



Worden vleermuizen verstoord door festivalmuziek?

Er zijn in Nederland jaarlijks meer dan 400 muziekfestivals in de buitenlucht. De festivallocaties liggen vaak in of nabij groene recreatieterrinen of natuurgebieden. Luide muziek en lichtshows kunnen conflicteren met natuurwaarden. Vleermuizen komen bijna overal voor, maar vormen een kwetsbare groep en daarom zijn de dieren streng beschermd. De effecten van licht op vleermuizen zijn bekend, hiervoor kunnen gepaste maatregelen worden getroffen. Over de effecten van geluid van festivalmuziek is nog weinig bekend.

Wat kunnen vleermuizen horen en worden ze verstoord door festivalmuziek?

In 2016 en 2017 vond op Vliegveld Twenthe, naast het natuurgebied De Lonnekerberg, het hardcore Airforce muziekfestival plaats. Voor de toetsing aan de natuurwetgeving is door ons veld- en literatuuronderzoek uitgevoerd naar de verstoring van vleermuizen door de muziek. In het veldonderzoek werd het gedrag van vleermuizen gemonitord. We plakten kleine zenders op de rug van vleermuizen en met behulp van telemetrie werden de vlieglocaties en verblijfplaatsen bepaald (Janssen et al., 2017). Dit is het eerste zenderonderzoek naar effecten van festivalmuziek op vleermuizen.

Wat is verstoring?

Een toename van de intensiteit van verstoring zal een toename van de impact veroorzaken. Deze impact kan variëren van verstoring op fysiologisch niveau zonder gedragsverandering tot impact op de instandhouding van het populatieniveau. Het veldonderzoek tijdens het Airforce muziekfestival en de experimenten uit de literatuur richten zich alleen op gedragsverandering. Luo et al. (2015) hebben een overzicht opgesteld van drie vormen van verstoring van vleermuizen door geluid:

1. 'Acoustic masking' - het achtergrondgeluid maskeert de echolocatiepulsen of het geluid dat de prooi maken;
2. 'Reduced attention' - de verstoring van de aandacht door geluid;
3. 'Noise avoidance' - het ontwijken van het geluid.

'Acoustic masking' en 'reduced attention' kunnen beide tot gevolg hebben dat de prooidetectiekans en het vangstsucces verkleind worden en 'noise avoidance' betekent dat vleermuizen het deel van het foerageergebied met geluidbelasting verlaten en een alternatief opzoeken. Deze drie vormen van verstoring leiden er toe dat er meer energie nodig is om een bepaalde hoeveelheid voedsel binnen te krijgen. 'Noise avoidance' kan ook tot gevolg hebben dat verblijfplaatsen worden gemedend of dat de verblijfplaats eerder of later wordt

verlaten om te foerageren als gevolg van het festivalgeluid. Volgens de jurisprudentie over de Wet natuurbescherming is niet iedere verstoring die leidt tot gedragsverandering van een dier, een verboden verstoring. Ecologisch gezien zal eerder sprake zijn van een verstoring die ook tot overtreding van de Wet natuurbescherming kan leiden, als er sprake is van blijvende effecten. Er is daarom onderzocht of het festivalgeluid bovenstaande gedragsveranderingen kan veroorzaken en of dit voor een tijdelijke of een blijvende verstoring zorgt.

Vleermuizen en geluid

Vleermuizen hebben een specialistisch gehoororgaan dat zeer hoge frequenties kan opvangen. Zij gebruiken ultrasoon geluid (geluid boven de 20 kHz) voor hun echolocatiesysteem. Dit zijn frequenties die buiten het gehoorbereik van mensen liggen. De gevoeligheid van de oren wordt naast de frequentie ook bepaald door de geluidsstrekte (in decibels, dB). Vleermuizen kunnen bepaalde frequenties alleen waarnemen als de geluidsstrekte hoog is, terwijl ze andere frequenties ook zeer goed bij een lage geluidsstrekte kunnen horen.

GELUIDSFREQUENTIES

Vleermuizen gebruiken geluid om zich te oriënteren en bij de jacht op insecten en spinnen. Bij vleermuizen is er voor wat



Zwermende gewone grootoorvleermuis. Met hun grote oren kunnen ze goed geluiden horen met zeer lage frequenties (vanaf 8 kHz) en een lage geluidsdruk (dB). Zo horen ze het fladderen van de vleugels van nachtvlinders (foto's: René Janssen).

