

Determineren met een bat-detector

Kees Kapteyn & Herman Limpens

Vleermuizen gebruiken sonar voor het opsporen van prooien. Met die sonar kunnen ze in absolute duisternis uitstekend waarnemen. Objecten kaatsen de uitgezonden signalen terug. Daardoor krijgen de vleermuizen informatie over de afstanden tot die objecten, over de vorm en zelfs over de samenstelling ervan. Bat-detectors kunnen dit geluid opvangen en hoorbaar maken. De weergegeven geluiden in combinatie met het gedrag van de dieren bieden vaak voldoende houvast om de soort te kunnen bepalen.



pecten' in de praktijk geïnterpreteerd kunnen worden. Uiteraard speelt de werking van de gebruikte bat-detector een cruciale rol. Het determineren van vleermuizen vraagt bovenal, net als bij vogels, om oefening en ervaring.

Geluid

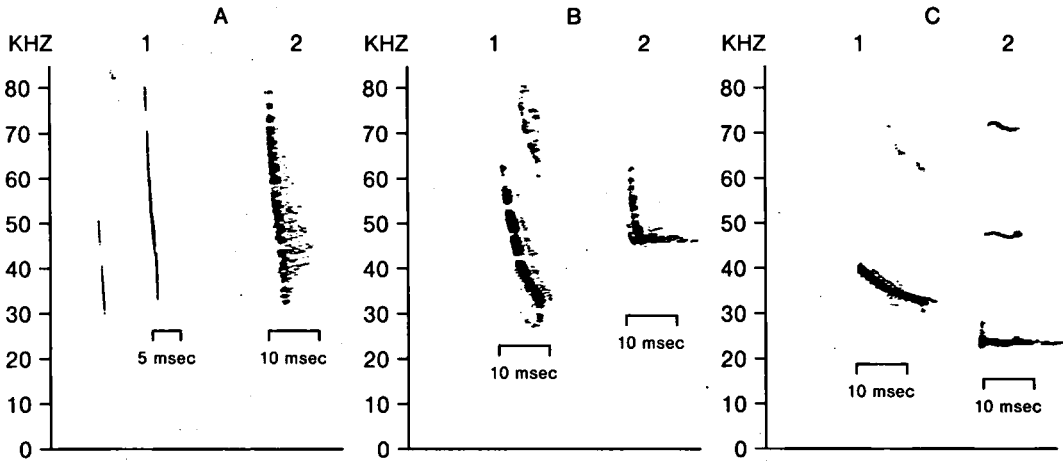
Wat geluid is, kan worden uitgelegd aan de hand van twee begrippen: beweging en druk. Geluid is het voortplanten (beweging) van verdichtingen en verdunningen (druk) van de lucht door de lucht. Dit verdichten en verdunnen gaat volgens een golfpatroon. Hoe sneller deze verdichtingen en verdunningen elkaar opvolgen, hoe hoger de frequentie is en des te korter de golflengte. Andersom geldt ook: hoe groter de golflengte, des te langzamer is de 'golfbeweging', dus des te lager de frequentie.

Waarom ultrasoon?

Bij golflengten die groter zijn dan een te ontdekken voorwerp is het onderscheidend vermogen te gering. Omdat vleermuizen (kleine) insecten eten, moeten ze dus wel hoge frequenties aanwenden om effectief te kunnen jagen. Deze frequenties liggen meestal ver boven de menselijke gehoorgrens (een hogere frequentie betekent een hogere toon) en worden daarom ultrasoon genoemd (hoger dan 20kHz). De sociale geluiden zijn, omdat ze voor de communicatie tussen vleermuizen onderling dienen en

Door de structuur van neus en keelholte heeft elke vleermuissoort zijn specifieke geluidskenmerken. Kop van een laatvlieger. *Foto Dick Klees*

Toch is het niet altijd eenvoudig de soort vast te stellen; men moet op het juiste moment de juiste kenmerken gebruiken. Daarvoor is het van belang te weten wat geluid is, wat voor typen ultrasone geluiden vleermuizen produceren en hoe deze kunnen variëren. Belangrijk is ook om weten hoe deze 'technische as-



Figuur 1. Drie typen pulsen van Nederlandse vleermuissoorten.

A: steile sweep

1: grootoorvleermuis, Bergen NH; 2: franjestartaart, Boekelo.

B: sweep met weinig 'uitvlakking' in 'constante frequentie'.
1: meervleermuis, Schagerwiel; 2: gewone dwergvleermuis, Foxwolde.

C: sweep met vrijwel alleen uitvlakking in 'constante frequentie'.

