



Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie 2013/2014

Ontwikkeling van populatieomvang en populatiegenetische status

A.T. Kuiters, G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen



ALTERRA
WAGENINGENUR

Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie 2013/2014

Ontwikkeling van populatieomvang en populatiegenetische status

A.T. Kuiters, G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Biodiversiteit terrestrisch' (projectnummer BO-11-011.01-034).

Alterra Wageningen UR
Wageningen, februari 2015

Alterra-rapport 2624
ISSN 1566-7197

Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen, 2015. *Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie 2013/2014; Ontwikkeling van populatieomvang en populatiegenetische status*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2624. 40 blz.; 10 fig.; 6 tab.; 12 ref.

Jaarlijks wordt in opdracht van het ministerie van Economische Zaken de Nederlandse otterpopulatie genetisch gemonitord. Daarmee wordt een vinger aan de pols gehouden wat betreft de ontwikkeling van de genetische status van de populatie. Deze vorm van monitoring, gebaseerd op DNA-profielen op basis van DNA geïsoleerd uit verse spraints (uitwerpselen), maakt het tevens mogelijk veranderingen in de ruimtelijke verspreiding en de populatieomvang van jaar tot jaar te volgen. De monitoringsronde van 2013/2014 laat zien dat de populatie verder is gegroeid naar een aantal van ca. 140 individuen. Echter, de genetische variatie binnen individuen is sterker afgenomen vergeleken met voorafgaande jaren. Onderdeel van deze monitoring is ook autopsie van dode otters, waarbij wordt gekeken naar de doodsoorzaak en de belangrijkste lichaamskenmerken. Knelpuntlocaties waar otters worden doodgereden worden in beeld gebracht. Er is een sterke toename van het jaarlijkse aantal verkeersslachtoffers. Deze lijkt gelijke tred te houden met de toename van de populatieomvang.

Trefwoorden: otter, *Lutra lutra*, populatieontwikkeling, genetische status, inteelt, verkeerssterfte

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2015 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- 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.

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

Alterra-rapport 2624 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Hugh Jansman

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Beschermingsstatus	9
	1.2 Jaarlijkse genetische monitoring	9
2	Materiaal en methoden	11
	2.1 Verzamelen van spraints	11
	2.2 Minimale populatieomvang en schatting totale populatieomvang	12
	2.3 Genetische analyses	12
	2.3.1 Probability of identity	13
	2.4 Sectie op dode otters	13
	2.5 Landelijke verspreiding	13
3	Resultaten	14
	3.1 Landelijke verspreiding	14
	3.2 Populatieomvang en populatieontwikkeling	15
	3.3 Aantal otters per deelgebied	15
	3.4 Dode otters en verkeersslachtoffers	21
	3.5 'Vermisten en onbekenden'	26
	3.6 Genetische status	27
	3.6.1 Genetische diversiteit	27
	3.6.2 Heterozygositeit	27
4	Conclusies en discussie	30
	4.1 Populatieomvang, groei en mortaliteit	30
	4.2 Genetische status	31
	Literatuur	33
	Bijlage 1 Individuen aangetroffen in winter 2013/2014	34

Woord vooraf

De genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie wordt jaarlijks uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van EZ, Directie Natuur & Biodiversiteit. Voor het vergaren van informatie over de verspreiding van otters, meldingen van dode otters en het verzamelen van spraints zijn we afhankelijk van een groot aantal personen die zich daarvoor enthousiast inspinnen. In het bijzonder willen we bedanken Freek Niewold (Niewold Wildlife Infocentre), Harrie Bosma, Vincent Martens, Jeroen Reinhold, Mark Zekhuis (allen CaLutra), René Nauta (Extra Survival & Bushcraft), Addy de Jongh, Tjibbe de Jong (beide SON), Egbert Beens, Jeroen Bredenbeek en Tjibbe Hunink (beiden Staatsbosbeheer), Ronald Messenmaker, Rosalie Martens (beiden Natuurmonumenten), Alwin Hut (Groninger Landschap), Johan Bekhuis en Bart Beekers (Ark Natuurontwikkeling).

Samenvatting

De ontwikkeling van de Nederlandse otterpopulatie wordt in opdracht van het ministerie van Economische Zaken jaarlijks gemonitord. Daarbij wordt aandacht besteed aan een drietal aspecten: de aantalsontwikkeling, de ruimtelijke verspreiding en de genetische status van de populatie. Tevens worden dode otters geregistreerd en onderzocht voor het vaststellen van doodsoorzaak, algehele conditie en de voortplantingsstatus. Voor het bepalen van de populatieomvang en de genetische status wordt gebruik gemaakt van DNA, geïsoleerd uit spraints (uitwerpselen) en weefsel van dode otters. Spraints worden verzameld gedurende de najaar-/winterperiode (oktober tot maart), wanneer otters op opvallende plekken in hun leefgebied sprainten. De gemiddeld lage omgevingstemperatuur in de najaar-/winterperiode maakt dat het DNA niet te snel afbreekt.

In de winter van 2013/14 werden 673 spraints verzameld. Daarvan leverde 33% een bruikbaar DNA-profiel op. Op basis hiervan werden, in combinatie met de DNA-profielen van doodgevonden otters, in totaal 111 unieke profielen vastgesteld. Dit aantal geldt als minimale populatieomvang op 1 oktober 2013. De werkelijke populatieomvang zal groter zijn aangezien: a) niet alle spraints bruikbaar DNA opleverden, b) niet van alle otters spraints zijn gevonden en c) nog niet volwassen otters jonger dan een jaar doorgaans niet of nauwelijks via DNA uit spraints worden aangetoond. Rekening houdend met deze factoren wordt de populatieomvang geschat op ca. 140 otters. Het relatief grote aantal dode dieren met een tot dan toe onbekend DNA-profiel ('onbekenden') en het feit dat een relatief groot aantal dieren om onduidelijke redenen verdwijnt ('vermisten'), wijst er op dat we geen volledig beeld hebben van de populatie. Daarom spreken we van een schatting.

De populatie lijkt daarmee opnieuw gegroeid ten opzichte van het jaar daarvoor. In de winter van 2012/13 werd de minimale populatieomvang geschat op 72 otters. Daarbij werd toen de kanttekening geplaatst dat de monitoring op meerdere locaties onvolledig was, waardoor de schatting van de werkelijke populatieomvang naar boven werd bijgesteld. De schatting van de populatieomvang bedroeg toen tenminste 100 individuen. Een tweede aanwijzing voor de conclusie dat de otterpopulatie afgelopen jaar verder is gegroeid vormt de toename in het totale aantal dood aangetroffen otters. Deze lijkt gelijke tred te houden met de vastgestelde toename van de minimale populatieomvang. Gemiddeld over de hele periode (2002-2013) bedraagt de jaarlijkse populatiegroei 26%.

In 2013 werden in totaal 26 otters doodgevonden, waarvan 23 (88% van het totale aantal doodvondsten) als verkeersslachtoffer. De helft van het aantal verkeersslachtoffers sneuvelde in Friesland, vooral op de rijkswegen (A6 en A7). Daar komen nog veel onveilige situaties voor, zogenaamde knelpuntlocaties, waar faunavoorzieningen (faunabuizen met geleidende raster, droge onderdoorgangen bij bruggen, e.d.) ontbreken of niet voldoende effectief zijn. Van de overige slachtoffers kwamen er twee door verdrinking om het leven, waarvan één in een muskusratval. Op basis van sterftestatistieken uit het verleden en de ervaringen in andere landen bestaat er een sterk vermoeden dat het aantal otters dat slachtoffer wordt van verdrinking in fuiken, met name in gebieden waar niet wordt gewerkt met stopgrids of waar sprake is van illegale visfuiken hoger is dan door ons kon worden vastgesteld. Over verdrinking in fuiken krijgen we echter zelden meldingen.

Het totale aantal gemelde doodvondsten werd geschat op 22-26% van de totale populatieomvang.

In 2013 heeft de otter zich verder verspreid naar nieuwe leefgebieden. Meest opvallend waren de waarneming van een mannetje en wijfjesotter in de Nieuwkoopse Plassen (najaar 2013) en een mannetjesotter in de Ooijpolder (begin 2014). Opvallend was ook dat er in de loop van 2013 maar liefst drie otters dood zijn aangetroffen aan het begin van of op de Afsluitdijk. De verdere migratie richting Noord-Holland lijkt daarmee nog slechts een kwestie van tijd, al blijkt de dijk zelf dus een belangrijk knelpunt te vormen. De verbreiding in Flevoland was beperkt en lijkt nog niet goed van de grond te komen.

De genetische variatie die aanwezig is in de Nederlandse otterpopulatie, afgemeten aan het totale aantal allelen aanwezig in de populatie, is in 2013 ongeveer gelijk gebleven ten opzichte van het jaar daarvoor. Er lijkt dus geen sprake van een verder verlies aan genetische variatie op populatieniveau. Echter, wanneer wordt gekeken naar de genetische variatie binnen individuen (percentage heterozygote individuen per bekeken DNA fragment en het percentage heterozygote fragmenten per individu), is een duidelijk negatieve trend zichtbaar. In 2013 is die met respectievelijke 10% en 5% afgenomen, een duidelijk grotere afname dan in voorafgaande jaren.

Daarbij spelen twee processen een rol. Een locus kan homozygoot worden, wanneer er weinig tot geen variatie op dat locus meer over is (verlies van allelen die reeds vanaf het begin in een (zeer) geringe frequentie voorkwamen). Een locus kan ook homozygoot worden als gevolg van paring van verwante nakomelingen. Dit laatste proces komt in principe altijd later op gang aangezien in eerste instantie vooral paringen plaatsvinden van niet-verwante individuen binnen de startpopulatie. Dat de afname in heterozygotie nu versneld optreedt is feitelijk conform verwachting. De populatie binnen het voormalige uitzetgebied bestaat in toenemende mate uit verwante individuen. Daarbij komt dat de gebieden die nu recentelijk zijn gekoloniseerd starten vanuit een beperkt aantal individuen die inmiddels al een beperktere genetische variatie hebben. Als die individuen bovendien nauw verwant zijn (en die kans wordt steeds groter), dan zal de afname in heterozygotie versneld optreden. En dat is wat nu zichtbaar wordt. De verwachting is dat die versnelde afname ook de komende jaren zal optreden.

De afname in heterozygotie vormt een indicatie dat inteelt zich binnen de populatie in toenemende mate manifesteert. Dit vergroot het risico dat schadelijke genen in de populatie naar boven komen. Dit kan (grote) gevolgen hebben voor de levensvatbaarheid van de populatie. Er zijn nog geen aanwijzingen dat er genetische uitwisseling plaatsvindt met de meest nabije otterpopulaties over de grens in Duitsland. Het op korte termijn inbrengen van genetisch 'vers bloed' is derhalve dringende noodzaak.

1 Inleiding

In 2002 is het toenmalige Ministerie van LNV, thans EZ, gestart met een herintroductie programma voor de otter (*Lutra lutra*) in Nederland, nadat deze soort in 1988 in ons land officieel was uitgestorven. Er zijn in de periode 2002-2008 in totaal 31 otters uitgezet in moerasgebieden in de Kop van Overijssel en Zuidoost Friesland (De Wieden/Weerribben/Rottige Meenthe/Lindevallei/ De Olde Maten). Het betrof zowel wilde otters (Wit-Rusland, Letland en Polen) als otters uit gevangenschap (Tsjechië, Zweden, Rusland en Duitsland). Na 2008 zijn op verschillende locaties nog otters bijgeplaatst. Zo zijn er verweesde Nederlandse otters verplaatst naar Doesburg e.o. (1 ind.), De Alde Feanen (2 indn.) en zijn verweesde otters, van elders afkomstig, bijgeplaatst in de Gelderse Poort (2 indn.), Duursche Waarden (1 ind.) en in De Alde Feanen (4 indn.).

Uit een recente evaluatie van Alterra (Kuiters *et al.*, 2012) is naar voren gekomen dat er weliswaar sprake is van een groeiende populatie, maar dat deze nog steeds kwetsbaar is. De otter heeft zijn leefgebied inmiddels uitgebreid naar grote delen van Friesland en duikt op steeds meer plaatsen op in Overijssel, Drenthe, Groningen, Gelderland, Flevoland en recent Zuid-Holland. De ecologische infrastructuur die nodig is voor een duurzame otterpopulatie is nog niet op orde, wat leidt tot een relatief groot aantal verkeerslachtoffers (Kuiters *et al.*, 2014). Bovendien is gebleken dat de genetische basis van de huidige Nederlandse populatie smal is, als gevolg van het beperkte aantal *founders* dat daadwerkelijk heeft bijgedragen aan de startpopulatie. Inteelt neemt daardoor toe en het kan niet worden uitgesloten dat dit op korte termijn zal leiden tot negatieve effecten zoals een verminderde vruchtbaarheid en hogere sterfttekans van jonge dieren. Dit brengt het risico met zich mee dat de sterfte de aanwas overstijgt waardoor de populatie krimpt en de uitsterfkans toeneemt.

