

Praktijkproef inzet lasers voor beperking ganzen-schade

A&W-rapport 2388



in opdracht van

Bij12 - Faunafonds

Bij
12

Werkt voor provincies

Praktijkproef inzet lasers voor beperking ganzen- schade

A&W-rapport 2388
Sovon rapport 2018/08

J.B.Latour
J. Stahl

Foto Voorplaat

Brandganzen in een weiland,Foto A&W

J.B.Latour, J. Stahl. 2018

Praktijkproef inzet lasers voor beperking ganzen- schade. A&W-rapport 2388, Sovon rapport 2018/08
Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden & Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen

Opdrachtgever

Bij12

Leidseveer 2
3511 SB Utrecht
Telefoon 085-4862222

Uitvoerders

**Altenburg & Wymenga
ecologisch onderzoek bv**
Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl
www.altwym.nl

**Sovon
Vogelonderzoek Nederland**
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
Telefoon 024 7 410 410
info@sovon.nl
www.sovon.nl

Sentix HSE Services
Noorderstraat 388A
9611AW Sappemeer
Telefoon 0598 - 851848
info@sentix.nl
www.sentix.nl

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

Projectnummer
2650lap

Projectleider
J.Latour

Status
Goedgekeurd

Autorisatie
Goedgekeurd

Paraaf
E. Wymenga

Datum
15-5-2018



Kwaliteitscontrole

E. Wymenga

Inhoud

Samenvatting	
1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doel	2
1.3 Opbouw	2
2 Directe (kortstondige) verjaging ganzen	4
2.1 Bestaande kennis op basis van literatuur	4
2.2 Onderzoeksaanpak	5
2.3 Resultaten	6
2.4 Discussie	9
2.5 Conclusie	9
3 Directe kortstondige verjaging van overige vogelsoorten	10
3.1 Bestaande kennis op basis van literatuur	10
3.2 Onderzoeksaanpak	10
3.3 Resultaten overige vogels	11
3.4 Resultaten weidevogels	13
3.5 Alle vogels tezamen	15
3.6 Discussie	16
3.7 Conclusies	16
4 Gewenning van ganzen aan verjaging met laser	17
4.1 Bestaande kennis over gewenning van ganzen in reactie op laserlicht	17
4.2 Aanpak gewenningsonderzoek	18
4.3 Resultaten gewenningsonderzoek	19
4.4 Discussie	21
4.5 Conclusie	21
5 Blijvende verjaging ganzen	23
5.1 Bestaande kennis op basis van literatuur	23
5.2 De onderzoeksopzet	23
5.3 Resultaten	30
5.4 Discussie	37
5.5 Conclusie	40
6 Risicobeheersing laserveiligheid	41
6.1 Inleiding	41
6.2 Veiligheidsrisico voor mens en dier	41
6.3 Wet- en regelgeving voor verkoop en gebruik van de laser	44
6.4 Aanpak van de risicobeheersing	45
6.5 Resultaten van de risicobeheersing	47
6.6 Discussie	49
6.7 Conclusies en aanbevelingen	50
7 Kosten-baten afweging	52
7.1 De onderzoeksaanpak	52
7.2 Resultaten	52
7.3 Discussie	55
7.4 Conclusies	56

8	Implementatie	57
8.1	Inleiding	57
8.2	Resultaten	57
	<i>Bijlage 1</i>	
	<i>Tabel met soorten die in het onderzoeksgebied zijn aangetroffen</i>	62
	<i>Bijlage 2</i>	
	<i>Resultaten statistische analyses</i>	64
	<i>Bijlage 3</i>	
	<i>Literatuuroverzicht</i>	70

Dankwoord

Dit project is tot stand gekomen met bijdragen van R. Heerlien (Sentix) en R. Mallant in hoofdstuk 6, van de veldmedewerkers en onderzoekers Leo Bruinzeel, Marten Sikkema, Teun Smink en Margriet Krijn (Altenburg & Wymenga) en Vincent de Boer, Frank Majoor en Roy Slaterus (Sovon), van de regioconsulenten van BIJ12 / Faunafonds Johan Wesselink en Koos Maasbach.

We bedanken alle agrariërs die zich hebben bereid getoond deel te nemen aan het onderzoek en de uitvoering van het onderzoek hebben toegestaan op hun percelen. Tevens bedanken we de twee bij dit onderzoek betrokken laserleveranciers voor hun bijdrage aan het onderzoek.

Onze dank gaat uit naar de leden van de klankbordgroep die deze studie hebben begeleid, vanuit de provincies: Peter Venema (Dr), Willem Lambooy (ZH), William van Dijk (NH), Jochem Hufmeijer en Fenneke van der Vegte (Ov), Ron Beenen (U), Gerben Mensink (Fr), Ronnie Vos (Gr), René Steijn en Richard Esser (Zld), voor de FBE's: Jeroen Nuisl (U), Henny van Koot (Gr/Dr), vanuit het Rijk: Ronald Mallant (Ministerie van Defensie) en Albert de Hoon (Ministerie van IenW). Vanuit de Commissie Onderzoek van BIJ12 / Faunafonds hebben Femmie Smit, Wim Knol en Johan Thissen tevens als leden van de klankbordgroep commentaar geleverd op een eerder concept van dit rapport. We bedanken Ton Heeren en Daan Jacobs voor de goede begeleiding en ondersteuning van dit project vanuit BIJ12/ Faunafonds. We bedanken de leveranciers voor het beschikbaar stellen van de laserapparatuur.

Samenvatting

Ganzen veroorzaken schade door begrazing van landbouwgewassen. Er zijn ieder jaar toenemende kosten gemoeid met de tegemoetkoming van de schade. Zo was de uitgekeerde ganzenschade in Nederland in 2016 bijna 19 miljoen euro (gegevens BIJ12). Sinds enige jaren is de lasertechniek in Nederland beschikbaar waarmee het in principe mogelijk is om ganzen te verjagen en schade te verminderen. Er zijn apparaten ontwikkeld waarmee het mogelijk is om percelen continu of voor een in te stellen deel van de dag te beschijnen. In opdracht van BIJ12 hebben Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv en Sovon Vogelonderzoek Nederland gezamenlijk onderzocht wat de effectiviteit van de laser is voor het verjagen van ganzen en de beperking van de schade aan landbouwgewassen.

Het doel van het laserproject is om te onderzoeken of de lasertechniek een effectieve en diervriendelijke manier is om ganzenschade te reduceren. Daartoe is ingezoomd op een aantal vragen: Kun je met lasers ganzen verjagen? Wat is het effect hiervan op andere soorten zoals bijvoorbeeld weidevogels? In hoeverre kan er gewenning van ganzen gaan ontstaan aan lasers? Is het mogelijk om daadwerkelijk schade door ganzenvraat te verminderen? Wat zijn de veiligheidsrisico's van het gebruik van lasers? Hoe verhouden de kosten zich tegenover de baten? Wat zijn de aandachtspunten bij eventuele implementatie?

Uit het onderzoek blijkt dat ganzen met de onderzochte lasers opgejaagd kunnen worden. De ganzen reageren door op te vliegen. Het verjagingseffect is minder sterk op zonnige dagen. Ook andere vogelsoorten reageren op het aanschijnen met lasers. Alleen zeer grote soorten zoals de knobbelzwaan reageren minder duidelijk. Tijdens het onderzoek is geen gewenning aan het laserlicht gemeten. Geringde ganzen die gedurende een periode van enkele dagen meerdere keren achtereen aangeschenen zijn bleven een sterke vluchtrespons vertonen. Het is echter niet uit te sluiten dat op langere termijn toch gewenning kan gaan optreden. Daarvoor is aanvullend onderzoek nodig.

Uit het onderzoek blijkt dat andere vogels dan ganzen, zoals bijvoorbeeld weidevogels, ook een duidelijke vluchtrespons vertonen op laserlicht. Het is dan ook niet verstandig om de laser in te zetten in gebieden die belangrijk zijn voor weidevogels als broed, foerageer of rustgebied in de periode dat de gebieden daadwerkelijk gebruikt worden door de weidevogels, of doortrekkende steltlopers (Kievit, Wulp, Goudplevier). Deze beperking geldt in het voorjaar vanaf de maand maart en in daaropvolgende maanden tijdens het broedseizoen van weidevogels.

Er is gedurende de zomerproef een significante vermindering van de aanwezigheid van ganzen (gemeten op basis van ganzenkeuteltellingen) op percelen die voorzien zijn van een permanente laser ten opzichte van referentiepercelen zonder laseropstelling. Hieruit valt af te leiden dat het met de vaste laseropstelling mogelijk is om schade door ganzen te beperken in de zomerperiode.

In de winterproef is er geen significante vermindering gemeten van de aanwezigheid van ganzen (gemeten op basis van ganzenkeuteltellingen) op percelen die voorzien zijn van een permanente laser ten opzichte van referentiepercelen zonder laseropstelling. De meest waarschijnlijke reden dat er in de winter geen significant effect gemeten is komt voort uit het verschil in verspreiding van ganzen gedurende de winter en de zomer in combinatie met het gegeven dat de laser op zeer zonnige dagen minder effect heeft dan op bewolkte dagen. In de

winter foerageren de ganzen in grote groepen tot wel duizenden ganzen terwijl de ganzen in de zomer in groepjes van tientallen foerageren. In de winter zijn de ganzen door deze grotere aantallen in staat om op een specifieke middag een perceel intensief te begrazen. Hierdoor is het mogelijk dat de belaserde percelen alsnog grote vraatschade ondervinden als ze op een zeer zonnige dag toch begraasd worden door de ganzen ondanks dat de laser aan staat. Dit fenomeen zal in de zomer ook bestaan maar omdat de ganzen in de zomer in veel kleinere groepjes foerageren is het effect van deze zonnige dagen op de totale begrazing gedurende de zomerperiode minder groot. Mogelijk vertonen de ganzen in de zomerperiode ook een hoger mate van plaatstrouw, zodat de begrazing op de referentiepercelen waar geen verstoring plaatsvindt 'regelmatiger' is en daarmee het verschil in biomassa met de laserpercelen groter wordt.

Op grond van de metingen aan ganzenkeuteltellingen is het aannemelijk dat de vaste laseropstelling kan bijdragen aan een vermindering van de schade door ganzen in de zomerperiode. Om vermindering van schade in de winter te realiseren is een combinatie van maatregelen nodig. De vaste laseropstelling is geschikt om ganzen te verjagen op bewolkte dagen. Het verminderen van schade kan alleen tot stand kan komen als er aanvullende maatregelen voor (reguliere) verjaging worden getroffen op zeer zonnige dagen.

Op een beperkt aantal percelen is tijdens de winterproef ook de handheldlaser getest. Deze is daarbij tweemaal per dag gebruikt gedurende enkele minuten en uitsluitend in het geval er ganzen op dat moment op het perceel aanwezig waren. Deze inzet komt overeen met de inzet die daadwerkelijk gangbaar is voor de handheld laser, waarbij de laser ad hoc wordt ingezet op het moment dat groepen ganzen aanwezig zijn. Het aantal uren actieve beschrijving van de percelen is daarmee hooguit 1% ten opzichte van de opstelling met vaste lasers die de hele tijd aanstonden. Uit de resultaten is gebleken dat het effect om ganzen 24/7 te verjagen dan ook veel geringer is geweest dan bij de inzet van de vaste laser.

Het economische effect op het verminderen van de schade als gevolg van de fysieke vraat aan de gewassen (gemeten aan de hand van de ganzenkeuteltellingen) en de vervangingsprijs van het gegeten gras is in de zomer beperkt omdat er weinig tot geen ganzen actief zijn geweest. De zomerproef is uitgevoerd in de periode dat er alleen overzomerende ganzen zijn. Gedurende deze periode waren de aantallen ganzen en de door de ganzen aangerichte fysieke vraat erg laag. Het effect hiervan op de sterke grasgroei in de zomerperiode is zeer gering. Tijdens de zomerperiode was er zelfs sprake van een overschot aan gras in de onderzochte gebieden. De vermeende grote schade in de zomer wordt volgens ons dan ook niet veroorzaakt door overzomerende ganzen maar waarschijnlijk door late (in het voorjaar) en vroege (in de herfst) wintergasten. Zo wordt de schade aan de eerste snede in april/mei vaak nog gezien als schade door zomerganzen terwijl deze schade door de overwinterende ganzen is aangebracht. Het economische effect op het verminderen van de schade als gevolg van de fysieke vraat aan de gewassen (gemeten aan de hand van de ganzenkeuteltellingen) en de vervangingsprijs van het gegeten gras is in de winter beperkt omdat er in de winter zonder aanvullende maatregelen toch vraat zal zijn. De inzet van de laser als werend middel kan in de winter wel efficiënt zijn in combinatie met andere werende middelen.

Gebruikers van lasers (de deelnemers van de proef en een aantal boeren die uit eigen beweging al eerder een laser hebben aangeschaft) zijn onverdeeld positief over het effect van de laser op de verjaging van ganzen. Er wordt wel opgemerkt door meerdere gebruikers dat de laser op zonnige dagen minder goed werkt. Maar men is overwegend content dat er een middel is gevonden om de ganzen te verjagen ongeacht of de schade door inzet van de laser

daadwerkelijk vermindert. Het gaat bij deze kwalitatieve beoordeling van de werking van de laser dan voor een deel ook om het gevoel een potentieel efficiënt werend middel in handen te hebben.

De inzet van de laser geeft geen structurele vermindering van schade omdat ganzen worden verjaagd en op andere landbouwpercelen foerageren. Voor een individuele boer kan de inzet van de laser effectief zijn omdat de boer zijn eigen percelen schoon kan houden. Nabij gelegen boeren kunnen hierdoor echter juist meer schade gaan krijgen. Dit kan tot lokale spanningen leiden.

Bezien vanuit het belang van de overheid om de totale hoeveelheid uitgekeerde schade te beperken is deze verplaatsing van ganzen alleen zinvol als er een ruimtelijke strategie is ontwikkeld om ganzen in gebieden te verjagen naar gebieden waar ze wel kunnen zijn. De ganzen verdwijnen door de inzet van de laser immers niet uit het gebied maar blijven aanwezig. In Fryslân bestaan zulke opvanggebieden maar deze functioneren matig. Verjaging naar opvanggebieden kan alleen effectief zijn als de opvanggebieden voldoende aantrekkelijk voedsel bieden aan de ganzen en er geen verjaging is in de ganzenfoerageergebieden.

Uit de veiligheidsanalyse is gebleken dat de toepassing van een klasse 3B laser een uitgebreide veiligheidsafweging met zich meebrengt. Tijdens het onderzoek is deze afweging ook daadwerkelijk uitgevoerd. Er zijn diverse voorstellen gedaan om dit naar de toekomst toe te vereenvoudigen en de daadwerkelijke veiligheidsrisico's ook te verduidelijken.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Ganzen kunnen schade veroorzaken door van begrazing van landbouwgewassen. Er zijn ieder jaar toenemende kosten gemoeid met de tegemoetkoming van de schade. De uitgekeerde ganzenschade in Nederland bedroeg in 2016 bijna 19 miljoen euro (gegevens BIJ12).

Er zijn diverse technieken ontwikkeld om ganzen en andere schade- of hinderveroorzakende vogelsoorten te weren (Melman *et al.* 2011; Baxter & Hart, 2010; Harris & Davis, 1998, tevens Buij *et al.* 2018 in prep.). Manieren om deze vogels te verjagen zijn visuele hulpmiddelen als linten (Parrot en Walola 2008), vlaggen of vogelverschrikkers (Bos en Stahl 2003), akoestische systemen zoals knalsystemen (Whitford *et al.* 2009, Kleijn *et al.* 2009), of individuele verjaging door zelf, of met behulp van honden naar de dieren toe te lopen (Keijn *et al.* 2009). Alterra constateerde op basis van literatuuronderzoek (Melman *et al.* 2011) dat verjagen van ganzen, in vergelijking met afschot, een moeizame, relatief weinig effectieve manier is om ganzenschade te voorkomen. Ganzen blijken redelijk goed te kunnen inschatten in welke mate zij gevaar lopen, waardoor verjaging uitsluitend effectief is als het planmatig, frequent en consequent gebeurt. Alleen voor zeer kostbare, voor op een beperkt areaal geteelde gewassen heeft weren cq. verjagen effect omdat het dan in verhouding tot de benodigde arbeid en kostbare hulpmiddelen rendabel kan zijn (Melman *et al.* 2011). Toch zijn er ook studies die concluderen dat het weren van vogels, mits planmatig en consequent ingezet in een geïntegreerd systeem effectief kan zijn ter voorkoming van schade aan gewassen door wilde dieren (Gilsdorf, 2002).

Hoe dan ook worden er veel inspanningen geleverd om schade door ganzen te voorkomen en de populaties te beheren. Daarbij wordt vaak gebruikt gemaakt van (combinaties van) het geweer (verjaging met ondersteunend afschot), knalapparaten, visuele verstoringmiddelen (linten etc) en verjaging door vervoersmiddelen (quads etc) en gewaskeuze en teeltwijze (onderwerken van tarweresten). Geen van de bestaande benaderingen blijkt volledig effectief, gelet ook op de toename van de schade van de afgelopen 10 jaar. Er is dus een grote behoefte aan nieuwe benaderingen om ganzen te verjagen.

Sinds enige jaren is de lasertechniek in Nederland beschikbaar. Er zijn apparaten ontwikkeld waarmee het mogelijk is om percelen continu of voor een in te stellen deel van de dag te beschijnen. De continu bewegende laserstraal wordt door de vogels ervaren als een object (of onbekend dier) dat een onbekend risico vormt en daardoor een sterke mijdingsrespons oproept. (Macrovet 2017; Ongedierteproducten.nl 2017). Inmiddels is er zowel een automatische werkende, vast opstelbare als handgestuurde laser commercieel verkrijgbaar. Deze worden vooral door agrariërs toegepast bij het verjagen van schadelijke vogelsoorten in de akkerbouw, fruit(boom)teelt en veeteelt. Uit de praktijk is inmiddels bekend dat lasers een vogelverjagende werking hebben maar het is nog niet goed bekend hoe dit effect afhankelijk is van weersomstandigheid en daarmee samenhangende lichtsterkte. Bij zonnige weersomstandigheden met fel licht, is de laser minder goed zichtbaar en zal daarom mogelijk minder effect hebben dan onder bewolkte omstandigheden.

In opdracht van BIJ12 hebben Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv en Sovon Vogelonderzoek Nederland gezamenlijk onderzocht wat de effectiviteit van de laser is voor het verjagen van ganzen en de beperking van de schade aan landbouwgewassen.

1.2 Doel

Het doel van het laserproject is om te onderzoeken of de lasertechniek een effectieve en diervriendelijke manier is om ganzenschade te reduceren. Daartoe is ingezoomd op een aantal vragen: Kun je met lasers ganzen verjagen? Wat is het effect hiervan op andere soorten zoals bijvoorbeeld weidevogels? In hoeverre kan er gewenning van ganzen gaan ontstaan aan lasers? Is het mogelijk om daadwerkelijk schade door ganzenvraat te verminderen? Wat zijn de veiligheidsrisico's van het gebruik van lasers? Hoe verhouden de kosten zich tegenover de baten? Wat zijn de aandachtspunten bij eventuele implementatie?

1.3 Opbouw

Om antwoord te kunnen geven op bovenstaande vragen zijn er verschillende deelonderzoeken uitgevoerd. In dit rapport worden de resultaten van deze deelonderzoeken besproken. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de vluchtrespons van de ganzen op korte termijn. Hoofdstuk 3 gaat in op de effecten op andere soorten. Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van het onderzoek naar gewenning van ganzen aan de laser. Hoofdstuk 5 geeft de resultaten van het onderzoek naar de schadereductie-effecten op langere termijn. Daarnaast is ingegaan op de veiligheidsaspecten op mens en dier bij gebruik van de laser in een agrarische omgeving (hoofdstuk 6), en is een kosten baten analyse uitgevoerd (hoofdstuk 7) en wordt ingegaan op overwegingen die bij een eventuele implementatie van belang kunnen zijn (hoofdstuk 8).

In ieder hoofdstuk wordt eerst een korte samenvatting gegeven van de kernvraag van het deelonderzoek. Vervolgens wordt aangegeven welke kennis beschikbaar was bij aanvang van het experiment op basis van een literatuuranalyse. Vervolgens wordt er een beschrijving gegeven van de door ons gevolgde onderzoeksopzet van het betreffende deelonderzoek. De resultaten van ons deelonderzoek worden beschreven, er volgt een discussie en ieder hoofdstuk wordt afgesloten met conclusies.

Onderzoeksvraag	Gekozen aanpak	Gemeten parameters	dit rapport
Kun je met lasers ganzen verjagen?	a. kortstondige verjaging <ul style="list-style-type: none"> • in de winter/voorjaar • met mobiele laser 	effect op ganzen <ul style="list-style-type: none"> • gedragsrespons • reactieafstand • reactiesnelheid • groeps grootte 	hoofdstuk 2
Is het mogelijk om daadwerkelijk schade door ganzenvraat te verminderen?	b. blijvende verjaging <ul style="list-style-type: none"> • in de winter met vaste en mobiele laser • in de zomer met vaste laser • BACI aanpak • laserpercelen en referentiepercelen 	effect op ganzen <ul style="list-style-type: none"> • begrazingsdruk via keuteldichtheden effect op gewas <ul style="list-style-type: none"> • grashoogte 	hoofdstuk 5
Wat is het effect van lasers op andere soorten zoals bijvoorbeeld weidevogels?	kortstondige verjaging <ul style="list-style-type: none"> • in de winter/ voorjaar • met mobiele laser 	effect op verschillende soorten vogels in graslandpercelen <ul style="list-style-type: none"> • gedragsrespons • reactieafstand • reactiesnelheid 	hoofdstuk 3
In hoeverre kan er gewenning van ganzen gaan ontstaan aan lasers?	kortstondige maar herhaalde verjaging van individuele ganzen <ul style="list-style-type: none"> • in de winter/ voorjaar • met mobiele laser 	effect op ganzen <ul style="list-style-type: none"> • gedragsrespons van geringde ganzen 	hoofdstuk 4
Wat zijn de veiligheidsrisico's van het gebruik van lasers?	onderzoek naar risicobeheersing laserveiligheid <ul style="list-style-type: none"> • risico's voor de mens • risico's voor het dier 		hoofdstuk 6
Hoe verhouden de kosten zich tegenover de baten?	kosten-baten analyse <ul style="list-style-type: none"> • op bedrijfsniveau • op maatschappelijk niveau 		hoofdstuk 7
Wat zijn de aandachtspunten bij eventuele implementatie?	bespiegeling verschillende factoren die van belang zijn voor implementatie		hoofdstuk 8

Figuur 1.1 Schematische weergave projectaanpak

2 Directe (kortstondige) verjaging ganzen

In dit hoofdstuk bespreken we in hoeverre lasers gebruikt kunnen worden om ganzen direct en instantaan te verjagen door inzet van een handheld laser. De verwachting/hypothese is dat ganzen een sterke vluchtresponsie zullen vertonen. Het onderzoek richt zich op de vraag wat de respons precies is en in hoeverre er omstandigheden zijn, zoals bijvoorbeeld het weer, die invloed hebben op de respons.