1: meervleermuis, Enschede; 2: rosse vleermuis, Enschede.

daarom ver moeten dragen, veel lager in frequentie dan de geluiden voor de oriëntatie. De sociale geluiden zijn voor de mens net 'met het blote oor' hoorbaar.

Strottehoofd

De manier waarop vleermuizen de geluiden produceren, is vrijwel hetzelfde als bij andere zoogdieren. Door het uitademen wordt lucht door het strottehoofd geperst. Hierdoor worden enkele samengetrokken lamellen in trilling gebracht, waardoor een korte geluidspuls ontstaat. Door sturing van de spanning van deze lamellen laten vleermuizen over het algemeen een van hoog naar laag afglijdende toon ontstaan; dit wordt een *sweep* genoemd.

Eén van de kenmerken van de geluidsproductie met dergelijke lamellen is het tot stand komen van boventonen (harmonics). Het geluid ondergaat door de structuur van de neus- en keelholte nog allerlei aanpassingen. Zo kunnen de boventonen voor een groot deel weggefilterd of juist extra versterkt worden.

Bij hoefijzerneuzen werkt de geluidsproductie anders dan bij de gladneuzen. De geluiden die ze produceren hebben daarom ook andere karakteristieken. Omdat de hoefijzerneuzen in Nederland uitgestorven zijn en in België nog slechts sporadisch voorkomen, worden ze in dit artikel buiten beschouwing gelaten.

Ultrasone vleermuisgeluiden

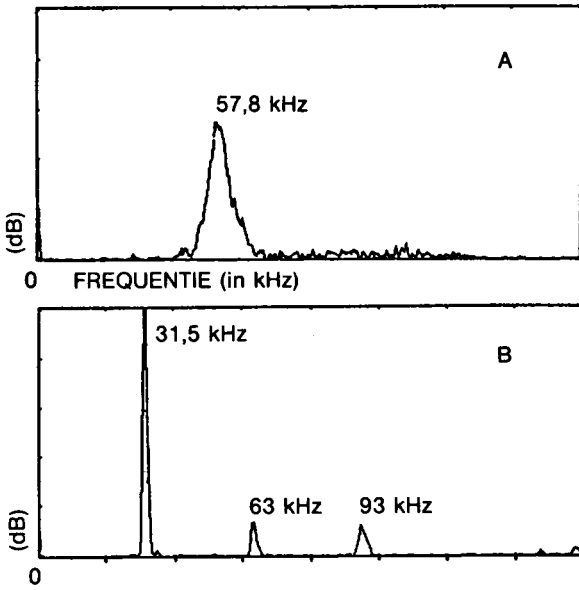
In de ultrasone geluidspulsen van vleermuizen onderscheiden we bepaalde kenmerken. Deze kunnen in meer of mindere mate gebruikt worden bij de

determinatie van de soorten op basis van hun geluid. Indien het geluid is opgenomen, zijn door analyses met diverse apparatuur en programmatuur deze kenmerken nauwkeurig te bepalen.

Frequentie

- de *frequentie-samenstelling*. Een geluidspuls van een vleermuis is opgebouwd uit meerdere frequenties. We onderscheiden grofweg drie typen, waartussen overgangen voorkomen. Veel voorkomend onder de Nederlandse soorten is de frequentiegemoduleerde puls (FM). De frequentie (toonhoogte) glijdt in korte tijd van hoog naar laag. Dit wordt een *steile sweep* genoemd. Sommige soorten maken een geluid, waarbij aan het eind van de sweep de toonhoogte minder snel daalt en zodoende uitvlakt in een (bijna) constante frequentie. Ten slotte komt het voor dat er geluiden met alleen een vrijwel *uitgevakte sweep* (bijna constante frequentie) worden gebruikt.

Iedere soort gebruikt een of meer van deze pulstypen. Elk type levert specifieke informatie op en is min of meer gerelateerd aan de jachtwijze van de soort. In figuur 1 worden de drie pulstypen in een sonagram weergegeven. In een sonagram staat de frequentie uitge-



Figuur 2. Spectrogram van een watervleermuis (a) en van een meervleermuis (b).

zet tegen de tijd. De frequentie verandert zo snel, dat ons oor dit niet bijhoudt. Als de tijd wordt uitgerekt, kun je letterlijk het *verloop in toonhoogte* te horen, zoals het sonogram aangeeft.

