



Modellering voorkomen vleermuizen

vleermuismodel
verblijfplaatsen
foerageergebieden
vluchtroutes
milieueffectstudies

Pas recent is de kennis over ecologie en het voorkomen van vleermuizen sterk toegenomen. Die kennis is essentieel omdat vleermuizen in Nederland en Europa een strikte bescherming genieten. Bij grootschalige ruimtelijke ontwikkelingen is het verzamelen van verspreidingsinformatie via reguliere veldinventarisaties, vanwege de planning, capaciteit en kosten, een hele uitdaging. Advies- en ingenieursbureau Tauw en de Zoogdiervereniging hebben daarom een model ontwikkeld dat het voorkomen van vleermuissoorten op grote landschapsschaal kan voorspellen.

Ons vleermuismodel is gebaseerd op een gebiedsanalyse van ruim 1.900 kilometerhokken in het open laagland van de provincies Groningen, Friesland, Flevoland en Noord-Holland. Dit was het zoekgebied voor een beoogde nieuwe hoogspanningsverbinding tussen Eemshaven en Diemen. Voor dit gebied zijn de negen meest voorkomende vleermuissoorten gemodelleerd (tabel 1); zeldzaam voorkomende soorten zoals kleine dwergvleermuis (*Pipistrellus pygmaeus*) en tweekleurige vleermuis (*Vespertilio murinus*) zijn niet meegenomen.

Uitgangspunt voor het model is dat vleermuissoorten op soortspecifieke wijze het landschap gebruiken. Drie belangrijke functies van het landschap worden onderscheiden: verblijfplaatsen, foerageergebieden en vliegroutes. In Nederland komen verblijfplaatsen in bomen en in gebouwen voor. Sommige soorten kunnen beide typen gebruiken. In het model zijn alleen paarplaatsen, kraamplaatsen en zomerverblijfplaatsen opgenomen. Winterverblijfplaatsen zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze over het algemeen goed bekend zijn. Als foerageergebied worden vooral bossen, parken, weilanden en diverse typen wateren gebruikt. Vleermuizen gebruiken verder ter oriëntatie op hun vliegroutes landschapselementen tussen verblijfplaats en foerageergebied of tussen foerageergebieden. Op basis van algemene ecologische kennis kan voor het landschap in een studiegebied worden ingeschat waar welke vleermuissoorten en functies kunnen voorkomen. Deze aanpak sluit aan bij de voorkeurswerkwijze voor veldwerk (Brinkmann &

Limpens, 1999; Korsten & Regelink, 2010) waarbij zo'n inschatting vooraf gebruikt wordt om methoden, periodes en intensiteit van gegevensverzameling te kiezen. Kalibratie van de modelaannames vond plaats via veldwerk in 100 kilometerhokken. Bureaustudie en veldwerk worden hieronder nader besproken (figuur 1). De resultaten leiden tot een bespreking van toepassingsmogelijkheden van het model in de ruimtelijke ordening.

Bureaustudie

Beoordeling studiegebied

De basis voor het vleermuismodel is de inschatting van de presentie van een vleermuissoort binnen het studiegebied. Om het model eenvoudig te houden is de basisinstelling voor aanwezigheid simpelweg op de waarde 1 gezet (kans van meer dan 90% dat de soort de betreffende functie benut) terwijl afwezigheid de basisinstelling 0 krijgt (kans van minder dan 10% dat de soort de betreffende functie benut).

Eerst is voor de ruim 1.900 kilometerhokken het mogelijke voorkomen van soorten in het algemeen en hun landschapsgebruik beoordeeld op basis van vooraf gestelde criteria, afgeleid van soortspecifieke informatie over ecologie, gedrag en habitatvoorkeur. Beoordelingen zijn gekoppeld aan legenda-eenheden (onder hydrografie of landschap/grondgebruik) van de topografische atlanten (1:25.000) van het studiegebied. Recente veranderingen zoals waargenomen op luchtfoto's zijn daarbij verdisconteerd. Bewust is in dit proces geen rekening gehou-

Dr. R.E. (Roland) van der Vliet
Tauw bv

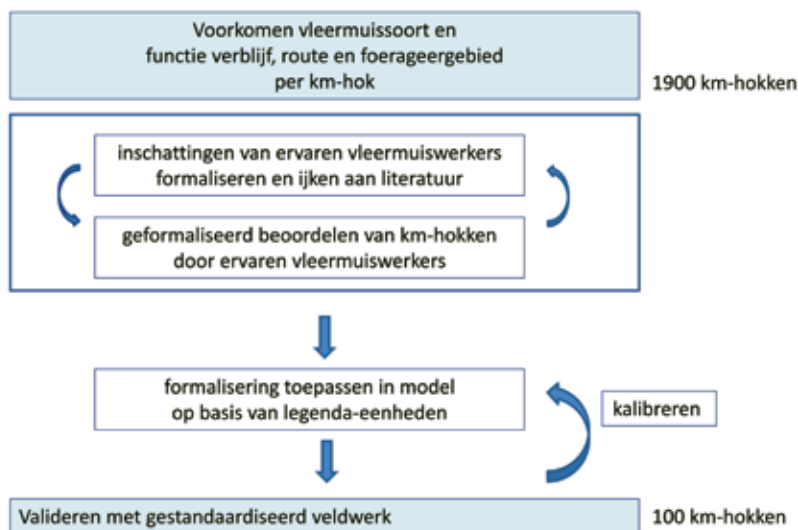
Drs. H.J.G.A. (Herman) Limpens
Zoogdiervereniging

