatsgevonden, kan niet worden aangegeven over welke aantallen grootoorvleermuizen het hierbij gaat. Bij toeval is een zomerverblijfplaats van deze soort gevonden in een boom op ca 2,5 kilometer van Klein Heidekamp. Van watervleermuis en franjestaart zijn geen zomerkolonies bekend rond Klein Heidekamp. Jagende watervleermuizen worden 's zomers boven vrijwel alle waterpartijen in Arnhem-Noord en in mindere mate Arnhem-Zuid aangetroffen. Daarvan zijn de aantallen moeilijk te schatten maar deze lijken in totaal ver onder de aantallen overwinterende exemplaren op Klein Heidekamp te blijven. Meervleermuizen worden 's zomers in kleine aantallen jagend waargenomen boven de Rijn bij Arnhem. Van de franjestaart zijn ten noorden van Arnhem vondsten van individuele exemplaren in vleermuiskasten bekend. Dit geldt ook voor de grootoorvleermuis, waarvan ook twee maal meerdere exemplaren in één vleermuiskast zijn gevonden.

Kansen en bedreigingen

Klein Heidekamp is een omheind en bewaakt

militair terrein. De kans op verstoring van de verblijven door mensen is daardoor zo goed als uitgesloten. Een tweede zeer gunstige omstandigheid is ook de samenwerking met de dienst die is belast met het onderhoud van de gebouwen en die de winterverblijven daar ook bij rekent. Vanaf de eerste winters konden daardoor verbeteringen en herstelwerkzaamheden worden gerealiseerd. Zo zijn in beide grote kelders in 2004 stalen steunconstructies geplaatst ter versterking van de plafonds met de grootste vrije overspanningen (figuur 2).

Vleermuissterfte door predatie is vastgesteld. Vanaf het eerste bezoekjaar tot 2006 bleek dat huiskatten in het najaar vleermuizen vingen bij het in- en/of uitvliegen. De aantallen buiten de kelders KHK1 en KHK2 dood gevonden, soms uitgebraakte vleermuizen zijn niet systematisch bijgehouden maar betroffen soms enkele tientallen exemplaren. Vanaf ongeveer 1996 werden binnen in de kelders KHK1 en KHK2 regelmatig aangevreten en gewonde vleermuizen gevonden. Ook hiervan zijn niet systematisch gegevens verzameld, maar dit betrof eveneens soms tientallen exemplaren. In 2010 werd door camera-opnamen duidelijk dat bosmuizen hiervan de oorzaak waren. Als derde predator is meermalen een marter waargenomen in het leidingkanaal (KHK4). Sedert 2006 is geen kat meer gesignaleerd, in 2010 zijn de kieren onder de deuren van de kelders met gaas dichtgemaakt tegen bosmuizen (*Apodemus sylvaticus*) en in 2016 is het leidingkanaal toegankelijk gemaakt voor marters door versmalling van de invliegopening.

Aan Vleermuiswerkgroep Gelderland biedt Klein Heidekamp de kans om nieuwe leden te laten kennismaken met het thema winterslaap van vleermuizen. Bijna jaarlijks wordt hiertoe een excursie naar Klein Heidekamp georganiseerd in september, wanneer enkele tientallen vleermuizen reeds aanwezig zijn maar nog niet zijn begonnen aan de winterslaap. Het betreft dan vooral water- en meervleermuizen, zoals dat ook is beschreven voor andere winterverblijfplaatsen (Haarsma 2013).

Discussie en conclusie

Door leden van Vleermuiswerkgroep Gelderland zijn in de afgelopen vijf jaar (2016-2020) jaarlijks ruim 200 winterkwartieren met vleermuizen geteld, met in deze jaren in totaal gemiddeld 4586 vleermuizen, waarvan gemiddeld 894 (19.5%) op Klein Heidekamp (Vleermuiswerkgroep Gelderland, 2016-2020). Voor watervleermuizen is dit 24.1% (501 van 2077) en voor franjestaarten 25.8% (312 van 1206). Voor de meervleermuis is Klein Heidekamp veruit het belangrijkste winterkwartier in Gelderland. Zoals blijkt uit de grafiek (figuur 4) variëren de aantallen getelde vleermuizen per winter sterk, tot verschillen van 50% (1580 in 2006, 777 in 2007). Deze variatie betreft vooral watervleermuizen en franjestaarten en hangt mogelijk samen met verschillen tussen winters met en winters zonder vorstperiode voorafgaande aan de tellingen. Mogelijk verlaten watervleermuizen en franjestaarten bij het invallen van (strengere) vorst andere, ons nog onbekende (wellicht niet vorstvrije) verblijfplaatsen voor klimatologisch stabielere verblijfplaatsen zoals Klein Heidekamp. Dit gedrag wordt op basis van verschillen in aantallen tussen zachtere en strengere winters door vleermuistellers al langer toegeschreven aan grootoorvleermuizen. Door Bekker (2022, in dit nummer) is onderzocht, mede op basis van de gegevens van Klein Heidekamp, of dit veronderstelde gedrag statistisch toetsbaar is voor grootoorvleermuizen. De verschillen per winter tussen de aantallen meervleermuizen op Klein Heidekamp zijn te klein om bij deze soort aan dit veronderstelde gedrag te denken.

Huiskatten, marters en bosmuizen zijn al langer bekend als vleermuis-predatoren (Bekker & Mostert 1991). In een aantal winterverblijven in Zuid-Holland is een predatiedruk door bosmuizen berekend van maximaal 2,7% per maand (Haarsma & Kaal 2016, met beelden uit Klein Heidekamp). Voor Klein Heidekamp kunnen dergelijke berekeningen niet worden gemaakt, maar gelet op de telre-

sultaten lijkt sterfte door predatie hier niet of nauwelijks van invloed te zijn geweest op de aantallen overwinterende vleermuizen.

Klein Heidekamp herbergt veruit de hoogste aantallen overwinterende vleermuizen in Gelderland. Met name voor franjestaart, watervleermuis en meervleermuis lijkt dit op populatieniveau van betekenis. Deze gedachte wordt gesteund door de hogere aantallen bij tellingen na een periode met vorst. De winterkwartieren op Klein Heidekamp hebben tevens een functie in de nazomer als zwermlocatie, zoals recent is bevestigd door onderzoek naar de betekenis van de Veluwe voor de meervleermuis (van Adrichem & Jansen 2021). Behoud en beheer van de genoemde objecten is dan ook uit oogpunt van vleermuisbescherming van zeer groot belang en een grote verantwoordelijkheid, die gelukkig door alle betrokkenen, speciaal door Defensie op bijzondere wijze, wordt erkend en genomen.

Dankwoord: Onze dank gaat uit naar de medewerkers van de achtereenvolgende diensten die in de loop der jaren voor Defensie verantwoordelijk waren en nog zijn voor het beheer van de kelders. Met name F. Yperlaan †, A. Varkevisser en W. Vreman hebben hierin een belangrijke rol op zich genomen en de uitvoering van werkzaamheden mogelijk gemaakt. Het belang van Klein Heidekamp (en andere winterkwartieren op militaire terreinen in Gelderland en elders) wordt ook behartigd door de landelijke Vleermuiswerkgroep Defensieterreinen. Alle tellingen op Klein Heidekamp zijn verricht door de auteurs, aanvankelijk nam ook G. Hanekamp hieraan deel. Vanaf ongeveer 2002 namen steeds ook één of twee andere leden van Vleermuiswerkgroep Gelderland deel aan de tellingen. Wisse-

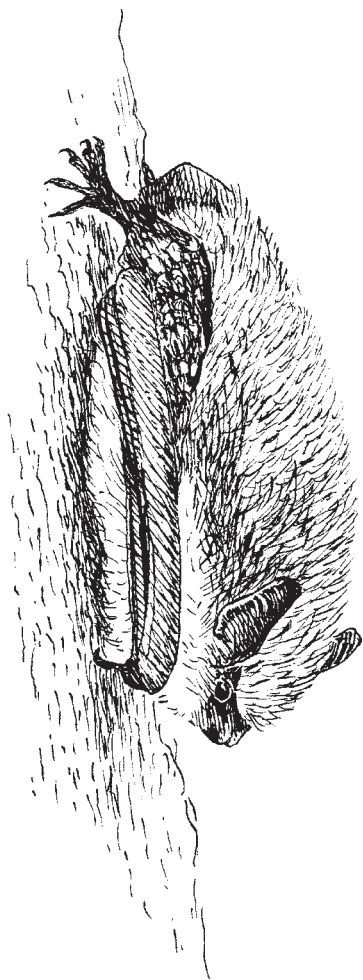
lend waren dit M. van der Valk †, F. Bosch, H. Bosch, T. Kooy, T. Bosch en T. Molenaar. Vanwege het meervleermuisonderzoek nam ook A.J. Haarsma deel aan de tellingen.

Literatuur

- Adrichem, M.C.H. van & E.A. Jansen 2021. Monitoring meervleermuis in Natura 2000-gebied Veluwe, 2017-2020. Rapport 2020.38. Zoogdiervereniging, Nijmegen, Nederland.
- Bekker, J.P.B. 2022. De samenhang tussen aantallen overwinterende gewone grootvleermuizen (*Plecotus auritus*) en weersomstandigheden (temperaturen en neerslag). *Lutra* 65 (1): 201-211.
- Bekker, J.P. & K. Mostert 1991. Predatie op vleermuizen in Nederland. *Lutra* 34 (1): 1-26.
- Daan, S. 1980. Long term changes in bat populations in The Netherlands: a summary. *Lutra* 22 (1-3): 95-105.
- Glas, G.H. 2019. Drie gele watervleermuizen. *Zoogdier* 30 (4): 30.
- Haarsma, A.-J. 2013. Het verloop van het aantal vleermuizen in een winterverblijf. *VLEN Nieuwsbrief* 70, 25 (1): 4-9.
- Haarsma, A.-J. & R. Kaal 2016. Predation of wood mice (*Apodemus sylvaticus*) on hibernating bats. *Population Ecology* 58: 567-576. <https://doi.org/10.1007/s10144-016-0557-y>
- Staro Bos- en Natuurbeheer 2005. Flora- en fauna-inventarisatie Militair Luchtvaart Terrein Deelen.
- Vleermuiswerkgroep Gelderland 1991-2020. Telling in winterkwartieren in Gelderland (jaarlijkse interne rapportage).

Ontvangen: 26 juli 2021

Geaccepteerd: 29 maart 2022



Geautomatiseerde langetermijnregistratie van vleermuisactiviteit in Fort Steendorp (Vlaanderen, België)

Alex Lefevre¹, Ludo Holsbeek², Arno Thomaes^{1,3}, Anne-Jifke Haarsma⁴
& Joris Goossens⁵

¹Natuurpunt vzw, Vleermuizenwerkgroep, Coxiestraat 11, 2800 Mechelen, België,
e-mail: vleermuizenalex@yahoo.com

²Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel, België

³Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel, België

⁴Afdeling Dierecologie en Fysiologie, Radboud Instituut voor Biologische en Milieuwetenschappen (RIBES),
Radboud Universiteit, Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen, Nederland

⁵Vlaams Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), VAC Brussel - Herman Teirlinck, Havenlaan 88 bus 75,
1000 Brussel, België

Samenvatting: Fort Steendorp (ten oosten van Temse, Oost-Vlaanderen, België) is een groot voormalig militair bakstenen fort, dat tegenwoordig een van de belangrijkste overwinteringsplaatsen voor vleermuizen is in Vlaanderen, België. Het fort maakt deel uit van twee 19^{de} en vroeg 20^{ste} eeuwse verdedigingsgordels van versterkingen rond de stad en de haven van Antwerpen. In 1989 werd hier gestart met gestandaardiseerde wintertellingen. Van 1999 tot 2022 varieerde het totale aantal overwinterende vleermuizen tussen 734 en 1209, voor in totaal acht soorten. Watervleermuis (*Myotis daubentonii*) is nog steeds de meest voorkomende soort, maar hun aantal is sterk afgenomen. Tot 2006/2007 maakte watervleermuis 90% uit van alle vleermuizen. Meer recent daalde dat percentage naar 50-60%. Vleermuizen zijn vaak moeilijk te detecteren tijdens hun winterslaap, waardoor visuele tellingen slechts een deel van het werkelijke aantal overwinterende vleermuizen vertegenwoordigen. Om het aandeel vleermuizen dat bij visuele tellingen wordt gemist te kwantificeren, werd een geautomatiseerd experiment voor het tellen van vleermuizen opgezet met gebruik van een infrarood lichtbarrière, die de vleermuisactiviteit en bewegingen naar binnen en naar buiten registreert in het afgeschermd deel, de gangen van het 'reduit' van Fort Steendorp. Door het hele jaar door gegevens te verzamelen, konden we ook vleermuisactiviteitsgegevens verzamelen buiten het winterslaapseizoen. Een belangrijk verschil met de visuele telmethode is dat het met dit soort geautomatiseerd vleermuisonderzoek niet mogelijk is om ook de soort te bepalen. Dit artikel presenteert de gegevens van vier opeenvolgende jaren, te beginnen vanaf april 2014. We observeerden twee uitgesproken periodes van hoge activiteit in Fort Steendorp. Een eerste piek van activiteit (bewegingen in en uit het portaal van de infrarood lichtbarrière) werd waargenomen vanaf de tweede helft van mei tot de eerste helft van juni (gemiddeld 1000 vleermuizen passeren het portaal per nacht). Dit viel samen met de voorjaarszwerm-/paarperiode van de meeste vleermuissoorten. Een nog meer opvallende toename van de activiteit in en uit de gangen van het *reduit* was te zien van half augustus tot in oktober, voorafgaand aan de winterslaap ('herfstzwermen', met een gemiddelde van 5000 vleermuispassages per nacht). Vanaf half oktober vond er een netto verplaatsing van vleermuizen naar het studiegebied plaats, met een geleidelijke toename van vleermuizen die in winterslaap gingen. In de studieperiode (2014-2018) bleken tussen 1761 en 2066 vleermuizen te overwinteren in het afgeschermd deel van het *reduit*. Bij het vergelijken

van visuele tellingen met portaalgegevens van infrarood lichtbarrières, waarbij voor beide hetzelfde telgebied en dezelfde onderzoeksperiode werden aangehouden, bleek dat slechts 37% van de waargenomen totale vleermuispopulatie visueel was waargenomen. Dit cijfer geeft aan dat ongeveer tweederde van de vleermuizen overwinteren in de voor ons ontoegankelijke ‘watergangen’, of weggekropen zijn in kieren en spleten en zo onopgemerkt blijft bij een visuele telling. Ten tweede laten onze resultaten zien dat winterslaap geen continu, ononderbroken proces is. Vanaf december, vóór het koudste deel van de winter, trekken vleermuizen uit het studiegebied, vermoedelijk naar andere delen van het fort, hoewel de omstandigheden voor winterslaap in andere delen van het fort waarschijnlijk niet gunstiger zijn. We kunnen niet met volledige zekerheid bepalen wanneer vleermuizen Fort Steendorp definitief verlaten en daarmee hun winterslaap beëindigen, maar in de laatste week van maart hadden alle overwinterende vleermuizen het studiegebied verlaten, en bij aanname dus ook Fort Steendorp. Er was weinig tot geen activiteit tot het lentezwermen in mei en juni. Daarna daalde de activiteit in en rond de infrarood lichtbarrière tot augustus weer tot bijna nul. Dit artikel levert sterk bewijs dat voor complexe vleermuishibernacula, met veel spleten en ontoegankelijke of verborgen schachten en gangen, het werkelijke aantal overwinterende vleermuizen veel hoger is dan de visueel getelde aantallen. Dit heeft minstens voor grote bakstenen winterverblijven zoals Fort Steendorp belangrijke gevolgen voor vleermuisbeschermingsinspanningen op locaties met een grote waarde voor vleermuizen. Wanneer bij jaarlijkse tellingen ongeveer 1000 vleermuizen in Fort Steendorp worden gezien, zal het werkelijke aantal overwinterende vleermuizen dicht bij 3000 liggen, wat het belang van een object voor het behoud van vleermuizen vergroot. Piekactiviteiten op locaties als deze in mei-juni en augustus-november leiden tot de conclusie dat voor een optimale bescherming van vleermuizen beschermingsmaatregelen niet beperkt mogen blijven tot alleen de periode van winterslaap.

Trefwoorden: geautomatiseerde monitoring, winterslaap, vleermuisactiviteit, ondergrondse locaties, fortificatie.

Inleiding

In gematigde streken moeten vleermuizen vanwege een beperkte beschikbaarheid van voedsel een winterslaap houden om zo energie te besparen. Studies in zowel Nederland als België (Daan 1980, Dekeukeleire et al. 2011, van Schaik et al. 2015, Boeraeve et al. 2019) hebben het belang van hibernacula ook in de herfst, lente en zelfs de zomer aangetoond. De meeste langetermijnmonitoringprogramma's voor vleermuispopulaties zijn gebaseerd op één of meer tellingen van overwinterende dieren in overwinteringsobjecten (Daan 1980, Voûte & Sluiter 1980, Kervyn et al. 2009, Haysom et al. 2013). Deze jaarlijkse tellingen gebeuren door visueel elke waargenomen vleermuis te registreren.

In de herfst verzamelen vleermuizen zich rond ondergrondse locaties om te zwermen. Aangenomen wordt dat het zwermgedrag in de herfst, voorafgaand aan de winterslaap, voornamelijk gelinkt is aan paringsgedrag

(Saucy 2019), al zou er ook een verband kunnen zijn met het zoeken en beoordeling van de hibernacula (van Schaik et al. 2015). Verschillende auteurs (Degn et al. 1995, Encarnação 2005, Furmankiewicz 2008) hebben ook in het voorjaar zwermgedrag waargenomen bij de gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*) en de watervleermuis (*Myotis daubentonii*). Winterstudies met geringde vleermuizen hebben grote interne migraties binnen mergelgroeven aangetoond (de Wilde & van Nieuwenhoven 1954, Punt 1957). Het lijkt erop dat vleermuizen van veel soorten tijdens de winterslaap wakker worden en zich binnen of zelfs tussen overwinteringsplaatsen verplaatsen, volgens één hypothese als reactie op kleine veranderingen in de omgevingstemperatuur in het winterverblijf, en afhankelijk van de buitentemperatuur (Daan 1973, Ransome 1990). In de jaarlijkse vleermuismeetnetten in forten wordt zelden rekening gehouden met bewegingen van vleermuizen in de herfst, lente en zelfs in de zomer; dit kan lei-

den tot een onderschatting van het totale aantal vleermuizen en het belang van sommige locaties voor vleermuizen (Kugelschafter 1994). Daarnaast verschillen forten in grootte, aantal ingangen en de aanwezigheid van verborgen ruimtes die niet toegankelijk en/of niet zichtbaar zijn voor onderzoekers. Tot op heden ontbreekt het ons aan kennis over het seizoensgebonden gebruik van forten door vleermuizen gedurende het hele jaar, over de dagelijkse activiteit tijdens de zwermperiode en hoe dit zich verhoudt tot de buitentemperatuur. Bovendien is toegang tot de meeste forten alleen toegestaan met speciale toestemming van het Agentschap voor Natuur & Bos (Brussel, België), omdat moet kunnen gegarandeerd worden dat dergelijke bouwwerken stabiel en veilig zijn. Deze veiligheidsbeperkingen zullen naar verwachting het aandeel niet opgemerkte dieren in de tellingen doen toenemen. Andere technieken voor het monitoren van vleermuispopulaties en het bepalen van het belang van deze forten voor vleermuizen kunnen daarom belangrijke bijkomende informatie aanleveren.

Onderzoek dat werd voorgesteld tijdens de eerste Europese workshop over de automatische monitoring van vleermuisverblijven (First European workshop on the Automatic Monitoring of Bat Roosts), gehouden in Bad Segeberg (Duitsland), toonde aan dat het gebruik van infrarood lichtbarrières onze kennis over hibernacula vergroot (Jansen et al. 2014). Het verborgen aandeel overwinterende vleermuizen varieert tussen 22% tot 99% (de Rue & Daan 1972, Kugelschafter 1994, Degn et al. 1995, Jansen et al. 2014).

Dit artikel beschrijft de vleermuisactiviteit gedurende het hele jaar in een afgesloten deel van een fort, door netto vliegbewegingen te registreren met behulp van een geautomatiseerde infrarood lichtbarrière. Daarnaast proberen we het aantal visueel getelde vleermuizen te vergelijken met het aantal door middel van een geautomatiseerd systeem geregistreerde vleermuizen. Tenslotte onderzoeken we het seizoensgebonden gebruik van onder-

grondse structuren door vleermuizen over een periode van een jaar, en hoe dit is gerelateerd aan de buitentemperaturen. De relevantie van het gebruik van een geautomatiseerde infrarood lichtbarrière voor vleermuisbescherming wordt ook besproken.

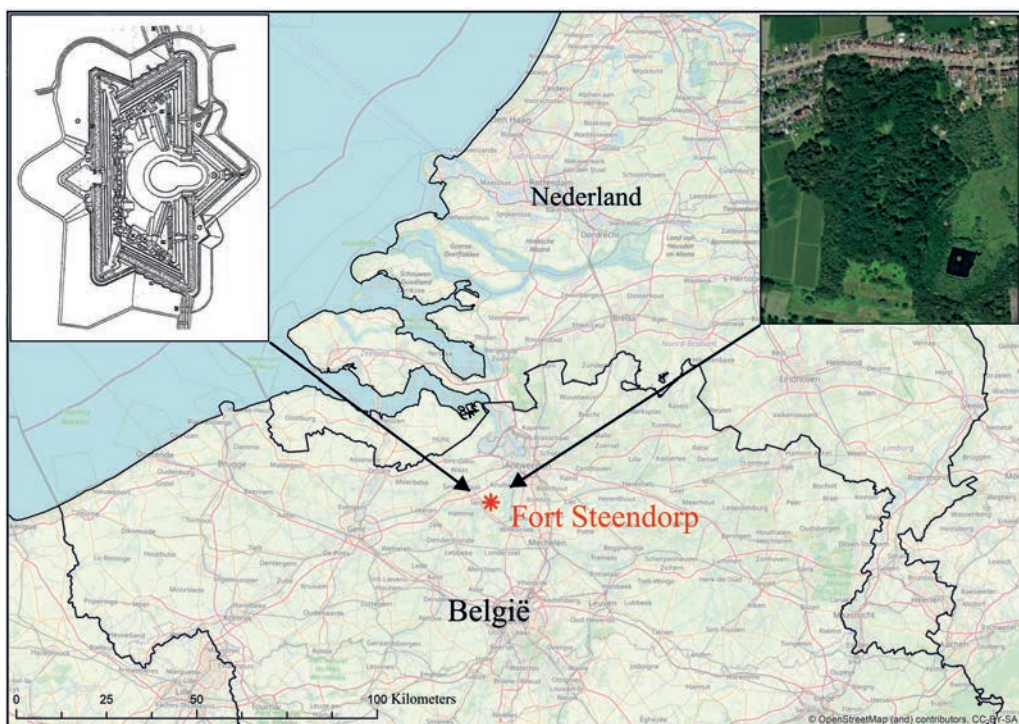
Materiaal en methoden

Studiegebied

Bij afwezigheid van natuurlijke grotten, bieden ondergrondse en kunstmatige bouwwerken (groeven, militaire forten, ijskelders, enz.) in gematigde streken omgevingscondities die geschikt zijn voor overwinterende vleermuizen. Rond de stad en de haven van Antwerpen bevinden zich nog 35 forten uit de 19^{de} begin 20^{ste} eeuw die behoren tot twee verdedigingsgordels van fortificaties. In Vlaanderen worden, net als in de rest van de EU, de meeste grote overwinteringsverblijven voor vleermuizen beschermd door nationale, regionale en/of EU-wetgeving.

Fort Steendorp (51.1269°N 4.2561°E, Temse, België) is een van de meest belangrijke overwinteringsplaatsen voor vleermuizen in Vlaanderen. De eerste pogingen om vleermuizen ter plaatse te beschermen dateren van 1978 met een overeenkomst tussen de toenmalige eigenaar, het Ministerie van Defensie, en het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. Vanaf 1989 werd begonnen met de eerste gestandaardiseerde wintertellingen. Door het geleidelijk afsluiten van de toegang tot de ondergrondse bouwwerken nam de populatie overwinterende vleermuizen gestaag toe. Het gebied kreeg in 1995 een hogere beschermingsstatus als 'natuurlandschap'. Na verwerving door de Vlaamse Overheid in 2001 werd de locatie Fort Steendorp door het Vlaams Agentschap voor Natuur en Bos aangemeld en aangewezen als Natura 2000-gebied.

Fort Steendorp is een groot, stervormig, bakstenen bouwwerk gebouwd tussen 1882 en



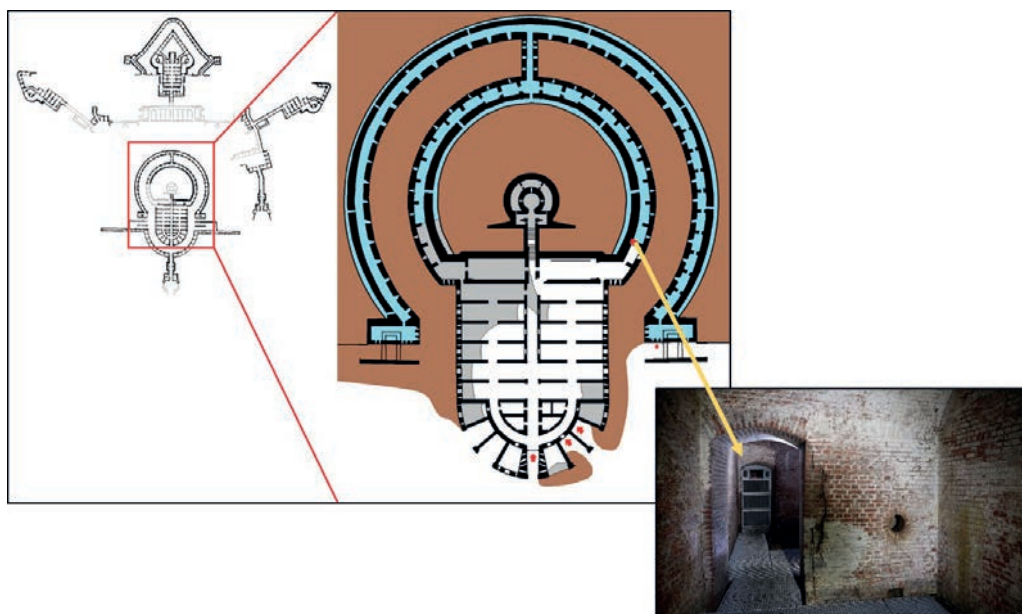
Figuur 1. Locatie van het stervormige Fort Steendorp, Temse Oost-Vlaanderen België, met een buitenste aarden wal, droge gracht en bakstenen constructies. Bron: ANB ; inham: Geopunt Vlaanderen.

1892 en beslaat een oppervlakte van ongeveer 20 hectare. Het is een van de grootste militaire verdedigingswerken die ooit in België zijn gebouwd. Het is een zeer complex bouwwerk van bakstenen hallen, kamers en gangen, kanon-koepelstructuren versterkt met beton en bedekt met een laag aarde. De bakstenen die werden gebruikt om de structuur te bouwen, zijn lokaal geproduceerde traditionele roodgebakken bakstenen. Het fort was omgeven door een droge gracht, met uitzicht op de Schelde, 15 km van de stad Antwerpen (figuur 1) (Colaes & Gils 1991, Gils 2000). Fort Steendorp maakte deel uit van een door de EU medegefinancierde LIFE-project 'BatAction' dat liep van 2006 tot 2011 (Verwimp 2006). Het ontwerp van het bakstenen fort is heel anders dan dat van alle andere forten rond Antwerpen. De meeste forten bestaan uit betonnen constructies en een beperkt aantal bakstenen, en zijn boven de grond gebouwd.

Fort Steendorp is in de loop van de geschiedenis zwaar beschadigd door verschillende grote explosies, veroorzaakt door terugtrekkende Belgische of buitenlandse troepen. Door een gebrek aan onderhoud na 1945 raakte het fort steeds verder in verval. De locatie evolueerde op natuurlijke wijze en werd gedeeltelijk beplant wat resulteerde in de nu bosachtige omgeving. Een aantal ondergrondse kamers, gangen en dienstgangen evolueerden in de loop van de tijd tot vochtige, gedeeltelijk overstroomde ruimtes, waardoor de condities zeer geschikt werden voor de overwintering van vleermuizen.