1.1 Beschermingsstatus

De otter is een strikt beschermde soort van communautair belang en opgenomen in Bijlagen II en IV van de Europese Habitatrichtlijn. Conform het Bestuursakkoord Natuur en het Natuurpact is de zorg voor het treffen van passende maatregelen voor het in stand houden van natuurlijke habitats en de in het wild levende flora en fauna bij de provincies komen te liggen. Provincies zijn belast met het beheer van flora en fauna binnen het Nationaal Natuurnetwerk en Natura 2000-gebieden. Daarvoor stelt het Rijk financiële middelen beschikbaar die door de provincies worden aangewend voor het voeren van een adequaat beheer en het nemen van de noodzakelijk geachte maatregelen ter bescherming van flora en fauna. Het Rijk acht zich eindverantwoordelijk voor de duurzame instandhouding van de otter. Nederland heeft vooralsnog geen Natura 2000-gebieden aangewezen waar de otter strikte bescherming zal genieten. Dit zal binnenkort wel gebeuren.

1.2 Jaarlijkse genetische monitoring

Conform de aanbevelingen van de IUCN-Otter Specialist Group (Serfass *et al.*, 2010), wordt de genetische status van de populatie jaarlijks gemonitord. Op deze manier kan worden vastgesteld of er significante veranderingen optreden in de genetische status van de populatie. Ook kan worden vastgesteld of, en zo ja, in welke mate er nieuwe allelen aan de populatie zijn toegevoegd door immigratie van otters van elders of door bijplaatsingen en of dit voldoende is om op termijn het risico van inteelt te verminderen. Daarnaast biedt deze vorm van monitoring de mogelijkheid individuen van elkaar te onderscheiden en maakt daarmee ook een aantalsschatting mogelijk. Ook komt informatie beschikbaar over ouderschapsrelaties, geslachtsverhoudingen, leeftijden en migratiepatronen. De ervaring heeft geleerd dat op basis van DNA-analyse van otteruitwerpselen, aangevuld met genetische informatie van doodgevonden otters, een redelijk goed beeld kan worden verkregen van het aantal

(sub)adulte individuen in een populatie en van ouderschapsrelaties, mits er jaarlijks intensief en gebiedsdekkend wordt gemonitord (Koelewijn *et al.*, 2010, Koelewijn & Kuiters, 2011).

De jaarlijkse genetische monitoring biedt daarmee inzicht in factoren die de duurzame instandhouding van de otter in gevaar kunnen brengen. Op basis daarvan kan worden vastgesteld welke maatregelen nodig zijn om de status van instandhouding van de populatie te verbeteren. Dit is van belang voor het concreet invulling geven aan de Europese verplichting om de otter als soort van communautair belang strikte bescherming te bieden.

2 Materiaal en methoden

2.1 Verzamelen van spraints

Voor DNA-analyse zijn verse *spraints* (uitwerpselen) nodig die het best kunnen worden verzameld gedurende najaar-/winterperiode. In die periode sprainten otters op opvallende plekken in hun leefgebied. Spraints bevatten een specifieke geurstof uit de anaalklieren en worden gebruikt in de onderlinge communicatie (Kruuk, 2006). De gemiddeld lage omgevingstemperatuur in de najaar-/winterperiode maakt bovendien dat het DNA niet te snel afbreekt, waardoor de kans relatief groot is dat er bruikbaar DNA materiaal uit spraints kan worden geïsoleerd, mits de spraint voldoende vers is.

In de periode van 22 oktober 2013 tot 27 maart 2014 zijn in totaal 673 spraints verzameld in het huidige verspreidingsgebied van de otter (Fig. 1). De hulp van enthousiaste otterspeurders is daarbij onmisbaar gebleken. Het zoeken naar verse spraints is een bijzonder tijdrovende klus, waarbij vaak meerdere keren achter elkaar dezelfde plekken moeten worden bezocht om er zeker van te zijn dat spraints voldoende vers zijn.



Figuur 1 Locaties waar tussen 1 oktober 2013 en 31 maart 2014 otterspraints zijn verzameld ($n=673$).

2.2 Minimale populatieomvang en schatting totale populatieomvang

Aan de hand van het aantal unieke DNA-profielen in spraints, aangevuld met DNA-profielen van dode otters die niet in de spraints voorkomen, kan de minimale populatieomvang worden vastgesteld. De monitoringsronde loopt jaarlijks van 1 oktober tot 31 maart. De otters die voor 1 oktober dood zijn aangetroffen worden niet meegeteld. De otters die in de periode 1 oktober tot 31 maart dood zijn aangetroffen worden wel meegeteld. Immers deze waren op 1 oktober nog in leven. Deze methodiek volgend wordt dus jaarlijks de minimale populatieomvang vastgesteld op 1 oktober.

Dit betreft altijd een conservatieve schatting van de populatieomvang. De werkelijke populatieomvang zal groter zijn om een drietal redenen:

1. Subadulte otters hebben nog een beperkt leefgebied en hun spraints zijn daarom moeilijk te vinden. Jonge dieren tot circa twee maanden oud komen zelfs niet buiten hun nestplaats. Het zijn dus vooral adulte individuen, die gedurende de winterperiode op markante plekken sprainten;
2. Het kan niet worden uitgesloten dat van een deel van de volwassen otters geen spraints worden gevonden;
3. Niet alle spraints leveren bruikbaar, kwalitatief goed DNA op om een DNA-profiel te kunnen opstellen. Het succespercentage van verzamelde spraints ligt gemiddeld tussen de 30-50%. Ook daardoor kunnen dieren worden gemist.

De trendanalyse wordt echter gebaseerd op de minimale populatieomvang afgeleid uit het aantal zekere, unieke DNA-profielen, omdat deze variabele het meeste houvast geeft. Daarmee kunnen conclusies ten aanzien van de populatieontwikkeling goed worden onderbouwd.

Naast een schatting van de minimale populatieomvang wordt ook een schatting gemaakt van de totale populatieomvang. Daarbij wordt onder meer een inschatting gemaakt van het aantal volwassen otters dat waarschijnlijk is gemist als gevolg van 3). Door de verspreidingskaart met alle bekende spraintlocaties van een meetronde te combineren met de verspreidingskaart met geïdentificeerde individuen en dit te combineren met de vermoedelijke omvang van het leefgebied van geïdentificeerde individuen kan hier een beeld van worden gevormd, al kleven hier veel onzekerheden aan. Van 1) en 2) is het lastiger om een goede schatting te maken.

2.3 Genetische analyses

Er is eerst een selectie gemaakt, waarbij spraintmonsters die vermoedelijk afkomstig zijn van hetzelfde individu zijn weggelaten. Na deze selectie bestond de te analyseren set uit 630 spraintmonsters. Na extractie is DNA geïsoleerd en een genetisch profiel opgesteld volgens het protocol beschreven in Koelewijn *et al.* (2010). Microsatellieten zijn afzonderlijke fragmenten in het DNA (hieronder aangeduid als 'locus'; meervoud 'loci'), waarvoor individuen variatie vertonen in de exacte code en lengte van het fragment. In totaal werden 13 microsatellieten geanalyseerd in dit onderzoek. Per microsatelliet zijn de allelen bepaald in drie onafhankelijke PCR-analyses (replica's), om te kunnen corrigeren voor eventuele valse allelen of uitvallende allelen, als gevolg van de slechte DNA kwaliteit uit spraints. De genetische analyse wordt opgedeeld in meerdere ronden. Dit jaar werd gekozen voor een nieuwe indeling van ronden, en een nieuwe selectiemethode voor monsters die doorgaan naar een volgende ronde. Deze was als volgt:

- Voor alle 653 monsters (630 spraints, 20 weefsels van doodgevonden otters, 3 haarmonsters van bijgeplaatste otters) werd een profiel bepaald in ronde 1 (één locus).
- Alleen de extracten waarvoor tenminste twee van de drie replicate analyses hetzelfde profiel lieten zien gingen door naar de tweede ronde. Dit betrof 392 monsters (waaronder 369 spraints (59%), 20 weefsels (100%), 3 haren (100%)).
- In de tweede ronde werden acht extra loci geanalyseerd.
- Op basis van deze eerste negen loci, werd een eerste data-analyse uitgevoerd. Hierbij werden alle monsters verwijderd waarvoor voor minder dan zes loci een betrouwbare score beschikbaar was.

- Deze set profielen is geclusterd, om zo een beeld te krijgen van het aantal unieke profielen (potentiële individuen).
- 140 unieke profielen gingen door naar de derde ronde, waarin vier extra loci zijn geanalyseerd.
- Op basis van deze nieuwe set met maximaal 13 loci per monster, werd een nieuwe clustering uitgevoerd. Alleen profielen die op >2 loci afweken werden geaccepteerd als verschillende individuen.
- Alleen individuen waarvoor tenminste 8 betrouwbare loci aanwezig waren, werden opgenomen in de definitieve dataset, waarbij een individu vertegenwoordigd kan zijn door meerdere monsters (spraints met hetzelfde profiel).

De definitieve dataset bevatte 227 profielen, waarvan 205 spraints, 19 weefselmonsters en 3 haarmonsters. Dit resulteerde in een uiteindelijke *success rate* van 35% (100% voor haren, 95% voor weefselmonsters, 33% voor spraints).

2.3.1 Probability of identity

De *probability of identity* (PI) geeft de kans weer dat twee verschillende individuen in de dataset hetzelfde genetische profiel hebben. PIsib geeft de kans weer dat twee volle broers of zussen (siblings) hetzelfde genetische profiel hebben. Dit een conservatieve maat voor de kans dat een individu over het hoofd wordt gezien.

Gevonden waarde voor definitieve dataset met 125 individuen, op basis van de 8 eerste loci (ronde 1+2): PIsib = $8,7 \times 10^{-4} = 0,087 \%$

Ter vergelijking: Koelewijn *et al.* (2010) meldde voor het jaar 2007-2008 een PIsib voor de eerste 8 loci van 0,21%. Vorig jaar (2012/13) werd een waarde van 0,27% gevonden. De aanzienlijk lagere waarde dit jaar is te danken aan een herschikking van de loci over de analyseronden voorafgaand aan de analyses van dit jaar. Op basis van de dataset van 2002-2013 werd opnieuw gekeken welke loci het meest waardevol zijn voor het onderscheiden van individuen. Deze werden dit jaar opgenomen in de tweede ronde. De kans dat twee identieke profielen in werkelijkheid toch tot verschillende individuen behoorden is dus zeer klein. De gebruikte set markers heeft nog voldoende onderscheidend vermogen voor betrouwbare schatting van het aantal individuen op basis van de aangeleverde spraints.

Overigens betekent dit niet dat er niet veel overlap is tussen de profielen. Ook al kunnen individuen nog worden herkend, dan kan het nog steeds erg lastig zijn om een nieuw profiel te herleiden tot een ouderpaar, als meerdere potentiële ouders sterk vergelijkbare profielen hebben.

2.4 Sectie op dode otters

Jaarlijks worden met hulp van derden alle dood gevonden otters door Alterra verzameld, waarbij de vindplaatsen in een database 'locaties dode otters' worden opgeslagen. Op de kadavers wordt sectie uitgevoerd om de doodsoorzaak vast te stellen. Tevens worden diverse lichaamskenmerken genoteerd, zoals lengte, gewicht, algehele conditie, vetvoorraden, toestand van het gebit, maaginhoud, vruchtbaarheidsstatus, aanwezigheid van placentaalittekens (wijfjes), aanwezigheid van sperma (mannetjes). Deze gegevens worden in een 'sectiedatabase' opgeslagen. In geval van vermeende afwijkingen of ziekten wordt het kadaver naar het *Dutch Wildlife Health Centre* (DWHC) van de Universiteit Utrecht gebracht, waar het nader wordt onderzocht. Van alle dood gevonden otters wordt weefselmateriaal bewaard en meegenomen in de genetische analyses voor het vaststellen van het DNA-profiel.