- de *bandbreedte* (frequentie-bereik). De bandbreedte wordt bepaald door het verschil tussen de hoogste en de laagste frequentie van een puls, en verschilt per soort. Over het algemeen hebben soorten met een steile sweep een grote bandbreedte, terwijl soorten met een uitgevlakte sweep een smalle bandbreedte hebben. Een grotere bandbreedte geeft de vleermuis meer informatie over de structuur van een object (groot onderscheidend vermogen). Zo laten vleermuizen de bandbreedte toenemen wanneer ze een insect naderen. De uitersten van de bandbreedte vormen de *minimum- en maximumfrequentie*.

- de *piekfrequentie*. De verdeling van de energie over een uitgestoten geluidspuls is nooit gelijk. Er is een piek bij een bepaalde frequentie: deze toonhoogte is het luidst. Dit is vrijwel altijd de frequentie waarvoor het gehoor van de vleermuis het meest gevoelig is.

Pulsduur

De duur van één uitgezonden signaal verschilt enorm. Er zijn soorten die hele korte (1-3 ms), soorten die matig korte

(3-8 ms) en soorten die lange (8-30 ms) pulsen uitzenden. Grofweg is er een relatie tussen de lengte van de signalen en de omgeving waarin de vleermuizen jagen: langere pulsen dragen verder. Deze worden in het algemeen gebruikt door soorten die in een open biotoop foerageren.

Aantal boventonen

Sommige soorten filteren alle boventonen uit het geluid weg. Andere gebruiken een boventoon met een onderdrukte fundamentele frequentie (zoals de dwergvleermuis). Unieker is het gebruik van meer dan één (tot wel vijf) boventonen. Sommige soorten zijn in staat om, door extra boventonen te gebruiken, in dicht vegetatiedek te jagen (grootoorvleermuis).

Intensiteit

Sommige soorten gebruiken signalen die net zo luid zijn als het gebrul van een leeuw. Andere soorten fluisteren meer, zoals de grootoorvleermuis. Maar hoe hoger de toon, des te meer het gebrul wordt afgezwakt: hogere frequenties ondervinden een grotere demping.

Pulsherhalingsfrequentie en pulsritme

De regelmaat en snelheid waarmee de pulsen elkaar opvolgen (pulstrein), verschilt van soort tot soort. Bij sommige soorten komen de pulsen snel achter elkaar, terwijl bij andere de tijdsposen tussen de pulsen groot zijn (lage pulsherhalingsfrequentie). Ook het al dan niet gebruiken van langere tussenposen of haperingen hangt van de soort af. Zo heeft iedere soort een eigen ritme.

Type bat-detector

Er worden in Nederland drie typen bat-detectors gebruikt. Ze verschillen in de manier waarop ze de ontvangen ultrasone pulsen omzetten in een voor de mens hoorbaar geluid. Twee systemen, de *frequentie-deler* (frequency division) en de *tijduitrekker* (time-expansion), die beide op één moment een frequentiespectrum van 0-250 kHz kunnen ontvangen, worden vooral gebruikt om de geluidspulsen op te nemen voor computer-analyse. Met deze systemen, die onder andere de D960 ultrasound detector in zich heeft, kan achteraf de determinatie worden bevestigd of gecontroleerd (Ahlén, 1981).

Het meest gebruikte systeem is dat van de *menger* (heterodyning). Dit wordt

gebruikt in de QMC mini's, de Zweedse D90 en D95 en in de dure D940 en D960. De menger is voor determinatie in het veld een uitstekend systeem en kan bovendien de 'zachte' echolocatie goed ontvangen. Met een draaibare frequentieschaal kan een frequentie worden ingesteld. De detector mengt het ontvangen signaal met het intern ingestelde signaal van de bekende frequentie. De frequentie van het ontvangen signaal wordt daaruit afgeleid, terwijl de verschilfrequentie hoorbaar wordt gemaakt. Het door de detector weergegeven geluid is slechts een afgeleide van het door de vleermuis geproduceerde geluid. Ook wordt maar een beperkt deel van de bandbreedte weergegeven. Toch kan hiermee, op voorwaarde dat de frequentieschaal goed is geijkt (Thomas & West 1984), in het veld worden gedetermineerd.

De praktijk

Om een dier te kunnen determineren is het allereerst van belang de vleermuis gedurende enige tijd waar te nemen. Alleen het geluid dat vleermuizen gebruiken om zich te oriënteren (en om insecten op te sporen) biedt voldoende houvast voor de determinatie. Als de vleermuis een prooi nadert verandert het geluid en is het niet meer als soorteigen te herkennen. Ook moet worden opgepast voor aanpassing van hun sonar aan hun directe omgeving, omdat dit tot misleidende variatie kan leiden (Kapteyn, 1990). Bij het waarnemen van een vleermuis moet een aantal stappen voor de determinatie doorlopen worden. Iedere stap kan bepaalde kenmerken opleveren. Aan het totaalbeeld van die kenmerken kan een soort worden herkend.

