



Wat eet een zwerfkat op Neeltje Jans?

Inzicht in de aanwezigheid van kustbroedvogels en andere beschermde soorten in het dieet via morfologische en genetische analyse van kattenkeutels

Arjen de Groot, Marijn Teunizen, Mark van Leeuwen, Hugh Jansman, Dennis Lammertsma, Ivo Laros, Marcel Polling en Margreet Laar



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Wat eet een zwerfkat op Neeltje Jans?

Inzicht in de aanwezigheid van kustbroedvogels en andere beschermde soorten in het dieet via morfologische en genetische analyse van kattenkeutels

Arjen de Groot, Marijn Teunizen, Mark van Leeuwen, Hugh Jansman, Dennis Lammertsma, Ivo Laros, Marcel Polling en Margreet Laar

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research, in opdracht van de Provincie Zeeland.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, augustus 2022

Gereviewd door:
Ralph Buij, onderzoeker, Wageningen Environmental Research

Akkoord voor publicatie:
Marion Kluivers-Poodt, teamleider van Dierecologie

Rapport 3188
ISSN 1566-7197

De Groot, G.A., M. Teunizen, M. van Leeuwen, H.A.H. Jansman, D.R. Lammertsma, I. Laros en M. Laar, 2022. *Wat eet een zwerfkat op Neeltje Jans?; Inzicht in de aanwezigheid van kustbroedvogels en andere beschermde soorten in het dieet via morfologische en genetische analyse van kattenkeutels*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3188. 42 blz.; 8 fig.; 4 tab.; 49 ref.

In opdracht van de Provincie Zeeland voerde Wageningen Environmental Research een onderzoek uit naar de dieetsamenstelling van zwerfkatten op het voormalige werkeiland Neeltje Jans in de Oosterschelde. De natuurgebieden op het eiland herbergen broedkolonies van meerdere kwetsbare kustbroedvogels met een beschermde status. Doel van het onderzoek was om na te gaan in welke mate vogels, en met name deze kustbroedvogels, deel uitmaken van het dieet van de zwerfkat. Daartoe werden gedurende het broedseizoen wekelijks kattenkeutels verzameld op het eiland en werden prooien geïdentificeerd via twee complementaire methoden: morfologisch (determinatie onder de microscoop) en genetisch (eDNA metabarcoding) onderzoek. De resultaten lieten zien dat woelmuizen en konijnen de hoofdcomponent vormen van het dieet. Toch werden in totaal acht vogelsoorten aangetroffen, waaronder zangvogels en fazanten. In slechts één keutel werd een kustbroedvogel (een zilvermeeuw of kleine mantelmeeuw) aangetroffen, wat suggereert dat de impact op de lokale broedkolonies waarschijnlijk beperkt is. Nader onderzoek naar de populatiedynamiek van deze kustbroedvogels en de rol van katten in hun totale predatiesterfte zou echter nodig zijn om hier meer uitsluitsel over te geven.

The Province of Zeeland asked Wageningen Environmental Research to study the composition of the diet of feral cats living on the island Neeltje Jans, located in the Oosterscheldekering, one of the largest Delta works along the Dutch coast. This island harbours valuable breeding colonies of various sea birds. We studied the cat's diet by collecting scats during the bird breeding season of 2021 and identifying the prey composition based on two complementary methods: morphological identification and genetic identification by means of eDNA metabarcoding. The results showed that the diet mainly consists of voles and rabbits, although evidence of a total of 8 bird species was observed in the scats. In only one scat we observed DNA from one of the sea birds breeding on the island (a European herring gull or a Lesser black-backed gull), suggesting that the impact of the feral cats on Neeltje Jans on the local breeding colonies of these species is likely to be limited. A study of the population dynamics of these birds, including the role of cats in the total predation mortality, would help to further assess the risks.

Trefwoorden: zwerfkatten, verwilderde katten, broedvogels, dieet, metabarcoding, eDNA

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/577362> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2022 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3188 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Een zwerfkat in de natuur. Copyright: Hugh Jansman.

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Zwerfkatten in Nederland	11
1.2 Mogelijke effecten op natuurlijke biodiversiteit	11
1.3 Aanpak van het zwerfkattenprobleem in Zeeland	13
1.4 Neeltje Jans als casestudy	13
1.5 Doelstelling en onderzoeksvragen	14
1.6 Globale onderzoeksaanpak	15
2 Methode	16
2.1 Verzamelen van kattenkeutels	16
2.1.1 Studiegebied	16
2.1.2 Verzamelrondes en monsteropslag	17
2.2 Dieetanalyse	19
2.2.1 Morfologische identificatie van prooiresten	19
2.2.2 Genetische identificatie van prooien middels eDNA metabarcoding	19
2.2.3 Data-analyse	21
2.2.4 Individuele herkenning van katten	21
3 Resultaten	23
3.1 Aangetroffen kattenkeutels	23
3.2 Individuele herkenning	23
3.3 Dieetsamenstelling	26
3.3.1 Morfologische versus genetische analyse	26
3.3.2 Aandeel vogels ten opzichte van andere prooidieren	26
3.3.3 Vogels	27
3.3.4 Zoogdieren	28
3.3.5 Overige vondsten	29
3.4 Aandeel bedreigde en beschermde soorten	29
4 Discussie en conclusies	30
4.1 Aanwezigheid van zwerfkatten op Neeltje Jans	30
4.2 Dieetkeuze van zwerfkatten	31
4.2.1 Het dieet op Neeltje Jans en elders	31
4.3 Predatie van kwetsbare (kust)broedvogels	32
4.3.1 Aandeel in het dieet	32
4.3.2 Risico's voor duurzaam behoud van kwetsbare populaties?	32
4.4 Mogelijke effecten op andere kwetsbare diersoorten	33
4.5 Onderzoek naar effecten van predatie door katten	34
4.5.1 Beperkingen en meerwaarde van dieetonderzoek via eDNA uit keutels	34
4.5.2 Een bredere kijk op effecten van predatie en maatregelen ter voorkoming daarvan	34
4.6 Conclusies	36
Literatuur	37
Bijlage 1 Toegepaste DNA-merkers voor dieetanalyse	40
Bijlage 2 Toegepaste DNA-merkers voor individuele herkenning	41

Verantwoording

Rapport: 3188

Projectnummer: 5200046670

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: onderzoeker Dierecologie

naam: Ralph Buij

datum: 24 juni 2022

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Marion Kluivers-Poodt

datum: 27 juni 2022

Woord vooraf

Het voorliggende onderzoek is tot stand gekomen in opdracht van de Provincie Zeeland en werd uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (WENR). De praktische uitvoering van het veldwerk en de laboratoriumanalyses waren in handen van twee MSc-studenten van Wageningen UR (Mark van Leeuwen en Marijn Teunizen, beiden tevens coauteur van dit rapport), onder co-supervisie van Pim van Hooft (vakgroep Wildlife Ecology and Conservation, Wageningen University). Dianne Sanders (WENR) verzorgde de kaarten die als figuren in dit rapport zijn opgenomen.

Onze dank gaat uit naar de terreinbeheerders van Natuurmonumenten (Tijmen den Ottelander) en Het Zeeuwse Landschap (Wannes Castelijns), die ons hebben geholpen bij het opzetten van het veldwerk en het in goede banen leiden van de veldbezoeken in hun terrein. Ook willen we hen en de overige leden van het Zeeuwse Zwerfkattenoverleg, onder voorzitterschap van Elise Schuijtvlot en Richard Esser (Provincie Zeeland), bedanken voor de waardevolle informatie en adviezen tijdens de opstartfase van het onderzoek en bij de presentatie van tussentijdse resultaten. Jullie kennis over het terrein en over de verschillende kanten van de zwerfkattenproblematiek in de provincie was voor ons waardevolle context voor het beantwoorden van de praktische vragen die in dit rapport aan bod komen.

Samenvatting

In Zeeland zijn, net als in andere Nederlandse provincies, aanzienlijke aantallen zwerfkatten aanwezig. Daaronder verstaan we katten die geen eigenaar (meer) hebben, maar in het wild in hun eigen onderhoud voorzien. Dit kunnen katten zijn die het contact met hun eigenaar hebben verloren of de nakomelingen daarvan. Naast problemen voor het welzijn van de katten zelf en eventuele overlast of verspreiding van ziekten, wordt ook de mogelijke schade die katten kunnen toebrengen in natuurgebieden steeds vaker als een probleem gezien. Zwerfkatten jagen op wilde prooien en kunnen daarmee een negatieve invloed hebben op wilde dierpopulaties, waaronder in bepaalde gebieden populaties van kwetsbare (bedreigde en/of beschermde) soorten. Hoe groot die invloed is, kan echter sterk variëren afhankelijk van de lokale context.

Naar aanleiding van overleg tussen diverse organisaties in het Zeeuwse 'zwerfkattenoverleg', gaf de Provincie Zeeland opdracht aan Wageningen Environmental Research om een onderzoek te doen naar de samenstelling van het dieet van zwerfkatten, waarbij het Zeeuwse eiland Neeltje Jans als casestudy werd gekozen. Neeltje Jans is een voormalig werkeiland midden in de Oosterscheldekering tussen de eilanden Schouwen en Noord-Beveland. Een flink deel van het eiland is beschermd natuurgebied, waar onder meer belangrijke broedkolonies voorkomen van kustbroedvogels, zoals de kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, dwergstern en bontbekplevier. Ook vele andere water- en wadvogels maken gebruik van de duinen en slikken op en rond het eiland. Lokale natuurbeheerders maken zich zorgen over de impact van zwerfkatten op met name de kustbroedvogels, die voornamelijk op de grond broeden en daarmee potentieel een makkelijke prooi vormen.

Doelstelling van het dieetonderzoek, waarvan de resultaten in het voorliggende rapport worden beschreven, was om na te gaan of vogels inderdaad aanwezig zijn in het dieet van de zwerfkatten op Neeltje Jans, hoe dit zich verhoudt tot de predatie van andere prooisorten en welke soorten het betreft: in welke mate maken kustbroedvogels of andere kwetsbare soorten inderdaad deel uit van het dieet?

Om deze vragen te onderzoeken, werd gebruikgemaakt van een onderzoek naar de prooisamenstelling van kattenkeutels op het eiland. In overleg met de provincie werd het onderzoek gericht op het broedseizoen (van 15 maart tot 15 juli), aangezien in die periode de broedvogels het abundantst en kwetsbaarst zijn. Gedurende het broedseizoen van 2021 werd wekelijks een verzamelronde uitgevoerd, waarbij een vaste set van looproutes werd afgelopen en op het oog werd gespeurd naar kattenkeutels. Alle aangetroffen keutels werden verzameld en meegenomen naar Wageningen voor laboratoriumonderzoek. Daarbij werden twee identificatiemethoden gehanteerd voor elke keutel: determinatie van herkenbare prooiresten zoals haren, veren en botfragmenten, en daarnaast een genetische identificatie op basis van een methode genaamd eDNA metabarcoding. Hierbij wordt DNA gewonnen uit de keutels en wordt de exacte code bepaald van een gedeelte van het DNA waarvan bekend is dat deze code verschilt tussen verschillende diersoorten. Door de aangetroffen codes te vergelijken met een referentiedatabase met codes van alle mogelijke prooisorten, wordt uiteindelijk per keutel een soortenlijst verkregen. Deze methode is relatief nieuw en in dit studie voor het eerst toegepast voor onderzoek naar het dieet van Nederlandse katten. De resultaten laten echter zien dat de uitkomsten van de genetische identificatie een belangrijke aanvulling zijn op de morfologische identificatie en de aanwezigheid van een flink aantal extra soorten aantoont, waaronder veel vogels.

In totaal werden in de onderzoeksperiode 26 kattenkeutels verzameld, sterk minder dan vooraf ingeschat. De resultaten van het dieetonderzoek op deze set keutels lieten zien dat het dieet van de kat of katten die tijdens het broedseizoen van 2021 op Neeltje Jans aanwezig waren, voor een groot deel uit zoogdieren bestond. In het overgrote deel van de keutels (meer dan 90%) werden muizensoorten aangetroffen, voornamelijk veldmuis (*Microtus arvalis*) en in iets mindere mate bosmuis (*Apodemus sylvaticus*). Deze soorten zijn dan ook vrij algemeen op het eiland. Katten zijn over het algemeen opportunistische jagers en kiezen veelal voor het type prooi dat ruimschoots voorhanden is. Dat verklaart ook het eveneens flinke aandeel konijn (*Oryctolagus cuniculus*; 35% van de keutels) in de kattenkeutels te Neeltje Jans. Ook in andere studies in binnen- en buitenland bleken knaagdieren en konijnen het hoofdvoedsel te vormen van lokale zwerfkatten.

Toch werd te Neeltje Jans in ruim een derde van de keutels ook een vogelsoort aangetroffen. De kat of katten op het eiland weten dus met regelmaat een vogel te grijpen. Hoewel een aantal kustbroedvogels, zoals de zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw, grote broedkolonies op het eiland kent (duizenden broedparen), werd slechts in één keutel de aanwezigheid van een meeuw aangetoond. In totaal werden acht vogelsoorten aangetroffen, waarvan alleen de fazant (*Phasianus colchicus*) meermaals werd gevonden. Verder betrof het zangvogels als spreeuw (*Sturnus vulgaris*) en merel (*Turdus merula*), maar ook een torenvalk (*Falco tinnunculus*) en een blauwe reiger (*Ardea cinerea*). Met name bij deze laatstgenoemde soorten hoeft geen sprake te zijn van predatie van een nest of adult, maar kan ook gegeten zijn van een dood gevonden exemplaar of een ei of juveniel dat uit een nest is gevallen. Predatie op de zeldzame bontbekplevier werd niet aangetoond.

Deze resultaten suggereren dat de mate waarin de lokale zwerfkatt jaagt op de kustbroedvogels te Neeltje Jans waarschijnlijk vrij beperkt is, zelfs gedurende het broedseizoen, als zich in de duinvalleien grote aantallen makkelijk bereikbare nesten bevinden. Dat zou kunnen betekenen dat de impact van de kat(ten) op deze belangrijke broedkolonies relatief klein is. Er zijn echter meerdere redenen om daarbij een flinke slag om de arm te houden. Ten eerste is onzeker welk deel van de aanwezig keutels kon worden gevonden. Een deel van de keutels zal zijn gemist en kan in theorie meer prooi van kustbroedvogels hebben bevat. Daarnaast is op dit moment onduidelijk wat de impact is van predatie in het algemeen op de lokale kolonies en in hoeverre de predatie door katten de natuurlijke sterftcijfers doet toenemen. Wellicht nog belangrijker is het feit dat, zelfs zonder daadwerkelijke predatie, verstoring van de broedkolonie door de katten eveneens tot schade zou kunnen leiden. Naast dieetonderzoek, is daarom vooral ook onderzoek naar de populatiedynamiek en doodsoorzaken van de kustbroedvogels te Neeltje Jans van belang om inzicht te krijgen in het gevaar dat de katten opleveren en in welke verhouding dit staat tot andere bedreigende factoren (zoals verstoring door recreanten en hun honden of door natuurlijke predatoren zoals de vos).

Hoewel voorafgaand aan dit onderzoek vooral zorgen bestonden over de impact van de zwerfkatt op de lokale kustbroedvogels, laat het huidige dieetonderzoek zien dat ook andere soorten worden gegeten die een bedreigde en/of beschermde status kennen. Daarbij viel vooral de vondst van een noordse woelmuis (*Microtus oeconomus*) op, een in ons land sterk bedreigde woelmuizensoort met een beschermde status op de Habitatrichtlijn. Ook hier levert het aantreffen in een keutel slechts bewijs dat de kat af en toe jaagt op deze soorten, maar is geen uitsluitel te geven over exacte aantallen gegeten individuen en hoe deze aantallen zich verhouden tot de omvang van de muizenpopulatie.

Een belangrijke factor die, naast de verhouding tussen prooien in het dieet, bepaalt wat het effect is op de prooi-populaties, is het aantal zwerfkatten dat ter plaatse aanwezig is. Hierover bestaat enige onduidelijkheid: ondanks een eerdere schatting van 19 individuen werd tijdens een droneonderzoek in 2020 slechts één kat gezien. Om aanvullend inzicht te krijgen in het aantal katten werd binnen de huidige opdracht een beperkte proef uitgevoerd om te proberen het DNA uit de kattenkeutels te gebruiken voor een genetische individuerkenning om zo te bepalen van hoeveel verschillende katten de keutels afkomstig waren. Hoewel dit slechts voor 7 van de 26 keutels lukte en het aantal individuen dus behoorlijk kan zijn onderschat, bleken deze 7 keutels alle afkomstig van dezelfde kat. Samen met het zeer geringe totaal aantal gevonden keutels doet dit vermoeden dat waarschijnlijk sprake is van hoogstens enkele katten op het eiland. Onder andere het aantreffen van de noordse woelmuis als prooi, een soort die niet bekend is van Neeltje Jans maar wel van een natuurgebied direct ten noorden van de Oosterscheldekering, doet vermoeden dat katten tenminste incidenteel het eiland weten te verlaten en bereiken, wat zou betekenen dat het aantal katten op Neeltje Jans zal variëren door de tijd.

