Waterspitsmuizen aantonen kan op vier manieren

De algemeen geaccepteerde methode om de aanwezigheid van waterspitsmuizen vast te stellen, is onderzoek met inloopvallen. Die methode is echter invasief, arbeidsintensief en kostbaar. In dit artikel vergelijken we de trefkans van inloopvallen met die van drie andere methoden: cameravallen, eDNA-bodem en eDNA-water. Alle vier de methodes zijn ongeveer even geschikt en betrouwbaar. Iedere methode heeft voor- en nadelen. De keuze voor een specifieke methode is mede afhankelijk van de vraagstelling. Onderzoek in het najaar heeft de voorkeur omdat de trefkansen dan het hoogst zijn.

Tekst **Sil Westra en collega's**



1 De waterspitsmuis komt voor in en langs schoon, niet te voedselrijk water met goed ontwikkelde oevervegetatie. (Foto: Paul van Hoof)

De waterspitsmuis (*Neomys fodiens*) is de grootste spitsmuis van Europa. Hij kan vooral langs wateren met een rijke vegetatiestructuur en in moerasgebieden gevonden worden 1. Deze vrij zeldzame soort heeft volgens de Nederlandse Rode Lijst de status 'thans niet bedreigd' (van Norren et al., 2020). In Nederland heeft de waterspitsmuis een beschermde status binnen de Omgevingswet. Dat betekent dat er een omgevingsvergunning nodig is wanneer activiteiten in het leefgebied van de waterspitsmuis mogelijk negatieve effecten hebben op het dier. Om vast te stellen of er effecten bij activiteiten zoals ruimtelijke ingrepen zijn te verwachten, is ecologisch onderzoek noodzakelijk wanneer de waterspitsmuis in een projectgebied kan voorkomen. Er wordt verondersteld dat het najaar de meest succesvolle onderzoeksperiode is omdat muizenpopulaties dan het grootst zijn. De tot nu toe door provincies en andere vergunningverlenende organisaties juridisch algemeen geaccepteerde methode om de aanwezigheid van waterspitsmuizen vast te stellen is onderzoek met behulp van inloopvallen (Bergers & La Haye, 2000). Ook braakballen van kerkuilen leveren gegevens over de verspreiding van waterspitsmuizen maar deze methode is eigenlijk nooit als gerichte projectinventarisatie in te zetten. De laatste jaren worden er, afhankelijk van de onderzoeker en het verantwoordelijk bevoegd gezag, ook steeds vaker andere onderzoeksmethoden toegepast. Daarvan is de trefkans nog onvoldoende onderzocht. Aangezien BIJ12 - de uitvoeringsorganisatie van het Interprovinciaal Overleg - niet beschikt over een kennisdocument voor de waterspitsmuis en er geen provinciale handreikingen beschikbaar zijn voor de soort, ontbreken er op dit moment formele protocollen voor onderzoek en kaders voor toetsing. Dit artikel fungeert als basis voor het ontwikkelen van een onderzoeksprotocol voor het inventariseren van de waterspitsmuis. We vergelijken de algemeen geac-



2

cepteerde standaard onderzoeksmethode - inloopvallen - met drie recent ontwikkelde methodieken, namelijk, cameravallen in zogenaamde struikrovers® en 'environmental DNA' (eDNA) op basis van bodem- en watermonsters (eDNA-bodem en eDNA-water). We willen weten of de methoden verschillen in trefkans voor het aantonen van waterspitsmuizen én of er verschillen zijn tussen trefkansen van onderzoek uitgevoerd in voor- en najaar.

Onderzoekslocaties

Voor het onderzoek hebben we 195 meetpunten geselecteerd binnen het verspreidingsgebied van de waterspitsmuis in de provincies Zuid-Holland, Friesland, Gelderland, Overijssel en Noord-Brabant 2. De meetpunten komen uit vijf verschillende datasets, omdat ze door verschillende onderzoekers binnen verschillende projecten zijn verzameld (Smit, 2018; Menses, 2020; Mol, 2020 ongepubliceerd; Westra, 2021; Bochove, 2022 ongepubliceerd; Bekker, 2022 ongepubliceerd; van Veen, 2022; Tamsma, 2023 ongepubliceerd, Verhees et al., 2024). Helaas bleken niet alle beschikbare data geschikt om te worden meegenomen in onze studie omdat de protocollen van de methodes te veel van elkaar afwijken (Visser, 2022). Binnen elk van de meetpunten zijn trajecten van 100 meter onderzocht in voor waterspitsmuis geschikt habitat, veelal flauwe oevers met ruige oevervegetatie. Vooraf is niet onderzocht of er hier verspreidingsgegevens van de soort bekend zijn. Binnen elk meetpunt werd de aanwezigheid van waterspitsmuizen onderzocht met minimaal twee, en in de meeste gevallen met drie of vier van de volgende inventarisatiemethoden: inloopvallen (twintig stuks), cameravallen (twee stuks), eDNA-bodem (één mengmonster) en eDNA-water (één mengmonster) 3. Ons veldonderzoek vond deels plaats in april en mei (vanaf nu: voorjaar) maar hoofdzakelijk van september tot en met november (vanaf nu: najaar) met enkele aanvullende eDNA-monsterafnames in maart en juli. In het voorjaar onderzochten we 33 meetpunten met eDNA-water en -bodem en 20 meetpunten met alle methoden. In maart en juli onderzochten we 15 meetpunten met eDNA-monsterafnames. De overige 127 meetpunten zijn bemonsterd in het najaar.