M. (Maikel) Aragon van den Broeke MSc.
Rijkswaterstaat PPO

H.B. (Herman) Bouman
Arcadis

Drs. W.H.C. (Wim) Heijligers
Tauw bv, Postbus 1680, 5602 BR Eindhoven,
wim.heijligers@tauw.com

Foto **Herman Bouwman**.
Grootoorvleermuis.



Figuur 1 processchema van modelontwikkeling

Figure 1 flow diagram of model development

den met bestaande kennis over soortverspreiding. Per kilometerhok is vervolgens per soort de geschiktheid als verblijfplaats, foerageergebied of vliegroute beoordeeld op basis van het aanwezige landschap en de landschapselementen. Er wordt dus ingeschat of de juiste habitat voorkomt in een kilometerhok. Als een soort haar verblijfplaats alleen in gebouwen heeft terwijl in een kilometerhok geen gebouwen voorkomen, dan is de functie ‘verblijfplaats’ daar voor die soort niet beschikbaar. Op grond van dergelijke ecologische criteria wordt de basisinstelling voor deze functie dan op o gezet. Een andere functie kan echter wel beschikbaar zijn. Is een functie alleen voor een deel van een kilometerhok beschikbaar, dan is deze aan dit kilometerhok toegekend. Bij de bepaling van geschiktheid voor vliegroutes is op basis van *expert judgement* en literatuur de zogenaamde ‘gemiddelde maximale vliegafstand’ (*homerange*) per vleermuissoort meegewogen (tabel 1). De actuele vlieg-

routes zijn voor een soort nooit groter dan deze gemiddelde maximale vliegafstand. Dus als een kilometerhok buiten het bereik van een verblijfplaats ligt, dan geldt dat de soort daar niet kan voorkomen, dat het hok geen (energetisch rendabele) foerageermogelijkheid biedt en ook niet gebruikt wordt als vliegroute. Voor de inschatting van habitats en vliegroutes is uitgegaan van Kapteyn (1995); Kuijper *et al.* (2006); Limpens (2001; 2002); Limpens *et al.* (1997); Niethammer & Krapp (2001-2004); Smith (2000); Swift (1998); en Taake (1984).

Soortspecifieke beoordeling per functie

Als verblijfplaats in het zomerseizoen worden bomen en/of bebouwing benut. Dat leidt voor de combinaties van soort en functie tot een basisinstelling van 0 of 1 (tabel 1). Eventuele verschillen in voorkeuren in relatie tot de functie van een verblijfplaats in een specifiek seizoen (kraam- of paarseizoen) zijn hierin meegenomen. Ook voor de functies foerageergebied en vliegroute gelden dergelijke voorkeuren. Tabel 2 geeft per vleermuissoort voor de functie verblijfplaats welke legenda-eenheden als geschikt zijn beoordeeld. De legenda-eenheid ‘boom onder gebouwen en objecten’ wordt hierbij beschouwd als een laanstructuur met opgaande begroeiing. Voor boombewonende soorten werden de legenda-eenheden fruitkwekerij en boomkwekerij niet geschikt geacht, omdat hier door de jonge leeftijd van de bomen geschikte holttes ontbreken. Ook solitaire bomen zijn als ongeschikt beoordeeld vanwege een geschatte kans van bezetting door een vleermuissoort van hooguit 10%. Bij vrijstaande huizen is er rekening mee gehouden of er in de nabije omgeving voldoende beschutting voor foerageermogelijkheden was. Was dit niet het geval dan is de waarde 0 aan dat huis toegekend.

Er worden vijf categorieën foerageergebied onderschei-

Soort	Wetenschappelijke naam	Gebruikte afkorting	Boom-bewonend	Gebouw-bewonend	Afstand (km)
gewone dwergvleermuis	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pp	0	1	3
ruige dwergvleermuis	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pn	1	1	3
laatvlieger	<i>Eptesicus serotinus</i>	Es	0	1	5
meervleermuis	<i>Myotis dasycneme</i>	Mds	0	1	10
watervleermuis	<i>Myotis daubentonii</i>	Mda	1	0	3
franjestaart	<i>Myotis nattereri</i>	Mn	1	0	2
baardvleermuis	<i>Myotis mystacinus</i>	Mm	1	1	3
gewone grootoorvleermuis	<i>Plecotus auritus</i>	Pa	1	1	1,5
rosse vleermuis	<i>Nyctalus noctula</i>	Nn	1	0	10