1 Inleiding

1.1 Zwerfkatten in Nederland

De huiskat (*Felis catus*) is een van de oudste huisdieren van de mens. Bijna een kwart van de huishoudens in Nederland (23,9% in 2019; Dibevo 2020) houdt een of meerdere katten, resulterend in een totaal van rond de drie miljoen huiskatten in ons land. Een deel van deze katten raakt op een gegeven moment het contact met de eigenaar en vaste verblijfplaats kwijt, bijvoorbeeld doordat het dier door de eigenaar (te) ver van huis wordt losgelaten of doordat de kat zelf van huis wegloupt. Zodra dit het geval is, spreken we niet langer van een huiskat, maar van een zwerfkat. Een 'sociale zwerfkat', oftewel een kat die nog maar net op straat is beland en nog goed gewend is aan mensen, kan vaak in een asiel worden opgevangen en vervolgens herplaatst worden. Een 'verwilderde zwerfkat', die al langer op zichzelf leeft, is vaak minder makkelijk te resocialiseren. Is een zwerfkat niet gecastreerd of gesteriliseerd, dan kan deze zich snel voortplanten. De nakomelingen die daaruit voortkomen en die eveneens in het wild leven, worden 'verwilderde katten' genoemd. In dit rapport vatten we – tenzij nadrukkelijk anders vermeld – deze verschillende typen katten zonder baasje samen onder de term 'zwerfkat'. Belangrijk is het onderscheid met de wilde kat (*Felis sylvestris*), een wilde soort die soms lastig van huiskatten te onderscheiden is, maar die niet kan worden getemd. De wilde kat is in Nederland momenteel zeer zeldzaam, maar de aantallen in Noordwest-Europa nemen langzaam toe.

De hoge voortplantingssnelheid zorgt ervoor dat het aantal zwerfkatten snel kan toenemen als geen actie wordt ondernomen. Jaarlijks worden tegen de 40.000 zwerfkatten (op)gevangen (Nijenhuis & Van Niekerk, 2015), maar het totale aantal zwerfkatten in ons land ligt hoger. Schattingen van het totale aantal zwerfkatten in Nederland lopen sterk uiteen, van zo'n 135.000 tot 1,2 miljoen individuen (NDG, 2022). Om meerdere redenen wordt dit als een probleem gezien. Behalve dat sprake kan zijn van een welzijnsprobleem voor de kat zelf (door stress, ziekte en/of voedselgebrek), kunnen zwerfkatten ziekten (zoals spoorwormen en toxoplasmose) overbrengen op de mens en op huisdieren en concurreren hybride vormen met hun wilde verwante soort, de Europese wilde kat. Bovendien kunnen ze een bedreiging vormen voor andere kwetsbare wilde diersoorten doordat ze jagen op wilde prooien.

Om het zwerfkattenprobleem tegen te gaan, zijn verschillende oplossingen denkbaar, gericht op preventie of mitigatie. Verantwoordelijk eigenaarschap en neutralisatie (sterilisatie of castratie) van huiskatten vermindert het ontstaan van nieuwe zwerfkatten. Chippen van huiskatten maakt het beter mogelijk om katten weer terug te brengen bij hun baasje. Om het aantal al aanwezige zwerfkatten te verlagen, werden tot circa 10 jaar geleden in diverse provincies zwerfkatten afgeschoten. Na flinke protesten wordt in de meeste provincies inmiddels ingezet op diervriendelijkere oplossingen om zwerfkatten uit de natuur te verwijderen. Meest bekend en meest gebruikt is daarbij de zogenaamde TNR-methode (trap-neuter-return of relocate). Daarbij worden katten gevangen, geneutraliseerd en vervolgens teruggeplaatst (waar mogelijk) of herplaatst (waar nodig).

1.2 Mogelijke effecten op natuurlijke biodiversiteit

De schade die zwerfkatten kunnen toebrengen in de natuur door predatie van (kwetsbare) wilde dierpopulaties wordt in toenemende mate als een probleem gezien. Katten zijn van nature generalisten met een brede voedselkeuze. Uit meldingen van huiskateigenaren aan de Zoogdiervereniging bleek dat huiskatten 25 verschillende prooisorten aandroegen, waaronder muizen, spitsmuizen, vogels, vleermuizen, kleine marterachtigen, konijnen, reptielen en insecten (Zoogdiervereniging 2013). Het scala aan wilde prooien waarop zwerfkatten kunnen prederen, zal minstens even divers zijn en omdat dit niet langer wordt aangevuld met het door de eigenaar aangeboden voer, zal het aantal wilde prooien per tijdseenheid aanzienlijk hoger liggen (Liberg 1984; Silva-Rodriguez & Sieving 2011). Het opportunisme bij het kiezen van

een prooi zal betekenen dat in veel gevallen de samenstelling van het dieet voor een groot deel zal worden bepaald door het aanbod ter plaatse. Gemiddeld betekent dit dat muizen en konijnen een hoofdonderdeel vormen van het dieet van zwerfkatten (Plantinga et al., 2011). Dit bleek ook o.a. uit eerder Nederlands onderzoek naar het dieet van zwerfkatten op Schiermonnikoog (Van der Ende et al., 2017). Toch bleek nog altijd ruim 13% van het dieet te bestaan uit vogels, waaronder met name grondbroeders. Op andere plekken, waar kleine zoogdieren minder abundant zijn of andere soorten een gemakkelijkere prooi vormen, kan de verhouding tussen prooisorten echter heel anders liggen. Katten zijn uitstekende jagers en zijn goed in staat om kleine snelle prooien te vangen, maar een 'makkelijke' prooi is een buitenkans die energie bespaart. Om die reden kunnen op eilanden met veel grondbroedende zeevogels deze vogelsoorten soms bijna het volledige dieet vormen van de lokale zwerfkat (Plantinga et al., 2011). Hetzelfde zou kunnen worden verwacht op Nederlandse locaties met veel grondbroedende kustbroedvogels of weidevogels, maar afgezien van de studie op Schiermonnikoog, ontbreekt gedegen onderzoek hiernaar tot nu toe voor Nederlandse (natuur)gebieden.

Niet alleen is de samenstelling van het dieet van zwerfkatten dus sterk afhankelijk van de lokale context, ook de impact op de populaties van de prooien, en daarmee de mogelijke schade aan kwetsbare natuurwaarden, kan sterk variëren. Een vaak geciteerde studie van Medina et al. (2011) liet op basis van een wereldwijde literatuurreview zien dat op eilanden waar katten van nature niet voorkwamen maar door de mens werden geïntroduceerd, zij verantwoordelijk kunnen worden geacht voor het uitsterven van tot 14% van de lokale (endemische) vogel-, zoogdier- en reptielensoorten. Bekende voorbeelden zijn het uitsterven van diverse vogelsoorten op Nieuw-Zeeland en reptielen op de Galapagos. Een belangrijk verschil met de West-Europese situatie is echter dat de endemische fauna op deze eilanden niet bekend was met, en dus niet aangepast aan het samenleven met carnivoren. Vogels en reptielen in bijvoorbeeld Nederland zijn dit wel en hebben zich evolutionair kunnen aanpassen aan de aanwezigheid van dergelijke predatoren en het ontwijken of misleiden daarvan. Dit neemt echter niet weg dat een plotselinge en onnatuurlijke toename van de predatiedruk gevolgen kan hebben voor het voortbestaan van populaties. Meerdere West-Europese studies toonden een negatieve relatie aan tussen de dichtheid van katten en de populatieomvang van wilde vogels en muizen in het betreffende gebied (Baker et al., 2003; Sims et al., 2008).



Figuur 1 Een jagende kat loert naar twee wilde eenden. Foto: Hugh Jansman.

Het effect van de aanwezigheid van zwervkatten op de lokale wilde dierpopenaties hoeft echter niet per definitie alleen maar negatief te zijn. Baker et al. (2008) suggereerden dat predatie door vrijlopende huiskatten in het stedelijk gebied mogelijk de gezondheid van wilde dierpopenaties ten goede kan komen, doordat waarschijnlijk de zieke en zwakke dieren als eerste worden gepakt. Daarnaast kunnen katten in bepaalde gevallen ook andere vijanden van kwetsbare vogels, zoals ratten, in toom houden. Onderzoek op het eiland Ascension (Hughes et al., 2008) liet zien dat hier de predatie van ratten op de lokale broedkolonies van bonte sterns enorm toenam nadat de katten op het eiland werden uitgerooid. Hoewel de totale predatie door de ratten nog altijd iets lager was dan de predatie door katten in de periode daarvoor, werd hiermee dus het ene probleem ingeruild voor een ander.

Al met al is het dus zeker mogelijk dat zwervkatten een negatieve invloed hebben op kwetsbare wilde dierpopenaties, waaronder broedvogels, maar is het lastig om op voorhand te voorspellen hoe groot deze invloed is en of dit het voortbestaan van de populaties in gevaar brengt. Of dat het geval is, hangt onder meer af van het lokale prooiaanbod, de predatiedruk door andere diersoorten en de mate waarin de populaties sowieso al onder druk stonden door diverse andere negatieve factoren.

1.3 Aanpak van het zwervkattenprobleem in Zeeland

Net als in andere provincies, leeft ook in de provincie Zeeland al jaren een discussie over het beleid voor omgang met zwervkatten. De afgelopen jaren neemt het aantal zwervkatten in de provincie aanzienlijk toe. In 2018 meldde Stichting Scheldekat, die ook in Zeeland een actieve TNR-campagne uitvoert, dat binnen een jaar ruim 400 zwervkatten werden gevangen, tegen een totaal van 600 gedurende meerdere jaren daarvoor. Het vermoeden bestaat dat de toegenomen aanschaf van huisdieren tijdens de afgelopen covid-pandemie heeft gezorgd voor een verdere toename van het aantal katten dat vervolgens wordt gedumpt in de natuur of dat verwildert na een gebrek aan aandacht en verzorging. Vanwege zorgen over met name het effect op kwetsbare populaties van weidevogels en kustbroedvogels op de Zeeuwse eilanden, overwogen de Provinciale Staten in 2018 om, net als op dat moment al het geval was in Friesland en Utrecht, over te gaan tot afschot van zwervkatten. Dit leidde echter tot flink protest van diverse dierenbeschermingsorganisaties, waarop werd besloten af te zien van afschot en op zoek te gaan naar diervriendelijkere alternatieven. Dit resulteerde in de oprichting van een werkgroep (het 'zwervkattenoverleg') waarin naast beleidsmedewerkers van de provincie ook vertegenwoordigers van diverse natuurbeheersorganisaties (Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Zeeuws Landschap) en dierenbeschermers (Stichting Dierenlot, Stichting Scheldekat, de Dierenbescherming en enkele dierenasielen) zijn aangesloten om gezamenlijk na te denken over een breed gedragen provinciaal zwervkattenbeleid. Daarbij werd besloten om, naast het op een rij zetten van mogelijke oplossingsrichtingen, ook de aard en de omvang van het probleem met betrekking tot natuurschade nader in kaart te brengen. De discussie op dit onderwerp richtte zich met name op de vraag hoeveel zwervkatten het betrof en wat het netto-effect zou kunnen zijn van enerzijds negatieve gevolgen van predatie door katten (het doden van vogels) en anderzijds mogelijke positieve effecten, zoals predatie op wilde dieren die eveneens een gevaar vormen voor de broedvogels (zoals ratten). Besloten werd om hiertoe in te zoomen op een of enkele locaties als casestudy. Uiteindelijk werd gekozen voor een focus op het eiland Neeltje Jans.

1.4 Neeltje Jans als casestudy

Het werkeiland Neeltje Jans, gelegen in het midden van de Oosterscheldekering tussen Schouwen en Noord-Beveland, bestaat voor een aanzienlijk deel uit beschermd natuurgebied. Het betreft voornamelijk kustduinhabitat, met een belangrijke natuurwaarde voor verschillende vogelsoorten.

In het broedseizoen zijn er omvangrijke kolonies van zilver- en mantelmeeuwen te vinden (duizenden broedparen van beide soorten; Castelijns et al., 2016) en ook andere kustvogels zoals visdief, dwergstern, kokmeeuw, stormmeeuw, kleine plevier en bontbekplevier broeden regelmatig tot jaarlijks op Neeltje Jans. Daarnaast gebruiken tientallen soorten water- en wadvogels het natuurgebied op Neeltje Jans als rustgebied. Het eiland ligt op de vaste route van diverse trekvogels.

Naast natuurgebied heeft het eiland echter ook een functie als recreatiegebied. Op het eiland bevindt zich het educatie- en recreatiecentrum Deltapark Neeltje Jans dat veel bezoekers trekt. Daarnaast zijn diverse andere bedrijven aanwezig, zoals een mosselkwekerij en visrestaurant. Het vermoeden bestaat dat met enige regelmaat door eilandbezoekers een ongewenste kat wordt losgelaten, en dat katten op het eiland vervolgens niet in staat zijn het eiland zelfstandig te verlaten. De combinatie van menselijk afval en een breed scala aan mogelijke wilde prooien maakt het eiland in principe uitstekend geschikt voor katten om te overleven. In 2018 werd het aantal zwervkatten op het eiland geschat op 19 individuen, maar er bestaat onzekerheid over het huidige aantal katten. In 2020 werd middels onderzoek met een drone slechts één individu gezien.

De plaatselijke natuurbeheerders, Natuurmonumenten en Het Zeeuwse Landschap, maken zich sterk voor een optimale bescherming van de kwetsbare kustbroedvogelpopulaties op het eiland en maken zich zorgen over de mogelijke impact van de zwervkatten op het duurzame voortbestaan van deze populaties. Beleidsmatig is deze vraag voor de provincie extra relevant, omdat het deels gaat om populaties van meerdere Vogelrichtlijnsoorten waarvoor de Natura 2000-gebieden rond Neeltje Jans als beschermingsgebied zijn aangewezen en waarvoor dus een specifieke instandhoudingsdoelstelling geldt. Dit maakt Neeltje Jans al met al een relevante casestudy om nader te kijken naar de mate waarin zwervkatten prederen op vogels, met name op de kwetsbare kustbroedvogels.

1.5 Doelstelling en onderzoeksvragen

Naar aanleiding van de gesprekken en afspraken binnen het Zeeuwse zwervkattenoverleg, benaderde de Provincie Zeeland Wageningen voor het opzetten van een onderzoek naar het dieet van de zwervkatten te Neeltje Jans. Doelstelling was daarbij om een project op te zetten waarbij studenten op basis van prooiresten uit van het eiland afkomstige kattenkeutels een inschatting zouden maken van de samenstelling van het dieet. Wageningen Environmental Research (hierna afgekort als WENR) werd vervolgens benaderd om hiertoe een onderzoeksplan op te stellen en de coördinatie van het onderzoek, de begeleiding van de studenten en de eindrapportage van de resultaten voor haar rekening te nemen. Op aanbeveling van het zwervkattenoverleg werd besloten om het onderzoek te richten op een specifieke tijdsperiode, het vogelbroedseizoen, aangezien de vogelpopulaties in die periode naar verwachting het kwetsbaarst zijn voor predatie door katten.

In samenspraak met de provincie werden de volgende onderzoeksvragen opgesteld met betrekking tot het dieet van zwervkatten te Neeltje Jans gedurende het broedseizoen:

1. Hoe verhoudt de aanwezigheid van vogelsoorten in het dieet zich tot de aanwezigheid van andere prooisoorten, zoals knaagdieren?
2. Welke vogelsoorten betreft het en in hoeverre maken kustbroedvogels hier onderdeel van uit?
3. In hoeverre betreft het soorten met een specifieke beschermde of bedreigde status?
4. In hoeverre varieert de soortensamenstelling van het dieet en/of het aandeel vogels als geheel, in de tijd gedurende het broedseizoen?

Aanvankelijk werd ervoor gekozen om het onderzoek volledig te richten op bovenstaande vragen met betrekking tot de dieetsamenstelling. Omdat gedurende het onderzoek bleek dat budget en tijd vrij viel als gevolg van een lager aantal te onderzoeken keutels dan verwacht, werd besloten om tevens een poging te doen om voor de verzamelde keutels eveneens te bepalen van hoeveel verschillende katten deze afkomstig waren, om zo meer zicht te krijgen op het minimale aantal katten dat gedurende de studieperiode op het eiland aanwezig was.

1.6 Globale onderzoeks aanpak

Gekozen werd voor een aanpak waarbij werd ingezet op het rapen van zo veel mogelijk kattenkeutels gedurende één broedseizoen (in 2021) middels een wekelijkse verzamelronde, waarbij vervolgens voor alle verzamelde keutels de dieetsamenstelling werd bepaald op basis van een combinatie van twee verschillende identificatiemethodes: morfologische identificatie op basis van herkenbare prooiresten in de keutels zoals haren, veren en botresten, en genetische identificatie op basis van het zogenaamde environmental DNA (eDNA) dat in de keutels aanwezig is in de vorm van weefselresten, losse cellen of losse moleculen. Aangezien behalve de prooien ook de producent van de keutel DNA-sporen achterlaat in de keutel, kan het DNA-materiaal dat wordt gewonnen uit de keutels tevens worden gebruikt voor een ander type genetische analyse, gericht op individuele herkenning van de kat zelf.

De daadwerkelijke uitvoering van het veld- en laboratoriumonderzoek werd verdeeld over twee studentenprojecten waarvoor door WENR, in samenwerking met de vakgroep Wildlife Ecology van Wageningen Universiteit, twee MSc-studenten werden geworven. De eerste student (Mark van Leeuwen) richtte zijn onderzoek op het verzamelen de keutels in het veld en de morfologische identificatie van prooien. De tweede student (Marijn Teunizen) richtte haar onderzoek op het genetische laboratoriumonderzoek, primair gericht op identificatie van prooien middels een methode genaamd 'eDNA metabarcoding' en een poging tot individuele herkenning.