2 Overzicht van alle 195 meetpunten met onderliggende fysisch geografische regio's.

Inloopvallen

Van de 195 meetpunten werden er 126 bemonsterd met inloopvallen. Er werd telkens een raai van twintig vallen uitgezet (steeds twee vallen om de 10 meter) langs een traject van ongeveer 100 meter. Het plaatsen van vallen in tweetallen moet voorkomen dat meer algemene muizensoorten alle vallen bezetten; het vergroot de vangkans van de schaarsere doelsoort. De vallen zijn steeds in geschikt habitat voor de waterspitsmuis
geplaatst, veelal zo dicht mogelijk bij open water. Het verblijfsgedeelte van de val is gevuld met droog hooi, granen, wortels en levende meelwormen. Bij het scherp zetten van de val en na iedere vangst werd dit lokvoer ververst. Om het vangsucces te vergroten, werd telkens gedurende drie nachten voorafgaand aan het op scherp zetten een zogenaamde pre-bait periode aangehouden. Hierbij staan de vallen open en krijgen kleine zoogdieren de kans om de val te ontdekken zonder gevangen te worden. Dit is een manier om het vangsucces te vergroten (Bekker, 2009). Na de pre-bait periode zijn de vallen op scherp gezet en gecontroleerd tijdens zes opvolgende controleronden die iedere ochtend en avond rond de schemerperiode plaats vonden. De dieren zijn gedetermineerd op soort en ter plaatse direct vrijgelaten. De hier gehanteerde methode is identiek aan de IBN-methode (Bergers & La Haye, 2000) en vormt de afgelopen decennia de standaardmethode voor inventarisaties naar aanwezigheid van de waterspitsmuis.

Cameravallen

Van de 195 meetpunten werden er 88 bemonsterd met cameravallen door 'struikrovers' te plaatsen 4. Dat zijn op de grond geplaatste cameravallen die gebruikt worden om kleine zoogdieren gemakkelijk in beeld te brengen (Smaal & van Manen, 2022). Een struikrover bestaat uit een korte, robuuste pvc-buis, met daarin een houten plateau waarop een camera wordt bevestigd. In een uitsparing aan de voorzijde van het houten plateau ligt een geperforeerd blikje sardientjes als lokmiddel. Per meetpunt zijn steeds twee camera's ingezet waarvan er één op 25 meter en één op 75 meter van het transect van ongeveer 100 meter werd gezet. De camera's registreerden gedurende tenminste 28 onafgebroken waarnemingen door middel van een bewegingssensor. Er zijn verschillende typen wildcamera's gebruikt, waaronder de Reconyx HS2X, Browing Strike Force Pro en Bushnell Agressor. De wildcamera's zijn ingesteld volgens een gestandaardiseerd plan van aanpak (Westra, 2022). De foto's zijn ingeladen en visueel door ons beoordeeld op de aanwezigheid van de waterspitsmuis met behulp van softwareprogramma Agouti (Casaer et al., 2019).

Methode eDNA

Alle 195 meetpunten werden bemonsterd op de aanwezigheid van eDNA in de bodem volgens een gestandaardiseerde eDNA-bodemsamplingprotocol van Datura (Datura Moleculair Solutions, 2024). Hier-

Dataset	aantal meetpunten	Toegepaste inventarisatiemethode			
		20x Inloopval	2x cameraval	1x eDNA-bodem	1x eDNA-water
1	18	18	18	18	18
2	133	69	40	133	132
3	9	9	0	9	9
4	15	10	10	15	5
5	20	20	20	20	0
totaal	195	126	88	195	164

3 De 195 bemonsterde meetpunten en gebruikte onderzoeksmethoden opgedeeld in verschillende datasets 1 t/m 5.

bij werd om de vijf meter met de hand strooiselmateriaal van de bovenste centimeter van de bodem geschraapt over een traject van in totaal ongeveer honderd meter. Als het meetpunt zich in waterrijk gebied bevond, wat vrijwel altijd het geval was, werden alle monsters direct langs de waterlijn op flauw aflopende oevers genomen. Op deze manier is steeds ongeveer 200 milliliter strooiselmateriaal van minimaal 15 sub-monsters verzameld in een pot met DNA-vrij water, waarna deze werd geschud en een deel van het vocht werd geconserveerd in drie buizen met ethanol, die bewaard werden bij 4 °C. De isolatie van de bodemmonsters werd in het laboratorium van Datura of van het Wetterskip Fryslan uitgevoerd met de 'Datura extractie bodemkit'.