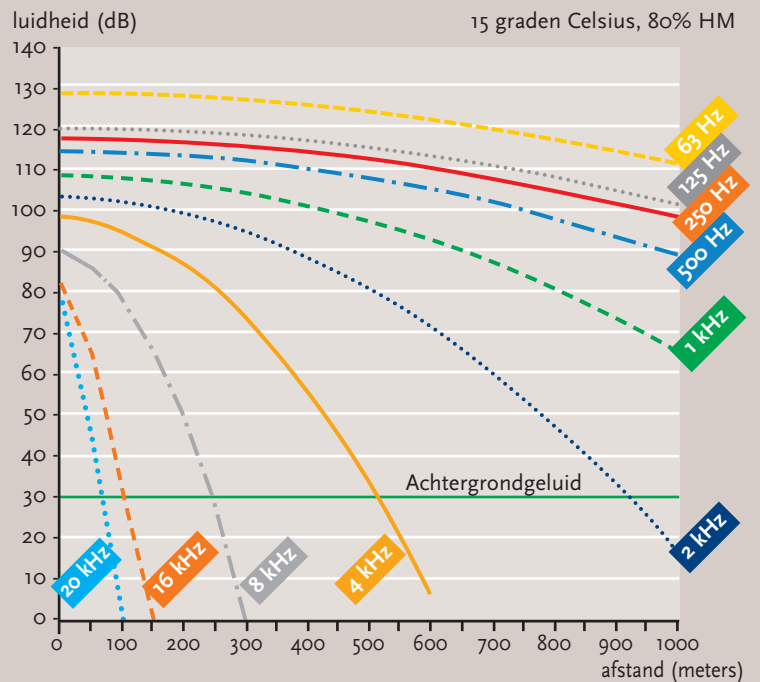


Fig. 1. De reikwijdte (meters) van geluid (dB) per frequentie (octaaf-band) voor de track 'OurLegacy' van Guerillas (Thunderdome 2017 Anthem). Rekenparameters: uitstuur luidheid is 130 dB, op drie meter hoogte, zacht bodemgebied, geen obstakels, 80% luchtvochtigheid en 15 graden Celcius. Achtergrondgeluid van 30 dB.

betreft geluid onderscheid te maken in twee soorten jachtstrategieën: actieve luisteraars en passieve luisteraars. Actieve luisteraars gebruiken echolocatie om hun prooien op te sporen. Deze vleermuizen zenden signalen uit die weerkaatsen in de omgeving en op de prooien. De weerkaatsing, oftewel 'echo', vangt de vleermuis op met zijn oren. Hij kan daarmee de locatie van zijn prooi bepalen. De signalen van deze actieve jagers bestaan uit ultrasoon geluid. Voor de meeste soorten actief luisterende vleermuizen is het frequentiebereik vanaf 15 kHz tot 110 kHz relevant (Dietz et al., 2011).

De in Nederland voorkomende Bechsteins vleermuis, vale vleermuis, gewone en grijze grootoorvleermuis gebruiken vooral een passieve jachtstrategie; ze luisteren naar geluiden van bewegende prooien op de grond en/of op vegetatie om deze te detecteren en daarna te vangen. Passieve luisteraars zijn het meest gevoelig binnen de frequenties vanaf 8 kHz (Coles et al., 1989; Dietz et al., 2011). Behalve met de gevoeligheid van de gehoororganen van vleermuizen, blijkt deze frequentie ook overeen te komen met de 'piek' in het bereik van de geluiden die prooien op straat maken (Goerlitz et al., 2008; Dietz et al., 2011). De huismoeder (*Noctua pro-nuba*) is het hoofdvoedsel van de gewone grootoorvleermuis. Het slaan van de vleu-

gels door deze nachtvlinder tegen de bladeren heeft een bereik van 6-16 kHz en ligt daarmee in het gehoorbereik waar de oren van de gewone grootoorvleermuis het meest gevoelig zijn (Coles et al., 1989). Deze passieve luisteraars gebruiken ook echolocatie, in hoofdzaak voor oriëntatie.

GELUIDSSTERKTE

Vleermuizen zelf maken erg harde geluiden, sommigen tot meer dan 130 dB, zoals de rosse vleermuis. Het volume van de echo's van deze geluiden is sterk afhankelijk van de afstand, het type prooi en op welke ondergrond deze prooi zich bevindt (Goerlitz et al., 2008; Dietz et al., 2011).

Kader 1. Geluidsterkte, dB(A) of dB ?

De 'A' in dB(A) staat voor de zogenaamde 'A-correctie'. Deze correctie is gebaseerd op de gevoeligheid van het menselijk oor. Frequenties waarvoor het menselijk oor optimaal gevoelig is, tellen het zwaarst mee in de A-weging. Frequenties waarvoor het menselijk oor minder gevoelig is, tellen minder zwaar mee. Voor vleermuizen is een wegingsfactor voor het menselijk oor niet zinvol. De oren van vleermuizen zijn anders gebouwd; ze horen in een ander frequentiebereik dan mensen. Voor de effectbepaling van geluid op vleermuizen ligt het daarom voor de hand om ongewogen waarden te gebruiken, in dB.