Registratie van activiteit met gebruik van een infrarood lichtbarrière

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het centraal gelegen extra versterkte deel van het fort



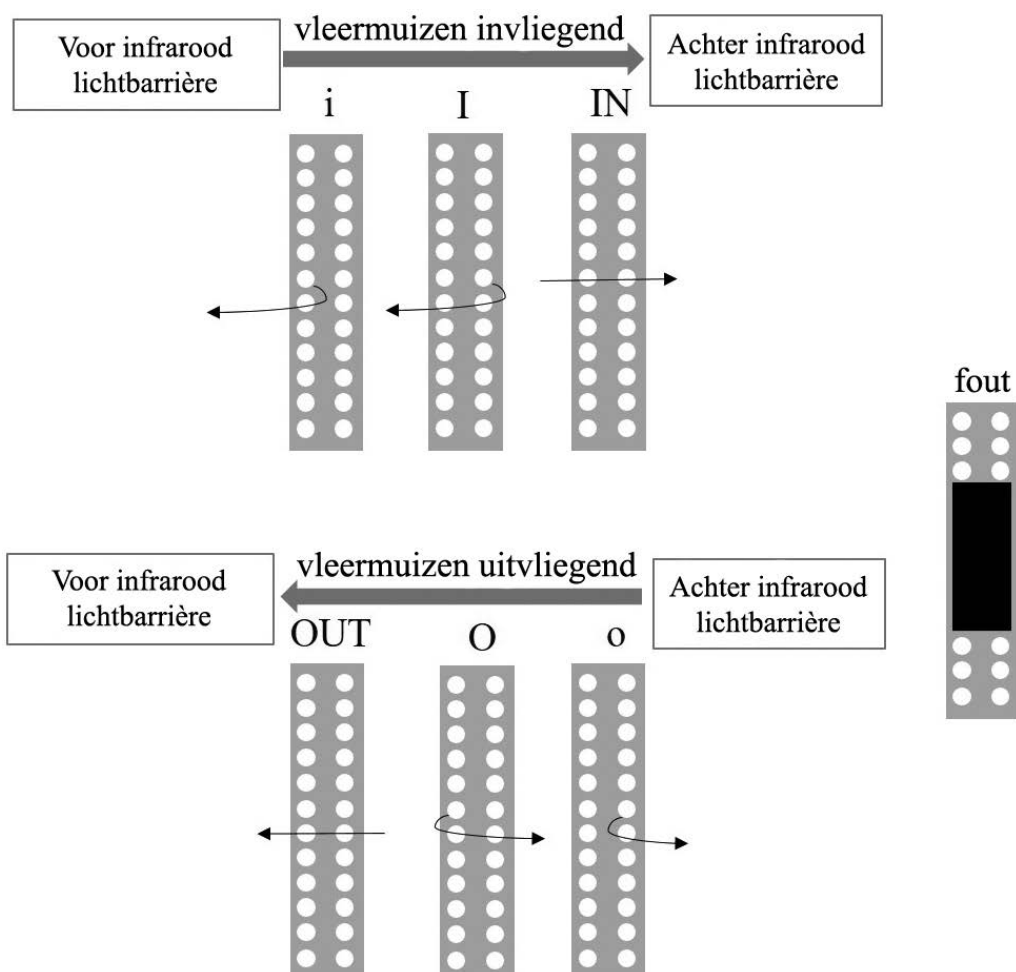
Figuur 2. Schematisch overzicht van het *reduit* van Fort Steendorp. De gele pijl geeft aan waar de infrarood lichtbarrière was geplaatst. Het blauw gekleurde gedeelte is onze studiezone. De grijs gekleurde delen zijn beschadigde en/of ingestorte delen van het fort. Rode pijlen geven ingangen van het *reduit* aan die afgesloten waren. Bron: *Figuur overgenomen uit Gils, 1991 door de auteurs; foto: J. Goossens.*

het zogenaamde '*reduit*'. In de vluchtopening van de deur die rechter zij-ingang van de cirkelvormige gangen van het *reduit* afsluit (in blauw, figuur 2) werd een geautomatiseerde infrarood lichtbarrière geplaatst. De linker-ingang is afgesloten door puin van voorafgaande beschadigingen aan het fort (grijs, figuur 2). Alle andere mogelijke ingangen zijn afgesloten. Hierdoor is de vliegopening met infraroodpoort het enige toegangspunt naar de circa 250 lopende meter wandelgangen.

Smalle lage zijgangen, bedoeld om stromend water af te voeren, lopen langs de wandelgangen. Deze 'watercorridors' zijn niet gemakkelijk toegankelijk voor tellingen. Ze staan vaak gedeeltelijk onder water en zijn daarom zeer geschikt voor het overwinteren van vleermuizen. De temperatuur bij de infrarood lichtbarrière en in de meeste delen van het studiegebied schommelen hele jaar door rond 9 à 10 °C. Temperaturen in de grotere gang en de kamers van het voorste deel van het *reduit* fluctueren nauwelijks met de buitentempe-

ratuur (binnen: 4,5-4,6 °C vs. buiten: -0,2-2,4 °C; Meermans 2004).

De infrarood lichtbarrière is ontworpen en gebouwd door Anne-Jifke Haarsma en heeft bewezen een efficiënt hulpmiddel te zijn voor het tellen van vleermuispassages in en uit verblijven (Haarsma 2006, Steck & Brinkmann 2015). We installeerden een frame met een dubbele barrière van infraroodstralen in een metalen deur op een hoogte van 1,6 meter. Elke barrière had twee parallelle rijen van twaalf emitters van infraroodstralen met 3 cm tussen de rijen, met aan de andere kant 24 foto-elektrische ontvangers. De fotocellen werden gevoed door een externe 12V-batterij, die elke 2-3 weken werd vervangen. Het systeem activeert een signaal wanneer een infrarood lichtstraal wordt onderbroken. Visuele waarnemingen geven aan dat vogels het studiegebied, dat meer dan 50 meter van de buitingang van het *reduit* ligt, niet bezoeken. De infrarood fotocel registreerde zeven verschillende soorten signalen (figuur 3):

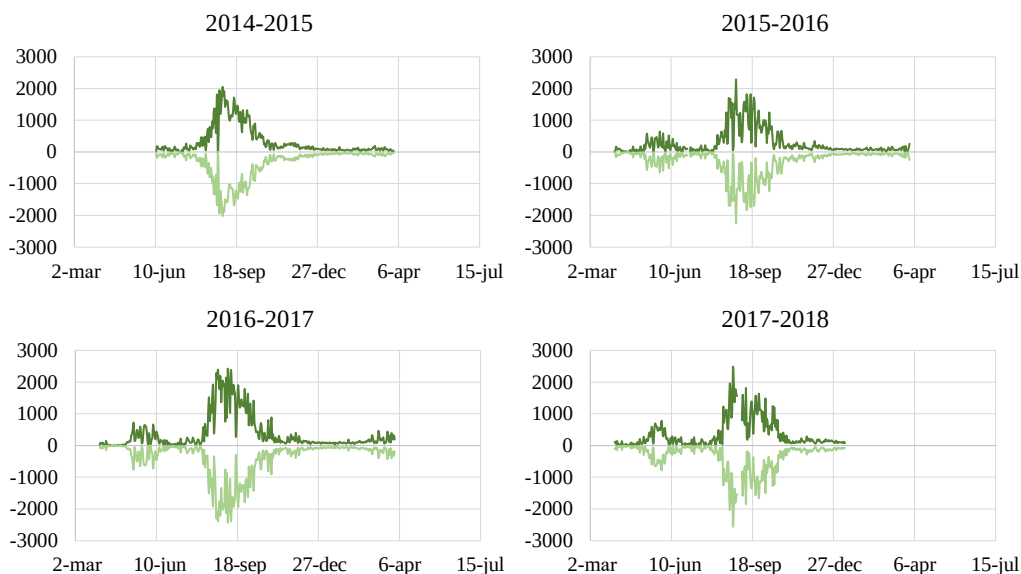


Figuur 3. De zeven verschillende soorten geregisteerde signalen door de infrarood lichtbarrière. De pijl geeft aan welke rij infraroodstralen wordt geblokkeerd en in welke richting de vleermuizen vlogen.

- i: één of meer van de infrarood-lichtstralen van de eerste rij worden onderbroken, zonder de tweede rij stralen te onderbreken. Conclusie: geen 'echte' passage, bv. vleermuizen zwermten aan de buitenkant van de kering.
- I: één of meer van de infrarood-stralen van de eerste rij worden onderbroken, gevolgd door de tweede rij. De tweede rij stralen wordt eerst opnieuw actief voordat de eerste rij stralen weer verbonden wordt. Conclusie: De vleermuis keerde terug via de eerste rij = geen 'echte' pass.

IN: een of meer van de stralen van de eerste rij worden onderbroken en daarna (binnen 0,5 sec) wordt de tweede rij stralen onderbroken. De eerste rij stralen wordt eerst opnieuw actief waarna de tweede rij stralen eveneens weer verbonden wordt. Conclusie: een vleermuis is van buitenaf het infraroodlichtsysteem gepasseerd en is naar binnen gegaan.

Hetzelfde geldt omgekeerd voor vleermuizen die van binnenuit naar buiten vliegen (o, O en OUT; figuur 3). Opnieuw wordt verwacht dat



Figuur 4. Eenjarige vleermuisactiviteit ('s middags tot 's middags; 1 april tot 31 maart), met de passages 'IN' (bovenste deel van de grafiek) en 'OUT' (onderste deel van de grafiek) van het infraroodportaal. Gegevens van juni 2014 tot eind januari 2018.

de bewegingscycli binnen 0,5 seconde plaatsvinden. Om voor de hand liggende redenen kan de vleermuis niet op soort worden gebracht met deze infraroodmethode.

Een laatste type signaal was een 'fout'-signaal dat aangeeft dat er meer dan tien stralen tegelijk werden onderbroken, wat aangeeft dat een groot dier de infrarood lichtbarrière passeerde. Langzaam bewegende dieren (bijv. slakken) worden niet geregistreerd als een beweging door het systeem.

Vleermuisbewegingen voor dit onderzoek werden geregistreerd gedurende bijna vier opeenvolgende jaren, van 11 juni 2014 tot 10 januari 2018. Voor de data-analyse zijn alleen 'echte' doorgangen (IN (= -1) en OUT (= +1)) gebruikt. Achtmaal (vanwege langdurige reparaties of batterijstoring) werd de tijdreeks tijdelijk onderbroken; deze onderbrekingen duurden tussen 24 uur en 83 dagen.

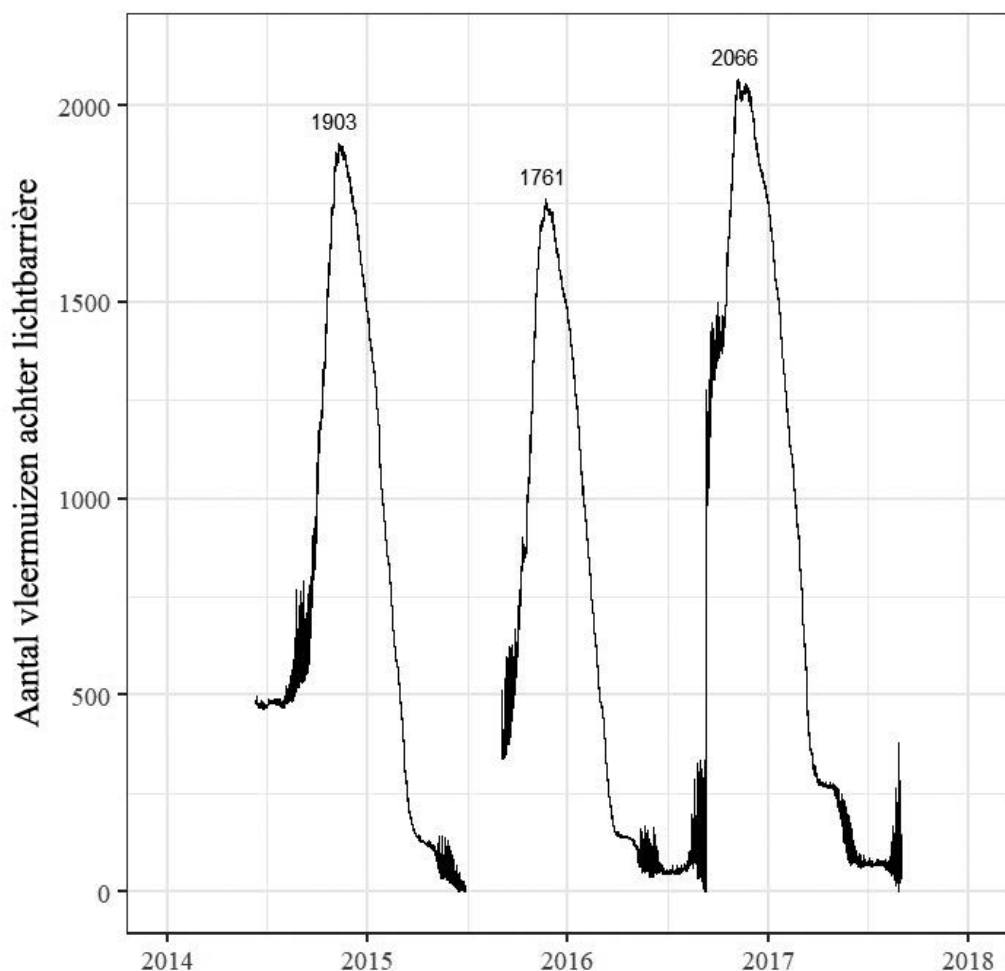
We deelden de data in per twaalf maanden, afgestemd op de biologische seizoenen van 1 april tot en met 31 maart van het volgende jaar. Vleermuispassages 'IN' en 'OUT' het portaal werden gebruikt om het cumulatieve

aantal vleermuizen te berekenen dat op elk moment achter het portaal achterbleef. Hierdoor konden we het netto aantal vliegbewegingen van vleermuizen bepalen die het *reduit* 'in' gingen, om er in winterslaap te gaan. Hoewel het mogelijk is dat een klein aantal vleermuizen buiten het winterslaapseizoen overdag in het *reduit* verbleef, werd het laagste aantal van elke jaarlijkse cyclus ingesteld als nulpunt (aanname: 'alle vleermuizen hebben na winterslaap de locatie verlaten').

Activiteits-diagrammen werden gemaakt met behulp van de gratis software-pakketen-graphics R versie 4.1.1 en Microsoft Excel 2016.

Klimaatgegevens

Klimaatgegevens (daggegevens van de minimum- en maximumtemperaturen in graden Celsius) werden verkregen via het European Climate Assessment & Dataset ECA&D-project. De dichtstbijzijnde locatie voor klimaatgegevens was Melsele, op 10 km afstand van Fort Steendorp.



Figuur 5. Aantal vleermuizen achter de infrarood lichtbarrière voor drie continue datasessies van april tot maart. De grafieken worden voor elk jaar op nul gezet bij het laagste getal. Het hoogste aantal vleermuizen ‘achter het portaal’ voor elke winter is weergegeven in de grafiek.

Jaarlijkse tellingen ter plaatse

Sinds 1998-1999 voeren tussen de 10 en 20 goed opgeleide en ervaren waarnemers van de Vlaamse vleermuiswerkgroep van Natuurpunt vzw jaarlijkse tellingen uit. Alle toegankelijke gebieden, inclusief niet-overstroomde watergangen, worden onderzocht. De locatie en soort van elke waargenomen vleermuis wordt genoteerd op gedetailleerde kaarten. Vaak zijn er problemen om onderscheid te maken tussen baardvleermuizen (*Myotis mys-*

tacinus) en Brandts vleermuizen (*M. brandtii*), daarom zijn deze twee soorten samen-

Resultaten

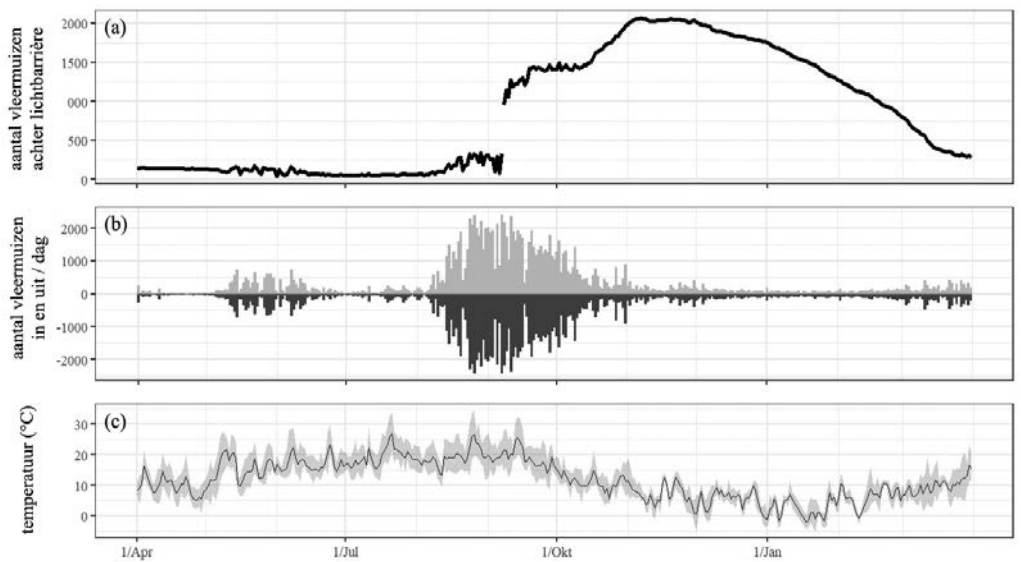
Vleermuispassages door infrarood lichtbarrière

Van 11 juni 2014 tot 10 januari 2018 werden in totaal 875.385 vleermuisbewegingen geregis-

Tabel 1. Overzicht van geregistreerde IN- en OUT-passages door het infrarood- (IR) portaal tussen 11/06/2014 en 10/01/2018.

sessie starten	sessie beëindigen	IR-portaal-passages (IN)	IR-portaal-passages (OUT)	Totaal aantal passages	Verskil IN-UIT	max. passages /nacht	max <i>n</i> achter portaal
11/06/2014*	31/03/2015	98.630	98.286	196.916	344	4.074	1.903
01/04/2015	31/03/2016	102.033	101.564	203.597	469	4.539	1,761
01/04/2016	31/03/2017	134.008	133.183	267.191	825	4.793	2.066
01/04/2017	10/01/2018*	96.591	97.040	193.631	449	5.022	Incompleet**

*2014 mei/begin juni zwerm gemist; **monitoring gestopt 01/01/2018

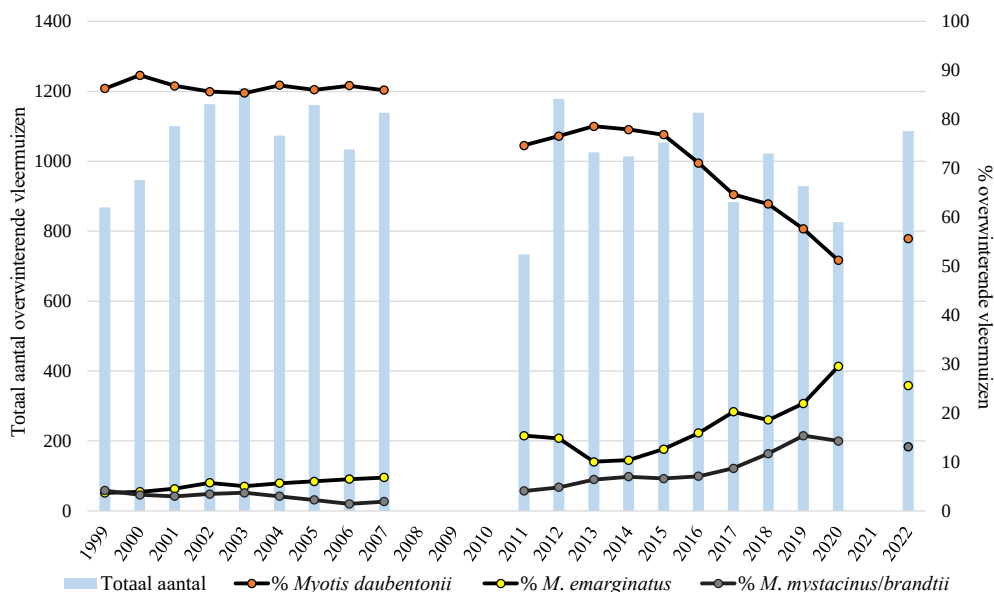


Figuur 6. De cumulatieve opbouw van vleermuizen ‘achter het portaal’ tussen 1 april 2016 en 31 maart 2017. Van boven naar beneden: a. Aantal vleermuizen achter de infrarood lichtbarrière; b. 24-uurs activiteit in (grijs) en uit (zwart) van het infraroodportaal; c. Buitentemperatuur gemeten aan het weerstation van Melsele, 10 km van de onderzoekslocatie.

treerd, waarvan 431.262 (49,3%) passages ‘IN’ het afgesloten studiegebied, 430.073 (49,1%) passages ‘OUT’ en 14.050 ‘overige’, ongedirige vliegbewegingen (i, I, o, O of fout) (1,6%) (tabel 1).

Gedurende een jaar waren er twee periodes van hoge vleermuisactiviteit. Een eerste piek van activiteit, van ‘voorjaars-zwermen’, vond plaats in de tweede helft van mei en liep door tot in de eerste helft van juni, met een maximum van 1000 dagelijkse vliegbewegingen per nacht door de infrarood lichtbarrière, maar geen ‘toename’ van vleermui-

zen die ‘achter het portaal’ blijven (figuur 4). Een tweede, veel grotere piek, met hoge vliegactiviteit door het infraroodportaal begon in augustus, met een maximum rond de laatste week van augustus en de eerste week van september (‘herfst-zwermen’). Op het maximum werden er per nacht werden tot 5000 ‘passages’ geregistreerd (tabel 1). We kunnen niet zeggen hoeveel vleermuizen betrokken waren bij deze activiteitspatronen of hoe lang de vleermuizen actief waren in en rond het winterverblijf voordat ze in winterslaap gingen. Vanaf de tweede helft van september nam de



Figuur 7. Totaal aantal (linkeras) en aandeel (% rechteras) overwinterende vleermuizen in Fort Steendorp (hele fort) sinds de winter van 1998-1999 en de drie meest voorkomende soorten: watervleermuis, ingekorven vleermuis en baardvleermuis en/of Brandts vleermuis. Gegevens: Natuurpunt vzw vleermuiswerkgroep. Om veiligheidsredenen werden er van 2007-2008 tot 2009-2010 en in 2020-2021 geen wintertellingen uitgevoerd vanwege de covid-19 pandemie. 2010-2011 = onvolledige telling.

vleermuisactiviteit af, waarbij vleermuizen geleidelijk in winterslaap gingen en ‘achter het portaal’ bleven. Ontwaken uit de winterslaap en het verlaten van de locatie leidde niet tot grote aantallen bewegingen door het portaal. De vleermuizen gaan gewoon weg en blijven niet rondhangen.

De netto beweging van vleermuizen naar het *reduit* begint vanaf de tweede week van september, waarbij vleermuizen achter de barrière blijven en, naar wordt aangenomen, in de eerste week van november in winterslaap zijn. Tegen het einde van november hebben de meeste vleermuizen de beweging naar het *reduit* gemaakt om in winterslaap te gaan.

Het maximale aantal vleermuizen ‘achter het portaal’ varieerde tussen 1761 en 2066 (figuur 5, tabel 1). Dit aantal wordt berekend uit het netto aantal dat ‘IN’ en ‘UIT’ beweegt. De maximale aantallen werden voor alle jaren bereikt in de tweede helft van november.

Figuur 6 vergelijkt de cumulatieve opbouw

van vleermuizen ‘achter het portaal’ (a) en de vleermuisactiviteit via het infraroodportaal in en uit het *reduit* (b) met de werkelijke buitentemperaturen (c) voor het seizoen 2016-2017. De netto verplaatsing van vleermuizen naar het *reduit* valt samen met de geleidelijke daling van de buitentemperatuur, waardoor er eind november een maximum aantal vleermuizen ‘achter het portaal’ is. Maar ook op het moment dat algemeen wordt aangenomen dat vleermuizen in winterslaap zijn, stoppen de vliegbewegingen door het portaal niet. Gedurende de maand januari werden gemiddeld 20 vleermuispassages geregistreerd in en uit de vliegopening die naar het studiegebied leidde.

Het is opvallend dat vleermuizen al eind december beginnen te vertrekken uit de stabiele omgeving van het *reduit*: een maand voor het koudste deel van de winter. In februari was de helft van de overwinterende vleermuizen al uit het afgeschermd deel van het

Tabel 2. Vergelijking van het totale aantal vleermuizen achter het geautomatiseerde infraroodportaal en een standaard visuele telling ter plaatse, op de opgegeven censusdatum in februari.

overwinteringsseizoen	Datum van vergelijking	Aantal vleermuizen achter het portaal	Manuele telling van het studiegebied	%	ratio
2014-2015	15/02/2015	703	271	38,5	2,6
2015-2016	21/02/2016	621	252	40,6	2,5
2016-2017	18/02/2017	991	340	34,3	2,9
gemiddelde		772	288	37,8	2,7

reduit verhuisd, waarschijnlijk naar de ingang van het fort. Eind maart hadden min of meer alle vleermuizen het *reduit* (en misschien het fort) verlaten. Er was weinig tot geen activiteit tot de activiteitspiek van mei/juni.

De populatie overwinterende vleermuizen bij Fort Steendorp, een vergelijking van telmethoden

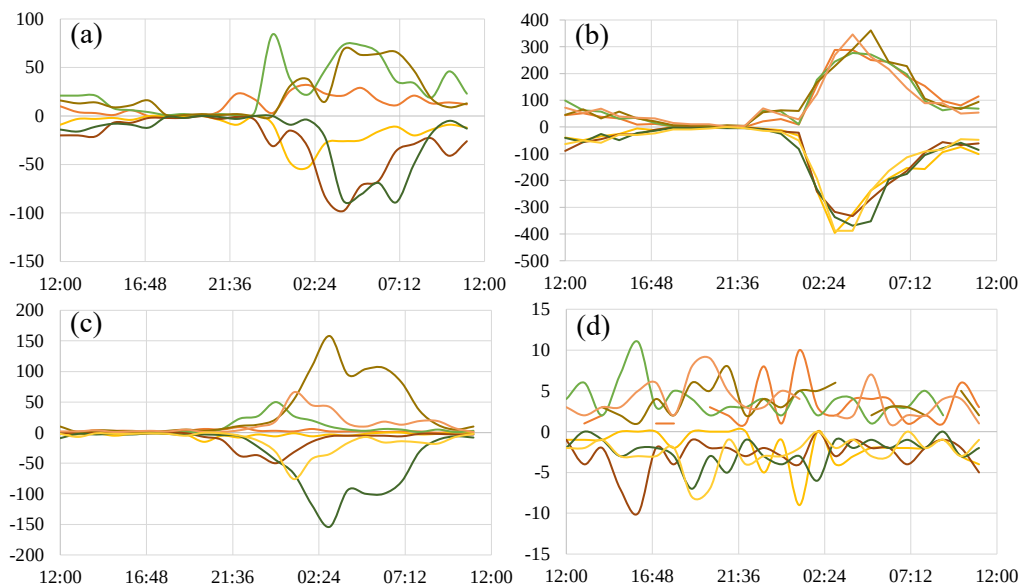
We hebben ook gekeken naar de totale aantallen overwinterende vleermuizen in Fort Steendorp. Figuur 7 toont het resultaat van een langere reeks jaarlijkse vleermuistellingen tussen 1999 en 2020, voor heel Fort Steendorp, met het telseizoen 2021-2022 als bonus; de totale aantallen variëren van 734 tot 1209. Om veiligheidsredenen werden er gedurende drie seizoenen (2007-2008 t/m 2009-2010), en ook in 2020-2021 vanwege de Covid-19-pandemie, geen tellingen uitgevoerd. In het seizoen 2010-2011 was de telling onvolledig. Tot aan de winter van 2006-2007 werden de jaarlijkse tellingen medio januari gedaan; sinds het seizoen 2010-2011 worden ze uitgevoerd in het weekend dat het dichtst bij 15 februari ligt.

In totaal zijn er tien verschillende soorten gevonden die overwinteren in Fort Steendorp. De vier belangrijkste soorten zijn watervleermuis, ingekorven vleermuis (*Myotis emarginatus*), franjestaart (*M. nattereri*) en baardvleermuis en/of Brandts vleermuis. Meervleermuis (*M. dasycneme*), gewone grootoorvleermuis, grijze grootoorvleermuis (*Plecotus austriacus*), gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*) en laatvlieger (*Eptesicus*

serotinus) vertegenwoordigen elk minder dan 1%. Ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusius*) en rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*) zijn jagend waargenomen in het fort, maar tot nu toe niet overwinterend.