Van de 195 meetpunten werden er 164 op de aanwezigheid van DNA in het water bemonsterd volgens een gestandaardiseerd eDNA filter samplingprotocol (Datura Moleculair Solutions, 2024). Met een bemonsteringsschep werden ten minste 28 submonsters verzameld in een mengmonster van in totaal ongeveer één liter. Hierbij werden over een lengte van zo'n honderd meter ongeveer iedere vier meter sub-monsters genomen in het bovenste deel van de waterkolom. Het monster werd vervolgens in het veld gefiltreerd met behulp van een PES-vacuümfilter met een poriegrootte van 0,22 µm 5. Het filter met filtraat werd verdeeld over twee epjes met een conserverende vloeistoef (CTAB) en bewaard bij kamertemperatuur. De isolatie van de gefiltreerde watermonsters werd op het laboratorium van Datura of Wetterskip Fryslan geanalyseerd met behulp van de fenolchloroform-isolatiemethode (Datura, 2020[1]). De detectie en kwantificatie van het geïsoleerde DNA uit bodem- en watermonsters werd bepaald met de zogenaamde quantitative Polymerase Chain Reaction (qPCR) methode, een kettingreactietechniek die wordt gebruikt om een specifiek DNA-segment te vermenigvuldigen en te versterken (Kralik & Ricchi, 2017). Hierbij wordt gebruik gemaakt van soort-specifieke primers en probes - synthetische stukjes DNA die uitsluitend aan het DNA van de doelsoort binden (Datura, 2020[2]). De analyse werd uitgevoerd met twaalf PCR-replica's, waarbij gebruik werd gemaakt van de TaqMan Environmental Mastermix 2.0 (Thermofisher, 2022). We beschouwden de waterspitsmuis als aanwezig als ten minste één van deze twaalf replica's positief was.



4 Het geperforeerde blikje sardines lokt dieren voor de lens van de 'struikrover'. (Foto: Wetterskip Fyslan)

Statistische analyse

De definitie van een trefkans is de kans om een waterspitsmuis te vinden mits de soort aantoonbaar in het gebied zit. De kans dat de soort ergens onterecht wordt gezien, door bijvoorbeeld een foutieve determinatie op een foto of een spoor van eDNA terwijl het dier al verdwenen is, achten wij nihil. De kans op fout-positieve metingen stellen wij daarom op nul. De trefkansen van de vier onderzoeksmethodes zijn berekend in een Bayesiaans occupancy-model waarvoor gebruik is gemaakt van de software R (R Core Team, 2024) en het pakket 'rjags' (Plummer, 2024). Uitgaande van het feit dat de aanwezigheid van waterspitsmuis kan worden aangetoond wanneer minimaal één onderzoeksmethode een positief resultaat oplevert, kunnen de verschillende onderzoeksmethoden worden beschouwd als herhaalde bezoeken aan hetzelfde meetpunt. Binnen een dergelijk occupancy model wordt de kans dat de soort voorkomt op het meetpunt (bezettingskans) expliciet losgetrokken van de kans om de soort ook aan te treffen als deze voorkomt (trefkans), waarbij bovendien op beide niveaus verklarende co-variabelen kunnen worden meegenomen. Voor deze studie waren er geen co-variabelen

voor de bezettingskans, alleen het effect dat meetpunten onderling mogen verschillen. Bij de trefkans werden de onderzoeksmethode, de variabele meetinspanning van de inloop- en cameravallen uitgedrukt in dagen, en voor- of najaar als co-variabelen meegenomen. Eventuele verschillen in trefkans tussen de onderzoeksmethoden en tussen voor- en najaar kunnen daarmee afgeleid worden uit de bijbehorende parameters. De trefkans van inloopvallen geldt hier voor twintig vallen met de gemiddelde duur van 2,87 (± 0,36) dagen en de trefkans van twee cameravallen voor een gemiddelde opgetelde duur van 63,3 (± 36,7) dagen. Om te onderzoeken hoe de vier onderzoeksmethoden varieerden in trefkans tussen voor- en najaar, werd dataset 2 - de enige dataset met metingen in beide jaargetijden - opgedeeld in twee subsets van metingen van beide seizoenen, die vervolgens werden geanalyseerd met hetzelfde occupancy-model.

Resultaten

In totaal hebben we 195 meetpunten onderzocht waarvan 132 met een positief resultaat voor aanwezigheid van waterspitsmuis. Van de 126 met inloopvallen bemonsterde meetpunten vingen we op 61 meetpunten één of meerdere waterspitsmuizen. Op 41 van de 88 met cameravallen bemonsterde meetpunten troffen we beelden van waterspitsmuis. 195 meetpunten werden op eDNA- bodem getoetst, waarvan 94 positief bleken. Van de 163 meetpunten die op eDNA-water werden bemonsterd bleken er 84 positief 6.