2.1 Bestaande kennis op basis van literatuur

Lichtbronnen worden vaak ingezet als methode om vogels te verjagen op zowel luchthavens als in de landbouw (Meanly, 1971; Land 1969, Larkin 1975; Thorpe, 1977; Blackwell *et al.* 2001). Voorbeelden zijn knipperend licht voor het weren van eenden op rijstvelden (Meanly, 1971), maar zijn ook toegepast op de onderzijde van vliegtuigen en bovenop vliegtuighangars tegen vogels als spreeuwen en ganzen (Schaefer, 1968).

Al in 1973 werd voor het eerst de hypothese geopperd dat een gebundelde en intense lichtbron (zoals een laser) effectiever zou zijn voor het verjagen van vogels dan de genoemde zwakkere lichtbronnen die hiervoor ingezet werden (Lustick, 1973). Toen de techniek enkel nog voor militaire en industriële doeleinden beschikbaar was heeft Lustick (1973) de vogelwerende laser al getest op verschillende vogelsoorten; meeuwachtigen, wilde eend en spreeuw. Dit gebeurde in een ex- situ proefsituatie waarbij de vogels onder geconditioneerde omstandigheden door de laser beschenen werden. De hypothese in deze studie was dat met name schemer- en nachtactieve soorten (zoals uilen, reigers en eendachtigen) waarvan de ogen aangepast waren op het kijken in donkere omstandigheden, (Sillman, 1973) sterk op de laser zouden reageren. Uit deze studie bleek inderdaad dat de wilde eend (als relatief meest schemeractieve soort in de proef) het sterkst reageerde op de laser. Alle drie de soorten vertoonden vermijdingsgedrag als reactie op de laser.

In 1996 werd voor het eerst in-situ een proef uitgevoerd met lasers (waaronder die van hetzelfde type als de lasers waar dit onderzoek zich op richt). Er werd actief vermijdingsgedrag geobserveerd door verschillende meeuwachtigen in hun natuurlijke habitat (Briot, 1996). Blackwell (2002) heeft vervolgonderzoek gedaan bij in het wild levende rotsduiven, Canadese ganzen, wilde eenden, spreeuwen en bruinkopkoevogels. Hij testte op twee manieren de reactie van deze vogels op de laser. In de eerste test zijn volgens een willekeurig patroon de zitplaatsen van vogels (takken van een boom of in grasland) beschenen en in de tweede test is gericht op de individuen geschenen. Deze proeven werden allen onder condities met weinig licht uitgevoerd. De twee soorten die de sterkste initiële reactie vertoonden en waarbij het langst de beschenen locatie werd vermeden waren de Canadese gans en de wilde eend. Beide soorten vertoonden activiteit in de schemer (Canadese Gans) en/of nacht (wilde eend) (Raveling *et al.* 1972, Kleyheeg *et al.* 2015). Dit onderschreef de door Lustick (1973) geopperde hypothese dat schemer- en nachtactieve soorten een hogere gevoeligheid zouden hebben voor het gebruik van lasers als verjagingsmechanisme.

De reactie van vogels op de laser hangt dus mogelijk af van soortspecifieke netvliesfysiologie (Endler 1990) maar ook van soortspecifieke perceptie van gevaar, ecologie en dreiging/predatorvermijdingsgedrag (Blackwell *et al.* 2002). Blackwell *et al.* concludeerden dat vanwege de lage spanningslevels, doelgerichtheid, accuraatheid over grotere afstanden en het

geruisloze gebruik, lasers veilige en effectieve soortspecifieke alternatieven kunnen zijn voor klassieke verjagingsmethoden zoals knalsystemen en hagelgeschoten.

2.2 Onderzoeksaanpak

In het kader van dit project is onderzocht in hoeverre laserlicht gebruikt kan worden om ganzen te verjagen bij verschillende weersomstandigheden en bij verschillende afstanden. Dit deelonderzoek is uitgevoerd in de periode van november 2016 tot april 2017. Daarbij zijn gedurende 20 dagen ganzen (dit hoofdstuk) en diverse andere vogelsoorten (zie hoofdstuk 3) met een handheldlaser 'aangeschoten'. Het aanschieten is een procedure die er voor zorgt dat een vogel ruim de tijd heeft om het laserlicht te kunnen waarnemen maar de kans minimaal is dat het licht ook in het oog van het dier zal schijnen. Bij het aanschieten wordt op ruime afstand voor de vogel op de grond geschoten en wordt vervolgens steeds dichterbij de vogel geschoten. Het effect hiervan is dat de vogel op de grond benaderd wordt door een groene reflectie van de laser. Op enig moment kan de vogel de reflectie waarnemen en volgt al dan niet een respons. Door de onderzoeker wordt de respons genoteerd. Daarbij zijn de volgende afhankelijke variabelen vastgelegd:

- soortnaam van de vogel
- het aantal vogels dat is aangeschoten
- de afstand tussen de onderzoeker en de vogel.
- het moment van de dag
- de weersomstandigheden in termen van bewolking.

Als te verklaren responsvariabele zijn genoteerd:

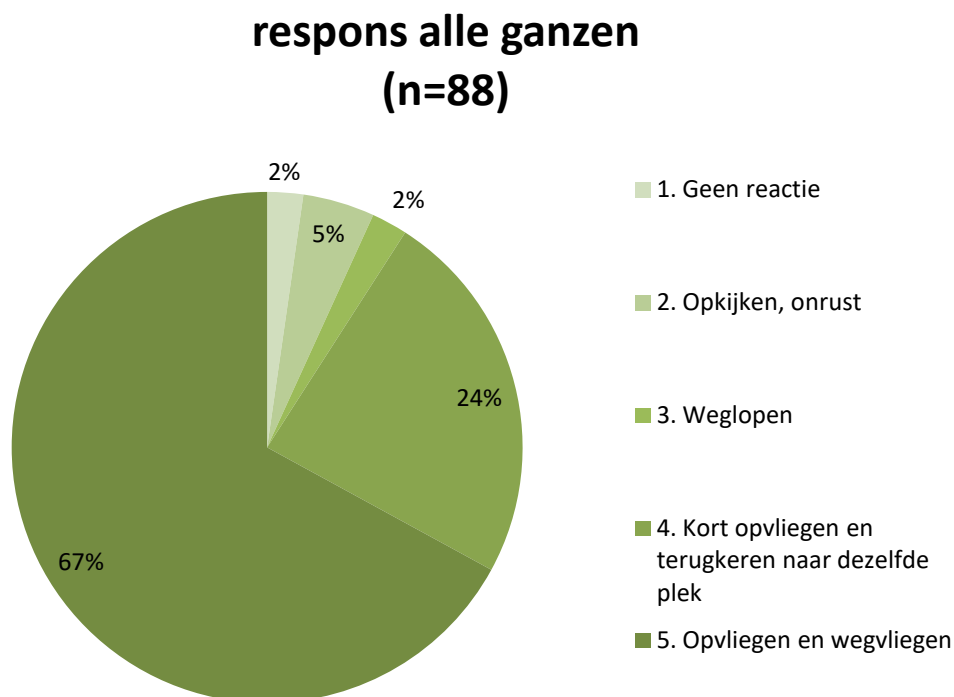
- de aard van de respons in vijf klassen (geen reactie, opkijken, weglopen, opvliegen en terugkomen, opvliegen en wegvliegen)
- de responstijd (direct binnen enkele tot maximaal 5 seconden, 5-30 seconden, 30-60 seconden, 1-3 minuten en 3 tot 5 minuten).

Bijgaand bespreken we de resultaten van de proef. In totaal zijn ganzen 88 maal aangeschoten. Er zijn zes verschillende ganzensoorten in het onderzoeksgebied aangetroffen, te weten: Brandgans (12), Canadese gans (1), Grauwe gans (31), Kolgans (22), Nijlgans (18), Toendrarietgans (4). De ganzen zijn aangeschoten op een afstand van 500 meter tussen de onderzoeker en de vogel. Het betreft individuele ganzen tot ganzen in groepen van 2000 individuen.

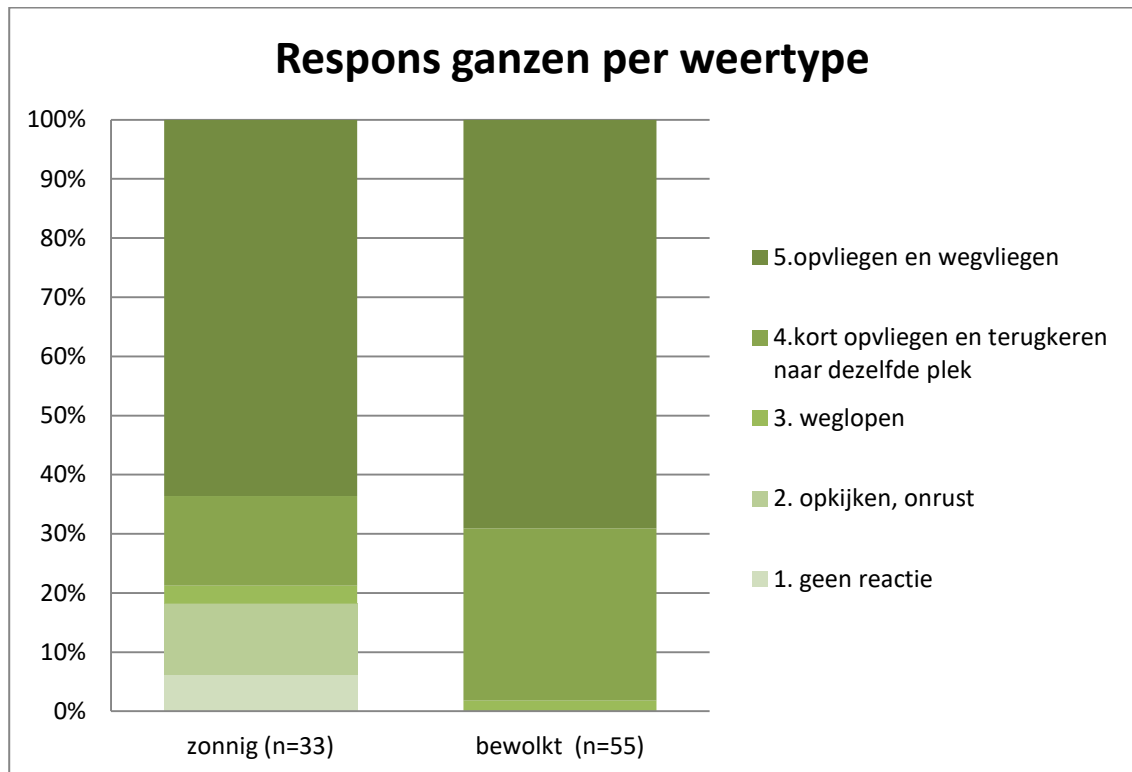
2.3 Resultaten

Figuur 2.1 geeft de vluchtrespons van ganzen na aanschijnen met een laser. Uit figuur 2.1 is op te maken dat ganzen een sterke reactie vertonen op de laser. In 91% van de gevallen vliegen de ganzen op en in 67% van de gevallen vliegen ze ook weg.

Figuur 2.2 geeft de vluchtrespons van ganzen per weertype. Er is gemeten onder vijf verschillende weersomstandigheden: helder weer, heilig weer, licht bewolkt weer, half bewolkt weer en zwaar bewolkt weer. Deze zijn samengevoegd in twee weertypen zonnig (helder weer en licht bewolkt) en bewolkt (half en zwaar bewolkt en heilig). Omdat de laser bij helder weer minder goed zichtbaar is, is de verwachting dat ganzen bij helder weer een minder sterke reactie vertonen dan bij bewolkte weersomstandigheden. Het verschil in de responsie bij bewolkt weer en zonnig weer blijkt significant zijn ($p < 0,05$; bijlage 2)



Figuur 2.1 Vluchtrespons ganzen op aanschijnen met handheldlaser



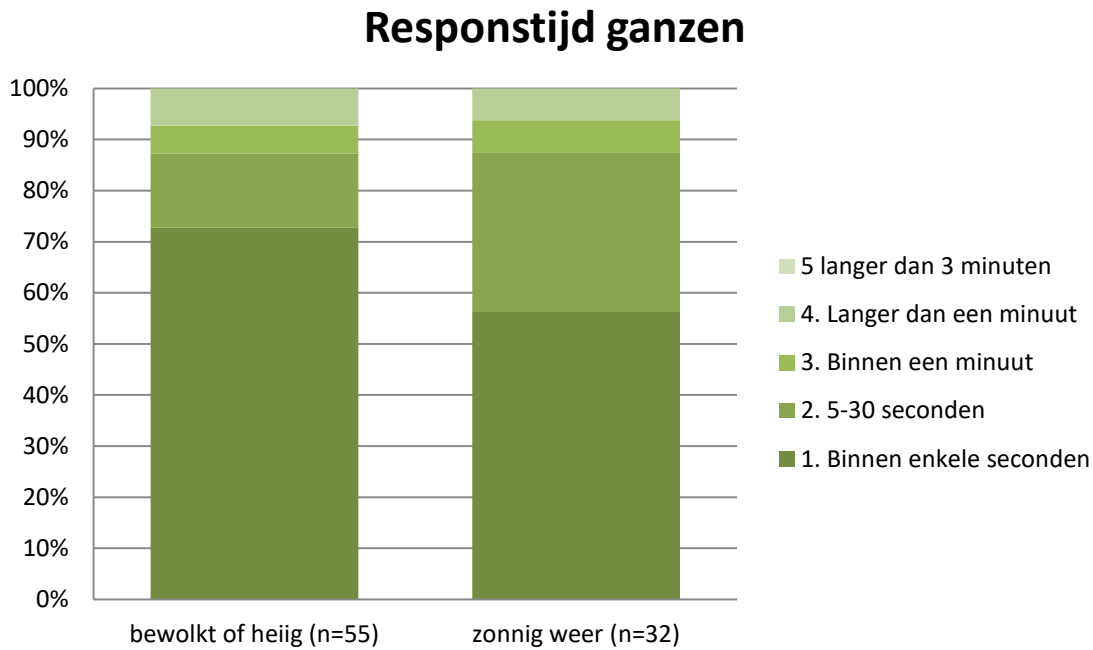
Figuur 2.2 Vluchtrespons ganzen op aanschijnen met handheldlaser bij verschillende weertypen

Alle ganzen vertoonden een sterke reactie op de laser bij bewolkt weer. In 98% van de gevallen gingen de ganzen op de wieken. Bij bewolkt weer keert ongeveer 30% van de ganzen terug naar het perceel.

Ook bij zonnig weer vliegt het merendeel van de ganzen (65%) op wanneer ze met de laser beschenen worden. 6% van de ganzen vertoont onder zonnige omstandigheden echter helemaal geen reactie en 12% kijkt wel op maar blijft vervolgens wel zitten op hun plek. Bij 3% lopen de ganzen wat weg maar vliegen nog steeds niet op. In totaal blijven de ganzen dus in 21% van de gevallen op het perceel aan de grond. In 14% van de gevallen hebben de ganzen wel de wieken gekozen maar zijn kort erna weer op het perceel neergestreken.

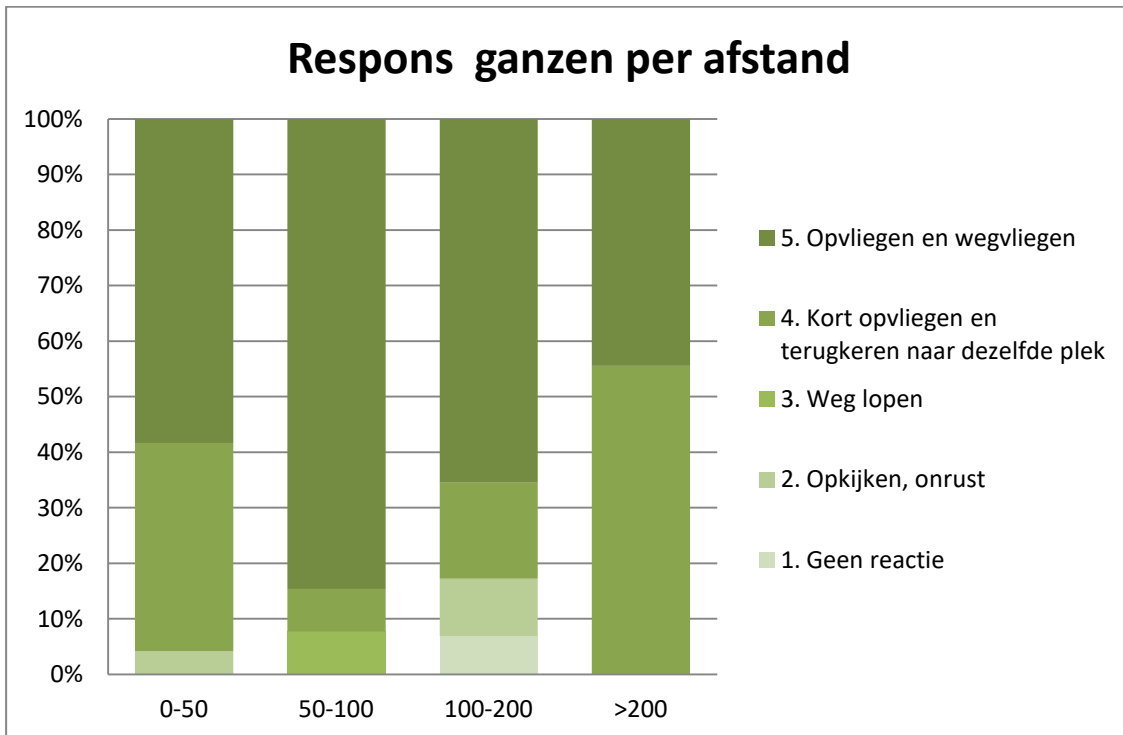
Figuur 2.3 geeft de responstijd van ganzen als functie van het weertype

Van alle ganzensoorten reageert de meerderheid (66%) binnen enkele seconden op de laser. 21% doet er 5-30 seconden over, 6% reageert binnen een minuut en zo'n 7% doet er langer dan een minuut over voor er een reactie is. De responstijd bij bewolkt weer lijkt sneller dan bij zonnig weer, maar dit is niet significant ($p=0,2289$; bijlage 2). Wanneer het helder of licht bewolkt weer ($n=32$) is, vliegt 57% binnen enkele seconden op. 31% doet er 5-30 seconden over. Wanneer het heilig, half bewolkt of zwaar bewolkt weer is, reageert 72% van de ganzen binnen enkele seconden.



Figuur 2.3 Responstijd ganzen op aanschijnen met handheldlaser bij verschillende weertypen

Figuur 2.4 geeft de vluchtrespons van ganzen als functie van de afstand tussen de onderzoeker en de aangeschienen ganzen. Er blijkt geen duidelijk verband te zijn tussen de afstand waarop de laser gebruikt wordt en de respons van de ganzen. Dit geldt voor alle weersomstandigheden.



Figuur 2.4 Respons van ganzen op aanschijnen met handheldlaser bij verschillende afstanden (in meters) tussen de onderzoeker en de vogels.

2.4 Discussie

De metingen die tijdens het onderzoek gedaan zijn komen overeen met eerdere bevindingen zoals beschreven in de literatuur (zie paragraaf 2.1). Dat ganzen bij zonnig weer minder sterk reageren dan bij bewolkt weer is toe te schrijven aan het feit dat het laserlicht bij zonnig weer minder goed zichtbaar is. Het gegeven dat ganzen bij zonnig weer niet altijd reageren kan invloed hebben op de effectiviteit van de laser om ganzenschade te voorkomen. Hierop wordt in hoofdstuk 5 nader ingegaan.

Tijdens het experiment werden de ganzen steeds maar één keer aangeschoten. De verwachting is wel dat ganzen die kort opvliegen (klasse 4) uiteindelijk definitief het perceel zullen verlaten (klasse 5) bij herhaaldelijke beschijning.

Er blijkt geen sterke relatie tussen de respons van ganzen en de afstand tot de onderzoeker. Daarbij wordt opgemerkt dat er geen experimenten zijn gedaan waarbij de onderzoeker verder van de vogels af was dan 300 meter omdat hij anders in onvoldoende mate kon zien in hoeverre de vogels adequaat werden aangeschoten. Het is de verwachting dat bij grotere afstanden er wel een afstandseffect kan zijn, omdat uiteindelijk ook de laserbundel steeds diffuser wordt.

2.5 Conclusie

De resultaten bevestigen de hypothese dat ganzen sterk reageren op de laserprikkel. Het grootste deel van de ganzen gaat op de wieken. Deze reactie vindt veelal binnen enkele seconden plaats. Weersomstandigheden hebben invloed op de respons. Bij zonnig weer is de respons minder sterk en blijven meer ganzen zitten op het perceel. Dat de laser minder goed werkt bij zonnig weer komt omdat de laserreflectie visueel minder goed zichtbaar is door het felle zonlicht. De afstand van de laser is voor zover het om afstanden tot 300 meter betreft minder van invloed op de respons. De verwachting is dat de invloed op de afstand bij grotere afstanden wel van invloed kan zijn, in ieder geval bij zonnig weer.

3 Directe kortstondige verjaging van overige vogelsoorten

Naast ganzen zijn er ook andere vogelsoorten die kunnen reageren op het laserlicht. Voor zover het gaat om soorten die schade veroorzaken is dat een gewenst neveneffect. Maar er zijn natuurlijk ook soorten die juist niet verjaagd moeten worden zoals weidevogels of groepen steltlopers die overwinteren (kieviten, goudplevieren, wulpen) of in het vroege voorjaar op doortrek zijn of net aankomen uit het broedgebied. Verjaging van deze vogels is een ongewenst neveneffect.

In dit hoofdstuk bespreken we de neveneffecten van de inzet van lasers op andere vogelsoorten. De verwachting/hypothese is dat ook andere soorten een sterke vluchtresponsie zullen hebben. Het onderzoek richt zich op de vraag of er veel verschillen zijn tussen vogelsoorten en of de responsies ook afhankelijk zijn van de weersomstandigheden en/of de afstand. Reacties van andere diersoorten (b.v. zoogdieren) zijn niet onderzocht.

3.1 Bestaande kennis op basis van literatuur

Uit de onderzoeken die tot op heden gedaan zijn naar de effectiviteit van lasers voor het weren van vogels blijken de resultaten per soort te verschillen. In de gevonden studies is de laser gebruikt voor het verjagen van de volgende vogelsoorten: rotsduiven (*Columba livia*), wilde eenden (*Anser platyrhynchos*), spreeuwen (*Sturnus vulgaris*), bruinkopkoevogels (*Molothrus ater*), meeuwachtigen (*Laridae*), geoorde aalscholwers (*Phalacrocorax auritus*) en Amerikaanse kraaien (*Corvus brachyrhynchos*).