Soort	Legenda-eenheid
Pp	huizenblok; huizen; hoogbouw
Pn	boomgaard; weide met populieren; loofbos; naaldbos; gemengd bos; heg en houtwal; boom onder gebouwen en objecten; huizenblok; huizen; hoogbouw
Es	huizenblok; huizen; hoogbouw
Mds	huizenblok; huizen; hoogbouw
Mda	boomgaard; weide met populieren; loofbos; naaldbos; gemengd bos; heg en houtwal; boom onder gebouwen en objecten
Mn	boomgaard; weide met populieren; loofbos; naaldbos; gemengd bos; heg en houtwal; boom onder gebouwen en objecten
Mm	boomgaard; weide met populieren; loofbos; naaldbos; gemengd bos; heg en houtwal; boom onder gebouwen en objecten; huizenblok; huizen; hoogbouw
Pa	boomgaard; weide met populieren; loofbos; naaldbos; gemengd bos; heg en houtwal; boom onder gebouwen en objecten; huizenblok; huizen; hoogbouw
Nn	boomgaard; weide met populieren; loofbos; naaldbos; gemengd bos; heg en houtwal; boom onder gebouwen en objecten

den: bos en groenstructuren, bebouwd gebied, open terrein, watergangen en open water (tabel 3). In principe zijn alle voor de soort geschikte habitats als geschikt foerageergebied beoordeeld. Later is vanwege het specifieke voorkomen van habitatspecialisten hiervoor gecorrigeerd via filters. Solitaire bomen in een kaal agrarisch landschap zijn ook voor de functie foerageergebied als ongeschikt beoordeeld omdat vleermuizen zich niet graag in zo'n landschap begeven. Voor groot open water

(IJsselmeer, Markermeer, IJmeer, Gooimeer, Eemmeer en Ketelmeer) is een aantal soortspecifieke vuistregels gehanteerd (Limpens, 2002; Van Dullemen & Schut, 2008). Alleen ruige dwergvleermuis, laatvlieger, meervleermuis, watervleermuis en rosse vleermuis foerageren tot twee kilometer uit de oever boven open zoet water. Boven brak water doen alleen ruige dwergvleermuis en meervleermuis dat.

Een vliegrouete is gedefinieerd als een route tussen es-

Tabel 1 naamgeving en eigenschappen van gemodelleerde vleermuissoorten. 0 = afwezig (met een kans op aanwezig < 10%); 1 = aanwezig (met een kans op aanwezig van > 90%). Afstand betreft de gemiddelde maximale vliegafstand die de grens van de kern van het leefgebied aangeeft.

Table 1 names and characteristics of modeled bat species. 0 = absent (with a probability of presence <10%); 1 = present (with a probability of presence of > 90%). Distance refers to the average maximum flight distance that defines the boundary of the core of the territory

Tabel 2 preferente landschapselementen per vleermuissoort voor de functie verblijfplaats. Landschapselementen zijn opgegeven met de naam van de legenda-eenheid uit de topografische atlas.

Table 2 preferential landscape elements per bat species for the roost function. Landscape elements specified by the name of the legend unit of the topographical atlas.

Tabel 3 preferente landschapselementen per vleermuissoort voor de functie foerageergebied en vliegrouete. Landschapselementen zijn opgegeven met de naam van de legenda-eenheid uit de topografische atlas

Table 3 preferential landscape elements per bat species for the foraging and commuting route function. Landscape elements specified by the name of the legend unit of the topographical atlas