Op basis van de onderzoeksresultaten concluderen we dat de trefkans van alle vier methoden hoog is en niet significant van elkaar verschillen. De gemiddelde trefkans van de onderzochte methoden varieert hierbij tussen de 69-73 %, waarbij die van inloopvallen het laagst is en die voor cameravallen het hoogst 7a.

Ook de 95 % betrouwbaarheidsmarges van de trefkansen verschillen nauwelijks per methode. Afgaande op de gemiddelde trefkans lijken alle onderzochte methodes dus ongeveer even geschikt. Bemonstering in voor- of najaar geeft in het voorjaar voor eDNA-bodem en inloopvallen een significant lagere trefkans dan bemonstering in het najaar. De 95 % betrouwbaarheidsmarges van de trefkansen zijn in het voorjaar groter dan het najaar omdat er minder metingen zijn verricht in het voorjaar. Voor cameravallen en eDNA-water lijkt er gezien de betrouwbaarheidsmarges nauwelijks verschil tussen de seizoenen 7b. Voor alle methoden samengenomen geldt dat de trefkans in het voorjaar significant lager is dan in het najaar. De combinatie van de twee eDNA-tests (water en bodem) levert de meest positieve waarden op 8 gevolgd door de eDNA-water in combinatie met cameravallen. In 34 % van de meetpunten met aangetoonde waterspitsmuizen waarbij beide DNA-tests zijn ingezet, wordt waterspitsmuis met slechts één van beide methoden aangetroffen. In 30 % van de meetpunten met aangetoonde waterspitsmuizen waarbij cameravallen en eDNA-watertests zijn uitgevoerd, wordt waterspitsmuis met slechts één van beide methoden aangetroffen. Deze twee duo's van combinaties zijn dus het meest complementair ten opzichte van de andere combinaties.

Set	Meetpunt	Totaal	Inloopvallen	Wildcamera	eDNA bodem	eDNA water
1	18 stuks	9/18	4/18	3/18	2/18	6/18
2	133 stuks	95/133	41/69	24/40	72/133	71/132
3	9 stuks	8/9	6/9	nvt	8/9	6/9
4	15 stuks	4/15	0/10	0/10	4/15	1/5
5	20 stuks	16/20	10/20	14/20	8/20	nvt

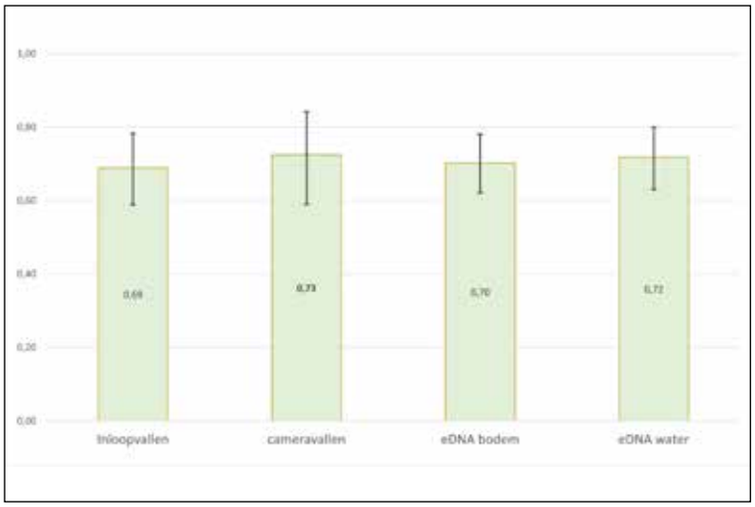
6 Een overzicht van alle meetpunten, de daar toegepaste methoden en behaalde resultaten (groen = positief resultaat, wit = negatief resultaat, grijs = niet onderzocht.



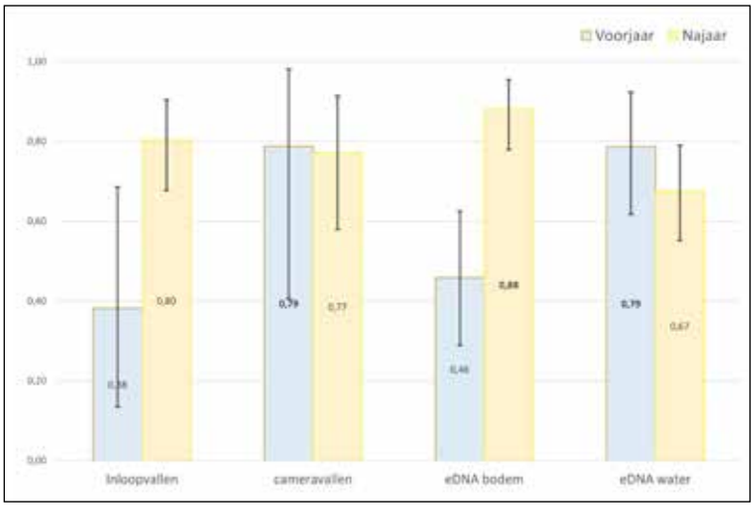
5 Met een pomp wordt het watermonster door een microfilter gehaald om kleine deeltjes waaronder DNA van de doelsoort te filteren. (Foto: Sil Westra)