Van de genoemde soorten was de reactie het sterkste bij wilde eend, geoorde aalscholwer, Amerikaanse kraai en verschillende meeuwachtigen. Bij de overige soorten zoals de spreeuw werd een veel minder sterk tot niet noemenswaardig effect gemeten. Verschillende van deze studies toonden aan dat schemer- en nachtactieve soorten gevoeliger zijn voor verjaging met behulp van lasertechniek. (Lustick, 1973; Blackwell *et al.* 2002; Glahn *et al.* 2001; Briot, 1996; Baxter *et al.* 2007; Gorenzel *et al.* 2010).

3.2 Onderzoeksaanpak

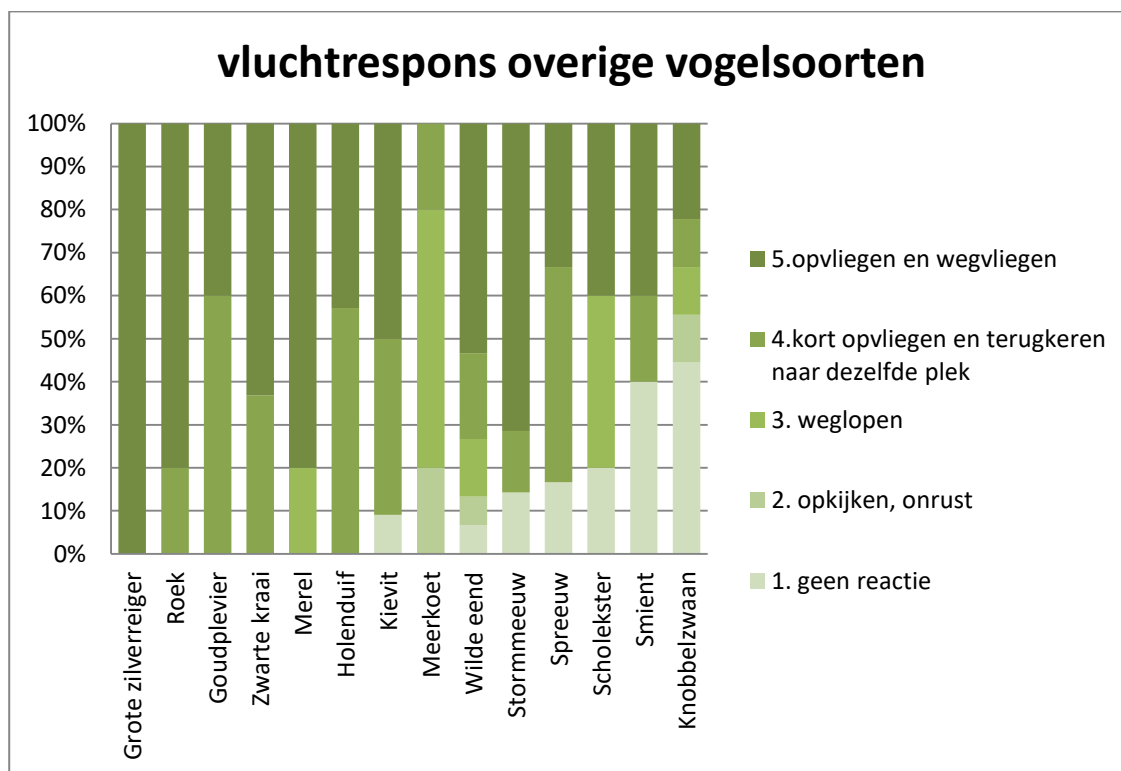
In het kader van dit project is onderzocht in hoeverre laserlicht gebruikt kan worden om ganzen en andere vogelsoorten te verjagen bij verschillende weersomstandigheden en bij verschillende afstanden. Daarbij zijn in de winterperiode gedurende 20 dagen ganzen (zie vorige hoofdstuk) en diverse andere vogelsoorten (dit hoofdstuk) met een handheldlaser 'aangeschoten'. Het aanschijnen is een procedure die er voor zorgt dat een vogel ruim de tijd heeft om het laserlicht te kunnen waarnemen en de kans minimaal is dat het licht ook in het oog van het dier zal schijnen. Bij het aanschijnen is de zelfde aanpak gevolgd als bij ganzen (zie paragraaf 2.2).

Bijgaand bespreken we de resultaten van dit onderzoek aan vogelsoorten anders dan ganzen. We hebben de analyse en de bespreking van de resultaten opgesplitst voor de groep van weidevogels en de groep van overige vogels. De weidevogels zijn separaat uitgewerkt omdat

weidevogels ook voorkomen in open graslanden, daar broeden en verjaging juist ongewenst is. In bijlage 1 is de lijst van vogels opgenomen die zijn *aangeschoten*.

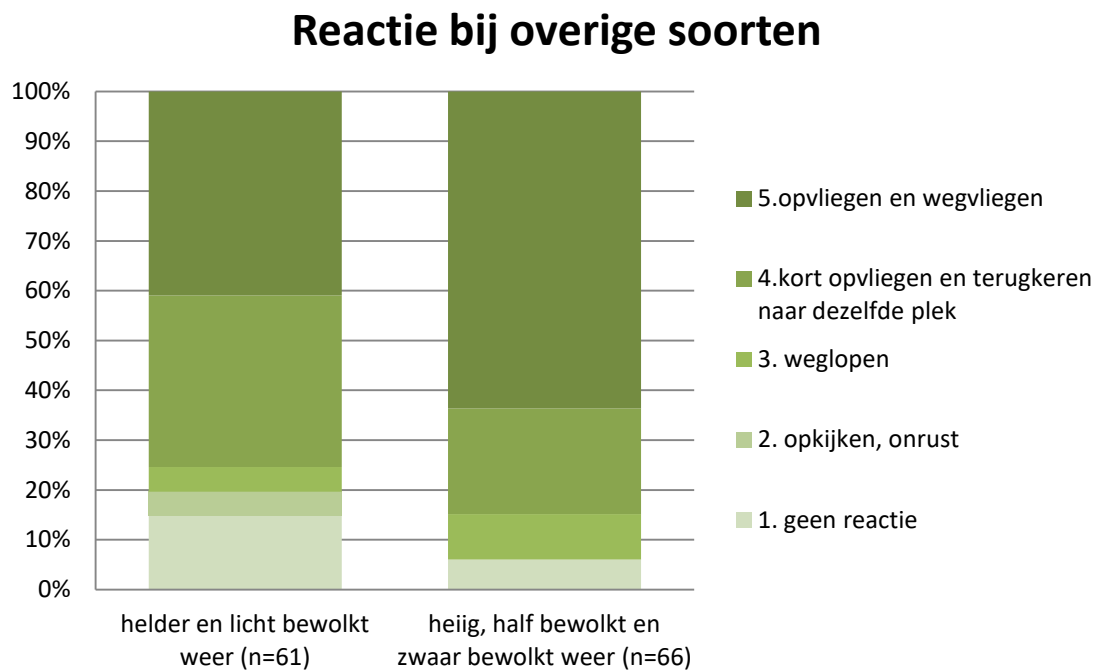
3.3 Resultaten overige vogels

In Figuur 3.1 is de vluchtrespons weergegeven van alle vogelsoorten, anders dan ganzen, die ieder tenminste 5 maal zijn aangeschoten. Bij deze soorten is in het algemeen een sterke vluchtrespons te zien. Alleen smienten en de knobbelzwaan vertonen een minder sterke respons. Van de knobbelzwaan is dit effect bekend en hangt samen energetische overwegingen (knobbelzwanen hebben een hoog lichaamsgewicht en daarom het kost daarom relatief veel energie om snel op te vliegen in respons op verstoring). Voor de smient is het mogelijk dat deze aan het slapen was tijdens de metingen (smienten foerageren ook in de schemering en 's nachts).



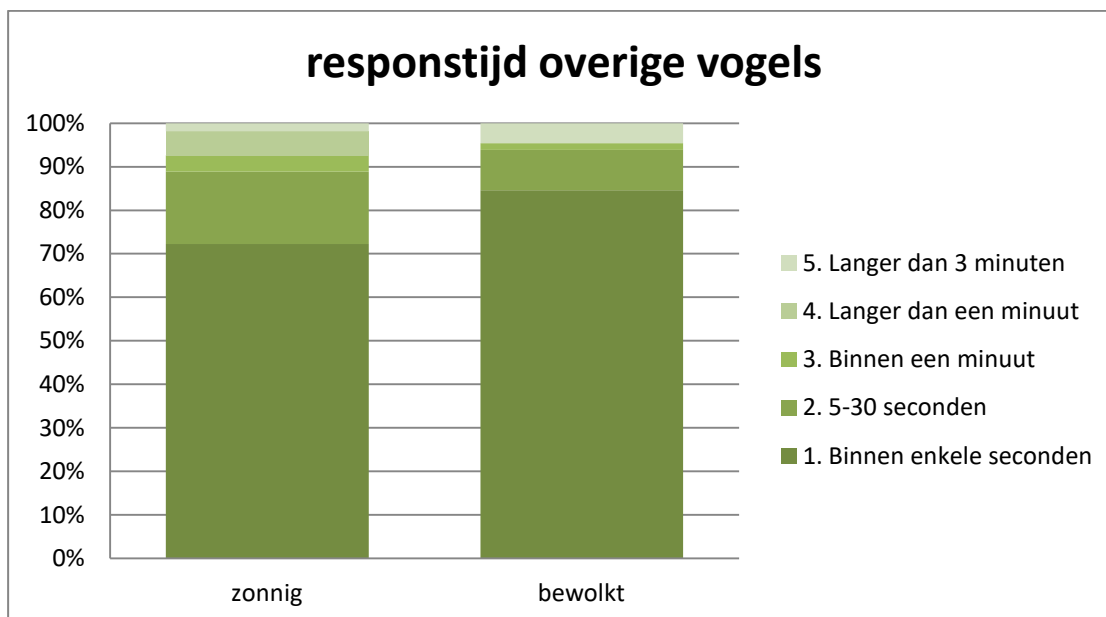
Figuur 3.1 Respons overige soorten op aanschijnen met handheldlaser (N per soort >5)

Figuur 3.2 geeft de vluchtrespons van overige vogelsoorten per weertype.



Figuur 3.2 Respons overige vogels op aanschijnen met handheldlaser per weertype

De respons van overige vogelsoorten is net als bij ganzen afhankelijk van het weertype. Bij bewolkt weer reageren weidevogels sterker dan bij zonnig weer. De responstijd van overige vogels is overwegend kort (binnen 5 seconden) en is net als bij ganzen afhankelijk van het weertype (Figuur 3.3). Bij bewolkt weer reageren meer overige vogels met een snelle reactie dan bij zonnig weer.

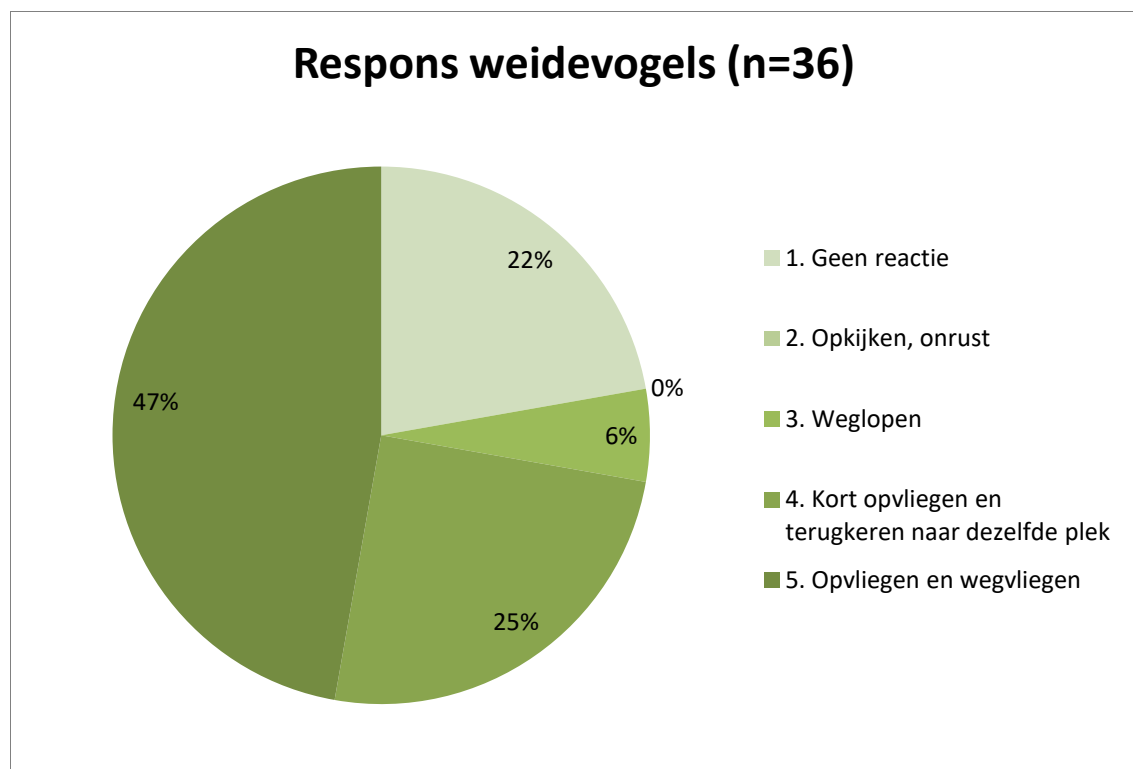


Figuur 3.3 Responstijd overige vogels op aanschijnen met handheldlaser per weertype

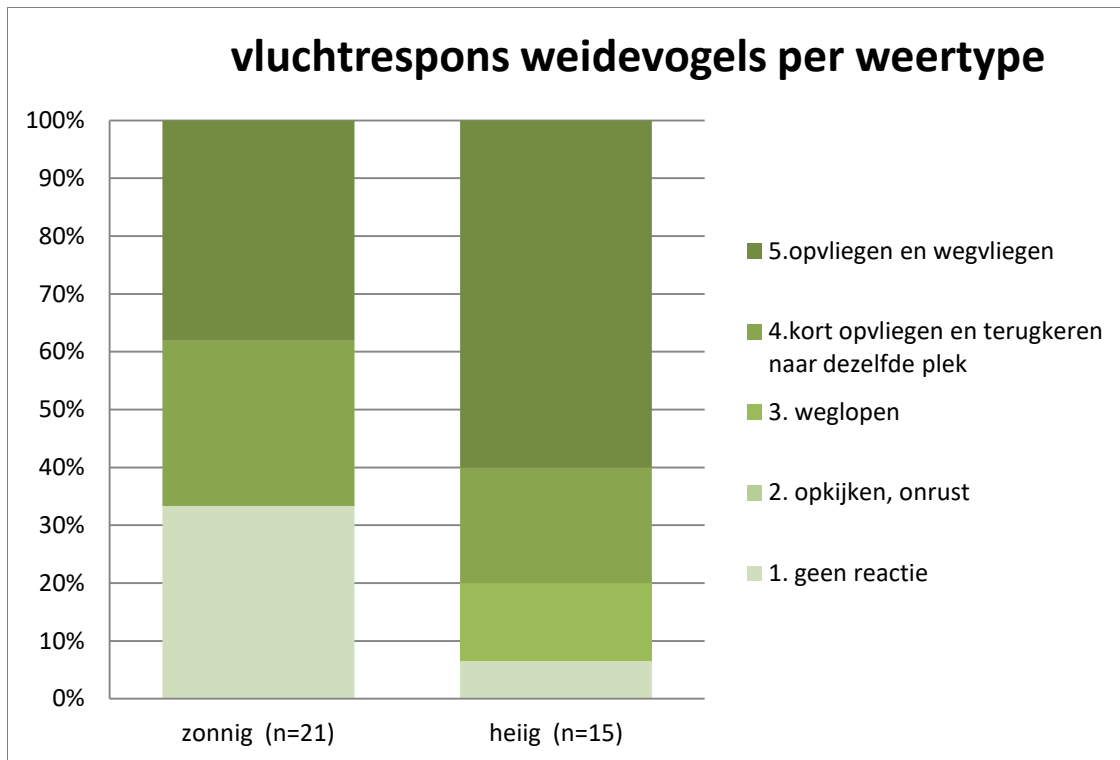
Ook bij overige vogels is sprake van een overwegend snelle respons binnen enkele seconden. Dit effect is ook weer weerafhankelijk. Bij bewolkt weer zijn er meer vogels die direct reageren. Er is geen relatie tussen de afstand tussen de onderzoeker en de overige vogels gemeten binnen de onderzochte afstand van maximaal 300 meter.

3.4 Resultaten weidevogels

In Figuur 3.4 is de vluchtrespons van weidevogels die zijn aangeschoten. Weidevogels vertonen net als ganzen een sterke vluchtrespons op laserlicht. In bijna driekwart van de gevallen van aanschijnen ging de weidevogel op de wieken. De respons van weidevogels is net als bij ganzen afhankelijk van het weertype (Figuur 3.5). Bij bewolkt weer reageren weidevogels sterker dan bij zonnig weer. Dit effect is niet significant ($p=0,163$, bijlage 2) als gevolg van het beperkter aantal metingen dat op de weidevogels is verricht.

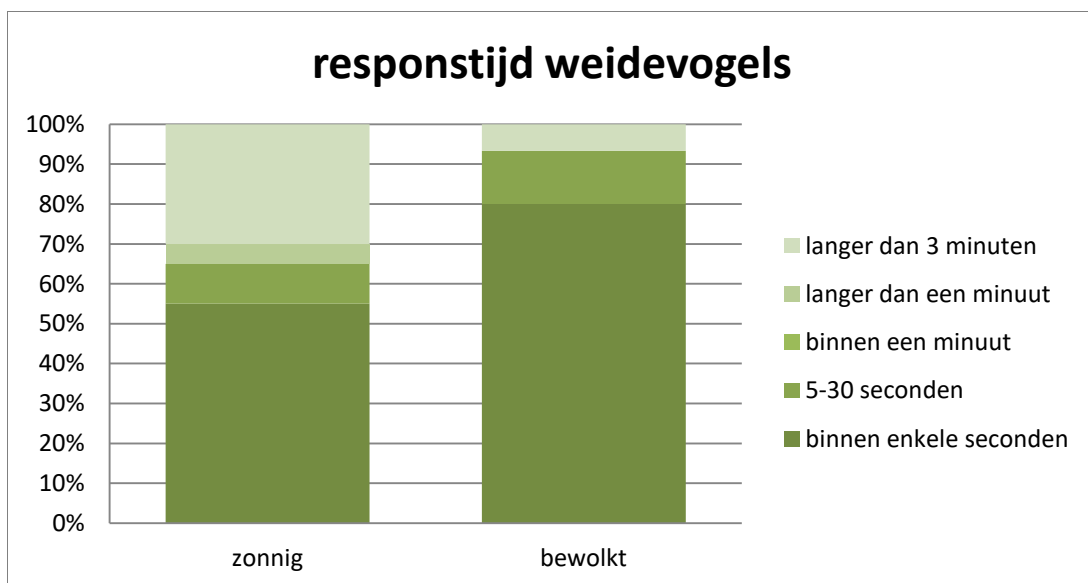


Figuur 3.4. Respons weidevogels (grutto (n=1), Kievit (n=22), scholekster (n=5), tureluur (n=4), en wulp (n=1)) op aanschijnen met handheldlaser



Figuur 3.5 Respons weidevogels (grutto (n=1), kievit (n=22), scholekster (n=5), tureluur (n=4), en wulp (n=1)) op aanschijnen met handheldlaser per weertype

De responstijd van weidevogels is overwegend kort (binnen 5 seconden) en is net als bij ganzen afhankelijk van het weertype (Figuur 3.6). Bij bewolkt weer reageren meer weidevogels met een snelle reactie dan bij zonnig weer.

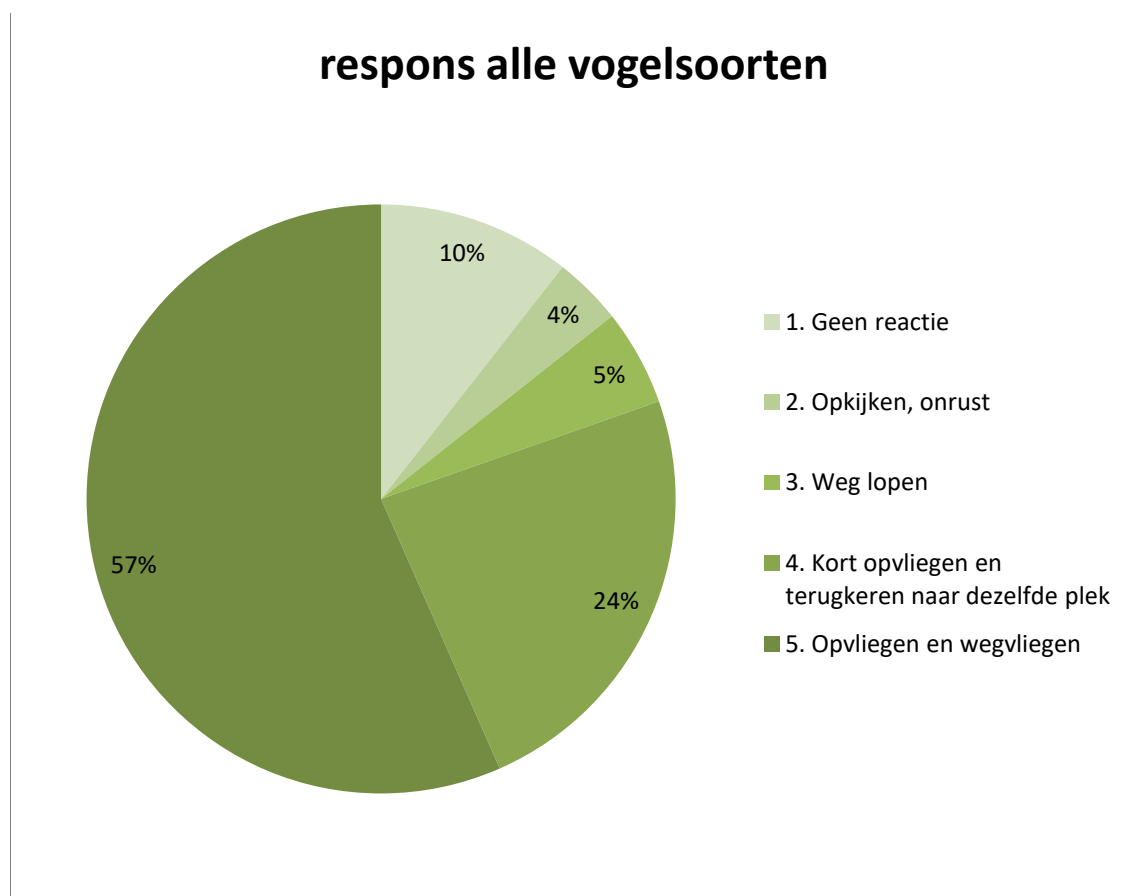


Figuur 3.6 Responstijd weidevogels (grutto (n=1), kievit (n=22), scholekster (n=5), tureluur (n=4), en wulp (n=1)) op aanschijnen met handheldlaser per weertype.