Eén van onze doelstellingen was om in te schatten hoe de tellingen van vleermuizen kunnen worden vergeleken met het werkelijke aantal vleermuizen dat in dit type van verblijfplaats overwintert. Hiervoor hebben we de visueel getelde vleermuizen in de studiezone vergeleken met de gegevens van het geautomatiseerde systeem. Uit de literatuur en uit persoonlijke ervaring weten we dat het verborgen aandeel overwinterende vleermuizen sterk varieert afhankelijk van het type verblijf (de Rue 1972, Kugelschafter 1994, Degn et al. 1995, Jansen 2014, Weinreich 2022). De visueel getelde aantallen voor de maand februari in ons studiegebied van het *reduit* varieerden van 271 in 2015 tot 340 in 2017 (tabel 2). In dezelfde periode varieerden de geautomatiseerde cumulatieve tellingen van vleermuizen ‘achter het portaal’ tussen 703 en 991. Gemiddeld wordt slechts 37% (of een factor 2,7) van de overwinterende vleermuizen ‘ter plaatse’ daadwerkelijk gedetecteerd tijdens visuele tellingen. Een belangrijke reden hiervoor is dat grote aantallen vleermuizen waarschijnlijk zijn weggekropen in de ondergelopen watergangen of in holle ruimtes tussen muren, die onbereikbaar zijn voor de vleermuisexperten.

Hieruit kan worden afgeleid dat wanneer bv. 1000 vleermuizen worden geteld tijdens de jaarlijkse censustellingen in Fort Steendorp, dat het werkelijke aantal waarschijnlijk dichterbij 3000 ligt. Dit brengt met zich mee



Figuur 8. 24-uurs activiteit, 's middags tot 's middags de volgende dag, voor verschillende opeenvolgende jaren. a. 25 mei (voorjaarszwermen); b. 29 augustus (begin herfstzwermen); c. 29 oktober (einde herfstzwermen); d. 8 januari (vleermuizen in winterslaap). NB. De schalen van de Y-assen verschillen.

dat de locatie nog belangrijker wordt voor het behoud van vleermuizen dan eerder werd gedacht. Het gevonden verschil en de factor 2,7 zijn niet noodzakelijk van toepassing op andere door de mens gemaakte of natuurlijke ondergrondse overwinteringsverblijven.

Vleermuisactiviteit gedurende 24-uurs-perioden (vanaf 12 uur 's middags)

We hebben ook gekeken naar de activiteitspatronen en hun relatie tot de tijd van de dag en de nacht. Ons infraroodportaal bevond zich 50 meter diep in het complex. De afwezigheid van daglicht en andere invloeden van buiten maakten het interessant om te kijken of er pieken waren in de vliegactiviteit van vleermuizen, en zo ja wanneer. Nadere gegevensanalyse toonde aan dat op sommige momenten van het jaar tot 5000 vleermuispassages werden geregistreerd in één nacht (tijdens het vroege herfstzwermen), waarbij op piekmomenten tot 600 vleermuispassages in één uur

werden geregistreerd.

Figuur 8 toont verschillende 24-uurs activiteitspatronen (12 uur 's middags tot 12 uur 's middags) voor voor een aantal willekeurig gekozen etmalen tijdens de onderzoeksperiode (2015 tot 2018), voor de verschillende periodes van het jaar. Dit waren: A. Eind mei, met het zwermen in het voorjaar. B. Eind augustus, aan het begin van het herfstzwermen. C. Eind oktober, aan het einde van de herfstzwerm-periode. D. Begin januari, wanneer vleermuizen verondersteld worden in winterslaap te zijn.

Tijdens de lente (mei) was de zwermactiviteit via ons portaal meestal het hoogst van 22 tot 7 uur, met een piek tussen 3 en 5 uur 's ochtends. Begin augustus begonnen de portaalpassages bij zonsondergang (22 uur) met een piek tegen 2 tot 5 uur 's ochtends met tot 400 vleermuispassages per uur, met een vliegactiviteit van vleermuizen tot ver in de volgende dag: tot 12 of zelfs 14 uur. Een ander patroon was eind oktober te zien, met vliegactiviteit alleen tussen 21 uur en 5 uur. Halverwege de

winterslaapproiode (eind januari) werden ook kleinere activiteitspieken over de hele dag verspreid vastgesteld, die niet gekoppeld waren aan een dagritme.

Discussie

Tellingen in vleermuiswinterverblijven worden meestal uitgevoerd door directe telling van zichtbare vleermuizen, met behulp van zaklampen, hoofdlampen en veel inspanning. Locatiespecifieke onderschatting van het werkelijke aantal overwinterende vleermuizen is aannemelijk, en zal aannemelijk variëren met de specifieke kenmerken van een locatie (bijv. grootte, aantal kieren en spleten, toegankelijke tunnels enz.). Er zijn verschillende technieken gebruikt om het 'echte' totale aantal overwinterende vleermuizen in te schatten: met vangen en terugvangen van geringde vleermuizen, met passieve geïntegreerde transponders, genetische tests, of radarstralen (Punt 1957, Kugelschafter 2009, Jansen et al. 2014). Geautomatiseerde systemen die gebruik maken van infrarood-lichtstralen worden al meer dan vijftig jaar toegepast (Daan 1970, Berková & Zúkal 2006, Jansen et al. 2014, Kugelschafter 2014, Weinreich 2022) en leidden tot nieuwe inzichten over de waarde van sommige winterverblijven voor vleermuizen. Op basis van langetermijngegevens toonden onderzoekspioniers, zoals Punt (1957) en Kugelschafter (2009), aan dat het verschil tussen getelde en werkelijke aantallen overwinterende vleermuizen aanzienlijk kan zijn (zelfs tot 90%) vanwege het bestaan van onzichtbare vleermuis-'reservoirs' in overwinteringsverblijven.

De meeste studies met infraroodportalen volgen de activiteiten en het aantal vleermuizen in winterslaap bij de ingangsgebieden van forten en groeven (de Rue & Daan 1972, Daan 1973, Kugelschafter 2009, Steck & Brinkmann 2015, Weinreich 2022). Alleen de studie van de Rue & Daan (1972) in de ijskelder van Middenduin, Nederland, maakte opnamen zowel

bij de ingang als verderop in de gang, waardoor een schatting kon worden gemaakt van de richting van de vliegbewegingen in de winter vanuit het achterdeel van de kelder naar de ingang.

In dit onderzoek werden activiteits- en winterslaappatronen gedurende een periode van vier jaar gevolgd, met behulp van een infrarood lichtbarrière bij de ingang van een volledig afgeschermd deel met gunstige winteromstandigheden voor vleermuizen in Fort Steendorp. De deur met de gemonitorde vluchtopening is de enige toegang tot het studiegebied in het *reduit* van het fort. De kans dat vleermuizen het studiegebied in het fort ongemerkt zouden binnenkomen werd beperkt door het afsluiten van de andere toegangspunten. Visuele waarnemingen gaven aan dat het infraroodportaal in de vluchtopening van de reeds bestaande deur naar het *reduit* geen invloed had op vleermuizen die de zone willen binnenvliegen. Door de visuele tellingen te vergelijken met die van het infraroodportaal, konden we een meer nauwkeurige schatting maken over hoeveel vleermuizen werkelijk overwinteren in Fort Steendorp. 'Ongeldige verplaatsingen' waren gemiddeld verantwoordelijk voor slechts 1,6% van de gegevens. Dit aantal is, zoals te verwachten, laag en niet onverwacht aangezien er op sommige momenten tot 600 vleermuispassages in een uur werden geregistreerd.

Activiteitspatronen en winterslaap

Onze studie toont hoge voorjaarsactiviteitspieken, van mei tot in juni, met vleermuizen die in- en uit het infraroodportaal bewegen, en een herfstactiviteit die half augustus begint met vleermuizen die zich verzamelen en klaarmaken om in winterslaap te gaan. Op dat moment vindt er geen toename van vleermuizen 'achter het portaal' plaats. Vanaf eind september neemt het aantal vleermuizen dat invliegt en het studiegebied niet meer verlaat toe, om eind november een maximum te

bereiken. Uit zichtwaarnemingen weten we dat tegen die tijd de meeste vleermuizen in winterslaap zijn. Waarnemingen ter plaatse laten zien dat eind maart de meeste vleermuizen die in hibernatie waren zijn vertrokken, met uitzondering van kleine aantallen ingekorven vleermuizen die de neiging hebben om tot de eerste helft van mei in het winterverblijf te blijven.

Reeds in 1932 beschreef Poole dat grote aantallen vleermuizen grotten en mijnen bezoeken in de herfst, enkele maanden voor de winterslaap. Hij noemde dit 'zwermen' (Saucy 2019). Voor dit fenomeen zijn verschillende hypothesen naar voren gebracht, zoals het beoordelen van geschikte winterverblijven en het introduceren van juvenielen op overwinteringslocaties, maar de meest voorkomende hypothese is dat dit zwermgedrag in de late zomer gerelateerd is aan de paring (Saucy 2019). Zwermen vindt uiteraard 's nachts plaats; de eerste individuen arriveren meestal ergens na zonsondergang en vertonen een activiteitspiek tussen 4-6 uur na zonsondergang (Rivers et al. 2006). Daarna neemt de activiteit geleidelijk af tot 4 uur in de ochtend. Zwermen in gematigde klimaten vindt plaats vanaf de late zomer tot in de herfst.

In de meeste gevallen wordt zwermen waargenomen van half augustus tot half november, met een piek tussen half september en half oktober (Rivers et al. 2006, Saucy 2019). Encarnação (2005) toonde aan dat éénjarige mannetjes watervleermuizen de volwassen mannetjes vergezelden, om van half augustus tot half september hibernacula te verkennen, volgens zijn hypothese als paringsplaats. Sommige vleermuizen bezoeken ook meer dan één hibernaculum per nacht, wat de aanzienlijke variatie in activiteit tussen nachten zou kunnen verklaren (Humphrey & Cope 1976). Echter, zwermen tijdens de lente komt ook voor, zoals werd vastgesteld bij gewone grootoorvleermuis (Furmankiewicz 2008) en watervleermuis (Encarnação 2005).

In november en december zijn de vleermuizen in grote aantallen in winterslaap, maar

zelfs dan is er nog steeds een beperkte activiteit in en uit het portaal. Opmerkelijk is dat in de tweede helft van november al vleermuizen de zone achter de infrarood lichtbarrière verlaten. We weten niet waarheen deze vleermuizen zich verplaatsen, maar we mogen aannemen dat bij lage buitentemperaturen ze in de ondergrondse structuren van Fort Steendorp blijven. Soortgelijke gebeurtenissen zijn beschreven voor ijskelders, kalksteengroeven en natuurlijke grotten (de Rue & Daan 1972, Daan 1973, Berková & Zúkal 2006).

Het cumulatieve aantal vleermuizen 'achter het portaal' in dit onderzoek werd eenmaal per seizoen op nul gezet om het totale aantal vleermuizen te schatten dat in winterslaap gaat, en om kleine inconsistenties in de cumulatieve aantallen die geleidelijk ontstaan, te corrigeren. Deze inconsistenties kunnen het gevolg zijn van kleine fouten in de opnames van 'IN' en 'OUT', maar hebben ook te maken met het feit dat het studiegebied nooit echt leeg is. Zeer kleine aantallen vleermuizen zullen Fort Steendorp ook in de zomer als tijdelijke of permanente rustplaats gebruiken, zoals blijkt uit observaties het hele jaar door.

Er waren weinig verschillen tussen vleermuispassages 'IN' en 'OUT', met resp. slechts 0,3, 0,5 en 0,6% bewegingen naar binnen (tabel 1). Sommige vleermuizen waren misschien niet op 31 maart vertrokken, mogelijk is een aantal vleermuizen omgekomen door predatie of een andere doodsoorzaak. Twee-, drie- en vijfdaagse hiaten in de opnames eind juni en augustus 2015 en augustus 2017 hebben op de maximale aantallen die 'achter het portaal' overwinteren.

We registreerden vliegbewegingen en passages van vleermuizen gedurende de hele winter, wat aangeeft dat winterslaap geen continu proces is. Eerdere studies toonden aan dat in veel gevallen spontaan ontwaken optreedt (de Wilde & van Nieuwenhoven 1954). De gemiddelde slaaperiode is 12-14 dagen, al verschillen de lengtes van de slaaperioden van verschillende soorten vleermuizen. Herhaalde tellingen in overwinteringsverblijven door de

Vlaamse vleermuiswerkgroep tonen aan dat tegen de tweede helft van de winter individuele vleermuizen waren verdwenen van de locaties die ze eerder bezetten. Op basis van ring-experimenten concludeerden De Wilde & van Nieuwenhoven (1954) dat vleermuizen een hoge mate van trouw vertonen aan hun winterslaapverblijf, maar dat sommige exemplaren slechts gedurende een beperkt deel van de winter aanwezig zijn. Zij zagen dat individuen van sommige soorten verdwijnen, soms zonder te worden vervangen en soms worden ze vervangen door individuen van een andere soort die dan exact dezelfde puntlocatie innemen.

Een belangrijk element om rekening mee te houden is de locatie van de infrarood lichtbarrière, halverwege het winterverblijf, op ongeveer 50 m van de hoofdingang van het fort. Berková (2006) vond een significant positief verband tussen het aantal vleermuizen dat een infrarood lichtbarrière passeerde, en de gemiddelde buitentemperatuur bij de ingang van een grot. Ransome (1990) toonde aan dat Europese vleermuizen de grotten waarin ze overwinteren tussen december en februari verlaten, meestal in kleine aantallen, in de orde van 0,5% per dag. Opvallend is dat veel vliegbewegingen naar buiten direct (binnen 1 minuut) werden gevolgd door vliegbewegingen naar binnen (Daan 1970). Het aantal vliegbewegingen aan de binnenzijde van de poort was echter in dezelfde winterslaaperiode zeker tien keer groter (Daan 1970). Ook studies met geringde vleermuizen wijzen op grote interne migraties binnen mergelgroeven (de Wilde 1954, Punt 1957). Het lijkt erop dat vleermuizen wakker worden tijdens de winterslaap en van locatie veranderen binnen of zelfs tussen winterverblijven, als gevolg van kleine veranderingen in de omgevingstemperatuur in het verblijf en van de buitentemperaturen (Daan 1973, Ransome 1990).

Daan (1973) toonde aan dat de vleermuispopulaties in kalksteengroeven van half september tot half november snel toenamen, maar het aantal watervleermuizen bleef tot half januari in een trager tempo stijgen. Tij-

dens warmere periodes verhuisden vleermuizen naar het voorste deel van de kalksteengroeve of verlieten ze de locatie helemaal. In Fort Steendorp werken veranderingen in de buitentemperatuur na gemiddeld zes dagen langzaam door in de binnentemperatuur (Meermans 2004), wat als gevolg kan hebben dat vleermuizen hun winterslaap onderbreken. De Bruyn et al. (2021) concludeerden dat overwinterende vleermuizen warmere delen van het hibernacula gebruiken naarmate de winter vordert.

Met stijgende buitentemperaturen eind februari beginnen de resterende vleermuizen de zone achter de infrarood lichtbarrière te verlaten. Eind maart hadden min of meer alle vleermuizen het *reduit* (en misschien het fort) verlaten, met uitzondering van een aantal ingekorven vleermuizen. Dit zou kunnen verklaren waarom er in april ook vliegactiviteit werd waargenomen. Waarnemingen ter plaatse (eigen observaties A. Lefevre) toonden aan dat kleine aantallen ingekorven vleermuis tot begin juni in de winterverblijfsplaats bleven.

Het is onduidelijk of de hogere activiteitspiek in mei-juni verband houdt met foerageren, zwermen of met andere gedragspatronen. Het kan ook niet worden uitgesloten dat ingekorven vleermuizen die later uit winterslaap komen bijdragen aan deze piek van activiteit. Een studie op basis van videobeelden (Kugelschafter 2014) wees op zogenoemde 'lente-bezoeken' aan een kalksteengroeve in Bad Segeberg, Duitsland met grote clusters van volwassen mannelijke watervleermuizen die in de lente de grot bezochten. Dit verschijnsel is ook beschreven door Degn (1989) en Harje (1994).

Vergelijking met visuele tellingen

Onderzoek gepresenteerd tijdens de *First European Workshop on Automatic Monitoring of Bat Roosts* in 2014 in Bad Segeberg, Duitsland, toonde aan dat het gebruik van infraroodlichtschermen onze kennis over

hibernacula verbetert (Jansen et al. 2014). De ‘verborgen’ fractie van overwinterende vleermuizen wordt geschat op 22% tot 99% (de Rue 1972, Kugelschafter 1994, Degn et al. 1995, Jansen et al. 2014).

Een nadeel van infrarood-lichtschermssystemen is dat de soorten die door het systeem vliegen niet kunnen worden geïdentificeerd. Ons belangrijkste doel was echter om een algemeen beeld te verkrijgen van de activiteit gedurende het hele jaar van het totale aantal vleermuizen dat in het fort actief is. De soortensamenstelling en het aantal van elke aanwezige soort in het fort zijn al bekend, op basis van vangsten en van jaarlijkse tellingen. Dekeukeleire et al. (2011) voerden tijdens drie nachten tussen half augustus en eind september een mistnet-onderzoek uit in Fort Steendorp. De meeste gevangen individuen waren watervleermuizen (85-95%). Vermeldenswaard is dat er tot nu toe van geen enkele soort een kraamkolonie werd gevonden in Fort Steendorp.

Visuele tellingen in februari laten een recente en significante afname zien (35%) van het aantal watervleermuizen in Fort Steendorp: 604 van de vleermuizen werden geteld in het seizoen 2021-22, vergeleken met een stabiel gemiddelde van 931 vóór 2007. Ondanks investeringen en een aanhoudend hoog managementniveau, is het aantal overwinterende watervleermuizen bij Fort Steendorp dus met een derde gedaald. De oorzaak van deze afname kunnen we niet met zekerheid vaststellen, maar waarschijnlijke oorzaken zijn de aanhoudende slechte kwaliteit van oppervlaktewateren het onophoudelijke en wijdverspreide kappen van bomen die geschikt zijn voor deze boombewonende soort. Daarentegen zijn de aantallen ingekorven vleermuizen, zij het lager in aantal, aan het stijgen van $n=58$ (het gemiddelde van negen jaar vóór 2007) tot $n=278$ in de winter van 2021-22. De stijging van de aantallen ingekorven vleermuizen lijkt het gevolg te zijn van een algehele toename van de populatie, die parallel loopt met een groeiend aantal zomerkolonies. Het aantal baardvleermuizen en/of Brandts vleermuizen die geteld zijn

in winterslaap bij Fort Steendorp is de laatste tijd ook toegenomen, van $n=31$ (het gemiddelde van negen jaar vóór 2007) tot $n=142$ in de winter van 2021-2022. Op basis van visuele tellingen in februari, zijn ingekorven vleermuis, baardvleermuis en/of Brandts vleermuis, met bijna een factor vijf toegenomen in de afgelopen 15 jaar.

Onze extrapolatiefactor van 2,7 (37% vleermuizen zichtbaar) verschilt van de factor 1,2 die in februari 1978 door Jooris & Goossens (1980) werd gevonden, berekend op basis van een ‘vangst-terugvangst-experiment’ op dezelfde locatie. Gedurende vijf maanden markeerden ze in totaal 162 overwinterende vleermuizen (waaronder 142 watervleermuizen) met kleine stickers op de kop. Het aandeel gemerkte dieren dat na een maand werd waargenomen, varieerde aanzienlijk in de loop van het winterseizoen, met respectievelijk 34% en 39% van het totale aantal waargenomen vleermuizen in november en december, oplopend tot 52% in januari en 82% in februari, en (bij een kleinere steekproefomvang) 80% in maart. Tijdens de vijf terugvangsmomenten werden 15-20 vleermuizen geselecteerd en gecontroleerd op de markering, ongeacht het totaal aantal aanwezige vleermuizen. Hoe interessant dit onderzoek ook is, het is geen geldig ‘vangst-terugvangst-experiment’, omdat de vleermuizen die in winterslaap zijn, zich niet willekeurig verplaatsen. Sommige verplaatsen zich waarschijnlijk helemaal niet, of bewegen zich gedurende een bepaalde maand niet. Het systeem is ook niet ‘gesloten’: vleermuizen vliegen in en uit.

Wat deze studie vergelijkt is de fractie zichtbare vleermuizen ten opzichte van het totale aantal aanwezige dieren. Daarbij meten we voor februari ook de niet-zichtbare fractie vleermuizen. Wat Jooris & Goossens (1980) hebben opgetekend, is hoeveel ongemarkeerde vleermuizen in één maand van plaats zijn veranderd, of meer specifiek uit hun schuilplaats kwamen of van elders kwamen. In november 1977 werden 15 vleermuizen bemonsterd. Negen niet-gemarkeerde vleermuizen kwa-

men in zicht, zes vleermuizen waren gemerkt, maar we weten niet hoeveel gemarkeerde vleermuizen vertrokken of 'ondergedoken' zijn. In februari 1978 werden 20 vleermuizen bemonsterd, vier ongemarkeerde vleermuizen kwamen in zicht, 16 van de vleermuizen werden gemerkt, maar nogmaals, we weten niet hoeveel gemarkeerde vleermuizen vertrokken of anderszins uit het zicht verdwenen waren. De percentages die in deze publicatie uit 1980 zijn gebruikt om te extrapoleren naar totale aantallen zijn daarom dubieus. Wat betreft de conclusies over het mogelijk 'uit de schuilplaats komen' van vleermuizen, blijkt dat er in november en december meer activiteit is dan in februari.

Vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd in een ijskelder (Middenduin, Nederland) naar de activiteit van overwinterende vleermuizen met infraroodsensoren toonde aan dat de aanwezige vleermuispopulatie twee tot drie keer groter was dan de tellingen ter plaatse aangaven (de Rue & Daan 1972). Andere studies met infrarood lichtbarrières in (mergel)groeven en grotten toonden aan dat, afhankelijk van de tussen de 20 en 50% (Weinreich 2022), 20% (Berková & Zukal 2006), of zelfs minder 10% (Kugelschafter 2014) van de werkelijke vleermuispopulatie wordt waargenomen. Als ons cijfer van 37% wordt opgeschaald naar de tellingen van het hele Fort Steendorp, zou het werkelijke aantal overwinterende vleermuizen dichter bij 3000 liggen in plaats van de gemiddelde 1016 vleermuizen die zijn geteld over de tien afgelopen winterseizoenen. Dit zou een impact kunnen hebben op de evaluatie en rapportage van de totale vleermuisaantallen in Vlaanderen. Deze factor van ongeveer een derde kan ons inziens worden toegepast op vergelijkbare historische ondergrondse bouwwerken van rode baksteen.

Tellingen bij Fort Steendorp worden nu standaard in februari uitgevoerd, terwijl de aantallen in winterslaap in het afgesloten en voor vleermuizen zeer gunstige *reduit* van het fort pieken van november tot begin december. Op 1 februari had meer dan de helft van de vleer-

muizen het verblijf verlaten (portaalgegevens 2017, piek november $n=2066$, midden februari $n=991$). Het is onduidelijk wat dit betekent voor de totale aantallen die in Fort Steendorp overwinteren, of de geschatte 1075 vleermuizen die het verblijf hebben verlaten al dan niet zijn opgenomen in de totale telling van februari, of dat ze naar andere plaatsen zijn vertrokken. Concluderend zijn we er zeker van dat er een correctie van circa 37% moet worden toegepast op het aantal visueel getelde vleermuizen in februari. We kunnen echter niet vaststellen of een visuele telling in november duidelijk hogere aantallen vleermuizen zou opleveren. Als dat zo is, zou dit weer gevolgen hebben voor de totale schatting van vleermuizen die in Fort Steendorp overwinteren. Echter, herhaalde tellingen bij de even belangrijke vestingwerken van Brasschaat en Oelegem tonen aan dat twee of meer tellingen in dezelfde winter meestal maar een verschil van ongeveer 10% vertonen, soms oplopend tot 20% in beide richtingen (ongepubliceerde gegevens vleermuiswerkgroep Natuurpunt).

Conclusies

Deze studie onderstreept het belang van door de mens gemaakte ondergrondse constructies, zoals Fort Steendorp, als overwinteringsplaatsen voor ondergrondse vleermuispopulaties in regio's met weinig of geen natuurlijke grotten. Op basis van onze gegevens die zijn verzameld door een infraroodportaal, concluderen we dat, in ieder geval voor de onderzoekslocatie, het *reduit* van het fort, en, hiervan afgeleid, voor het hele bakstenen fort, het aantal overwinterende vleermuizen aan de hand van visuele tellingen worden vermenigvuldigd met een factor van minimaal 3. Deze factor komt overeen met eerdere bevindingen, geldt globaal voor alle vergelijkbare constructies en varieert naar verwachting nauwelijks binnen het midwinterseizoen.

Het onderzoek laat in detail zien wat de belangrijke zwermperiodes zijn voor vleer-

muizen bij Fort Steendorp (eind mei – begin juni en eind augustus – eind oktober) en hoe het aantal vleermuizen dat in winterslaap gaat achter het portaal, een maximum bereikt in de eerste helft van november. Zelfs dan wordt een laag niveau van vliegactiviteit waargenomen in en uit het studiegebied. In december, zelfs vóór het koudste deel van de winter, hebben sommige vleermuizen de beschermende omgeving van het diepere *reduit* al verlaten, hoogstwaarschijnlijk naar andere delen van het fort.

Zelfs met de onderschatting van het aantal overwinterende vleermuizen bij tellingen, en in schril contrast met de trends voor andere soorten, gaat de watervleermuis sterk achteruit in Fort Steendorp, net als in de rest van Vlaanderen. Dit zou moeten leiden tot meer bewustwording over de voortdurende houtkap van bomen met holtes en over de algemene kwaliteit van de oppervlaktewateren, twee factoren die cruciaal zijn voor deze soort.

Onze resultaten, gecombineerd met eerdere studies, laten zien dat beschermende maatregelen voor vleermuizen bij forten als deze, niet beperkt kunnen blijven tot de overwinteringsperiode. Het is duidelijk dat Fort Steendorp het hele jaar door belangrijk is voor vleermuispopulaties. Beheerplannen dienen hiernaar te worden aangepast. Dit zou strengere criteria moeten omvatten bij de herbestemming van belangrijke overwinteringsplaatsen voor vleermuizen en moeten leiden tot een verlenging van de periode waarin geen verstoring mag plaatsvinden) voor grote delen van de hibernacula, dat is dan van september tot eind mei.

Dankwoord: We willen graag de European Climate Assessment & Dataset project ECA&D voor het welwillend delen van hun dagelijkse observationele dataset E-OBS. We bedanken ook alle vrijwilligers van de vleermuiswerkgroep van Natuurpunt voor hun inzet voor de jaarlijkse tellingen van de vleermuiswinterslaap. We zijn het Agentschap Natuur & Bos van de Vlaamse Overheid dankbaar voor toestemming en hulp tijdens de jaarlijkse tellingen en deze studie. Wij danken in het bijzonder Kris Boers voor het beheren

en delen van de visuele winterslaapgegevens van het Fort van Steendorp gedurende al die jaren.