Discussie en conclusie

Uit onze vergelijking van vier methodes op basis van 590 metingen uit 195 meetpunten blijkt dat de gemiddelde trefkans om een waterspitsmuis te detecteren per inventarisatiemethode met 69-73 % relatief hoog is en niet significant van elkaar verschilt. Dit demonstreert, uitgaande van de aanwezigheid van de soort, dat de inventarisatiemethoden middels inloopvallen, cameravallen, eDNA-bodem en eDNA-water ongeveer even betrouwbaar zijn om de waterspitsmuis mee aan te tonen, mits de door ons gehanteerde protocollen worden gevolgd. Voor alle inventarisatiemethoden samengenomen, geldt dat de trefkans in het voorjaar significant lager is dan in het najaar. Dit laatste is geen verassend resultaat: het najaar valt na de voortplantingsperiode en door nieuwe aanwas is de waterspitsmuisdichtheid in deze periode het hoogst



7a Gemiddelde trefkansen met 95 % betrouwbaarheidsinterval van alle onderzoeksmethoden.



7b Trefkans per methode tussen voor- en najaar op basis van dataset 2.

(Churchfield, 1990). Het najaar lijkt dus de aangewezen voorkeursperiode voor onderzoek. Een verassende uitzondering daarop is de methode eDNA-water die juist een hogere trefkans laat zien in het voorjaar. Onderzoek met cameravallen lijkt de meest stabiele methode met vrijwel geen verschil in trefkans tussen voor- en najaar. Ondanks dat alle getoetste onderzoeksmethoden ongeveer even betrouwbaar zijn, kunnen ze effectief complementair ingezet worden. En indien onderzoek door deadlines van projecten noodzakelijkerwijs in het voorjaar móet plaats vinden, raden we aan te compenseren voor de lagere trefkans door meer monsters te nemen, meer onderzoeksmateriaal in te zetten en langere perioden te bemonsteren. Opvallend is dat eDNA-water bemonstering in het najaar op Goeree-Overflakkee resulteerde in relatief hoge trefkansen in vergelijking met eDNA-bodem. Dit in contrast met overige meetpunten. Op een onderzoekslocatie in het stroomgebied van de Kleine Dommel resulteerde eDNA-bodem, anders dan op andere meetpunten, in een lagere trefkans dan camera- en inloopvallen (Verhees et al., 2024). Mogelijk kan dit worden verklaard doordat waterspitsmuizen in beekdallandschappen minder aan oppervlaktewateren en direct aangrenzende oeverhabitats zijn gebonden en daardoor lastiger detecteerbaar zijn met eDNA. Ondanks de overeenkomstige trefkansen heeft iedere methode voor- en nadelen en is de keuze voor een specifieke inventarisatiemethode mede afhankelijk van de vraagstelling. Het grootste voordeel van cameravallen en eDNA is dat ze, in tegenstelling tot inventarisaties met inloopvallen, niet leiden tot ongerief van de dieren (inclusief bijvangsten) waaronder stress of mortaliteit. Inzet van inloopvallen vraagt bovendien een grote personele inzet waardoor op basis van onze bevindingen inloopvallen de minst wenselijke methode voor inventarisatie van de aanwezigheid van de waterspitsmuis lijkt. Inloopvallen blijven echter de aangewezen methode voor gericht onderzoek naar de populatiegrootte omdat geen van de andere methoden daar momenteel geschikt voor zijn. Hoewel het beoordelen van cameravalfoto's veel tijd kan kosten, is dit over het algemeen minder arbeidsintensief dan het gebruik van inloopvallen, maar een 100 % zekere soortdeterminatie van wildcamerabeelden kan soms lastig zijn 4. Ook is diefstal een risico – net als bij inloopvallen - en er bestaat kans op waterschade in gebieden met wisselende waterstanden. Inzet van dit soort materiaal kan een beperking zijn bij grootschalig onderzoek omdat simpelweg het aantal benodigde camera's te hoog wordt. Uitval van camera's door defecten, lege batterijen of volle geheugenkaartjes kan worden beperkt door keuze voor een kwalitatief hoogwaardige camera, het zorgvuldig uitkiezen van een goede plek en het snoeien van weelderige vegetatie voor de bewegingssensor van de camera. Een voordeel is dat cameravallen gemakkelijk voor een langere onderzoeksperiode inzetbaar zijn. Aanvullend zorgt het lokmiddel bij camera's mogelijk voor een grotere trefkans in suboptimaal habitat met een zeer lage dichtheid van waterspitsmuis. De kosten kunnen worden beperkt doordat cameravallen opnieuw te gebruiken zijn voor andere projecten. Een ander groot voordeel van cameravallen, wat deels ook geldt voor inloopvallen, is dat tegelijkertijd ook onderzoek kan worden gedaan naar meer diersoorten, bijvoorbeeld andere (beschermde) zoogdieren.