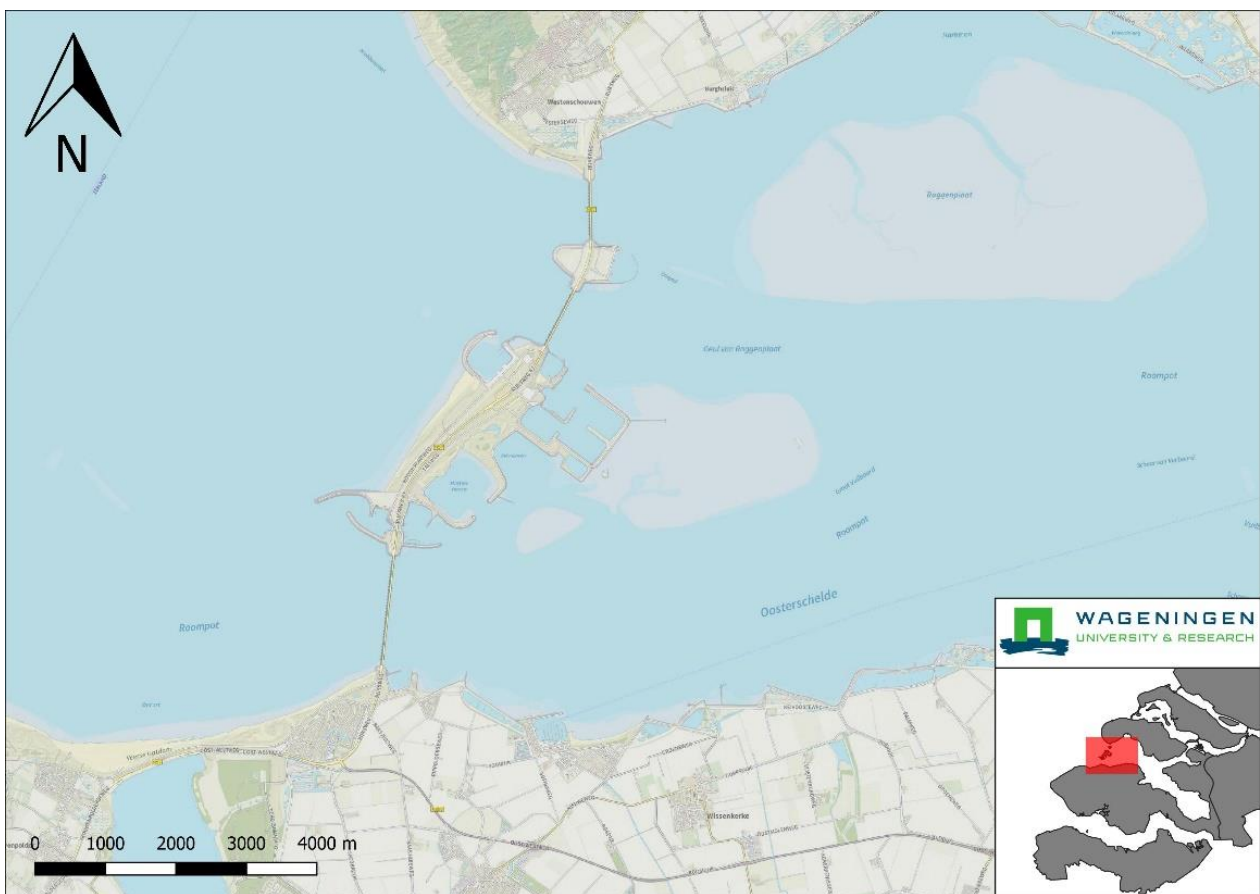
In het volgende hoofdstuk worden de gebruikte onderzoeksmethodieken per onderdeel in meer detail toegelicht.

2 Methode

2.1 Verzamelen van kattenkeutels

2.1.1 Studiegebied

Het werkeiland Neeltje Jans werd rond 1980 aangelegd als onderdeel van de Deltawerken, door een bestaande zandplaat kunstmatig te verhogen. Het eiland ligt midden in de Oosterscheldekering (Figuur 2) en is middels deze kering verbonden met het Zeeuwse 'vasteland': aan de zuidkant via een 1,5 kilometer lange stormkering naar Noord-Beveland, aan de noordkant via twee stormkeringen (onderbroken door de Roggenplaat) over een totale afstand van 2,5 kilometer naar Schouwen. Over de kering loopt een autoweg met daarlangs een voet-/fietspad. Dezelfde provinciale weg (N57) loopt ook midden over Neeltje Jans.

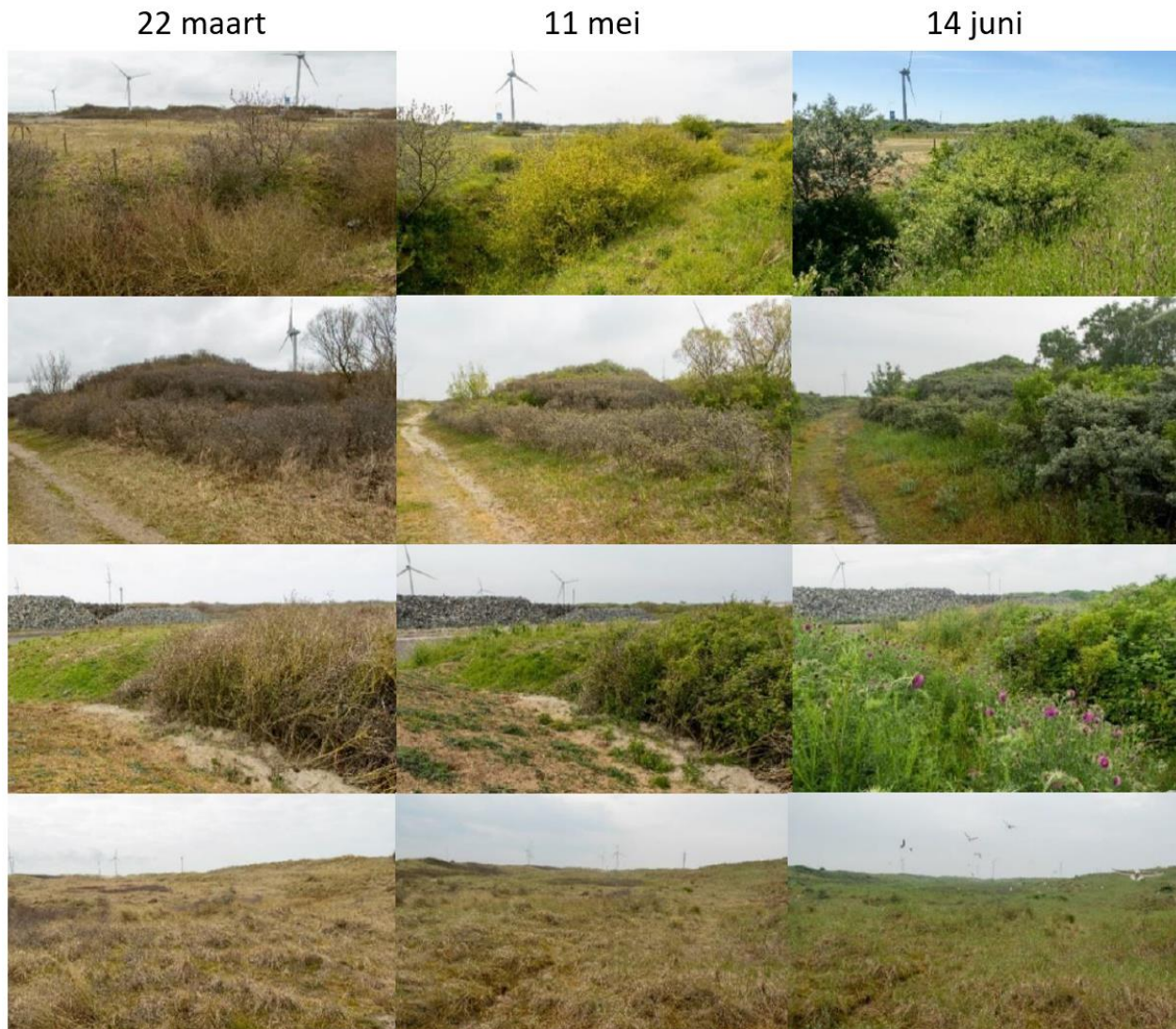


Figuur 2 Het werkeiland Neeltje Jans en zijn omgeving.

Na de voltooiing van de Oosterscheldekering heeft het eiland een combinatie van nieuwe bestemmingen gekregen. Aan de noordkant van het eiland bevindt zich het educatie- en recreatiecentrum "Deltapark Neeltje Jans", met daarnaast een groot parkeerterrein. Al in 1986 kwam een groot deel van het eiland via een gebruiksovereenkomst in beheer bij Natuurmonumenten en Het Zeeuwse Landschap en werd het omgevormd tot natuurgebied. Samen met Rijkswaterstaat, E-Connection, provincie en gemeente werd gekeken hoe het beheer geoptimaliseerd kon worden voor kustbroedvogels. Het gebied wordt omgrensd en draagt daarmee bij aan de Natura 2000-gebieden Voordelta en Oosterschelde. Ten noordwesten van de N57 bestaat dit uit een smalle strook duinen, gedomineerd door helmgras en duindoorn, met een sluffer in het midden met meer zoutminnende vegetatie. De oostkant van het eiland bestaat grotendeels uit duingebied in

allerlei ontwikkelingsstadia. De oudere duinen zijn begroeid met een vegetatie van duindoorn, gewone vlier en wilg, die gedurende het voorjaar steeds dichter wordt. Tussen de duinen ligt een klein meer en enkele grotere duinvalleien met lage gras- en mosvegetatie. In deze valleien zijn broedkolonies te vinden van zilver- en beide mantelmeeuwen. Eromheen broeden kustvogels als scholeksters en bergeenden. Ook zeldzame soorten als dwergstern en bontbekplevier broeden regelmatig op het eiland, en tientallen soorten water- en wadvogels gebruiken Neeltje Jans als rustgebied. De slikken aan de oostkant van het eiland zijn populair als foerageerhabitat. Inventarisatiegegevens van (kust)broedvogels en trekvogels waargenomen op Neeltje Jans in de periode 2013 t/m 2019 werden beschikbaar gesteld voor dit onderzoek door Rijkswaterstaat.

Figuur 3 geeft een beeld van enkele typerende habitats in de periode van mei tot en met juni. Vanuit het recreatiegebied aan de noordzijde lopen verschillende wandelpaden door het natuurgebied, maar de kwetsbare broedterreinen aan weerszijden van deze paden zijn beschermde zones en niet toegankelijk.



Figuur 3 Fotoserie van de vegetatieontwikkeling (van links naar rechts) van vier representatieve natuurlijke habitats op het eiland gedurende de studieperiode.

2.1.2 Verzamelrondes en monsteropslag

Het verzamelen van kattenkeutels vond plaats in 2021 middels wekelijkse verzamelrondes gedurende het gehele broedseizoen, van 15 maart 2021 tot en met 15 juli 2021. Aanvankelijk werd ingezet op het gebruik van een twintigtal overdekte kattenbakken, in de hoop dat op deze manier makkelijk een groot aantal keutels kon worden verzameld van goede kwaliteit (minimale blootstelling aan weerscondities tot het moment van verzamelen). In nauwe afstemming met de terreinbeheerders werden twintig locaties geselecteerd, verspreid

over zo veel mogelijk verschillende habitattypes. De bakken werden geplaatst op 1 maart 2021, zodat een gewenningsperiode van twee weken mogelijk was voordat de eerste verzamelronde plaatsvond. Toen op 15 maart echter geen enkele keutel in de bakken werd aangetroffen, werd direct overgeschakeld op een back-upplan op basis van al vooraf in overleg met de terreinbeheerders vastgestelde looproutes (zie Figuur 4). Alle routes werden wekelijks (elke maandag) afgelopen, waarbij op het oog werd gezocht naar keutels aan weerszijden van de route. De kattenbakken werden tot eind maart ook nog wekelijks gecheckt, maar leverden geen keutels op, zodat de keutelverzameling uiteindelijk geheel werd gebaseerd op de looproutes.

Wanneer sprake was van twijfel of het een kattenkeutel of een keutel van een andere soort betrof (zoals van een kleine hond), werd de keutel voor de zekerheid toch bemonsterd, om zo het aantal onafhankelijke waarnemingen in het onderzoek te optimaliseren. Op deze wijze werden in totaal 55 keutels verzameld, die allemaal werden meegenomen in de DNA-analyse (zie paragraaf 2.2.2). Een van de twee gebruikte DNA-merkers (cytb) pikte behalve DNA van de prooidiersoorten ook het DNA van de predator op. Op basis daarvan kon uiteindelijk van 26 keutels worden bevestigd dat het een kattenkeutel betrof; de overige keutels bleken afkomstig van honden.

In de rest van dit rapport zullen alleen de resultaten worden gepresenteerd voor deze 26 kattenkeutels. De vindplaatsen van deze keutels zijn in Figuur 4 op kaart weergegeven.

Elke keutel werd in het veld in een 50ml-buis met geconcentreerde (>96%) ethanol gestopt, met per buis een unieke monstercode. De buizen werden gekoeld (in een koelbox) getransporteerd naar Wageningen Environmental Research en daar in de koelkast bewaard tot de volgende dag. De volgende ochtend werd elk monster voorzichtig doorgeroerd tot een slurry, waarvan vervolgens twee replicate DNA-monsters werden afgenomen. Per DNA-monster werd 1,5 ml slurry met een pipet overgebracht in een 2ml-buis, afzonderlijk genummerd en vervolgens ingevroren bij -20 °C tot aan de DNA-analyse. De rest van het monster werd gekoeld bewaard voor morfologische analyse.



Figuur 4 Overzicht van de looproutes op het eiland Neeltje Jans die werden gebruikt voor de wekelijkse verzamelrondes en locaties waar kattenkeutels werden bemonsterd.

2.2 Dieetanalyse

2.2.1 Morfologische identificatie van prooiresten

De monsters voor morfologische analyse werden een voor een uitgespreid in een petrischaal en onder een stereomicroscop nagekeken op de aanwezigheid van prooiresten die mogelijk nader te identificeren zouden kunnen zijn. Botfragmenten en haren van zoogdieren en veerresten en nageltjes van vogels werden per monster gescheiden bewaard voor verdere analyse. Voor schedel- en kaakresten van zoogdieren werd geprobeerd deze met behulp van een stereomicroscop nader op naam te brengen op basis van twee determinatiesleutels die oorspronkelijk zijn opgesteld voor braakballenonderzoek (Husson, 1962; Kapteijn, 1999). Identificatie van haren vond plaats volgens de methode van Teerink (1991), waarbij wordt gekeken naar de lengte, dikte en kleur van de haar, het patroon aan de oppervlakte van de haar (cuticula) en het patroon van de binnenkant van de haar. Lengte, dikte en kleur werd bekeken onder een stereomicroscop. Studie van de cuticula vond plaats door een stukje parafilm te verhitten op een objectglas, de haar hier voorzichtig in te drukken en weer af te halen en vervolgens het patroon van de afdruk op de parafilm te bekijken onder een lichtmicroscop. Studie van de medula vond plaats door allereerst een aantal dwarsdoorsneden te maken (voor exacte procedure zie Teerink (1991)) en deze vervolgens te bestuderen onder een lichtmicroscop. Resten van vogelveren werden bestudeerd onder een lichtmicroscop middels de methode van Brom (1986) en op basis van de determinatiesleutels uit het Bird Remains Identification System (BRIS, Shamoun-Baranes, 2001). Daarbij wordt gekeken naar de haakjespatronen van de microscopische vertakkingen van de veren (de zogenaamde baard en baardjes). Vogel nageltjes en kevers werden niet nader gedetermineerd. Per monster werd een overzicht opgesteld van alle geïdentificeerde resten, waar mogelijk op soortniveau, maar waar nodig op niveau van geslacht, familie of orde.

2.2.2 Genetische identificatie van prooien middels eDNA metabarcoding

Het principe van eDNA metabarcoding

Genetische analyse van alle afgenomen DNA-monsters (twee per verzamelde keutel) vond plaats in het Laboratorium voor Ecologische Genetica van Wageningen Environmental Research), op basis van een identificatiemethodiek genaamd eDNA metabarcoding. De stappen die bij deze methode worden gevolgd, zijn schematisch weergegeven in Figuur 5. Daarbij wordt allereerst uit elk monster DNA geëxtraheerd (1), in dit geval middels de QIAamp® Fast DNA Stool Mini Kit van Qiagen. Elk resulterend extract bevat een poel van DNA van allerlei verschillende organismen, waaronder het DNA van de predator zelf en van één of meerdere prooien waarvan restanten in de keutel zaten. In een volgende stap (2) wordt gericht een specifiek fragment van het dierlijk genoom vermenigvuldigd, waarvan bekend is dat de exacte code verschilt tussen diersoorten. Dit gebeurt middels een zogenaamde polymerase chain reaction (PCR). Het resultaat is een mengsel van een hele hoop kopieën van hetzelfde fragment, maar nog altijd afkomstig van allerlei verschillende diersoorten. Sommige kopieën zijn dus afkomstig van soort A en de exacte code ervan verschilt van andere kopieën in hetzelfde mengsel, afkomstig van soort B of C etc. De volgende stap (3) is dan om van elke afzonderlijke kopie deze exacte code uit te lezen. Dit gebeurt middels een zogenaamde high-throughput sequencing (HTS) methode. Het resultaat is een databestand met vele duizenden DNA-codes per geanalyseerd monster. Elk van deze codes kan vervolgens worden vergeleken met referentiecodes van allerlei mogelijk aan te treffen soorten, die beschikbaar zijn in onlinedatabases (4). Deze vergelijking wordt, samen met een kwaliteitscontrole van de verkregen DNA-codes, middels vaste scripts uitgevoerd op een computercluster van Wageningen UR (5). Wordt een goede match gevonden tussen een code in het monster en een referentiecodel, dan kan geconcludeerd worden dat er DNA van de betreffende soort aanwezig was in het monster. Het eindresultaat is een soortenlijst van aangetroffen soorten per monster (6).