Literatuur

- Berková, H. & J. Zúkal 2006. Flight activity of bats at the entrance of a natural cave. *Acta Chiropterologica* 8: 187-195
- Boeraeve, M., F. Batsleer, H. Vermeiren, A. Thomaes, B. Opstaele & D. Dekeukeleire 2019. Winterverblijfplaatsen voor vleermuizen. *Natuurfocus* 18 (4): 136-144.
- Colaes, R. & R. Gils 1991. Fort Steendorp: een vestingbouwkundige, heemkundige en ecologische benadering. Jaarboek 1991. Gemeentemuseum Temse, Temse, België.
- Daan, S. 1970. Photographic recording of natural activity in hibernating bats. *Bijdrage tot de Dierkunde* 40 (1):13-16.
- Daan, S. 1973. Activity during natural hibernation in three species of Vespertilionid bats. *Netherlands Journal of Zoology* 23 (1): 1-71.
- Daan, S. 1980. Long term changes in bat populations in the Netherlands: a summary. *Lutra* 22: 95-105.
- De Bruyn, L., R. Gyselings, L. Kirkpatrick, A. Rachwald, G. Apoznański & T. Kokurewicz 2021. Temperature driven hibernation site use in the Western barbastelle *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). *Scientific Reports* 11: 1464- 1473. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80720-4>
- Degn, H.J. 1989. Summer activity of bats at a large hibernaculum. In: V. Hanák, I. Horáček J. & Gaisler (eds). *European Bat Research Symposium 1987: 523-526*. Charles University Press, Praag, Tsjechië.
- Degn, H.J., B.B. Andersen & H. Baagoe 1995. Automated registration of bat activity through the year at Mensted Limestone Mine, Denmark. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 60: 129-135.
- Dekeukeleire, D., R. Janssen, K. Boers & W. Willems 2011. Zwermende vleermuizen bij de Antwerpse forten. Resultaten van een verkennend onderzoek in de nazomer van 2010. *Natuur.focus* 10 (3): 104-109.
- Encarnação, J. A. 2005. Phänologie und Lebenszyklusstrategie männlicher Wasserfledermäuse (*Myotis*,

- Chiroptera: Vespertilionidae). PhD thesis. Justus Liebig University Gießen, Duisland.
- de Rue, J. & S. Daan 1972. De activiteit van overwinterende vleermuizen in de ijskelder te Middenduin. *De Levende Natuur* 75: 265-273.
- de Wilde, J. & P.J. van Nieuwenhoven 1954. Waarnemingen betreffende de winterslaap van vleermuizen. *Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg* 7: 51-83.
- European Climate Assessment & Dataset (ECA&D) project 2021. <https://www.ecad.eu/dailydata/index.php>
- Furmankiewicz, J. 2008. Population size, catchment area, and sex-influenced differences in autumn and spring swarming of the brown long-eared bat (*Plecotus auritus*). *Canadian Journal of Zoology* 86 (3): 207-216.
- Gils R. 2000. <https://www.simonstevin.org/fortsteendorp.html>
- Haarsma, A.J. 2006. Het monitoren van (meer)vleermuizen in de winter. Presentation at the VLENDag 2006.
- Harrje, C. 1994. Etho-ökologische Untersuchung der ganzjährigen Aktivität von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentonii* Kuhl 1819) am Winterquartier. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen* 39: 15-52.
- Haysom K., J. Dekker, J. Russ, T. van der Meij & A. van Strien 2013. European bat population trends: A prototype biodiversity indicator. EEA Technical report 19/2013. European Environment Agency, Copenhagen, Denemarken.
- Humphrey, S.R. & J.B. Cope 1976. Population ecology of the little brown bat, *Myotis lucifugus*, in Indiana and North-Central Kentucky. Special Publication no. 4. American Society of Mammalogists, Stillwater, OK, USA.
- Jansen, E.A., H.J.G.A. Limpens & M. Schillemans 2014. Automated monitoring of bats in hibernacula. Methods, strengths and shortcomings. Report 2014.09. Bureau van de Zoogdiervereniging, Nijmegen, Nederland.
- Jooris, R. & R. Goossens 1980. Concernant le choix d'habitat de *Myotis daubentonii* (KUHL, 1819) et la présence d'autre Cheiroptères dans les lieux d'hibernation antropogènes de BasseBelgique. *Bulletin Institut Royale Scientifique Nationale* Belge 6: 3-24.
- Kervyn, T., S. Lamotte, P. Nyssen & J. Verschuren 2009. Major decline of bat abundance and diversity during the last 50 years in southern Belgium. *Belgian Journal of Zoology* 139 (2) : 124-132.
- Kugelschafter, K. 1994. Untersuchungen zur Bedeutung und Optimierung der Segeberger Kalkberghöhle und angrenzender Nahrungsbiotope für Fledermäuse. Gutachten im Auftrage des Ministeriums für Natur, Umwelt und Landesentwicklung in Schleswig-Holstein. Abschlußbericht für das Jahr 1993.
- Kugelschafter, K. 2009. Qualitative und quantitative Erfassung der Fledermäuse, die zwischen Februar und Mai 2009 aus ihren Winterquartieren Bierkeller bei Sulzthal, Moggasterhöhle bei Moggast, Geisloch bei Viehhofen und Windloch bei Alfeld ausfliegen. Bayerischen Landesamtes für Umwelt, Augsburg, Duitsland.
- Kugelschafter, K. 2014. 25 Years of bat research at the limestone cave in Bad Segeberg. Presentation at the first European workshop on Automatic Monitoring of Bat Roosts in Europe (AuMoBRE). Available at <https://www.zoogdiervereniging.nl/>
- Meeremans, P. 2004. Belang van microklimaat voor overwinterende watervleermuis (*daubentonii*) vs. baardvleermuis (*Myotis mystacinus/brandtii*). MsC thesis. Free University Brussels, Brussels, Belgium.
- Punt A. & P.J. van Nieuwenhoven 1957. The use of radioactive bands in tracing hibernating bats. *Experientia* 13 (1): 51-54.
- Ransome, R.D. 1990. The natural history of hibernating bats. Christopher Helm, London, UK.
- Rivers, N.M., R.K. Butlin, J.D. Altringham 2006. Autumn swarming behaviour of Natterer's bats in the UK: Population size, catchment area and dispersal. *Biological Conservation* 127: 215-226.
- Saucy G. 2019. Bat swarming: reviewed definition, overestimated functions and new research directions. Opinion paper. <https://www.researchgate.net/publication/343211587>
- Steck C. & R. Brinkmann 2015. Wimperfledermaus, Bechstein fledermaus und Mopsfledermaus. Haupt Verlag AG, Bern, Zwitserland.
- van Schaik, J., R. Janssen, T. Bosch, A.-J. Haarsma, J.J.A. Dekker & B. Kranstauber 2015. Bats swarm

- where they hibernate: Compositional similarity between autumn swarming and winter hibernation assemblages at five underground sites. PLoS ONE 10 (7): e0130850. Doi: 10.1371/journal.pone.0130850
- Verwimp, N. 2006. <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/details/2693>
- Voûte, A.M., J.W. Sluiter & P.F. Van Heerdt 1980. De vleermuizenstand in enige Zuid-Limburgse groeven sedert 1942. Lutra 22 (1-3): 18-34.
- Weinreich, H. 2022 (in press). Activiteit van vleermuizen in de prehistorische vuursteenmijnen van Rijckholt. Onderzoek met telpoorten van 2015 tot en met 2019. Natuurhistorisch Maandblad 111 (8): 205-215.
- Ontvangen: 7 maart 2022*
Geaccepteerd: 9 mei 2022

De samenhang tussen aantallen overwinterende gewone grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus*) en weersomstandigheden (temperaturen en neerslag)

Jan Piet Bekker

Zwanenlaan 10, NL-4351 RX Veere, the Netherlands, e-mail: jpbekker@zeelandnet.nl

Samenvatting: Grootoorvleermuizen bezitten enkele karakteristieke fysieke aanpassingen aan koude omstandigheden. In deze studie wordt de samenhang onderzocht tussen buitentemperaturen en periodes met langdurige neerslag en de aantallen grootoorvleermuizen in winterverblijven. Hiertoe is gebruik gemaakt van de telgegevens uit de jaarlijkse vleermuisencensus van drie complexen waarin over een periode van 25 jaar gemiddeld meer dan tien vleermuizen per winter aanwezig waren. Hiervoor werden geselecteerd de winterverblijven in de Amsterdamse Waterleidingduinen, Kop van Schouwen en Klein Heidekamp. Van steeds negen periodes (resp. 42, 35, 28, 21, 14, 7, 5, 3 dagen en 1 dag) voorafgaand aan de dag van de telling zijn weerindices, afkomstig van nabijgelegen KNMI-weerstations, berekend: de gemiddelde temperatuur (TG), het aantal (aangepaste) vorstdagen en de som van de negatieve minimumtemperaturen (TN). Daarnaast is per jaar, voor alle 25 jaren, de duur (DR) en het volume van de neerslag (RH) gesummeerd voor de negen periodes. Voor het berekenen van de mate van samenhang tussen reeksen van aantallen grootoorvleermuizen per winterverblijf en weerindices is gebruik gemaakt van de Pearson correlatietest. Een periode van 21 tot 42 dagen voorafgaand aan de telling met een toenemend aantal vorstdagen en een hoger koudegetal gaat gepaard met een toenemend aantal grootoorvleermuizen in de onderzochte winterverblijven. Omgekeerd werd bij dezelfde periodes een negatieve samenhang vastgesteld tussen gemiddelde buitentemperaturen en aantallen grootoorvleermuizen. Voor geen van de bunkercomplexen, voor geen enkele periode voorafgaand aan de teldatum, is er een significante samenhang gevonden tussen de neerslagindices en de aantallen grootoorvleermuizen. De betekenis van enkele ecologische aanpassingen aan koude omstandigheden van de grootoorvleermuis worden bediscussieerd.

Trefwoorden / keywords: grootoorvleermuis, *Plecotus auritus*, winterverblijf, gemiddelde temperatuur (TG), vorstgrens, vorstdagen, duur van neerslag, hoeveelheid neerslag, bunker.

Inleiding

De gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*) (hierna grootoorvleermuis) staat bekend als een koudebestendige vleermuissoort die in winterverblijfplaatsen meestal verblijft bij een omgevingstemperatuur van 2-5 °C en zelfs enkele dagen temperaturen tot -3,5 °C kan verdragen (Braun & Häussler 2003). De

grootoorvleermuis neemt in Europa onder de vleermuizen een bijzondere plaats in. Ook als de ondersoort *P. a. begognae* van het Iberisch schiereiland buiten beschouwing wordt gelaten, heeft *P. auritus* sensu stricto van de Europese vleermuizen een van de meest uitgebreide Noord-Zuid-verspreidingen, zich over het westen van het continent uitstrekkend van midden-Noorwegen (63-64 °N) (Entwistle 1999) tot net over de Pyreneeën (30 °N) (Horáček & Đulić 2004, Juste et al. 2004). Anderzijds is van grootoorvleermuizen juist

© 2022 Zoogdiervereniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdiervereniging.nl>



Figuur 1. Grootoorvleermuis met de oren gevouwen onder de onderarmen, alleen de oordeksels steken uit. Ook de lange dekhamen zijn goed te zien. Foto: Ben Verboom.

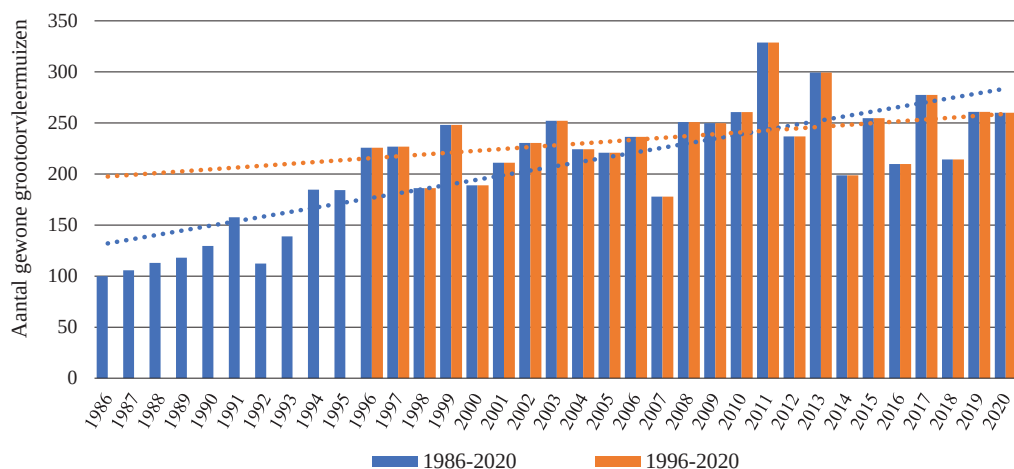
bekend dat ze sterk plaatsgebonden zijn, in de regel met vliegafstanden van minder dan tien km en verdere omzwervingen die nauwelijks boven de 30 km uit komen (Dietz et al. 2007). Horáček & Ćulić (2004) noemen verplaatsingen boven 15 km ongebruikelijk, met maxima van 66 en 88 km. Om omstandigheden met lage buitentemperaturen, tot enkele graden onder het vriespunt, te overleven, hebben grootoorvleermuizen de beschikking over enkele bijzondere eigenschappen. Zo behoren de zogenoemde GH2 dekhamen (dekhamen met een hoek tussen schacht en schild) in de vacht tot de langste van de West-Europese vleermuizen en ook hebben grootoorvleermuizen de meeste golven in deze GH2 dekhamen (Teerink 1991): door deze eigenschappen isoleert de vacht relatief goed. Daarnaast vouwen grootoorvleermuizen in rust bijna altijd de lange oren onder de voorarmen (figuur 1).



Figuur 2: Grootoorvleermuis in winterslaap: de vlieghuid bedekt voor een deel het lichaam. Foto: Stefan Jerzykowski.

In die houding wordt niet alleen warmteverlies via het oor aan de omgeving beperkt, ook wordt een extra isolerende luchtlaag rondom de romp gelegd. De neiging om in hangende positie de vleugels gedeeltelijk om het lichaam te draperen, draagt bij aan isolatie van de romp (figuur 2).

Verplaatsingen van grootoorvleermuizen tussen zomerverblijven, zoals (verlaten) gebouwen, boomholten of -spleten, vleermuiskasten en winterverblijven vormen een onderdeel van hun fenologie. In Duitsland vermelden Heise & Schmidt (1988) de eerste vondst van grootoorvleermuizen in winterobjecten begin november. Als meer algemene winterslaapfase vermelden Braun & Häussler (2003) de periode tussen oktober/november en eind maart/begin april. Gedurende de herfst van 2020 tot en met de lente van 2021 werden 50 vleermuiskasten in het Veenbos elke week vanaf de grond gecontroleerd. Gedurende die winter vermindert het aantal grootoorvleermuizen vanaf oktober geleidelijk van ca. 30-34 exemplaren tot



Figuur 3. Trends van overwinterende grootoorvleermuizen in Nederland.

7-10 dieren. Bij deze wekelijkse controles werden elke keer grootoorvleermuizen in de kasten vastgesteld, behalve in de week van 7 tot en met 12 februari 2021, toen de maximumtemperatuur niet boven de 0 °C kwam. De week erna waren weer tien grootoren aanwezig (voor een uitgebreide beschrijving zie Bekker 2022). De waarnemingen dat grootoorvleermuizen geleidelijk vertrekken uit vleermuiskasten roept de vraag op waar ze naar toe zijn gegaan: naar een meer temperatuur-gebufferde boomholte in het bos, een nabij gelegen gebouw of een al dan niet bekend winterverblijf.

Lichačev (1980 in: Horáček & Đulić 2004) noemt ook langdurige neerslagperiodes die in combinatie met koudeperiodes in het najaar een rol zouden kunnen spelen bij het moment dat grootoorvleermuizen vertrekken uit de zomerverblijven. De in de herfst geleidelijk teruglopende aantallen grootoorvleermuizen in vleermuiskasten zou onder invloed kunnen staan van de gemiddelde lagere buitentemperatuur of perioden met al dan niet veel neerslag. Omgekeerd zou het aantal getelde grootoren in winterverblijven mogelijk direct samen kunnen hangen met weersomstandigheden (kou, neerslag) tijdens een voorafgaande periode. Daarom wordt allereerst de hypothese getoetst dat bij een gemiddeld lagere buitentemperatuur voorafgaand aan de telling, er

meer grootoorvleermuizen in winterverblijven worden geteld. Daarnaast werd de hypothese opgesteld dat grootoorvleermuizen juist reageren op voorafgaande vorstperiodes door zich in grotere aantallen te verzamelen in winterverblijven dan in voorafgaande periodes zonder lagere temperaturen. Op soortgelijke wijze is de derde hypothese opgesteld dat grootoorvleermuizen zich in grotere aantallen in winterverblijven verzamelen na veel en langdurige neerslag dan na periodes met minder neerslag of neerslag van kortere duur.

Materiaal en Methoden

Stabiele populatie

Om de hypothesen over meer jaren te kunnen toetsen is het van belang uit te kunnen gaan van een min of meer stabiele populatie grootoorvleermuizen. Uit de landelijke trend van grootoorvleermuizen in Nederland blijkt dat er in de periode 1986 tot en met 2020 een gemiddelde toename van tweeëneenhalf tot drie keer was (bron NEM, La Haye & van der Meij 2022, in dit nummer) (figuur 3). De trend over 25 jaar, van 1996 tot 2020 verloopt aanmerkelijk vlakker, zoals ook blijkt uit een vergelijking van de trendlijnen van de periodes

Tabel 1. Kenmerken van geselecteerde winterverblijven. KVS: bunkers Kop van Schouwen, AWD: bunkers Amsterdamse Waterleidingduinen en KHK: kelders Klein Heidekamp. *: in de directe omgeving, buiten Klein Heidekamp, liggen ca. 30 objecten.

	Aantal objecten	Vroegste-mediaan-laatste teldatum (telperiode)	Gemiddeld aantal grootoorvleermuizen
AWD	70	10-jan.-16 jan.-25 jan. (16 dagen)	22,4
KVS	58	19 dec.-27-dec.-30 dec. (12 dagen)	32,5
KHK	4 (+30*)	13 jan.-22 jan.-30 jan. (18 dagen)	14,6

1986-2020 ($y=4,46x + 127,54$) en 1996-2020 ($y=1,80x + 195,72$). Daarom wordt in deze studie de samenhang bestudeerd over een periode van 25 jaar.

Winterverblijven

Winterverblijven werden geselecteerd op basis van de aanwezigheid van gemiddeld tenminste tien grootoorvleermuizen per winter over een periode van 25 jaar, waarbij in elk van deze jaren een telling plaatsvond, met voor elk jaar een bekende teldatum. Aan de hand van deze criteria werden drie complexen van winterverblijven geselecteerd met de vermelde bijbehorende kenmerken (tabel 1).

De mediaan van de teldata ligt voor de Amsterdamse Waterleidingduinen en Klein Heidekamp 20 resp. 22 dagen later in de winter dan die van de Kop van Schouwen. Van de telleders van deze winterverblijven is toestemming verkregen de telgegevens te gebruiken voor deze studie. Voor een uitgebreide rapportage over het keldercomplex Klein Heidekamp, zie Glas & Kaal (2022, in dit nummer). Het bunkercomplex Amsterdamse Waterleidingduinen wordt nader toegelicht in de studie van Lange et al. (2022, in dit nummer) en dat van het bunkercomplex Kop van Schouwen door Mostert et al. (2022, in dit nummer).

Weersomstandigheden

Hoe snel grootoorvleermuizen reageren op veranderende weersomstandigheden en hoe

lang het duurt voordat een grootoorvleermuis, komend vanuit een zomer- of herfstverblijf, een winterverblijf betreft, is niet bekend. Daarom is het aantal dagen voorafgaand aan de telling, waarover de weersvariabelen worden berekend, met behulp van verschillende periodes benaderd. In deze studie zijn steeds negen periodes van verschillende duur, voorafgaand aan de dag van de telling, onderzocht: 42 dagen, 35 dagen, 28 dagen, 14 dagen, 7 dagen, 5 dagen, 3 dagen en 1 dag. Om de samenhang tussen het aantal getelde grootoorvleermuizen en de weersomstandigheden in de omgeving van de overwinteringsverblijven te bestuderen, zijn de waarnemingen van temperaturen en neerslag gebruikt van de meest nabijgelegen KNMI-stations: Schiphol (nr. 240) voor de Amsterdamse Waterleidingduinen, Vlissingen (nr. 310) voor de Kop van Schouwen en Deelen (nr. 275) voor Klein Heidekamp.

Voor een volledige lijst van klimaatvariabelen, en de ook hier gebruikte internationale afkortingen en hun definitie: zie KNMI-website. Er zijn drie methoden toegepast om een koude winter over een bepaalde periode te kwantificeren: ten eerste door de gemiddelde temperatuur (TG) over een periode voorafgaand aan de dag van de telling te bepalen. Ten tweede door het bepalen van het aantal dagen waarop de minimumtemperatuur (TN) beneden de vorstgrens (0 °C) komt in de verschillende periodes, hier aangeduid als het aantal (aangepaste) vorstdagen. Een afgeleide, derde, manier is door niet het aantal dagen met, maar de som van de negatieve minimumtemperaturen (TN) te bepalen over de aangegeven periode. Deze som, onder weglating van het min-

teken, wordt hier het (aangepaste) koudegetal (ΣTN) genoemd. In deze studie wijkt de definitie van de begrippen vorstdagen en het koudegetal enigszins af van de standaard: allereerst wordt de duur, waarover de aantallen vorstdagen en het koudegetal worden berekend, beperkt tot aan de dag van de telling en niet tot aan het eind van de (meteorologische) winter. Verder wordt bij de ΣTN berekening, niet de gemiddelde temperatuur (TG) per etmaal als uitgangspunt genomen maar de minimumtemperatuur (TN). Voor de kwantificering van periodes met 'langdurige neerslag' is gebruik gemaakt van de variabelen duur (DR) en hoeveelheid van de neerslag (RH). De duur van de neerslag (DR), weergegeven in eenheden van 6 minuten per etmaal, en de hoeveelheid neerslag (RH), weergegeven als etmaalsom van de neerslag, werden jaarlijks en per periode opgeteld.

Statistiek

Voor het berekenen van de mate van samenhang tussen reeksen van aantallen grootoorvleermuizen per winterverblijf en koudegetallen of neerslagwaarden is gebruik gemaakt van de Pearson correlatietest. De uitkomst, de r -waarde, is een variabele die kan variëren tussen 1 (positief, complete samenhang) en -1 (negatief, volledig tegengestelde samenhang). Als aanduiding van de correlatiesterkte is de terminologie van Van Heijst (2022) gebruikt: zeer laag of nauwelijks aanwezig ($r=0-0,3$), laag of zwak ($r=0,3-0,5$), middelmatig ($r=0,5-0,7$), hoog of sterk ($r=0,7-0,9$) of zeer hoog of zeer sterk ($r=0,9-1,0$). Naast de r -waarden zijn de P -waarden, behorend bij de specifieke correlatie, berekend in Excel®, met behulp van de Student T-toets (tweezijdig). Hiermee kan een uitspraak worden gedaan of de bepaalde correlatiewaarde al dan niet op toeval berust. De resultaten (de r -waarden) voor de verschillende weersindices worden gepresenteerd in figuren met alle beschikbare uitkomsten van de Pearson correlatietests voor de winterver-

blijfplaatsen. De figuren zijn steeds vergelijkbaar, met op de x-as de periodes waarover de relaties zijn berekend (42 dagen, 35 dagen, etc. tot en met een dag voorafgaand aan de telling) en op de y-as de uiterste waarden waarbinnen r zich kan begeven (van -1 tot en met +1).

Resultaten

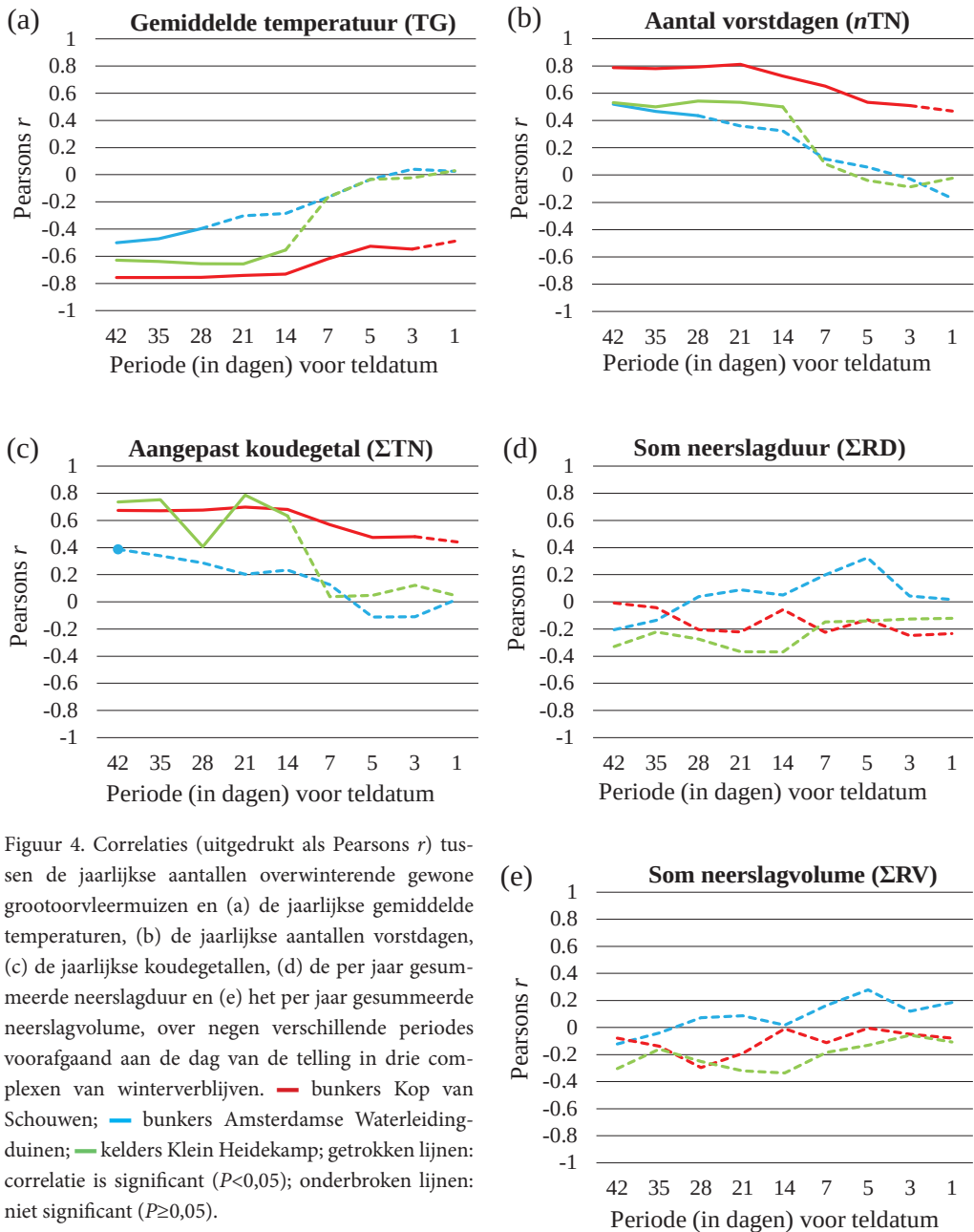
De samenhang tussen aantallen overwinterende grootoorvleermuizen en de weersindices over de negen verschillende periodes voorafgaand aan de teldatum in de jaren 1996-2020, staat voor de bunkercomplexen in de Amsterdamse Waterleidingduinen, die van de Kop van Schouwen en die van het complex Klein Heidekamp samengevat in tabel 2. Hieronder worden per weersvariabele de significante verschillen toegelicht.

Gemiddelde temperatuur

Uit de resultaten blijkt dat een hogere gemiddelde temperatuur voorafgaand aan de teldatum gepaard gaat met lagere aantallen grootoorvleermuizen en omgekeerd (figuur 4a, details in tabel 2). Het effect van deze samenhang is te zien in alle drie de complexen maar is het meest uitgesproken in de Kop van Schouwen, waar voor alle periodes, behalve 1 dag voorafgaand aan de telling, een uitgesproken negatieve samenhang werd gevonden tussen de gemiddelde temperatuur en de aantallen overwinterende grootoorvleermuizen. Een (significante) samenhang in de complexen van Klein Heidekamp en in de Amsterdamse Waterleidingduinen is vastgesteld voor periodes van 14 dagen resp. 28 dagen en langer. De correlaties zijn sterker voor een langere periode dan voor kortere perioden voor de teldatum (figuur 4a).

Aantal vorstdagen

De samenhang tussen de jaarlijkse aantallen



Figuur 4. Correlaties (uitgedrukt als Pearsons r) tussen de jaarlijkse aantallen overwinterende gewone grootoorvleermuizen en (a) de jaarlijkse gemiddelde temperaturen, (b) de jaarlijkse aantallen vorstdagen, (c) de jaarlijkse koudegetallen, (d) de per jaar gesummeerde neerslagduur en (e) het per jaar gesummeerde neerslagvolume, over negen verschillende periodes voorafgaand aan de dag van de telling in drie complexen van winterverblijven. — bunkers Kop van Schouwen; — bunkers Amsterdamse Waterleidingduinen; — kelders Klein Heidekamp; getrokken lijnen: correlatie is significant ($P < 0,05$); onderbroken lijnen: niet significant ($P \geq 0,05$).

vorstdagen en de jaarlijkse aantallen overwinterende grootoorvleermuizen is voor alle drie complexen positief voor periodes van 42 tot en met 28 dagen voor de teldatum (figuur 4b). Voor de bunkers van de Kop van Schouwen is de samenhang bij 42 dagen het hoogst ($r=0,79$,

$P < 0,01$) en vermindert geleidelijk tot en met 3 dagen voor de teldatum ($r=0,51$, $P < 0,01$). Bij 42 dagen is de samenhang voor de complexen Amsterdamse Waterleidingduinen ($r=0,52$, $P < 0,01$) en Klein Heidekamp ($r=0,53$, $p < 0,01$) ongeveer gelijk, en in beide gevallen signi-

fificant; voor deze laatste complexen vermindert de samenhang geleidelijk tot en met 28 dagen ($r=0,44$, $P<0,05$) resp. 14 dagen ($r=0,50$, $P<0,01$). De correlaties zijn sterker bij toenemende periodeduur voor de teldatum.