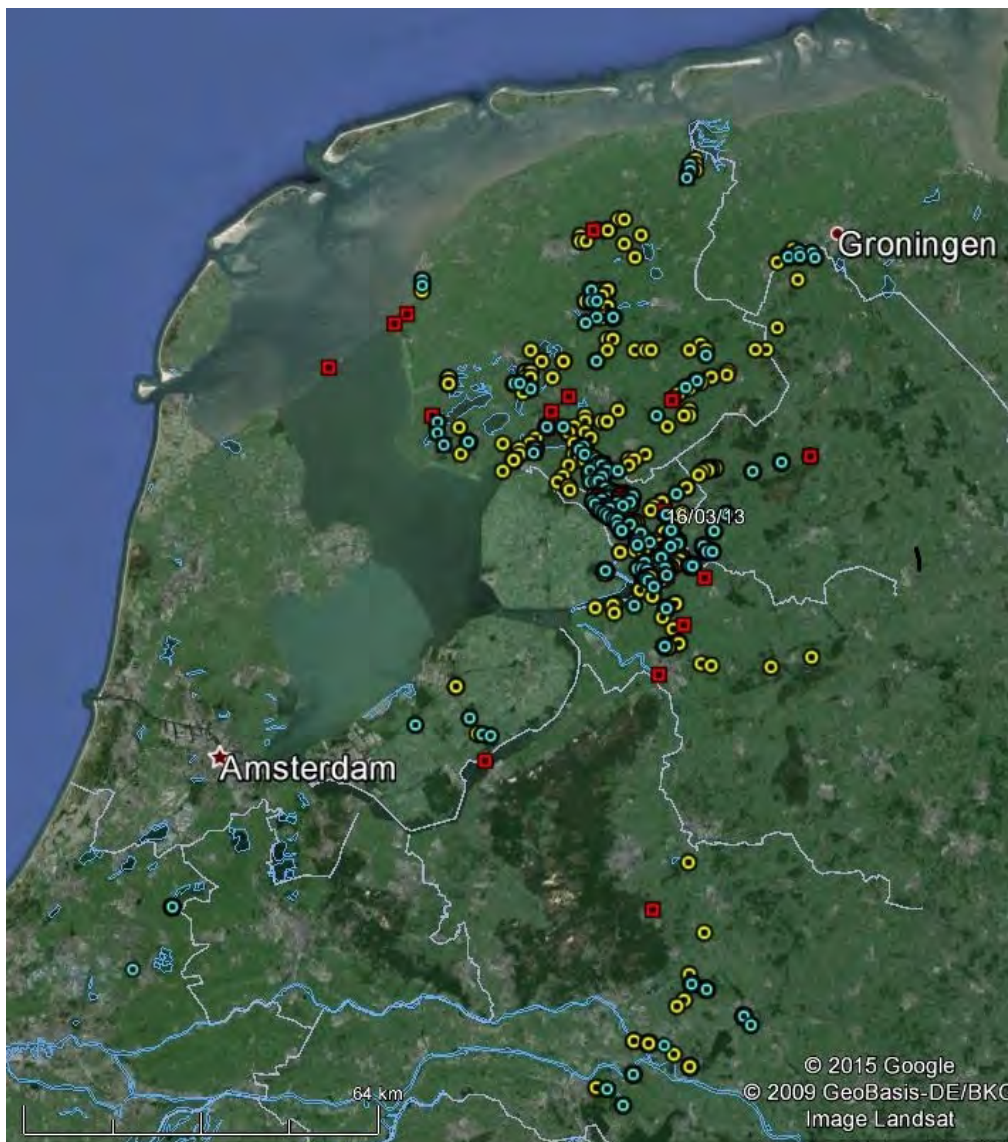
2.5 Landelijke verspreiding

De combinatie van spraintlocaties en de plekken waar otters dood zijn aangetroffen geeft een actueel beeld van de landelijke verspreiding. Deze gegevens worden uitgewisseld met de Zoogdiervereniging die in het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) de landelijke verspreiding van de otter monitort op het niveau van 5 km-hokken.

3 Resultaten

3.1 Landelijke verspreiding

De landelijke verspreiding van de otter in de winter van 2013/2014, gebaseerd op locaties waar spraints zijn verzameld en locaties waar dode otters zijn aangetroffen, staat weergegeven in Figuur 2. Naast het voormalige uitzetgebied (Wieden-Weerribben, Rottige Meenthe, De Olde Maten, Brandemeer, Lindevallei) komt de otter voor in grote delen van Friesland o.a. in het merengebied, langs de Tjonger en bij het Lauwersmeer, aan de noordoost en zuidwest kant van Drenthe (o.a. Leekstermeer, in en rond Meppel en Wapserveense Aa/Wold Aa/Oude Vaart), langs de Overijsselse Vecht, in de Nieuwkoopse plassen (Zuid-Holland), Zuidelijk Flevoland (Voorsterbos en Larservaart/Hoge Vaart), langs de Oude IJssel bij Doesburg e.o. en in de Ooijpolder/Rijnstrangen (Gelderland).

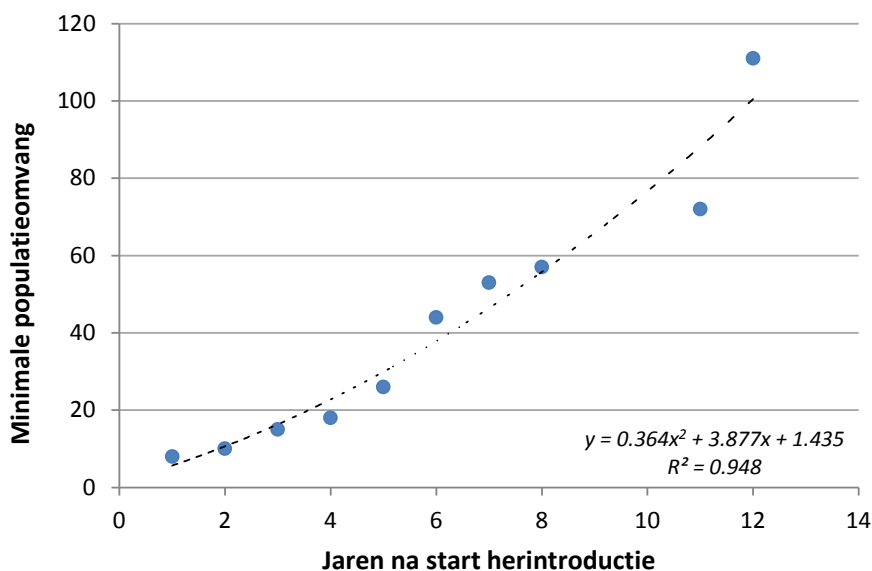


Figuur 2 Landelijke verspreiding van de otter in de winter 2013/2014 op basis van spraintlocaties ($n=673$; spraintlocaties waar een DNA-profiel kon worden opgesteld (blauw), spraintlocaties zonder DNA-profiel (geel) en locaties met doodvondsten (rood).

3.2 Populatieomvang en populatieontwikkeling

Op basis van DNA geïsoleerd uit spraints werden in totaal 103 unieke DNA-profielen (individuen) aangetroffen (Bijlage 1). Daarnaast werden 8 DNA-profielen aangetroffen van doodgevonden otters in de periode okt 2013-mrt 2014, die niet met spraints waren aangetoond.

De minimale populatieomvang voor de winterperiode 2013/14 bedroeg daarmee 111 otters. De man/vrouw verhouding van de aangetroffen profielen bedroeg 45/55.



Figuur 3 Trend in de ontwikkeling van de minimale populatieomvang van de otter op basis van DNA-profielen van spraints en van doodgevonden otters. De monitoring wordt jaarlijks uitgevoerd in de periode oktober-maart.

De werkelijke populatieomvang op 1 oktober 2013 zal hoger hebben gelegen, onder meer vanwege het relatief grote aantal spraints dat geen bruikbaar DNA bevatte (*success rate* 33%; paragraaf 2.2), waardoor in een aantal bekende leefgebieden geen of te weinig dieren konden worden geïdentificeerd. Bovendien zal een groot aantal van de jonge otters zijn gemist (paragraaf 2.2). Wij schatten het aantal gemiste volwassen dieren op minimaal 10^1 en het aantal gemiste jongen op minimaal 20, waardoor de schatting van de populatieomvang uitkomt op ca. 140 otters. Daarmee lijkt de populatieomvang ten opzichte van het voorgaande jaar verder gegroeid. Toen werd de populatie geschat op 100-120 individuen (met een minimale populatieomvang van 72; Fig. 3).

De gemiddelde populatiegroei over de hele periode (2002-2013) bedraagt 26% per jaar.

3.3 Aantal otters per deelgebied

In Tabel 1 staan de aantallen otters per deelgebied. In het voormalige uitzetgebied kwamen in de najaar-/winterperiode 2013/14 minimaal 62 otters voor. Dit aantal is al een aantal jaren min of meer stabiel. 21 daarvan waren reeds eerder waargenomen, de rest betreft nog niet eerder waargenomen

¹ In deze monitoringsronde zijn zeker volwassen dieren gemist in Overijsselse Vecht, Wapserveense Aa, Zwarte Water, Meer van Vollenhove, Lindevallei, De Deelen, gebied tussen Leeuwarden en Lauwersmeer en in het Friese merengebied. In een aantal gevallen is dit met cameravallen bevestigd.

individuen. Verspreid over de rest van Friesland komen (naast Rottige Meenthe) minimaal nog 24 otters voor. In de figuren 4A, B en C zijn de locaties van geïdentificeerde individuen geografisch weergegeven, waarbij codes verwijzen naar Bijlage 1.

Tabel 1

Aantal unieke profielen op basis van DNA-materiaal in spraints en in dode otters verzameld tussen oktober 2013 en maart 2014 in de verschillende deelgebieden waar otteractiviteit is waargenomen.

Deelgebied	Totaal	Prov.	Bekend	Nieuw aangetroffen	Vrouw	Man	Onb
<i>Voormalige uitzetgebied</i>							
De Wieden	28	Ov	8	20	19	7	2
Weerribben	20	Ov	8	12	12	8	
Rottige Meenthe	8	Fr	2	6	2	6	
Lindevallei	1	Fr	1			1	
Brandemeer	4	Fr	1	3	3	1	
De Olde Maten	1	Ov	1		1		
Subtotaal	62		21	41	37	23	2
<i>Elders</i>							
Alde Feanen/Veenhoop	5	Fr	2	3	3	2	
De Deelen	1	Fr		1	1		
Tjeukemeer	5	Fr	1	4	3	2	
Fluessen	2	Fr		2	1	1	
Gaasterland	2	Fr	1	1	1	1	
Aldhof	1	Fr		1	1		
Bokkewiel	1	Fr	1			1	
Tjonger	4	Fr		4	1	3	
Harlingen	1	Fr		1		1	
Lauwersoog	2	Fr		2	1	1	
Subtotaal Friesland	24		5	19	12	12	
Veneriete / Genemuiden	1	Ov		1			1
Zwarte Water	1	Ov		1	1		
Oude Diep/Meppel zuid	3	Ov		3	1		2
Subtotaal Overijssel	5			5	2		3
Leekstermeer/Peizerdiep	2	Dr		2	1	1	
Wold Aa	4	Dr		4	3	1	
Dwingerstroom	5	Dr		5	1	3	1
Subtotaal Drenthe	11			11	5	5	1
Voorsterbos	1	Fl		1		1	
Hoge Vaart/ Larsertocht/ Lage vaart	1	Fl		1		1	
Subtotaal Flevoland	2			2		2	
Nieuwkoopse Plassen	2	Zh		2	1	1	
Gouda	1	Zh		1		1	
Subtotaal Zuid Holland	3			3	1	2	
Doesburg e.o.	1	Ge	1	-	-	1	
Ooijpolder	1	Ge	-	1	-	1	
Rijnstrangen	2	Ge	-	2	-	1	1
Subtotaal Gelderland	4		2	1		3	1
Totaal	111		28	82	57	47	7

*Onb.: van een aantal individuen is het geslacht onbekend

In het voormalige uitzetgebied was 34% van de DNA-profielen bekend uit eerdere jaren en 66% betrof nieuw aangetroffen individuen. Deels wordt dit verklaard doordat in het voorafgaande jaar hier een deel van de individuen was gemist in de monitoring. Buiten het voormalige uitzetgebied was slechts 16% van de geïdentificeerde DNA-profielen al eerder waargenomen. In Drenthe hadden alle aangetroffen individuen DNA-profielen die nog niet eerder waren waargenomen (maar waren wel van Nederlandse herkomst).

Uitgezette otters

A02, een van de eerste in 2002 uitgezette wijfjes, werd in de zomer van 2013 (13/06/2013) dood aangetroffen op de Hoge Weg in de Weerribben. Zij was lacterend en had dus jongen. De locatie waar ze werd gevonden ligt midden in de *home range* die zij de afgelopen jaren bezette. A02 werd vorige winter (2012/2013) niet gevonden, maar in de jaren daarvoor wel met regelmaat. Het wijfje heeft 11 jaar in het voormalige uitzetgebied verbleven een tal van nakomelingen geproduceerd. Het is opvallend dat ze uiteindelijk na zoveel jaar toch nog slachtoffer is geworden van het verkeer. A22, een in 2005 uitgezet wijfje, werd aangetroffen in de Wieden. Zij is dus nog altijd in leven.

De Alde Feanen

In De Alde Feanen werd een otter gevonden met een afwijkend profiel, waaronder allelen die nog nooit eerder in Nederland of Duitsland door ons zijn aangetroffen. Het betreft niet een van de uitgezette Tsjechische otters. Mogelijk betreft het een uitgezette otter (Oostenrijker?) waarvan geen DNA-profiel (via haarmonsters) beschikbaar was.