De beide eDNA-technieken hebben weer het voordeel dat ze kostenefficiënt en niet invasief zijn. Ook is slechts een eenmalige bemonstering vereist, wat een groot voordeel kan zijn in terreinen die niet goed toegankelijk of moeilijk bereikbaar zijn. Ze zijn daarentegen mogelijk minder goed inzetbaar in 'landhabitat'. Ook zou het nemen van monsters uit stromende wateren een vertekend beeld kunnen geven over de exacte locatie waar een waterspitsmuis aanwezig is omdat het DNA mogelijk over grotere afstanden door het water wordt meegevoerd. Dit zal dan nader moeten worden onderzocht. Eventueel bestaat de mogelijkheid om tegen aanvullende kosten monsters ook op andere soorten te onderzoeken. Nadelen van de eDNA-methode zijn echter dat de resultaten (nog) niet zijn te koppelen aan kwantitatieve populatieaantallen en er geen inzicht wordt verkregen in de morfologische toestand van de soort (Bohmann et al., 2014). Daar-

naast is de afbraaktijd van DNA in water onder natuurlijke omstandigheden relatief kort, hooguit enkele weken. Een positief DNA-resultaat duidt dan ook op een recente aanwezigheid van een diersoort (Beentjes, 2020). Afbraak van dierlijk DNA in bodems varieert, daar is lastig wat algemeens over te zeggen omdat dit mede afhankelijk is van vocht en temperatuur. Maar voor de waterspitsmuis wordt echter de natte fractie van de oeverzone bemonsterd waardoor ook hier DNA sneller afbreekt.

Andere zoogdiersoorten

Niet alleen voor de waterspitsmuis, maar ook voor andere zoogdiersoorten bestaan er inmiddels minder invasieve en eenvoudigere monitoringsmethoden. Zo wordt de verspreiding van otters (*Lutra lutra*) al jarenlang gevolgd door het analyseren van uitwerpselen, waarbij tevens individuen kunnen worden herkend. Hetzelfde gebeurt met drollen van wolf (*Canis lupus*) sinds het verschijnen van de soort in Nederland. Het onderzoek naar de verspreiding van de noordse woelmuis (*Alexandromys oeconomus arenicola*), onze enige endemische zoogdier(onder)soort, vindt ook al jaren plaats middels het analyseren van het DNA uit keutels volgens een vast protocol (La Haye & Westra, 2015, La Haye & Schekkerman, 2017). Anders dan spitsmuizen en ware muizen deponeren woelmuizen hun keutels in hoopjes, wat het mogelijk maakt hier gericht naar te zoeken. Ook voor het monitoren van onze kleine marterachtigen kan DNA-analyse van keutels ingezet worden (Westra & van Bochove, 2022). Iedere soort heeft zijn eigen specifieke leefwijze, welke nieuwe onderzoeksmethoden voor het aantonen van de soort daar het beste bijpast is maatwerk en zal per soort moeten worden onderzocht. Het is kansrijk dat een gelijksoortige methodologische studie voor andere soorten kleine zoogdieren zoals de grote bosmuis (*Apodemus flavicollis*) vergelijkbare resultaten oplevert. De auteurs werken hier momenteel aan maar moedigen ook anderen aan de potentie van alternatieve methoden zoals e-DNA bij zoogdieronderzoek te ontdekken.

In het algemeen is voor inventarisaties een combinatie aan inventarisatiemethoden een manier om de hoogst mogelijke trefkansen te waarborgen (Sales et al., 2020). Voor de verschillende methodes geldt dat het voordeel ervan afhankelijk kan zijn van de schaal waarop dit het onderzoek wordt toegepast (Croose et al., 2023) en van de lokale dichtheid van waterspitsmuizen.

Concluderend kunnen we op basis van onze studie stellen dat trefkansen van alle getoetste methoden gelijk zijn en dat het inzetten van eDNA-bemonstering en cameravallen voor het aantonen van de aan- of afwezigheid van waterspitsmuis kostenbesparend en minder invasief zijn ten opzichte van inloopvallenonderzoek. Afhankelijk van de schaal van het benodigde onderzoek, de beschikbare tijd, beschikbaarheid van materiaal, de praktische mogelijkheden en het jaargetijde van onderzoek zijn de vier door ons onderzochte methoden in wisselende samenstellingen complementair inzetbaar. In onze studie is de combinatie van twee methodes die resulteren in de hoogste complementaire trefkans de combinatie van eDNA-water- en eDNA bodem en de combinatie van eDNA-water en cameravallen. We raden aan om toekomstige onderzoeken zoveel mogelijk te spreiden in tijd, ruimte en methodieken.

	Inloopvallen	Cameravallen	eDNA-bodem	eDNA-water
Inloopvallen		**85**	**126**	**164**
Cameravallen	**18 %**		**88**	**57**
eDNA-bodem	**21 %**	**25 %**		**164**
eDNA-water	**20 %**	**30 %**	**34 %**	

8 Combinaties van verschillende methoden zijn complementair aan elkaar. Onder de diagonaal staat hoe complementair de methoden zijn uitgedrukt in percentage meer positieve resultaten. Boven de diagonaal staat het aantal meetpunten waar beide methoden zijn ingezet.