Selectie en PCR van twee barcoding-merkers

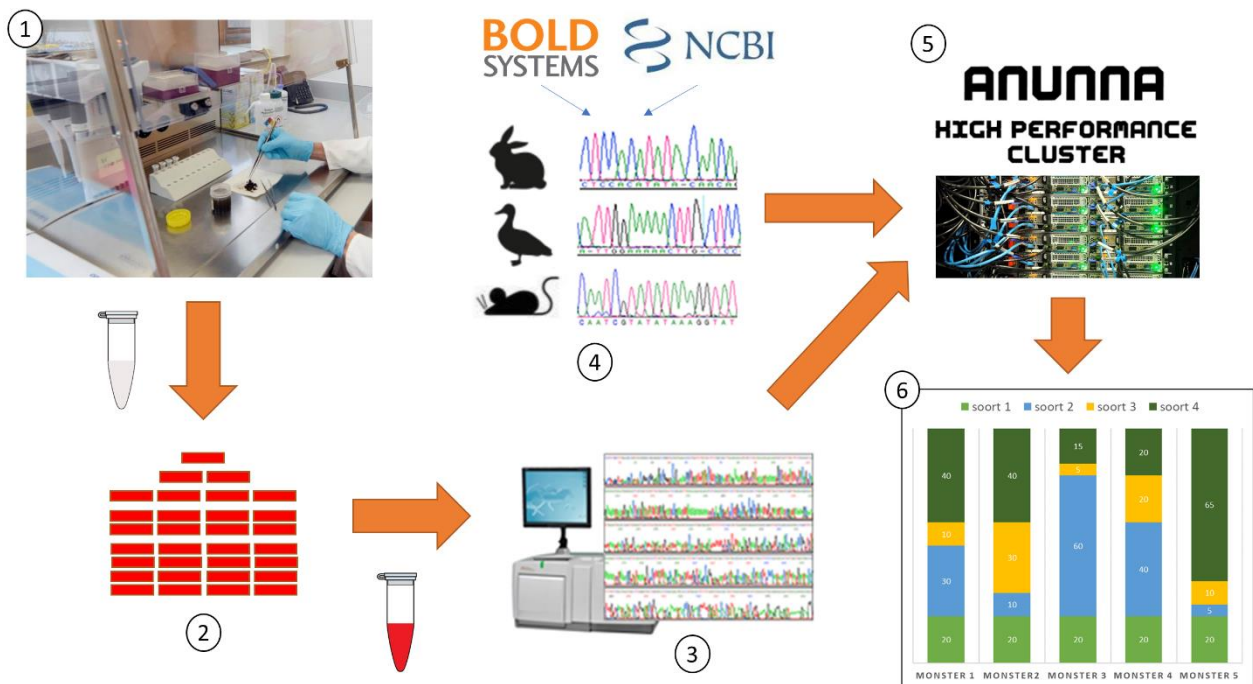
Voor de huidige analyse werd gebruikgemaakt van twee verschillende barcoding-merkers (DNA-fragmenten), elk geoptimaliseerd voor het onderscheiden van soorten uit een specifieke diergroep.

De eerste merker betrof een fragment van subunit I van het cytochrome oxidase gen (oftewel: COI) dat een goed onderscheid biedt tussen vogelsoorten. Hiervoor werd gebruikgemaakt van een aangepaste versie van de gepubliceerde PCR-primers OSXF_A2 en OSXR2_A1 (Zaroso-Lacoste et al. 2016). Hiervoor werden referentiesequenties gedownload van alle vogelsoorten die (op basis van de telgegevens van Rijkswaterstaat) sinds 2013 te Neeltje Jans zijn waargenomen. De bestaande primers werden op enkele punten aangepast zodat

ze in staat zouden moeten zijn om het DNA van al deze soorten te vermenigvuldigen.

De tweede merker betrof een fragment van het cytochroom b gen (cytb). De gebruikte primers, L15411F en H15546R, zijn ontworpen door Galan et al. (2012) voor identificatie van knaagdieren en worden door Wageningen Environmental Research regelmatig toegepast voor identificatie van muizensoorten (zie o.a. La Haye, 2022). Hetzelfde fragment heeft echter ook een goed onderscheidend vermogen voor andere zoogdieren (Naidu et al., 2012) en de gekozen primers zijn goed in staat om het cytb-fragment van een breed pallet aan zoogdieren te vermenigvuldigen.

Een standaardprotocol voor de PCR-amplificatie van de cytb-merker was reeds beschikbaar bij Wageningen Environmental Research en werd toegepast op alle beschikbare DNA-extracten van kattenkeutels. Voor de COI-merker was eveneens een PCR-protocol beschikbaar, maar werd een aantal testruns uitgevoerd om het protocol te optimaliseren voor toepassing van de aangepaste set primers. De exacte primersequenties per merker zijn beschikbaar in Bijlage 1.



Figuur 5 Schematisch overzicht van de stappen die worden doorlopen bij (e)DNA metabarcoding. 1: DNA extractie, 2: PCR vermenigvuldiging, 3: High-throughput sequencing (HTS), 4: referentiedatabase, 5: bio-informatische analyse op een computercluster, 6: overzicht van aangetroffen soorten per monster.

Sequencing en bio-informatische analyse

De verkregen PCR-producten van beide merkers werden opgestuurd naar Génome Quebec (Montreal, Canada) voor high-throughput sequencing op een Illumina MiSeq platform. Ook de voorbereiding voor sequencing (kwantificering, opzuivering en library preparation) vond plaats bij Génome Quebec. Verschillende negatieve controles (PCR producten van extractieblanco's en steriel water) werden meegenomen in de sequencing om te controleren op vals-positieve resultaten als gevolg van vervuiling.

Bio-informatische analyse van de ruwe sequentiedata vond plaats bij Wageningen Environmental Research op basis van standaard 'pipelines' voor verwerking van COI en cytb-data op basis van het programma Qiime2 (versie 2021.4). Daarbij worden allereerst een aantal kwaliteitscontroles uitgevoerd en sequenties van lage kwaliteit verwijderd, waarna unieke sequenties (Amplicon Sequence Variants, ofwel ASV's) worden bepaald via het softwarepakket DADA2 (Callahan et al., 2016), gevolgd door een curatie van de ASV's via LULU (Frøslev et al., 2017). Taxonomische annotatie van de unieke sequenties vond plaats via een 'last common ancestor' methode in Qiime2, met gebruik van de referentiedatabases BOLD (www.boldsystems.org) voor COI en NCBI/Genbank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>) voor cyt b.

2.2.3 Data-analyse

Om de eindbalans op te maken met betrekking tot de dieetsamenstelling van zwerfkatten te Neeltje Jans, zijn de resultaten van de identificaties op basis van morfologische kenmerken en eDNA metabarcoding samengevoegd tot één soortenlijst per kattenkeutel en een totaalijst van alle soorten die zijn waargenomen in de 26 beschikbare keutels. Per soort werd vervolgens het aandeel in het dieet berekend op basis van de zogenaamde 'frequency of occurrence' (afkorting: FOO), oftewel het percentage van het totale aantal keutels waarin de soort werd aangetroffen. Omrekenen naar verhoudingen in het aantal gegeten individuen of (van daaruit) naar de gegeten biomassa per prooi-soort is niet mogelijk op basis van de hier gebruikte methodiek, omdat in veel gevallen het DNA of de skelet-/veerrestanten in een keutel van één, maar ook van meerdere individuen afkomstig kan zijn geweest. Zeker wanneer keutels (mogelijk) afkomstig zijn van meerdere predator-individuen, is FOO is een goede manier om op gestandaardiseerde manier te vergelijken welke soorten door de predator-populatie in meer of mindere mate worden gegeten (zie o.a. Tirasin & Jørgensen, 1999). Belangrijk is wel om te realiseren dat het totaal van alle percentages boven de 100% uit kan stijgen, omdat één keutel meerdere prooi-soorten kan bevatten.

Om uitspraken te doen over het aandeel (broed)vogels in het dieet, zijn de aangetroffen soorten ingedeeld in een aantal hoofdgroepen en werd per groep een aparte FOO-waarde bepaald. Naast een FOO voor vogels als geheel, werd daarbij ook onderscheid gemaakt tussen kustbroedvogels, overige broedvogels en doortrekkers. Een soort werd daarbij als broedvogel beschouwd als sinds 2013 een broedpaar is waargenomen te Neeltje Jans. Zoogdieren werden ingedeeld op basis van taxonomische orde. Andere diergroepen werd ondergebracht in een groep 'overige'.

Om een inschatting te maken van het aandeel bedreigde soorten, werd per soort de populatiestatus in Nederland bepaald op basis van de recentste Rode Lijst (Van Kleunen et al., 2017; Van Norren et al., 2019). Het aandeel beschermde soorten werd bepaald door per soort de beschermingsstatus te bepalen op basis van voorkomen op de soortenlijst van de Wet Natuurbescherming. Op basis hiervan werd een aparte FOO-waarde bepaald voor respectievelijk het totaal aan beschermde en bedreigde soorten in het dieet.

2.2.4 Individuele herkenning van katten

De DNA-extracten verkregen ten behoeve van het dieetonderzoek bevatten DNA van alle organismen die celmateriaal hebben achtergelaten in de keutels, waaronder (via losgelaten darmcellen) ook de kat zelf. Dit DNA is in principe bruikbaar voor een individubepaling, op basis van zogenaamde microsatelliet-merkers. Dit zijn fragmenten in het DNA waarvan bekend is dat de exacte lengte van de DNA-code varieert tussen individuen binnen een soort. Per fragment zijn in een dierpulatie vaak een beperkt aantal lengtevarianten aanwezig, maar door de aanwezige varianten (ook wel allelen genoemd) van meerdere merkers samen te voegen, ontstaat een uniek genetisch profiel waaraan een specifiek individu te herkennen is. Deze methode wordt in de populatie-ecologie regelmatig toegepast en door WENR onder ander ingezet voor onderzoek aan otters (Kuiters et al., 2021), hoefdieren (De Groot et al., 2016a) en wolven (De Groot et al., 2016b).

Binnen het huidige onderzoek is geprobeerd om voor elke kattenkeutel een individueel profiel op te stellen van de kat die de keutel heeft geproduceerd. Hiervoor is gebruikgemaakt van een set van 11 reeds gepubliceerde microsatelliet-merkers voor de huiskat (Menotti-Raymond et al., 1999; Menotti-Raymond et al., 2005; Wultsch et al., 2014), waarbij het oorspronkelijk gepubliceerde PCR-protocol voor vermenigvuldiging van deze merkers is aangepast voor toepassing in het laboratorium van WENR op basis van een testrun met een subset van 8 DNA-extracten. Daarbij is toegewerkt naar twee zogenaamde multiplex PCR-reacties waarbij per reactie 4 tot 6 merkers tegelijk worden vermenigvuldigd. Op die manier kan de volledige merkerset zo (kosten)efficiënt mogelijk worden geanalyseerd. Aanvullend werd een losse PCR-reactie uitgevoerd voor een elfde merker, waarmee het geslacht van de kat kan worden bepaald. Een lijst met alle gebruikte microsatelliet-merkers per PCR-reactie is beschikbaar in Bijlage 2.

Voor elk DNA-extract (twee per keutel) zijn alle PCR-reacties in drievoud uitgevoerd. Fragmentlengtes werden uitgelezen op een ABI 3730 DNA analyzer (Applied Biosystems), waarna op basis van de zes onafhankelijke scores per merker per keutelmonster volgens vaste criteria (Koelewijn et al., 2010) een consensus-score werd vastgesteld. Deze scores zijn vervolgens samengevoegd tot één profiel per keutelmonster. Alleen profielen die ten minste bestonden uit resultaten voor 6 van de 10 microsatelliet-merkers plus de geslachtsmerker, werden als succesvol beschouwd en dus behouden in de uiteindelijke dataset. Deze profielen werden vervolgens vergeleken voor het onderscheiden van individuen. Een profiel werd als een apart individu beschouwd als deze op ten minste 2 merkers een afwijkend resultaat liet zien ten opzichte van de overige profielen. Deze benadering voorkomt een overschatting van het aantal individuen door valse allelen of uitval val allelen, artefacten in de data die bij monsters met een beperkte DNA-kwaliteit zoals keutels vaak voorkomen (Koelewijn et al., 2010).

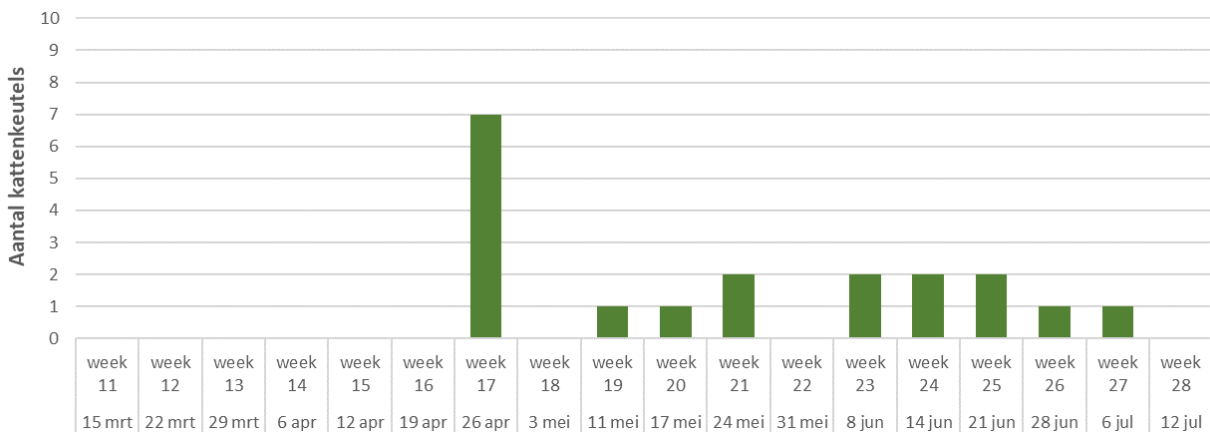
3 Resultaten

3.1 Aangetroffen kattenkeutels

Ondanks dat gedurende 18 weken wekelijks een verzamelronde langs alle looproutes op het eiland werd uitgevoerd, werden in totaal slechts 26 keutels bemonsterd. De eerste keutels werden pas gevonden in de zevende week, op 26 april, toen in één klap 7 keutels konden worden bemonsterd (Figuur 6). De weken daarna werden meestal 1 of 2 keutels aangetroffen per verzamelronde.

Deze lage aantallen per ronde en de sterk ongelijke spreiding van de monsteraantallen per ronde, maakten het onmogelijk om met enige statistische zekerheid veranderingen door de tijd heen waar te nemen in de dieetsamenstelling. Deze vraag kon dan ook niet worden beantwoord, en in het vervolg van dit rapport zullen alle resultaten worden gepresenteerd op basis van een samenvatting van de volledige set van 26 monsters.

Zoals zichtbaar in Figuur 4, werden de kattenkeutels verspreid over het eiland aangetroffen. De meeste keutels werden gevonden in de delen van het eiland met relatief veel menselijke activiteit: rond het Deltapark, de parkeerplaats en op de zuidelijke havendijk. Verder werden keutels aangetroffen in het duingebied midden op het eiland, ten zuiden van de N59.



Figuur 6 Aantal aangetroffen kattenkeutels per verzamelronde.

3.2 Individuele herkenning

Ondanks enkele testruns met als doel om de microsatelliet-analyse te optimaliseren, bleek het slechts voor 7 van de 26 keutels mogelijk om een bruikbaar individueel genetisch profiel vast te stellen. Waarschijnlijk was dit een gevolg van een relatief lage DNA-kwaliteit, doordat keutels al enige tijd (hoewel maximaal een week) in het veld lagen voordat ze werden bemonsterd. Op basis van ervaring uit genetische monitoring voor diverse andere diersoorten (otter, boommarter, wezel, wolf) weten we dat bij carnivoren het DNA van de predator in de keutel vaak relatief snel afbreekt. In zulke gevallen is soort-identificatie op basis van barcoding vaak nog wel haalbaar, maar ligt de slagingskans voor een valide individubepaling aanzienlijk lager. Het is goed mogelijk dat de gebruikte laboratoriumprotocollen nog verder kunnen worden geoptimaliseerd om deze slagingskans te verhogen. Binnen het huidige project, waar de individubepaling aanvankelijk niet was gepland, was dit echter budgettair niet haalbaar.

Zoals zichtbaar in Figuur 7, werden de keutels waarvoor een individueel profiel kon worden bepaald, verspreid over het eiland aangetroffen, maar met een zwaartepunt in de buurt van het Deltapark.



Figuur 7 Vindplaatsen van de 11 keutels die aan een specifieke kat konden worden toegewezen. Op sommige locaties werden meerdere keutels (dicht bij elkaar) aangetroffen.

De verkregen microsatelliet-profielen per keutelmonster zijn weergegeven in Tabel 1. Deze profielen waren nagenoeg identiek, met uitzondering van maximaal één afwijking per profiel, waarbij telkens sprake was van het ontbreken van een enkel allel dat in andere profielen wel zichtbaar was. Dit is een verschijnsel dat vaak voorkomt bij keutelmonsters met een lage DNA-kwaliteit. Op basis van het hier gehanteerde criterium waarbij een profiel op ten minste twee merkers moet afwijken om als een apart individu te worden beschouwd, kunnen we dan ook concluderen dat zeer waarschijnlijk alle zeven keutels van hetzelfde individu afkomstig waren. De merker voor geslachtsbepaling gaf een consistente uitslag voor alle zeven keutels, waaruit blijkt dat het hier ging om een mannelijke kat.

Tabel 1 Overzicht van genetische profielen voor zeven kattenkeutels, bestaande uit de waargenomen allelen (genvarianten) voor 6 tot 10 microsatelliet-merkers, plus een merker voor geslachtsbepaling (SRY). Afwijkende allelen zijn vetgedrukt.

Monstercode	PCR 1						PCR 2				PCR 3										
	F124	FCA043	FCA090	FCA096	FCA126	FCA275	F98	FCA008	FCA225	FCA741	SRY										
WENR210798	232	232	115	125	100	108	207	207	139	139	113	136	175	175	118	135	242	249	167	170	98
WENR210848	232	232	115	125	100	108	207	207	139	139	113	136	175	175	118	135	242	249	167	170	98
WENR210864	-	-	115	125	100	108	207	207	-	-	113	136	175	175	118	135	-	-	167	170	98
WENR210819	232	232	115	125	100	108	207	207	139	139	113	136	175	189	118	135	242	249	167	170	98
WENR210822	-	-	115	125	100	108	-	-	139	139	113	136	175	189	118	135	-	-	-	-	98
WENR210818	232	232	115	125	100	108?	207	207	139	139	113	136?	175	189	118	135	-	-	167	167	98
WENR210850	232	232	115	125	100	108	207	207	139	139	113	136	175	189	118	135	242	249	167	170	98

Tabel 2 Overzicht van alle aangetroffen diersoorten per keutel. Elke keutel staat in een aparte kolom, van links naar rechts in volgorde van vinddatum. M = aangetroffen op basis van morfologische kenmerken, D = aangetroffen op basis van DNA metabarcoding.