Er is geen relatie tussen de afstand tussen de onderzoeker en de weidevogels gemeten binnen de onderzochte afstand van maximaal 300 meter.

3.5 Alle vogels tezamen

Er is over de totaalgroep van alle vogels (ganzen en overige vogels) onderzocht of er een verband is tussen de gemeten respons, het weer en het gewicht van de vogelsoort. Dat blijkt zo te zijn ($p < 0,001$; bijlage 2). Uit de analyse blijkt dat alle soorten meer vluchtgedrag hebben bij bewolkt weer en dat relatief zware soorten (Knobbelzwaan) minder sterk reageren dan de vogels in de gewichtsklasse van 100 tot 4000 gram.



Figuur 3.7 Respons alle vogels op aanschijnen met handheldlaser.

3.6 Discussie

De metingen die tijdens het onderzoek gedaan zijn komen overeen met eerdere bevindingen volgens de literatuur (zie paragraaf 3.1). Ten aanzien van weidevogels zijn de effecten minder significant omdat uiteindelijk de steekproef minder groot is geweest. De weidevogels zijn moeilijker te vinden dan ganzen en daarnaast hebben de onderzoekers ook meegewogen om niet iedere weidevogel op iedere locatie aan te schijnen omdat er ook een verstorend effect van de laser uit kan gaan.

Het zou omwille van een voldoende grote steekproef nodig zijn om ook meer metingen te gaan doen aan de respons van de weidevogels om een statistisch verschil (of niet) te kunnen laten zien. Een dergelijke uitbreiding lijkt evenwel niet nodig; op basis van gewichtsklasse van weidevogels en de dan heersende weersomstandigheden is een standaard respons te verwachten op de laser, en de resultaten wijzen, hoewel niet significant, ook in die richting. De resultaten laten een duidelijke respons zien van weidevogels en alle andere vogelsoorten op het laserlicht in omstandigheden waarin de laser goed zichtbaar is.

3.7 Conclusies

Uit de responsies blijkt dat ganzen, weidevogels en alle andere vogelsoorten in de gewichtsklasse van 100 tot 4000 gram snel en direct reageren op het aanschijnen met laser licht, en een respons laten zien. Dit effect is bij bewolkt weer sterk en iets minder sterk bij zonnig weer. De afstand tussen de onderzoeker met de laser en de vogel is zolang deze afstand kleiner is dan 300 meter, niet van invloed op de respons. Bij grotere afstanden zou de afstand een effect kunnen gaan hebben omdat de sterkte van de visuele prikkel van het laserlicht afneemt met de afstand.

4 Gewenning van ganzen aan verjaging met laser

Ganzen zijn schrandere dieren. Eerder is al opgemerkt dat de effectiviteit bij veel verjagingmethoden geleidelijk aan is afgenomen doordat de ganzen gewenning vertoonden. Laserlicht vormt mogelijk echter een verstoringbron die minder gewenning kan geven omdat het laserlicht als onvoorspelbaar wordt ervaren door de dieren. Daarom is een toetsing van het optreden van gewenningseffecten een belangrijk onderdeel in deze studie. Gewenning kan zich op een aantal manieren uiten:

- Verandering in reactie op het laseren. Bijv. versneld of juist vertraagd opvliegen
- Verandering in verstoringafstand en vluchtafstand van ganzen door bijv. reeds op grotere afstand te reageren op verstoring en/of verder of minder ver te vliegen als gevolg van succesvolle verjaging.

Belangrijke onderzoeksparameter is de gedragsrespons van individuele ganzen die herhaald blootgesteld zijn aan dezelfde uniforme verstoring, in dit geval het laserlicht. Cruciaal in een gewenningsonderzoek zijn gedragsstudies aan individueel herkenbare dieren waarbij de resultaten van de studie kunnen worden gebruikt om een generieke respons van een populatie dieren af te leiden. Bij ganzen biedt zich daarom onderzoek aan geringde individuen aan zodat een individuele reactie vastgelegd kan worden en vanuit een steekproef van geringde dieren een generieke respons van de vogelsoort kan worden afgeleid.

In dit hoofdstuk beschrijven we de resultaten van het gewenningsonderzoek. Ondanks het feit dat ganzen relatief snel met gewenning reageren op verschillende herhaalde verstoringpatronen, is er voor het gebruik van laserlicht de verwachting / hypothese dat er geen gewenning optreedt omdat het zich voor ganzen en vogels in het algemeen op een volledig onvoorspelbare manier gedraagt.

4.1 Bestaande kennis over gewenning van ganzen in reactie op laserlicht

Ganzen vertonen een vluchtreactie op laserlicht (zie hoofdstuk 2). Er zijn in het algemeen in de literatuur veel voorbeelden dat ganzen gewenning vertonen bij gerichte en herhaalde verjagingsmaatregelen (zie voor overzichten Baxter 2010, Allan *et al.* 1995, Riddington *et al.* 1996, Madsen 1998, Béchet *et al.* 2004). Er zijn tot op heden maar weinig onderzoeken gedaan of deze gewenning ook aan de orde is bij laserlicht. In 2006 onderzochten Werner en Clark met een in-situ proefopstelling het gewenningseffect van een laser op de Canadese gans. Gedurende de vijf dagen dat de behandeling duurde, bleven de ganzen de door de laser beschenen plek vermijden. Kort na het stopzetten van de laserbehandeling keerden de ganzen echter wel weer terug naar de plek die zij tijdens de behandeling vermeden. Aanvullend testten de onderzoekers een paartje ganzen 20 dagen achtereenvolgens. Ook gedurende deze periode bleven de ganzen de laser vermijden wat erop duidt dat er geen gewenning lijkt op te treden.

De bevindingen van Werner en Clark liggen in lijn met de bevindingen uit eerdere onderzoeken waarbij de initiële reactie van de vogels op de laser sterk was en de vogels vermijdingsgedrag bleven vertonen gedurende de periode dat de laser scheen (Blackwell *et al.* 2002, Cepek *et al.* 2001). Bij alle onderzochte studies keerden de vogels echter na een dag tot enkele weken weer terug. Er lijkt geen verschil te zijn in de aantallen vogels die worden waargenomen voor de behandeling met de laser en na de behandeling met de laser (Blackwell *et al.* 2002; Sherman *et al.* 2004; Glahn *et al.* 2001; Baxter, A. 2007). Indien de vogels verjaagd werden

door de laser, streken ze in de meeste gevallen ook weer op een dichtbijgelegen plaats neer (Baxter 2007, Sherman *et al.* 2004).

De studies naar gewenningsgedrag van ganzen zijn echter schaars en de meeste studies beschrijven alleen het gedrag op relatief korte termijn. Voor een gedegen onderzoek naar gewenning is idealiter onderzoek nodig waarbij gekeken wordt naar verschil in reactie of reactietijd over een langere periode en meerdere seizoenen en jaren in een ex-situ situatie. Indien gewenning optreedt zou de reactietijd na verloop langer worden en/of zou de reactie (opvliegen, weglopen etc) minder moeten worden. In de praktijk is langlopend onderzoek aan gedragsresponsies van individuele dieren logistiek uitdagend en worden korter lopende studies gebruikt om uitspraken over gewenning te doen.

Belangrijke voorwaarde voor gewenning is dat de prikkel herhaald en met name ook voorspelbaar is (Riddington *et al.* 1996, Madsen 1998, Béchet *et al.* 2004). Voorspelbaarheid is bij de zowel de vaste laseropstelling als de handheld laser beperkt omdat het licht steeds random gedrag vertoont (vaste laser) of juist heel gericht op de ganzen wordt gericht (handheld). Niettemin is de verwachting dat gewenning, als het gaat optreden, eerder zal optreden bij een opstelling met een vaste laser dan bij een opstelling waarbij de vogels gericht met een handheld laser worden beschenen. Bij een vaste laseropstelling is er namelijk continu een visuele verjagingsprikkel aanwezig, waardoor de gevaarperceptie naar verwachting eerder zou afnemen dan bij een handheld laser met een stochastische prikkel. Ook is de laserstraal bij een vaste laser niet altijd direct gericht op de ganzen zelf, maar kan er ook op afstand langs gaan. Bij een handheld laser treedt de visuele prikkel alleen op bepaalde momenten op, waarbij een mens in de nabijheid is. Op deze manier kan de visuele prikkel ook worden gelinkt aan direct gevaar (de aanwezigheid van mensen). Ook wordt met de handheld laser veel gericht op ganzen geschoten en worden de ganzen soms een stukje achtervolgd bij het opvliegen. Dit versterkt mogelijk ook de perceptie van ganzen dat ze achtervolgd worden.

4.2 Aanpak gewenningsonderzoek

Belangrijke voorwaarde voor een gewenningsstudie is de mogelijkheid om individuele dieren over een bepaalde studieperiode te observeren en dus terug te vinden in grote groepen sociaal foeragerende ganzen. Dat is in Nederland mogelijk door het langlopende kleurringonderzoek aan ganzen. Voor Grauwe Ganzen wordt in Nederland een kleurringenschema van individueel herkenbare en op afstand met een telescoop afleesbare halsbanden (neck collars) onderhouden. Vrijwillige waarnemers lezen vervolgens deze ringen in het veld af en melden de aflezing aan het ringprogramma. Sovon onderhoudt in samenwerking met WEnR en het Vogeltrekstation de kleurringdatabase geese.org met de ringlocaties van de betreffende soorten en met alle waarnemingen van individuele ganzen.

Voor dit project is op basis van terugmeldingen van Grauwe Ganzen op graslandpercelen in het voorjaar een zoekgebied gedefinieerd (figuur 4.1) waarin de ringdichtheid relatief hoog is en daarmee de kans voor herhaalde observaties van individuele ganzen redelijk.

Binnen dit gebied zijn in het voorjaar 2017 (februari en maart) herhaalde veldbezoeken uitgevoerd waarbij groepen Grauwe Ganzen zijn onderzocht met als doel gekleurde individuen gericht te vinden en te verjagen met de handheld laser apparatuur. Hierbij zijn de volgende parameters geprotocolleerd:

- groeps grootte en dichtheden gekleurde individuen
- aflezingen kleurringen per groep

- afstand tot de laser bij beschijnen van individuele dieren (vluchtafstand)
- reactiesnelheid
- gedragsrespons
- afstand tot de locatie waarheen dieren vluchten in reactie op de laser.

Tevens zijn weerparameters geprotocolleerd en zijn observatiemomenten (half februari en begin maart 2017) geselecteerd waarin de weersomstandigheden onderling vergelijkbaar waren (geen felle zon, vergelijkbaar zicht).

Het protocol voorzag in een herhaalde beschijning van individueel gemarkeerde ganzen zowel binnen enkele uren (binnen een dag), op opeenvolgende dagen en over een periode van 10 dagen heen.



Figuur 4.1. Zoekgebied voor geringde Grauwe Ganzen in het gewenningsonderzoek

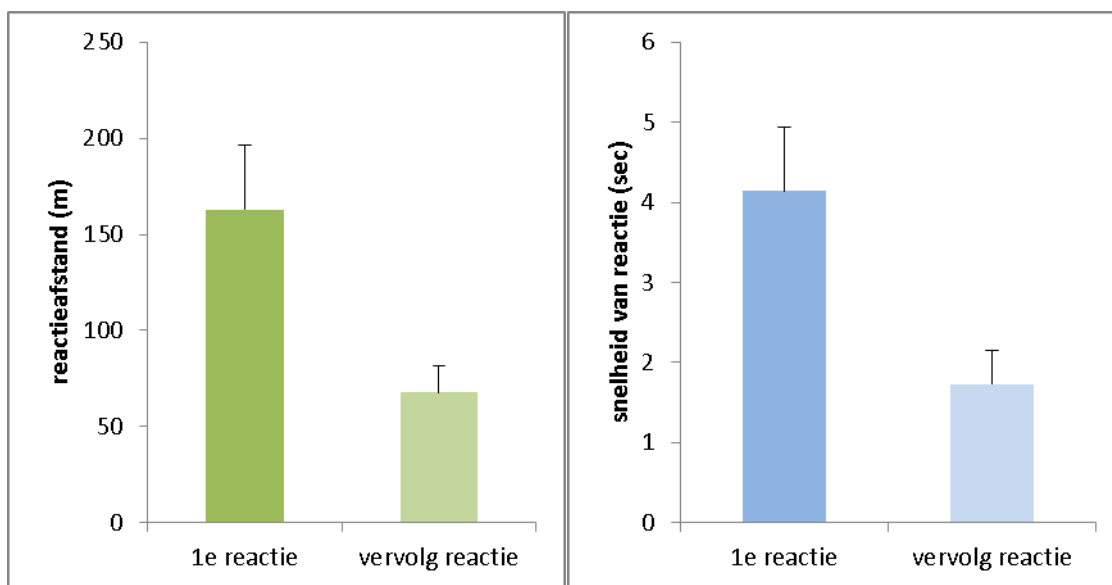
4.3 Resultaten gewenningsonderzoek

Actief aanschijnen geringde ganzen

De grootte van de groepen waarin focusdieren zaten varieert tussen de 650 en 35 dieren, gemiddeld 316 ($n=13$). Ringdichtheden bij Grauwe Ganzen zijn in het algemeen relatief laag, gemiddeld 1,3 % geringde dieren in de groepen waarmee deze proef is uitgevoerd ($n=13$), met een maximum score van 2,8% in een kleine groep van slechts 35 dieren. Dit is ook de reden waarom het lastig bleek om herhaalde aanschijningen door te voeren. De resultaten zijn gebaseerd op de beschijning van 7 individuen waarbij voor vier individuen over meerdere dagen data konden worden verzameld. Voor een enkel dier zijn 8 herhalingen gerealiseerd.

De gemiddelde afstand tussen laser en ganzen (vluchtafstand) was 101 m, met een minimum waarde van 20 m en een maximum van 250 m (Figuur 4.2). De groepsgrootte had geen invloed op de reactie van de dieren. In alle gevallen reageerden individuele dieren meteen op de

beschijning door de laser en vlogen op. De reactietijd was gemiddeld 2.9 seconden, met een maximum waarde van 8 seconden. Figuur 4.2. geeft een vergelijking van de primaire reactie (eerste confrontatie van individuele dieren met laserlicht) en vervolgreacties op dezelfde dag of de dag daarna. De kleine steekproef maakt dat de onderbouwing anekdotisch blijft, echter geven de vervolgreacties geen aanleiding tot de aanname dat van gewenning gesproken kan worden: dieren reageren bij herhaalde beschijning gemiddeld sneller en op kortere afstand op laserlicht. De resultaten uit deze proef zijn in lijn met de bevindingen in hoofdstuk 2. In 54% van de gevallen bleven de dieren na de succesvolle verjaging in de buurt en streken of op hetzelfde perceel of een buurperceel neer. Opvallend was dat alle vier dieren die over meerdere dagen konden worden gevolgd op hetzelfde perceel terugkeerden waar de dag daarvoor de verjaging door de laser plaats had gevonden.



Figuur 4.2: Vergelijking van de primaire reactie en vervolgreacties van individueel gemarkeerde ganzen op de handheld laser, links: reactieafstand (afstand van het dier tot de laser in m), rechts: reactiesnelheid (snelheid waarmee het dier een schrikreactie vertoont, gemeten in sec.), steekproefgrootte $N=7$ voor de primaire reacties en $N=11$ voor de vervolgreacties, weergegeven zijn gemiddelden en standaardfouten (mean + SE).

Observaties tijdens de langdurige proeven

Ook in de proeven met de vaste lasers is, voor zoverre mogelijk in de proefopzet, gelet op het optreden van gewenning door de ganzen. Hierbij is echter van belang dat de aanwezigheid van ganzen op de proefpercelen van de vaste lasers gemeten in de vorm van begrazingsdruk (aanwezigheid van ganzenkeutels in de transecten) nog geen uitsluitel geeft over gewenning omdat de begrazing op de percelen ook door steeds nieuwe ('naïeve') groepen ganzen kan worden uitgevoerd. Hierover geeft de proefopstelling geen uitsluitel.

Wel zijn tijdens het veldwerk op de percelen met vaste lasers incidenteel waarnemingen gedaan aan de gedragsrespons van aanwezige ganzen. Met name tijdens de zomerproef zijn herhaald waarnemingen gedaan van ganzen die op een perceel met een actieve laser aanwezig bleven. Dit gebeurde doorgaans in weersomstandigheden (zonnig weer) waarbij de laserstraal minder zichtbaar was, de dieren vluchten dan soms niet voor de groene punt van de laserstraal. Hier is waarschijnlijk niet sprake van gewenning maar van een moeilijk waar te nemen visuele verstoringssprinkel.

4.4 Discussie

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat er geen gewenning is gemeten gedurende de duur van het onderzoek. De dieren vertonen in alle gevallen van individuele verjaging door een handheld laser een onmiddellijke en duidelijke reactie: opvliegen binnen enkele seconden waarbij niet alleen partners maar ook de rest van de foeragerende groep wordt meegetrokken. Het afschrikkende effect van de incidentele beschijning met de handheld laser is echter van geringe duur: individuele dieren keren herhaald terug naar percelen waar zij eerder door de laser zijn verjaagd. In ruim 50% van de gevallen leidt de succesvolle verjaging van individuele dieren ook niet tot een vermijdingsreactie van het gebied want de ganzen strijken binnen een radius van enkele honderden meters weer in het gebied neer, vaak op een buurperceel. Deze resultaten bevestigen patronen die in de literatuur beschreven zijn (o.a. Baxter 2007).

Toch is het niet onmogelijk dat er op de langere termijn gewenning zal gaan ontstaan. Het is denkbaar dat er een verschil in de mate van gewenning gaat ontstaan tussen winter- en zomerganzen. De gewenningsproef is uitgevoerd in een voorjaars situatie (winterganzen). Zomerganzen kunnen wellicht eerder wennen aan lasers. Dat hangt samen met het feit dat de dan jonge dieren (uit broedpopulaties in Nederland) een minder sterke neofobische respons hebben op allerlei prikkels dan volwassen dieren. Dat zou dus ook kunnen gaan gelden voor kuikens in relatie tot laserlicht. Kuikens die voor het eerst op percelen gaan foerageren kunnen daarom de laser eerder als een natuurlijker fenomeen gaan beschouwen dan volwassen dieren. Op dit moment zijn er nog niet veel volwassen ganzen die als kuiken al te maken hebben gehad met laserlicht. Maar naarmate de lasers breder ingezet zullen gaan worden kan dit gaan veranderen. Het resultaat zou kunnen zijn – maar daarover bestaat geen zekerheid - dat een volwassen gans geen respons meer vertoont omdat die als kuiken al te maken heeft gehad met de prikkel van laserlicht zonder dat er sprake was van een daadwerkelijk negatief effect voor de ganzen anders dan hun eigen schrikreactie.

Parameters als individuele ervaring met jacht en verstoring, de dynamiek van groepen van verschillende grootte, de aantrekkelijkheid van het beschikbare voedsel evenals afstanden tot alternatieve foerageerlocaties, individuele kosten-baten afwegingen in relatie tot conditie en bovenal de individuele kennis van het gebied maken van een studie over gewenning van dieren een complex geheel (Riddington *et al.* 1996). Lage dichtheden van individueel herkenbare dieren (ringdichtheden) hebben tot het gevolg dat de verzamelde informatie over individuele responsen anekdotisch blijft. Des te belangrijker om te realiseren dat de resultaten zeer eenduidig zijn: er zijn geen aanwijzingen voor snelle individuele gewenning aan beschijning met handheld lasers, dit waarschijnlijk omdat de laserstraal een weliswaar herhaalde maar desalniettemin onvoorspelbare verstoringsbron vormt.

4.5 Conclusie

Er zijn voorsnog geen aanwijzingen dat ganzen gewenning vertonen – in onze proef laten de individuele ganzen ook bij herhaalde beschijning een snelle en duidelijke respons zien. De handheld laser is in onze proefopstelling ook bij herhaalde inzet op individuele ganzen een effectief verjaagmiddel. Echter, het valt ook op dat de afschrikkende werking beperkt is: de ganzen keren terug naar dezelfde percelen of vluchten naar direct aangrenzende percelen.

Ondanks de duidelijke reactie die ganzen ook herhaald vertonen op de beschijning door de laser zorgt dit niet voor het ganzenvrij houden van het gebied. De dieren hebben de neiging om terug te keren naar de eerder beschenen percelen en blijven in het gebied. Deze preferenties voor foerageergebieden hebben zeer waarschijnlijk te maken met het beschikbare voedselaanbod (biomassa en kwaliteit) en met gedragsmatige aspecten zoals de aanwezigheid van foeragerende groepsgenoten in de buurt, ganzen zijn immers sociale dieren die in grote groepen foerageren. Op basis van de huidige proef kunnen we geen uitspraak doen over een mogelijke onderscheid in gedrag van zomer- en winterganzen. Winterganzen vertonen wellicht minder kans op gewenning omdat ze uit het Arctische gebied komen waar zij geen ervaring met laserlicht hebben gemaakt maar waar de jachtdruk hoger is dan in de Nederlandse wintergebieden.

5 Blijvende verjaging ganzen

In dit hoofdstuk bespreken we in hoeverre de lasers gebruikt kunnen worden om ganzen langdurig (gedurende meerdere maanden) te verjagen zodat een oogst volledig gevrijwaard kan blijven van ganzenvraat en of betredingschade.

5.1 Bestaande kennis op basis van literatuur

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat er nog maar weinig onderzoek gedaan naar de lange termijn effecten van de laser op ganzen en andere diersoorten. Cepek *et al.* (2001) onderzochten op het Lake Galena in de Amerikaanse staat Pennsylvania een wat langduriger effect van deze lasertechniek op Canadese ganzen met een vaste winterrustplek. Vier opeenvolgende nachten verjoegen zij de ganzen met behulp van de laser. Dit resulteerde in een geleidelijke afname van 18.000 naar 1600 individuen. Zes en zeven dagen na aanvang was slechts 18% van de originele populatie nog aanwezig. Ook in de Amerikaanse staat Ohio werd begin 2004 een uitgebreide studie naar het effect van lasertechniek gedaan met behulp van gezenderde dieren. Er werd een sterk initieel effect van de laser op het gedrag van de ganzen gemeten: tot 93% van alle ganzen verliet hun verblijfplaats. Het effect was echter van korte duur in die zin dat na het stopzetten van de laser de ganzen al weer snel terugkwamen. Twee weken na de behandeling bleek er al geen significante daling in het aantal dieren te zijn ten opzichte van de uitgangssituatie. Vrijwel alle vogels streken na verjaging binnen een straal van 2 kilometer neer. Aanvullend waardevolle informatie uit dit project was dat daglichtsterkte (in donkerder omstandigheden hogere effectiviteit), grootte van het beschenen wateroppervlak en mate van verstoring door mensen de belangrijkste invloedsfactoren waren (Sherman *et al.* 2004).