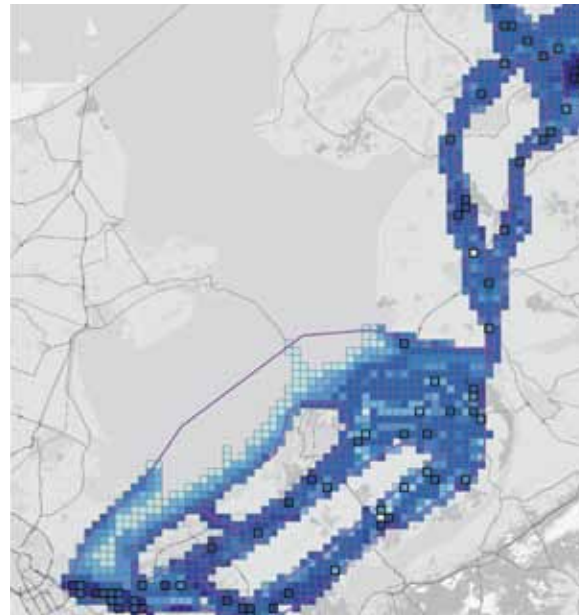
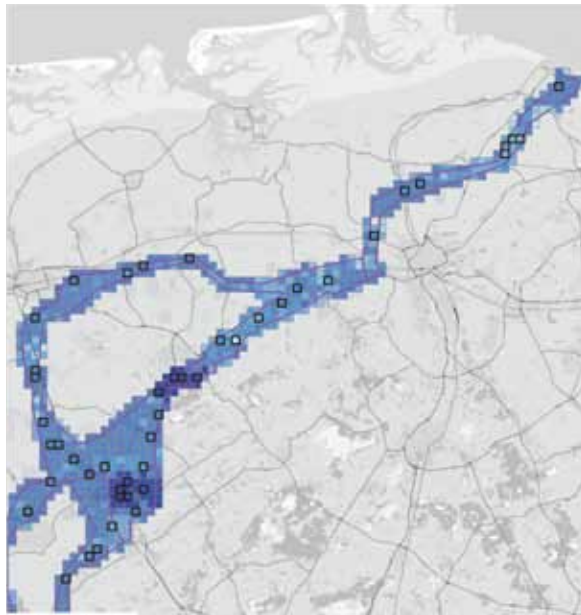
Categorie Foerageergebied	Legenda-eenheid	Soort
Bos en groen-structuren	boomgaard; fruitkwekerij; boomkwekerij; weide met populieren; loofbos; naaldbos; gemengd bos; heg en houtwal; laanstructuren met opgaande begroeiing gedefinieerd als wegen waarlangs boom onder gebouwen en objecten; groenstructuren binnen bebouwde kommen zoals tuinen van enig oppervlak of parken	Pp; Pn; Es; Mn; Mm; Pa; Nn Pp; Pn; Es; Pa; Nn
Bebouwd gebied	huizenblok; huizen; hoogbouw	
Open terrein	weide met sloten; bouwland met greppels; heide; zand; dras en riet	Pp; Pn; Es; Nn
Watergangen	(lijnvormige) waterlopen breder dan 3 m	Pp; Pn; Es; Mds; Mda; Nn
Open water	(niet-lijnvormige) wateroppervlakken: plassen en meren	Pn; Es; Mds; Mda; Nn
Vliegrouete		
Bomen/opgaande vegetatie	heg en houtwal; randen van legenda-eenheden weide met populieren; loofbos; naaldbos; gemengd bos; laanstructuren met opgaande begroeiing gedefinieerd als wegen waarlangs boom onder gebouwen en objecten; lanen en paden binnen bosgebieden	Pp; Pn; Es; Mds; Mda; Mn; Mm; Pa; Nn
Bebouwing	bebouwde kom van stad en dorp met relatief weinig groen in de straten; lintbebouwing (een weg met aan weerszijden één rij bebouwing)	Pp; Pn; Es; Pa; Nn
Water	(lijnvormige) waterlopen breder dan 3 m; dijken van 1 m of hoger zonder hoge begroeiing	Pp; Pn; Es; Mds; Mda; Nn

sentiële onderdelen van het leefgebied van vleermuisen. Zij verbinden verblijfplaatsen en foerageergebieden of foerageergebieden onderling. Vliegrouetes worden hoofdzakelijk gevormd door lijnvormige landschapselementen. De verschillende vleermuissoorten stellen hieraan hun specifieke eisen. Drie typen dagelijkse vliegrouetes zijn onderscheiden: via bomen (lijn-vormige groene structuren), via bebouwing en via water (tabel 3). De oevers van grote wateren worden vooral als foerageergebied gebruikt en de waarde als vliegrouete is daarom als gering beoordeeld (waarde 0). Vliegrouetes via groene structuren in de bebouwing zijn als vliegrouete via bomen/opgaande vegetatie geclassificeerd. Voor franjestaart en baardvleermuis geldt bij waterrijke bosgebieden met watergangen en/of open water, voor de functies foerageergebied en vliegrouete, dat zowel het bos als het water de waarde 1 heeft gekregen.

Toepassing van filters

Bij de inschatting van het voorkomen van vleermuissoorten is kennis over regionale en landelijke verspreiding bewust genegeerd. Om nu te voorkomen dat een voorspelling wordt verkregen van een specialistische soort buiten zijn bekende verspreidingsgebied, hebben wij drie filters ontwikkeld: het bosfilter, het kolonisatievermogenfilter en het stadskernfilter. Zij zijn gebaseerd op habitatvoorkeur en kolonisatievermogen van soorten (Kapteyn, 1995; Limpens et al., 1997; Limpens, 2001; 2002; Kuijper et al., 2006; Reinhold et al., 2007). Filters zijn toegepast op specialistische soorten en/of soorten met grote vliegafstanden (10 kilometer of meer). Toepassing van een filter betekent voor die soort dat kilometerhokken buiten het filter een voorspeld voorkomen van 0 kennen.

Kalibratie naar aanleiding van het uitgevoerde veldwerk leverde een kleine bijstelling in de eerder gedefinieerde filters op. Voor meervleermuis en rosse vleermuis is

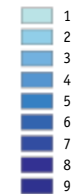


Figuur 2 voorspeld cumulatief voorkomen van vleermuissoorten in studiegebied, met weergave van de tijdens het veldwerk onderzochte kilometerhokken.

Figure 2 predicted cumulative presence of bat species in the study area, showing the grid squares examined during fieldwork.

legenda

Aantal Vleermuizen



- Veldwerk 2010
- Corridor

hierbij de aanwezigheid van de functies vliegroutes en foerageergebieden gecombineerd. Bij deze soorten is het onderscheid tussen beide functies in het veld niet altijd duidelijk, omdat zij onderweg actief foerageren.