Diergroep	Ned. naam	Latijnse naam	16 maart	22 maart	29 maart	12 april	12 april	12 april	12 april	12 april	12 april	12 april	12 april	19 april	11 mei	17 mei	17 mei	24 mei	24 mei	8 juni	8 juni	14 juni	14 juni	21 juni	21 juni	28 juni	6 juli				
Kustbroed- vogels	Meeuw	<i>Larus sp.</i>																										D			
Overige broedvogels	Spreeuw	<i>Sturnus vulgaris</i>				D																									
	Merel	<i>Turdus merula</i>																											D		
	Ekster	<i>Pica</i>																											D		
	Blauwe reiger	<i>Ardea cinerea</i>					D																								
	Torenvalk	<i>Falco tinnunculus</i>																				D									
	Fazant	<i>Phasianus colchicus</i>																									D		M+D		
Gastvogels	Smient	<i>Mareca penelope</i>																M													
Onbekende vogel	onbekend	onbekend																											M		
Haasachtigen	Konijn	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	M			D						D	D	D	D														D	D	
Knaagdieren	Bosmuis	<i>Apodemus sylvaticus</i>	D	M+D	M+D										D	M+D													D	D	
	Veldmuis	<i>Microtus arvalis</i>		M+D	D	M	M	M+D	M+D	M	M	D	M+D		M	M						M+D	M+D	M+D	M+D	D	M+D	M+D		D	M+D
	Noordse woelmuis	<i>Microtus oeconomus</i>					D																								
	Rosse woelmuis	<i>Myodes glareolus</i>														M															
	Muskusrat	<i>Ondatra zibethicus</i>						D																							
	Dwergmuis	<i>Micromys minutus</i>															M														
	Bruine rat	<i>Rattus norvegicus</i>																												M	
Insecteneters	Huisspitsmuis	<i>Crocidura russula</i>																												M+D	
Roofdieren	Boommarter	<i>Martes</i>																												D	
Kevers	Glansloopkever	<i>Carabidae</i>																												M+D	
	Kniptor	<i>Elateridae</i>																												M+D	
	Bladsprietkever	<i>Scarabaeidae</i>																												M+D	
	Zwartlijf	<i>Tenebrionidae</i>																												M+D	
	Snuitkever	<i>Curculionidae</i>																												M+D	
Decapoda	Roodspruit- garnaal	<i>Palaemon adspersus</i>					D																								
Baarsachtigen	Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>					D																								

3.3 Dieetsamenstelling

Een volledig overzicht van alle aangetroffen taxa per kattenkeutel is te vinden in Tabel 2. Per taxon per keutel is daarbij aangegeven of deze vondst werd gedaan op basis van morfologische of genetische identificatie. Hieronder gaan we in meer detail in op de verschillen tussen de beide methoden en het aandeel van verschillende soortgroepen en soorten in het dieet.

3.3.1 Morfologische versus genetische analyse

De morfologische analyse van de keutels leverde verschillende typen prooiresten op. Het algemeenst daarbij waren resten van kleine zoogdieren, met name kaakjes (20x), losse tanden (4x), volledige schedeltjes (2x), haren (9x) en een heupbot (1x) van muis en/of rat. De schedels en de helft van de kaakjes konden tot op soortniveau worden gedetermineerd. Voor de andere helft van de kaakjes en voor de losse tanden, kon op basis van de beschikbare determinatiesleutels niet met zekerheid worden vastgesteld of het een veldmuis of een aardmuis (*Microtus agrestis*) betrof. Hoewel, in tegenstelling tot veldmuis, nog nooit waargenomen op Neeltje Jans, is de aardmuis met zekerheid aanwezig op Noord-Beveland (NDFP 2022). Geen van de tot op soort geïdentificeerde schedels en kaakjes was echter van een aardmuis en ook DNA van aardmuis werd in geen van de keutels aangetroffen, terwijl DNA van veldmuis in het overgrote deel van de keutels aanwezig was, waaronder in alle keutels met kaakje waarvoor de determinatie onzeker was. Op basis daarvan is in Tabel 2 aangenomen dat het ook bij deze kaakjes om veldmuis ging. De haren konden op soort worden gedetermineerd en waren afkomstig van bruine rat, konijn of woelmuizen. Het heupbot was afkomstig van een lid van de subfamilie van de 'ware muizen' (Murinae), waartoe onder andere de bosmuis (*Apodemus sylvaticus*), de dwergmuis (*Micromys minutus*) en de bruine rat (*Rattus norvegicus*) behoren. Omdat in dezelfde keutel ook DNA van een bosmuis werd aangetroffen, nemen we aan dat het bot ook van deze soort afkomstig was.

Van de zoogdieren werden de veldmuis, de bosmuis en het konijn zowel via DNA als via morfologisch herkenbare resten aangetroffen, soms in dezelfde keutels en soms in verschillende keutels. In één keutel werd een kaakje van een huisspitsmuis aangetroffen en in dezelfde keutel werd ook DNA van deze soort aangetoond. In veel gevallen sloten de resultaten van morfologische en genetische analyse dus goed op elkaar aan, hoewel enerzijds haren werden gevonden van drie soorten die met DNA werden gemist (rosse woelmuis (*Microtus glareolus*), dwergmuis (*Micromys minutus*) en bruine rat) en anderzijds drie soorten alleen via DNA werden aangetoond (muskusrat (*Ondatra zibethicus*), noordse woelmuis (*Microtus oeconomus*) en boommartel (*Martes martes*)).

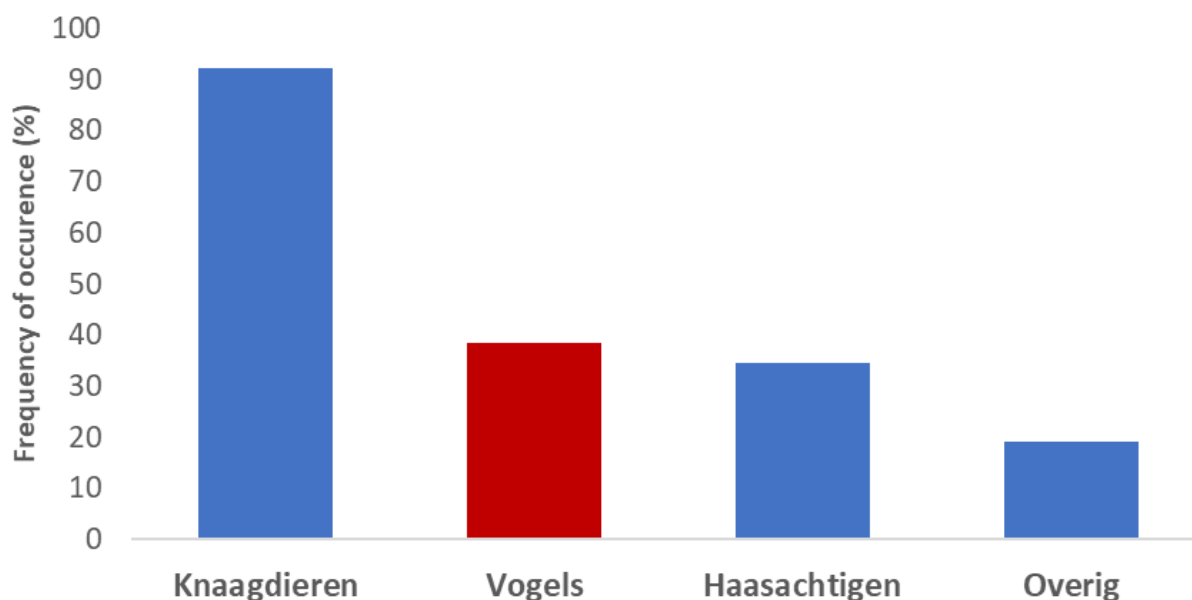
Herkenbare prooiresten van vogels waren veel minder vaak aanwezig in de keutels. Slechts in één keutel werd een veer aangetroffen die kon worden geïdentificeerd als afkomstig van een smient (*Mareca penelope*) en in een andere keutel werden delen van een poot van een fazant (*Phasianus colchicus*) aangetroffen. In drie keutels werden nageltjes van vogels aangetroffen, waarvan de identiteit niet nader kon worden vastgesteld. Met behulp van DNA werden echter in vijf andere keutels in totaal nog zes extra vogelsoorten aangetoond (Tabel 2). Alleen de fazant werd met zowel DNA- als morfologisch herkenbare resten aangetoond.

In twee keutels werden schildjes en pootjes van kevers aangetroffen, waarvoor determinatie niet haalbaar was. Op basis van DNA kon worden vastgesteld om welke kevergeslachten het ging. De hier gebruikte DNA-merkers waren echter niet in staat om kevers op betrouwbare wijze tot op soortniveau te identificeren.

3.3.2 Aandeel vogels ten opzichte van andere prooidieren

In totaal werd in iets meer dan een derde van alle keutels (10 stuks, FOO = 38%) een vogel aangetroffen. Daarmee waren de vogels de op een na abundantste taxonomische orde in het dieet, hoewel haasachtigen (in alle gevallen konijn) bijna even vaak werden aangetroffen. Veruit het frequentst aanwezig waren de knaagdieren: in op twee na alle keutels (FOO = 92%) werd een muis of rat aangetroffen.

De overige ordes (insecteneters, carnivoren, kevers, baarsachtigen en decapoden) werden elk slechts in één of twee keutels aangetroffen.



Figuur 8 Verschillen tussen de belangrijkste taxonomische ordes in Frequency of Occurrence (FOO), oftewel het percentage keutels waarin ze werden aangetroffen.

3.3.3 Vogels

Het totale aandeel vogelresten in de kattenkeutels was afkomstig van een flink aantal verschillende soorten. In totaal werden acht verschillende vogelsoorten aangetroffen in de keutels, alle met slechts een lage frequentie (Tabel 3). De abundantste soort was de fazant, die in twee keutels aanwezig was. Alle overige soorten werden slechts in één keutel aangetroffen.

In een keutel bemonsterd op 14 juni werd het DNA aangetroffen van een meeuw (*Larus* sp.). Identificatie tot op soortniveau was in dit geval niet mogelijk, omdat vijf van de soorten uit het geslacht *Larus* die mogelijk op Neeltje Jans zouden kunnen voorkomen alle een 100% match vertoonden met de aangetroffen DNA-code. Het betreft een van de volgende vijf soorten: zilvermeeuw (*L. argentatus*), kleine mantelmeeuw (*L. fuscus*), grote mantelmeeuw (*L. marinus*), kleine burgemeester (*L. glaucoides*) of grote burgemeester (*L. hyperboreus*). Hoewel niet kan worden uitgesloten dat het ging om een van de laatste drie soorten die de afgelopen jaren alle af en toe als gast te Neeltje Jans zijn aangetroffen (waarvan alleen grote Mantelmeeuw tijdens het de onderzoeksperiode in 2021 (NDFF 2022)), is het veruit het waarschijnlijkst dat het ging om een zilvermeeuw of kleine mantelmeeuw, die beide uitgebreide broedkolonies hebben op het eiland. In de huidige resultaten doen we daarom de aanname dat het hier ging om een lokale kustbroedvogel. Het betreft in dat geval geen bedreigde (Rode Lijst)soort, maar wel de enige vondst van een kustbroedvogel in het huidige dieetonderzoek (FOO = 4%).

De meeste andere aangetroffen vogelsoorten broeden zeer waarschijnlijk op het eiland zelf. Het betreft een aantal zangvogels (merel, spreeuw, ekster), maar daarnaast werd ook DNA aangetroffen van een torenvalk en een blauwe reiger. Bij deze laatste twee soorten lijkt het minder waarschijnlijk dan voor de zangvogels dat de kat in staat is geweest om een ei, juveniel of adult van deze soort levend te pakken te krijgen, hoewel dat zeker niet onmogelijk is. Waarschijnlijker is dat het ofwel ging om een reeds dood exemplaar (bijvoorbeeld een verkeersslachtoffer) of een ei of juveniel dat uit het nest is gevallen. Van de laatste aangetroffen soort, de smient, zijn geen broedparen op Neeltje Jans bekend. Het betreft hier een wintergast die in de wintermaanden en het vroege voorjaar regelmatig op Neeltje Jans wordt gesignaleerd, zowel op het water in de havens als op de dijken daaromheen.

Alle aangetroffen vogelsoorten kunnen van nature in het wild in Nederland worden aangetroffen en worden op grond van de Europese Vogelrichtlijn in ons land beschermd middels de Wet Natuurbescherming. Twee van de aangetroffen soorten staan op de Rode Lijst van bedreigde Nederlandse broedvogels (Van Kleunen et al. 2017). Dit betreft de torenvalk (status Kwetsbaar) en de smient (status Gevoelig).

Tabel 3 Overzicht van aangetroffen vogelsoorten, het percentage keutels waarin zij aanwezig waren (FOO), en in hoeverre het een bedreigde soort (status op de Rode lijst Broedvogels 2017) of beschermde soort (status op Wet Natuurbescherming (WNB) en/of Vogelrichtlijn (VR) betrof.

Type	Nederlandse soortnaam	Latijnse soortnaam	FOO	Bedreigd	Beschermd
Kustbroedvogels	meeuw	<i>Larus sp.</i>	4%	nee	WNB/VR
Overige broedvogels	spreeuw	<i>Sturnus vulgaris</i>	4%	nee	WNB/VR
	merel	<i>Turdus merula</i>	4%	nee	WNB/VR
	ekster	<i>Pica</i>	4%	nee	WNB/VR
	blauwe reiger	<i>Ardea cinerea</i>	4%	nee	WNB/VR
	torenvalk	<i>Falco tinnunculus</i>	4%	Kwetsbaar	WNB/VR
	fazant	<i>Phasianus colchicus</i>	8%	nee	WNB/VR
	Gast	smient	<i>Mareca penelope</i>	4%	Gevoelig
Onbekend	onbekend	onbekend	12%	onbekend	WNB/VR

3.3.4 Zoogdieren

Veruit de abundantste diersoorten in de totale set keutels waren twee knaagdiersoorten, de veldmuis en de bosmuis en een haasachtige, het konijn (Tabel 4). De veldmuis werd in het overgrote deel van de keutels (21 van de 126, oftewel ruim 80%) aangetroffen, soms (op basis van aangetroffen kaakjes) met meerdere exemplaren per keutel. De andere twee soorten waren in iets meer dan een derde van de keutels aanwezig.

Alle andere zoogdiersoorten werden slechts incidenteel aangetroffen (elk slechts in één keutel). Het betrof onder andere nog vijf andere knaagdiersoorten, waaronder twee inheemse woelmuizen (rosse woelmuis en noordse woelmuis), een exotische woelmuizensoort (de muskusrat) en twee ware muizen (de dwergmuis en de bruine rat). Daarnaast werd een huisspitsmuis aangetoond, een muizensoort behorend tot de orde van de insecteneters.

Van de veldmuis en bosmuis is bekend dat ze in groten getale op het eiland voorkomen (De Kraker, 2016) en ook de bruine rat is in de buurt van het Deltapark waargenomen (NDFF, 2022). Van de overige soorten zijn echter geen waarnemingen op Neeltje Jans bekend (De Kraker, 2016; NDFF, 2022), al zijn gedetailleerde inventarisaties maar zeer beperkt uitgevoerd. Met name de aanwezigheid van noordse woelmuis op het eiland zou opvallend zijn, aangezien de habitat niet heel geschikt lijkt voor deze soort en zij waarschijnlijk veel concurrentie zou ondervinden van de aanwezige veldmuizen (pers. comm. Dick Bekker, Zoogdiervereniging). Wel is een populatie van noordse woelmuis aanwezig in de Westenschouwense Inlaag, een natuurgebied dat grenst aan het noordelijke uiteinde van de Oosterscheldekering. De wellicht waarschijnlijkste verklaring voor het aantreffen van deze soort in een kattenkeutel is dan ook dat de kat de kering is overgestoken en heeft gejaagd in de Westenschouwense Inlaag, maar het is ook niet uitgesloten dat af en toe een muis de oversteek waagt naar Neeltje Jans (pers comm. Tijmen den Ottelander, Natuurmonumenten). Dezelfde afwegingen gelden voor de rosse woelmuis, dwergmuis en huisspitsmuis, die alle aanwezig zijn rond Westenschouwen. Ook van de muskusrat zijn waarnemingen bekend op Schouwen, evenals op Noord-Beveland.

Tot slot werd in één keutel het DNA van een boommarter aangetoond, via twee verschillende merkersystemen. De aanwezigheid van boommarters op Neeltje Jans is niet bekend, maar de laatste jaren zijn meermaals verkeersslachtoffers gemeld waarvan het vermoeden bestond dat het om een boommarter zou kunnen gaan, al betrof het hier geen gevalideerde meldingen (bron: waarneming.nl). Het valt dan ook niet uit te sluiten dat af en toe een boommarter het eiland bereikt. Het lijkt echter zeer onwaarschijnlijk dat een volwassen boommarter ten prooi valt aan een kat. Waarschijnlijker is dat het ook hier ging om een verkeersslachtoffer.

Tabel 4 Overzicht van aangetroffen zoogdiersoorten, het percentage keutels waarin zij aanwezig waren (FOO) en in hoeverre het een bedreigde soort (status op de Rode Lijst Zoogdieren, Van Norren et al., 2019) of beschermde soort (status op Wet Natuurbescherming (WNB) en/of Habitatrictlijn (HR) betref.