Het volume waarbij vleermuizen iets kunnen waarnemen, is sterk afhankelijk van de frequenties waar de vleermuizen gevoelig voor zijn. Het onderzoek van Coles et al. (1989) geeft aan dat gewone grootoorvleermuizen het geluid van 4 kHz pas horen bij meer dan 80 dB. Vanaf 8 kHz tot 20 kHz zijn grootoorvleermuizen in staat om deze geluiden waar te nemen beneden de 1 dB. Ook Schaub et al. (2008) stelden vast dat volume in relatie tot de frequentiehoogte bepalender is voor verstoring dan alleen volume.

MUZIEK

Geluidsniveaus voor onder andere muziek worden in het algemeen in dB(A)'s uitgedrukt (kader 1). Ter illustratie van de geluidsterkte: 20 dB(A) is stille natuur, 50 dB(A) overdag in een woonwijk, 65 dB(A) langs een drukke verkeersweg en 130 dB(A) is op 50 m van een startende straalmotor van een vliegtuig (Reimerink et al., 2017). Muziek heeft een bepaalde geluidsterkte nodig om de artistieke waarde te kunnen beleven. Hierdoor ligt het bronvermogen tussen de 100 dB(A) tot 150 dB(A) bij grootschalige buitenevenementen. Binnen de totale geluidsterkte van de muziek verschilt de geluidsterkte per frequentie (fig. 1, het bronvermogen van 125 Hz is veel hoger (luider) dan dat van 8 kHz). Frequenties die gebruikelijk zijn voor

muziek starten bij circa 60 Hz en eindigen rond 20 kHz (ofwel 20.000 Hz). De mens hoort in het ideale geval geluid vanaf frequenties van 20 Hz tot 20 kHz. Op latere leeftijd neemt de gevoeligheid voor de hogere frequenties af en wordt bijvoorbeeld boven 12 kHz niets meer gehoord. Hoge frequenties doven sneller uit dan lage frequenties. Opgaande begroeiing heeft nauwelijks een dempend effect op laagfrequent geluid, zeker niet op korte afstand van de muziekbron, maar begroeiing dempt hoogfrequent geluid al snel. Figuur 1 laat zien wat de reikwijdte van het geluid is voor verschillende frequenties, uitgaande van de frequentieverdeling van een hardcorenummer.

WAT HOREN VLEERMUIZEN VAN MUZIEK?

In figuur 2 staat het frequentiebereik van vleermuizen ten opzichte van festivalmuziek schematisch weergegeven. Hieruit blijkt dat er maar een kleine overlap is tussen het geluid van festivalmuziek en het geluid dat vleermuizen kunnen waarnemen. De overlap van festivalmuziek en de gevoeligheid van vleermuizen ligt tussen de frequenties van 4 kHz (ondergrens hoorbaar passieve luisteraars) tot 20 kHz (bovengrens hoorbaar voor de mens). Voor actief luisterende vleermuizen beginnen de relevante frequenties bij 15 kHz (rosse vleermuis). Een relatief klein deel van het spectrum van de muziek is hoorbaar voor vleermuizen, namelijk de frequenties vanaf 4 kHz en hoger. De overlap in frequenties zit daarom met name bij passief luisterende vleermuizen.

Mogelijke effecten

Er zijn verschillende experimenten uitgevoerd naar de effecten van geluid op vleermuizen. Het ging hierbij niet om muziek, maar om verkeersgeluid, breedbandgeluid met een geluidssterkte van 80 dB en ruisend riet van 68 dB. De geluidssterkte van ruisend riet was in het experiment veel hoger dan in een 'natuurlijke situatie'. De frequenties van het geluid in de experimenten overlapt de frequenties van de prooien. In tegenstelling tot muziek bevatten deze drie typen geluid in de experimenten ook ultrasone frequenties (boven de 20 kHz). Deze frequenties zijn goed hoorbaar voor vleermuizen (Schaub et al., 2008). In het experiment hadden valse vleermuizen, een passieve jager, de keuze uit twee ruimtes: met en zonder geluid. Schaub et al. (2008) concludeerden dat er minder foerageertijd werd doorgebracht in

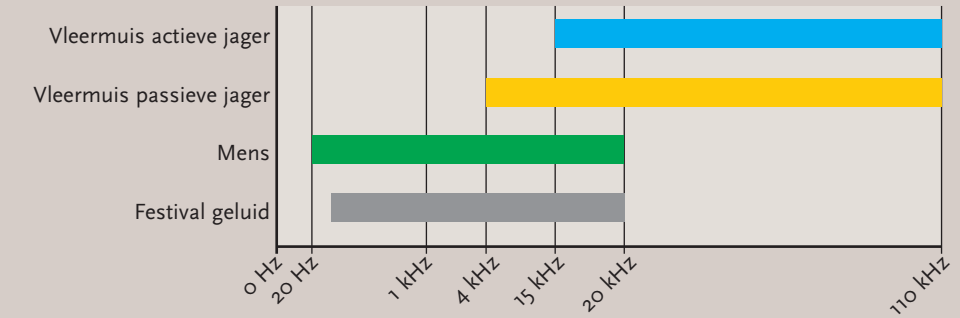


Fig. 2. Frequentiebereik van vleermuizen in vergelijking met het frequentiebereik van festivalmuziek en wat hoorbaar is voor de mens.