- bosfilter

Het bosfilter is ontwikkeld voor de habitatspecialisten gewone grootoorvleermuis, franjestaart en baardvleermuis. De kern van het filter wordt gevormd door kilometerhokken die bestaan uit (aaneengesloten) bosgebied van tenminste 35 hectare. Rondom het centrum van deze kern van kilometerhokken is vervolgens per soort de soortspecifieke vliegafstand (tabel 1) uitgezet. Binnen deze afstand gelegen kilometerhokken met geschikt boshabitat zijn ook in het filter opgenomen.

- koloniseringsvermogenfilter

Het koloniseringsvermogenfilter is ontwikkeld voor langzame kolonisatoren van nieuw bosgebied, zoals franjestaart en baardvleermuis. Met dit filter konden kilometerhokken in de Flevopolders en de Noordoostpolder van die op het oude land worden onderscheiden.

- stadskernfilter

In het stadskernfilter is verdisconteerd dat geschikt foerageergebied voor de meervleermuis pas aanwezig is buiten de bebouwde kom. Voor deze soort is de actieradius dus uitgezet vanuit de rand van de bebouwde kom. Effect van dit filter is dat de ligging van relevant foerageergebied afhangt van de grootte van de stedelijke kern. Dit filter is toegepast voor stadskernen in Flevoland (Swifterbant, Dronten, Biddinghuizen, Lelystad, Zeewolde en Almere). Voor het oude land le-

Tabel 4 significantie per model per soort, zowel voor de drie functies samengenomen als per functie apart (verblijfplaats, vliegroute en foerageergebied). Voor meervleermuis en rosse vleermuis zijn functies vliegroute en foerageergebied gecombineerd. Vet en onderstreept: $p < 0.01$, vet: $p < 0.05$, -: geen significantie te bepalen.

Table 4 significance per model per species, both taken together for the three functions and for each function separately (roost, commuting route and foraging). For pond bat and common noctule, functions commuting route and foraging are combined. Bold and underlined: $p < 0.01$, bold: $p < 0.05$, -: significance not determined.

verde toepassing van dit stadskernfilter geen betere resultaten op, zodat dit hier niet is toegepast.

Veldwerk

Selectie onderzochte kilometerhokken

Voor kalibratie van het model is een gestratificeerde steekproef getrokken van in totaal 100 van de 1.900 kilometerhokken (figuur 2). Alleen kilometerhokken waarvan meer dan de helft binnen het studiegebied viel, zijn meegenomen. Kilometerhokken met alleen groot open water (zoals het IJsselmeer) zijn niet geïnventariseerd. Hier zijn de inzichten van Limpens (2002), Kuijper *et al.* (2006) en Van Dulleman & Schut (2008) gebruikt. Per geselecteerd kilometerhok wordt in beginsel met het voorkomen van alle soorten rekening gehouden.

Stratificatie van de steekproef deed recht aan de aanwezigheid van ondervertegenwoordigde habitats binnen het studiegebied, namelijk bosgebieden (vooral buiten Flevoland, op het 'oude' land) en stadskernen. Naast deze naar habitat gestratificeerde selectie zijn de resterende 39 kilometerhokken random over het gehele studiegebied geselecteerd. Vanwege het relatieve verschil in oppervlakte tussen 'nieuw' en 'oud' land is 1/3 deel (13 hokken) in 'nieuw' land (Flevoland) geselecteerd en 2/3 (26 hokken) daarbuiten.

Uitvoering

Het voorkomen van vleermuizen in het studiegebied is onderzocht in lijn met de toenmalige versies van het landelijk erkende vleermuisprotocol (Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging & Gegevensautoriteit Natuur, 2009-2010). Alle 100 kilometerhokken zijn bezocht door acht teams van twee personen verspreid over de maanden augustus/september 2009 (één veldbezoek) en april tot en met juli 2010 (drie veldbezoeken). Met batdetectors van het type Pettersson D240x zijn geluidsoptnames gemaakt voor nadere beoordeling van moeilijk te determineren soorten (Limpens, 1994-2015; Barataud, 2015).

Vooraf bepaalde ieder veldteam tijdens daglicht ter plekke waar en wanneer men in de nacht de beste kansen zou hebben om de moeilijkste soort-functiecombinatie waar te nemen, rekening houdend met soortspecifieke trefkansen gedurende etmaal en seizoen. Bij een waargenomen soort-functiecombinatie werd de aandacht verlegd naar andere combinaties. Veldwerk vond alleen plaats vanaf de openbare weg en paden. Dit heeft vermoedelijk weinig invloed gehad op het vaststellen van de aanwezigheid van de soort, maar wel op het vaststellen van specifieke soort-functiecombinaties (vooral op de aanwezigheid van verblijfplaatsen).

Soort	Functies samengenomen	Per functie		
		verblijfplaats	vliegroute	foerageergebied
Pp	-	<u>0.001</u>	0.023	0.800
Pn	0.599	0.395	0.323	0.153
Es	-	0.112	0.768	0.805
Mds	<u>0.000</u>	-		<u>0.000</u>
Mda	<u>0.000</u>	0.137	<u>0.003</u>	<u>0.000</u>
Mn	<u>0.000</u>	-	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>
Mm	0.065	0.752	0.048	0.065
Pa	0.018	<u>0.003</u>	<u>0.005</u>	0.023
Nn	0.100	0.020		0.987

Statistische toetsing

De hypothese dat er geen verschil is tussen gevonden en te verwachten waarden is met een χ^2 -toets op significantie getoetst ($p < 0.05$). Toetsing per soort per kilometerhok heeft plaatsgevonden voor alle functies samengenomen (op het niveau van het voorkomen van een soort) en voor iedere functie apart. Uitkomsten zijn gebruikt om de initiële aannames op basis van ecologische argumenten te kalibreren.