Aangepast koudegetal

De jaarlijkse koudegetallen voorafgaand aan de dag van de telling en de jaarlijkse aantallen overwinterende grootoorvleermuizen vertonen voor de bunkers van Klein Heidekamp en de Kop van Schouwen de hoogste samenhang bij 42 dagen ($r=0,74$ resp. $0,67$, beide $P<0,01$) (figuur 4c). Voor de bunkers van de Amsterdamse Waterleidingduinen bleek bij een periode van 42 dagen de samenhang het laagst te zijn ($r=0,39$, $P<0,05$). In het algemeen zijn de correlaties voor langere periode sterker dan voor kortere perioden voor de teldatum.

Duur en hoeveelheid neerslag

Een samenhang tussen de, voor de verschillende periodes voorafgaand aan de dag van de telling, per jaar gesummeerde duur van de neerslag en de aantallen overwinterende grootoorvleermuizen is nauwelijks aanwezig, de r -waarden zijn rondom de nul of licht negatief, en in geen geval significant. De sterkste samenhang is gevonden voor het keldercomplex van Klein Heidekamp, met licht negatieve waarden ($r=0,32$, $P>0,1$) voor de periode van 14 dagen voor de teldatum (figuur 4d). Bij 42 dagen voor de teldatum varieert de mate van samenhang van de neerslaghoeveelheid voor de drie complexen van $-0,01$ tot $-0,33$ ($P>0,1$).

In geen van de complexen is, voor geen enkele periode voorafgaand aan de teldatum, een significante samenhang gevonden tussen de hoeveelheid neerslag en de aantallen overwinterende grootoorvleermuizen. De sterkste samenhang is gevonden voor het keldercomplex van Klein Heidekamp, met licht negatieve waarden ($r=-0,34$, $P>0,05$) voor de peri-

ode van 14 dagen voor de teldatum (figuur 4e). Ook is er nauwelijks samenhang gevonden tussen de hoeveelheid neerslag en de aantallen overwinterende grootoorvleermuizen voor de periode van 42 dagen voor de teldatum: de r -waarde varieert van $-0,08$ ($P>0,1$) tot $-0,30$ ($P>0,1$) (figuur 4e, tabel 2). Op de vijfde dag is het verschil tussen alle complexen het grootst: van bijna $-0,4$ ($P>0,1$) tot $0,3$ ($P>0,1$).

Discussie

De Pearson correlatietoetsen laten een duidelijke positieve samenhang zien tussen zowel het aantal vorstdagen als het koudegetal en het aantal grootoorvleermuizen in de onderzochte winterverblijven. Dit is vooral het geval bij periodes van 21 tot 42 dagen voorafgaand aan de telling. Bij een kortere periode is deze samenhang niet in alle complexen aan te tonen. Omgekeerd werd bij dezelfde periodes een negatieve samenhang vastgesteld tussen gemiddelde buitentemperaturen en aantallen grootoorvleermuizen.

Een significant verband tussen de duur of de hoeveelheid neerslag en de aantallen overwinterende grootoorvleermuizen werd niet gevonden. Het verschil tussen de uitkomst van de neerslagindices in deze studie en het verband dat Lichačev (1980) voor de omgeving van Moskou vermeldt, kan verklaard worden door een sterkere invloed van het landklimaat in de omgeving van Moskou, vrijwel zeker in de vroege herfst leidend tot perioden van neerslag die dan vergezeld zijn van vorstdagen waardoor de zomerrustplaatsen permanent worden verlaten. In de herfst (gerekend van begin oktober tot eind december), de periode dat grootoorvleermuizen uit zomerverblijven vertrekken naar winterverblijven, is in Nederland de temperatuur kennelijk hoog genoeg, waardoor grootoorvleermuizen nog wekenlang in minder temperatuur-gebufferde verblijven, zoals boomholten, worden gevonden en daarnaast buiten de neerslagperiodes wellicht voldoende mogelijkheid hebben

Tabel 2. Uitkomsten van Pearsons correlatietests (P. corr. (*r*)) met bijbehorende significantiewaarden: $P < 0,01$, $P < 0,05$ en niet significante waarden: n.s. en $0,05 > P > 0,1$, per 42 dagen, 35 dagen, 28 dagen, 14 dagen, 7 dagen, 5 dagen, 3 dagen en 1 dag voorafgaand aan de dag van de telling, voor de complexen Amsterdamse Waterleiding-duinen (AWD), Kop van Schouwen (KVS) en Klein Heidekamp (KHK) van de gemiddelde temperatuur ($\bar{x}TG$), aantal vorstdagen (nTN), som koudegetal (ΣTN), som neerslagduur (ΣRD), som neerslag volume (ΣRV).

Dagen voor teldatum	42	35	28	21	14	7	5	3	1
AWD $\bar{x}TG$	$\bar{x}TG-42$	$\bar{x}TG-35$	$\bar{x}TG-28$	$\bar{x}TG-21$	$\bar{x}TG-14$	$\bar{x}TG-7$	$\bar{x}TG-5$	$\bar{x}TG-3$	$\bar{x}TG-1$
P. corr. (<i>r</i>)	-0,5	-0,47	-0,4	-0,3	-0,29	-0,17	-0,03	0,04	0,02
waarde <i>P</i>	$P < 0,01$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
AWD nTN	$nTN-42$	$nTN-35$	$nTN-28$	$nTN-21$	$nTN-14$	$nTN-7$	$nTN-5$	$nTN-3$	$nTN-1$
P. corr. (<i>r</i>)	0,52	0,47	0,44	0,36	0,33	0,12	0,06	-0,03	-0,17
waarde <i>P</i>	$P < 0,01$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$0,05 > P < 0,1$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
AWD ΣTN	$\Sigma TN-42$	$\Sigma TN-35$	$\Sigma TN-28$	$\Sigma TN-21$	$\Sigma TN-14$	$\Sigma TN-7$	$\Sigma TN-5$	$\Sigma TN-3$	$\Sigma TN-1$
P. corr. (<i>r</i>)	0,39	0,34	0,29	0,2	0,24	0,13	-0,11	-0,11	0,02
waarde <i>P</i>	$P < 0,05$	$0,05 > P < 0,1$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
AWD ΣRD	$\Sigma RD-42$	$\Sigma RD-35$	$\Sigma RD-28$	$\Sigma RD-21$	$\Sigma RD-14$	$\Sigma RD-7$	$\Sigma RD-5$	$\Sigma RD-3$	$\Sigma RD-1$
P. corr. (<i>r</i>)	-0,21	-0,14	0,04	0,09	0,05	0,2	0,32	0,04	0,02
waarde <i>P</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
AWD ΣRV	$\Sigma RV-42$	$\Sigma RV-35$	$\Sigma RV-28$	$\Sigma RV-21$	$\Sigma RV-14$	$\Sigma RV-7$	$\Sigma RV-5$	$\Sigma RV-3$	$\Sigma RV-1$
P. corr. (<i>r</i>)	-0,12	-0,04	0,07	0,09	0,02	0,16	0,28	0,12	0,19
waarde <i>P</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
KVS $\bar{x}TG$	$\bar{x}TG-42$	$\bar{x}TG-35$	$\bar{x}TG-28$	$\bar{x}TG-21$	$\bar{x}TG-14$	$\bar{x}TG-7$	$\bar{x}TG-5$	$\bar{x}TG-3$	$\bar{x}TG-1$
P. corr. (<i>r</i>)	-0,76	-0,76	-0,76	-0,74	-0,73	-0,62	-0,53	-0,55	-0,49
waarde <i>P</i>	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$0,05 > P < 0,1$
KVS nTN	$nTN-42$	$nTN-35$	$nTN-28$	$nTN-21$	$nTN-14$	$nTN-7$	$nTN-5$	$nTN-3$	$nTN-1$
P. corr. (<i>r</i>)	0,79	0,78	0,79	0,81	0,73	0,65	0,53	0,51	0,47
waarde <i>P</i>	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$0,05 > P < 0,1$
KVS ΣTN	$\Sigma TN-42$	$\Sigma TN-35$	$\Sigma TN-28$	$\Sigma TN-21$	$\Sigma TN-14$	$\Sigma TN-7$	$\Sigma TN-5$	$\Sigma TN-3$	$\Sigma TN-1$
P. corr. (<i>r</i>)	0,67	0,67	0,68	0,7	0,68	0,57	0,47	0,48	0,44
waarde <i>P</i>	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
KVS ΣRD	$\Sigma RD-42$	$\Sigma RD-35$	$\Sigma RD-28$	$\Sigma RD-21$	$\Sigma RD-14$	$\Sigma RD-7$	$\Sigma RD-5$	$\Sigma RD-3$	$\Sigma RD-1$
P. corr. (<i>r</i>)	-0,01	-0,04	-0,21	-0,22	-0,06	-0,22	-0,13	-0,25	-0,23
waarde <i>P</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
KVS ΣRV	$\Sigma RV-42$	$\Sigma RV-35$	$\Sigma RV-28$	$\Sigma RV-21$	$\Sigma RV-14$	$\Sigma RV-7$	$\Sigma RV-5$	$\Sigma RV-3$	$\Sigma RV-1$
P. corr. (<i>r</i>)	-0,08	-0,14	-0,3	-0,19	-0,01	-0,11	0	-0,05	-0,08
waarde <i>P</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
KHK $\bar{x}TG$	$\bar{x}TG-42$	$\bar{x}TG-35$	$\bar{x}TG-28$	$\bar{x}TG-21$	$\bar{x}TG-14$	$\bar{x}TG-7$	$\bar{x}TG-5$	$\bar{x}TG-3$	$\bar{x}TG-1$
P. corr. (<i>r</i>)	-0,63	-0,64	-0,66	-0,66	-0,55	-0,17	-0,03	-0,02	0,03
waarde <i>P</i>	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
KHK nTN	$nTN-42$	$nTN-35$	$nTN-28$	$nTN-21$	$nTN-14$	$nTN-7$	$nTN-5$	$nTN-3$	$nTN-1$
P. corr. (<i>r</i>)	0,53	0,5	0,54	0,53	0,5	0,08	-0,04	-0,09	-0,02
waarde <i>P</i>	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
KHK ΣTN	$\Sigma TN-42$	$\Sigma TN-35$	$\Sigma TN-28$	$\Sigma TN-21$	$\Sigma TN-14$	$\Sigma TN-7$	$\Sigma TN-5$	$\Sigma TN-3$	$\Sigma TN-1$
P. corr. (<i>r</i>)	0,74	0,75	0,41	0,79	0,63	0,04	0,05	0,12	0,04
waarde <i>P</i>	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,05$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
KHK ΣRD	$\Sigma RD-42$	$\Sigma RD-35$	$\Sigma RD-28$	$\Sigma RD-21$	$\Sigma RD-14$	$\Sigma RD-7$	$\Sigma RD-5$	$\Sigma RD-3$	$\Sigma RD-1$
P. corr. (<i>r</i>)	-0,33	-0,22	-0,28	-0,37	-0,37	-0,15	-0,14	-0,13	-0,12

waarde P	n.s.	n.s.	n.s.	0,05> P <0,1	0,05> P <0,1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
KHK Σ RV	Σ RV-42	Σ RV-35	Σ RV-28	Σ RV-21	Σ RV-14	Σ RV-7	Σ RV-5	Σ RV-3	Σ RV-1
P . corr. (r)	-0,3	-0,16	-0,25	-0,32	-0,34	-0,18	-0,13	-0,06	-0,11
waarde P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,05> P <0,1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

om te foerageren. Dat zou kunnen verklaren waarom een deel van de populatie grootoorvleermuizen pas in een later stadium van de herfst of na het begin van de winter naar de ondergrondse winterverblijfplaatsen, zoals bunkers, vertrekt. Bij uitblijvende lage temperaturen in de winterperiode trekt een deel van de populatie mogelijk zelfs in het geheel niet naar de gekende winterverblijven.

De verschillen tussen de drie complexen in de mate van samenhang tussen de aantallen overwinterende grootoorvleermuizen en de koude-indices zijn waarschijnlijk toe te schrijven aan verschillen in lokale omstandigheden. Zo zou de combinatie van omvangrijke bomen in het Slotbos in Haamstede (met veel potentiële koloniebomen voor grootoorvleermuizen) in de onmiddellijke nabijheid (<500 m) en de relatief geïsoleerde ligging van het bunkercomplex Kop van Schouwen (aan de oostzijde overwegend bestaande uit agrarisch cultuurlandschap, zonder bosbestanden en aan de overige zijden omgeven door het zoute water van de Noordzee, Grevelingen en de Oosterschelde) kunnen verklaren dat ook voor kortere periodes een significante positieve relatie tussen koudweervariabelen en de aantallen overwinterende grootoorvleermuizen is gevonden. Door deze omstandigheden zijn grootoorvleermuizen in het Slotbos van Haamstede wellicht in staat om snel te reageren op veranderende weersomstandigheden, i.c. vorstperiodes, en de bunkers te betrekken. Op minder dan 500 m van het bunkercomplex in de Amsterdamse Waterleidingduinen zijn er weinig dikke bomen met holten of spleten te vinden, terwijl de binnenduïnbossen (Leyduin, Vinkenduïen en Woestduin) op een afstand van meer dan 1,5 km liggen. Het keldercomplex op Klein Heidekamp ligt te midden van een bos dat recent is ontstaan op een heideveld en ook daar zijn weinig oude bomen

met holten of spleten in de directe omgeving. Wel zijn er uitgebreide bosgebieden te vinden in de omgeving, zoals bijvoorbeeld het Deelerwoud, op ca. 1 km afstand.

Grootoorvleermuizen in Nederland vertoeven niet altijd al vanaf half november uitsluitend in ondergrondse winterverblijven; Jansen & Buys (1997) vermelden ook kerktorens als winterverblijf. De aanwezigheid van boomholtes in de omgeving speelt voor grootoorvleermuizen mogelijk een centrale rol in de mate van bezetting van winterverblijven (Dietz et al. 2007). Een reeks incidentele observaties bevestigen dat heel af en toe grootoorvleermuizen 's winters in goed geïsoleerde boomholtes verblijven (Macdonald & Barrett 1993). Aulagnier et al. (2009) vermelden boomholtes als winterverblijven, in gebieden met een gematigd klimaat. Ook in Nederland is vastgesteld dat grootoorvleermuizen 's winters verblijven in spleten in een boom (Mostert 1997). Vanuit België zijn meerdere waarnemingen bekend van grootoorvleermuizen in de winterperiode in boomholtes en boomspleten, ook tijdens lichte nachtvorst en sneeuw (Bob Vandendriessche, Marc Van De Sijpe, mondelinge mededelingen). Waarom juist een deel van een populatie grootoorvleermuizen in het westelijk deel van het verspreidingsgebied, zoals in Nederland en België, geneigd is om tijdens de winterperiode, met uitzondering van strenge vorstperiodes, in boomholten of vleermuiskasten te verblijven, is niet duidelijk. Het zou te maken kunnen hebben met het verkrijgen van een gunstige uitgangspositie voor zwerm-sessies in het voorjaar, dat naast het najaar een belangrijke zwermperiode is voor de soort (Furman-kiewicz & Altringham 2007). Er zijn concrete aanwijzingen dat deze deelpopulatie vooral mannelijke exemplaren betreft: zo werden in de Kop van Noord-Holland tijdens de win-

ters van 2006 tot en met 2020 zeven grootoren, waaronder tenminste zes mannelijke dieren, in vleermuiskasten aangetroffen, zolang het tot tenminste 14 dagen daarvoor niet streng had gevoren (Jan Boshamer, ongepubliceerde gegevens). Horáček & Đulić (2004) noemen rotsspleten als plaatsen die vooral in de herfst, maar ook in het voorjaar door mannelijke grootoorvleermuizen worden bezet en als potentiële paarplaatsen kunnen dienen. Vanuit spleetvormige onderkomens, zoals scheuren in bomen, loszittende, afstaande boomschors en wellicht ook nest- en vleermuiskasten, staan grootoorvleermuizen in direct contact met de buitenwereld en daarmee kunnen ze snel reageren op veranderende omstandigheden.

Hoe verhouden deze uitkomsten zich met de bevindingen in de winterperiode van weliswaar lagere aantallen, maar wel een bijna permanente aanwezigheid van grootoorvleermuizen in vleermuiskasten (zie de Inleiding)? Een mogelijke verklaring is dat in de loop van de weken voorafgaand aan de reguliere vleermuistelling het grootste deel van de grootoorvleermuizen vertrekt uit de vleermuiskasten naar een ondergronds winterverblijf, maar dat een deel achterblijft in deze kasten, (boom) holten of spleten met een relatief goede temperatuurbuffering. Tijdens vorstperiodes van enkele dagen, waarbij de maximum dagtemperatuur niet boven de 0 °C komt, vertrekken ook de laatste grootoorvleermuizen naar het winteronderkomen. Het is goed mogelijk dat de als winterverblijf gebruikte boom-spleten en -holten, vleermuiskasten en mogelijk ook kerkzolders in de directe omgeving van zomerverblijven een rol blijven spelen in zwermssessies in de herfstperiode. Het is in dit verband veelzeggend dat grootoorvleermuizen hoegenaamd ontbreken bij zwermssessies bij de ingangspartijen van winterverblijven zoals mergelgroeven in Zuid-Limburg (van Schaik et al. 2015).

Dat aantallen van andere soorten in winterverblijven, zoals bijvoorbeeld watervleermuis (*Myotis daubentonii*) en franjestaart (*M. nat-*

tereri), ook een positieve samenhang vertonen met lage buitentemperaturen, wordt elders in dit nummer beschreven door Van Zuijlen en Groenendijk (2022, in dit nummer) en Verhees et al. (2022, in dit nummer). Hoe die relatie van die soorten is met verschillende voorafgaande perioden waarover de temperatuurvariabelen worden gemeten, zal uit verder onderzoek moeten blijken.

Dankwoord: Allereerst dank ik de telleiders van de hier onderzochte winterverblijven, met name Rogier Lange en Gerhard Glas en de tellers Floor van der Vliet, Bart Noort, Ruud Kaal, Kees Mostert, Jeroen Willemsen en Jan Alewijn Dijkhuizen voor het delen van hun telresultaten. De persoonlijke mededelingen van Jan Boshamer, Bob Vandendriessche en Marc Van De Sijpe vormden evenzoveel belangrijke bouwstenen voor deze studie. Bij de analyse van de resultaten verschafte Lukas Verboom waardevolle aanwijzingen over hoe de significantie niveaus berekend konden worden van de Pearsons correlatietest. Fotografen Stefan Jerzykowski en Ben Verboom ben ik erkentelijk voor het gebruik van de raak getroffen beelden van grootoorvleermuizen. Tot slot ben ik mijn mederedacteuren, speciaal Hans Weinreich en Ben Verboom, erkentelijk voor de suggesties om de eerdere versie van dit manuscript te verbeteren.

Literatuur

- Aulagnier, S., P. Haffner, A.J. Mitchell-Jones, F. Moutou & J. Zima 2009. Mammals of Europe, North Africa and the Middle East. A&C Black Publishers Ltd, London, VK.
- Bekker, J.P. 2022. Grootoorvleermuizen tijdens ijs en sneeuw. Zoogdier 33 (1): 7-9.
- Braun, M. & F. Dieterlen 2003. Braunes Langohr *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758). In: M. Braun & F. Dieterlen (eds). Die Säugetiere Baden-Württembergs. Band 1. Allgemeiner Teil, Fledermäuse (Chiroptera): 463-473. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, Duitsland.
- Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill 2007. Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co. KG, Stut-

- tgart, Duitsland.
- Entwistle, A.C. 1990. *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Kryštufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralík & J. Zima (eds). The atlas of the European mammals: 148-149. Academic Press, London, VK.
- Furmankiewicz, J. & J. Altringham 2007. Genetic structure in a swarming brown long-eared bat (*Plecotus auritus*) population: evidence for mating at swarming sites. *Conservation Genetics* 8 (4): 913-923. <https://doi.org/10.1007/s10592-006-9246-2>
- Glas, G. & R. Kaal 2022. Overwinterende vleermuizen op Klein Heidekamp (Schaarsbergen, Arnhem). *Lutra* 65 (1): 173-179.
- Heise, G. & A. Schmidt 1988. Beiträge zur sozialen Organisation und Ökologie des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*). *Nyctalus* 2 (5): 445-465.
- Horáček, I. & B. Ďulíć 2004. *Plecotus auritus* Linnaeus, 1758 – Braunes Langohr. In: J. Niethammer & F. Krapp (eds). Handbuch Säugetierkunde Europas. Band 4: Fledertiere, Teil II: Chiroptera II: 953-999. Aula Verlag, Wiesbaden, Duitsland.
- Jansen, E.A. & J.C. Buys 1997. Gewone grootoorvleermuis *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758). In: H. Limpens, K. Mostert & W. Bongers (eds). Atlas van de Nederlandse vleermuizen; onderzoek naar verspreiding en ecologie: 214-223. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- Juste, J., C. Ibáñez, J. Muñoz, D. Trujillo, P. Benda, A. Karataş & M. Ruedi 2004. Mitochondrial phylogeography of the long-eared bats (*Plecotus*) in the Mediterranean Palaeartic and Atlantic Islands. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31: 1114-1126. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2003.10.005>
- La Haye, M. & T. van der Meij 2022. Overwinterende vleermuizen in Nederland in 1986-2020 op basis van het NEM Meetprogramma Wintertellingen Vleermuizen. *Lutra* 65 (1): 7-22.
- Lange, R., F. van der Vliet & B. Noort 2022. Overwinterende vleermuizen in de Amsterdamse Waterleidingduinen. *Lutra* 65 (1): 143-153.
- Lichačev, G.N. 1980. Rukokrylyje Prioksko-Terrasnogo zapovednika. In: Voprosy teriologii – Rukokrylyje. Nauka, Moskva: 115-154.
- Macdonald, D.W. & P. Barrett 1993. Collins field guide mammals of Britain & Europe. HarperCollins Publishers, London, VK.
- Mostert, K. 1997. Overwinterende grootoorvleermuizen in een boom. *Zoogdier* 8 (4): 27.
- Mostert, K., J.P. Bekker & K. Kapteyn 2022. Overwinterende vleermuizen langs de Nederlandse kust. *Lutra* 65 (1): 87-116.
- Teerink, B.J. 1991. Hair of West-European mammals. Cambridge University Press, Cambridge, VK.
- van Heijst, L. 2022. Correlatie begrijpen en berekenen met SPSS en Excel. Stappenplan. <https://www.scribbr.nl/statistiek/correlatie/>
- van Schaik, J., R. Janssen, Th. Bosch, A.-J. Haarsma, J.J.A. Dekker & B. Kranstauber 2015. Bats swarm where they hibernate: compositional similarity between autumn swarming and winter hibernation assemblages at five underground sites. *PLoS ONE* 10 (7): e0130850. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130850>
- van Zuijlen, A. & D. Groenendijk 2022. Het effect van buitentemperatuur en eigenschappen van winterverblijven in de duinen op overwinterende vleermuizen. *Lutra* 65 (1): 163-172.
- Verhees, J.J.F., J.C. Buys, P.H. van Hoof, H.W.G. Heijligers & W.F. de Boer 2022. Trends van overwinterende vleermuizen in kleine kunstmatige winterverblijfplaatsen in Noord-Limburg en hun populatiedynamica verklaard door klimatologische omstandigheden. *Lutra* 65 (1): 127-142.

Ontvangen: 30 november 2021

Geaccepteerd: 29 maart 2022



Tellen met een mondkapje tijdens de Covid19-pandemie. Kasteel Amerongen, februari 2022. Foto: Ben Verboom.

Een methode voor actief onderzoek naar massawinterverblijfplaatsen van de dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*) in stedelijke omgeving

Eric A. Jansen^{1*}, Erik Korsten², Marcel J. Schillemans², Martijn Boonman³ & Herman G.J.A. Limpens^{2,*}

¹ Vliegend goed, Dorpsstraat 4, 6587 AX Middelhaar, Nederland, e-mail: eajansen@vliegend-goed.nl

² Zoogdierverseniging, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen, Nederland,
e-mail: herman.limpens@zoogdierverseniging.nl

³ Waardenburg, Varkensmarkt 9, 4101 CK Culemborg, Nederland

Samenvatting: Gewone dwergvleermuizen (*Pipistrellus pipistrellus*) komen in de winter soms samen in zeer grote groepen van enkele honderden tot duizenden dieren in zogenoemde massawinterverblijfplaatsen. In de stedelijke omgeving bevinden deze winterverblijfplaatsen zich vaak in spleten en andere ruimtes in slecht geïsoleerde gebouwen. De wettelijke verplichting om de CO₂-uitstoot te verminderen vormt een bedreiging voor deze overwinteringsplaatsen vooral wanneer de ingangen van de verblijfplaatsen worden afgesloten om warmteverlies te verminderen. Dit kan zelfs leiden tot het totale verlies van verblijfplaatsen in gebouwen. We beschrijven een onderzoeksmethode, gebaseerd op onze ervaringen in steden in Nederland, voor het lokaliseren van deze massawinterverblijfplaatsen van dwergvleermuizen door het lokaliseren van nazomer zwermgedrag. Als voorselectie van mogelijke winterverblijfplaatsen hebben we vrij toegankelijke gegevens over gebouwen gebruikt en overdag een visuele controle uitgevoerd. Deze methode combineert informatie over het gedrag van vleermuizen in specifieke delen van het stedelijk landschap, inclusief de kenmerken van gebouwen waarin deze massale overwinteringsplaatsen voorkomen en hun plek in het landschap. Wij beschrijven ook de timing en uitvoering van veldwerk gericht op het nazomer zwermgedrag. We beoordelen de status van deze gebouwen als massawinterverblijfplaats voor dwergvleermuizen met een onderzoeksplan in drie stappen: A. visuele inspecties overdag van vooraf geselecteerde gebouwen. B. Nachtelijke controles op nazomerzwermen bij de geselecteerde gebouwen. C. Controles tijdens koude winterperiodes bij gebouwen met nazomer zwermen, visueel, of door gecombineerde visuele en akoestische waarnemingen, of door langdurige akoestische opnamen. We nodigen vleermuisonderzoekers en natuurbeschermers uit om voort te bouwen op onze aanpak en deze aan te passen aan hun lokale omstandigheden. We dagen vleermuisonderzoekers ook uit om deze methode uit te proberen voor andere *Pipistrellus*-soorten.

Trefwoorden: massawinterverblijfplaats, zwermgedrag in de nazomer, gewone dwergvleermuis, actieve zoekmethode, langdurige akoestische opnamen.

Introductie

Van Europese vleermuissoorten is bekend dat ze een netwerk van verblijfplaatsen met ver-

schillende functies gebruiken, zoals kraam-, zomer-, parings- en overwinteringsplaatsen binnen een ondersteunend netwerk van voedselgebieden en verbindende landschapsele-

menten (bijv. Helmer & Limpens 1988, Limpens et al. 1989, 1997, Limpens & Kapteyn 1991, Simon et al. 2004). Voor effectieve analyses van de effecten van werkzaamheden op vleermuispopulatie zijn lokale gegevens over de aan- of afwezigheid van deze functies in het landschap voor vleermuizen noodzakelijk.

Beschikbare onderzoeksmethoden om de aanwezigheid van deze functies en soorten te onderzoeken, beperken zich vaak tot bepaalde soorten of bepaalde functies (bijv. Helmer et al. 1987, Limpens 1993a, 2001, Hundt 2012). De effectiviteit van verschillende onderzoeksmethoden voor het onderzoeken van de aanwezigheid van bijvoorbeeld een verblijfplaats van een bepaalde soort is afhankelijk van veel factoren. De meest beschreven factoren zijn het type, de waarneembaarheid en de intensiteit van het gebruik van de verblijfplaats, die het gedrag, de duur en voorspelbaarheid in de tijd en het aantal betrokken individuen bepalen (bijv. Helmer et al. 1987, Brinkmann & Limpens 1999, Hundt 2012).

De aanwezigheid van vliegroutes, jachtgebieden en zomerverblijfplaatsen van de dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*) kan relatief eenvoudig worden onderzocht met behulp van vleermuisdetector-technieken (bijv. Helmer et al. 1987, Ahlén 1993, Limpens 1993a). Deze technieken kunnen voor bijna alle soorten in bijna alle landschappen worden toegepast. Tot 2008 ontbrak echter een systematische methode om massale overwinteringsplaatsen van gewone dwergvleermuizen te zoeken.