de ruimte met geluid dan in de ruimte zonder geluid. Hier trad duidelijk 'noise avoidance' op. Het effect was het grootst bij breedbandgeluid (20% foerageertijd in ruimte met breedbandgeluid t.o.v. 80% foerageertijd in de ruimte zonder geluid), vervolgens bij ruisend riet (30%) en verkeersgeluid (40%). Ook het vangstsucces van de prooien werd duidelijk verminderd door geluid, waarbij ook hier het breedbandgeluid de meeste invloed had, vervolgens ruisend riet en verkeersgeluid. De frequenties van ruisend riet overlappen mogelijk meer met het prooigeluid dan de frequenties in verkeersgeluid. Er werd geen verschil in oriëntatievermogen waargenomen, waaruit werd geconcludeerd dat er geen invloed was van het geluid op de echolocatie van de vleermuizen. Siemers & Schaub (2011) vonden vergelijkbare resultaten in een experiment met de invloed van verkeersgeluid op het lokaliseren van prooien en het vangstsucces. Hoe sterker het geluid, ofwel hoe dichterbij de snelweg, hoe minder succesvol de valse vleermuizen waren in het foerageren. De onderzoekers concludeerden dat 'acoustic masking' hiervan de hoofdoorzaak is, maar 'reduced attention' werd niet uitgesloten. Luo et al. (2015) hebben een geluidsexperiment met frequenties van 1 tot 25 kHz uitgevoerd met vier watervleermuizen. De watervleermuis is een actieve jager met een jachtfrequentie tussen de 22 en 80 kHz. De frequenties uit het experiment overlappen maar voor een klein deel met de echolocatie van watervleermuizen. Geconcludeerd werd dat de prooidetectie en het vangstsucces niet werd gehinderd door 'reduced attention' (dieren vingen even gemakkelijk in verschillende set-ups) en 'acoustic masking' (de echo was hoger dan het achtergrondgeluid). De vleermuizen kozen wel vaker voor een kamer zonder geluid dan met geluid om te foerageren. De onderzoekers concludeerden dat 'noise avoidance' de oorzaak was voor een lager foerageersucces en het mechanisme was om de verstoring uit de weg te gaan.

In de voorgenoemde onderzoeken was de foerageeractiviteit van valse vleermuis en watervleermuis in de ruimtes met geluid lager, maar nooit nul. De onderzoekers Siemers & Schaub (2011) verklaren dit doordat:

- vleermuizen evolutionair aangepast zijn aan het foerageren in situaties met natuurlijk lawaai, zoals wind- of watergeluid;
 - vleermuizen waarschijnlijk met de richting van hun oren toch onderscheid kunnen maken tussen de richting van het prooigeluid van de grond en de richting van het omgevingsgeluid;
 - het geluid van insecten puls- en klikachtig is en de hogere frequenties van dit geluid boven het omgevingsgeluid uitkomen. Ook in het onderzoek van Goerlitz et al. (2008) naar passief luisterende vleermuissoorten worden deze eigenschappen aangetoond. Zij stelden vast dat vleermuizen een prooi konden detecteren met een geluidsterkte van 20 dB, dit is circa 10 dB lager dan het achtergrondgeluid in een bos. Als voorbeeld wordt hierin beschreven dat dit betekent dat een prooi die een geluid maakt van 60 dB op 12 kHz (de piek van het geluid) op circa 9 meter afstand door de vleermuis kan worden opgemerkt in een (West-Europees) bos (Goerlitz et al., 2008).
- De vraag is of het effect van 'noise avoidance' in de experimenten ook waar te nemen is in het veldonderzoek, tijdens het Airforce muziekfestival. De frequentie overlap van festivalmuziek en wat vleermuizen kunnen waarnemen is namelijk aanmerkelijk kleiner dan de overlap van het geluid in de bovenstaande experimenten.