Doesburg

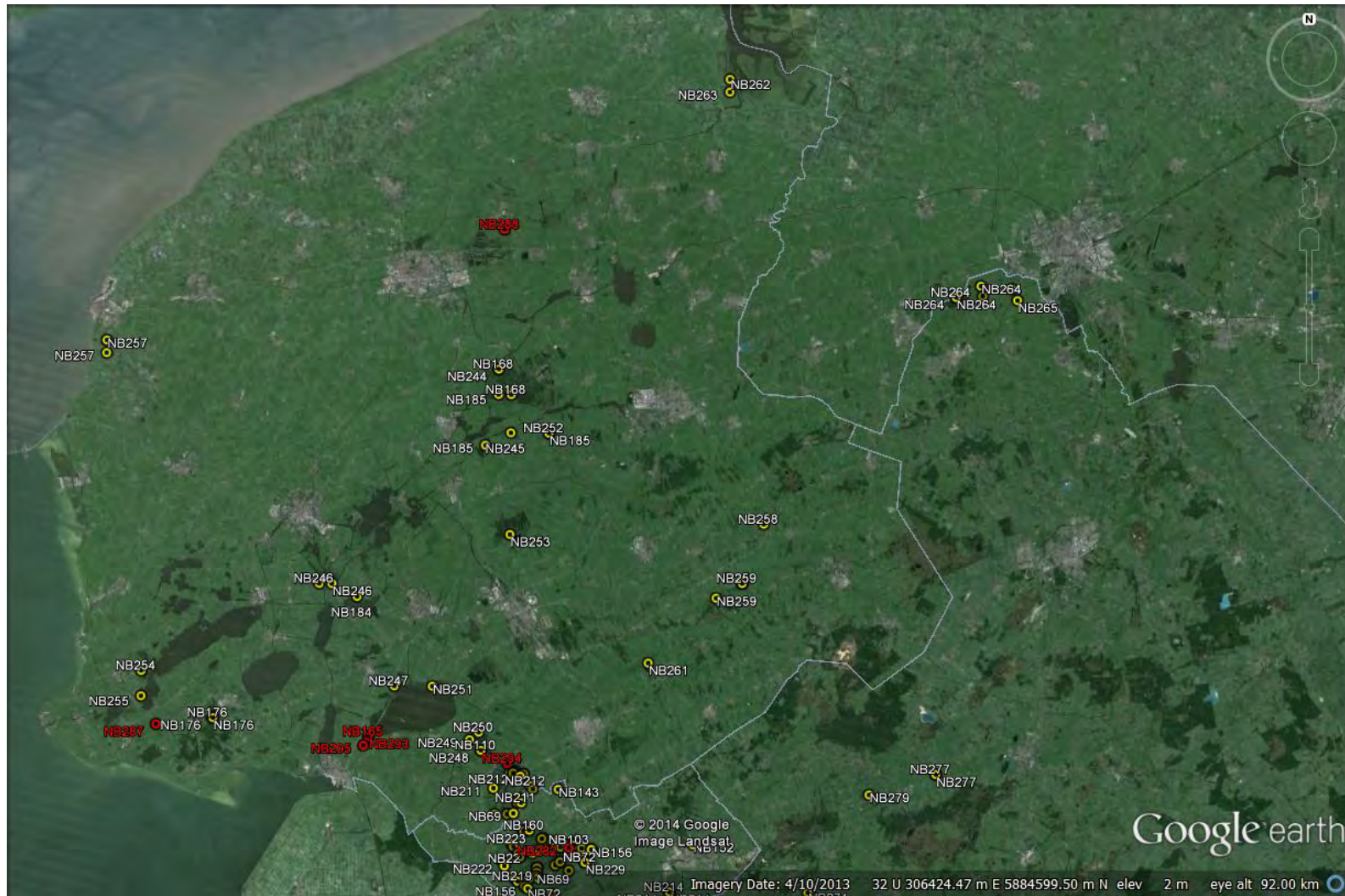
Alle spraints van voldoende kwaliteit vertonen het profiel van de mannelijke otter die ook vorig jaar als enige werd aangetroffen in dit gebied (Doesburg-04). Het is de vraag hoe lang dit mannetje hier nog zal verblijven als hij geen gezelschap krijgt. Voor meer details over de ontwikkelingen rond Doesburg in de periode 2008-2012 wordt verwezen naar Niewold (2012).

Nieuwkoopse Plassen

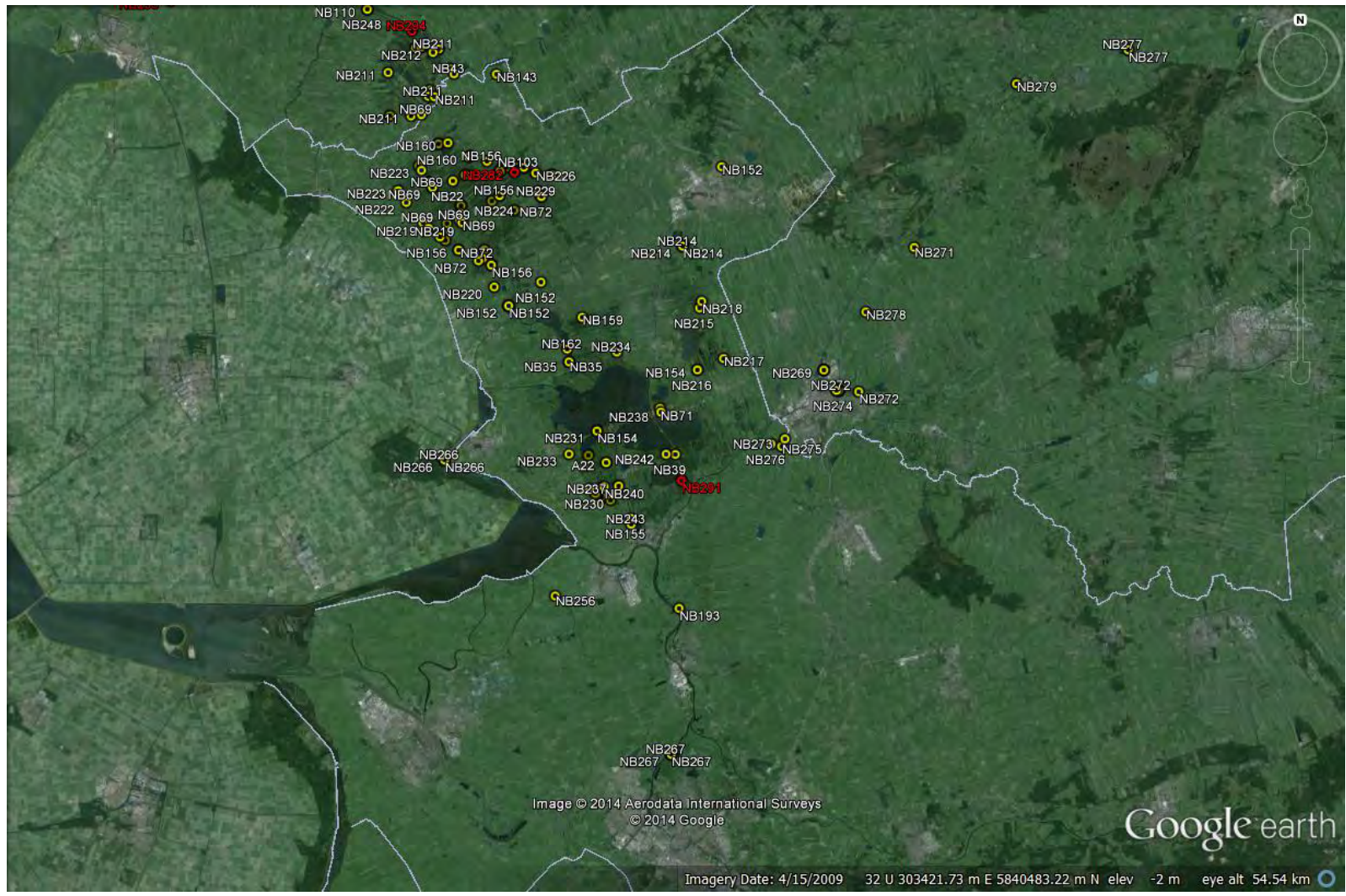
Sinds najaar 2013 doken er een otter op in de Nieuwkoopse Plassen (in december 2013 vastgelegd op een cameraval). DNA-onderzoek aan spraints wees uit dat het een mannetje én een vrouwtje betrof. In februari 2014 werd een dode otter aangetroffen op de A12 bij Gouda (24 km ten zuiden van Nieuwkoop). DNA-onderzoek wees uit dat het een mannetje betrof, maar niet het mannetje dat in de Nieuwkoopse Plassen voorkomt. De drie profielen vertonen allen allelen uit de Nederlandse populatie, maar het betreft waarschijnlijk geen broers of zus. Deze resultaten wijzen er dus op dat tenminste drie otters vanuit het kerngebied van de Nederlandse otterpopulatie de Nieuwkoopse Plassen hebben weten te bereiken.

Gelderse Poort

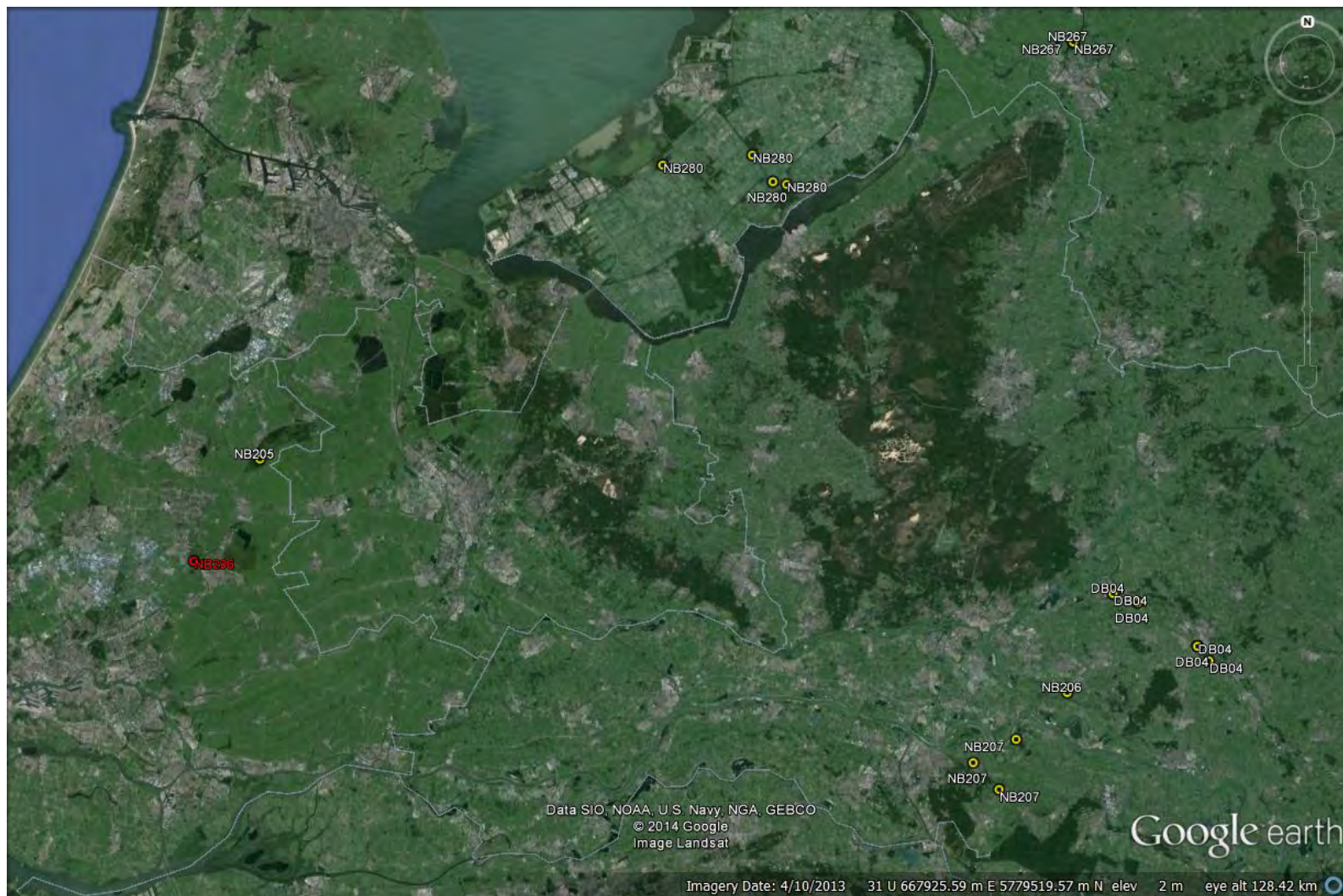
Begin 2014 dook er voor het eerst een otter op in de Ooijpolder/Rijnstrangengebied (spraints en cameraval). DNA-onderzoek wees uit dat het een mannetje betrof. Deze had bekende allelen en we kunnen er vanuit gaan dat het dier afkomstig was van de Nederlandse populatie. In mei 2014 zijn twee otters (Duitse herkomst) bijgeplaatst in de Rijnstrangen. Voorafgaand aan deze bijplaatsing waren spraints in het gebied aangetroffen en deze werden geanalyseerd om na te gaan hoeveel otters er al aanwezig waren. Er leek tenminste nog één otter voor te komen (11 spraints geanalyseerd, maar zeer slechte kwaliteit). Mogelijk zijn er nu dus tenminste drie otters in het gebied aanwezig.