Type	Ned. soortnaam	Latijnse soortnaam	FOO	Bedreigd	Beschermd
Haasachtigen	Konijn	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	35%	Gevoelig	WNB
Knaagdieren	Bosmuis	<i>Apodemus sylvaticus</i>	38%	nee	WNB*
	Veldmuis	<i>Microtus arvalis</i>	81%	nee	WNB*
	Noordse woelmuis	<i>Microtus oeconomus</i>	4%	Kwetsbaar	WNB / HR
	Rosse woelmuis	<i>Myodes glareolus</i>	4%	nee	WNB*
	Dwergmuis	<i>Micromys minutus</i>	4%	nee	WNB*
	Muskusrat	<i>Ondatra zibethicus</i>	4%	nee	nee
	Bruine rat	<i>Rattus norvegicus</i>	4%	nee	nee
Insecteneters	Huisspitsmuis	<i>Crocidura russula</i>	4%	nee	WNB*
Roofdieren	Boommarter	<i>Martes</i>	4%	nee	WNB

* * soort is in Zeeland onder voorwaarden vrijgesteld van de Wet Natuurbescherming.

3.3.5 Overige vondsten

In één keutel, gevonden op 12 april 2021, werd het DNA aangetroffen van twee aquatische soorten: de botervis (*Pholis gunnellus*) en de roodsprietgarnaal (*Palaemon adspersus*). Beide leven in rotspoeltjes en tussen het zeewier in ondiep zeewater en komen in Zeeland voor in het Grevelingenmeer en in de Oosterschelde rondom Neeltje Jans. De botervis staat sinds 2016 niet langer op de Rode Lijst Vissen (Spikmans & Kranenbarg, 2016). Blijkbaar is de betreffende kat op jacht geweest in het ondiepe water in de kustzone, wellicht bij laag water.

In twee keutels werden resten van kevers aangetroffen. Op basis van de DNA-analyse kunnen we vaststellen dat het ging om ten minste vijf soorten uit verschillende families: een snuitkever, een glansloopkever, een kniptor, een zwartlijf en een bladsprietkever. Het is algemeen bekend dat huiskatten af en toe insecten, waaronder kevers, eten. Buitenlandse studies laten zien dat kevers ook tot het dieet van verwilderde katten behoren, zeker op momenten waarop vertebrate prooien minder beschikbaar zijn (zie o.a. Fitzgerald & Karl, 1979).

3.4 Aandeel bedreigde en beschermde soorten

Verschillende soorten die in het dieet van de kat(ten) te Neeltje Jans werden aangetroffen, staan te boek als bedreigd en/of beschermd (zie ook Tabel 3 en 4). In totaal werd in 8% van de keutels (2 uit 26) een bedreigde vogelsoort aangetroffen (smient en torenvalk). Aangezien alle aangetroffen vogelsoorten in Nederland een beschermde status hebben, was het percentage keutels met een beschermde vogelsoort 38%. In eveneens 38% van de keutels werd een bedreigde zoogdiersoort aangetroffen (voornamelijk konijn, en daarnaast noordse woelmuis) en in bijna alle keutels (92%) werd een zoogdiersoort aangetroffen die beschermd is onder de Wet natuurbescherming. Voor een deel van deze soorten geldt onder bepaalde voorwaarden op provinciaal niveau een vrijstelling (zie Tabel 4), maar in principe is het vangen en doden van wilde individuen van deze soorten verboden.

Tellen we de aangetroffen vogels en zoogdieren bij elkaar op, dan werd in bijna de helft van de keutels (46%) een bedreigde soort aangetroffen, en in (op één na) alle keutels (96%) een soort die beschermd is onder de huidige Wet natuurbescherming.

4 Discussie en conclusies

4.1 Aanwezigheid van zwerfkatten op Neeltje Jans

Hoewel gedurende vier maanden wekelijks werd gezocht, was het totale aantal kattenkeutels dat werd aangetroffen maar zeer beperkt (26 stuks). Het valt zeker niet uit te sluiten dat een flink aantal keutels is gemist, aangezien het natuurlijk gedrag van katten is om hun uitwerpselen te begraven. Dat doen ze echter zeker niet altijd, en verschillende buitenlandse studies naar het dieet van zwerfkatten hebben dan ook eveneens kattenkeutels op het oog verzameld langs vaste looproutes. Een voorbeeld is een uitgebreide studie van Fitzgerald en Karl (1979) in de vallei nabij Wellington (Nieuw Zeeland), waar op basis van zichtwaarnemingen en vangsten gemiddeld zeven katten leefden. Door vanaf wandelpaden op het oog te zoeken naar kattenkeutels vonden zij gemiddeld twintig keutels per maand, waarbij zij opmerkten dat in de meeste gevallen geen poging leek te zijn gedaan door de kat om de keutel te begraven. Het vinden van begraven keutels is soms mogelijk (als een duidelijk hoopje bladeren of grond zichtbaar is), maar zeer lastig. Op Neeltje Jans kwam daar nog bij dat de looproutes, die in overleg met de beheerders werden vastgesteld, relatief weinig van de broedgebieden ten noorden van de N57 meepakten. Ook groeide het terrein gedurende de studieperiode steeds verder dicht, waardoor het visueel afspeuren van de grond steeds lastiger werd. Toch was het aantal vondsten al vanaf het begin stabiel laag, op één dag na, waarop plots flink meer keutels werden gevonden.

Op basis van de zeven keutels waarvoor op basis van genetische analyse een individuele herkenning mogelijk was, kon slechts de aanwezigheid van één individu met zekerheid worden aangetoond. Uiteraard valt zeker niet uit te sluiten dat de andere negentien keutels (deels) van andere katten afkomstig waren, nog afgezien van het feit dat vermoedelijk keutels zijn gemist. Van het aangetoonde mannelijke individu werden keutels verspreid over ongeveer een derde van het eiland aangetroffen. Dit zou kunnen betekenen dat ten minste het aantal mannelijke katten op Neeltje Jans beperkt is, aangezien buitenlands onderzoek laat zien dat zwerfkatten en verwilderde katten relatief sterk territoriaal kunnen zijn, waarbij de territoria van vrouwtjes kunnen overlappen met die van andere vrouwtjes en van mannetjes, maar de mannetjes elk een eigen territorium afbakenen (Langham & Porter, 1991). Dat dit echter niet altijd opgaat, weten we uit een studie met gezenderde katten in een natuurgebied in Zuid-Limburg, waarbij wel meerdere mannelijke individuen gelijktijdig in hetzelfde gebied aanwezig waren (Lammertsma et al., 2011).

Het feit dat we slechts één individu met zekerheid konden aantonen, komt echter wel overeen met de bevindingen van een speurtocht met een drone met warmtecamera in de winter van 2020-2021, waarbij ook slechts één individu op het eiland werd gesignaleerd. Ook daarbij kunnen echter gemakkelijk individuen zijn gemist. Al deze bevindingen samen doen echter vermoeden dat er slechts enkele katten op het eiland aanwezig waren en dat het niet onwaarschijnlijk is dat het er zelfs maar eentje betrof.

De vraag is echter in hoeverre überhaupt sprake is van een (residente) kattenpopulatie op Neeltje Jans. Tot nu toe werd ervan uitgegaan dat katten zelden of nooit zelfstandig via de Oosterscheldekering van of naar het eiland lopen en dat de aanwezige katten door hun baasje op het eiland zijn achtergelaten. Het feit dat het zeer waarschijnlijk lijkt dat een deel van de in het dieet aangetroffen prooidieren zijn gevangen in de buurt van Westenschouwen in plaats van op het eiland terwijl de keutels waarin deze prooien werden aangetroffen wel op het eiland werden gevonden, suggereert echter dat het wel degelijk mogelijk is voor katten om de oversteek te wagen. Dit zou op z'n minst betekenen dat de populatie zwerfkatten op het eiland in omvang kan variëren, doordat er af en toe een kat arriveert vanaf Schouwen of Noord-Beveland of juist daarnaartoe vertrekt. Maar de vraag rijst ook of het mogelijk is dat de kat of katten op Neeltje Jans niet blijvend verwilderd zijn, maar dat het huiskatten betreft met een baasje in bijvoorbeeld (de omgeving van) Westenschouwen, die een flinke uitstap maken. Wellicht zou hier meer zicht op te krijgen zijn door gedurende een langere periode cameravallen te plaatsen langs het fietspad op de Oosterscheldekering, om zo na te gaan of deze route door katten wordt benut en zo ja, hoe vaak dat gebeurt en of het om telkens dezelfde individuen gaat.

4.2 Dieetkeuze van zwerfkatten

4.2.1 Het dieet op Neeltje Jans en elders

Katten zijn over het algemeen generalistische en opportunistische predatoren: ze eten wat ze te pakken kunnen krijgen (Doherty et al., 2015). Het dieet van katten in de vrije natuur is daarmee vooral afhankelijk van het lokale aanbod (Liberg, 1984); kortom, het wordt bepaald door de lokale samenstelling van de pool van geschikte prooidieren. Het dieet kan daardoor dus sterk verschillen per locatie, wat het lastig maakt om in brede zin uitspraken te doen over het aandeel van specifieke soorten of soortgroepen in het dieet van een zwerfkat. Toch laat het onderzoek tot dusver wel enkele algemene trends zien.

Uit een vergelijking van diverse studies, van Frankrijk (Germain et al., 2009) en Israël (Brickner-Braun et al., 2007) tot een review van dieetonderzoeken verspreid over Australië (Doherty et al. 2015), bleek dat indien konijnen in groten getale aanwezig zijn, zij meestal het hoofdvoedsel van de zwerfkat vormen (Doherty et al., 2015). Konijnen zijn dan ook een energie-efficiënte prooi vanwege hun relatief grote omvang, wat betekent dat minder exemplaren gevangen hoeven te worden om voldoende voedsel te bemachtigen. Op plekken waar konijnen wat zeldzamer zijn, vormen vaak kleine knaagdieren (muizen) het hoofdvoedsel (Biro et al., 2015). Dit laatste lijkt ook het geval te Neeltje Jans, waar de veldmuis veruit de frequentst aangetroffen prooi-soort was in de beschikbare kattenkeutels, op afstand gevolgd door bosmuis en konijn. Op Neeltje Jans was lang sprake van een aanzienlijke konijnenpopulatie (o.a. De Kraker, 2015), die echter enkele jaren geleden een zware klap kreeg als gevolg van massale sterfte door de ziekten myxomatose en viraal hemorrhagisch syndroom (VHS). Hoewel zeker nog flinke aantallen konijnen aanwezig zijn, is de populatieomvang wellicht net als bij veel andere konijnenpopulaties in de Nederlandse kustduinen nog niet dusdanig hersteld dat het konijn het absolute hoofdvoedsel voor de zwerfkat vormt. Het kan goed zijn dat dit in het verleden wel het geval was.

De dieetsamenstelling zoals die in het huidige onderzoek werd aangetroffen, komt sterk overeen met resultaten van onderzoek op Schiermonnikoog, een van de weinig andere plekken in Nederland waar uitgebreid is gekeken naar het dieet van zwerfkatten. Ook hier betreft het voor een groot deel duinhabitat, met een enigszins vergelijkbare pool van prooi-soorten. In de jaren 2011 tot 2014 bleken woelmuizen (voornamelijk veldmuis, af en toe rosse woelmuis) de frequentst gegeten prooien, gevolgd door andere muizensoorten (bosmuis en huisspitsmuis), bruine rat, haas en konijn (Van der Ende et al., 2017).

Het dieet van de katten op Schiermonnikoog bestond voor ongeveer 13% uit vogels (waaronder fazant, wilde eend, scholekster en diverse zangvogels; Van der Ende et al., 2017). Dit percentage komt overeen met diverse buitenlandse studies (Fitzgerald & Carl, 1979; Germain et al., 2009; Doherty et al., 2015), waarin vogels tussen de 10 en 25% van het dieet uitmaakten. Al deze studies werden geheel uitgevoerd op basis van morfologische analyse, waarbij het gemakkelijker is om exacte aantallen prooien per keutel vast te stellen en zo de verhoudingen tussen soortgroepen te bepalen in termen van het percentage van het totaal aantal prooien. Omdat het aantonen van DNA in een keutel niks zegt over aantallen, worden de resultaten in dit rapport gepresenteerd op basis van het percentage keutels waarin een soort of soortgroep is aangetroffen. Deze waarden zijn niet rechtstreeks vergelijkbaar met waarden uit bovengenoemde literatuurbronnen. Zowel de frequentie als het aantal aangetroffen soorten lijkt echter relatief hoog, ook gezien het feit dat de meeste andere studies een langere tijd liepen. Een verklaring daarvoor zit in het toevoegen van genetische analyse als detectie- en identificatiemethode. Van de acht vogelsoorten die te Neeltje Jans werden aangetroffen, werden slechts twee soorten met zekerheid aangetoond op basis van morfologisch herkenbare resten; de rest werd geïdentificeerd op basis van DNA. Wanneer we alleen kijken naar de prooiaantallen op basis van de morfologische analyse, maakten de vogels ook te Neeltje Jans 15% uit van het totaal aantal aangetroffen prooien. Dit verschil suggereert dat wellicht in eerder studies, waaronder te Schiermonnikoog, de predatie van vogels door zwerfkatten is onderschat en illustreert de toegevoegde waarde van het gebruik van (e)DNA metabarcoding bij dieetstudies op basis van keutels.

Bekend is dat, behalve tussen locaties, het dieet van zwerfkatten ook fluctueert in de tijd, waaronder gedurende het seizoen. Ook hier volgt het opportunistische jachtgedrag van de kat verschuivingen in het prooiaanbod. Studies op eilanden in de Middellandse Zee (Bonnaud et al., 2009) en voor de kust van Mozambique (Peck et al., 2008) lieten zien dat dit kan leiden tot een duidelijke toename in predatie op

grondbroedende zeevogels tijdens het broedseizoen. In deze periode werden in de buurt van de nesten zowel adulte dieren als jonge kuikens van met name bonte sterns en (pijl)stormvogels gegrepen en vormden deze soorten het voornaamste voedsel, terwijl in het najaar werd overgeschakeld op zoogdieren. Ook andere vogelsoorten die niet op de grond nestelen, zijn in het broedseizoen vermoedelijk kwetsbaarder, bijvoorbeeld als nesten gemaakt worden op plekken die voor een klimmende kat bereikbaar zijn of wanneer juvenielen voor het eerst uitvliegen. Voor veel (woel)muisensoorten geldt juist dat aantallen relatief laag zijn in het voorjaar en veel hoger in het najaar. Hoewel ons onderzoek, net als dat van den Ende en collega's te Schiermonnikoog, zich beperkte tot het broedseizoen en geen harde uitspraken te doen zijn over de dieetsamenstelling in zomer, herfst en winter, is het onwaarschijnlijk dat in deze seizoenen het aandeel kustbroedvogels hoger zal uitvallen.

Het zou niet onlogisch zijn als gedurende het broedseizoen het aandeel vogels in het kattendieet langzaam zou toenemen, wanneer het aantal nesten en vervolgens het aantal relatief kwetsbare juvenielen gestaag stijgt. Het lage aantal keutels in onze studie maakte het echter niet haalbaar om deze hypothese te toetsen te Neeltje Jans.

4.3 Predatie van kwetsbare (kust)broedvogels

4.3.1 Aandeel in het dieet

De voornaamste reden tot zorgen over predatie door zwerfkatten te Neeltje Jans betrof het mogelijke effect op de kwetsbare populaties kustbroedvogels op het eiland. Slechts in één van de keutels werd echter, op basis van DNA, bewijs aangetroffen voor het eten van ofwel een zilvermeeuw ofwel een kleine mantelmeeuw, de twee soorten met de uitgebreidste broedkolonies op het eiland. De overige kustbroedvogels op het eiland (bontbekplevier, kleine plevier, dwergstern, visdief, kokmeeuw en stormmeeuw) werden in het geheel niet aangetroffen in de keutels. Hoewel ook hier weer een slag om de arm gehouden moet worden vanwege het feit dat zeer waarschijnlijk keutels zijn gemist gedurende de studieperiode, wijst dit resultaat erop dat kustbroedvogels slechts een zeer beperkt deel van het dieet van de zwerfkatt(en) uitmaken, ondanks hun aanzienlijke aantallen en zelfs in de periode waarin zij het kwetsbaarst zijn. Een mogelijke verklaring hiervoor is de weerstand die katten zullen ondervinden bij het bereiken van de nesten. Adulte individuen van grote meeuwensoorten zoals zilvermeeuw en kleine of grote mantelmeeuw kunnen hun nesten fel verdedigen en zijn zelf niet makkelijk te pakken voor een kat. Maar ook de kleinere soorten onder de voor Nederland inheemse kustbroedvogels leven al sinds jaar en dag samen met carnivore zoogdieren. Ze zijn daardoor relatief alert op predatoren en zullen hun nest actief verdedigen. In vergelijking daarmee zijn de woelmuizen voor de kat een relatief veilige en wellicht gemakkelijkere prooi. Dit verklaart wellicht ook het verschil met de buitenlandse studies op eilanden in zee (Bonnaud et al., 2009; Peck et al., 2008), waar katten in het broedseizoen wel sterk overschakelden op predatie van de lokale broedvogels. In beide gevallen betrof het namelijk een eiland waarop carnivore zoogdieren als vossen, marters of katten, evenals generalisten als ratten, van nature niet of nauwelijks voorkwamen. De lokale vogelsoorten zijn daardoor minder aangepast aan het leven in de buurt van dit type predatoren en vormen daardoor een gemakkelijkere prooi. Op eilanden in de tropen heeft de introductie van Europese zoogdieren door de mens in het verleden dan ook gezorgd voor het uitsterven van tal van inheemse vogelsoorten.