Onderzoek vleermuizen Airforce muziekfestival

ZENDEREN VAN VLEERMUIZEN

Het Airforce muziekfestival, editie 5 augustus 2017 is een hardcore muziekfestival met zes podia op 'De Strip', Vliegveld Twenthe, naast het natuurgebied van de Lonkekerberg. Het onderzoek is uitgevoerd naar passief luisterende vleermuizen. Drie

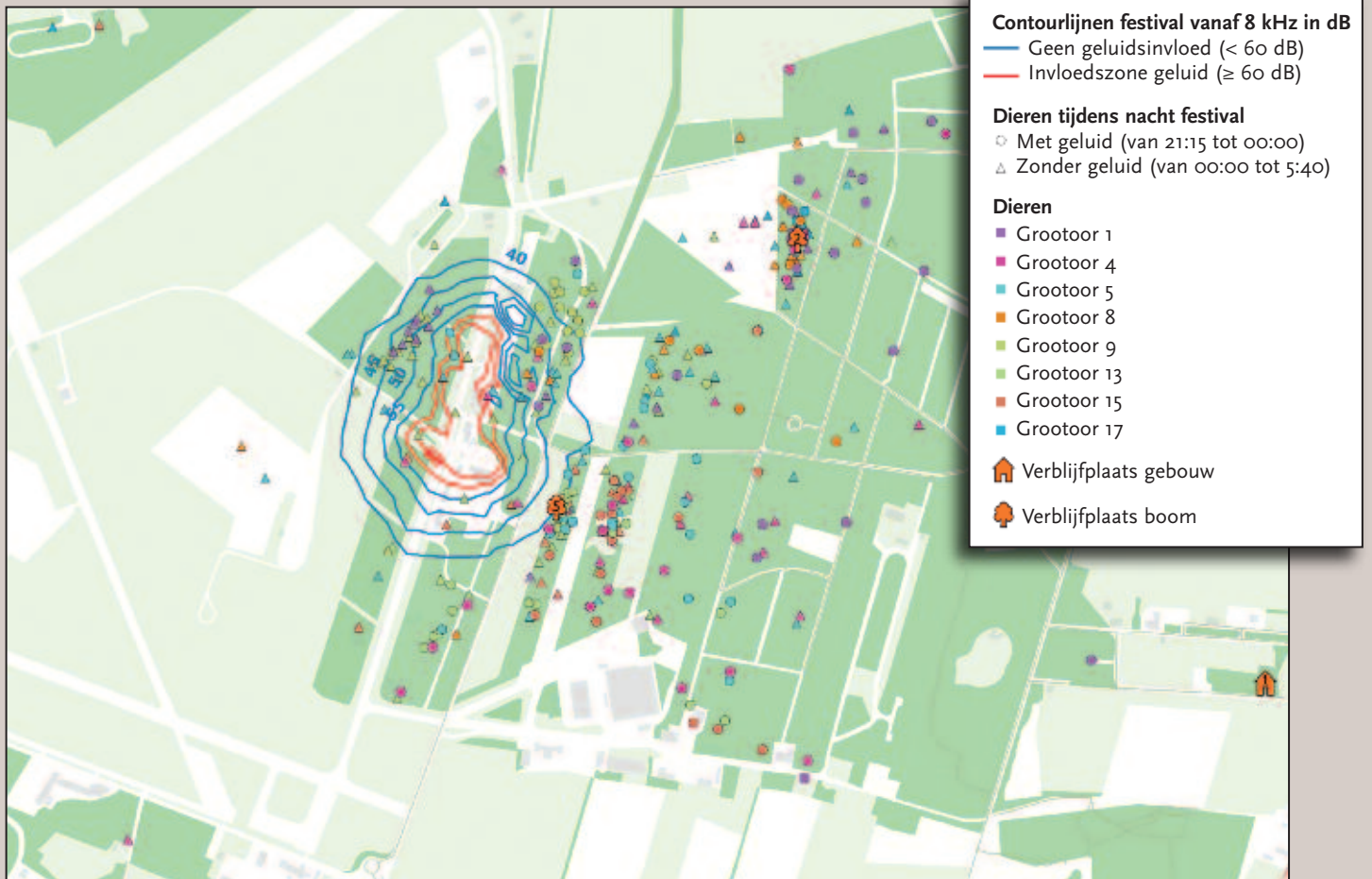


Fig. 3. Locaties van 8 van de 16 gezenderde grootoorvleermuizen die in de nacht van het Airforce muziekfestival nabij het festivalterrein aanwezig waren. Bolletjes geven locaties weer in de periode met festivalmuziek, driehoekjes in de periode zonder festivalmuziek. De verblijfplaatsen van de betreffende grootoorvleermuizen zijn aangegeven. Gemodelleerde contourlijnen geven de reikwijdte weer (dB-lijnen van 60 tot 40 dB) van festivalmuziek bij een frequentie van 8kHz.

dagen voor het festival zijn 16 gewone grootoorvleermuizen en 2 valse vleermuizen gevangen en van een zender voorzien. Het doel was om te bepalen of de vleermuizen tijdens de muziek een verandering in gedrag vertoonden in vergelijking met de situatie zonder muziek. De gezenderde vleermuizen werden twee dagen voorafgaand, tijdens en twee dagen na het Airforce muziekfestival gevolgd middels telemetrie. Hun ruimtegebruik werd hiermee in kaart gebracht. Er werden zes verblijfplaatsen gevonden van de gewone grootoorvleermuis en de dieren gebruikten de Lonnekerberg en ook het festivalterrein als foerageergebied. De valse vleermuizen gebruikten maar voor korte periodes het gebied om het festivalterrein om te foerageren en werden niet dagelijks aangetroffen op de Lonnekerberg. Valse vleermuizen konden daarom niet gebruikt worden om te bepalen of er een verandering in foeragegedrag plaatsvond in relatie tot de muziek. Hun verblijfplaatsen lagen enkele kilometers van het festivalterrein af (Janssen et al., 2017).