Resultaten

Voorspeld voorkomen

Figuur 2 geeft het voorkomen van vleermuissoorten in het studiegebied cumulatief weer. Vooral voor Groningen, Noordoost-Flevoland en de grote open wateren wordt een lage diversiteit aan soorten voorspeld; in de oude bosgebieden in Friesland en Noord-Holland juist een hoge.

Resultaten samengenomen functies

De algemene verspreiding van de soorten gewone dwergvleermuis en laatvlieger kan niet statistisch worden getest in verband met de afwezigheid in de dataset van kilometerhokken waarvoor het voorkomen van de soorten niet was voorspeld. De gewone dwergvleermuis kwam in alle 100 kilometerhokken voor, de laatvlieger in 65. De verspreiding van de meervleermuis, watervleermuis en franjestaart wordt daarentegen zeer goed voorspeld en die van gewone grootoorvleermuis goed (tabel 4). Voor de baardvleermuis, ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis kan de algemene verspreiding niet worden voorspeld.

Resultaten per functie

Tabel 4 geeft een overzicht van de resultaten per functie per soort. Het is opmerkelijk dat voor de algemene

soorten ruige dwergvleermuis en laatvlieger geen van de functies goed kan worden voorspeld. Voor de andere zeven soorten blijken verblijfplaatsen het meest lastig te voorspellen. Alleen voor de gewone dwergvleermuis, gewone grootoorvleermuis en rosse vleermuis bleek dat te kunnen. Voor de meervleermuis en franjestaart kan de verblijfplaats niet worden voorspeld, omdat deze voor deze soorten niet in het veld zijn vastgesteld. Voor vliegroutes en foerageergebieden zijn de resultaten beter. Voor de meervleermuis en rosse vleermuis is de combinatie van vliegroutes en foerageergebieden respectievelijk wel (goed) en niet te voorspellen. Vliegroutes kunnen (zeer) goed worden voorspeld voor gewone dwergvleermuis, watervleermuis, franjestaart, baardvleermuis en gewone grootoorvleermuis. Voor foerageergebieden geldt dit voor watervleermuis, franjestaart en gewone grootoorvleermuis.

Validatie voor meervleermuis

Validatie van het model is uitgevoerd voor de meervleermuis in een deel van Friesland en Groningen (figuur 3). Hiervoor zijn data uit de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFD) en andere bronnen buiten het project gebruikt die niet ouder waren dan 5-10 jaar. Al deze recente waarnemingen bevestigden het voorspelde voorkomen binnen het studiegebied. Wel zijn tijdens ons veldwerk meerdere nog onbekende waarnemingslocaties gevonden (figuur 3).

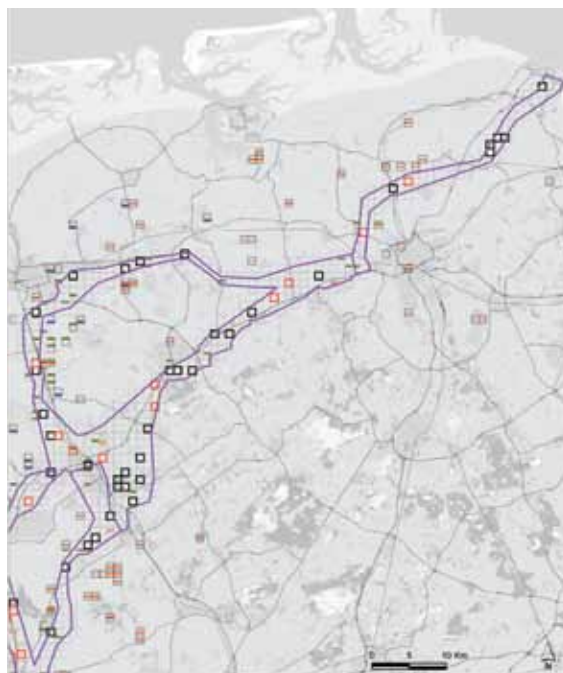
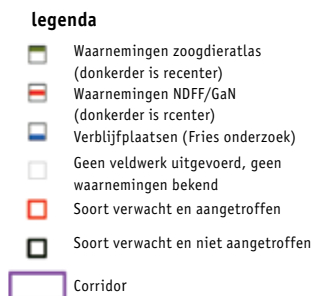
Discussie

Algemene kwaliteit voorspellingen

Omdat de specifieke ecologische eisen van de boshabitatspecialisten franjestaart, baardvleermuis en gewone grootoorvleermuis bekend zijn, lijkt hun voorkomen makkelijker te voorspellen. Dat is ook het geval voor franjestaart en gewone grootoorvleermuis. Voor de

Figuur 3 validatie van het voorkomen van meervleermuis in het noordelijke deel van het studiegebied.