4.3.2 Risico's voor duurzaam behoud van kwetsbare populaties?

Hoewel op Neeltje Jans de zwerfkatt dus niet primair lijkt te jagen op grondbroedende zeevogels en de betreffende vogelsoorten in vergelijking met buitenlandse verwanten wellicht relatief goed zijn aangepast aan de aanwezigheid van carnivore zoogdieren, betekent dit nog niet per definitie dat de katten geen effect hebben op het welzijn van de vogelpopulaties. Zeker zolang er onzekerheid bestaat over het aantal katten dat jaagt op het eiland, is het lastig om het aandeel dat een soort uitmaakt van het dieet te vertalen naar een daadwerkelijk aantal gegeten individuen per soort per tijdseenheid. Dat aantal zal vermoedelijk vrij gering zijn. Een volgende onbekende is echter de maximale predatiedruk die bij de lokale populaties toelaatbaar wordt geacht: hoeveel individuen kan een kat doden voordat er een schadelijk effect op de populatiegroei optreedt? Dit hangt onder meer af van de mate waarin ook andere – natuurlijke – wilde predatoren de populaties bejagen. Ook de vos wordt af en toe op het eiland gesignaleerd, ratten zijn

jaarrond aanwezig op het eiland en onze huidige resultaten suggereren dat wellicht ook marters het eiland weten te bereiken. De relevantste vraag is daarmee of incidentele predatie door katten boven op de predatie komt die van nature reeds optreedt of dat het mortaliteit betreft die anders toch wel zou optreden. In het laatste geval is de impact wellicht klein, terwijl in het eerste geval dit kan resulteren in een verhoogde mortaliteit met als gevolg een afname in populatieomvang. Het risico daarop hangt verder af van de gemiddelde overleving van de vogels in kwestie (langlevende vogels zijn kwetsbaarder voor extra sterfte van adulten; Lebreton & Clobert, 1991), de reproductie in termen van aantallen nesten, legselgrootte en overleving van kuikens en juvenielen. Al deze factoren kunnen sterk verschillen tussen populaties binnen een soort. Daarbij maakt het een verschil of predatie door de katten (en andere predatoren) plaatsvindt op adulte dieren, op juvenielen of op de eieren. Onze resultaten geven hierover geen informatie, aangezien slechts bewijs werd gevonden voor de aanwezigheid van het DNA van een zilvermeeuw of kleine mantelmeeuw in een keutel.

Verder kan de aanwezigheid van jagende katten zelfs tot schadelijke effecten leiden indien het de kat niet lukt om daadwerkelijk vogels te grijpen. Veel vogelsoorten hebben de nodige trucs paraat om aan predatoren te ontkomen of hen om de tuin te leiden en daarmee het nest te beschermen (Lima, 2009). Dit gedrag kost echter wel energie en zorgt voor minder tijd om te foerageren of op de eieren te zitten. Regelmatige verstoring, zowel door de mens als door een overmaat aan predatoren, kan daardoor negatieve gevolgen hebben voor het uiteindelijke reproductiesucces (Dauphiné & Cooper, 2009; St Clair et al., 2010).

4.4 Mogelijke effecten op andere kwetsbare diersoorten

Hoewel het huidige dieetonderzoek vooral was gericht op een analyse van predatierisico's bij kustbroedvogels, leveren de resultaten tevens bewijs voor predatie van enkele andere kwetsbare diersoorten. De waarschijnlijke impact daarvan op de betreffende prooi soort moet van geval tot geval worden bekeken.

Voor een van de twee aangetroffen vogelsoorten die voorkomen op de Rode Lijst, de torenvalk, geldt dat het effect op de populatie vermoedelijk beperkt is. Hoewel het niet onmogelijk is dat een torenvalk door een kat wordt gepakt, is het niet onwaarschijnlijk dat het gegeten exemplaar al dood of ziek was of sowieso al (in het geval van een gevallen kuiken) weinig overlevingskansen had. Daarmee lijkt sprake van een incident. Minder vanzelfsprekend is dit voor de andere vogelsoort van de Rode Lijst, de smient. Smienten doen als wintergast in flinke aantallen de kust van Neeltje Jans aan, en voor deze soort valt niet uit te sluiten dat zij in de wintermaanden voorafgaand aan onze studieperiode vaker ten prooi vallen aan katten. Hoewel de broedkolonies zich elders bevinden, heeft ook predatie van adulten een zekere impact op de populatie en geldt ook hier dat eventuele predatie van katten te Neeltje Jans moet worden opgeteld bij de overige predatie, waaronder predatie door katten op andere plekken langs de kust. Een eventueel risico voor deze soort zit dan ook vooral in de totale impact van zwervkatten langs de Nederlandse kust op de populatie smienten in ons land.

Van de gepredeerde zoogdieren is het konijn recent toegevoegd aan de Rode Lijst. De reden daarvoor is niet zozeer dat het aantal exemplaren in ons land klein is, maar dat de totale populatieomvang al jaren een gestage dalende trend laat zien en daarmee geen sprake is van een duurzame staat van instandhouding (Ter Harmsel et al., 2022). Het is dan ook van belang om factoren die voor extra sterfte zorgen zo veel mogelijk te vermijden. Dit was aanleiding om in enkele provincies de vrijstelling voor schadebestrijding in te trekken. In Zeeland is de vrijstelling omgezet in een ontheffing voor specifieke gevallen van landbouwschade. In dit licht kan men zich afvragen of predatie door een soort die niet van oudsher aanwezig is in de Nederlandse wilde natuur, of tenminste niet in de huidige aantallen, als acceptabel moet worden beschouwd. Een vergelijkbare redenatie geldt voor de andere zoogdiersoort met een bedreigde status: de noordse woelmuis. Deze soort staat door diverse oorzaken, waaronder habitatverlies en concurrentie met andere muizensoorten, sterk onder druk en kent nog slechts enkele bolwerken in ons land, waaronder op enkele Zeeuwse eilanden. Op deze plekken worden verschillende maatregelen genomen om de soort te versterken, mede gezien diens status als prioritaire soort op de Habitatrictlijn. In dit licht is het logisch om niet-natuurlijke doodsoorzaken, zoals predatie door een niet-inheemse diersoort, zo veel mogelijk te vermijden, zelfs als deze factor op zichzelf slechts een beperkte invloed zal hebben. Voor de derde aangetroffen zoogdiersoort van de Rode Lijst, een boommarter, geldt een vergelijkbare redenatie als bij de torenvalk: het lijkt onwaarschijnlijk dat een kat in staat is om een gezonde boommarter die het eiland heeft weten te bereiken, te doden.

4.5 Onderzoek naar effecten van predatie door katten

4.5.1 Beperkingen en meerwaarde van dieetonderzoek via eDNA uit keutels

De huidige resultaten laten duidelijk de meerwaarde zien van het gebruik van eDNA metabarcoding als aanvullende methode bij dieetonderzoek op basis van uitwerpselen. Dit geldt tot op zekere hoogte voor de identificatie van knaagdieren, waarvan de schedel- en kaakbotten weliswaar vaak goed te identificeren zijn, maar regelmatig twijfel bestaat tussen twee of meer nauw verwante soorten. In zulke gevallen vormt identificatie op basis van DNA een nuttig aanvullend bewijs. De grootste meerwaarde betreft echter de identificatie van vogels, waarvan vaak minder resten worden teruggevonden die bruikbaar zijn voor identificatie. Veren moeten nog relatief intact zijn om identificatie mogelijk te maken en dienen nauwkeurig te worden bekeken onder een microscoop, of idealiter zelfs een elektronenmicroscoop. Dit beperkt in de praktijk de bruikbaarheid van morfologische identificatie. Belangrijker is wellicht het feit dat een groot deel van de resten van prooien al grotendeels is afgebroken voor het in de keutel terecht komt. Van de tien keutels waarin in de huidige studie konijn werd aangetoond, waren slechts in eentje morfologisch herkenbare resten aanwezig, in de overige gevallen werd de soort slechts aangetoond op basis van DNA. Dit suggereert dat in eerder studies de rol van konijn als prooi soort wellicht is onderschat. Ook het merendeel van de vogelsoorten werd enkel via DNA aangetoond.

Een beperking van dieetanalyse op basis van DNA is dat het onmogelijk is om een schatting te maken van het aantal gepredeerde individuen per soort. Indien in een keutel twee schedels van een muis worden gevonden en in een tweede keutel nogmaals drie schedels, kan met zekerheid worden gesteld dat vijf muizen zijn gegeten. Wanneer in beide keutels DNA van de betreffende muizensoort wordt aangetroffen, kan in theorie sprake zijn van een enkel individu (als de keutels kort na elkaar door hetzelfde individu zijn geproduceerd), maar kan net zo goed sprake zijn van vele individuen. Daarnaast laten onze resultaten zien dat ook via DNA-analyse soorten worden gemist: de smient, de dwergmuis en de bruine rat werden alleen via morfologische analyse gevonden. Een goede verklaring hiervoor is het feit dat DNA relatief snel afbreekt, en daardoor al niet meer aantoonbaar aanwezig kan zijn, terwijl herkenbare botresten nog intact zijn.

Behalve voor dieetonderzoek kan de identificatie van door predatoren uitgescheiden prooiresten ook van grote waarde zijn voor inventarisatie van de prooidieren zelf. Veel kleine zoogdieren zijn snel, schuw en vooral 's nachts actief en zijn daardoor niet gemakkelijk te detecteren. Monitoring van de verspreiding van deze soorten kan daardoor zeer tijdrovend zijn en is vaak niet op een ruimtelijk dekkende wijze te realiseren. Naast eDNA-analyse van de keutels van deze soorten zelf, zoals in Zeeland onder andere wordt ingezet voor monitoring van de Noordse Woelmuis (Bekker, 2020), kan het in zulke gevallen een uitkomst zijn om gebruik te maken van predatoren die kleine zoogdieren op natuurlijke wijze op een relatief groot terreinoppervlak 'bemonsteren'. Een goed voorbeeld is het relatief bekende onderzoek naar de samenstelling van braakballen van uilen. De uitwerpselen van roofvogels en zoogdieren zijn echter op vergelijkbare wijze een nuttige bron van informatie (zie o.a. Torre et al., 2013). DNA metabarcoding kan in zulke gevallen waardevol zijn om in korte tijd een veel groter aantal uitwerpselen te screenen.

4.5.2 Een bredere kijk op effecten van predatie en maatregelen ter voorkoming daarvan

Hoewel dieetonderzoek op basis van keutels waardevol inzicht geeft in het type prooien dat door (zwerf)katten wordt gegeten, geeft dit slechts een deel van de informatie die nodig is om te beoordelen of katten op een bepaalde locatie wezenlijke schade toebrengen aan wilde dierpopulaties.

Dieetanalyse geeft inzicht in het relatieve aandeel van verschillende prooien in het dieet, maar meer kwantitatieve informatie (het aantal individuen dat per tijdseenheid wordt gegeven per prooi soort) is afhankelijk van het aantal katten dat ter plaatse aanwezig is. Genetische individubepaling op basis van keutels – waarvoor in dit onderzoek een aanzet werd gegeven – kan helpen om een minimale omvang van de kattenpopulatie vast te stellen.

Voor een degelijke populatieschatting is echter meer gericht onderzoek nodig. Idealiter wordt gebruikgemaakt van een zogenaamde vang-merk-terugvang-methode, waarbij op meerdere momenten in de tijd wordt geprobeerd om alle aanwezige katten individueel te herkennen en vervolgens op basis van de

overlap in individuen tussen tijdsmomenten een populatiegrootte wordt berekend. Dit kan door katten daadwerkelijk te vangen en van een merkteken te voorzien, maar ook op non-invasieve wijze op basis van individuele herkenning via cameravallen (Maronde et al., 2020) of DNA (Steyer et al., 2016). Essentieel is daarbij om gebruik te maken van een vast protocol en vaste inspanning per tijdsmoment. In principe voldeed de door ons toegepaste methode waarbij wekelijks dezelfde looproutes werden gebruikt, aan deze voorwaarde. Belangrijk zou echter zijn om het aantal keutels per tijdsmoment waarvoor een succesvol genetisch profiel wordt verkregen aanzienlijk te verhogen. Waardevoller zou echter zijn om een methode te gebruiken waarbij de kans om een kat aan te treffen aanzienlijk verder wordt vergroot. Een netwerk van cameravallen dat periodiek wordt uitgelezen, is daartoe waarschijnlijk efficiënter (Wening et al., 2019). Eventueel kan gebruik worden gemaakt van een lokmiddel, zoals stokjes ingesmeerd met valeriaan (een bewezen effectieve methode bij wilde katten (*Felis sylvestris*), Hupe & Simon, 2007). Dit kan echter tot afwijkingen leiden doordat niet alle individuen even sterk worden aangetrokken door het lokmiddel (Velli et al., 2015).

Zoals toegelicht in paragraaf 4.3.2, geeft zelfs een betrouwbare inschatting van het aantal predatoren en het aantal prooien per prooi-soort echter nog geen inzicht in het daadwerkelijke effect op wilde vogel- of muizenpopulaties. In plaats van veel meer energie te spenderen aan het in beeld brengen van de predatie vanuit het standpunt van de kat, is het dan ook wellicht waardevoller om onderzoek te richten op de prooi-populaties zelf. Het urgentst is daarbij een inschatting van de sterfte per tijdseenheid, de relatieve rol van verschillende predatoren in die sterfte en het effect van variatie in sterfte op de populatiegroei. Dit type populatieonderzoek is echter relatief tijdrovend en daarmee kostbaar. Genetische dieetstudies zijn dan ook wel degelijk een waardevolle eerste stap, om te bepalen voor welke prooi-soorten een populatieonderzoek relevant is. Een mooi voorbeeld van een onderzoek waarin het probleem zowel vanuit de predator als de prooi-populatie wordt benaderd, betreft het recentelijk door de Rijksuniversiteit Groningen opgestarte onderzoek naar effecten van (verwilderde) katten op weidevogelpopulaties. Een dergelijke benadering zou ook voor effecten op kustbroedvogels waardevol zijn, met name indien daarbij wordt ingezet op onderzoek dat de reikwijdte van de huidige casestudy voor Neeltje Jans overschrijdt (kustduinen in meerdere provincies).

Naast inzicht in de huidige invloed van zwervkatten op wilde dierpulaties, is het voor het maken van beleidskeuzes tevens zeer waardevol om nader in te zoomen op het effect van mogelijke oplossingen om risico's voor de natuur te verkleinen. De meest genoemde oplossing die op diverse plekken al in de praktijk wordt gebracht, is het vangen, steriliseren, chippen en vervolgens weer uitplaatsen van zwervkatten (de zogenaamde TNR-methode). Dit is een effectieve methode om de groei van het aantal zwervkatten in te perken, en daarmee waardevol voor het beperken van schade. Meer onzekerheid bestaat echter over de geschikte plekken om katten vervolgens weer terug te plaatsen. Hoewel de insteek is om behandelde dieren buiten natuurgebieden terug te plaatsen, worden ze in de praktijk wel (of zelfs juist) geplaatst op boerderijen en campings. Boerderijen liggen echter regelmatig dicht bij voor weidevogels relevante graslanden en campings liggen vaak juist in de buurt van natuurgebieden. Aangezien onderzoek naar predatie door huiskatten suggereert dat zelfs katten die van hun baasje te eten krijgen regelmatig wilde prooien pakken, is het niet ondenkbaar dat katten die worden teruggeplaatst op een boerderij alsnog jagen op weidevogels en katten die worden teruggeplaatst op campings (campingkatten), alsnog jagen in nabijgelegen natuurgebied. Verschillende natuurorganisaties zijn dan ook kritisch op deze wijze van terugplaatsing, maar tot nu toe is weinig tot geen onderzoek gedaan naar de mate waarin terugplaatsing op dit soort locaties alsnog tot schade kan leiden. Daarmee is onzeker of deze aanpak afdoende is om het zwervkattenprobleem aan te pakken. Een gerichte dieetstudie voor (al dan niet gesteriliseerde) boerderijkatten en campingkatten is relatief makkelijk uitvoerbaar (aangezien in dit geval wel makkelijker keutels uit kattenbakken kunnen worden verzameld) en kan waardevol inzicht geven in de mate waarin deze katten alsnog jagen in nabijgelegen natuur.

4.6 Conclusies

Onze huidige resultaten op basis van kattenkeutels verzameld gedurende het vogelbroedseizoen van 2021, lijken erop te wijzen dat de zwervkatten op Neeltje Jans voornamelijk de kleinere zoogdiersoorten die in grote aantallen op het eiland aanwezig zijn, zoals (woel)muizen en in minder mate konijnen, als voedselbron benutten. Het opportunistische jachtgedrag van de zwervkat, die meestal de prooi kiest die het meest voorhanden is, lijkt daarmee het aantal vogels dat wordt gegrepen enigszins beperkt te houden. Indien toch een vogel wordt gepakt – waarvoor we nog altijd in ruim een derde van de keutels bewijs vonden – betreft het een breed scala aan verschillende soorten, van fazant tot zangvogels. Slechts in één keutel werd bewijs gevonden dat een meeuw (een zilvermeeuw of kleine mantelmeeuw) ten prooi was gevallen aan een kat. Predatie op de zeldzame bontbekplevier werd niet aangetoond. Dit resultaat suggereert dat de mate waarin de lokale zwervkat(ten) jagen op de kustbroedvogels te Neeltje Jans wellicht vrij beperkt is, zelfs gedurende het broedseizoen als zich in de duinvalleien uitgebreide broedkolonies bevinden met makkelijk bereikbare nesten. Dat zou kunnen betekenen dat de impact van de kat(ten) op deze belangrijke broedkolonies relatief klein is.

Er zijn echter meerdere redenen om daarbij een flinke slag om de arm te houden. Ten eerste zal zeker een deel van de aanwezige keutels niet zijn gevonden en is het uiteraard mogelijk dat deze keutels meer prooiresten van kustbroedvogels bevatten. Daarnaast is op dit moment onduidelijk wat de impact is van predatie in het algemeen op de lokale kolonies en vanaf welke aantallen door de kat(ten) gepredeerde individuen er schadelijke effecten op populatieniveau optreden. Wellicht nog belangrijker is het feit dat, zelfs zonder daadwerkelijke predatie, verstoring van de broedkolonie door de katten eveneens tot schade zou kunnen leiden. Naast dieetonderzoek is daarom vooral ook onderzoek naar de populatiedynamiek en doodsoorzaken van de kustbroedvogels te Neeltje Jans van belang om inzicht te krijgen in het gevaar dat de katten opleveren en in welke verhouding dit staat tot andere bedreigende factoren.