GELUIDCONTOUREN

Voor het Airforce muziekfestival zijn prognoseberekeringen gemaakt voor de frequentie 8 kHz (van 4 tot 8 kHz zijn de vleermuizen alleen gevoelig bij volumes

hoger dan 80 dB), om de reikwijdte van het geluid vast te stellen (fig. 3). Bij de berekeningen is uitgegaan van het zogenaamde 'standaard housespectrum' en een maximale richtwerking van het geluid naar het publiekswak. Omdat behalve frequentie ook volume een rol speelt bij wat vleermuizen kunnen waarnemen en waardoor vleermuizen mogelijk verstoord kunnen worden, is er een grenswaarde bepaald op 60 dB. Deze 60 dB komt overeen met natuurlijk achtergrondgeluid tijdens een regenbui (Voigt et al., 2011) en het ruisend riet (68 dB), zoals in het experiment van Schaub et al. (2008). Er zijn geen geluidsmetingen op het festivalterrein uitgevoerd tijdens het festival. Wel heeft de gemeente Enschede geluidsmetingen gedaan in de omgeving. De dichtstbijzijnde locatie, Top Grefteberghoekweg, ligt op circa 500 meter van het festivalterrein en binnen de berekende 45 dB contour van 8 kHz. De gemeten waarden liggen onder de 30 dB, aanzienlijk lager dan de prognoseberekeringen. De prognoseberekeringen behelsden een 'worstcase' benadering. In

de praktijk blijkt in het algemeen dat gemeten volumes in het veld lager zijn, omdat in de berekening de demping van begroeiing niet is meegenomen en de boxen invloed hebben op hoe het geluid wordt uitgezonden. In de referentiesituatie (op 4 en 8 augustus) bleek het gemeten geluidsniveau van het achtergrondgeluid bij de hogere frequenties hoger te zijn door natuurlijke geluiden zoals regen, wind en ritselende bladeren dan het muziekgeluid tijdens het Airforce muziekfestival (Janssen et al., 2017).

RESULTATEN

Uit de analyse van de data blijkt dat de gewone grootoorvleermuizen niet eerder of later hun vaste rust- en verblijfplaats verlieten om te foerageren ten gevolge van het festivalgeluid. Tevens zijn de gezenderde vleermuizen allemaal teruggekeerd naar de kraamverblijfplaatsen. De verblijfplaatsen waren zowel voorafgaand als na het festival in gebruik. Verblijfplaats 5 (fig. 3) ligt rond de 40 dB voor de frequentie op 8 kHz. Tijdens het Airforce muziekfestival bleven

Foto 4. Gewone grootoorvleermuis in boomholte (foto: René Janssen).



de gewone grootoorvleermuizen foerageren langs de bosranden rondom het festivalterrein. Er is geen meetbaar statistisch verschil vastgesteld ten aanzien van de vliegbewegingen voor, tijdens en na het festival van de 16 gezenderde gewone grootoorvleermuizen. Ook in de festivalnacht is geen verschil gemeten in vliegbewegingen met en zonder muziek. Geconcludeerd wordt dat er gedurende het Airforce muziekfestival geen meetbare verandering is opgetreden in het gedrag van de gewone grootoorvleermuizen (Janssen et al., 2017). 'Noise avoidance' is in dit onderzoek niet vastgesteld. Het zenderonderzoek had niet de opzet om 'acoustic masking' of 'reduced attention' te bepalen. Maar indien dit was opgetreden, dan was dit voor de vleermuizen geen reden om uit te wijken. Vliegen kost vleermuizen veel energie. Wanneer zij niet succesvol kunnen jagen, zullen ze zich verplaatsen naar andere foerageergebieden. Uit de vijf verschillende nachten van het zenderonderzoek blijkt dat de vleermuizen gebruik maken van een groot foerageergebied dat grotendeels buiten de invloedzone van het geluid ligt. De vleermuizen die voorgaande dagen foerageerden rondom het festivalterrein, bleven tijdens het festival ondanks de beschikbare rustige jachtgebieden in de directe omgeving van het festival foerageren.