Figure 3 validation of the presence of pond bat in the northern part of the study area.



baardvleermuis geldt echter dat alleen de functie vlieg-route goed te voorspellen is. De niet-significante uitkomsten voor deze soort worden veroorzaakt door waarnemingen van de baardvleermuis in enkele kilometerhokken in Friesland waar dat niet voorspeld is. De betreffende kilometerhokken bestaan uit een open landschap met heggen.

De meervleermuis, een habitatspecialist en soort met een grote actieradius, blijkt goed te modelleren. Dat geldt niet voor rosse vleermuis die eveneens een grote actieradius heeft. Deze soort is relatief zeldzaam in het studiegebied, terwijl geschikt habitat ruim voorhanden lijkt. Hierdoor wordt het voorkomen van de rosse vleermuis te positief ingeschat.

Voor de overige vier soorten, die meer generalistisch zijn, is het beeld gevarieerd. Soorten als laatvlieger en watervleermuis kunnen op basis van hun habitatvoorkomst bijna overal voorkomen, hoewel populatiedichtheden kunnen verschillen tussen regio's. Zodoende wordt het voorkomen van deze soorten voor veel plaatsen voorspeld zonder dat zij voorkomen, bijvoorbeeld in Friesland en Flevoland. Bij de laatvlieger speelt bovendien wellicht de recente afname van de soort in Nederland een rol in de minder robuuste voorspelling (Zoogdiervereniging, 2006). Ook verschillen in trefkans spelen een rol. Voor de ruige dwergvleermuis geldt bijvoorbeeld dat deze soort vooral in het najaar in grote aantallen in Nederland voorkomt, wat de trefkans in voorjaar en zomer sterk verlaagt. Een groter aantal bezoeken in het najaar zou het vaststellen van het voorkomen van de ruige dwergvleermuis ten goede komen.

Funciespecifieke kwaliteit voorspellingen

Verblijfplaatsen blijken relatief slecht te worden voorspeld. Dit lukte alleen voor gewone dwergvleermuis, gewone grootoorvleermuis en rosse vleermuis. Er is een aantal redenen waarom het vaststellen van een verblijfplaats minder gemakkelijk is en toeval een grotere rol speelt dan bij de andere functies. Zo is in dit project het onderzoek alleen uitgevoerd vanaf openbare wegen en paden. Daarnaast zijn voor het vaststellen van bepaalde combinaties van soort en verblijfplaats meer bezoeken nodig. Verder kan over het algemeen een verblijfplaats vooral worden vastgesteld bij het in- en uitvliegen en bij het zwermen in de schemering (maar niet midden in de nacht). Onderzoeksopzet en -budget lieten niet of slechts beperkt toe dat genoemde onvolkomenheden werden gerepareerd.

Van de ruige dwergvleermuis zijn in Nederland vooral paarplaatsen bekend, omdat paring in de herfst gebeurt

en deze soort juist dan in grote aantallen aanwezig is. Recent zijn geen kraamverblijven van de ruige dwergvleermuis meer bekend. Bij een vergelijkbare soort als de gewone dwergvleermuis zijn er vanwege het jaarrond voorkomen wel kansen op het vaststellen van kraamverblijven. Daarnaast heeft de ruige dwergvleermuis zijn paarplaatsen overwegend in bomen terwijl de gewone die heeft in gebouwen. Voor de ruige dwergvleermuis mag daarom een lager succes in de voorspellen van het voorkomen van verblijfplaatsen worden verwacht dan voor de gewone. Meer herfstbezoeken kunnen, zoals eerder vermeld, tot betere resultaten leiden. Ook wat betreft foerageergebieden van de ruige dwergvleermuis geldt dat de kans op het vaststellen daarvan groter is in de herfst door de jaarlijkse influx van vrouwtjes uit het oosten. Vliegroutes zijn bij ruige dwergvleermuis vermoedelijk minder gemakkelijk vast te stellen dan bij gewone omdat op het moment van voorkomen van duidelijke vliegroutes in Nederland (kraamtijd) alleen mannetjes en niet-reproductieve vrouwtjes van de soort aanwezig zijn.

Het verdient aanbeveling om het model te verbeteren voor relatief algemene en generalistische soorten als ruige dwergvleermuis en laatvlieger.

Beleidstoepassing

Na verdere kalibratie en validatie zou het model kunnen worden toegepast in studies op een groot schaalniveau zoals MER-studies, landschapsbeleidsplannen van provincies of grote gemeenten en soortbeschermingsplannen. Het is wellicht daarnaast mogelijk om voorgenomen maatregelen ter voorkoming van versnippering door te rekenen. Het plan is om het beschreven model om te zetten naar een GIS-omgeving wat het gebruiksgemak sterk zal vergroten.