Dankwoord

Medewerkers van Wetterskip Fryslan leverden een grote inspanning voor de monsterlijke veldwerkklus die nodig was om onze data vergaren. Buro Smaal voerde in opdracht een deel van het camerawerk uit. Antea Group stelde kosteloos camera's en ondersteuning beschikbaar voor uitbereiding van het camerawerk. Bureau Waardenburg en Ecologisch adviesbureau Viridis stelden aanvullende onderzoeksdata beschikbaar. Isebel Dijkgraaf, Jelmer de Jong en Natasja Menses hielpen met het verwerken van cameravalbeelden. Dank aan Paul van Hoof, Marcel Straver en Roy Mol voor hun bijdrage aan figuren. It Fryske Gea, Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en Geldersch Landschap & Kasteelen stelde hun terreinen open voor ons onderzoek. Opdrachtgevers Waterschap Brabantse Delta en Waterschap Hollandse Delta en Arcadis Nederland BV gingen mee in een aangepaste werkwijze waardoor aanvullende methoden konden worden ingezet bij regulier verspreidingsonderzoek.

Sil Westra **(sil.westra@silvavir.com)**[1], Theun Tamsma[2], Anna van der Veen[2], Kees van Bochove[3], Dick Bekker[4], Joris Verhees[5], Tom van der Meij[6], Jelle van Zweden[6], Eva van Burg[7]

1. **Silvavir Ecologisch Advies**
2. **Wetterskip Fryslân**
3. **Datura Environmental Solutions**
4. **Zoogdiervereniging**
5. **Natuurbalans - Limes Divergens**
6. **CBS natuurstatistiek**
7. **Provincie Fryslân**

Literatuur

De literatuurlijst van dit artikel vindt u door deze QR-code te scannen, of bij de online versie van dit artikel: https://delevendenatuurmagazine.nl/de-levende-natuur-nummer-05-2024/samenvatting-waterspitsmuis/

Waterspitsmuis

In the Netherlands, live-trapping is a commonly applied technique to study the presence of Eurasian water shrews (*Neomys fodiens*). However, live-trapping is invasive, labour-intensive, and expensive. Alternative survey techniques such as camera trapping and environmental DNA (eDNA) are more cost-efficient and less invasive, but so far insufficient studied in terms of their detection probabilities. In this study, we compared the following four survey techniques: (1) live-trapping, (2) camera trapping, (3) eDNA sampled from soil, and (4) eDNA sampled from water by estimating their detection probabilities.

We compared these four methods based in a field study consisting of 590 unique measurements sampled at 195 locations throughout the Netherlands and estimated their detection probabilities using a Bayesian occupancy model. Our results show that the detection probabilities of these methods range from 69-73% and do not differ significantly from each other. Overall, sampling in autumn resulted in significantly higher detection probabilities than during spring. Our main result shows that each of these methods approximately equal in their detection probability of a Eurasian water shrew. The highest detection probabilities can be achieved by parallelly implementing two methods. A combination of the two eDNA techniques are most complementary to each other, followed by a combination of water based eDNA and camera trapping. However, generally, in future studies that aim to study the presence of Eurasian water shrews, we recommend applying the survey techniques camera trapping and eDNA (both soil and water based) over live-trapping, since they are less invasive while yielding similar detection probabilities.

Literatuur

Barnes, M. A. & C.R. Turner, 2016. The ecology of environmental DNA and implications for conservation genetics. Conservation Genetics 17: 1-17. https://doi.org/10.1007/s10592-015-0775-4

Beentjes, K, 2020, Deltafact, DNA technieken voor waterbeheerders, BioMon, uitgave door STOWA

Bekker, D.L., 2009. Onderzoek naar het voorkomen van de waterspitsmuis in een herinrichtingsgebied in Polder de Peizer- en Eeldermaden in 2009. Arnhem: Zoogdier Vereniging.

Bergers, P. J. M. & M. La Haye, 2000. Kleine zoogdieren betrouwbaarder en efficiënter inventariseren. De Levende Natuur 101: 52-58

BIJ12 2024. Kennisdocumenten soortenbescherming. Geraadpleegd op 20-06-2024.

Bochove van K., 2017. eDNA monitoring muizen. Uitgave door Datura.

Bohman, K., A. Evans, M.T.P. Gilbert, G.R. Carvalho, S. Creer, M. Knapp, W.Y. Douglas, M. de Bruyn, 2014. Environmental DNA for wildlife biology and biodiversity monitoring. Trends in Ecology & Evolution Vol. 29: No. 6. https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.04.003

Casaer, J., T. Milotic, Y. Liefting, P. Desmet & P. Jansen, 2019. Agouti: A platform for processing and archiving of camera trap images. Biodiversity Information Science and Standards.

Churchfield, S., 1990. The Natural History of Shrews. Cornell University Press.