Tijdens een eerder veldonderzoek gedurende Airforce Festival 2016 naar gewone dwergvleermuizen (een actieve jager), werd een kraamverblijfplaats van deze

Kader 2. Mitigerende maatregelen

Tijdens het festival zijn maatregelen getroffen om potentiële effecten, anders dan van geluid, te voorkomen:

- De verlichting vanuit de podia was gericht op het festivalterrein en niet op de omliggende bosranden;
- Voor de terreinverlichting is gebruik gemaakt van amberkleurige verlichting, gericht op haar potentiële vleermuisvriendelijkheid;
- De verlichting van de podia was erop ingericht dat deze niet leidde tot een verlichtingssterkte van 0,5 lux of meer in het gebied ten oosten van de Grefteberghoekweg (Lonnekerberg) (Janssen et al., 2017).

soort op enkele tientallen meters van de podia vastgesteld. Zowel tijdens als de dag na het festival bleef deze verblijfplaats in gebruik door de gewone dwergvleermuis. Het geluidniveau op deze plek lag tussen de 65 en 99 dB in de frequenties 4-8 kHz. Bovendien bleven de gewone dwergvleermuizen tijdens de muziek foerageren op het festivalterrein, soms op een afstand van 25 meter van het hoofdpodium (Lubbers, 2016 in Reimerink et al., 2017) (kader 2).

CONCLUSIE

De conclusie van het zenderonderzoek tijdens het Airforce muziekfestival 2017 is dat er geen gedragsverandering is vastgesteld van de gewone grootoorvleermuis. Ook in het onderzoek tijdens het Airforce muziekfestival 2016 is geen effect vastgesteld voor de gewone dwergvleermuis. 'Noise avoidance' is niet opgetreden; voor 'acoustic masking' en 'reduced attention' zijn geen aanwijzingen gevonden en worden daardoor niet aannemelijk geacht. In het kader van de Natuurwetgeving concluderen we dat er geen sprake is van verstoring tijdens het Airforce muziekfestival. Zowel tijdelijke als blijvende effecten worden uitgesloten.

Discussie

EXPERIMENTEN VERSUS VELDONDERZOEK
In de experimenten van Schaub et al. (2008) en Siemers & Schaub (2011) komt naar voren dat passieve jagers verstoring ondervonden door geluid. Er trad 'noise avoidance' op en 'acoustic masking'. Luo et al. (2015) stelden gedragsverandering 'noise avoidance' vast bij de actief jagende soort watervleermuis. Geluid is dus van

invloed op het gedrag van vleermuizen en kan voor verstoring zorgen. In het veldonderzoek tijdens het Airforce muziekfestival is er geen 'noise avoidance' vastgesteld en geen verandering in het vlieggedrag en in het gebruik van de verblijfplaatsen. Dit verschil in resultaat is te verklaren, doordat de experimenten binnen zijn uitgevoerd, bij geluidsbronnen met een groter aandeel aan hoge frequenties of ultrasoon geluid en hogere geluidssterktes. Het karakter van de muziek tijdens het festival verschilde daardoor wezenlijk van de genoemde geluidsexperimenten. Dit is ook te zien in de prognose berekeningen van de geluidcontouren en het gemeten geluidsniveau tijdens het festival. De reikwijdte van de muziek van de frequentie 8 kHz en hoger was beperkt.

GRENSWAARDE 60 dB

Omdat uit de experimenten blijkt dat er wel verstoring kan optreden door geluid is voor de prognoseberekening een grenswaarde voor verstoring van 60 dB bij de frequenties van 8 kHz bepaald. De geluidssterkte van 60 dB is gebaseerd op het achtergrondgeluid in een bos tijdens een regenbui. Hier moet worden opgemerkt dat het de onderzoekers niet bekend is in welke mate vleermuizen bij dit geluidsniveau worden verstoord. Daarnaast kunnen er mogelijk ook andere verstoringmechanismen dan geluid van invloed zijn op verstoring tijdens regen (Voigt et al., 2011). De 60 dB contour van 8 kHz van het Airforce muziekfestival reikt echter niet veel verder dan de randen van het festivalterrein. Ook zonder festival is dit gebied veel minder geschikt als foerageergebied dan de omgeving, vanwege de betonnen verhar-

ding, het ontbreken van begroeiing en daarmee voedsel. Ook is het gebied binnen de 60 dB contour veel kleiner in verhouding met het totale foerageergebied. De kans dat vleermuizen buiten de 60 dB contour gaan foerageren, ook zonder festival, is dus al veel groter.

Zowel op basis van het literatuur- als het veldonderzoek kan niet met zekerheid onderbouwd worden dat er een grenswaarde voor verstoring van vleermuizen ligt bij een geluidssterkte van 60 dB voor de frequentie van 8 kHz. In het geval van het Airforce muziekfestival was de reikwijdte van het voor vleermuizen relevante geluid zo gering, dat effecten konden worden uitgesloten.

GELDT DE CONCLUSIE VOOR ALLE FESTIVALS?