Hoewel voorafgaand aan dit onderzoek vooral zorgen bestonden over de impact van de zwervkat(ten) op de lokale kustbroedvogels, laat het huidige dieetonderzoek zien dat ook andere soorten worden gegeten die een bedreigde en/of beschermde status kennen. Daarbij viel vooral de vondst van een noordse woelmuis op, een in ons land sterk bedreigde woelmuizensoort met een beschermde status op de Habitatrictlijn. Ook hier levert het aantreffen in een keutel slechts bewijs dat de kat af en toe jaagt op deze soorten, maar is geen uitsluitsel te geven over exacte aantallen gegeten individuen en hoe deze aantallen zich verhouden tot de omvang van de muizenpopulatie. Daarbij kan echter de vraag worden gesteld in hoeverre een extra drukfactor op populaties van dergelijke bedreigde en/of beschermde soorten überhaupt onwenselijk is voor een duurzame instandhouding. Een oordeel daarover valt buiten de scope van dit onderzoek.

Voor het maken van keuzes hoe eventuele schade te voorkomen die kan worden veroorzaakt door katten die jagen in het Natura 2000-natuurgebied te Neeltje Jans, is het van belang om te weten in hoeverre sprake is van een vaste, lokale populatie en hoe groot deze is. Deze vraag was slechts zijdelings onderdeel van onze huidige studie, maar het kleine aantal keutels en het feit dat bij een poging tot individuele herkenning slechts één individu kon worden aangetoond, doen vermoeden dat in het voorjaar van 2021 slechts sprake was van maximaal een handvol individuen. Onze resultaten doen echter ook vermoeden dat er meer uitwisseling bestaat met het naburige Zeeuwse 'vasteland' dan tot nu toe werd gedacht. Dat kan betekenen dat de kat of katten te Neeltje Jans onderdeel zijn van een bredere populatie zwervkatten en/of huiskatten in de regio, die behalve op de natuur te Neeltje Jans ook effect kan hebben op kwetsbare soorten in andere nabijgelegen natuurgebieden, zoals de vochtige graslanden van de Westenschouwense inlaag en de duingebieden van Natura 2000-gebied Kop van Schouwen.

Om de effectiviteit van kansrijke maatregelen zoals het vangen, steriliseren en terugplaatsen van katten (TNR) te beoordelen en vergroten, is het dan ook aan te bevelen om meer zicht te krijgen op de omvang van het jachtgebied van zowel zwervkatten als huiskatten op de Zeeuwse eilanden. Op basis daarvan is bijvoorbeeld beter in te schatten waar behandelde katten wel en niet veilig kunnen worden teruggeplaatst.

Literatuur

- Baker, P.J., Ansell, R.J., Dodds, P.A.A., Webber, C.E., Harris, S., 2003. Factors affecting the distribution of small mammals in an urban area. *Mammal Review* 33, p. 95-100.
- Baker, P.J., S.E. Molony, E. Stone, I.C. Cuthill and S. Harris, 2008. Cats about town: is predation by free-ranging pet cats *Felis catus* likely to affect urban bird populations? *Ibis* 150: 86-99.
- Callahan, B.J., McMurdie, P.J., Rosen, M.J., Han, A.W., Johnson, A.J.A., Holmes, S.P., 2016. "DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data." *Nature Methods*, 13, 581-583.
- Castelijns, W., Jacobusse, C., Arts, F., Hoekstein, M., Lilipaly, S., Van Straalen, D., Wijnants, L., 2016. 7-Eilandenplan; Duurzame en korte termijn maatregelen voor het behoud van kustbroedvogels in de Zuidwestelijke Delta. Stichting Het Zeeuwse Landschap en Delta Project Management BV.
- Dauphiné, N.I.C.O. and Cooper, R.J., 2009, October. Impacts of free-ranging domestic cats (*Felis catus*) on birds in the United States: a review of recent research with conservation and management recommendations. In *Proceedings of the fourth international partners in flight conference: tundra to tropics* (Vol. 205).
- De Groot, G.A., Spek, G.-J., Bovenschen, J., Laros, I., Van Meel, T., De Jong, J.F., Jansman H.A.H., 2016a. Herkomst en migratie van Nederlandse edelherten en wilde zwijnen: een basiskaart van de genetische patronen in Nederland en omgeving. Wageningen UR, Alterra-rapport 2724.
- de Groot, G.A., Nowak, C., Skrbinšek, T., Andersen, L., Aspi, J., Fumagalli, L., Godinho, R., Harms, V., Jansman, H.A.H., Liberg, O., Marucco, F., Mysłajek, R.W., Nowak, S., Pilot, M., Randi, E., Reinhardt, I., Śmietana, W., Szewczyk, M., Taberlet, P., Vilà, C., Muñoz-Fuentes, V., 2016b. Decades of population genetic research call for harmonization of molecular markers: the grey wolf, *Canis lupus*, as a case study. *Mammal Review*, 46: 44-59.
- Dibevo, 2020. Huisdieren in Nederland. Website, bezocht 15 juni 2022. Link: <https://dibevo.nl/kenniscentrum/huisdieren-in-nederland>.
- Fitzgerald, A.M., Karl, B.J., 1979. Foods of feral house cats (*Felis catus* L.) in forest of the Orongorongo Valley, Wellington. *New Zealand Journal of Zoology*, 6: p. 107-126.
- Frøslev, T., Kjoller, R., Bruun, H.H., Ejrnaes, R., Brunbjerg, A.K., Pietroni, C., Hansen, A.J., 2017. Algorithm for post-clustering curation of DNA amplicon data yields reliable biodiversity estimates. *Nature Communications*, 8: 1188.
- Galan, M., Pages, M., & Cosson, J.F., 2012. Next-generation sequencing for rodent barcoding: species identification from fresh, degraded and environmental samples. *PloS one*, 7, e48374.
- Hughes, B.J., Martin, G.R., Reynolds, S.J., 2008. Cats and seabirds: effects of feral domestic cat *Felis sylvestris catus* eradication on the population of Sooty terns *Onychoprion fuscata* on Ascension Island, South Atlantic. *Ibis* 150: 122-131.
- Hupe, K., & Simon, O., 2007. Die Lockstockmethode - ein nichtinvasive Methode zum Nachweis der Europäischen Wildkatze (*Felis silvestris silvestris*). *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen*, 27, 66- 69.
- Husson, A.M., 1962. Het determineren van schedelresten van zoogdieren uit braakballen van uilen. *Zoologische bijdragen* 5: 3-71.
- Kapteijn, K., 1999. Braakballen pluizen: een eenvoudige handleiding voor het herkennen van zoogdierschedels in braakballen van uilen. Noord-Hollandse Zoogdierstudiegroep.
- Koelewijn, H.P., Pérez-Haro, M., Jansman, H.A.H., Boerwinkel, M.C., Bovenschen, J., Lammertsma, D.R., Niewold, F.J.J., Kuiters, A.T., 2010. The reintroduction of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) into the Netherlands: hidden life revealed by noninvasive genetic monitoring. *Conserv Genet* 11, 601-614.
- Kuiters, A.T., Groot, G.A. de, Lammertsma, D.R., Jansman, H.A.H., Bovenschen, J., 2021. Status van de Nederlandse otterpopulatie: Genetische variatie, mortaliteit en infrastructurele knelpunten in 2020. Wageningen UR, WOT-technical report 211.
- La Haye, M., 2022. Ontwikkelen eDNA methode noordse woelmuis. Website, bezocht 15 juni 2022. Link: <https://www.zoogdiervereniging.nl/wat-we-doen/projecten/ontwikkelen-edna-methode-noordse-woelmuis>.

-
- Langham, N.P.E., Porter, R.E.R., 1991. Feral cats (*Felis catus* L.) on new zealand farmland. I. Home Range. *Wildlife Research* 18: 741-760.
- Lammertsma et al., 2011. Huiskatten in natuurgebieden – kan TNR hybridisatie met de Wilde kat voorkomen? Alterra-rapport 2263.
- Lebreton, J.-D. & Clobert, J., 1991. Bird population dynamics, management and conservation: the role of mathematical modelling. In: *Bird Population Studies: Relevance to Conservation and Management* (eds C.M. Perrins, J.-D. Lebreton & G.J.M. Hirons), pp. 105–125. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Liberg, O., 1984. Food habits and prey impact by feral and house-based domestic cats in a rural area in southern Sweden. *Journal of Mammalogy* 65, p. 424-432.
- Lima, S.L., 2009. Predators and the breeding bird: behavioral and reproductive flexibility under the risk of predation. *Biological Reviews* 84, 485-513.
- Maronde, L., B.T. McClintock, U. Breitenmoser en F. Zimmermann, 2020. Spatial capture–recapture with multiple noninvasive marks: An application to camera-trapping data of the European wildcat (*Felis silvestris*) using R package multmark. *Ecology & Evolution* 10, p. 13968-13979.
- Menotti-Raymond, M., David, V.A., Lyons, L.A., Schäffer, A.A., Tomlin, J.F., Hutton, M.K., & O'Brien, S.J., 1999. A genetic linkage map of microsatellites in the domestic cat (*Felis catus*). *Genomics*, 57, 9-23.
- Medina, F.M., Bonnaud, E., Vidal, E., Tershy, B.R., Zavaleta, E.S. et al., 2011. A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. *Global Change Biology* 17, p. 3505-3510.
- Menotti-Raymond, M.A., David, V.A., Wachter, L.L., Butler, J.M., & O'Brien, S.J., 2005. An STR forensic typing system for genetic individualization of domestic cat (*Felis catus*) samples. *Journal of Forensic Science*, 50, JFS2004317-10.
- Naidu, A., Fitak, R.R., Munguia-Vega, A., Culver, M., 2012. Novel primers for complete mitochondrial cytochrome b gene sequencing in mammals. *Molecular Ecology Resources* 12, 191-196.
- NDFF, 2022. Nationale Databank Flora en Fauna. Toegang: februari 2022.
- NDG, 2022. Feiten en cijfers gezelschapsdierensector 2015. Website, bezocht 15 juni 2022. Link: <https://ndg.nl/feiten-en-cijfers-gezelschapsdierensector-2015/>.
- Nijenhuis, F., Van Niekerk, T., 2015. Als de kat van huis is...; Zwerfkatten in Nederland: een inventarisatie. Wageningen UR, Wetenschapswinkel Rapport 316.
- Plantinga, E.A., G. Bosch, and W.H. Hendriks, 2011. Estimation of the dietary nutrient profile of free roaming feral cats: possible implications for nutrition of domestic cats. *British Journal of Nutrition* 106: S35-S48.
- Shamoun-Baranes, J., 2001. Expanding the Bird Remains Identification System: An innovative tool for identifying feather remains. *Wings over Africa. Proceedings of the International Seminar Bird Migration*, 283-290.
- Silva-Rodriguez, E. and K. Sieving, 2011. Influence of care of domestic carnivores on their predation of vertebrates. *Conservation Biology* 25 (2011): 808-815.
- Sims, V., Evans, K.L., Newson, S.E., Tratalos, J.A., Gaston, K.J., 2008. Avian assemblage structure and domestic cat densities in urban environments. *Diversity and Distributions* 14: 387-399.
- Spikmans, F. & J. Kranenbarg, 2016. Nieuwe Rode Lijst vissen Nederland. RAVON, 18(1), 9–12.
- St Clair, J.J.H., Garcia-Pena, G.E., Woods, R.W., Szekely, T., 2010. Presence of mammalian predators decreases tolerance to human disturbance in a breeding shorebird. *Behavioral Ecology* 21: 1285-1292.
- Steyer, K., Simon, O., Kraus, R.H.S., Haase, P., & Nowak, C., 2013. Hair trapping with valerian-treated lure sticks as a tool for genetic wildcat monitoring in low-density habitats. *European Journal of Wildlife Research*, 59, 39– 46.
- Teerink, B.J., 1991. *Hair of West-European Mammals*. Cambridge University Press.
- Tirasin, E.M., Jørgensen, T., 1999. An evaluation of the precision of diet description. *Marine Ecology Progress Series* 182, p. 243-252.
- Torre, I., Arrizabalaga, A., Freixas, L., Ribas, A., Flaquer, C., Diaz, M., 2013. Using scats of a generalist carnivore as a tool to monitor small mammal communities in Mediterranean habitats. *Basic and Applied Ecology* 14: 155-164.
- Van der Ende, M., Strijkstra, A.M., Dias, E., Smit, C., 2017. Spatial ecology and prey choice of tagged feral cats on the island of Schiermonnikoog. *Lutra*, 60: 73-91.
- Van Kleunen, A., Foppen, R. & van Turnhout, C., 2017. Basisrapport voor de Rode Lijst Vogels 2016 volgens Nederlandse en IUCN-criteria 2017. SOVON.
- Van Norren, E., Dekker, J., Limpens, H., 2019. Basisrapport Rode Lijst Zoogdieren 2020 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Zoogdierverseniging.

-
- Velli, E., Bologna, M.A., Silvia, C., Ragni, B., & Randi, E., 2015. Non-invasive monitoring of the European wildcat (*Felis silvestris* Schreber 1777): Comparative analysis of three different monitoring techniques and evaluation of their integration. *European Journal of Wildlife Research*, 61, 657– 668.
- Wening, H., Werner, L., Waltert, M., & Port, M., 2019. Using camera traps to study the elusive European Wildcat *Felis silvestris* Schreber, 1777 (Carnivora: Felidae) in central Germany: What makes a good camera trapping site? *Journal of Threatened Taxa*, 11(4), 13421– 13431.
- Wulsch, C., Waits, L.P. & Kelly, M.J., 2014. Noninvasive individual and species identification of jaguars (*Panthera onca*), pumas (*Puma concolor*) and ocelots (*Leopardus pardalis*) in Belize, Central America using cross-species microsatellites and faecal DNA. *Molecular ecology resources*, 14, 1171-1182.
- Zaroso-Lacoste, D., Bonnaud, E., Corse, E., Gilles, A., Meglecz, E., Costedoat, C., Gouni, A., Vidal, E., 2016. Improving morphological diet studies with molecular ecology: an application for invasive mammal predation on island birds. *Biological Conservation* 193: 134-142.
- Zoogdierverseniging, 2013. Huiskatten helpen Zoogdierverseniging. *Telganger* 2013: 14.

Bijlage 1 Toegepaste DNA-merkers voor dieetaanalyse

Tabel S1 Nadere details met betrekking tot de twee toegepaste merkers voor dieetaanalyse middels eDNA metabarcoding. Per merker is aangegeven welk fragment van het dierlijk genoom het betreft en welke primers zijn toegepast (naam, sequentie en referentie oorspronkelijke ontwikkelaar (zie literatuurlijst in H5 voor de volledige referenties).

Fragment	Primer naam	Primer sequentie (5' naar 3')	Referentie
cytB	L15411F	GAYAAARTYCCVTTYCAYCC	Galan et al. (2012)
	H15546R	AARTAYCAYTCDGGYTTRAT	Galan et al. (2012)
CO1	OSXF_A2	TIATYCGHGCAGAAYTNGG	Eigen ontwerp WENR, op basis van Zarzoso-Lacoste et al. (2016)
	OSXR2_A1	GIACBARTCARTTICCAA	Eigen ontwerp WENR, op basis van Zarzoso-Lacoste et al. (2016)

Bijlage 2 Toegepaste DNA-merkers voor individuele herkenning

Tabel S2 Nadere details met betrekking tot de elf toegepaste microsatellietmerkers voor individuele herkenning. Aangegeven is welke merkers gezamenlijk zijn geanalyseerd middels een gecombineerde PCR-reactie (een zogenaamde 'multiplex'-reactie) en per merker de naam waaronder deze voor het eerst werd gepubliceerd, de referentie van de originele publicatie (zie literatuurlijst in H5 voor de volledige referenties), de sequentie van de gebruikte PCR-primers en het gebruikte fluorescentie-label voor uitlezen van de fragmentlengtes.


Multiplex-reactie	Merker	Referentie	Primer sequence (5'- 3') ¹	Label
PCR 1	F124	Menrotti-Raymond et al. (2005)	TGCTGGGTATGAAGCCTACT ATTGCCTCAACTACCTAGGC	PET -
	FCA043	Menrotti-Raymond et al. (1999)	GAGCCACCCTAGCACATATACC AGACGGGATTGCATGAAAAG	NED -
	FCA275	Menrotti-Raymond et al. (1999)	TTGGCTGCCCAGTTTTAGTT ACGAAGGGGCAGGACTATCT	VIC -
	FCA096	Menrotti-Raymond et al. (1999)	CACGCCAAACTCTATGCTGA CAATGTGCCGTCGAAGAAC	6-FAM -
	FCA126	Menrotti-Raymond et al. (1999)	GCCCCTGATACCCTGAATG CTATCCTTGCTGGCTGAAGG	PET -
	FCA090	Menrotti-Raymond et al. (1999)	ATCAAAAGTCTTGAAGAGCATGG TGTTAGCTCATGTTTCATGTGTCC	6-FAM -
	PCR 2	F98	Menrotti-Raymond et al. (2005)	TCAGAGCCTGCTTGGGATTC GTTTGTACTGCTATTGGTGG
FCA741		Menrotti-Raymond et al. (1999)	GCATGGAGAGGGTTTTAGCC TTCGTCAAGTCCATGATAAATG	PET -
FCA225		Menrotti-Raymond et al. (1999)	CTGTCTCCCTCCTGTTCTG TACCCACAGAACCCTCCTGC	PET -
FCA008		Menrotti-Raymond et al. (1999)	ACTGTAAATTTCTGAGCTGGCC	6-FAM
			TGACAGACTGTTCTGGGTATGG	-
PCR 3	SRY	Wultsch et al. (2014)	TGCGAACTTTGCACGGAGAG GCGTTCATGGGTCGTTTGACG	VIC -

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3188
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3188
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