Figuur 4A Locaties van geïdentificeerde individuen in de winterperiode 2013-2014: Friesland en Noord Drenthe (rood: doodgevonden otters in de monitoringsperiode van oktober 2012-maart 2013).



Figuur 4B Locaties van geïdentificeerde individuen in de winterperiode 2013-2014: Kop van Overijssel en Zuidwest Drenthe (rood: doodgevonden otters in de monitoringsperiode van oktober 2012-maart 2013).



Figuur 4C Locaties van geïdentificeerde individuen in de winterperiode 2013-2014: Flevoland, Zuid-Holland en Gelderland (rood: doodgevonden otters in de monitoringsperiode van oktober 2012-maart 2013).

3.4 Dode otters en verkeersslachtoffers

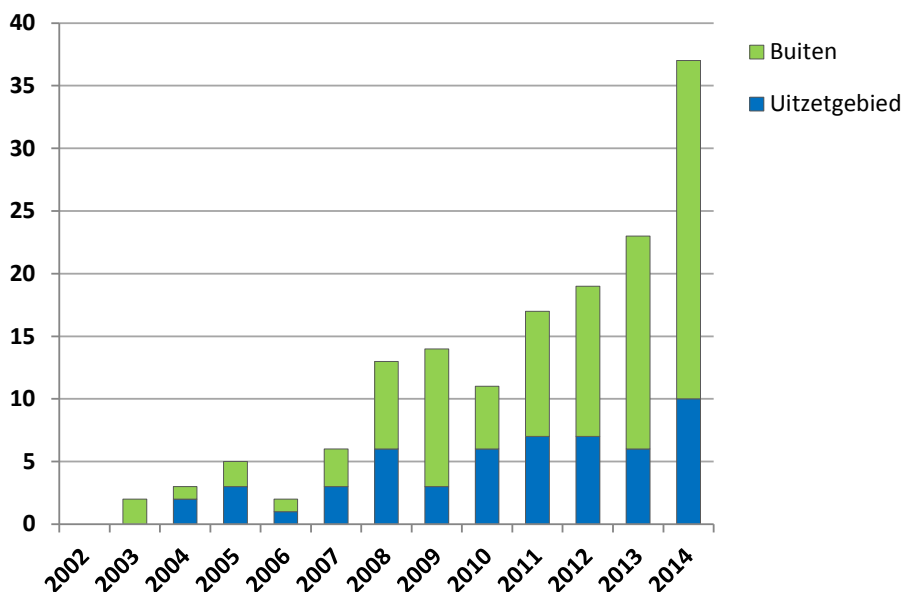
In 2013 werden in totaal 26 dode otters gemeld. Verreweg de belangrijkste doodsoorzaak was het verkeer (88%; Tabel 2). Er waren twee gevallen van verdrinking, waarvan één was gemeld als slachtoffer in een muskusratval (in de Weerribben)².

Tabel 2

Aantal otters dat in 2013 dood is aangetroffen met de doodsoorzaak vastgesteld na sectie.

Doodsoorzaak	Aantal
Verkeersslachtoffer	23
Muskusratval	1
Verdrinking	1
Onbekend	1
Totaal	26

Het aantal verkeersslachtoffers nam in 2013 toe (Fig. 5). De toename van het jaarlijkse aantal doodgevonden otters bedroeg de laatste paar jaar gemiddeld 10%. Ten tijde van deze rapportage was ook het aantal verkeersslachtoffers in 2014 bekend en bedroeg aanzienlijk meer dan het jaar daarvoor (Fig. 5; n=37). Opvallend is dat er ondanks de vele voorzieningen in het voormalige uitzetgebied ook daar nog steeds jaarlijks een substantieel aantal (6-10 otters) wordt doodgereden.



Figuur 5 Ontwikkeling van het aantal verkeersslachtoffers binnen en buiten de grenzen van het voormalige uitzetgebied sinds de start van de herintroductie.

² We kunnen alleen iets zeggen over het aantal otters dat bij ons dood is gemeld. Gezien de ervaringen in het verleden (Van Wijngaarden & van de Peppel 1970; Moll & Christoffels 1987) en in andere landen bestaat er een sterk vermoeden dat otters ook slachtoffer worden van verdrinking in fuiken, met name in gebieden waar niet wordt gewerkt met stopgrids in fuiken en in gebieden waar sprake is van illegale visfuiken. We krijgen echter zelden meldingen van verdrinking in visfuiken.

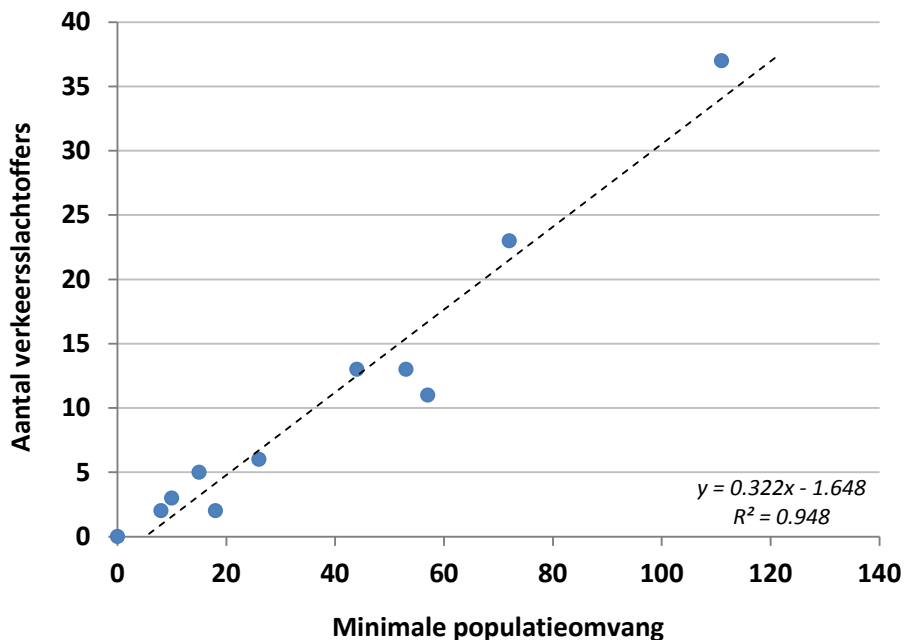
Het merendeel (78%) van de doodgevonden otters betrof (jong)adulte individuen (Tabel 3). De verhouding man/vrouw bedroeg in 2013: 41/59. Onder de vrouwtjes was er één lactierend. Voor 2014 kon nog geen onderscheid worden gemaakt naar sekse en leeftijd aangezien op deze otters nog sectie moet worden gedaan.

Tabel 3

Dode otters aangetroffen in 2013 onderverdeeld naar leeftijdscategorie en sekse.

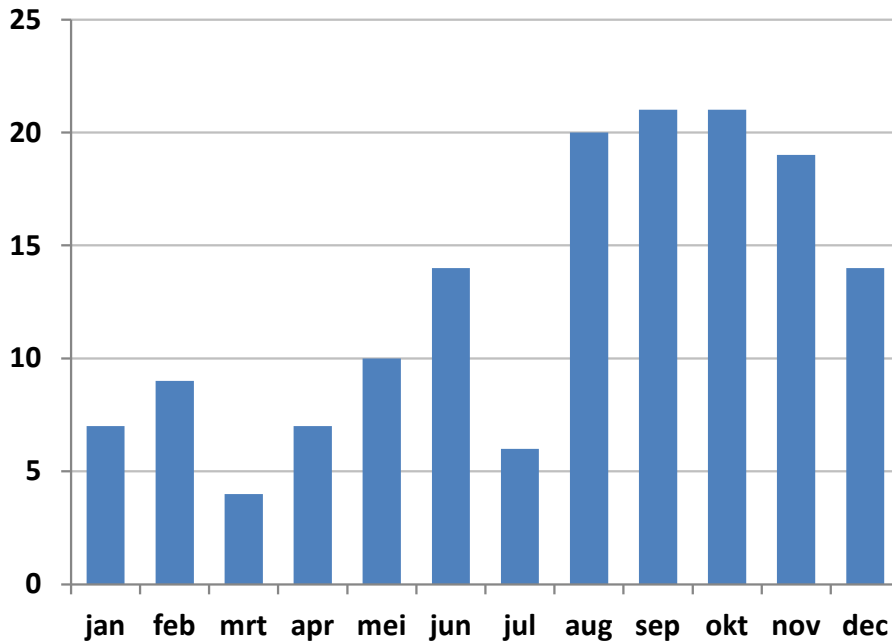
Sekse	Leeftijd	2013	2014
Vrouw	adult	10	
	adult/lacterend	1	
	juveniel	1	
	onbepaald	1	
Man	adult	8	
	juveniel	1	
Onbekend	onbekend	4	
Totaal		26	41

In Figuur 6 staat de relatie tussen het aantal verkeersslachtoffers in een jaar tegen de minimale populatieomvang aan het begin van datzelfde jaar. Vooral nog lijkt het jaarlijkse aantal verkeersslachtoffers de populatiegroei te volgen. De gevonden relatie ondersteunt de conclusie dat de otterpopulatie het afgelopen jaar aanzienlijk is gegroeid.



Figuur 6 *Het jaarlijkse aantal verkeersslachtoffers in relatie tot de minimale populatieomvang aan het begin van het jaar (N.b. het aantal verkeersslachtoffers in 2014 is in deze figuur meegenomen en bedroeg in totaal 37).*

Op basis van alle doodvondsten sinds de start van de herintroductie in 2002 is nagegaan of er perioden in het jaar zijn dat er relatief veel verkeersslachtoffers vallen. Figuur 7 maakt duidelijk dat vooral in de periode augustus-november de meeste slachtoffers vallen. Vermoedelijk is dit het gevolg van een seizoensafhankelijk migratiepatroon.



Figuur 7 Seizoensverloop in het aantal verkeersslachtoffers bij otters. Sinds de start van de herintroductie zijn 152 otters als verkeersslachtoffers geregistreerd.

De locaties waar in 2013 otters als verkeersslachtoffer zijn aangetroffen staan in Tabel 4 en Figuur 8. De helft van alle verkeersslachtoffers sneuvelde in Friesland, vooral op de rijkswegen (A6 en A7).

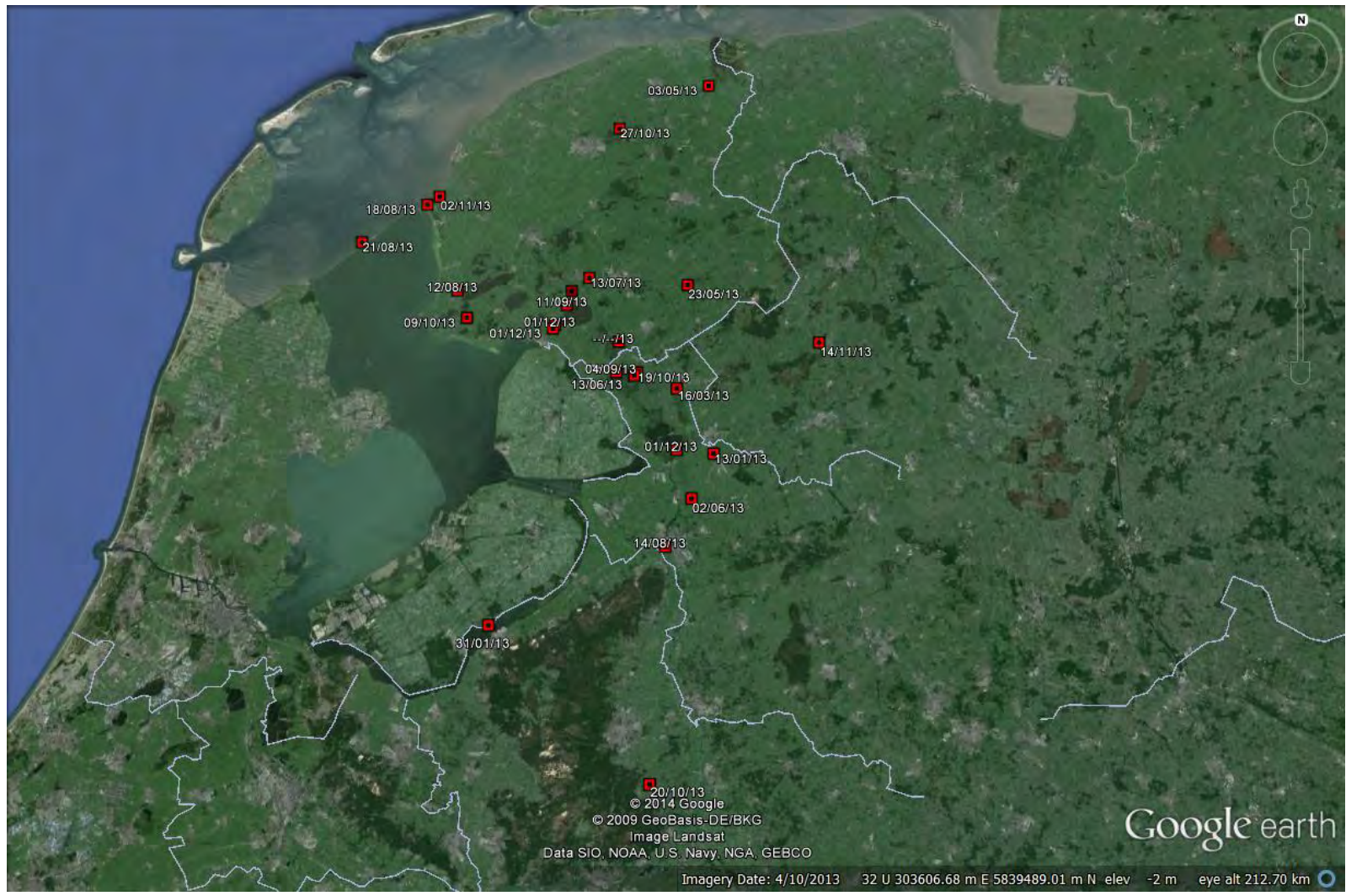
Tabel 4

Locaties waar in 2013 otters zijn doodgereden. In rood de knelpuntlocaties (met code) die in Kuiters & Lammertsma (2014) al zijn aangemerkt als actueel knelpunt die met hoge prioriteit moeten worden opgelost.