Het is bekend dat de gewone dwergvleermuis in het buitenland overwintert en zwermt in de buurt van ingangen van ondergrondse locaties, zoals grotten (bijv. Kretzchmar & Heinz 1995, Nagy & Szántó 2002, Kaňuch et al. 2010) en bij spleten in rotswanden (bijv. Hurst et al. 2016). In Nederland is bekend dat ze overwinteren in de bovengrondse delen van forten (Limpens & Jansen 2007) en schaarser in andere 'rotsachtige gebouwen' zoals poortgebouwen, kastelen en kerken (Jansen 2008a, 2012, 2017, Koelman 2010, Jansen et al. 2015). Hoewel de gewone dwergvleermuis in Neder-

land een veel voorkomende soort is, wordt hij zelden in grote aantallen aangetroffen in ondergrondse overwinteringsplaatsen (bijvoorbeeld grotten, tunnels) die meer typerend zijn voor de overwintering van bijvoorbeeld *Myotis*-soorten.

Er is vaak gesuggereerd, en recentelijk ook goed gedocumenteerd, dat de dwergvleermuis massawinterverblijfplaatsen kan vormen in bovengrondse stedelijke habitats (bijv. Bruijn 1986, Glas 1986, Degn 1989). In deze massale overwinteringsplaatsen verzamelen dwergvleermuizen zich met honderden tot duizenden individuen (bijv. Koch 1865, Roer 1979, Simon et al. 2004).

In de stedelijke omgeving zijn dit vaak slecht geïsoleerde gebouwen. De toevoeging van isolatiemateriaal maakt het niet alleen moeilijker voor vleermuizen om toegang te krijgen tot deze gebouwen, kan potentieel ook het specifieke microklimaat dat nodig is voor de winterslaap vernietigen. Verder is er een zeer groot risico dat vleermuizen worden ingesloten en sterven. Europese inspanningen om de CO₂-uitstoot te verminderen kunnen een bedreiging vormen voor zowel de dieren als de overwinteringsfunctie van locaties, vooral wanneer de functie van een gebouw voor vleermuizen nog onbekend is. Daarom is er dringend behoefte aan een effectieve onderzoeksmethode om locaties met massawinterverblijfplaatsen te vinden. Een actieve aanpak om dergelijke massawinterverblijfplaatsen in de stedelijke omgeving te lokaliseren, werd voor het eerst ingezet in 2008 (zie Korsten et al. 2016a).

Het is financieel niet haalbaar om alle gebouwen in een stad te controleren, daarom is een filtermethode nodig om de onderzoeksinspanning te concentreren waar deze het meest nodig is. We hebben richtlijnen ontwikkeld om de mogelijke aanwezigheid van massawinterverblijven van de gewone dwergvleermuis in stedelijke omgevingen te 'filteren' en te voorspellen met behulp van observatiegegevens van bekende en recent ontdekte massawinterverblijfplaatsen (bijv. van Noort & Jansen 1994, Sendor 2002, Jansen & Vreugdenhil

2009, Jansen et al. 2015b). Voor deze filtering hebben we publiek toegankelijke GIS-gegevens over gebouwkenmerken gebruikt (opgehaald uit Basisregistraties Adressen en Gebouwen) (Schillemans & Jansen 2014, Boekhout et al. 2016).

We hebben deze filtermethode gedurende een aantal jaren verder ontwikkeld en getest in verschillende projecten in verschillende steden in heel Nederland (Brekelmans & Korsten 2014). Er zijn tests uitgevoerd in de steden Amersfoort (Boonman 2014), Ede (Hommersen et al. 2017), Utrecht (Jansen 2008b, 2010, Schillemans & Jansen 2014, Bouman 2015, Boekhout et al. 2016), Tilburg (Korsten et al. 2014, 2016b, Jansen & Hollander 2015) en Zwolle (Brekelmans et al. 2015, Limpens et al. 2017).

In dit artikel presenteren we onze aanpak als een methode voor het actief zoeken naar massawinterverblijfplaatsen van de gewone dwergvleermuis in een stedelijke omgeving. Deze aanpak identificeert de functie van deze plaatsen, rekening houdend met de verschillen tussen nazomer- en winterzwermen. Na drie jaar als experimentele benadering te zijn beschouwd, is onze methode nu geaccepteerd en opgenomen in de Nederlandse Overheidsrichtlijnen voor Vleermuisonderzoeken (Netwerk Groene Bureaus 2021).

Een benadering in drie stappen voor het onderzoeken van locaties voor massawinterverblijfplaatsen

Er zijn drie stappen in onze aanpak voor het lokaliseren van (massa) winterverblijfplaatsen van de gewone dwergvleermuis in een stedelijke omgeving. In deel A beschrijven we de aanpak voor het filteren van potentiële massawinterverblijfplaatsen. In deel B beschrijven we hoe het onderzoekswerk in het veld voor nazomer zwermen kan worden uitgevoerd. In deel C presenteren we drie methoden om verder te verifiëren of een plek met in de nazomer zwermende vleermuizen ook werkelijk een massawinterverblijfplaats is.

A. De voorselectie van gebieden en locaties

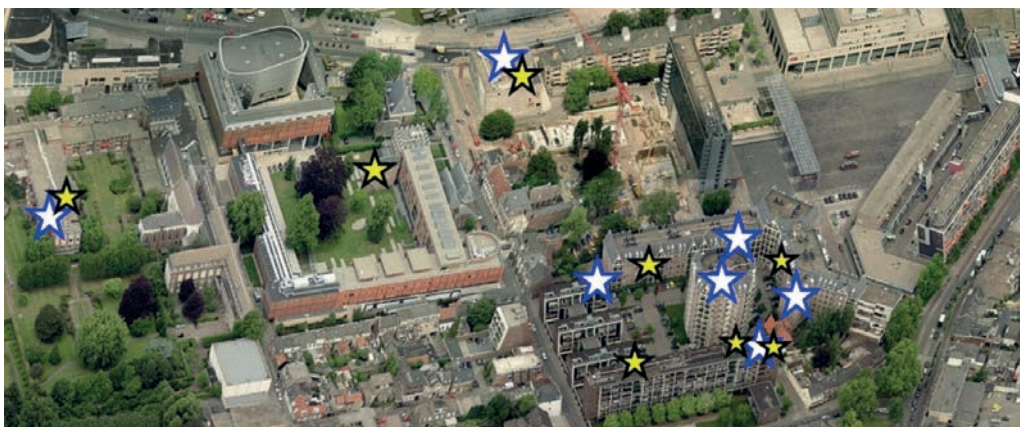
Informatie- en landschapsanalyses

Deze paragraaf onderzoekt de beschikbare informatie over het voorkomen en gedrag van vleermuizen in de context van het stedelijk landschap, waarbij de nadruk ligt op de soorten gebouwen en hun positie in het landschap om de selectie van dit type vleermuisverblijfplaatsen te begrijpen.

Vleermuisgedrag rond gebouwen

Buitenlandse studies leggen een verband tussen hinderlijk gedrag en massawinterverblijfplaatsen van deze soort (Smit-Viergutz & Simon 2000, Nusová et al. 2021). Dergelijke informatie wordt vaak gemeld aan plaatselijke vleermuiswerkers of aan dierenopvangorganisaties. Ook kan het zinvol zijn om deze informatie actief te verzamelen bij huurders van gebouwen, beveiligingsbedrijven en dierenopvangorganisaties. Figuur 1 geeft een voorbeeld van de informatie die beschikbaar kan komen, en de typen gedrag / aanwijzingen (tabel 1). Buitenlandse onderzoekers suggereren ook een relatie tussen concentraties van roepende mannetjes en massawinterverblijfplaatsen (Sachteleben & von Helversen 2006).

Onze studies konden de aanwezigheid van hogere concentraties van baltsende mannetjes en van paringsgebieden rond zwermplaatsen of langs landschapsstructuren die massawinterverblijfplaatsen verbinden met de omliggende gebieden, maar niet bevestigen. Rond de massawinterverblijfplaatsen in de steden Utrecht (Jansen 2008b, Boekhout et al. 2016) en Tilburg (Korsten et al. 2014, 2016b) zijn geen concentratie van roepende mannetjes gevonden. Hogere concentraties baltsende mannetjes en/of paringsgebieden werden niet waargenomen direct rond meer geïsoleerd liggende overwinteringsplaatsen zoals Fort Honswijk (Jansen & Vreugdenhil 2009), Fort Rijnauwen (Jansen et al. 2005), Fort 't Hemeltje (Jansen & Limpens 2011), Kasteel de Haar



Figuur 1. Overzicht van locaties met herhaalde meldingen van vleermuizen (gele sterren: overlast, invasies) en waargenomen zwermlocaties (blauwe sterren), een flatgebouw aan de Kloosterstraat (links), het voormalige gerechtsgebouw (boven-midden), een appartementencomplex aan het Kloosterhof (Links) en de Anna Paulownahof hoogbouw (rechtsonder) in Tilburg. Foto: Creative Commons Google Earth.

(Jansen 2008a) of de ruïne van kasteel Brederode (Koelman 2010). De ruimere omgeving rond deze sites werd niet onderzocht op baltzende mannetjes.

Uit onze onderzoeken hebben we geleerd dat ‘overlast’-gedrag kan wijzen op mogelijke massawinterverblijfplaatsen (figuur 1). De eerste substantiële aanwijzingen voor mogelijke winterverblijfplaatsen zijn te vinden in overlastgedrag in de nazomer, herfst of winter (tabel 1, figuur 1).

We concluderen dat vooral de informatie over locaties met vleermuisinvasies en andere vormen van vleermuisoverlast nuttig kan zijn bij het lokaliseren van massawinterverblijfplaatsen. Er is meer onderzoek nodig om de waarde van concentraties van baltzende mannetjes als indicator voor de aanwezigheid van massawinterverblijfplaatsen te evalueren.

Kenmerken van het gebouw

Ons onderzoek heeft geresulteerd in het identificeren van een breed scala aan gebouwtypes waar middernachtzwermen en winterslaap van gewone dwergvleermuizen worden waargenomen. Deze gebouwen variëren van oude kloosters en kastelen tot recent gebouwde hoogbouw en snelwegbruggen en -tunnels (tabel 2). Vaak, maar niet altijd, zijn deze

gebouwen relatief hoog in vergelijking met de omliggende gebouwen of het landschap (bijv. Jansen 2007, Brekelmans et al. 2015, Boekhout et al. 2016). Hoewel dit vaak niet genoemd wordt in de literatuur, behoren deze gebouwen vaak tot de meest dominante gebouwen in de stad (bijv. van Noort & Jansen 1994, Kañuch et al. 2010, Sendor et al. 2012).

In onze studies hebben we vastgesteld dat de gebouwen die worden gebruikt voor nachtelijk zwermen en overwinteren over het algemeen zijn gebouwd met stenen (figuur 2) en/of beton, die beide een hoog temperatuurbufferend vermogen en/of een vorm van latente verwarming hebben.

Het hoge temperatuurbufferende vermogen wordt bereikt door dikke massieve muren, zoals die in kastelen en kerktorens uit de middeleeuwen voorkomen. In deze, vaak onverwarmde, gebouwen bevinden de overwinteringsplaatsen zich vaak binnen in het gebouw. Latente verwarming wordt veroorzaakt door warmtelekken of vorstbeveiliging van aangrenzende kamers in gebouwen zoals kantoorgebouwen, bejaardentehuizen, grote industriële gebouwen, ziekenhuizen, woonflats en statige huizen, of een uitgaande, warmere luchtstroom op koude dagen afkomstig vanuit de ondergrond of het binnenste deel

Tabel 1. Verschillende soorten overlastgedrag als indicatoren voor massawinterverblijfplaatsen.

Soort overlast	Opmerkingen
Jaarlijkse invasies van grote groepen jonge dwergvleermuizen die gebouwen binnengaan in augustus.	Als dit gebeurt, is de kans groter dat de betreffende plaats een winterverblijfplaats is.
Terugkerende problemen met vleermuizen die het alarm laat afgaan in gebouwen.	Als dit buiten het kraamseizoen gebeurt, is de kans groter dat de betreffende plaats een winterverblijfplaats is.
Terugkerende vondsten van enkele of kleine groepen vleermuizen, het hele jaar door, in kamers binnen de gebouwen.	Als dit buiten het kraamseizoen gebeurt, is de kans groter dat de betreffende plaats een winterverblijfplaats is.
Terugkerende vondsten van dood aangetroffen vleermuizen in gebouwen of op nabijgelegen terrassen in september of eind februari tot april.	Als dit gebeurt, is de kans groter dat de betreffende plaats een winterverblijfplaats is.
Gerapporteerde overlast van vleermuisuitwerpselen op balkons in de late herfst en winter.	Als dit gebeurt, is de kans groter dat de betreffende plaats een winterverblijfplaats is.

Tabel 2. Typen gebouwen gebruikt door gewone dwergvleermuizen als overwinteringsplaats en nazomer zwermlocatie.

Type gebouw	Referenties in Nederland	Referenties buiten Nederland
Oude kastelen	Glas 1986, Jansen 2008a, Koelman 2010	Sender et al. 2000, Nusová et al. 2021
Kloosters	Bruijn 1986	
Follies (groot)		v. Noort & Jansen 1994
Kerken (vóór 1800)	Koelman 2002, Jansen 2017	
Militaire barakken (grondgedekt)	Jansen et al. 2005, Jansen 2011, Jansen & Limpens 2011	
Poternes (korte militaire tunnels, grondgedekt)	Jansen 2011, Jansen & Limpens 2016	
Poortgebouwen	Glas 1986, Jansen persoonlijke observaties	
Appartementgebouwen	Boekhout et al. 2016, Korsten et al. 2016, Hommersen et al. 2017	
Ziekenhuizen	Jansen 2010, Boonman 2014, Brekelmans et al. 2015	Vierhaus et al. 2013
Bejaardentehuizen	Jansen 2007	
Parkeergarages	Jansen ongepubliceerde resultaten	A. Wiermann pers meded.
Kantoorgebouwen & flats	Glas 1986, Jansen 2008b, Bouman 2015, Boekhout et al. 2016	
Fabrieksgebouwen	Glas 1986, Boekhout et al. 2016	Simon et al. 2004
Moderne betonnen bruggen (>5m boven maaiveld)		J. Koetnitz pers. meded. / persoonlijke observaties
Verkeerstunnels	Limpens pers. meded.	J. Koetnitz pers. meded. / persoonlijke observaties

van het gebouw (zoals in sommige forten en hoge gebouwen). Deze gebouwen kunnen kelders en/of spouwmuren hebben die tot onder het maaiveld reiken. Verdere studies zouden het belang van dergelijke constructiekenmer-

ken voor een succesvolle winterslaap van de dwergvleermuis moeten onthullen. De combinatie van sommige van deze kenmerken indiceert dat vleermuizen de voorkeur geven aan locaties met stabielere temperaturomstandig-



Figuur 2: Gewone dwergvleermuizen zwermen bij een massawinterverblijfplaats bij het voormalige gerechtsgebouw in Tilburg.

heden, ongeacht de winterse omstandigheden.

We veronderstellen dat het warmere klimaat van binnensteden ook van belang kan zijn voor zwermende en/of overwinterende vleermuissoorten zoals de gewone dwergvleermuis, die in de winter regelmatig actief is en dan ook buiten vliegt (Avery 1985, Zahn & Kriner 2016). Dit warmere binnenstedelijke klimaat resultert ook in meer beschikbare/geschikte winterverblijfplaatsen.

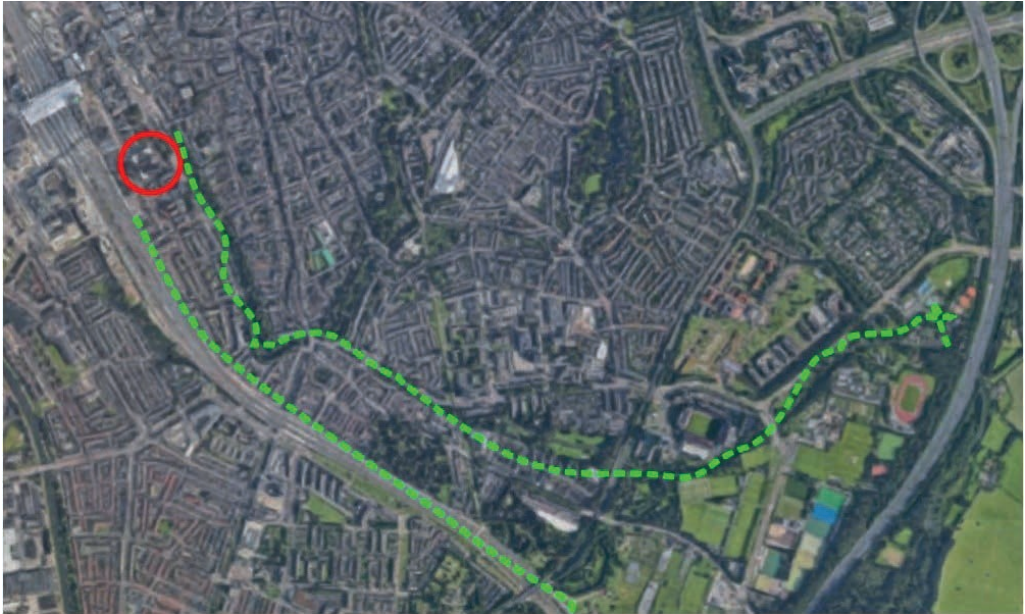
We concluderen dat een voorlopige selectie van potentiële massawinterverblijfplaatsen kan worden gemaakt met behulp van luchtfoto's, GIS, analyse van bouwconstructies (leeftijd, omvang, aanwezigheid verdiepingen, warmtekenmerken (energielabel) en gegevensverzameling op de grond van deze potentiële gebouwtypen.

Landschapkenmerken

Onze resultaten duiden erop dat vleermuis nazomerzwermlocaties vaker worden gevonden in de buurt van bepaalde landschapselementen zoals met bomen omzoomde rivieren, kanalen of spoorlijnen, onderling verbonden

delen van begraafplaatsen en parken (Jansen 2008c), wegen en snelwegen omzoomd met bomen - die allen stedelijke gebied met de omgeving verbinden. (figuren 3 en 4). Er zijn massawinterverblijfplaatsen gevonden in centra van stedelijke gebieden (bijv. Brekelmans et al. 2015, Jansen et al. 2015, Boekhout et al. 2016), andere, minder centrale stadsgebieden (Korsten et al. 2016, Hommersen et al. 2017), suburbane gebieden (bijv. Jansen 2008a, 2011, 2017) en landelijke gebieden (bijv. Jansen & Vreugdenhil 2009).

In theorie zou het gunstig zijn voor gewone dwergvleermuizen om te overwinteren in het warmere klimaat van binnensteden, waar verblijfplaatsen warmer zijn en winterdagen vaker mild zijn, waardoor foerageren vaker mogelijk is (Avery 1985). Het is echter mogelijk dat er in sommige stadscentra geen geschikte gebouwen zijn om in te overwinteren en bovendien is het bekend dat de gewone dwergvleermuis de voorkeur geeft aan bekende (reeds eerder bezette) winterverblijfplaatsen (Sensor 2002).



Figuur 3. Mogelijke vliegroutes via kanalen, bosjes en een rivier, maar ook langs spoorlijnen naar HGB 3 ofwel de 'Inktpot', een massawinterverblijfplaats in de stad Utrecht. Foto: Creative Commons Google Maps.



Figuur 4. Mogelijke vliegroutes naar de massawinterverblijfplaats Weezenlanden in de stad Zwolle, langs kanalen en een rivier. Foto: Creative Commons Google Maps.

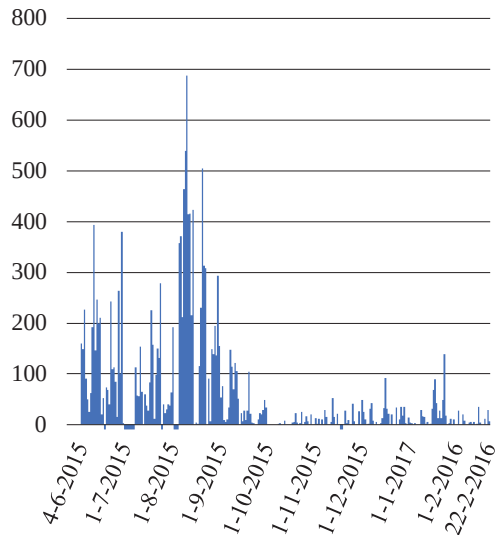
Vleermuisgedrag aan de rand van stedelijke gebieden

Tijdens nachten waarin zwermactiviteit plaatsvindt bij potentiële massawinterverblijfplaatsen kunnen vleermuizen worden waargenomen langs bepaalde vliegroutes naar de massawinterverblijfplaats. We ontdekten dat het gedrag op deze vliegroutes, wanneer ze uit de buitenwijken komen, afwijkt van dat op de dagelijkse vliegroutes omdat de dwergvleermuizen hoger in de lucht vliegen bij het passeren van open gebieden en woonblokken. De vliegroutes tijdens het nazomierzwermen zijn vaak ook langer dan de dagelijkse vliegroutes tussen zomerverblijfplaatsen en jachtgebieden.

Dit soort incidentele waarnemingen, die al beschikbaar zijn, of het gebruik van gericht veldwerk om te controleren op dergelijk gedrag op vliegroutes, kunnen helpen om aan te geven waar te beginnen met het zoeken naar de massawinterverblijfplaatsen. Het vaststellen van de richtingen van deze vliegroutes kan echter moeilijk zijn in een binnenstedelijke omgeving, waar het zicht op de lucht mogelijk wordt geblokkeerd door gebouwen. Het plaatsen van waarnemers in open gebieden aan de rand van stedelijke gebieden kan voor betere inzichten zorgen. Niet-foeragerende/passerende dwergvleermuizen zijn redelijk goed te horen, maar individuele dieren zullen moeilijk te observeren zijn doordat ze hoog vliegen en door verstoring van het zicht door kunstlicht of hogere gebouwen die zichtlijnen blokkeren. De grotere akoestische activiteit van gewone dwergvleermuizen in deze migratiezones kan ook worden opgepikt met akoestische autotransecten (Nusová et al. 2021) of stationaire detectoren (Hurst et al. 2016), maar het weer en de datum zijn belangrijke cofactoren bij de geregistreerde totale nachtelijke activiteit.

B. Het actieve onderzoekswerk

Met behulp van deze voorlopige locaties of gebiedsselectiecriteria kan actief onderzoek worden gestart om eventueel zwermgedrag



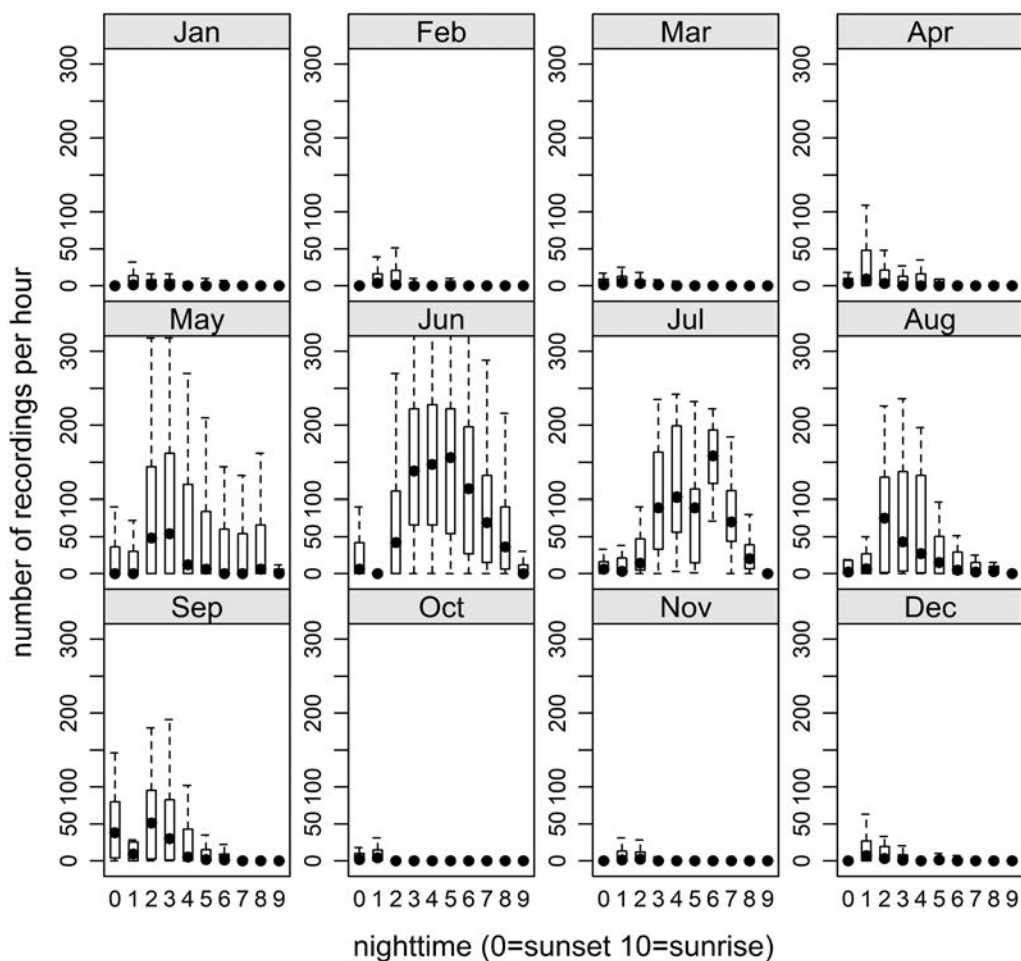
Figuur 5. Aantal geluidsopnames van gewone dwergvleermuizen bij een zwermlocatie, Gerechtsgebouw Tilburg tussen 4 juni 2015 en 22 februari 2016. Negatieve waarden geven aan dat de opname-apparatuur niet functioneerde.

vast te stellen vanaf een uur voor middernacht.

Timing van onderzoeksperioden

De massawinterverblijfplaatsen in onze studies in Nederland vertonen de hele zomer nachtelijk zwermgedrag, van juni tot oktober, met de hoofdactiviteit tussen eind juli en begin oktober. Uit onze opnames blijkt dat het zwermgedrag van vleermuizen het meest intensief is in de eerste helft van augustus (figuur 5). Figuur 6 toont hoge activiteit in dezelfde periode maar met extra hoge akoestische activiteit in mei en juni. Deze latere piek in activiteit was te verklaren door de aanwezigheid van een zomerslaapplaats op dezelfde locatie. Alleen in dit eerdere onderzoek was deze zomerverblijfplaats aanwezig.