Kenmerken van alle in Nederland voorkomende soorten, uitvoerige informatie over geluiden en de inventarisatie-methode, kunt u vinden in de *Handleiding voor het inventariseren en determineren van Nederlandse vleermuissoorten met behulp van bat-detectors*, door W. Helmer, H.J.G.A. Limpens en W. Bongers (1987). Ook is er een cassette met geluiden van vleermuizen. U kunt beide bestellen (handleiding: f 12,50; cassette: f 10,00, porto: f 3,50) door een briefkaartje te sturen naar: Vleermuiswerkgroep Nederland/SVO, p/a BIC, Postbus 9201, 6800 HB Arnhem. U krijgt het gewenste dan met een acceptgiro toegestuurd.

- *bepalen toonkwaliteit* De toonkwaliteit hangt af van de snelheid waarmee de toonhoogte verandert. Bij een 'langzamere frequentieverandering' is meer toonkwaliteit hoorbaar. Een snelle verandering, zoals bij een steile sweep (figuur 1a), klinkt als een droge 'tik'. Hoe langzamer deze verandering geschiedt, oftewel hoe meer het naar een 'constante frequentie' neigt, des te meer de 'tik' verandert in een 'smak'. Hierin zijn diverse gradaties mogelijk (figuur 1). Zo klinkt een 'tjap' heel anders dan een 'tsjok'. Laatvliegers klinken bijvoorbeeld als het klappen van gebolde handen.

Om dergelijke toonkwaliteit te kunnen ontdekken, moet met de frequentieschaal altijd de frequentie opgezocht worden waar de sweep uitvlakt in een constante frequentie. Bij de soorten in Nederland en België is dit in het laagste frequentiedeel (zie figuur 1). Zo hoor je van een Laatvlieger bij 40 kHz droge tikken; diezelfde tikken klinken bij 25 kHz als hierboven beschreven. Als bij het draaien aan de frequentieschaal geen verandering in toonkwaliteit optreedt, is er alleen een steile sweep in het spel. Dit zijn soorten van het geslacht *Myotis* en de grootoorvleermuis. Deze onderscheiden zich hierin van de overige soorten.

- *bepalen piekfrequentie* De piekfrequentie verschilt van soort tot soort. Deze

Het meest gebruikte systeem batdetector is dat van de 'menger'. Deze zijn in het veld makkelijk bruikbaar.

Foto Johan De Meester





Nauw verwante vleermuizen zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden. Als je het niet weet gewoon *Myotis spec* aangeven. De meervleermuis behoort tot deze groep. *Foto Zomer Bruijn*

kan makkelijk bepaald worden bij pulstypen met een uitgevlakte sweep. Draaien aan de frequentieschaal maakt het geluid bij een bepaalde frequentie het meest smakkend. Dit geeft aan bij welke frequentie de uitvlakking optreedt. De puls is bij deze toonhoogte over het algemeen het luidst. Dit kan van belang zijn voor het onderscheid tussen sommige soorten, bijvoor beeld tussen gewone en ruige dwergvleermuis. Bij soorten met droge tikken (steile sweep) is de piekfrequentie in het veld niet betrouwbaar te bepalen.

- *bepalen minimumfrequentie* Een aanvulling op het vorige kenmerk is de minimumfrequentie. De maximumfrequentie is in het veld als gevolg van te veel variatie (hogere frequenties ondervinden een sterkere demping) niet te gebruiken. Ook bij het bepalen van minimum-frequenties moet men zelfs bedacht zijn op de invloed van de afstand tot en de vliegrichting van de vleermuis. Vliegt een vleermuis dichtbij naar de waarnemer toe, dan is de minimum-frequentie waarbij het geluid nog te ontvangen is in de regel iets lager, dan wanneer het dier van de waarnemer af vliegt. Het vereist in het begin geduld en langdurig draaien aan de frequentieschaal. Voor *Myotis*-soorten is dit geen uitsluitend kenmerk.

- *pulsduur* De pulsduur is in het veld niet nauwkeurig te bepalen, maar verschillen tussen lange en korte pulsen zijn hoorbaar. De hele korte pulsen bestaan uit louter steile sweeps. Lange pulsen komen in de regel overeen met een lange uitvlakking in een constante toonhoogte. Het horen van langere pulsen gaat dan gepaard met meer toonkwaliteit. Voor sommige in het veld moeilijk te onderscheiden soorten is dit kenmerk wel bij computer-analyse te gebruiken. Pulsen van baardvleermuizen zijn 1-3 ms korter dan die van water-vleermuizen.