Onderzoek naar andere vogelsoorten zoals de geoorde aalscholver en de kraai laten ook zien dat de laser deze soorten weliswaar verjaagt, maar dat dit effect alleen stand houdt als de laser geregeld aan blijft staan. (Glahn *et al.* 2001, Gorenzel, 2010). Van de aalscholvers verliet 90% van de vogels hun slaapplaats, maar keerden bijna allen ook weer terug, Ook van de kraaien verliet tot 100% de slaapplaats, maar keerden dezelfde nacht ook weer terug. Voor meeuwachten wees een studie uit dat de laser een sterk effect had op de verjaging van deze vogels maar niet kon voorkomen dat meeuwen de volgende dag weer terugkeerden (Baxter, 2007). De laser had overdag geen effect op de meeuwen, maar in de schemer wel.

5.2 De onderzoeksofzet

Met een langdurend experiment is gekeken naar de effectiviteit van de verschillende lasertechnieken op perceelsniveau, per seizoen, per gewas en per regio. We vergeleken 1: *before*, *during* en *after* responsen, 2: responsverschillen tussen gelaserde percelen en de omliggende percelen, 3: de verschillen tussen de referentiemetingen en impactmetingen, 4. de verschillen tussen de handheld laser en de vaste laser, 5 de invloed van andere externe factoren zoals ligging ten opzichte van slaapplaatsen, en 6 zomer en winterverschillen in responsen.

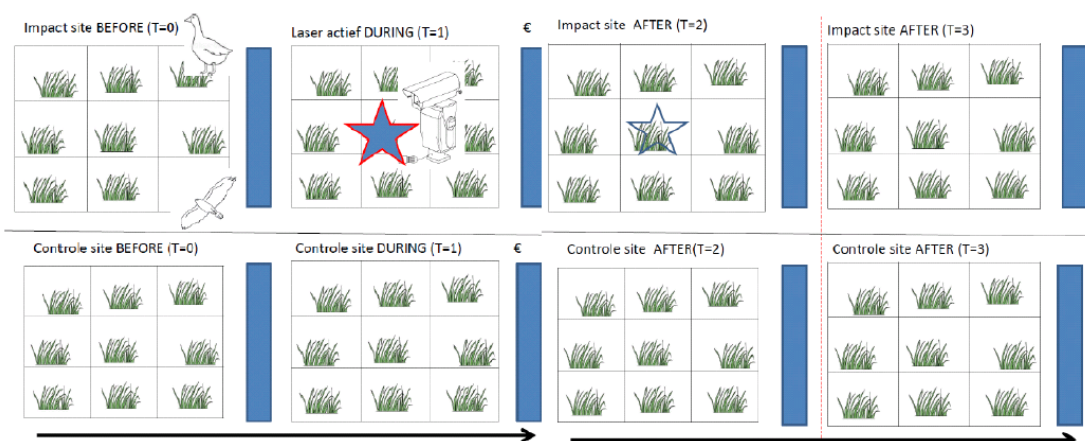
We onderscheiden twee seizoenen (winter en zomer) en twee typen lasers (vast en handheld). De lasers werden geleverd door de twee voor de Nederlandse markt bekende leveranciers van lasers. De vermogens van de laser varieerden in sterkte van 21 mW tot 100 mW voor de handheldlasers en 100 tot 500 mW voor de vaste lasers.

Om tot een goede paarsgewijze vergelijking tussen de te laseren locatie en de referentielocatie te komen hebben we de paarsgewijze locaties zo geselecteerd dat ze sterk op elkaar lijken wat betreft:

- de aanwezigheid van ganzen en andere broedvogels in het gebied in het verleden (inbreng uit Sovon meetnetten en database)
- de schadegeschiedenis (inbreng vanuit BIJ12-Faunafonds)
- de geschiedenis en praktijk ten aanzien van het bestrijden van ganzen (informatie vanuit landbouw /grondeigenaren)
- de aanwezigheid van ganzenversturende elementen (uit eigen veldobservaties)
- de afstand ten opzichte van slaapplekken van ganzen (uit Sovon database)
- andere factoren zoals nabijheid natuurgebieden en stedelijk gebied

BACI Design

Het experiment om de effecten op wat langere termijn te onderzoeken, is opgezet volgens het principe van BACI (Before, After, Control en Impact). In ieder onderzoeksgebied zijn twee experimentele locaties gekozen die in alle opzichten op elkaar lijken. In de ene locatie werd gelaserd (impact) en de andere locatie, de referentielocatie werd niet gelaserd (controle). De impactlocatie bestaat uit een perceel waarop gelaserd werd met daaromheen een aantal aangrenzende percelen waar niet gelaserd werd. Deze omliggende percelen zijn globaal ook onderzocht omdat het denkbaar is dat ganzen na verjaging van het te laseren perceel juist hier gaan zitten en de omliggende percelen hierdoor meer schade krijgen. De referentielocatie bestond uit meerdere percelen waarbij op geen van de percelen gelaserd werd maar die verder in alle opzichten lijken op de impactgebieden. In onderstaand figuur is de onderzoeksopzet van grafisch weergegeven.



Figuur 5.1 : Schematische weergave van het design van experiment C.

De metingen werden vooraf, gedurende en na afloop van het experiment uitgevoerd.

- Before: Bij de start van het experiment
- During: Omdat de respons van de vogels op de laser zeer direct is waar te nemen is er ook gedurende de looptijd van het twee maanden durende experiment tussentijds het effect gemeten van het laseren van de percelen.
- After: Aan het einde van het experiment.

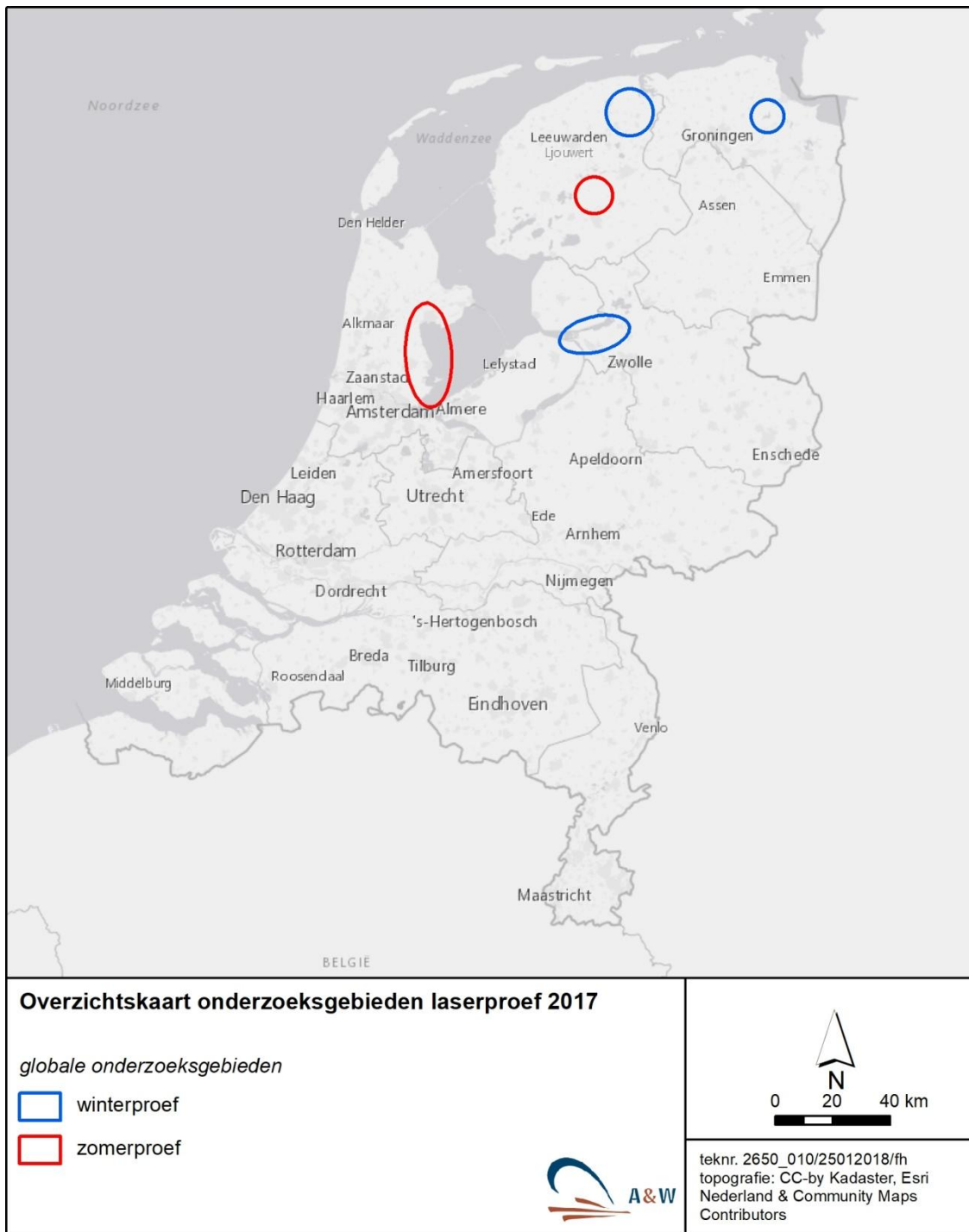
Het oorspronkelijke idee was om 12 impactgebieden te gebruiken met vaste lasers en daar 12 controlelocaties tegenover te zetten. Vanuit de leveranciers van de vogelwerende laser bezien was het echter ook interessant om het verschil tussen de vaste en de handheld lasers en het verschil tussen de lasers van beide leveranciers te onderzoeken. Uiteindelijk is er met de winterproef voor gekozen om op 12 locaties vaste lasers te gebruiken (6 van elke leverancier), op 4 locaties handheld lasers (2 van elke leverancier) en 8 gebieden ter controle waar niet gelaserd werd. Door deze onderlinge variatie is er wel op voorhand sprake van een statistisch risico doordat de gebieden onderling moeilijker met elkaar te vergelijken zijn, er niet evenveel controlegebieden als impactgebieden zijn en de steekproefgrootte afneemt. Daarom is er voor de zomerproef voor gekozen om alleen met 12 vaste laseropstellingen te werken (6 van elke leverancier) en daar 12 controlegebieden tegenover te zetten.

Alle gebieden (impact en controle) waren even groot: 20 ha. De vaste lasers stonden zo ingesteld dat ze 20 ha beschenen. De lasers schenen van een uur voor zonsopkomst tot een uur na zonsondergang. De laser maakte daarbij bewegingen over het grasperceel en het duurt 10-20 minuten om het hele perceel te laseren. Daarna begon de laser weer met een nieuwe ronde. De handheld lasers werden ook toegepast op 20 hectare, De boer kwam 2 keer per dag langs om te zien of vogels op het perceel zaten en zo dit het geval was deze vogels gericht weg te jagen. 'S Nachts stonden de lasers uit.

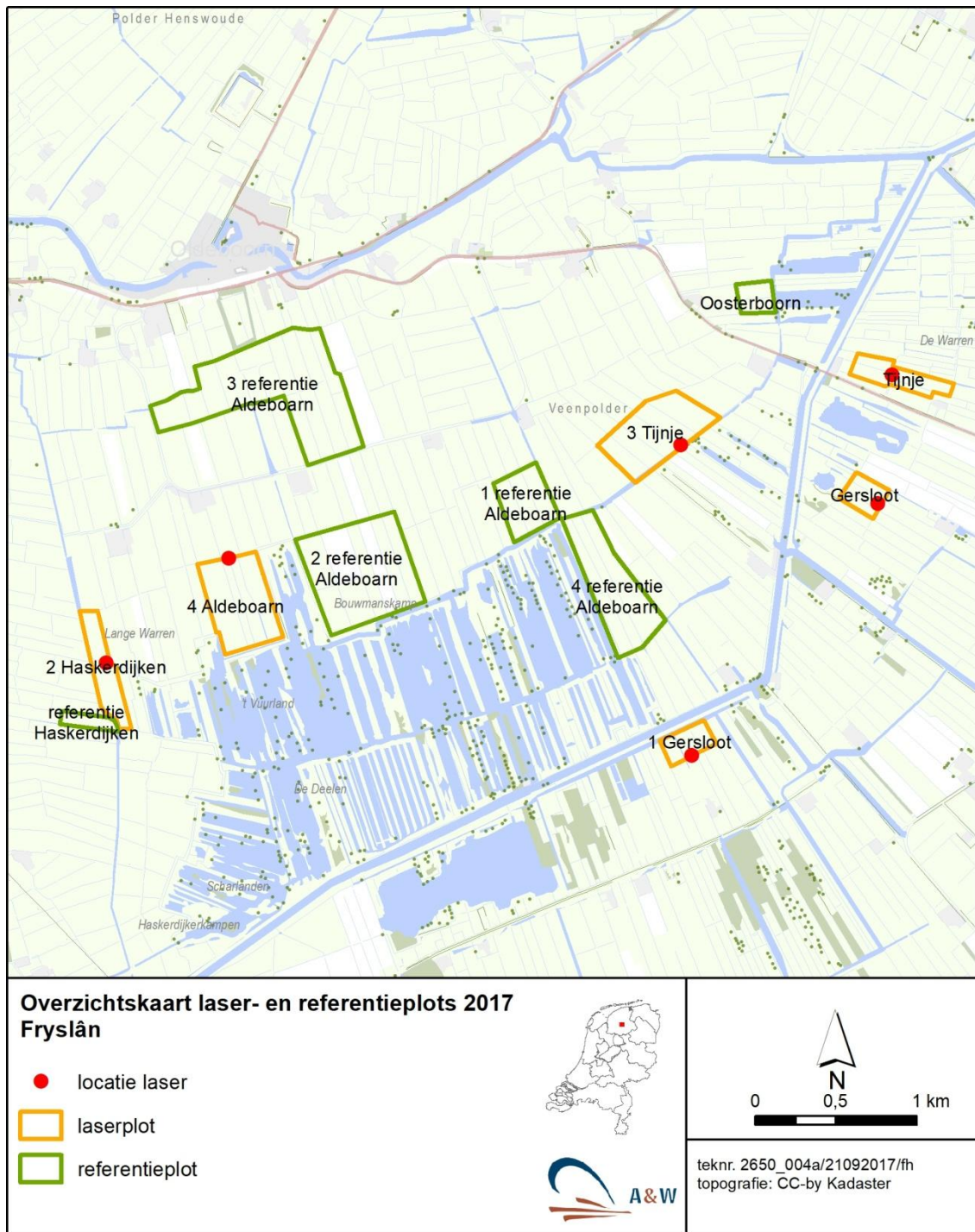
De proef werd uitgevoerd in de zomer en in de winter en duurde steeds 2,5 maanden. In de zomer waren er 12 locaties met een vaste laser en 12 locaties zonder laser (referentielocaties).

Tabel 5.1 uitwerking winterproef en zomerproef in deelgebieden en behandeling.

Proef	Gebied	Vaste lasers	Handheldlasers	Referenties
Winterproef	Noord-Oost Fryslân	4	2	2
	Groningen rond Schildmeer	4		3
	Overijssel bij Kapmpereiland	4	2	3
Zomerproef	Fryslân Rond Deelen	6		6
	Noord Holland (ZO)	6		6



Figuur 5.2a. Ligging onderzoeksgebieden winter en zomerproef.



Figuur 5.2b: Voorbeeld van de ligging van onderzoeksplots zomerexperiment in Fryslân.

De instelling van de laser

De laser was ingesteld om gedurende de hele dag een perceel ter grootte van 20 ha te beschijnen. Gedurende het project waren alle andere verjagingsmethoden op en rondom de percelen van de proef en de referentielocaties opgeschort, zodat duidelijk was dat de verjaging aan het gebruik van de laser kon worden toegeschreven. In de winter waren er 12 locaties met een vaste laser, 4 locaties waar een handheld laser tweemaal daags werd ingezet en 8 locaties zonder laser (referentie).

Effectenindicatoren

Bij het bepalen van het effect is gekeken naar de volgende effectenindicatoren.

- De begrazingsdruk door de ganzen
- Graslengte
- De aanwezigheid en dichtheid van ganzen en andere vogels
- De schade volgens taxatie

Deze indicatoren en de wijze van monitoring worden hieronder kort toegelicht.

Meting begrazingsdruk

Om de begrazingsdruk van ganzen van de percelen te meten hebben we gebruik gemaakt van keuteltellingen. Ganzen laten met zeer regelmatige intervallen (om de paar minuten) een keutel vallen. Door regelmatig keutels in een vast oppervlak te tellen, en te verwijderen, wordt per tijdsinterval een objectieve maat verkregen van begrazingsdruk, uit te drukken in het aantal keutels per vierkante meter. Aan de hand van de systematisch verzamelde keutels kunnen robuuste statistische vergelijkingen worden gemaakt van veranderingen in de tijd of verschillen in ganzenbenutting in de ruimte (Owen 1971, Ydenberg & Prins 1981, van der Graaf *et al.* 2002, Bos *et al.* 2004) (Bédard & Gauthier 1986, Bos *et al.* 2008).

Er is in dit onderzoek gemeten in plots in raaien. Plots zijn cirkelvormige keuteltel-vlakjes (plots) van 4m². De plots zijn gelegen in een raai vanaf de laser over een lengte van 500 meter tot twee kilometer (afhankelijk van de veldsituatie). Er zijn 15 plots per raai gemaakt in drie geclusterde groepjes, per 5 plots. De hoeveelheid keutels in elke plot zijn één keer per 7-10 dagen geteld en verwijderd. Aangezien het experiment twee maanden duurde, waren er 8 meetrondes. Per meetronde zijn alle 24 locaties bezocht. Samenvattend zijn in totaal gedurende twee seizoenen op 24 meetlocaties gedurende 8 meetrondes steeds op iedere locatie 15 plots gemeten.

Meting graslengte

De invloed van de begrazing op het gewas is bepaald door in alle plots ook de graslengte te meten. Hierbij is gebruik gemaakt van een grashoogtemeter (een polystyreen schijf van 50 cm en een gewicht van 320 gramtype). Dit is een goede benadering voor de meting van de beschikbare biomassa en structuur van de grasmat. De aanpak is zeer geschikt om snel relatieve verschillen tussen percelen en proeflocaties te meten. Er is globaal vastgelegd welke grassoorten domineren.

De ganzendichtheid

Voordat het experiment werd uitgevoerd, is er een inventarisatie gedaan van de aanwezige soorten in de betreffende percelen. Dit is gedaan aan de hand van tellingen volgens de reguliere Sovon watervogeltelmethode. Het is bekend dat vogeltellingen sterk kunnen fluctueren in tijd en ruimte. Dit speelt ook bij ganzen. Daarom zien we de meting van ganzentellingen als additioneel op de keuteltellingen.

Op een selectie van de experimenten (n=5) zijn veldcomputers of veldcameravallen geïnstalleerd die uitgerust zijn met 8MB camera's waarmee het mogelijk is om op afstand foto's te nemen en te verzenden op remote in te stellen momenten. Met de veldcomputers is gedurende de loop van het onderzoek iedere ochtend één foto genomen in de prille ochtend voordat het laseren begon en één foto nadat het perceel eenmaal geheel gelaserd is. Aan de hand van de beelden is te zien in hoeverre ganzen iedere keer in de ochtend weer terugkomen en in hoeverre de reactie van de aanwezige ganzen op de laser gelijk blijft gedurende de duur

van het experiment. Met deze methodiek is het mogelijk de gedragsmatige reactie van de ganzen op een zeer gestandaardiseerde manier vast te leggen.

De schadetaxatie

De schadetaxaties zijn uitgevoerd door erkende taxateurs. Deze zijn door BIJ12-Faunafonds ingeschakeld. Taxaties zijn zowel voor de start als na afloop van het experiment op alle 24 locaties uitgevoerd.

Statistische analyses

De resultaten zijn statistisch geanalyseerd. Bij de statistische analyse is als hoofdvraag gekeken of er minder ganzenkeutels zijn gevonden op de belaserde percelen ten opzichte van de referentiepercelen. De resultaten worden gegeven per regio en er is gekeken naar de afstand van de laser tot de plots en mogelijke interacties hiertussen. De analyses zijn aan de hand van de volgende stappen uitgevoerd:

1. Keuze kansverdeling van de data: de dataset bestaat uit tellingen met veel nullen. Een keuze maken tussen meerdere mogelijke modellen kan gebeuren aan de hand van een zogeheten criterium. Bekende criteria die hiervoor gebruikt worden, is het Akaike InformatieCriterium (AIC). Het AIC is een maat om te bepalen hoe goed een statistisch model van toepassing is. Hoe lager de AIC, hoe beter het model past. Op basis van de AIC is getest welke kansverdeling het beste bij de data past. Poission-, negatief binomiaal- en zero-inflated verdelingen zijn getest. Zero-inflated geeft de beste fit op basis van AIC.
2. Keuze random factoren: er zijn een aantal factoren die niet direct van belang zijn voor de hypothese of het aantal ganzenkeutels wordt beïnvloed door de laser, maar die wel een deel van de variatie in de data kunnen verklaren en daarmee het model kunnen verbeteren. Random factors zijn o.a. plot, boer en meetronde. Voor zover bekend kunnen deze factoren alleen niet in zero-inflated modellen worden opgenomen en ze zijn voor nu buitenbeschouwing gelaten. (Er zijn overigens natuurlijk ook nog meer factoren die getest kunnen worden zoals ligging en vorm van percelen etc)
3. Modelselectie met significante verklarende factoren: om tot het uiteindelijke model te komen worden niet significante effecten uit het model verwijderd (tenzij ze onderdeel zijn van een significante interactie).

De statistische analyse is uitgevoerd in de eenheid ganzenkeutels per km² omdat de gebruikte statistische modellen minder geschikt zijn voor meetwaarden <1.

Enquêtes

Deelnemers aan de proef werden na afronding van de proef bevraagd om ook hun observaties en ervaringen in te winnen.

Troubleshooting

Tijdens de uitvoering van de proef bleken er een aantal praktische onvoorziene problemen te zijn. Wij noemen hier de belangrijkste.

Het bleek lastiger om voldoende deelnemers te vinden. Aanvankelijk was het de bedoeling om random te kiezen uit een selectie van 24 locaties waar de lasers zouden komen te staan en waar de referentieplots zouden komen te liggen. In de praktijk zijn er uiteindelijk twaalf deelnemers per seizoen gevonden die bereid waren een vaste laser te hebben op hun grond. Daarmee was niet langer sprake van een random keuze van de locaties. Ook de keuze van de referentielocaties heeft niet random plaatsgevonden omdat het lastig was om geschikte lokaties te vinden in de buurt van de locaties met de laseropstellingen.

De meetreeksen zouden gedurende 2 tot 2,5 maanden continu worden uitgevoerd. Echter in een aantal gevallen is de laser gestopt of is door omstanders uitgezet omdat deze volgens de betrokkenen niet goed afgesteld stonden. Hierdoor is er aan ganzen de gelegenheid geboden om ongehinderd op de laserpercelen te kunnen foerageren. In een geval is dit ook daadwerkelijk in het veld waargenomen.