Nr	Locatie	Code	Datum	Prov.	x-coord	y-coord	Sekse
1	Rijksparallelweg Staphorst		13-1-2013	Ov	209800	519500	M
2	N306 Harderbroek		31-1-2013	Fl	170039	486560	M
3	Beulakerweg; hmp 16.3		16-3-2013	Ov	202500	531600	V
4	N358 Lauwersmeer Dokkumer Nieuwe Zijlen		3-5-2013	Fr	206400	592600	M
5	Oldeberkoperweg (secundaire weg)		23-5-2013	Fr	203800	551800	V
6	N377 Hasselt Stadsgaten; hmp 2.8		2-6-2013	Ov	206000	511000	V
7	Kruising Meentweg Hogeweg	160	13-6-2013	Ov	194400	533800	V
8	A7 BP station de Horne	2A	13-7-2013	Fr	185000	552500	V
9	A6 richting Joure; hmp 305.8	9B	7-8-2013	Fr	181800	549800	V
10	Kleine Wiskepolder Koudum	3	12-8-2013	Fr	160019	549105	V
11	N337 IJsselallee Zwolle		14-8-2013	Ov	201500	502000	M
12	A7 Kornwerderzand		18-8-2013	Fr	153000	566000	M
13	A7 Kornwerderzand; hmp.93.4		21-8-2013	Fr	141000	558000	M
14	A6 afslag 19 St. Nicolaasga; hmp 304.5	9B	11-9-2013	Fr	181000	547000	V
15	Meentweg bij raster	160	19-10-2013	Ov	194900	534400	V
16	Apeldoorns kanaal		20-10-2013	Ge	200400	459800	*
17	Westerdyk/ Trynwalsterdyk/Groote Wielen	95	27-10-2013	Fr	189350	583000	M
18	A7 begin afsluitdijk		2-11-2013	Fr	155250	567750	V
19	Mussels Beilen	55A	14-11-2013	Dr	229000	541500	*
20	A6 afslag 18 Oosterzee	9A	1-12-2013	Fr	179000	543000	M
21	A6 afslag 18 Oosterzee	9A	1-12-2013	Fr	178600	542300	M
22	N334 Blauwehandseweg; hmp 3.9	4B	1-12-2013	Ov	202900	520000	V
23	N351 Helomabrug		??-2013	Fr	191200	540200	*

* sekse vooralsnog onbekend

Zoals te zien in Figuur 2, liggen de meeste locaties waar in 2013 verkeersslachtoffers zijn gevallen binnen of aan de rand van het huidige verspreidingsgebied. De knelpuntlocaties zijn beschreven in de eerder uitgevoerde knelpuntenanalyse (Kuiters & Lammertsma, 2014).



Figuur 8 Locaties waar otters in 2013 zijn doodgereden (n=23).

3.5 'Vermisten en onbekenden'

Niet alle individuen die in eerdere jaren zijn geïdentificeerd aan de hand van het DNA-profiel worden in latere jaren teruggevonden. Een individu wordt als 'verdwenen' aangemerkt als het minstens drie jaar niet meer is waargenomen, noch via spraints, noch als doodgevonden individu. Dat betreft ca. 50-70% van alle DNA-profielen.

Tabel 5

Aantal geïdentificeerde individuen op basis van het DNA-profiel (uitgezonderd uitgezette dieren) dat na een of meerdere jaren niet meer wordt teruggevonden in de spraints en ook niet als dood individu gemeld.

Monitoringsjaar	Nieuwe DNA profielen	'Verdwenen'	Fractie 'verdwenen'
2003/04	6	3	50%
2004/05	1	-	-
2005/06	8	4	50%
2006/07	7	3	43%
2007/08	19	9	47%
2008/09	20	11	55%
2009/10	14	10	71%
2010/11*			
2011/12*			

* Geen monitoringsronde uitgevoerd.

Evenzo is onder doodgevonden en bemachtigde otters waarvan een DNA-profiel kon worden opgesteld een groot aantal dieren niet eerder waargenomen (Tabel 6). Dat bedraagt de laatste jaren 64-76%. Het kan hier gaan om jong volwassen dieren die eerder nog niet konden worden waargenomen, omdat ze sprainten op onbekende plekken. Maar het zal zeker ook zo zijn dat we met het steeds verder uitdijende leefgebied het beeld niet meer geheel compleet is.

Tabel 6

Aantal doodgevonden (en bemachtigde) otters waarvan het DNA-profiel niet eerder was waargenomen.

Monitoringsjaar	Doodgevonden met DNA-analyse	Onbekend DNA-profiel	Fractie
2002	1	-	-
2003	2	-	-
2004	3	1	33%
2005	6	2	33%
2006	3	2	67%
2007	6	3	50%
2008	16	7	44%
2009	18	13	72%
2010	14	9	64%
2011	11	7	64%
2012	22	14	64%
2013	17	13	76%

3.6 Genetische status

De genetische status van de otterpopulatie wordt gemonitord aan de hand van drie parameters:

- aantal allelen: het aantal genetische varianten dat van een bepaald fragment (locus) in de populatie aanwezig is;
- heterozygositeit: de mate waarin een individu per bekeken DNA-fragment twee verschillende varianten bezit;
- inteeltcoëfficiënt: een waarde bepaald per individu op basis van de populatie-stamboom, die aangeeft in elke mate de ouders van het betreffende individu aan elkaar verwant zijn.

Voor de berekening van de genetische parameters werden, in overeenkomst met eerdere jaren, de DNA-profielen van doodgevonden otters meegenomen.

Het plaatsen van de nieuwe individuen in de stamboom bleek, vanwege de toenemende gelijkenis tussen profielen, niet voor alle dieren mogelijk. Op een later moment zal worden geprobeerd om tenminste voor een deel van de individuen de ouderschapsrelaties te reconstrueren. Informatie over de inteeltcoëfficiënt is derhalve niet in dit rapport opgenomen.

3.6.1 Genetische diversiteit

Het totale aantal aangetroffen allelen in de populatie (A) nam voor de dataset uit de winter van 2013-2014 iets toe ten opzichte van eerdere jaren (Fig. 9). Deze stijging is echter grotendeels het gevolg van de betere dekking in de bemonstering van spraints, waardoor profielen van een groter aantal individuen beschikbaar waren. Wordt de allelenrijkdom gecorrigeerd voor de steekproefgrootte, dan blijft deze waarde ongeveer gelijk ten opzichte van vorig jaar. Er lijkt dus geen sprake van een verder verlies aan genetische variatie. In de eerste jaren na de start van de herintroductie trad verlies op van allelen die met een (zeer) lage frequentie voorkwamen in de startpopulatie. De meer algemeen voorkomende allelen zijn overgebleven en deze blijven met een redelijke frequentie in de populatie vertegenwoordigd.

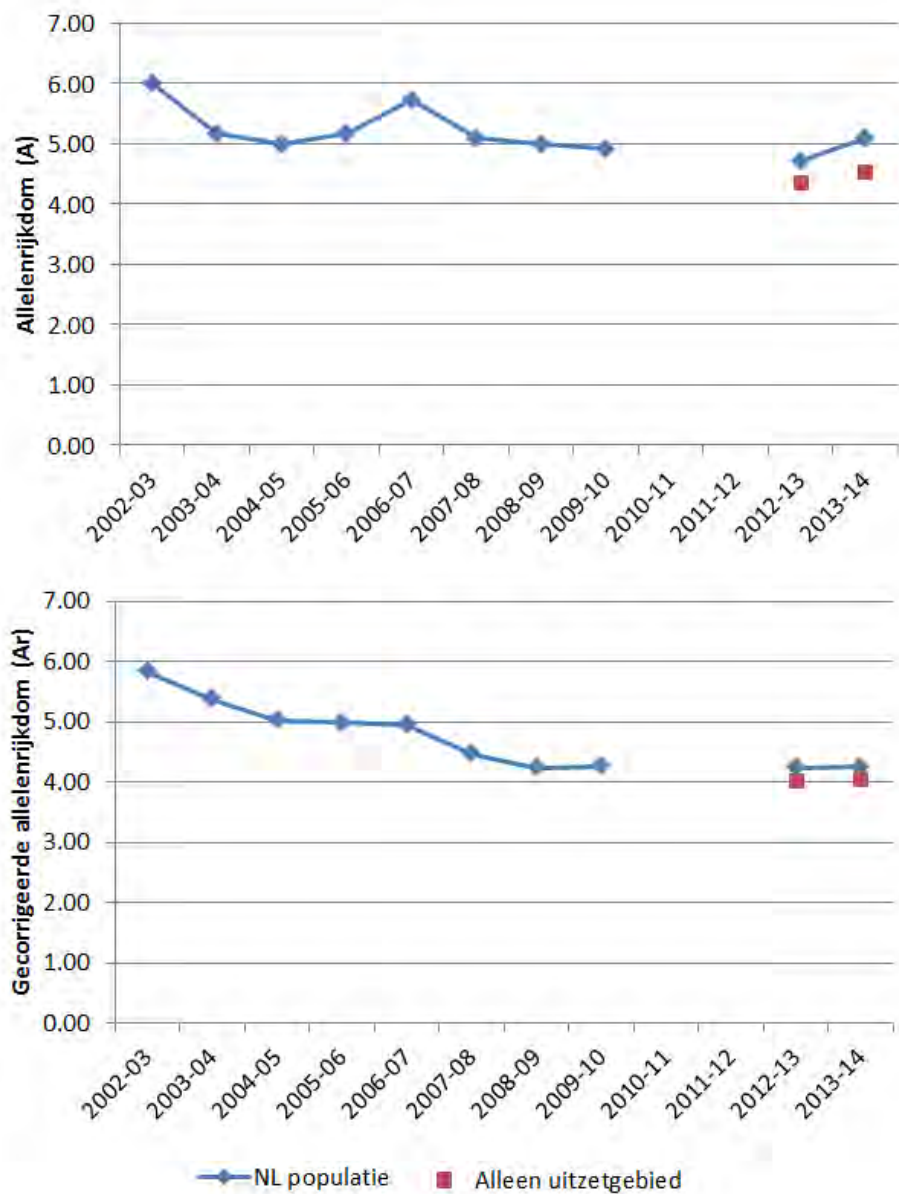
3.6.2 Heterozygositeit

Wanneer wordt gekeken naar de variatie binnen individuen, oftewel de mate van heterozygositeit, is een duidelijk negatieve trend zichtbaar (Fig. 10). De mate van heterozygositeit is op twee manieren weergegeven:

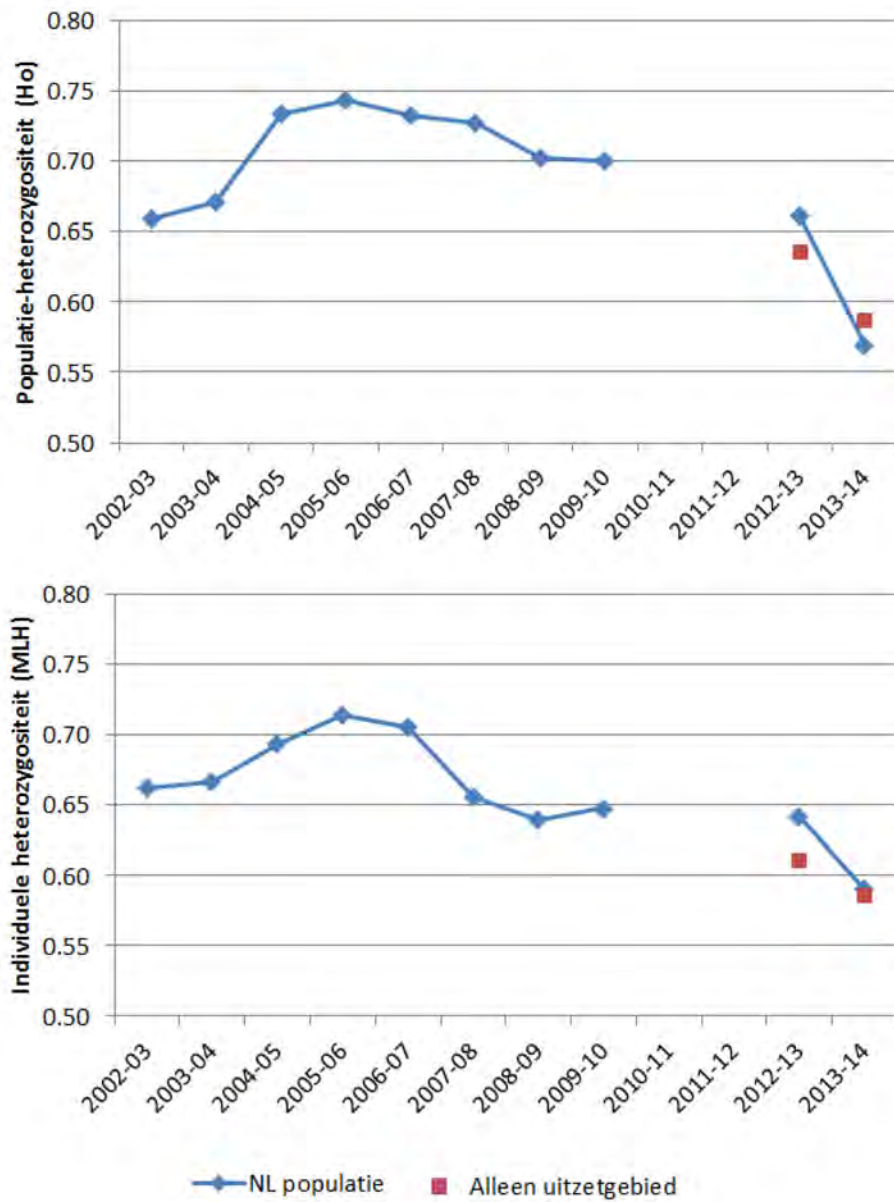
- H_o is de heterozygositeit op populatieniveau, oftewel het percentage heterozygote individuen per bekeken locus;
- MLH (multilocus heterozygositeit) is het percentage heterozygote fragmenten per individu en is dus een maat voor de gemiddelde genetische variatie binnen een individu.

Voor beide waarden is in de eerste jaren na herintroductie een toename te zien, als gevolg van het feit dat uitgezette dieren met een diverse genetische achtergrond met elkaar gingen paren en nakomelingen kregen waarin hun allelen werden gecombineerd. De laatste jaren was echter een gestage reductie in de heterozygositeit zichtbaar.

In de winter van 2013-2014 blijkt deze reductie zich zeer sterk te hebben voortgezet. Wanneer de hele Nederlandse populatie wordt bekeken, is de waarde voor H_o in één jaar met 10% gedaald, en de MLH met 5%. In vergelijking met de trend in eerdere jaren, en onze ervaringen uit overig onderzoek aan otters en andere zoogdieren, is dit een zeer sterke daling in korte tijd.



Figuur 9 Trend in het gemiddelde aantal allelen per onderzocht locus in de Nederlandse otterpopulatie.



Figuur 10 Trend in de gemiddelde heterozygositeit per locus (boven) en voor alle onderzochte loci (multilocus) in de Nederlandse otterpopulatie.

4 Conclusies en discussie

4.1 Populatieomvang, groei en mortaliteit

De Nederlandse otterpopulatie is de laatste jaren geografisch sterk uitgebreid (Niewold, 2012). Het huidige leefgebied bestrijkt inmiddels delen van zeven provincies. Dit verklaart waarom de fractie dieren die tijdens monitoringsronde niet wordt waargenomen steeds groter wordt. Om die reden wordt voor het schatten van de populatiegroei vooral gebruik gemaakt van trendanalyse. Deze is gebaseerd op het jaarlijkse aantal geïdentificeerde unieke DNA-profielen. Dit noemen we de minimale populatieomvang.

De minimale populatieomvang van de Nederlandse otterpopulatie bedroeg in de winter van 2013/2014 111 otters. De werkelijke populatieomvang is groter aangezien: a) niet alle spraints bruikbaar DNA opleverden, b) niet van alle otters spraints zijn gevonden en c) nog niet volwassen otters jonger dan een 8-9 maanden doorgaans niet via DNA uit spraints kunnen worden aangetoond. Als we corrigeren voor de bronnen voor onderschatting als gevolg van a), b) en c), dan wordt de werkelijke populatieomvang geschat op 140 otters. We zijn echter niet goed in staat om daarbij een onzekerheidsmarge aan te geven.

In het voorgaande jaar (2012/13) bedroeg de minimale populatieomvang 72 individuen. Tijdens die monitoringsronde werd een aanzienlijk aantal otters gemist omdat in een deel van het verspreidingsgebied geen spraints werden gevonden. De totale populatieomvang werd toen geschat op 100-120 otters.

Het gevonden lineaire verband tussen het totale aantal verkeersslachtoffers en de minimale populatieomvang ondersteunt de conclusie dat de populatie in 2013 verder is gegroeid (Fig. 6). Ook in andere otterstudies is een verband gevonden tussen trends in het aantal verkeersslachtoffers en populatietrends (Elmeros *et al.*, 2006).

In het voormalige uitzetgebied was 34% van de DNA-profielen bekend uit eerdere jaren en 66% betrof nieuw aangetroffen individuen. Buiten het voormalige uitzetgebied was slechts 16% van de geïdentificeerde DNA-profielen al eerder waargenomen. Deels wordt dit verklaard doordat in het voorgaande jaar hier een deel van de individuen was gemist in de monitoring. Uit eerder onderzoek is gebleken dat van jonge, nog niet volwassen dieren niet tot nauwelijks spraints worden gevonden. Deze categorie verschijnt (voor zover nog in leven) het jaar daarop in de DNA-profielen.

Een aanzienlijk deel van de individuen (50-70%) wordt na een of enkele jaren niet meer teruggevonden. Soms worden dieren een aantal jaren niet waargenomen om vervolgens na een paar jaar als verkeersslachtoffer te worden gemeld. Het 'spoorloos' verdwijnen kan diverse oorzaken hebben:

- natuurlijke sterfte, of sterfte na verwonding door aanrijding, waarbij de dieren wegkruipen;
- sterfte in visuiken of muskusratvallen (en bij ons niet gemeld);
- migratie naar gebieden waar (nog) geen spraints worden verzameld of eventueel naar gebieden over de grens.

Echter, het gegeven dat sommige dieren alsnog als verkeersslachtoffer worden gemeld na een aantal jaren niet te zijn waargenomen wijst er op dat we inmiddels geen volledig beeld meer hebben van de totale populatie. Ook het feit dat een steeds groter aantal dieren dat dood wordt gevonden, onbekende, niet eerder waargenomen dieren betreft (Tabel 6) wijst daar op.

Het aantal meldingen van dode otters bedroeg in 2013 in totaal 26 en in 2014 een totaal van 41. Het overgrote deel (respectievelijk 88 en 93%) betrof verkeersslachtoffers. Het werkelijke aantal dode otters zal hoger zijn, omdat niet alle dode otters worden gevonden, dan wel gemeld. Op basis van sterftestatistiek uit het verleden (Van Wijngaarden & van de Peppel 1970; Moll & Christoffels 1987)

en de ervaringen in andere landen bestaat er een sterk vermoeden dat otters ook slachtoffer worden van verdrinking in fuiken, met name in gebieden waar niet wordt gewerkt met stopgrids en in gebieden waar sprake is van illegale visfuiken. Over verdrinking in fuiken krijgen we echter zelden meldingen. De ervaringen van afgelopen jaren hebben ons geleerd dat veel dieren in de loop van de jaren verdwijnen zonder ooit te worden teruggevonden (zie ook eerdere opmerking).

De jaarlijkse sterfte als gevolg van verkeer op grond van het aantal gemelde slachtoffers en de schatting van de populatiegrootte wordt geschat op ca. 22-26% van de populatieomvang. Daarmee vormt het verkeer een belangrijke risicofactor. Als gevolg van deze relatief hoge mortaliteit breidt de populatie zich minder snel uit. Daarmee blijft de otterpopulatie kwetsbaar. Maatregelen om knelpuntlocaties aan te pakken om zo de verkeerssterfte te verminderen is dan ook dringend noodzakelijk (Kuiters & Lammertsma, 2014; Kuiters *et al.*, 2014).

In Friesland is het aantal verkeersslachtoffers relatief hoog. Circa de helft van alle slachtoffers valt hier. In de Friese wateren staan ook veel onbeveiligde visfuiken, wat kan bijdragen aan een hoge mortaliteit.

Opmerkelijk veel verkeersslachtoffers vallen nog in het voormalige uitzetgebied (jaarlijks 6-10), ondanks alle voorzieningen die hier de afgelopen jaren zijn getroffen. Dit gebied fungeert als brongebied van otters die migreren naar nieuw leefgebied elders. Voor een verdere verbreiding van de populatie naar nieuwe leefgebieden is het daarom van belang om het aantal slachtoffers in het voormalige uitzetgebied zo laag mogelijk te houden. Daartoe moet een extra inspanning worden geleverd om de faunavoorzieningen daar nog verder uit te breiden of te verbeteren.

Opvallend was verder dat er in de loop van 2013 meerdere keren dode otters zijn aangetroffen op of aan het begin van de Afsluitdijk (augustus 2x; november 1x). De verdere migratie richting Noord-Holland lijkt daarmee nog slechts een kwestie van tijd.

4.2 Genetische status

De genetische variatie die aanwezig is in de Nederlandse otterpopulatie, afgemeten aan het totale aantal allelen dat aanwezig is in de populatie, is in 2013 ongeveer gelijk gebleven ten opzichte van het jaar daarvoor. Er lijkt geen sprake van een duidelijk verder verlies aan genetische variatie binnen de populatie in vergelijking tot het voorafgaande jaar. In de eerste jaren na de start van de herintroductie trad verlies op van allelen die met een (zeer) lage frequentie voorkwamen in de startpopulatie. De meer algemeen voorkomende allelen zijn overgebleven en deze blijven met een redelijke frequentie in de populatie vertegenwoordigd.

Voor het kunnen vaststellen van de mate van inteelt is het vaststellen van ouderschapsrelaties tussen de thans voorkomende volwassen dieren en hun nakomelingen noodzakelijk. Met het tijdelijk stopzetten van de genetische monitoring in de periode 2010-2012 is er een gat ontstaan in de waarnemingsreeks sinds de start van de herintroductie in 2002 en daarmee in de nauwkeurigheid van het kunnen vaststellen van ouderschapsrelaties. Een groot deel van de otters kan op basis van het genetisch profiel niet meer worden herleid tot een bepaald ouderpaar. Voor deze otters lukt het dus niet langer om een inteeltwaarde te schatten. Er zal worden nagegaan voor welke dieren nog wel ouderschapsrelaties kunnen worden vastgesteld. Dit neemt echter veel tijd in beslag en valt buiten deze rapportage.

Belangrijker dan de inteeltwaarde op zich is echter het mogelijke schadelijke effect daarvan. Dat effect loopt via een terugval in de gemiddelde genetische variatie binnen individuen, oftewel de heterozygositeit. Hoe lager deze heterozygositeit, hoe groter de kans dat schadelijke allelen tot uiting komen en de vitaliteit van otters wordt aantast. De afgelopen jaren was naast een toenemende inteeltwaarde tevens een gestage afname van de heterozygositeit zichtbaar. In 2013 is die met ca. 5% (percentage heterozygote fragmenten per individu) tot 10% (percentage heterozygote individuen per bekeken DNA fragment) afgenomen, een duidelijk grotere afname dan in de voorafgaande jaren. Dit is een indicatie dat inteelt zich binnen de populatie in toenemende mate manifesteert.

Daarbij spelen twee processen een rol. Een locus kan homozygoot worden wanneer er weinig tot geen variatie op dat locus meer over is (verlies van allelen die reeds vanaf het begin in een (zeer) geringe frequentie voorkwamen). Een locus kan ook homozygoot worden als gevolg van paring van verwante nakomelingen. Dit laatste proces komt in principe altijd later op gang aangezien in eerste instantie vooral paringen plaatsvinden van niet-verwante individuen binnen de startpopulatie. Dat de afname in heterozygotie nu versneld optreedt is feitelijk conform verwachting. De populatie binnen het voormalige uitzetgebied bestaat in toenemende mate uit verwante individuen. Daarbij komt dat de gebieden die nu recentelijk zijn gekoloniseerd starten vanuit een beperkt aantal individuen die inmiddels al een beperktere genetische variatie hebben. Als die individuen bovendien nauw verwant zijn (en die kans wordt steeds groter), kan de afname in heterozygotie versneld optreden. En dat is wat nu zichtbaar wordt. De verwachting is dat die versnelde afname ook de komende jaren zal optreden.