- *bepalen pulsherhalingsfrequentie en ritme* Een belangrijk kenmerk is het ritme. Er zijn soorten met een snelle 'pulstrein' (ratel) en soorten met grote tijdsposen tussen de pulsen. Daarnaast zijn bij sommige soorten haperingen in het ritme te horen: het geluid klinkt dan als een 'tapdanser'. Ook tussen soorten met een snelle ratel zijn er verschillen. Zo klinkt een baardvleermuis alsof er een trein over de rails langs komt (regelmatig ritme), terwijl voor de in klank hierop gelijkende watervleermuis juist een zeer afwisselend tempo karakteristiek is (Ahlén, 1990).

- *waarnemen gedrag* Vrijwel iedere soort jaagt op een eigen specifieke wijze. Vooral bij de moeilijk op geluid te onderscheiden soorten kunnen gedragswaarnemingen de doorslag geven. Grootoren fladderen met een vrij langzame vleugelslag op karakteristieke wijze door dichte vegetatie, waarbij ze kunnen 'bidden' of zelfs langs struiken omhoog kunnen vliegen. Hierbij plukken ze insecten van bladeren af. Ook de vorm van de vleugels, de grootte van het dier of een witte buik kunnen informatie geven (deze laatste twee zijn bijvoor-



Dwergvleermuizen maken een karakteristiek geluid. Ze behoren tot de 'gemakkelijke' soorten. *Foto Dick Klees*



beeld voor de valse vleermuis een aanvulling op de geluidskennmerken).

Totaalbeeld

Zelden kan met één kenmerk een soort op naam gebracht worden. Er zijn soorten die vrij makkelijk te herkennen zijn (dwergvleermuis, laatvlieger, rosse vleermuis) en soorten die moeilijk van andere te onderscheiden zijn (franje-staart, watervleermuis, baardvleermuis, grootoor, ingekorven vleermuis). Daarom is het de combinatie van kenmerken die doorslaggevend moet zijn.

Veel soorten maken meerdere typen geluiden, waarvan er maar een of enkele karakteristiek genoemd kunnen worden. Op de overige geluiden zijn ze dan vrijwel niet determineerbaar. Het gaat bijvoorbeeld om een sociaal geluid (social call), een bepaald gedrag of een geluid op de vliegroute. Het vereist dan geduld en oplettendheid om dit waar te nemen. Ook de klank van het geluid kan op den duur herkend worden, net zoals een menselijke stem uit duizenden herkend kan worden. Herkennen van vleermuizen is daarom grotendeels een kwestie van ervaring. Het is echter lang niet altijd mogelijk om in alle situaties de moeilijke soorten uit elkaar te houden. Een teken van betrouwbaar determineren is het in zulke situaties noteren van bijvoorbeeld *Myotis spec.*. Oftewel gewoon aangeven dat je het niet weet.



Literatuur

Ahlén, I., 1981. Identification of bats by their sounds. Dept. Wildl. Ecol., Swed. Univ. Agric. Sciences, Uppsala, Report 6.

Met een bat-detector worden vleermuizen in de vlucht net als vogels op het gehoor gedetermineerd: watervleermuis
Foto Zomer Bruijn

Ahlén, I., 1990. Identification of bats in flight. Swed.Soc.Cons.Nat. & Swed.Youth Ass. Environm. Stud. Cons., Stockholm, Sweden.

Helmer, W., H.J.G.A. Limpens & W. Bongers, 1987. Handleiding voor het inventariseren en determineren van Nederlandse vleermuissoorten met behulp van bat-detectors. SVO, Wageningen.

Kapteyn, K., 1990. Intraspecifieke variatie in de sonar van vleermuizen. Nieuwsbr. VLEN, 7:6-8.

Thomas, D.W. & S.D. West, 1984. On the use of ultrasonic detectors for bat-species identification and the calibration of QMC Mini Bat-detectors. Can. J. Zool. 62:2677-2679.

- Kees Kapteyn,
Bos en Lommerweg 1,
1055 DK Amsterdam.
- Herman Limpens,
Harnjesweg 17,
6707 ET Wageningen.

Interesse in vleermuizen inventariseren met bat-detectors? U kunt meedoen aan georganiseerde excursies of inventarisatie-weekenden. Zie agenda achterin, of schrijf een briefkaartje naar: Vleermuiswerkgroep Nederland / SVO, Herman Limpens, p/a BIC, Postbus 9201, 6800 HB Arnhem (NL); of: BNVR-Vleermuiswerkgroep, Alex Lefevre, Van Peltstraat 11, 2018 Antwerpen.