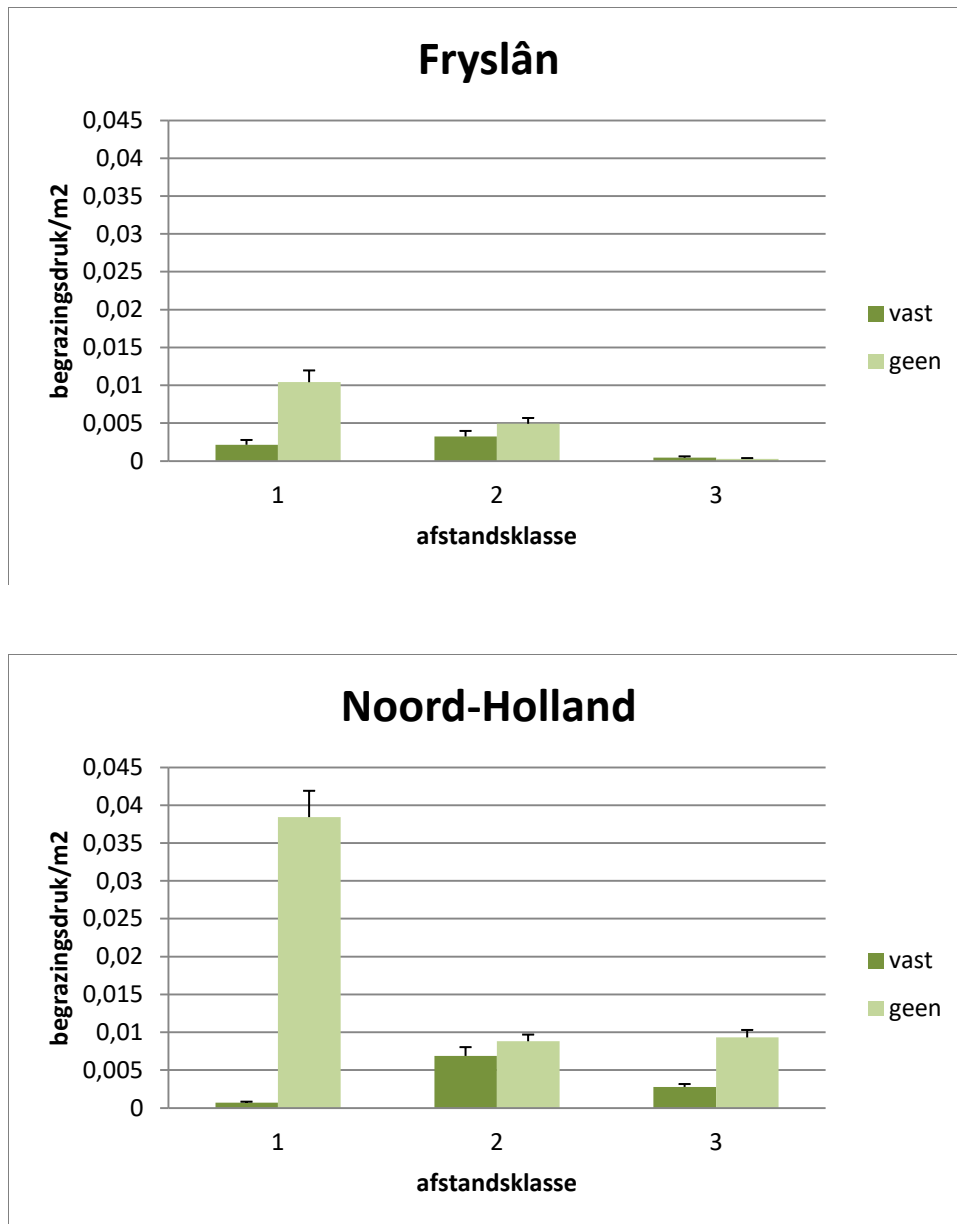
Tijdens de proef is er op onverwachte momenten bemest en gemaaid. Hierdoor is de meetinrichting van de ganzenkeuteltellingen vernietigd en moest de meetreeks weer opnieuw worden opgezet. Hierdoor zijn tussentijds gaten in de meetreeksen ontstaan. In de wintermaanden is dit pas vanaf maart aan de orde geweest. In de zomermaanden is maaien een standaard onderdeel van het werkproces en vindt gemiddeld eens in de vier tot vijf weken plaats. In de zomermaanden is daarom gewerkt met een cyclus tellend vanaf de maaidatum. Op een perceel zijn meerdere cycli doorlopen.

Bij de winterproef is op verzoek van de opdrachtgever besloten om naast vaste laseropstellingen ook de handheldlaser te testen. Met het toch al beperkt aantal beschikbare referentieplots leidde deze uitbreiding tot een te geringe spreiding van de metingen. Juist in geval van grote natuurlijke variatie is het verstandig om voldoende referentieplots te hebben. Daarom is er voor gekozen om tijdens de zomerproef alleen de vaste laser te testen en het aantal referentieplots op twaalf te houden.

5.3 Resultaten

Ganzenkeuteldichtheden zomerproef

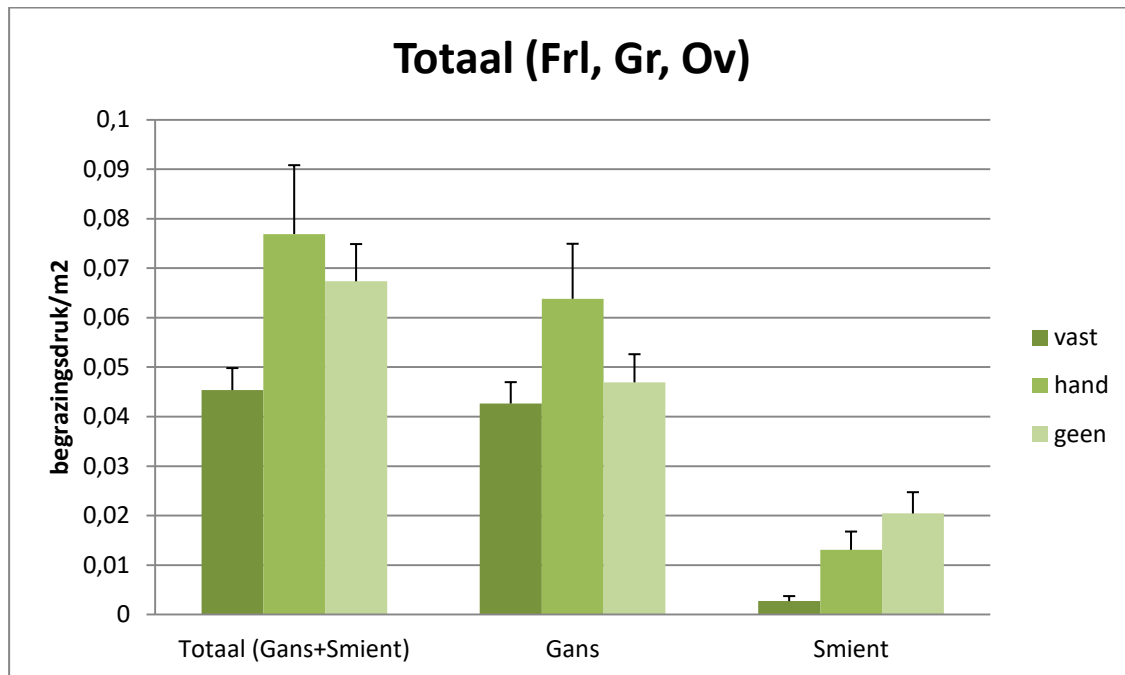
De ganzenkeuteldichtheid tijdens de zomerproef bedroeg 0,0026 keutels per m² per dag op de gelaserde plots en 0,011 keutels per m² per dag op de referentiepercelen. Onderstaande figuur geeft de gemiddelde aantal ganzenkeutels per m² per dag als functie van de behandeling met laser (ja/nee) het gebied (FRI/NH) en de afstand tot de laser (1, dichtbij, 2, midden, 3, verder af). Bijlage 2 geeft een uitgebreid overzicht van de resultaten van de statistische toetsing. Uit de statistische analyse blijkt dat het aantal ganzenkeutels op belaserde percelen significant lager is ten opzichte van de referentiepercelen ($p=0,022$; bijlage 2). Daarnaast is er ook een significante interactie tussen laser, afstand en gebied ($p<0,01$; bijlage 2). In Friesland neemt het laser effect af met afstand.



Figuur 5.3. Gemiddelde aantal ganzenkeutels per m² per dag per gebied. 1 is plots dichtbij laser, 2, plots verder van laser en 3 plots het meest ver van de laser af.

Ganzenkeuteldichtheden winterproef

Onderstaande figuur geeft het gemiddelde aantal ganzen en smientenkeutels per m² per dag als functie van de behandeling met (vaste laser of geen laser) voor alle drie de gebieden tezamen. De totale keuteldichtheid tijdens de winterproef bedraagt 0,045 keutels per m² per dag op de met een vaste laser gelaserde plots, 0,075 keutels per m² per dag op de met een handeld gelaserde plots en 0,068 keutels per m² per dag op de referentiepercelen.

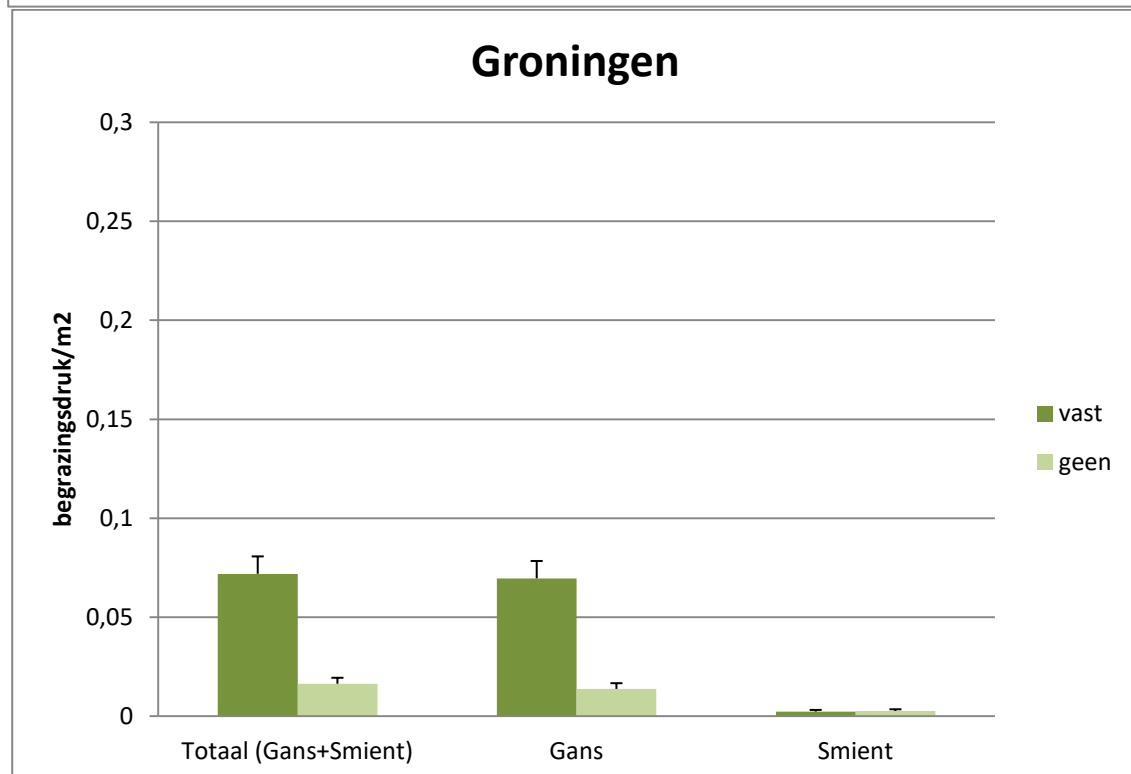
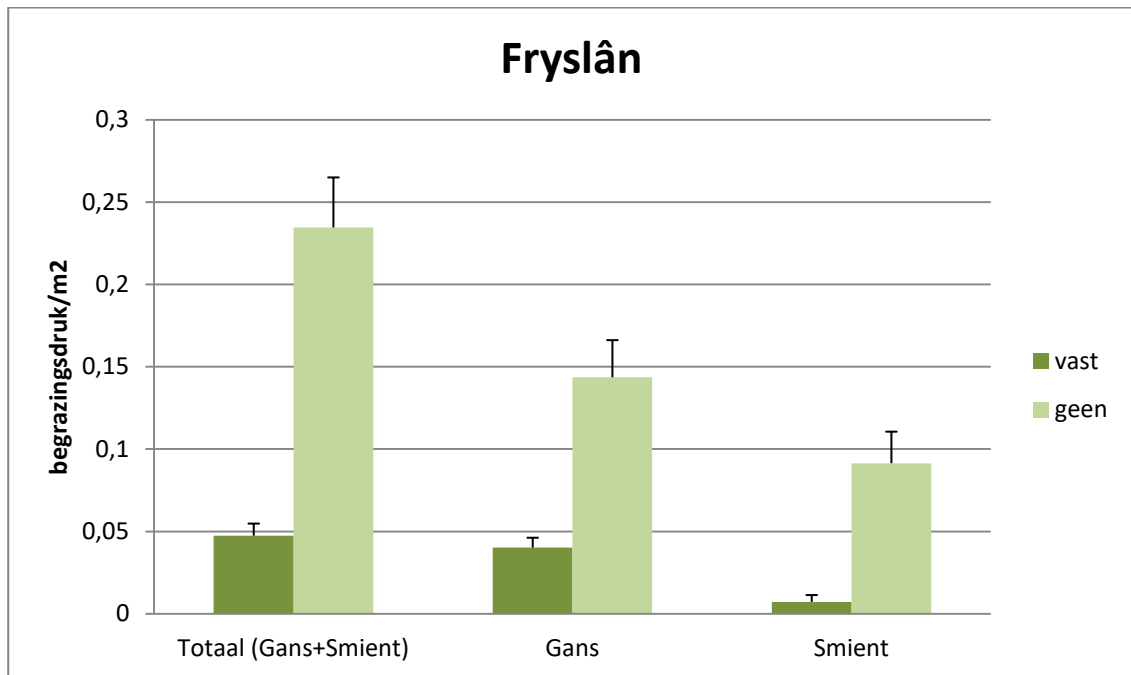


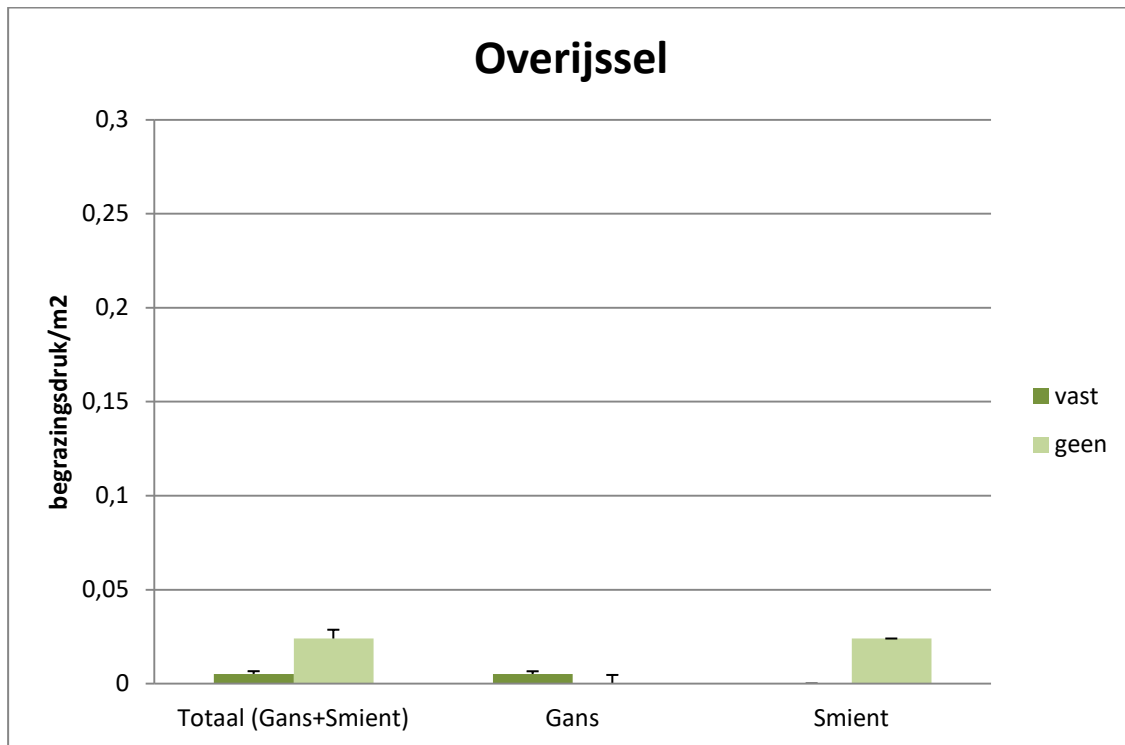
Figuur 5.4 Gemiddelde aantal keutels per m² per dag in de winterproef.

De keutels zijn voor ganzen en Smienten uitgesplitst. De ganzenkeuteldichtheid tijdens de winterproef bedraagt 0,042 keutels per m² per dag op de met een vaste laser gelaserde plots, 0,065 keutels per m² per dag op de met een handheld gelaserde plots en 0,047 keutels per m² per dag op de referentiepercelen.

Er zijn ook analyses per deelgebied uitgevoerd (Figuur 5.5). Uit de statistische analyse blijkt dat in Fryslân het aantal ganzenkeutels op belaserde percelen significant lager is ten opzichte van de referentiepercelen ($p < 0,001$; bijlage 2). In Kampereiland is geen significant effect gemeten ($p = 0,2318$; bijlage 2) en in Groningen is zelf een omgekeerd significant negatief effect gemeten, namelijk dat er meer ganzenkeutels zijn geteld op de laserpercelen ten opzichte van de referentiepercelen ($p < 0,001$; bijlage 2). Daarbij moet worden opgemerkt dat het aantal keutels per meetrone in Groningen en Kampereiland aanzienlijk lager is dan in Fryslân. Samenvattend is er geen eenduidige relatie tussen het belaseren van percelen en de veronderstelde afname van de ganzenkeuteldichtheid. Dit is een onverwachte uitkomst gelet op het feit dat lasers wel degelijk de ganzen verjagen (zie hoofdstuk 3).

Naast ganzen zijn in de winter ook keutels van Smienten geteld. De smientenkeuteldichtheid tijdens de winterproef bedraagt 0,003 keutels per m² per dag op de met een vaste laser gelaserde plots, 0,013 keutels per m² per dag op de met een handheld gelaserde plots en 0,02 keutels per m² per dag op de referentiepercelen. Er is wel een eenduidige relatie tussen het belaseren van percelen en de veronderstelde afname van de smientenkeuteldichtheid. Deze uitkomst is in overeenstemming met de verwachting. Dat Smienten sterker reageren komt waarschijnlijk voort uit het feit dat Smienten nachts foerageren. Wanneer de Smienten zich verplaatsen van de slaapplekken naar de foerageergebieden, tijdens de schemering, zijn lasers buitengewoon goed zichtbaar.



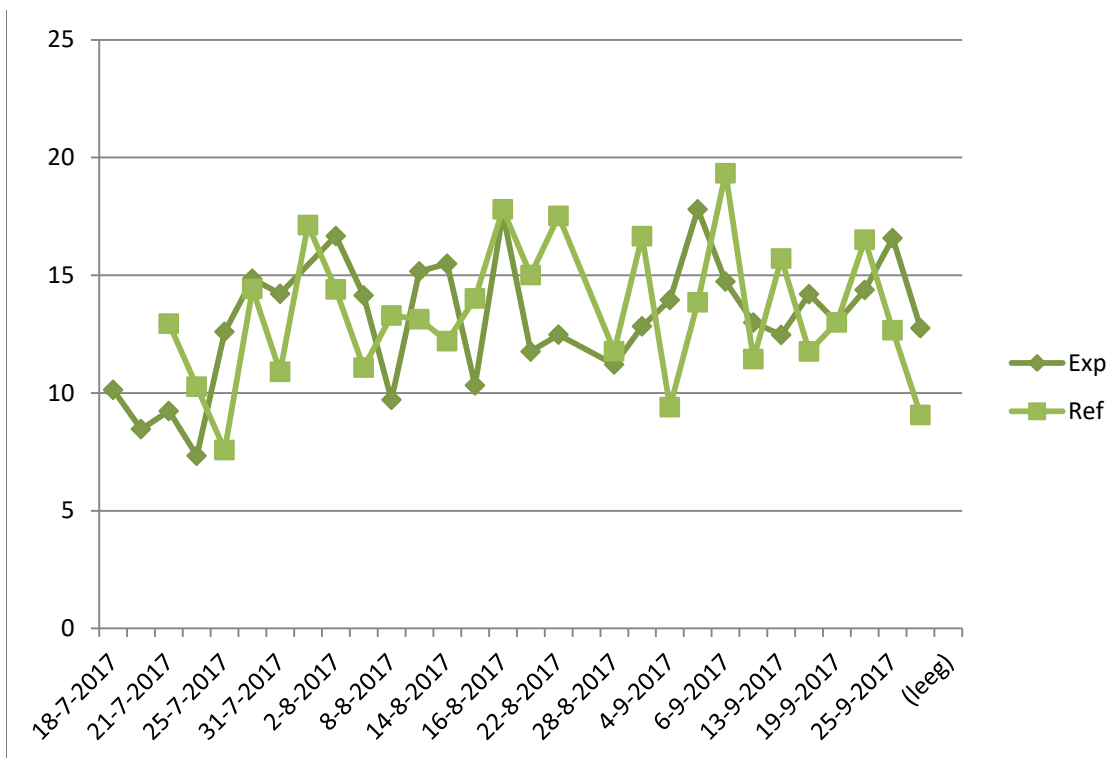
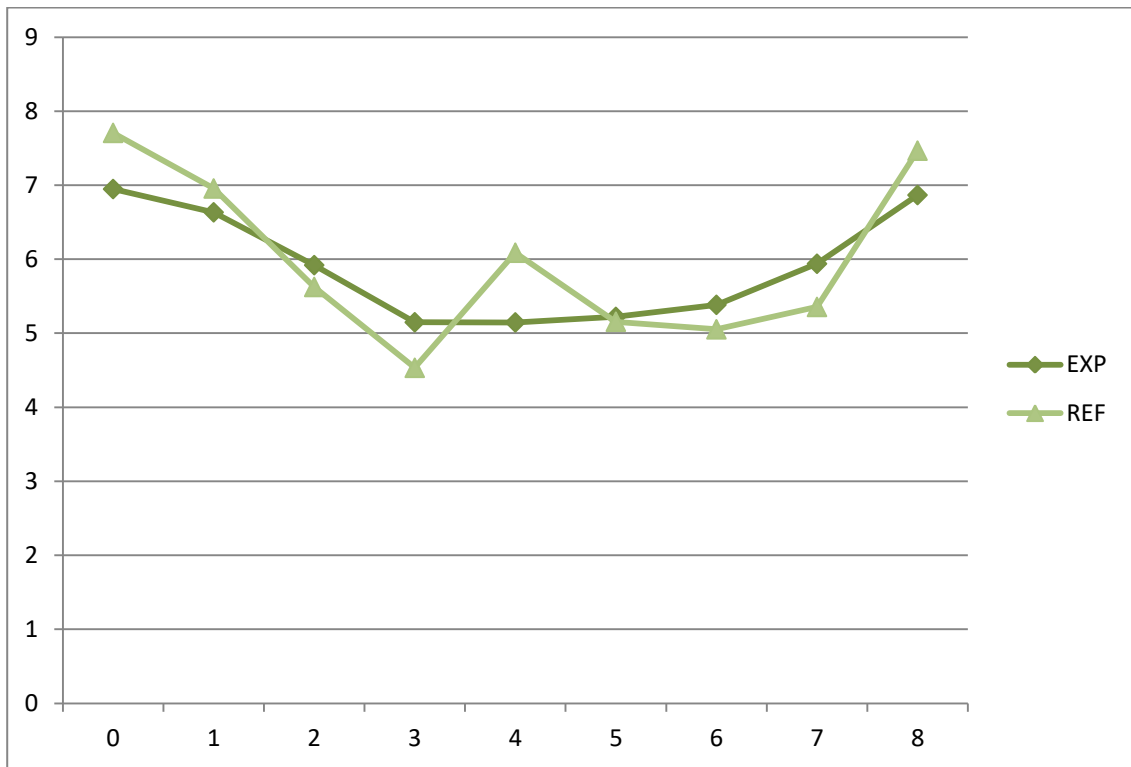


Figuur 5.5. Gemiddelde aantal ganzen- en smientenkeutels per m² per dag er regio.