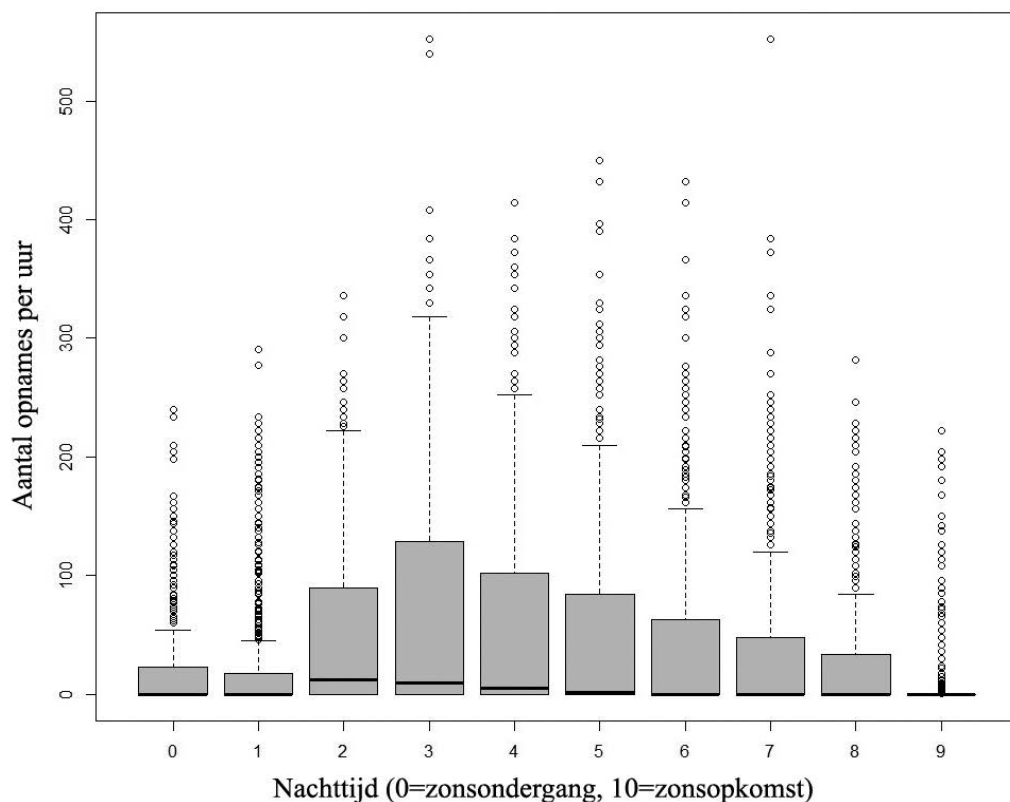
De pieken in aantallen nazomer zwermdende vleermuizen doen zich voor op rustige, warme nachten tussen ongeveer twee uur na zonsondergang en twee uur voor zonsopgang (figuur 7). Bij minder gunstige weersomstandigheden kan nog altijd zwermactiviteit van enkele individuen worden waargenomen. Alleen bij



Figuur 6. Seizoensverschillen in de akoestische activiteitspatronen van dwergvleermuizen bij Gerechtsgebouw Tilburg. Het aantal opnamen per uur wordt gegeven voor gestandaardiseerde nachtcategorieën. De hoge aantallen in mei en juni zijn het gevolg van een zomerverblijfplaats van ca. 25 dwergvleermuizen. De akoestische monitoring stopte bij zonsopgang.

slecht weer, zoals harde wind of regen, stopt de activiteit (van Noort & Jansen 1994). We gebruikten waarnemingen van zwermactiviteit in de nazomer bij reeds bekende grotere winterverblijfplaatsen als referentie om op de juiste nachten met een hoge nazomer zwermactiviteit op pad te gaan. Hiervoor hebben we ons gebaseerd op de nazomer zwermactiviteit bij gebouwen zoals het hoofdkantoor van de NS (HGB3), het Gerechtsgebouw te Tilburg en het voormalig Ziekenhuis Weezenlanden (figuur 8).

We ontdekten dat individuen 's nachts komen en gaan, soms in golven, soms gelijkmatiger verspreid over de tijd. Vanaf oktober vestigt zich een winterpopulatie met een toename van het aantal vleermuizen dat naar het gebouw toekomt en het gebruikt voor de overwintering. Vanaf oktober is er een afname van het aantal aankomende zwermende vleermuizen, wat resulteert in minder waarneembare activiteit bij het gebouw (figuur 5). De toename van het aantal overwinterende vleermuizen is geleidelijk vanaf het begin van de winter en met



Figuur 7. Akoestische activiteit van dwergvleermuizen, gemeten als het aantal opnames per uur, in de loop van de nacht. De boxplot met mediaan geeft de gegevens, opgeteld van augustus 2010, voor Gerechtsgebouw Tilburg. 0 geeft zonsondergang aan. De akoestische monitoring stopte bij zonsopgang.

name sterker tijdens koude perioden (Simon et al. 2004). De temperaturen in Nederland in de late herfst en winter schommelen van -10 °C tot +25 °C, met een winterdaggemiddelde van 3,8 °C (KNMI, Klimaatnormalen 2010-2020). We verwachtten daarom dat er vleermuizen zouden arriveren na een daling van de nachttemperaturen, om zich voor te bereiden op de winterslaap. Tijdens koude periodes in de late herfst en winter (oktober/november – maart) vonden we nieuwe aankomsten van vleermuizen bij winterverblijfplaatsen en zwerm pieken als reactie op de koudere weersomstandigheden (figuren 6 en 7).

Andere studies tonen aan dat het nazomer zwermgedrag van de gewone dwergvleermuis kan worden waargenomen van begin juli tot begin oktober, en dat er ook wat zwermgedrag

is in mei (Sendor & Simon 2000, Sendor 2002).

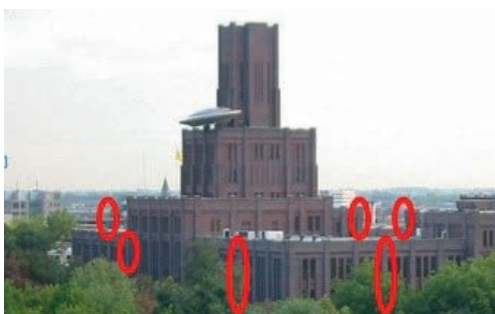
We concluderen dat de beste periode om de aan- of afwezigheid van dit type zwermgedrag aan te tonen van begin augustus tot half september is, wanneer volwassen vrouwtjes en juvenielen van beide geslachten tegelijkertijd deelnemen (Simon et al. 2004). Zwermactiviteit wordt dan waargenomen vanaf ongeveer een uur na zonsondergang en de activiteit stopt kort daarna snel. De piek in zwermactiviteit in deze periode is aannemelijk een combinatie van zwermactiviteit van (enige) reeds aanwezige vleermuizen en pas aangekomen vleermuizen.

Nachtelijk veldwerk in de nazomer en herfst

Onze onderzoeken werden uitgevoerd met behulp van dezelfde methode als gebruikt



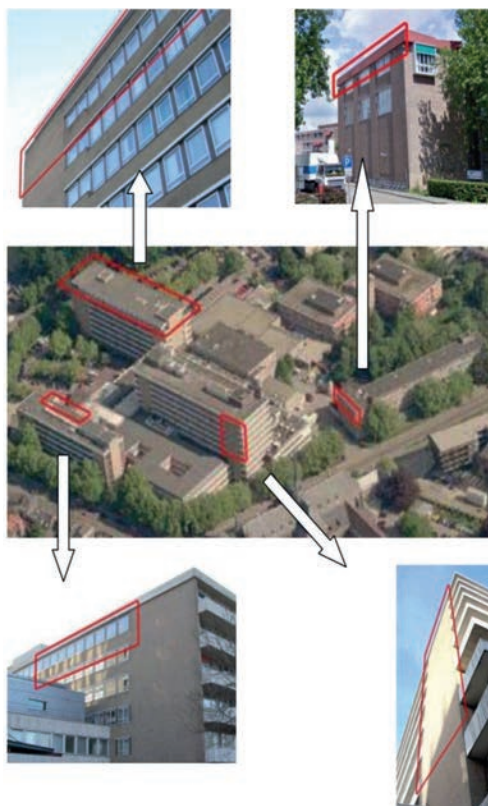
Figuur 8. Voormalig ziekenhuisgebouw dat onderdak bood aan een massawinterverblijfplaats van gewone dwergvleermuizen. Foto: Creative Commons Wikipedia.



Figuur 9. Nazomerzwermlocaties bij een massawinterverblijf in een kantoorgebouw (HGB3 “Inktpot”) in de stad Utrecht. Foto: Creative commons Google earth.

wordt voor het onderzoeken van het ochtendzwermen bij zomer- en kraamkolonies, met behulp van vleermuisdetectoren (bijv. Limpens 1993). Het zwermgedrag tijdens middernacht in de nazomer is vergelijkbaar met, maar niet identiek aan, het zwermgedrag dat wordt waargenomen in de ochtenduren bij kraamverblijfplaatsen van gewone dwergvleermuizen (zie tekstvak).

Gebouwen die potentieel geschikt waren als massa winterverblijfplaatsen of deelgebieden met dergelijke gebouwen werden gedurende de juiste periode van de nacht en het seizoen bezocht. Om alle kanten van het gebouw te verkennen, werden gebouwen en gebieden te voet of op de fiets onderzocht. Voor een effectieve beoordeling van grotere, complexere gebouwen (figuren 1, 8, 9, 10) was een team van waarnemers nodig. In verschil-



Figuur 10. Microsites waar middernachtelijk zwermgedrag in de herfst werd waargenomen bij een voormalig ziekenhuisgebouw in Weezenlanden.

lende onderzoeken leidde het patrouilleren in grotere stedelijke gebieden met de nadruk op gebouwen die mogelijk overwinteringsplaatsen zijn tot de ontdekking van enkele andere zwermlocaties die niet vooraf uit de selectie kwamen (bijv. Bouman 2015, Boekhout et al. 2016). We hebben ten minste twee keer tijdens het seizoen drie tot vijf keer per nacht onderzoek gedaan bij gebouwen met een hoog potentieel om winterverblijfplaatsen te zijn. Reeds bekende winterverblijfplaatsen werden gevolgd om te bepalen of zwermen regelmatig op een bepaalde tijd en datum plaatsvond.

We concluderen uit ons onderzoek dat het nazomer zwermgedrag van dwergvleermuizen bij winterverblijfplaatsen een opvallend fenomeen is dat gedurende een lange periode van het jaar en een lange periode van de

Verschillende soorten zwermgedrag

Zwermgedrag bij een kraamverblijfplaats

Zwermen bij kraamverblijfplaatsen is het best beschreven door Helmer et al. (1987) en Limpens (1993). Er is een patroon dat elk individu lijkt te volgen, hoewel individuele vleermuizen zich op een bepaald moment in verschillende stadia van dat patroon kunnen bevinden, en meerdere van de hier beschreven gedragselementen zich gelijktijdig kunnen voordoen. Bij kraamverblijfplaatsen komen vier of vijf stadia van individueel zwermgedrag voor. Eerst vliegt de vleermuis meerdere keren rond of over het gebouw terwijl zij zich geleidelijk concentreert op de voorkant van de gevel waar de ingang zou kunnen zijn. In het tweede stadium concentreert de vleermuis zich meer op deze kant van het gebouw en de ingang, en maakt zij kleinere cirkels voor en net iets onder of naast de ingang. In het derde stadium nadert de vleermuis de ingang en de muur, vliegt omhoog naar onder de ingang en draait zich weer weg. In het vierde stadium landt de vleermuis op de muur net onder de ingang, maar vliegt dan na korte tijd weer weg en herhaalt dit gedrag een of twee keer. Ten slotte nadert de vleermuis van onder of net naast de ingang, landt op het oppervlak en kruipt snel door de ingang. Steeds meer individuen die het laatste stadium van zwermen bereiken, beginnen te landen en gaan meteen de verblijfplaats in. Zwermen komt ook voor op paarplaatsen. Andere mannetjes worden verjaagd, maar vrouwtjes worden achtervolgd. Op het laatst zwermen kleine aantallen vleermuizen rond een verblijfplaats.

Nazomer-zwermgedrag (bij een verblijfplaats)

Tijdens het nazomer zwermen worden gewoonlijk dwergvleermuizen waargenomen die 's avonds laat de verblijfplaats bezoeken, maar dan weer vertrekken. Zwermen is meestal hoog, en vleermuizen vliegen langs en over het gebouw, schijnbaar om grote delen van het gebouw te inspecteren. Tijdens deze veronderstelde inspecties beginnen vleermuizen te cirkelen en te zwermen op een van de locaties nabij en voor spleten die als ingang kunnen dienen, en maken tevens vluchten die zijn gericht op de daadwerkelijke ingang, maar zelden wordt gezien dat vleermuizen het gebouw binnengaan. Soms verschuiven ze hun interesse naar een andere ingang. Een paar uur na middernacht, als de ochtend nadert, neemt het aantal vleermuizen af. De vleermuizen lijken te zijn verdwenen zonder het gebouw binnen te gaan. Maar voor een waarnemer, vooral iemand die niet bekend is met de plek, kan het moeilijk zijn om te onderscheiden wat er boven zijn of haar hoofd gebeurt. De plek(ken) die de vleermuizen uitkiezen zijn van onderaf niet goed zichtbaar. Herhaling van het onderzoek is dan nodig zijn om onderscheid te maken tussen zwermen bij potentiële winterverblijfplaatsen en zwermen bij andere soorten verblijfplaatsen, zoals paarplaatsen. Men dient erop te letten dat dit gedrag grotendeels binnen een gebouw plaatsvindt wanneer de microsite voor de winterslaap zich in het gebouw bevindt en er een grote binnenruimte beschikbaar is.

Vleermuizen die in het midden van de meteorologische herfst, tegen het einde van september, zwermen bij een massawinterverblijfplaats, zullen zwermen zoals hierboven beschreven. Maar er zullen ook meer individuen worden waargenomen die potentiële toegangen naderen, erop landen en binnengaan. In dit stadium beginnen de vleermuizen - maar waarschijnlijk niet de volledige groep die deze site mogelijk kan gebruiken - de bouwstructuur en de verschillende microsites te bezetten.

Waarnemingen van vleermuizen die later in de winter na een koude periode zwermen bij een massa winterverblijfplaats kunnen worden gebruikt om de overwinteringsstatus en het relatieve belang van de verblijfplaats vast te stellen (zie sectie C), opnieuw door zwermen opgeteld met daadwerkelijke landing en binnengaan.

Gedrag op een paarverblijfplaats

Op een paarverblijfplaats blijft het zwermgedrag vaak beperkt tot een paar gewone dwergvleermuizen en gaat het gepaard met duidelijk achtervolgingsgedrag en baltsgedrag (een herhaalde reeks van sociale roepjes). In bijzondere gevallen is een paarverblijf aanwezig op de zwermlocatie.

nacht kan worden waargenomen. Dit nazomer zwermgedrag kan verward worden met ander vleermuisgedrag in de nazomer. Voor wie niet bekend is met dit fenomeen kan het nuttig zijn om te beginnen met het observeren van zwermen bij een bekende massawinterverblijfplaats, om kennis te maken met dit soort vleermuisgedrag. Dit gedrag is moeilijker waar te nemen op grotere hoogte (>8 m). Het gebruik van aanvullende hulpmiddelen zoals infrarood- of warmtebeeldcamera's of het matig gebruik van sterke zaklampen wordt in dergelijke situaties geadviseerd. Sterke zaklampen moeten voorzichtig worden gebruikt omdat felle verlichting op de zwermplekken vleermuizen afschrikt en de zwermactiviteit gedurende een lange periode sterk kan verminderen. Wanneer waarnemingen wijzen op een groep nachtzwermmende vleermuizen is het nuttig om de locatie dezelfde nacht en de volgende nachten een paar keer opnieuw te bezoeken om dit gedrag te bevestigen.

C. Het vaststellen van een massawinterverblijfplaats

De resultaten van onze onderzoeken overdag en 's nachts tijdens de late zomer onthulden een lijst van verschillende gebouwen met vastgestelde nazomer zwermactiviteit. Deze lijst bestond uit een mix van gebouwen met grote (15-80 individuen), middelgrote (5-15 individuen) of kleine groepen (1-5 individuen)

nazomer zwermmende dwergvleermuizen. Het observeren van nazomer zwermen op een bepaalde locatie betekent niet noodzakelijkerwijs dat het een belangrijke locatie is of zelfs dat het gebouw geschikt is voor (massale) overwintering of voldoet aan de ecologische eisen van gewone dwergvleermuizen tijdens de strengste winterperiodes. In Nederlandse winters ligt de temperatuur meestal boven het vriespunt, met enkele koudere periodes. Daarom hebben wij geëxperimenteerd met drie methoden om de status van een gebouw als (massa)winterverblijfplaats te onderzoeken: een visuele inspectie van de verblijfplaats, bewijs van zwermen en het binnengaan van de slaapplekken tijdens koude periodes, bewijs van gebruik door uitvliegende dieren tijdens een warme periode na een koude periode in de winter en langdurige akoestische monitoring.

Visuele winterinspectie van microsites

Een methode die we gebruikten om de status van een gebouw als winterverblijfplaats voor dwergvleermuizen te onderzoeken, is door een grondige, visuele winterinspectie met behulp van sterke lichten, inspectiespiegels, endoscopen, ladders en platforms. We hebben onze visuele inspecties uitgevoerd tijdens of kort na een periode van koud weer. Deze inspecties bevestigden ook (een deel van) de micro-sites (figuur 11), dat wil zeggen de feitelijke sites in of aan een gebouw waar de vleermuizen overwinteren. Onze inspecties

leidden vaak tot observaties van individuele vleermuizen of compacte clusters van vleermuizen in de spleten (figuur 12). Een andere inspectiemethode die we gebruikten was om de muren te openen, of gebruik te maken van schade (bijvoorbeeld door slecht beheer) aan het gebouw om vleermuizen of hun uitwerpselen te zoeken. Wanneer spouwmuren te groot, complex van structuur, grotendeels intern en/of moeilijk bereikbaar zijn voor een close-up inspectie, is visuele inspectie van een gebouw voor overwinterende vleermuizen vaak niet haalbaar. We hebben drie andere methoden getest die de status van een (massa) winterverblijfplaats van dwergvleermuizen kunnen aantonen.

Door dicht bij of verder weg te kruipen van een buitenmuur of door omhoog of omlaag te bewegen in een spouwmuur van een gebouw kunnen vleermuizen in de optimale temperatuurzone voor overwintering blijven. Dit kan zelfs door vleermuizen in een staat van semi-lethargie worden gedaan (Bachorec et al. 2021). In de winter kunnen de vleermuizen meer naar de oppervlakte gaan (figuur 12), afhankelijk van het weer, de warmte die het gebouw uitstraalt en de stabiliteit van de temperatuur (warmtebuffer) in het gebouw. Als er relatief veel warmteverlies is van de gebouwen kunnen de vleermuizen zelfs bij kouder weer op vrij blootgestelde locaties worden aangetroffen. Verrassend genoeg vonden we in sommige gevallen vleermuizen in blootgestelde situaties bijna aan de buitenkant van gebouwen (zie Jansen 2008a, Brekelmans 2015).

Belangrijke locaties voor massale overwintering zijn die waar tot enkele honderden vleermuizen gedurende langere perioden worden aangetroffen tijdens onderzoeken in de late zomer en vroege herfst. De volgende uitdaging is om de daadwerkelijke winterrust te bevestigen, evenals de status van de massale winterverblijfplaats.

Controles op uitzwermen en binnenkomen tijdens koude periodes

In onze studies in Utrecht en Tilburg hebben



Figuur 11. Voorbeeld van microsites waar in de winter van 2014-2015 overwinterende individuen werden waargenomen bij het voormalige ziekenhuis Weezenlanden in Zwolle.

we gecontroleerd of een deel van de gebouwen (massa) winterverblijfplaatsen waren door te controleren op winterzwermen en op het binnengaan van vleermuizen in de eerste paar nachten tijdens een koude periode (zie Korsten et al. 2014, Brekelmans et al. 2015). We wachtten tot de eerste nacht met een sterke temperatuurdaling en onderzochten de locatie gedurende de volgende twee nachten met behulp van vleermuisdetectoren, zaklampen en warmtebeeldcamera's, te beginnen een uur na zonsondergang. Na een sterke temperatuurdaling (tot onder 0 °C) hebben we gedurende de eerstvolgende nachten een sterke zwermactiviteit waargenomen. Winterzwermen en vleermuizen die gebouwen binnengaan werden waargenomen bij temperaturen tot -7 °C. We merkten ook een snelle daling van de activiteit tijdens deze koude nachten; de zwermactiviteit stopte bijna geheel 2-2,5 uur na zonsondergang, gedurende twee of drie opeenvolgende dagen en nachten. Toen vleermuizen na een temperatuurdaling 's nachts arriveerden en zwermden, zagen we ze ook op het gebouw landen en spleten binnengaan. Dit vereiste een goed zicht op de microsites.

Het opnieuw observeren van vleermuizen die de winterverblijfplaats verlaten als de temperatuur stijgt na een koude periode is een andere optie (Jansen 2008b), maar alleen als de micro-winterverblijfplaats bekend is. Dit werkt bij korte, zeer warme periodes midden



Figure 12. De spleten op de balkons van een voormalig ziekenhuisgebouw met gewone dwergvleermuizen die deze plek gebruiken voor hun winterslaap, februari 2015. Foto: Erik Korsten.

in koudere winters (Jansen 2008b). Het optreden van een dergelijke weersverandering is zeldzaam en zeer moeilijk te voorspellen.

Zwermgedrag tijdens warme periodes in de winter en het vroege voorjaar kan worden verward met dwergvleermuizen die foerageren op insecten die bij warm winterweer ook rond gebouwen kunnen zwermen (bijv. *Operophtera brumata*) of insecten die op warme gebouwoppervlakken rusten.

Akoestische bevestiging van een (massa) winterverblijfplaats

Sommige gebouwen of plaatsen met nazomer/herfstzwermen zijn 's nachts moeilijk te bereiken. In die situaties zetten we gedurende lange tijd stand-alone apparatuur in, zoals geautomatiseerde ultrasone recorders (zie Kañuch et al. 2010, Brekelmans et al. 2015, Jansen & Hollander 2015) of videocamera's. We analyseerden de gegevens en zochten naar patronen van hoge akoestische vleermuisactiviteit in relatie tot koude periodes die het gebruik en de functie van een bepaalde locatie in de winter bevestigen (figuren 13 en 14). Wanneer waarnemingen in de late zomer wezen op een (massa) winterverblijfplaats van gewone dwergvleermuis, bleek bij nadere inspectie soms dat dit niet het geval was. We raden veldwerkers sterk aan om een tweede controle uit te voeren. Deze tweede controle kan tijdens de winter een visuele controle zijn op overwinterende dwergvleermuizen in het gebouw (in binnen- of buitenmuurspleten of gaten) tijdens langdurige vorstperiodes. Bij zeer koud weer kunnen de dieren echter die-

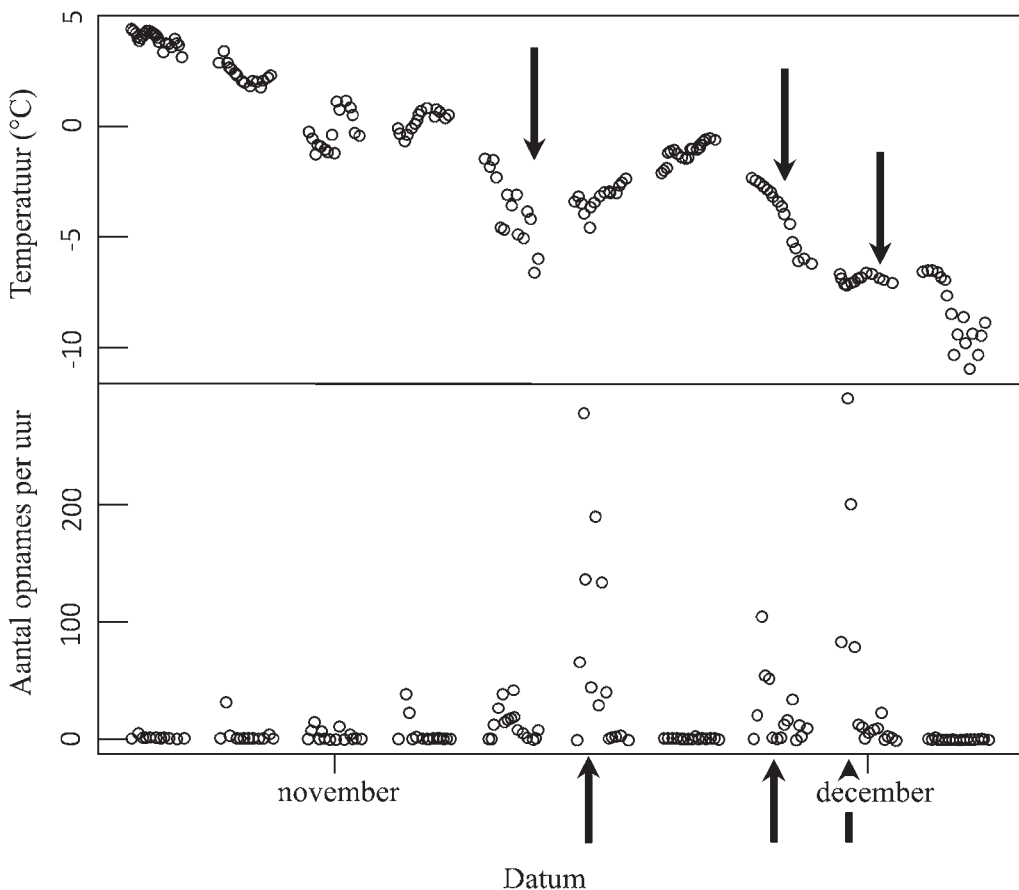
per in de spleten rusten en minder opvallen. In de late winter en het vroege voorjaar kunnen individuen dicht bij de ingangen van de spleten worden gevonden.

Wanneer een dergelijke controle niet haalbaar is, kunnen twee alternatieve methoden worden gebruikt: controle op zwermen en binnengaande vleermuizen tijdens koude periodes in de winter of het langdurig inzetten van stand-alone apparatuur zoals geautomatiseerde ultrasone recorders of videocamera's tijdens de winterperiode.

Discussie

In dit artikel presenteren we een onderzoeksmethodiek om in drie stappen massawinterverblijfplaatsen van de gewone dwergvleermuis, *Pipistrellus pipistrellus*, in stedelijke situaties systematisch te onderzoeken.

De eerste stap is het selecteren van potentiële gebieden en gebouwen op basis van specifieke gegevens over vleermuisoverlast en de kenmerken van gebouwen. De tweede stap is het onderzoeken van deze gebouwen of gebieden op in de nazomer zwermende gewone dwergvleermuizen. We beschrijven de beste timing in het jaar, de nacht en de invloed van het weer op dit gedrag. De derde stap is de bevestiging van de functie van een gebouw als (massa) winterverblijfplaats met behulp van een aanvullende methode. We beschrijven vier methoden die kunnen worden gebruikt, afhankelijk van de fysieke mogelijkheden en beperkingen. In aanvullende tabellen en



Figuur 13. Aantal opnames van dwergvleermuizen bij de massa winterverblijfplaats in het Gerechtsgebouw in Tilburg (onder), ten opzichte van de buitentemperatuur (gegevens van het KNMI-weerstation te Gilze-Rijen) in de winter van 2010-2011. Pijlen geven het begin van koude periodes en pieken in activiteit aan.

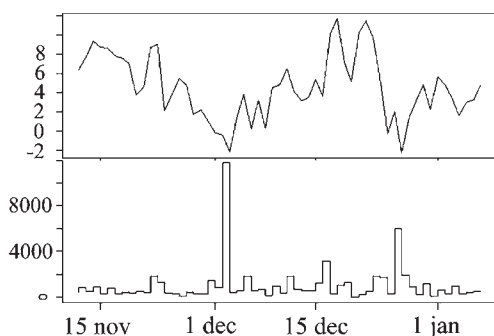
tekstvakken geven we de soorten gebouwen aan die het meest worden aangetroffen, de typen overlast die kunnen worden gekoppeld aan massale winterslaap en een beschrijving van nazomer zwermgedrag bij een massawinterverblijfplaats.

We hebben filters geconstrueerd met behulp van ecologische interpretaties van onze waarnemingen. De focus van dit artikel ligt op het beschrijven van deze filtermethodologie als een manier om onze inspanningen op het gebied van natuurbehoud te concentreren. Verder onderzoek is nodig om de gebruikte aanwijzingen en filters te valideren en om de ecologische veronderstellingen die we gebruik-

ken te testen. Veel van de aanwijzingen die we gebruikten, zijn een praktische interpretatie van waargenomen patronen en gedrag van vleermuizen, met de bedoeling om massawinterverblijfplaatsen te vinden.

We stellen voor dat het werken met filters het vinden van massawinterverblijfplaatsen in de stedelijke omgeving kan versnellen. Het is mogelijk dat sommige criteria alleen specifiek zijn voor het Nederlandse stedelijke landschap en klimaat en niet algemeen toepasbaar zijn in andere landen.

We raden aan om potentiële gebouwen 's nachts, gedurende meerdere nachten, meerdere malen per nacht te controleren en bij



Figuur 14. Temperatuur (KNMI-weerstation Heino / bovenste grafiek) en het aantal opnames van dwergvleermuizen (onderste grafiek) bij het voormalig Ziekenhuis Weezenlanden in Zwolle in de winter van 2014-2015.

voorkeur een bekende massawinterverblijfplaats te gebruiken als referentie voor timing van de onderzoeken aan het einde van de zomer. Houd er echter rekening mee dat grotere groepen vleermuizen langer en opvallender zwermen en dat een locatie met schijnbaar kleinere aantallen vleermuizen nog steeds een zwerm-/winterverblijfplaats kan zijn. Deze methode is gevoelig genoeg voor het vinden van kleine groepen van 3-15 overwinterende dwergvleermuizen (zie Jansen et al. 2005, Jansen & Limpens 2011).