Dank

TenneT TSO B.V. financierde het onderzoek. Een onafhankelijke wetenschappelijke klankbordgroep, bestaande uit Frans Koops, Dick Melman, Henk Sierdsema en Martin J. Wassen, heeft de aanpak op hoofdlijnen van kritisch commentaar voorzien. Een woord van dank ten slotte aan de personen die het veldwerk hebben verricht. Dit waren zowel werknemers van Tauw bv als van de Zoogdierverseniging.

Summary

Modelling the presence of bats

Roland van der Vliet, Herman Limpens, Maikel Aragon van den Broeke, Herman Bouman & Wim Heijligers

landscape modeling, bat model, landscape elements, large-scale, environmental impact assessment

In large-scale studies like environmental impact studies, available distribution data of bats is often far from complete. Field work for such studies is time-consuming and costly. We modeled the presence of nine bat species in northwestern Netherlands based on a landscape-ecological analysis. Modeling of the three species-specific landscape functions roost, foraging area and com-

muting route was based on the legend units of detailed topographical maps. We validated our model for pond bat (*Myotis dasycneme*) in part of the study area where we achieved a good fit. For four species, model results were significant, but for the remaining species not, including those of three widespread species. Functions for specialist forest species were mostly modelled well. Species with large homeranges showed mixed results, with significant results for one species, but only the

roosts model results being significant for the other. For generalist species, no significant results were obtained for two species, yet highly significant results (for most functions) for the other two. Without distinguishing between functions, we prepared a cumulative bat presence map in our study area. After further calibration and validation, we consider this map to be useful for large-scale studies.

Literatuur

- Barataud, M., 2015.** Acoustic ecology of European bats. Species identification and studies of their habitats and foraging behaviour. Biotope & National Museum of Natural History, Paris.
- Brinkmann, R. & H.J.G.A. Limpens, 1999.** The role of bats in landscape planning. Travaux scientifiques du musée national d'histoire naturelle de Luxembourg 31: 119-136.
- Dulleman, D. van & J. Schut, 2008.** Vleermuizen en windturbines in de Noordoostpolder. A&W-rapport 925. Veenwouden, Bureau Altenburg & Wymenga.
- Kapteyn, K., 1995.** Vleermuizen in het landschap. Schuyt & Co.
- Korsten, E. & J.R. Regelink, 2010.** Herkennen van potentiële vleermuiswaarden: in het kader van quick scans en ander ecologisch vooronderzoek. Zoogdiervereniging-rapport 2010.44. Nijmegen, Zoogdiervereniging VZZ.
- Kuijper, D.P.J., J. Schut, A.-J. Haarsma, J. Ouwehand, H.J.G.A. Limpens & D. van Dulleman, 2006.** Meervleermuizen in Fryslân: kennisonwikkeling voor soortbescherming. A&W-rapport 748. Veenwouden/Arnhem, Bureau Altenburg & Wymenga en Zoogdiervereniging VZZ.
- Limpens, H.J.G.A., 1994-2015.** Educational material for the workshop on identification of bats in flight and the survey of bats with a bat detector. Dieren/Hannover/Nijmegen, Eco Consult & Project Management, Naturschutzbund Niedersachsen en Zoogdiervereniging VZZ.
- Limpens, H.J.G.A., 2001.** Beschermingsplan vleermuizen van moerassen. Rapport 2001.05. Arnhem, Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming.
- Limpens, H.J.G.A., 2002.** Meervleermuizen aan de Gelderse randmeren. Rapport 2002.10. Arnhem, Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming.
- Limpens, H.J.G.A., K. Mostert & W. Bongers, 1997.** Atlas van de Nederlandse vleermuizen; onderzoek naar verspreiding en ecologie. KNNV Uitgeverij.
- Niethammer, J. & F. Krapp (red.), 2001-2004.** Handbuch der Säugetiere Europas. Fledertiere. Wiesbaden, Aula.
- Reinhold, J., A.-J. Haarsma, J.R. Regelink & H.J.G.A. Limpens, 2007.** Vleermuizen in Flevoland: een beschermde diergroep in beeld gebracht. Eindrapportage 2007. Rapport LBF-2007-015. Arnhem/Lelystad, Zoogdiervereniging VZZ en Landschapsbeheer Flevoland.
- Smith, P.G., 2000.** Habitat preference, range use and roosting ecology of Natterer's bats (*Myotis nattereri*) in a grassland-woodland landscape. Dissertatie. University of Edinburgh, UK.
- Swift, S.M., 1998.** Long-eared bats. London, Bllomsbury Publishing/Poyser Natural History.
- Taake, K.H., 1984.** Strukturelle Unterschiede zwischen den Sommerhabitaten von Kleiner und Großer Bartfledermaus (*Myotis mystacinus* und *M. brandtii*) in Westfalen. Nyctalus (NF) 2: 16-32.
- Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging & Gegevensautoriteit Natuur, 2009, 2010.** Het protocol voor vleermuisinventarisaties. Versie 2 april 2009 respectievelijk 5 maart 2010. Download via www.netwerkgroenebureaus.nl.
- Zoogdiervereniging, 2006.** Basisrapport voor de Rode Lijst zoogdieren volgens Nederlandse en IUCN-criteria. VZZ rapport 2006.027. Tweede, herziene druk. Arnhem, Zoogdiervereniging VZZ.