Croose, E., R. Hanniffy, A. Harrington, M. Põdra, A. Gómez, P.L. Bolton, J.V. Lavin, S.S. Browett, J. Pinedo, D. Lacanal, I. Galdos, J. Ugarte, A. Torre, P. Wright, J. MacPherson, A.D. McDevvitt, S.P. Carter & L.A. Harrington, 2023. Mink on the brink: comparing survey methods for detecting a critically endangered carnivore, the European mink Mustela lutreola. European Journal of Wildlife Research. https://doi.org/10.1007/s10344-023-01657-3

Datura Moleculair Solution, 2020. eDNA phenol-chloroform DNA extractie protocol. Geraadpleegd op 27-06-2024

Datura Moleculair Solutions, 2020. Handleiding: qPCR-kit Waterspitsmuis. Wageningen. Geraadpleegd op 20-06-2024.

Datura Moleculair Solutions, 2024. eDNA filter samplingprotocol. Geraadpleegd op 20-06-2024.

Datura Moleculair Solutions, 2024. eDNA bodemsamplingprotocol. Geraadpleegd op 20-06-2024.

La Haye, M. & P.J. Bergers, 1999. Kleine zoogdieren inventariseren: Aanpak in grote heterogene gebieden. Zoogdier 10(1): 19-24.

H2O, 2018. Wetterskip Fryslân opent eigen DNA-laboratorium. H2O waternetwerk: https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/wetterskip-fryslan-opent-eigen-dna-laboratorium. Geraadpleegt op 20-06-2024.

Koelman, R., 2007. Handleiding inventarisatie noordse woelmuis m.b.v. inloopvallen. Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem.

Natuur Inclusief, 2020. Waterspitsmuis. Récupéré sur Natuur Inclusief: https://www.natuurinclusief.nl/Projecten/waterspitsmuis/. Geraadpleegt op 20-06-2024.

Natuurpunt, 2012. Vangen met inloopvallen. Récupéré sur Zoogdierenwerkgroep: http://www.zoogdierenwerkgroep.be/studie/zoogdieren-inventariseren/vallen. Geraadpleegt op 20-06-2024.

Norren, E. van, J. Dekker & H. Limpens, 2020. Basisrapport Rode Lijst Zoogdieren 2020 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Rapport 2019.026. Zoogdiervereniging, Nijmegen.

Menses, N, 2022. Onderzoek waterspitsmuis en noordse woelmuis. Westelijke Langstraat, oude Maasje en Gat van de Ham in opdracht van Waterschap Brabantse Delta. Rapportage nr. 2021-0701. Schalkhaar: Silvavir Ecologisch Advies.

Rees, H.C., B.C. Maddison, D.J. Middleditch, J.R. Patmore, & K.C. Gough, 2014. The detection of aquatic animal species using environmetnal DNA - a review of eDNA as a survey tool in ecology. Journal of Applied Sciences, 1450-1459. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12306

Sales, NG, M.B. McKenzie, J. Drake, L.R. Harper, S.S. Browett, I. Coscia, O.S. Wangensteen, C. Baillie, E. Bryce,D.A. Dawson, E. Ochu, B. Hänfling, L.L. Handley, S. Mariani, X. Lambin, C. Sutherland & A.D. McDevitt, 2020. Fishing for mammals: landscape-level monitoring of terrestrial and semi-aquatic communities using eDNA from riverine systems. Journal of Applied Ecology 57(4): 707-716. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13592

Smaal M. & W. van Manen, 2022. Detecting and monitoring small mammals with trail cameras. Lutra 65(2): 247-257

Taberlet, P., E. Coissac, M. Hajibabaei, & L.H. Rieseberg, 2012. Environmental DNA. Molecular Ecology, 1789-1793. https://doi.org/10.1111/mec.16023

ThermoFisher, 2022. TaqMan™ Environmental Master Mix 2.0. Récupéré sur ThermoFisher: https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/4396838?SID=srch-hj-4396838.

Verhees, J.J.F., T.A.W. van der Putten, P.H. van Hoof, D. Heijkers, P. Lemmers, H.J. Esser & W.F. de Boer, 2024. Comparing the effectiveness of short-focal camera trapping, live trapping, and soil eDNA for surveying small mammals: A case study on Eurasian water shrew (Neomys fodiens). European Journal of Wildlife Research 70(13). https://doi.org/10.1007/s10344-023-01760-5

Westra, S. A. (2022). Plan van aanpak: Vergelijking onderzoeksmethoden waterspitsmuis. Rapportage nr. 2021-1107. Schalkhaar: Silvavir Ecologisch Advies.

Plummer, M (2024). rjags: Bayesian Graphical Models using MCMC. R package version 4-16, https://CRAN.R-project.org/package=rjags.

R Core Team (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/.

La Haye, M. & Westra S., 2015. Veldonderzoek noordse woelmuis in het Oostzanerveld met eDNA. Rapport 2015.040. Bureau van de Zoogdiervereniging, Nijmegen.