In een beperkt aantal opstellingen is tijdens de winterproef ook de handheldlaser getest. Deze is daarbij tweemaal per dag gebruikt gedurende enkele minuten en uitsluitend in het geval er ganzen op dat moment op het perceel aanwezig waren. Deze inzet komt overeen met de inzet die daadwerkelijk gangbaar is voor de handheld laser. Het aantal uren actieve beschijning van de percelen is daarmee hooguit 1% ten opzichte van de opstelling met vaste lasers die de hele tijd aanstonden. Uit de resultaten is gebleken dat het effect om ganzen 24/7 te verjagen dan ook veel geringer is geweest dan bij de inzet van de vaste laser.

De grashoogtemetingen

Zowel tijdens de zomer als de winterproef zijn er geen significante verschillen in gemiddelde grashoogte gemeten op de referentiepercelen en de laserpercelen. Dit is opmerkelijk omdat de verwachting bestond dat er op belaserde percelen de grashoogte hoger zou zijn.



Figuur 5.6 Gemiddelde grashoogte (in cm, verticaal) per meetrunde (horizontaal) tijdens de winterproef (boven) en per datum tijdens de zomerproef (onder) (exp=laser; ref=referentie) (NB er zijn in de zomer meerdere maairondes).

De schadetaxaties

Afwijkend van de opzet van de studie waren na afloop van de proef alleen taxatiegegevens beschikbaar van het moment van aftaxatie van de schade. Het is niet gelukt om een duidelijke relatie te leggen tussen de schadetaxaties en de ganzenkeuteltellingen omdat er achteraf niet met zekerheid kon worden vastgesteld dat de schadetaxatie betrekking had op exact dezelfde periode en locatie als waar de ganzenkeuteltellingen betrekking hadden. Een taxatie van eventuele schade voorafgaand aan de proef en direct na afloop van de proef is noodzakelijk om een relatie tussen ganzenbegrazing op percelen en getaxeerde schade te kunnen onderzoeken. In overleg met de opdrachtgever is besloten om de taxatiegegevens niet te betrekken bij dit onderzoek.

Beeldcamera's

Op een aantal percelen hebben camera's gestaan om na te gaan of er ganzen op de percelen geweest zijn tijdens de periode dat de laser aangestaan heeft. In totaal zijn er 10 camera's opgesteld geweest gedurende een periode van vier weken per camera. Uit de analyse van de beelden blijkt dat er geen ganzen geweest zijn tijdens de periode dat de laser aan heeft gestaan. Deze visuele controle bevestigt het beeld dat er daadwerkelijk weinig ganzen zijn op de percelen met lasers.

Ervaringen deelnemers aan de proef

We hebben tijdens de proef bij de grondgebruikers geïnformeerd naar hun waarnemingen over de effectiviteit van de lasers tijdens de uitgevoerde proef. Zowel in de zomer als de winterproef waren gebruikers overwegend positief over het effect van de laser. Deelnemers waren positief over het effect van de laser maar hebben wel geconstateerd dat dit bij zonnig weer minder goed werkt. Opvallend daarbij is dat de grondgebruikers hebben kunnen vaststellen dat ganzen toch de percelen bezocht hebben op momenten dat de lasers om technische redenen uit stonden. Er is een aantal keren uitval geweest van de lasers. Juist dan waren er ganzen op de percelen.

Een aantal gebruikers merkten op dat ganzen ook minder actief waren op de referentiepercelen en juist op de plekken waar de meetstokjes voor de proef stonden. Als dat daadwerkelijk zo is kan dit een bijdrage hebben geleverd aan de lage score van de referentiepercelen. Dit fenomeen is ook al eerder besproken (Bos *et al.* 2008). Overigens is in de opzet van de proef ook niet exact naast de stokjes gemeten maar op enkele meters afstand van de stokjes met de bedoeling minder last te hebben van dit fenomeen. Deze afstand kan echter onvoldoende geweest zijn. Verder hebben veel gebruikers opgemerkt dat de laser alle andere vogel- en diersoorten waaronder ook weidevogels en reeën hebben verjaagd. Een aantal gebruikers merkte op dat er vanuit de laser soms ook een uitstralend effect was naar de omliggende gebieden die daardoor ook minder last van ganzen zouden hebben. Maar hierover is geen eenduidig beeld ontstaan omdat er ook een gebruiker was die had waargenomen dat ganzen steeds op het laserperceel kwamen als de laser even in ruststand was.

Bij de inzet van de vaste lasers bleek dat de mogelijkheid om de laser via zonnepanelen van de benodigde elektriciteit te voorzien een grotere flexibiliteit mogelijk maakt in het veld. De laser kan dan onafhankelijk van een stroomvoorziening middels bedrading worden ingezet.

Ervaringen van bestaande lasergebruikers.

In aanvulling op de enquête van de gebruikers tijdens de proef zelf hebben we ook een selectie van bestaande gebruikers geïnterviewd die zelf de laser hebben aangeschaft en in gebruik hebben over hun ervaringen met het gebruik van de lasers in de bedrijfsvoering. Deze

informatie heeft dus niets te maken met ons onderzoek maar geeft wel een beeld van de ervaringen van de uiteindelijke eindgebruikers van de laser.

Er zijn uit een selectie van 26 boeren uiteindelijk 6 gebruikers geselecteerd voor een interview omdat zij bereikbaar bleken, in het bezit waren van een vaste laseropstelling en deze laser op grasland hadden ingezet (de meeste lasers worden ingezet op akkerbouwland). De periode waarin de laser gebruikt wordt, verschilde sterk. In Fryslân, Groningen en Noord-Holland werd de laser met name in de winterperiode gebruikt. In Zuid-Holland werd de laser in de zomerperiode ingezet. Ook het tijdstip waarop de laser werd gebruikt, verschilde tussen de gebruikers. Twee gebruikers gaven aan de laser alleen 's nachts en in de schemerperiode te gebruiken. Drie mensen gebruikten de laser tussen zonsopkomst en zonsondergang en bij 1 iemand stond de laser dag en nacht aan.

Over de werking van de laser zijn alle gebruikers tevreden. Ze geven aan dat de laser goed werkt en dat ganzen weggaan als deze aan staat. Bij helder weer met veel zon, werkt de laser minder. Ook gaven 2 geënquêteerden aan dat de ganzen wanneer de laser uitgezet werd, ook snel weer terugkeerden op het grasperceel.

De ervaringen met de effecten van de laser op andere soorten lopen erg uiteen. Een gebruiker gaf aan dat ook kieviten en grutto's opvlogen, maar een andere gebruiker gaf aan dat de kieviten op zijn perceel wel bleven zitten. Twee andere gebruikers gaven aan dat zwanen, smienten en reigers (zowel op het perceel als in de omringende sloot) gewoon bleven zitten. Meeuwen vlogen bij de ene gebruiker wel op om daarna snel weer neer te strijken, terwijl deze bij een andere gebruiker niet opvlogen.

Over het effect van de laser op de geleden schade zijn alle ondervraagden enthousiast. Drie geven aan dat ze geen schade hebben zolang de laser aanstaat, en drie geven aan dat ze veel minder schade aan hun grasland hebben. Alle ondervraagden zijn tevreden over het gebruiksgemak van de laser en noemen deze 'eenvoudig'. Het instellen van de laser vergt enige inspanning, maar daarna geven de gebruikers aan er weinig werk meer aan te hebben. Alle gebruikers achtten de laser rendabel. De schattingen over de terugverdientijd van de laser liepen uiteen van 1-5 jaar.

5.4 Discussie

In vergelijking met voorgaande studies waarin de begrazingsdruk van ganzen is gemeten (zie ook tabel 5.2) valt op dat de begrazingsdruk in onze studie zowel op de referentiepercelen als ook op de laserplots laag was (winter 0,5 keutels per m² per week en zomer 0,13 keutels per m² per week). Dit duidt er op dat er tijdens de duur van het experiment relatief weinig ganzen in de proefgebieden aanwezig waren, ondanks het feit dat de gebieden expliciet gekozen waren op basis van de schadehistorie en de ervaringen van de boeren met ganzen en ganzenschade in het gebied.

Ondanks de lage dichtheden van dieren is er tijdens de zomerproef een significant effect van het gebruik van de laser vastgesteld. Dit is mogelijk toe te schrijven aan het feit dat de groepjes ganzen in de zomer in lage dichtheden relatief even verspreid over het gebied foerageren en niet een plaats in een keer massaal begrazen zoals dat met grote groepen ganzen in het winterseizoen het geval is. De begrazingsdruk is gering maar in vergelijking met de winterproef zowel in de ruimte als in de tijd relatief gelijk verdeeld. De algeheel lage dichtheden van ganzen op de referentiepercelen geven echter ook aan dat de ganzen maar in beperkte mate uitwijken naar percelen elders in het gebied en daar in grotere dichtheden foerageren.

Tabel 5.2: Begrazingsdruk van overwinterende ganzen zoals gemeten in eerdere studies. (NB druk is weergegeven per week en niet per dag)

begrazingsdruk (keutels per m ² per week)	seizoen	habitat	ganzensoort	bron
1.0 – 2.8	voorjaar (april/mei)	door koeien begraasde kwelder (Schiermonnikoog)	Brandgans	Van der Graaf <i>et al.</i> 2006
0.7 – 4.3	voorjaar (maart t/m mei)	weilanden op eiland polders (Ameland en Schiermonnikoog)	Brandgans/Rotgans	Van der Graaf <i>et al.</i> 2002
2.1 – 5.6	voorjaar (maart t/m mei)	begraasde kwelder (Noord Friesland)	Brandgans/Rotgans	Van der Graaf <i>et al.</i> 2002

Alternatief is het ook denkbaar dat ganzen het gehele gebied zijn gaan mijden als gevolg van alle lasers die opgesteld stonden. In dat geval zou er sprake zijn van een effect op de schaal van een perceel en regio tegelijk. Gezien de resultaten in de gewenningsproef (hoofdstuk 4) lijkt dit echter minder waarschijnlijk. De gewenningsproef laat zien dat ganzen weliswaar een vluchtrespons op directe beschijning door de laser laten zien maar het gebied niet mijden. Een andere optie is dat er gedurende de zomermaanden waarin het onderzoek is uitgevoerd gewoon niet veel ganzen op de percelen komen. Dat strookt niet helemaal met de perceptie en overtuiging van veel boeren dat er veel ganzen in de zomer zijn op hun percelen. Maar het kan zijn dat deze perceptie ook deels is gevormd gedurende de periode dat de winterganzen nog aanwezig zijn in de lente (mei) of al aankomen voor de winter (eind september). Of om het anders te zeggen: het zijn de winterganzen die het beeld van de zomerschade hebben bepaald.

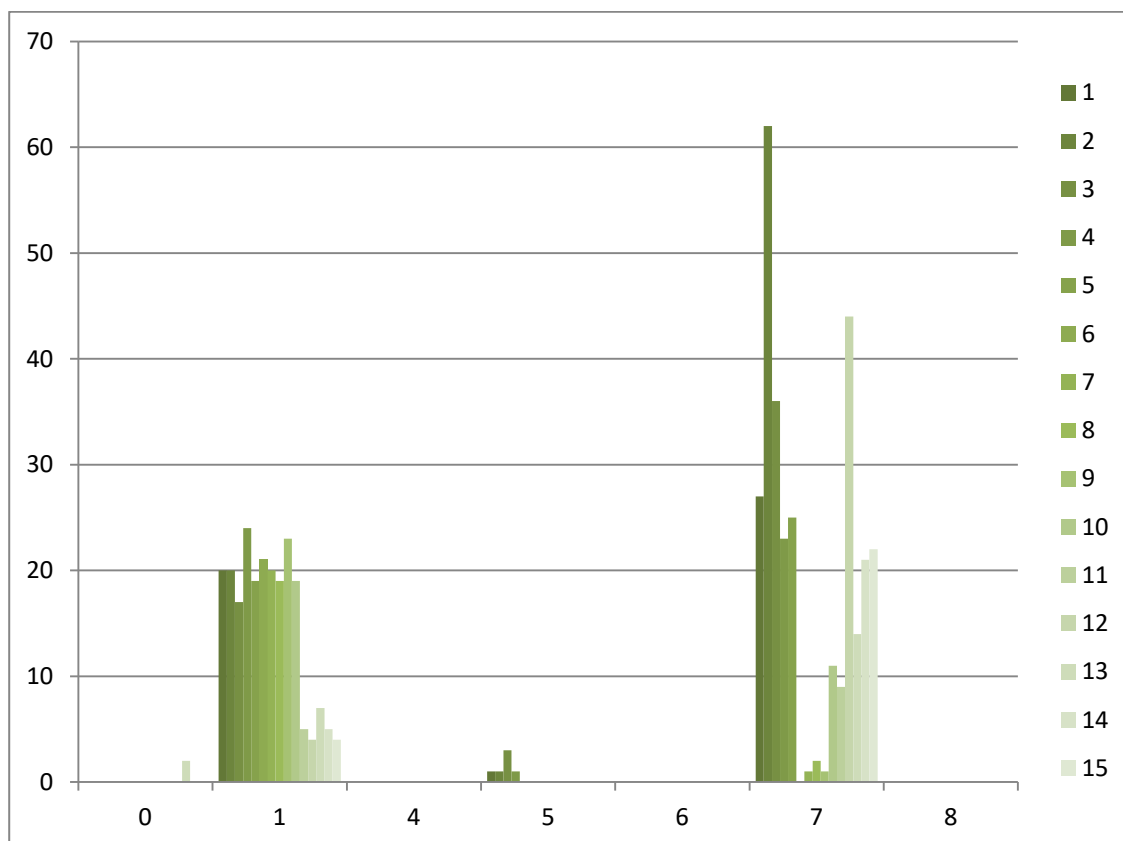
Het was bij de zomerproef een vraag of het relatief groter aantal zonlichturen gedurende de zomerperiode de proef en in feite ook de verjaging van ganzen met een laser zou beperken. De invloed van zonlicht heeft mogelijk wel enig effect gehad op de proef maar niet in die mate dat er hierdoor de significante effecten van de werking van de laser verdwijnen.

De lage dichtheden op de referentiepercelen in Groningen en in mindere mate ook Kampereiland tijdens de winterproef kunnen een gevolg zijn van het feit dat er überhaupt weinig ganzen in de regio zijn en de laserplots bij voorkeur zijn gelegd op plekken met relatief veel schade. Daarvan waren er rond het Schildmeer niet veel. Er is bij het uitwerken van de proefopzet eerst gezorgd dat er voldoende laserplots waren en pas daarna zijn de referentieplots gekozen. Het kan zijn dat de referentiepercelen in beginsel al minder bezocht worden door ganzen. Daarnaast is het mogelijk dat ganzen als gevolg van de verjaging op de belaste percelen het gehele gebied zijn gaan mijden als gevolg van alle lasers die opgesteld stonden. In dat geval zou er sprake zijn van een effect op de schaal van een perceel en tegelijk van een regionaal effect.

Het is opmerkelijk dat er geen grote verschillen in graslengte zijn waargenomen tussen de belaste percelen en de referentiepercelen. Uiteindelijk zou de vraatschade van ganzen moeten leiden tot korter gras. Zo wordt ook de taxatie vaak gedaan waarbij taxateurs schatten wat volgens hen de graslengte had kunnen zijn als er geen ganzen geweest zouden zijn.

In de winter is er geen significant effect gemeten ten aanzien van de ganzenkeuteldichtheid in laserpercelen ten opzichte van referentiepercelen. Dat is opmerkelijk want er zijn in de winterperiode veel meer ganzen en men zou op basis hiervan kunnen verwachten dat er ook een groter effect zou zijn. De bevinding dat er geen significante effecten zijn gemeten is mogelijk toe te schrijven aan het feit dat winterganzen niet in kleine groepjes de groepjes gelijkelijk over het gebied foerageren, maar juist in grote groepen foerageren en in een middag een perceel danig kunnen begrazen.

In de winter foerageren ganzen namelijk in grote groepen van soms wel duizenden dieren tegelijk. De ganzen zijn in staat om in een enkele dag of middag een perceel danig te begrazen. Ganzen hanteren daarbij ook nog een soort van cyclisch patroon dat ze na het begrazen van een perceel vervolgens geruime tijd niet meer op het perceel te zien zijn, omdat er op dat moment ook niks te foerageren valt. Op het moment dat het gras weer in hergroei is, maar nog steeds relatief kort en daarmee eiwitrijk, komen de ganzen weer terug, en vreten ze het gras weer in een korte periode kaal. Sommige van de boeren geven ook aan dat ganzen een cyclus aanhouden en om de zoveel weken weer terug komen. Figuur 5.7 geeft hiervan een door ons gemeten voorbeeld.



Figuur 5.7 Variatie in ganzenkeuteldichtheid op één perceel in de winterperiode. De nummers 1 tot 15 verwijzen naar de afzonderlijke meetplotjes van ieder 4 m² die tijdens een meetronde zijn geteld.

Deze 'cyclische' manier van foerageren in grote groepen heeft mogelijk een invloed gehad op het experiment dat door ons is uitgevoerd. Het is hierdoor moeilijker om een significant effect te meten omdat er zo veel erg hoge waarden zijn in combinaties met lange periodes met alleen maar nullen. En daarbij is het ook zo dat een laser wel de ganzen kan weghouden maar dat dit effect ook weersafhankelijk is. Op dagen met felle zon is het mogelijk dat ganzen ook een

perceel met lasers kunnen bezoeken en tot aanzienlijke begrazing kunnen komen. Uit een analyse van KNMI weergegevens is gebleken dat er geregeld zonnige dagen zijn geweest gedurende de winterproef. Naast dagen met fel zonlicht kan het resultaat van het experiment ook zijn verminderd doordat een aantal lasers ook een of meerdere keren uit is gegaan.

Overigens betekent bovenstaande niet dat de laser op zichzelf geen effect heeft. Waarschijnlijk is het effect alleen minder groot op zonnige dagen en is het dus bij werkelijke toepassing van de laser in de winter van belang om aanvullende verjagingsactiviteiten uit te voeren gedurende dagen met felle zon.

In de zomer is het effect van het foerageren in grote groepen er niet zodat ook er minder kans is om op een specifieke dag of middag tot een aanzienlijke begrazing te komen.

5.5 Conclusie

De verjaging met vaste lasers leidt in de zomer tot een aantoonbaar verminderd gebruik van de percelen door ganzen. In de zomer zijn er weliswaar meer dagen met felle zon maar foerageren de ganzen doorgaans in substantieel kleinere aantallen en meer evenredig verspreid over het gebied waardoor het effect van de laser meetbaar is gebleken. Wel zijn er vraagtekens of de vermeden schade wel substantieel is omdat enerzijds in de zomermaanden de ganzenbegrazingsdruk door overzomerende ganzen laag is en tegelijk de grasgroei hoog is. Er zijn geen verschillen in graslengte waargenomen tussen de belaserde percelen en de referentiepercelen.

In de winter is er geen aantoonbaar verminderd gebruik van ganzen gemeten. In de winter zijn er ook perioden met felle zon en foerageren de ganzen doorgaans in grote tot zeer grote groepen waardoor een perceel in korte tijd intensief begraasd kan worden. Een middag zon kan er in beginsel al voor zorgen dat het effect van de laser teniet wordt gedaan. Op zonnige dagen is een aanvullende verjaging nodig. Indien echter de laser wordt gecombineerd met andere vormen van verjaging, voor bijvoorbeeld de zonnige dagen, dan is er veel te bereiken. Ook in winter zijn er geen verschillen in graslengte waargenomen tussen de belaserde percelen en de referentiepercelen.

6 Risicobeheersing laserveiligheid

6.1 Inleiding

Om ganzen op afstand te kunnen verjagen met lichtbundels is het van groot belang dat de lichtbundel voldoende intensiteit heeft en niet te sterk afneemt met de afstand. De enige lichtbron die hieraan kan voldoen is laserlicht. Laserlicht is sterk gebundeld en verliest hierdoor ook weinig van zijn intensiteit. Er is met andere woorden weinig divergentie van de bundels en deze divergentie wordt door de inzet van specifieke lenzen bovendien tot een uiterste beperkt. Laserlicht heeft hierdoor een erg hoge intensiteit. De lichtintensiteit kan zelfs zo hoog zijn dat deze kan leiden tot oogschade of verbranding van de huid.

Om de risico's van het gebruik van lasers bij het onderzoek te beheersen is de laserveiligheid een essentieel aspect geweest in de studie, zowel voorafgaand als tijdens de uitvoering van de proef. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de aard van de risico's, de op de levering en gebruik van lasers in Nederland van toepassing zijnde wetgeving, de aanpak van de risicobeheersing bij de voorbereiding en tijdens de uitvoering van deze studie en de ervaringen die daarmee zijn opgedaan. Waar hier gesproken wordt over lasers betreft het vooral de in de proef gebruikte lasers klasse 3B. Het hoofdstuk eindigt met conclusies en aanbevelingen ten aanzien van het gebruik van lasers klasse 3B ten behoeve van ganzenverjaging in de agrarische bedrijfsvoering.