In onze ervaring is het mogelijk om op een bepaalde locatie eenduidig zwermgedrag tegen te komen zonder verder bewijs te vinden van het gebruik ervan als (massa) winterverblijfplaats in vervolgonderzoeken (vergelijk Hommersen et al. 2019 met Hommersen et al. 2016, 2017, Verboom et al. 2018). Er zijn twee verklaringen voor dit fenomeen: mogelijk maken toch kleine aantallen vleermuizen tijdelijk gebruik van deze locaties, of er waren vleermuizen op zoek naar of probeerden nieuwe verblijfplaatsen uit. Eenmalig zwermgedrag kan te maken hebben met de functionaliteit van een specifieke locatie als verblijfplaats (in de winter) tijdens minder ongunstige weersomstandigheden. We zijn ons ervan bewust dat het identificeren van winterverblijfplaatsen niet hetzelfde is als het volledig begrijpen van

het gedrag en de dynamiek van dit nazomerzwerm fenomeen.

Het vinden van deze massawinterverblijfplaatsen is de eerste stap om deze plekken te begrijpen en te behouden. Aangezien deze gebouwen groepen van honderden tot duizenden individuen uit grote herkomstgebieden kunnen bevatten, kan het verlies van dergelijke plekken ernstige gevolgen hebben voor de regionale populatie van gewone dwergvleermuizen. Inzicht in hun zwermgedrag en voorkeuren voor winterverblijfplaatsen, het gebruik van microsites en de locatie van de winterverblijfplaatsen in het landschap is noodzakelijk voor effectieve bescherming en voor het handhaven van een gunstige staat van instandhouding van de soort. Meer onderzoek zal nodig zijn om het voorkomen en de concentratie van territoriale mannetjes en verbindingsstructuren te kunnen gebruiken als een aanwijzing voor de aanwezigheid van zwermplaatsen en potentiële winterverblijfplaatsen.

Van gewone dwergvleermuizen is, net als van de meeste andere Europese vleermuissoorten, bekend dat ze een netwerk van verschillende verblijfplaatsen gebruiken - verbonden met voedselgebieden door voorkeursvliegroutes - met verschillende functionaliteiten (Limpens & Roschen 1996, 2002, Simon et al. 2002). We nemen aan dat de activiteit van gewone dwergvleermuizen op verschillende locaties tijdens zwerm- en winterrustperiodes het bestaan van een gerelateerd netwerk van winterverblijfplaatsen aan toont. Dit netwerk bestaat uit een klein aantal meer centraal gelegen locaties. Deze centraal gelegen locaties bieden mogelijk een betere bescherming tijdens strengere weersomstandigheden (Sendor et al. 2000). Met andere woorden, vleermuizen verplaatsen zich binnen het netwerk, afhankelijk van het weer. Bevestiging van deze veronderstellingen is dringend nodig, gezien de huidige inzet op energiezuinige gebouwen.

Sinds de Europese Habitatrichtlijn is geïmplementeerd in de nationale wetgeving, is veel van het onderzoekswerk met betrekking tot

vleermuisecologie gericht op de verspreiding van vleermuizen en het habitatgebruik in het landschap, vaak in gebieden waar ontwikkelingen zijn gepland. In dergelijke situaties die betrekking hebben op planning en ontwikkeling, kan het missen of negeren van een soort of winterverblijfplaats ernstige gevolgen hebben. De relatie tussen beschikbare onderzoeksmethoden en hun effectiviteit voor het vaststellen van soorten of functionele habitats zou daarom een belangrijk onderwerp moeten zijn, waarbij methoden voortdurend moeten worden ontwikkeld en gestandaardiseerd (Limpens & Roschen 1996, 2002, Brinkmann & Limpens 1999, Haarsma & Tuitert 2009). Met dit artikel willen we een bijdrage leveren aan deze voortdurende uitdaging. Vleermuisonderzoekers en natuurbeschermers worden uitgenodigd om voort te bouwen op onze aanpak en deze aan te passen aan hun lokale omstandigheden. We dagen vleermuisonderzoekers uit om deze methode ook uit te proberen voor andere *Pipistrellus*-soorten.

Dankwoord: We willen Bernadette van Noort bedanken voor de Nederlandse vertaling van de oorspronkelijke, Engelse tekst. We danken ook de referenten voor hun nuttige opmerkingen en hulp bij het opstellen van dit artikel.

Referenties

- Ahlén, I. 1993. Species identification of bats in flight. In: K. Kapteyn (ed.). Proceedings of the first European bat detector workshop: 3-10. Netherlands' Bat Research Foundation, Amsterdam, Nederland.
- Avery, M.I. 1985. Winter activity of pipistrelle bat. *Journal of Zoology* 54: 721-738.
- Bachorec, E., T. Bartonička, T. Heger, J. Pikula, & J. Zukal 2021. Cold arousal - A mechanism used by hibernating bats to reduce the energetic costs of disturbance. *Journal of Thermal Biology* 101: 103107.
- Boekhout, S., G. Lubbers & R. Heins 2016. BAT030 Vleermuisonderzoek 2015 Utrecht. Rapportage P7190. Eelerwoude Culemborg / Stofberg en Jonker Vleermuisonderzoek, Nederland.
- Boonman, M. 2014. Onderzoek naar functie ziekenhuis Lichtenberg als overwinteringsplaats voor gewone dwergvleermuis. Notie met kenmerk 12-676/14.01453/MarBo. Bureau Waardenburg, Culemborg, Nederland.
- Bouman, H. 2015. Winterverblijfplaatsen van vleermuizen in vijf onderzoeksgebieden van Utrecht. Beschrijving van de resultaten van gericht onderzoek naar de aanwezigheid van winterverblijfplaatsen in gebouwen. Project no. 1225284. Tauw BV, Utrecht, Nederland.
- Brekelmans, F & E. Korsten 2014. Massaal in winterslaap. *Stadswerk magazine* 7: 40-42.
- Brekelmans, F.L.A., M. Bleijerveld & M.J. Schillemans (with contributions of M. Boonman, W. Franken, E. Korsten & H.J.G.A. Limpens 2015. Projectplan Flora- en faunawet. Herontwikkeling De Weezenlanden, Zwolle. Bureau Waardenburg / Bureau Bleijerveld / Zoogdivereniging, Nederland.
- Brinkmann, R. & H. J.G.A. Limpens 1999. The role of bats in landscape planning. In: C. Harbusch & J. Pir (eds). Proceedings of the 3rd European bat detector workshop 16-20 August 1996, Larochette (Luxembourg): 119 -136. Travaux Scientifiques du Musée National D'histoire naturelle de Luxembourg 31.
- Bruijn, Z. 1986. Enkele gegevens over 400 gevangen dwergvleermuizen (*P. pipistrelles*). Selfpublished Z. Bruijn.
- Degn, H. J. 1989. Summer activity of bats at a large hibernaculum. In: V. Hanák, I. Horáček & J. Gaisler (eds): European bat research 1987: 523-526. Charles University Press, Praha, Czech Republic.
- Glas, G.H. 1986. Atlas van de Nederlandse vleermuizen 1970-1984, alsmede een vergelijking met vroegere gegevens. *Zoölogische bijdragen* 34: 1-97.
- Haarsma, A.-J. & A. H. Tuitert 2009. Overview and evaluation of methodologies for locating summer roost of pond bats in the Netherlands. *Lutra* 52 (1): 47-64.
- Helmer, W., H.J.G.A. Limpens & W. Bongers 1987. Handleiding voor het inventariseren en determineren van Nederlandse vleermuissoorten met behulp van bat-detectors. Stichting Vleermuis-Onderzoek, Soest, Nederland.

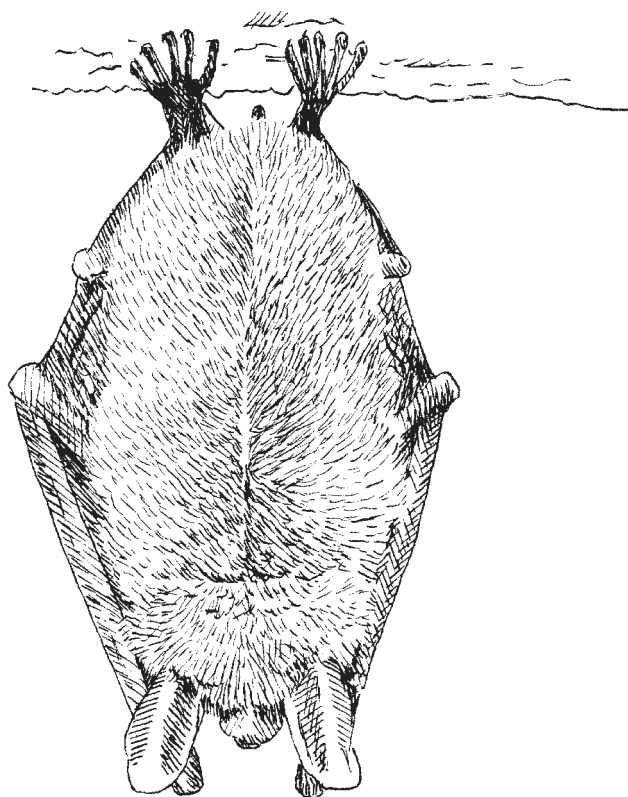
- Hommersen, V.J.A., H.J.G.A. Limpens & M.J. Schillemans 2017. Zwermen in de Winter. Inventarisatie van winterverblijf-indicerend en bevestigend zwermgedrag van de gewone dwergvleermuis in gemeente Ede. Rapport 2017.03. De Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Hundt, L. 2012. Bat Surveys: Good practice guidelines (2nd edition). Bat Conservation Trust, UK.
- Hurst, J., C. Dietz & R. Brinkmann 2016. Aktivität der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) zur Schwärmzeit am Massenwinterquartier Batterfelsen (Baden-Württemberg). In: J. Hurst, M. Biedermann, C. Dietz, M. Dietz, I. Karst, E. Kranich, R. Petermann, W. Schorcht & R. Brinkmann. Fledermäuse und Windkraft im Wald: 258-277. Naturschutz & Biologische Vielfalt 153.
- Jansen, E.A. 2007. Voorkomen van vleermuizen in en rond het Zonnehuis te Doorn: een onderzoek naar aanwezigheid en functies. Rapport 2007.32. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem, Nederland.
- Jansen, E.A. 2008a. Gebouwgebruik van het kasteel de Haar en het chatelet door vleermuizen. Een onderzoek naar het seizoensgebruik en de aanbevelingen voor het inpassen van de restauratie. Rapport 2008.09. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem, Nederland.
- Jansen, E.A. 2008b. Voorkomen van vleermuizen op en rond de Uithof. Een onderzoek naar voorkomen en functies. Rapport 2008.031. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem, Nederland.
- Jansen, E.A. 2008c. Vleermuisleefgebieden in en langs het plangebied van de HOV om de Zuid. Conflictpunten, oplossingen en nadere uitwerking van de "eco" maatregelen bij een uitvoering als trambaan. Rapport 2008.54. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem, Nederland.
- Jansen, E.A. 2010. Vleermuizen in Overvecht; Voorkomen, functies en waarden. Rapport 2009.044 Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Jansen, E.A. 2011. Een nieuwe toekomst voor vleermuizen op fort Abcoude. Adviezen voor de inrichting & restauratie. Rapport 2011.053. Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Jansen E.A., H.J.G.A. Limpens & A.M. Spitzen-van der Sluijs 2005. Mogelijkheden, beperkingen en consequenties van een duurzame ontwikkeling van fort bij Vechten binnen het envelopegebied van de forten bij Vechten, Rijnauwen en 't Hemeltje. Rapport 2005.20. VZZ, Arnhem, Nederland.
- Jansen, E.A. & H.G.J.A. Limpens 2011. Vleermuisfuncties van Fort 't Hemeltje en enkele adviezen t.a.v. de restauratie en de functie wijzigingen. Rapport 2011.43. Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Jansen, E.A. 2012. De vleermuisfuncties van jachtslot St. Hubertus. Rapport 2012.031. Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Jansen, E.A. 2017. Vleermuizen in de Grote kerk van Veere; Functies en uitwerking van een mitigatieplan. Rapport 2017.047. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Jansen, E. & H. Hollander 2015. Begeleiding herstelwerkzaamheden kantongerecht Tilburg. Mitigatie- en compensatieplan vleermuizen. Rapport 2015.033. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Jansen, E.A. & H.G.J.A Limpens 2016. Herontwikkeling Fort bij Abcoude. Input voor de beoordeling van verhuur en toekomstige exploitatie vanuit de vleermuizen. Rapport 2016.02. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Jansen, E.A & S.J. Vreugdenhil 2009. De vleermuisfuncties van Fort Honswijk. Jaarrond onderzoek naar seizoenen, soorten aantallen en locaties ten behoeve van een Flora- en faunawettoetsing. Rapport 2009.040. Zoogdierverseniging, Arnhem, Nederland.
- Jansen, E.A., D. Bekker & M.J. Schillemans 2015a. Ecologische begeleiding herstelwerkzaamheden Aa-toren ten bate van vleermuizen, Groningen. Rapport 2015.03. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Jansen, E., M. Schillemans & H. Hollander 2015b. Begeleiding herstelwerkzaamheden kantongerecht Tilburg. Mitigatie- en compensatieplan vleermuizen. Rapport 2015.033. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Hommersen, V.J.A., E.A. Jansen, H.J.G.A. Limpens & M.J. Schillemans 2016. Nader onderzoek Radboud Universiteit, deelgebied FSW. Rapport 2016.019. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen, Nederland.
- Hommersen, V.J.A., E.A. Jansen & H.J.G. Limpens 2019. Monitoren vleermuizen FSW 2017. Rap-

- port 2019.13. De Zoogdiervereniging, Nijmegen, Nederland.
- Hommersen, V.J.A., E.A. Jansen, H.J.G.A. Limpens & G. Lelieveld 2017. Monitoren vleermuizen FSW. Rapport 2017.36. Bureau van de Zoogdiervereniging, Nijmegen, Nederland.
- Hommersen, V.J.A., H.J.G.A. Limpens & M. J Schillemans 2017. Zwermen in de Winter – Inventarisatie van winterverblijf-indicerend en bevestigend zwermgedrag van de gewone dwergvleermuis in gemeente Ede. Rapport 2017.03. De Zoogdiervereniging, Nijmegen, Nederland.
- Kaňuch, P., A. Fornůšková, T. Bartonička, J. Bryja & Z. Řehák 2010. Do two cryptic pipistrelle bat species differ in their autumn and winter roosting strategies within the range of sympatry? *Folia Zoologica* 59 (2): 102– 107.
- KNMI, Klimaatsnormalen 1991-2020. <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/klimaat-normalen-1991-2020>
- Koch, C. 1865. Das Wesentliche der Chiropteren mit besonderer Beschreibung der in dem Herzogthum Nassau und in den angrenzenden Landestheilen vorkommenden Fledermäuse. *Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde* 17/18: 261-593.
- Koelman, R. 2002. Overwinterende vleermuizen in Groninger kerken. *Vlen Nieuwsbrief* 2002 (2): 11.
- Koelman, R.M. 2010. Vleermuisonderzoek Ruïne van Brederode. Rapport 2009.53. Zoogdiervereniging, Nijmegen, Nederland.
- Korsten, E., G.J. Brandjes & F.L.A. Brekelmans 2014. Vleermuizen, gierzwaluw en huismus Oude Stad Tilburg. Inventarisatie 2013. Rapport 14-023. Bureau Waardenburg, Culemborg, Nederland.
- Korsten, E., G.J. Brandjes & F.L.A. Brekelmans 2016a. Vleermuizen, gierzwaluw en huismus in Tilburg Noord. Inventarisatie 2015. Rapport 16-104. Bureau Waardenburg, Culemborg, Nederland.
- Korsten, E., E.A. Jansen, M. Boonman, M.J. Schillemans & H.J.G.A. Limpens 2016b. Swarm and Switch – on the trail of the hibernating common pipistrelle. *Bat News* 110: 8-10.
- Kretzchmar, F. & B. Heinz 1995. Social behavior and hibernation of a large population of *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) (Chiroptera: Vespertilionidae) and some other bat species in the mining-system of a limestone quarry near Heidelberg (south west Germany). *Myotis* 32-33: 221-229.
- Limpens, H.J.G.A. 1993. Bat-detectors in a detailed bat survey: a method. In: K. Kapteyn (ed.). *Proceedings of the First European Bat detector Workshop*: 79-90. Netherlands Bat Research Foundation, Amsterdam, Nederland.
- Limpens, H.J.G.A. & K. Kapteyn 1991. Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis* 29: 39-48.
- Limpens, H.J.G.A. & A. Roschen 1996. Bausteine einer systematischen Fledermauserfassung, Teil 1: Grundlagen. *Nyctalus* (N.F.) 6 (1): 52-60.
- Limpens, H.J.G.A. & A. Roschen 2002. Bausteine einer systematischen Fledermauserfassung. Teil 2 - Effektivität, Selektivität, und Effizienz von Erfassungsmethoden. *Nyctalus* (N.F.) 8 (2): 155-178.
- Nagy, Z.L. & L. Szántó 2002. The occurrence of hibernating *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) in caves of the Carpathian Basin. *Acta Chiropterologica* 5 (1): 155-160.
- Netwerk Groene Bureaus 2021. Vleermuisprotocol 2021, januari 2021. www.netwerkgroenebureaus.nl / www.zoogdiervereniging.nl
- Noort, B.C.E van & E.A. Jansen 1994. Das Oktagon als Fledermausquartier. Rapport. Naturschutzbund Kassel, Germany.
- Nusová, G, M. Uhrin, C.C. Voigt & P. Kaňuch 2020. Tracing the geographic origin of common pipistrelles (*Pipistrellus pipistrellus*) swarming at a mass hibernaculum. *Mammalian Biology* 100: 601–610. <https://doi.org/10.1007/s42991-020-00057-3>
- Nusová, G., M. Uhrin & P. Kaňuch 2021. Linking activity of common pipistrelles, *Pipistrellus pipistrellus*, in an urbanised area with a nearby mass swarming site. *Research square*. Nov 2021. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-333356/v1>
- Roer, H. 1979. 1180 Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber) in Entlüftungsrohren eines Gebäude verendet. *Myotis* 17: 31-40.
- Sachteleben, J. 1991. Zum “Invasions” verhalten der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). *Nyctalus* 4: 51–66.
- Sachteleben, J. & O. von Helversen 2006. Songflight behaviour and mating system of the pipistrelle bat (*Pipistrellus pipistrellus*) in an urban habitat. *Acta Chiropterologica* 8: 391-401.

- Schillemans, M.J. & E.A. Jansen, 2014. Begeleiding Onderzoek naar Winterverblijven Utrecht. Memo N2014015 Bureau van de Zoogdiervereniging i/o Gemeente Utrecht. 4 pp.
- Sendor, T. 2002. Population ecology of the pipistrelle bat (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774): the significance of the year round use of hibernacula for life histories. PhD thesis. Philipps-Universität Marburg, Marburg, Germany.
- Sendor, T. & M. Simon 2000. Schätzung der Populationsgröße am Winterquartier schwärmer der Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus*): ein Methodenvergleich. Beiträge zur Ökologie 4: 43-52.
- Sendor, T., K. Kugelschafter & M. Simon 2000. Seasonal variation of activity patterns at a pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) hibernaculum. Myotis 38: 91-109.
- Simon, M., S. Hüttenbügel & S. Smit-Viergutz 2004. Ecology and conservation of bats in villages and towns. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bades Godesberg, Germany.
- Smit-Viergutz, J. & M. Simon 2000. Eine vergleichende Analyse des sommerlichen Schwärmverhaltens der Zwergfledermaus (45 kHz Ruftyp, *Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) an den Invasionsorten und am Winterquartier. Myotis 38: 69-89.
- van Noort, B.C.E & E.A. Jansen 1994. Das Oktagon als Fledermausquartier. Rapport Naturschutzbund Kassel.
- Verboom, B., E.A. Jansen & V.J.A. Hommersen 2018. Monitoren vleermuizen FSW. Rapport 2018.02. Bureau van de Zoogdiervereniging, Nijmegen, Nederland.
- Vierhaus, H, M. Lindenschmidt, I. Stahr 2013. Eine große Winterschlafgemeinschaft der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) in Westfalen – Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde 75: 73-80.
- Zahn, A. & E. Kriner 2016. Winter foraging activity of Central European Vespertilionid bats. Mammalian Biology 81 (1): 40-45.

Ontvangen: 27 januari 2022

Geaccepteerd: 13 juli 2022



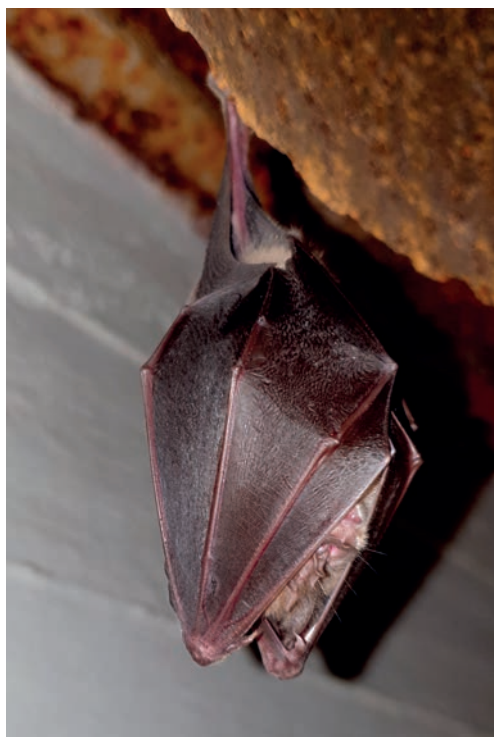
Een overwinterende grote hoefijzerneus (*Rhinolophus ferrumequinum*) in de vastelandsduinen van Zuid-Holland

Kees Mostert* & Jan Alewijn Dijkhuizen

*Palamedesstraat 74, 2612 XS Delft, Nederland, e-mail: kmos@xs4all.nl

Naar aanleiding van een aantal inbraakmeldingen op diverse plaatsen langs de Zuid-Hollandse kust vond er op 28 januari 2021 een handhavingscontrole plaats door Buitengewoon Opsporings Ambtenaar (BOA) J.A. Dijkhuizen in een klein aantal toegankelijke bunkers in Natura 2000-gebied Solleveld-Kapittelduinen, gelegen tussen Den Haag en Hoek van Holland (provincie Zuid-Holland). Tijdens deze controle, die met de toen geldende coronamaatregelen werd uitgevoerd, werd in het ingangsgedeelte per toeval een vrij hangende, opvallende vleermuis opgemerkt. Aangezien de bunker vrij toegankelijk was en regelmatig werd betreden is de hulp van de telleider voor dit gebied (eerste auteur) ingeroepen. Deze heeft ter plaatse geconstateerd dat het om een grote hoefijzerneus (*Rhinolophus ferrumequinum*) ging (figuur 1). Deze controle moest zo snel mogelijk plaatsvinden, aangezien de opengebroken bunkeringang dezelfde middag op verzoek van de BOA dicht zou worden gemetseld (vliegopeningen voor de vleermuis waren al aanwezig). Om te voorkomen dat er vandalisme dan wel toestroom van geïnteresseerden zou plaatsvinden, en dat mensen andere opengebroken bunkers in de nabije omgeving zouden gaan betreden, werd besloten deze melding voorlopig stil te houden.

Tijdens de daaropvolgende, jaarlijkse tel-



Figuur 1. Grote hoefijzerneus in Natura 2000-gebied Solleveld-Kapittelduin, januari 2021. Foto: Kees Mostert.

ronde op 18 december 2021, werd geconstateerd dat de betreffende bunker opnieuw was opengebroken. De grote hoefijzerneus werd niet meer aangetroffen. Bij navraag bleek dat de bunker in het late voorjaar van 2021 was opengebroken. Alles wijst erop dat het dier naar alle waarschijnlijkheid op eigen kracht de bunker heeft verlaten.

De grote hoefijzerneus is in Europa een voornamelijk mediterrane soort. De noordgrens van het areaal is in de tweede helft van de twintigste eeuw steeds verder naar het zuiden opgeschoven. In Duitsland is de soort zo goed als verdwenen (Dietz et al. 2011) en in Zuid-Engeland rest nog een kleine populatie. In de laatste jaren zijn er enkele dieren gevonden in het grensgebied van Vlaanderen en Wallonië.

In Nederland was de soort volgens De Selys-Longchamps (1842) algemeen in de winter in de groeven bij Maastricht. Tussen 1908 en 1935 werden hier nog slechts negen exemplaren aangetroffen. Vanaf 1937 werd de soort weer regelmatig aangetroffen tijdens de wintertellingen in de groeven. De toename van de waarnemingen hing vermoedelijk samen met de vondst van een zomerkolonie van 75-80 dieren in 1939 in de Caestertgroeve, in het Belgische deel van de Sint-Pietersberg. De kraamkolonie in de Caestertgroeve verdween in de jaren 1940 en de laatste zekere zomerwaarneming aldaar werd gedaan op 23 juni 1951 (Thissen & van der Coelen 2016). De laatste wintermeldingen uit de Caestertgroeve dateren uit het najaar van 1984 en in de winter van 1986 (Vergoossen & van der Coelen 1986).

In de jaren 1970-1974 werd in Nederland nog een overwinterende grote hoefijzerneus aangetroffen in de Riesenberggroeve en in 1982 en 1984 werd er nog een gevonden in de Sint-Pietersberg. Het gebruik in de jaren 1950, 1960 en beginjaren 1970 van landbouwgiften, zoals DDT, waar deze soort erg gevoelig voor is, naast verstoring in zomer- en winterverblijven, zijn waarschijnlijk de oorzaken van het verdwijnen. Opvallend genoeg is er in de winter van 1992 en de vier daaropvolgende winters een solitair dier aangetroffen in Fort Rijnauwen bij Utrecht (van Vliet & Mostert 1997).

Staat deze melding van de overwinterende grote hoefijzerneus in het kustgebied van Zuid-Holland op zichzelf of is er meer aan de hand? In de winters van 2021 en 2022 is in de directe omgeving van de Caestertgroeve een

overwinterende grote hoefijzerneus vastgesteld (Hans Weinreich, mondelinge mededeling). Mogelijk speelt de klimaatverandering een rol in deze en kan de soort zich als gevolg hiervan in de toekomst weer in Nederland als overwinteraar vestigen. De kans hierop lijkt, gezien het historische voorkomen, het grootst in de mergelgroeven van Zuid-Limburg.

Literatuur

- de Selys-Longchamps, E. 1842. Faune belge, 1^{re} partie, indication méthodique des mammifères, oiseaux, reptiles et poissons observés jusqu'ici en Belgique. H. Dessain, Liège / C. Muquart, Bruxelles, België.
- Dietz., C., O. von Helversen & D. Nill 2011. Vleermuizen - alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. Tirion Natuur, Utrecht, Nederland.
- Thissen, J. & J. van der Coelen 2016. Grote hoefijzerneus. In: S. Broekhuizen, K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Kanter & J.C. Buys (red.). Atlas van de Nederlandse zoogdieren: 178-179. Natuur van Nederland 12. Naturalis Biodiversity Center / Eis Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden, Nederland.
- van Vliet, J.A. & K. Mostert 1997. Grote hoefijzerneus *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774). In: H. Limpens, K. Mostert & W. Bongers (red.). Atlas van de Nederlandse vleermuizen: 65-68. KNNV, Utrecht, Nederland.
- Vergoossen, W. & W. van der Coelen 1986. Zoogdieren in Limburg, een voorlopig verslag. Zoogdierwerkgroep van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht, Nederland.

Samenvatting: Op 28 januari 2021 vond naar aanleiding van een aantal inbraken in bunkers een handhavingscontrole plaats in het Natura 2000-gebied Solleveld-Kapittelduinen in Zuid-Holland. Tijdens deze controle, die met de toen geldende coronamaatregelen werd uitgevoerd, werd in het ingangsgedeelte per toeval een vrij hangende grote hoefijzerneus ontdekt. De opengebroken ingang is vervolgens dichtgemetseld om verstoring te voorkomen en omdat er elders in de bunker reeds in- en uitvliegopeningen aanwezig waren. Tijdens de meest recente telling in december 2021

werd het dier niet meer aangetroffen. Alles wijst erop dat het dier op eigen kracht de bunker weer heeft verlaten. De grote hoefijzerneus is, afgezien van een solitair dier bij Utrecht tijdens vier winters in de jaren 1990,

voor het laatst gemeld in 1986 in de Sint-Pietersberg.

Ontvangen: 12 januari 2022

Geaccepteerd: 27 januari 2022



Uitgeteld op weg naar de uitgang. Schenkgroeve, Zuid-limburg, januari 2011.
Foto: Ben Verboom

Mede mogelijk gemaakt door:



Het
Limburgs
Landschap



Het Zeeuwse
Landschap



waternet

waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam



Nationaal Park
Zuid-Kennemerland

provincie Drenthe

provincie limburg



provincie
Zuid-Holland