Welke gevolgen het verlies aan genetische variatie binnen individuen daadwerkelijk zal hebben is vooralsnog niet duidelijk. Op basis van ervaringen bij andere zoogdiersoorten zou het voornamelijk negatieve gevolgen kunnen hebben voor de reproductie en voor de overleving van juveniele dieren (Frankham *et al.*, 2002). Ook kan de gevoeligheid voor ziektes toenemen, kan de fertiliteit afnemen en kunnen morfologische afwijkingen ontstaan. Daarom is het noodzakelijk de populatieontwikkelingen de komende jaren goed te blijven volgen en zowel de genetische status als de vitaliteit van individuele otters nauw in de gaten te houden. Ook is het dringend gewenst om 'vers bloed' in de populatie te brengen door het bijplaatsen van genetisch niet-verwante individuen. Dit zal moeten gebeuren op locaties waar geschikt habitat aanwezig is, voldoende faunavoorzieningen zijn, maar waar nog geen otters voorkomen, omdat de nieuwkomers anders uit het leefgebied zullen worden verdrongen. Deze locaties moeten veilige ecologische verbindingen hebben met leefgebieden waar al otters voorkomen.

Literatuur

- Elmeros, M., M. Hammershøj, A.B. Madsen & B. Sjøgaard (2006). Recovery of the otter *Lutra lutra* in Denmark monitored by field surveys and collection of carcasses. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* 17: 17-28.
- Frankham, R., J.D. Ballou & D.A. Briscoe (2002). *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Koelewijn, H.P., M. Pérez-Haro, H.A.H. Jansman, M.C. Boerwinkel, J. Bovenschen, D.R. Lammertsma, F.J.J. Niewold & A.T. Kuiters (2010). The reintroduction of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) into the Netherlands: hidden life revealed by noninvasive genetic monitoring. *Conservation Genetics* 11: 601-614.
- Koelewijn, H.P. & L. Kuiters (2011). Genetica in het natuurbeheer: een onderschat werkinstrument. *De Levende Natuur* 112 (2): 49-54.
- Kruuk, H. (2006). *Otters. Ecology, Behaviour and Conservation*. Oxford University Press. 265 p.
- Kuiters, A.T., D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman en H.P. Koelewijn (2012). Status van de Nederlandse otterpopulatie na herintroductie. Kansen voor duurzame instandhouding en risico's van uitsterven. *Alterra-rapport 2262*. Wageningen. 54p.
- Kuiters, A.T. & D.R. Lammertsma (2014). Infrastructurele knelpunten voor de otter. Overzicht van verkeersknelpunten met mate van urgentie voor het nemen van mitigerende maatregelen. *Alterra-rapport 2513*, Wageningen; 85p.
- Kuiters, L., D. Lammertsma, H. Jansman & F. Niewold (2014). Sterke toename verkeerssterfte otters: Extra maatregelen dringend noodzakelijk. *Zoogdier* 25 (4): 10-12.
- Moll, G.C.M. & A.M.P.M. Christoffels (1987). De otter, *Lutra lutra* L., in Nederland. De sterfgevallen en de verspreiding sinds 1965. Staatsbosbeheer- Vereniging Das & Boom.
- Niewold, F. (2012). Otters sinds 2002 terug in Nederland. Ontwikkeling en problematiek tot voorjaar 2012. *Rapport NWI-OT2012-04*, Niewold Wildlife Infocentre. 45p.
- Serfass, T., A. Roos, A.C. Gutleb & S. Stevens (2010) Otter reintroduction in the Netherlands – Where to go from here? Report IUCN Otter Specialist Group.
- Van Wijngaarden, A. & J. van de Peppel (1970). De otter, *Lutra lutra* (L.) in Nederland. *Lutra* 12: 1-70.

Bijlage 1 Individuen aangetroffen in winter 2013/2014

Tabel B1.1

Informatie per geïdentificeerd individu. Vetgedrukte codes zijn terugvondsten, blauwe codes zijn nog niet eerder waargenomen otters. A codes = uitgezette otters; NB = nakomelingen.

Code	Huidige vindplaats	Prov.	Opmerking	Uitzetgebied	Monster	Geslacht
NB43	Rottige Meenthe	Fr	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	M
NB161	Rottige Meenthe	Fr	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	F
NB209	Rottige Meenthe	Fr		ja	spraint	M
NB210	Rottige Meenthe	Fr		ja	spraint	M
NB211	Rottige Meenthe	Fr		ja	spraint	M
NB212	Rottige Meenthe	Fr		ja	spraint	M
NB213	Rottige Meenthe	Fr		ja	spraint	M
NB294	Rottige Meenthe	Fr	15/01/2014; 14/061	ja	dood	F
NB143	Lindevallei	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	M
NB110	Brandemeer	Fr	Vorig jaar in Rottige Meenthe	nee	spraint	F
NB248	Brandemeer	Fr		nee	spraint	F
NB249	Brandemeer	Fr		nee	spraint	M
NB250	Brandemeer	Fr		nee	spraint	F
NB16	Weerribben	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	F
NB22	Weerribben	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	F
NB69	Weerribben/Rottige Meenthe	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	M
NB72	Weerribben	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	F
NB103	Weerribben	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	F
NB152	Weerribben/Steenwijk	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	M
NB156	Weerribben	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	M

Code	Huidige vindplaats	Prov.	Opmerking	Uitzetgebied	Monster	Geslacht
NB160	Weerribben	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	F
NB219	Weerribben	Ov		ja	spraint	F
NB220	Weerribben	Ov		ja	spraint	F
NB221	Weerribben	Ov		ja	spraint	F
NB222	Weerribben	Ov		ja	spraint	F
NB223	Weerribben	Ov		ja	spraint	M
NB224	Weerribben	Ov		ja	spraint	M
NB225	Weerribben	Ov		ja	spraint	F
NB226	Weerribben	Ov		ja	spraint	M
NB227	Weerribben	Ov		ja	spraint	F
NB228	Weerribben	Ov		ja	spraint	M
NB229	Weerribben	Ov		ja	spraint	M
NB282	Weerribben	Ov	19/10/2013; 13/168	ja	doodvondst	F
A22	Wieden	Ov	Vorig jaar in Voorsterbos	ja	spraint	F
NB35	Wieden	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	F
NB39	Wieden	Ov	Vorig jaar niet gevonden	ja	spraint	F
NB71	Wieden	Ov	Vorig jaar niet gevonden	ja	spraint	M
NB154	Wieden	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	?
NB155	Wieden	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	M
NB159	Wieden	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	M
NB162	Wieden	Ov	Vorig jaar zelfde leefgebied	ja	spraint	M
NB216	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB217	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB214	Wieden	Ov		ja	spraint	M
NB215	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB218	Wieden	Ov		ja	spraint	?
NB230	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB231	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB232	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB233	Wieden	Ov		ja	spraint	F

Code	Huidige vindplaats	Prov.	Opmerking	Uitzetgebied	Monster	Geslacht
NB234	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB235	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB236	Wieden	Ov		ja	spraint	M
NB237	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB238	Wieden	Ov		ja	spraint	M
NB239	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB240	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB241	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB242	Wieden	Ov		ja	spraint	F
NB243	Wieden/ Zwartsluis	Ov		ja	spraint	F
NB291	Wieden	Ov	01/12/2013; 14/037	ja	doodvondst	F
NB168	De Alde Feanen	Fr	Vorig jaar zelfde leefgebied	nee	spraint	F
NB185	De Alde Feanen/Veenhoop	Fr	Vorig jaar bij Joure	nee	spraint	M
NB244	De Alde Feanen	Fr		nee	spraint	F
NB245	De Alde Feanen/Veenhoop	Fr	Uitgezet dier? Afwijkende allelen.	nee	spraint	F
NB252	De Alde Feanen/ Veenhoop	Fr		nee	spraint	M
NB254	Fluessen	Fr		nee	spraint	F
NB255	Fluessen	Fr		nee	spraint	M
NB176	Gaasterland/Balk	Fr	Vorig jaar ook bij Balk	nee	spraint	M
NB287	Gaasterland/N359 Westerein	Fr	09/10/2013; 14/033	nee	doodvondst	F
NB288	Groote Wielen; Westerdyk/ Trynwalsterdyk	Fr	27/10/2013; 14/034	nee	doodvondst	M
NB246	Aldhof	Fr		nee	spraint	F
NB184	Bokkewiel	Fr	Vorig jaar ook bij Bokkewiel	nee	spraint	M
NB253	De Deelen	Fr		nee	spraint	F
NB247	Tjeukemeer	Fr		nee	spraint	F
NB251	Tjeukemeer	Fr		nee	spraint	F
NB165	Tjeukemeer 14/062; A6 Lemmer	Fr	01/12/2013; vorig jaar voormalig uitzetgebied	nee	doodvondst	M
NB293	Tjeukemeer 14/060; A6 Lemmer	Fr	29/01/2014;	nee	doodvondst	F
NB295	Tjeukemeer 14/063; A6 Lemmer	Fr	01/12/2013;	nee	doodvondst	M
NB258	Tjonger	Fr		nee	spraint	F

Code	Huidige vindplaats	Prov.	Opmerking	Uitzetgebied	Monster	Geslacht
NB259	Tjonger	Fr		nee	spraint	M
NB260	Tjonger	Fr		nee	spraint	M
NB261	Tjonger	Fr		nee	spraint	M
NB257	Harlingen	Fr		nee	spraint	M
NB262	Lauwersoog	Fr		nee	spraint	F
NB263	Lauwersoog	Fr		nee	spraint	M
NB256	Veneriete, Genemuiden	Ov		nee	spraint	?
NB193	Zwarte Water/ De Olde Maten	Ov	Vorig jaar van voormalig uitzetgebied naar Hasselt	ja	spraint	F
NB267	Zwarte Water	Ov		nee	spraint	F
NB276	Meppel zuid	Ov		nee	spraint	?
NB264	Leekstermeer/Peizerdiep	Dr		nee	spraint	M
NB265	Leekstermeer/Peizerdiep	Dr		nee	spraint	F
NB268	Wold Aa/ Meppel	Dr		nee	spraint	F
NB270	Wold Aa /Meppel	Dr		nee	spraint	F
NB274	Wold Aa/Meppel	Dr		nee	spraint	M
NB272	Wold Aa	Dr		nee	spraint	F
NB269	De Oude Vaart /Meppel	Dr		nee	spraint	F
NB278	De Oude Vaart	Dr		nee	spraint	M
NB279	De Oude Vaart	Dr		nee	spraint	M
NB271	De Oude Vaart	Dr		nee	spraint	?
NB273	Meppel zuid	Dr		nee	spraint	F
NB275	Meppel zuid	Dr		nee	spraint	?
NB277	Dwingelerstroom	Dr		nee	spraint	M
NB266	Voorsterbos	Fl		nee	spraint	M
NB280	Hoge Vaart/Larsertocht/Lage vaart	Fl		nee	spraint	M
NB205	Nieuwkoopse Plassen	Zh		nee	spraint	M
NB296	A12 Gouda	Zh	11/02/2014; 14/064	nee	doodvondst	M

Code	Huidige vindplaats	Prov.	Opmerking	Uitzetgebied	Monster	Geslacht
NB207	Ooijpolder	Ge		nee	spraint	M
NB206	Rijnstrangen	Ge		nee	spraint	?
NB208	Rijnstrangen	Ge	Zeer slechte profielen; tenminste 1 individu	nee	spraint	M
Doesburg-04	Doesburg e.o.	Ge	Vorig jaar ook enige individu in Doesburg	nee	spraint	M
Doodvondsten 2013 Buiten monitoringsperiode						
NB283	Staphorst; Rijksparallelweg	Ov	13/01/2013; 13/170	nee	doodvondst	M
NB118	N358 Dokkumer Diep	Fr	03/05/2013; 14/032; vorig jaar onbekende spraintlocatie	nee	doodvondst	M
A02	Weerribben; kruising Meentheweg Hogeweg	Ov	13/06/2013; 13/169; vorig jaar niet gezien, jaren daarvoor wel	ja	doodvondst	F
NB284	A6 Scharsterbrug	Fr	07/08/2013; 13/171	nee	doodvondst	F
NB292	N337 IJsselallee Zwolle	Ov	14/08/2013; 14/059	nee	doodvondst	M
NB289	A7 Kornwerderzand	Fr	18/08/2013; 14/035	nee	doodvondst	M
NB281	Weerribben; 't Jurries	Ov	04/09/2013; 13/167	ja	doodvondst	F
NB286	A6 Uilesprong / St. Nicolaasga	Fr	11/09/2013; 14/010	nee	doodvondst	F
NB290	Locatie onbekend		datum: onbekend; 14/036	nee	doodvondst	F
Gorlitz-1					bijplaatsing	M
Gorlitz-2					bijplaatsing	F
Luneburg-1					bijplaatsing	M



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2624
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2624
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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.