We willen benadrukken dat deze uitkomsten niet zonder meer van toepassing zijn op andere (typen) festivals en locaties, omdat omstandigheden sterk kunnen verschillen. Denk hierbij aan de aanwezigheid van alternatieve foerageergebieden, de reikwijdte van het geluid, de inrichting van het terrein en het toepassen van mitigerende maatregelen om effecten van andere factoren, zoals verlichting, te voorkomen. In elke andere situatie moet getoetst worden in hoeverre effecten op vleermuizen aan de orde (kunnen) zijn. Dit artikel geeft wel inzicht in een juiste toetsmethode en dat het van belang is om onderscheid te maken in de reikwijdte van de voor vleermuizen relevante frequenties.

Literatuur

Coles, R.B., A. Guppy, M.E. Anderson & P. Schlegel, 1989. Frequency sensitivity and directional hearing in the gleaning bat, *Plecotus auritus* (Linnaeus 1758). *Journal of comparative physiology A: Neuroethology, sensory, neural and behavioral physiology* 165(2): 269-280.

Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill, 2011. Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. *Biologie – Kenmerken – Bedreigingen*. De Fontein / Tirion Uitgevers B.V., Utrecht.

Goerlitz, H.R., S. Greif & B.M. Siemers, 2008. Cues for acoustic detection of prey: insect rustling sounds and the influence of walking substrate. *Journal of experimental biology* 2008 211: 2799-2806; doi: 10.1242/jeb.019596.

Janssen, R., R. Delbroek & T. Molenaar, 2017. Vleermuizen op de Lonnekerberg mede in relatie tot het Airforce Festival. Monitoring en analyse van het gedrag van de passieve luisteraars gewone grootoorvleermuis, vale vleermuis en Bechsteins vleermuis. *Bionet Natuuronderzoek*, Stein. 2017 – 2.

Luo, J., B.M. Siemers & K. Koselj, 2015. How anthropogenic noise affects foraging. *Global change biology* 21(9): 3278-3289.

Reimerink, J., A. van Hooff & L. Lemmers, 2017. Vliegveld Twenthe: vleermuizen en festivals. Gevoeligheid van vleermuizen voor festivalgeluid en licht. Tauw en Peutz, rapport kenmerk R001-1250989LBN-V01.

Schaub, A., J. Ostwald & B.M. Siemers, 2008. Foraging bats avoid noise. *Journal of experimental biology* 211: 3174-3180.

Siemers, B.M. & A. Schaub, 2011. Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators. *Proc. R. Soc. B* (2011) 278: 1646-1652 doi:10.1098/rspb.2010.2262.

Voigt, C.C., K. Schneeberger, S.L. Voigt-Heucke & D. Lewanzik, 2011. Rain increases the energy cost of bat flight. *Biology letters*. doi: 10.1098/rsbl.2011.0313.

Summary

Are bats disturbed by festival music?

Humans may experience music festivals as disturbing noises, specifically when it concerns a high volume of low frequency sounds. Low frequencies, such as the thumping of the bass, have a large noise transmission, and are perceptible from long distances. Humans can hear these tones, but bats cannot. It is, however, not the case that bats are never disturbed by noise. Experiments in which bats were allowed to choose whether to forage in rooms with noise or without noise, have indicated that bats preferred the noise-free room. Noise also affected prey detection and capture rate (Schaub et al., 2008; Siemers & Schaub, 2011).

However, a field study towards the behavior of the common long-eared bat (*Plecotus auritus*), at the time of the Airforce Festival 2017, has concluded that these bats were not disturbed by the music festival (Janssen et al., 2017). The most noticeable difference between the experiment in laboratory setting and the field work was that the sounds used in the experiment were of much higher frequency and at louder volume than the music at the festival. Additionally, during the festival, the range of perceptible frequencies for bats (from 8 kHz) was limited. The authors have not been able to show the existence of a threshold for the volume (dB) at the 8 kHz frequency at which the bats may be disturbed. The conclusions from the field study cannot be generalized to other festival situations, as circumstances like sound range, lightning, terrain set-up and presence of alternative foraging areas may differ. An assessment of possible negative influence remains crucial. Our study provides a good basis for judgement of noise effects on bats. It highlights that it is necessary to distinguish the sound volumes and ranges of frequencies audible for bats.

Dankwoord

We bedanken Olger Star voor de muziektrackanalyses en het maken van figuur 1. Kamiel Spoelstra wordt bedankt voor zijn hulp bij het opzetten van het veldonderzoek en de statistische analyses en ook bedanken we iedereen die heeft geholpen bij het uitvoeren van het veldonderzoek.

J.T. Oudega & A. van Hooff
Tauw bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
hanneke.oudega@tauw.com
adrie.vanhooff@tauw.com

R. Janssen & R. Delbroek
Bionet Natuuronderzoek
Valderstraat 39, 6171 EL Stein (Lb)
rene@bionetnatuur.eu
robert@bionetnatuur.eu