Nadrukkelijk wordt gesteld dat voor deze studie geen afzonderlijk onderzoek is uitgevoerd naar de veiligheidsrisico's van de gebruikte lasers voor mens en dier, maar de informatie daarover gebaseerd is op review van de beperkt beschikbare kennis. De in dit hoofdstuk verwoorde informatie is tot stand gekomen op basis van de verslaglegging van de risicobeheersing, welke is verzorgd door Sentix, dhr. R. Heerlien, en aanvullende advisering door Sentix en de laserveiligheidsdeskundige van het Ministerie van Defensie, dhr. R. Mallant.

6.2 Veiligheidsrisico voor mens en dier

Veiligheidsrisico's van laserlicht voor mensen

De risico's van lasers voor mensen worden hoofdzakelijk ingeschat aan de hand van dierproeven met (voornamelijk) apen. Dit houdt in dat de met de dieren verkregen resultaten moeten worden vertaald naar mensen. Zolang bij die vertaling geen absolute ijking mogelijk is, valt niet met zekerheid te zeggen of de grenswaarden voor blootstelling redelijk accuraat, conservatief, of zeer conservatief zijn. Het is niet waarschijnlijk dat ze op een te hoge (d.w.z. onveilig hoge) waarde liggen omdat bij de vertaalslag al enige marge is ingebouwd.

In de laserstandaarden zijn maximaal toelaatbare blootstellingswaarden (Maximum Permissible Exposure, ofwel MPE-waarden) vastgesteld die gebaseerd zijn op duur van de blootstelling, de golflengte van het laserlicht en het type weefsel dat wordt blootgesteld (ogen of huid). Voor de duur van de blootstelling wordt bij zichtbare golflengten uitgegaan van 0,25 seconden, de tijd die een mens geacht wordt nodig te hebben voor de "afweerreflex". Dit is de eerste lijn van verdediging door de mens tegen schadelijke lichtbronnen. Op basis van deze blootstellingsduur, de sterkte van de lichtbron (aantal mW), de breedte van de initiële lichtbundel en de divergentie (mate van verwijding van de bundel over de afstand) kan een afstand berekend worden waarbuiten een mens geen risico meer loopt op oogschade.

Deze zogenoemde Nominal Occular Hazard Distance (NOHD) is de afstand waarbinnen de bestralingssterkte hoger is dan de MPE. Dan is er dus kans op oogschade. Van een aantal van de lasers die in de studie gebruikt zijn is de NOHD groter dan 1 km. Dat betekent dus dat in feite iedere persoon binnen een straal van 1 kilometer kans loopt op oogletsel bij een directe bundelblootstelling, of blootstelling aan een spiegelende reflectie hiervan. Naast oogschade moet ook rekening worden gehouden met gevolgschade. Als bijvoorbeeld een automobilist of een piloot in de ogen wordt geschoten kan dit leiden tot gevolgschade, zelfs als de MPE nog niet is overschreden, bijvoorbeeld als gevolg van distractie of tijdelijke verblinding.

Het zal in veel gevallen zo zijn dat blootstelling aan hogere dan de MPE-waarden niet onmiddellijk tot blijvende oogschade zal leiden. Er is namelijk enige marge, en er kunnen risico-verlagende factoren zijn zoals een niet geheel geopende pupil of een niet op oneindig geaccommodeerd oog. Het is evenwel nooit te voorspellen onder welke omstandigheden blootstelling zal plaatsvinden, en of die risicoverlagende factoren dan van toepassing zijn. Dit is de reden dat bij laserveiligheid over het algemeen wordt aangehouden dat blootstelling boven de MPE-waarde vermeden moet worden.

Voor langdurige blootstelling aan zichtbaar laserlicht in het golflengtegebied van 400 – 700 nm is de MPE 10 W/m². Omdat er bij zichtbaar laserlicht echter sprake is van een afweerreflex (wegdraaien van het hoofd en sluiten van het oog), wordt aangenomen dat de blootstellingstijd gemaximaliseerd is tot 0,25 s. In dat geval ligt de MPE op een hogere waarde: 25,5 W/m². Bij een geheel geopende pupil, met 7 mm doorsnede, is de energie van het licht dat het oog bij deze MPE-waarden binnentreedt gelijk aan 0,39 mW, respectievelijk 1 mW. Deze waarden komen, onder voorwaarden¹, overeen met de maximale vermogens van lasers van de Klasse 1, respectievelijk Klasse 2. In deze gevallen kan er dus nooit sprake zijn van blootstelling boven de MPE en is de kans op oogschade nihil.

De MPE-waarden voor mensen zijn vastgelegd in de internationale norm 60825-1 van de International Electrotechnical Commission (IEC), welke door het NNI wordt uitgebracht onder nummer NEN-EN-IEC 60825-1. Deze norm is binnen de EU leidend als het gaat om het bepalen van de laserklasse en de oogveilige afstand en wordt met enige regelmaat aangepast aan de laatste inzichten. Voor de bepaling van de norm gebruikt de IEC gegevens van de ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), het Amerikaanse ANSI (American National Standards Institute) en het eveneens Amerikaanse Center for Devices and Radiological Health.

In de norm NEN-EN-IEC 60825-1 worden de verschillende typen lasers geclassificeerd op basis van relatief gevaar voor de menselijke gezondheid. Deze indeling in risicoklassen is bedoeld om kopers en gebruikers te informeren over de risico's en hen in staat te stellen zo nodig passende maatregelen te nemen om eventuele schade te voorkomen.

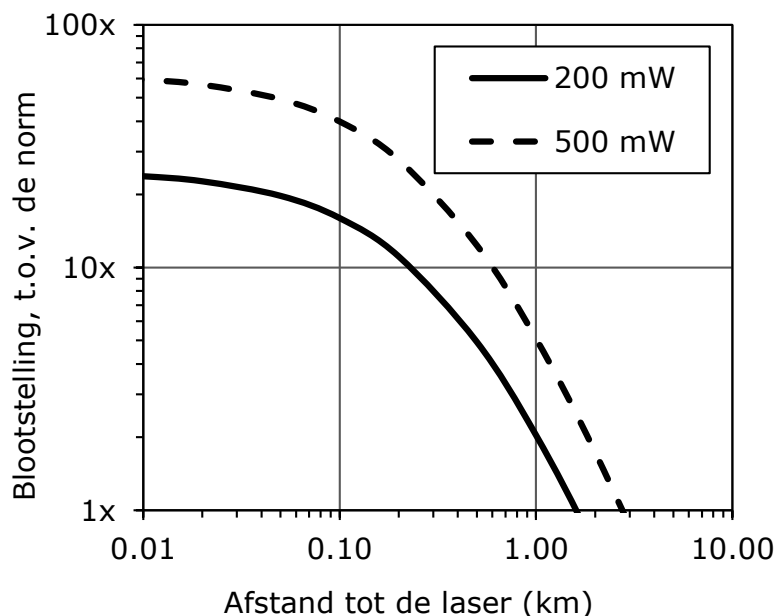
De lasers die in deze studie zijn gebruikt vallen onder de risicoklasse 3B. Zij zijn betrokken van meerdere leveranciers en worden in Nederland door agrariërs in de praktijk van de ganzenverjaging gebruikt. Deze lasers klasse 3B hebben een vermogensbereik van 5-500 mW. Voor de klasse 3B geldt dat er gevaar bestaat voor toebrenging van oogschade voor mens en dier. Gevaar voor toebrenging van huidschade als gevolg van verbranding is bij de in de proef toegepaste vermogens verwaarloosbaar. Er is evenwel ook apparatuur verkrijgbaar die valt onder klasse 4. Alle, in dit rapport voor wat betreft het veilig gebruik daarvan gedane constatering en aanbevelingen gelden onverkort ook voor deze zwaarste klasse lasers.

¹Dit geldt als deze lasers een smalle en weinig divergerende bundel hebben waardoor deze op 10 cm afstand van de laser geheel door een oogpupil van 7 mm kan vallen.

Veiligheidsrisico's van laserlicht voor dieren

Vogellasers zijn zó ontworpen dat ze bij aanvang een relatief brede bundeldiameter hebben, en dat deze diameter maar zeer langzaam in grootte toeneemt. Dit laatste komt omdat de divergentie extreem laag is. Bij een typische laserpointer is deze ca. 1 mrad, bij vogellasers is 0.05 mrad gemeten. De bundel van een laserpointer heeft bij aanvang typisch een doorsnede van 1 mm, bij vogellasers bedraagt deze ca. 2 cm.

Het ontwerp van vogellasers maakt dat ze ook op zonnige dagen nog effectief kunnen zijn. Het nadeel is dat de intensiteit van het uitgestraalde licht tot op grote afstand dermate hoog is dat de maximale blootstellingswaarde (de MPE) in hoge mate, en tot op meerdere kilometers overschreden kan worden, zie figuur 6.1.



Figuur 6.1. De mate waarin de norm (MPE) wordt overschreden als functie van de afstand tot de laser. De berekening is gebaseerd op een laser met een aanvangsdiameter van 2 cm en 0.05 mrad divergentie (beide gemeten volgens de norm). De figuur toont waarden voor lasers met een uitgestraald vermogen van 200 mW en 500 mW. De berekening is uitgevoerd onder de aannamen van een Gaussische bundelvorm.

Uit de beschikbare wetenschappelijke literatuur is geen onderzoek gevonden naar de naar de gezondheidseffecten en risico's voor vogels van lasers met een vermogen gelijk aan of hoger dan die van de in de studie toegepaste lasers. Er kon ook geen wetenschappelijke onderbouwing worden gevonden over de aanvaardbaarheid van de risico's van het gebruik van de dit type lasers voor dieren. Met betrekking tot de risico's voor vogels wordt wel verwezen naar een studie van Glahn *et al.* (2000). In deze, qua omvang zeer beperkte, studie werden (uitsluitend) aalscholvers blootgesteld aan het licht van een rode laser van 5 mW. Dit vermogen is dermate laag dat op basis van genoemde studie niet kan worden gesteld dat de gehele klasse 3B, met lasers van 5 – 500 mW, geen oogrisico inhoudt voor vogels.

Vogels hebben een hogere kans op blootstelling dan mensen omdat hun ogen zich vaak op lagere hoogte bevinden dan de in deze studie op de proefpercelen maximaal gehanteerde

hoogte van 1,5 meter van de laserbron in het veld. Door de leveranciers is aangegeven dat vogels niettemin geen risico hebben om oogschade op te lopen omdat vogels sterk reageren op de lichtreflectie tijdens het aanschijnen en dus al gevluucht zijn voordat ze oogschade hebben kunnen oplopen. Hoewel de snelle respons ook door ons bij een aantal vogelsoorten is gemeten, moet de redenering van het uitblijven van risico niet worden veralgemeniseerd. Het is immers niet te verwachten dat de bewegingssnelheid van de bundel van een vaste laser zo hoog is dat de blootstellingsduur onder de voor mensen gehanteerde 0,25 sec komt. Een voordeel van vaste lasers is wel dat de bundel regelmatig en enigszins voorspelbaar over de grond beweegt. De vogel kan dan inderdaad reageren voordat de bundel hem/haar bereikt. Bij gebruik van handheld lasers is het evenwel waarschijnlijk dat vogels ook op het oog aangestraald worden.

6.3 Wet- en regelgeving voor verkoop en gebruik van de laser

In Nederland bestaat geen wetgeving betreffende het bezit en gebruik van lasers. Niet voor particulieren, en niet voor bedrijven. Voor de *verkoop* aan particulieren is in Nederland wel het een en ander geregeld: Op grond van artikel 18 van de Warenwet is het verhandelen van laserpointers van klasse 2 in de vorm van gadgets en laserpointers van klasse 3A en hoger verboden². Er is evenwel geen wetgeving die het consumenten verbiedt lasers van om het even welke klasse te kopen, bezitten en waar dan ook te gebruiken. Er wordt opgetreden als de laser wordt gebruikt met het kennelijke doel schade te berokkenen, zoals het aanstralen van piloten.

De Klasse 3A wordt in de huidige IEC norm niet meer gehanteerd. Ze is opgevolgd door Klasse 3R, welke in vermogen onmiddellijk boven de Klassen 1 en 2 is gepositioneerd. Voor zichtbare lasers van klasse 3R mag het vermogen maximaal 5 mW bedragen³. Er is bij blootstelling sprake van een overschrijding van 5x de MPE. In landen waar het bezit of de verkoop van lasers door, respectievelijk aan consumenten is geregeld, ligt de grens bij ofwel klasse 2 of klasse 3R. Dit geeft aan dat er een schemergebied is, de kans op het ontstaan van oogschade wordt bij klasse 3R lasers nog als laag ingeschat. Dit strookt met een door de Gezondheidsraad getrokken conclusie, namelijk dat men met het blote oog nog veilig in klasse 3A lasers kan kijken. Voor lasers die licht uitzenden betekent dit dat de knipperreflex voldoende bescherming biedt tegen oogschade. Kijken in de bundel met behulp van optische hulpmiddelen, zoals verrekijkers, microscopen en telescopen, kan wel netvliesschade opleveren.”⁴. Toezicht op de productveiligheid voor particulieren vindt plaats door de Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA).

Voor wat betreft de *arbeidsomgeving* geldt in Nederland hoofdstuk 6, afdeling 4a van het ARBO besluit (Staatsblad 2010 103). Indien de laser wordt geplaatst en gebruikt binnen een arbeidsomgeving, waar sprake is van een werkgever-werknemer-relatie, dan is de werkgever aanvullend op voornoemde wet- en regelgeving verplicht om zich te houden aan de verplichtingen op grond van de artikelen 3 en 5 van de Arbowet (Stb. 2017, 22), het Arbeidsomstandighedenbesluit (Stb.2017, 487) en de Arbeidsmiddelenrichtlijn (2009/104/EG) Een werkgever dient in dat geval niet alleen voor een veilige inzet van de laser in de omgeving zorg te dragen, maar moet voorafgaand aan de werkzaamheden ook een veilige inzet van de

² 26 200 XVI Vaststelling van de begroting van de uitgaven en de ontvangsten van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (XVI) voor het jaar 1999. Nr. 71 BRIEF VAN DE MINISTER VAN VOLKSGEZONDHEID, WELZIEN EN SPORT

³ Dit geldt als deze lasers een smalle en weinig divergerende bundel hebben waardoor deze op 10 cm afstand van de laser geheel door een oogpupil van 7 mm kan vallen.

⁴ "Laserpointers tegen het licht gehouden", Gezondheidsraad, Rapport Nr 1999/03, Den Haag, 24 februari 1999

laser voor zijn personeel kunnen garanderen. Hiertoe moet worden voldaan aan de bepalingen voor de inzet van producten als arbeidsmiddel en moet een risicobeoordeling overeenkomstig hoofdstuk 6 afdeling 4a 'Kunstmatige optische straling' van het Arbeidsomstandighedenbesluit worden uitgevoerd. Deze risico-inventarisatie valt onder de toetsingsplicht van een geregistreerd kerndeskundige. Toezicht hierop valt onder verantwoordelijkheid van de Inspectie SZW.

6.4 Aanpak van de risicobeheersing

De in deze studie toegepaste lasers zijn beoordeeld op geschiktheid voor een veilige inzet binnen de proef. Per proefperceel heeft voorafgaand aan de plaatsing van de lasers een risicoanalyse op locatie plaats gevonden en is na plaatsing in een nacontrole gecontroleerd of de plaatsing en inzet in overeenstemming was met de uitkomsten van de eerder opgestelde risicoanalyse. Deze activiteiten zijn door Sentix, in opdracht van BIJ12-Faunafonds uitgevoerd.

Technische aanpassingen

Conform de geldende wetgeving zijn door de leveranciers voor de risicobeheersing technische maatregelen in het productontwerp opgenomen en zijn gebruiksrichtlijnen opgesteld, teneinde te kunnen voldoen aan de CE-markeringsverplichting zoals die is vastgelegd in Europese wetgeving rond harmonisatie. Deze wetgeving is van toepassing op alle laserproducten, de geldende richtlijnen zijn productspecifiek en hebben geen wettelijke status.

Als de fabrikant voldoet aan alle geldende richtlijnen en normen voor zijn product, dan mag hij een CE-markering toekennen. In veel gevallen is dit een zelfbeoordeling door de fabrikant, in een klein aantal gevallen moet dit door een zogenaamde *notified body* (of Aangewezen Instantie) plaatsvinden. In het geval van de gebruikte lasers is dit op basis van zelfevaluatie gedaan en daarom is de productbeoordeling door de stralingsveiligheidsexpert onafhankelijk getoetst voorafgaand aan de inzet in de proef, om te controleren of geen essentiële veiligheidsnormen die voor de producten van toepassing zijn, in het CE-markeringstraject zijn gemist of achterwege gelaten.

Bij handheldlasers kan er afhankelijk van merk en type of gebruik worden gemaakt van een automatische vergrendeling waardoor de laser alleen licht geeft als deze naar beneden gericht schijnt, of middels gebruiksrichtlijnen alleen naar beneden gericht schijnen wordt toegestaan. Hierdoor wordt het risico verminderd dat er rechtstreeks in ogen kan worden geschoten.

Voor de vaste lasers is het technische ontwerp zodanig dat de laser altijd grondgericht schijnt vanaf het apparaat en van daaruit instelbaar geleidelijk aan steeds verder van de opstelling af straalt, waardoor het perceel kan worden beschoren binnen de geplande contourlijnen. Door de wijze van afstralen naar beneden en een limiet op het doorbreken van de horizontale lijn, is aanstralen van bijvoorbeeld het luchtruim niet mogelijk, ook wordt op deze manier beschijning van boven de horizontale lijn gelegen gebieden (dijkwegen) voorkomen. Reflecties zouden hierin een probleem kunnen opleveren, de kans hierop is beoordeeld in de locatie-gebonden risicoanalyse en waar nodig zijn maatregelen getroffen. Een ander probleem kan ontstaan indien de besturingssoftware en/of sensoren ontregeld raken, of de bedoelde afstelling door bijvoorbeeld verzakking verloren gaat. De beoordeling van dit risico is meegenomen in de productbeoordeling. De voor de proef gebruikte lasers zijn voorzien van systemen die voorkomen dat de laser buiten het ingestelde gebied stralen met een geaccepteerde borging op de eerste foutkans. Controle heeft plaatsgevonden op de aanwezigheid van een adequate ondervanging van deze foutkans.

Gebruiksrichtlijnen

Voordat iemand een handheldlaser kan gebruiken dient de persoon een training te volgen waarbij de persoon een instructie krijgt om ganzen 'aan te schijnen'. Daarbij wordt niet op maar voor het object geschoten waarbij geleidelijk aan de afstand tussen het reflectielicht op de grond en het object (dan wel de gans) wordt verkleind. Er wordt hierdoor altijd naar beneden geschoten en dus is de kans zeer klein dat er in ogen wordt geschoten. De agrariërs en onderzoekers die in deze studie met een handheld laser hebben gewerkt kregen vooraf van de leveranciers een door hen in eigen beheer ontwikkelde training. Er bestaat geen overheidserkenning of certificering in Nederland voor dergelijke trainingen. Voor de toetsing van de inhoud kan gebruik worden gemaakt van NPR-CLC/TR 50448:2005 'Leidraad voor niveaus van geschiktheid in laserveiligheid'.

Ook bij de vaste laseropstellingen zijn gebruiksprotocollen van belang. Van belang is dat de laser niet is opgesteld op een hoogte hoger dan 1,5 meter. Voor bukkende mensen, jagers in het veld en kinderen kan deze hoogte overigens nog steeds een risico vormen. Daarom zijn er ook nog betredingsprotocollen opgesteld. Die bestaan eruit dat er geen mensen in de buurt van het te beschijnen perceel mogen komen, hetgeen met verbodsborden moet worden aangegeven. Mocht het nodig zijn om het perceel toch te betreden dan moet de laser tijdelijk uitgeschakeld worden.

Risicoanalyse

Voor elk proefperceel waar de lasers werden ingezet is een risicoanalyse uitgevoerd. Deze bestaat uit een inventarisatie van de mogelijke risico's van het gebruik van de laser en een evaluatie van de uitkomsten van de inventarisatie (RIE). De risicoanalyse beoogt een veilige inzetbaarheid van de laserproducten in het veld. De veiligheidsbeoordeling die op basis van de risicoanalyse heeft plaatsgevonden betrof de positie van de laser, elementen in het landschap die een risico in het gebruik kunnen vormen, weersomstandigheden die van invloed kunnen zijn en de bedoelde en onbedoelde aanwezigheid van personen in het proefveld. Voor ieder perceel is een beoordeling uitgewerkt en deze is zowel aan de betreffende grondgebruiker / deelnemende agrariër als aan de leverancier van de laser verstrekt, teneinde een veilige opstelling, inregeling en gebruik gedurende de proef te realiseren.

In de risicoanalyse zijn naast de algemene uitgangspunten voor lasergebruik en het voorkomen van laserblootstelling in het kader van het onderzoek een aantal relevante aanvullende aspecten beoordeeld. Er is specifiek gekeken naar:

1. *Aard van de omgeving.* In alle gevallen betreft de deelnamelocatie grasland. In sommige percelen zijn watergangen aanwezig. Om onbedoelde reflecties te voorkomen zijn watergangen uitgesloten van het beschijningsgebied van de laser.
2. *Vliegverkeer.* De laser is in alle gevallen grondgericht door technische maatregelen bij de autonome laser en zal piloten nooit rechtstreeks aanstralen. In het veld is per locatie gekeken of er elementen in het veld moeten worden uitgesloten van het beschijningsgebied teneinde onbedoelde reflecties, waaronder die richting het luchtruim te voorkomen. Waar van toepassing is dit in de individuele risicobeoordelingen in detail aangegeven.
3. *Personen in het veld.* Op het moment dat er iemand in het veld aanwezig is bestaat een kans op blootstelling aan het laserlicht. Een persoon in het veld is voor de bediener van de laser waarneembaar wanneer met een handlaser wordt geschoten, echter niet voor de autonome lasers. Dit betekent dat er een risico op blootstelling aan laserlicht optreedt wanneer men in het land ten val komt en op dat moment de laserbundel kruist. Daarnaast

treedt risico van blootstelling aan de directe laserbundel op wanneer de laser hoger staat opgesteld dan de ooghoogte van de persoon in het veld. In de praktijk is op basis van risicogetallen en uit navraag bij de personen die met regelmaat veldproeven uitvoeren, de kans op vallen in grasland zeer klein (< 1 x per jaar) en de kans dat met een val gelijktijdig de laserbundel wordt gekruist verwaarloosbaar beschouwd. Jagers kunnen echter een sluiphouding aannemen, waardoor zij daarmee op ooghoogte met de laserbundel kunnen komen. Directe laserblootstelling is schadelijk voor het oog, het risico daarop neemt toe bij het gebruik van verrekijkers in de bundel. Voorafgaand en tijdens de studie zijn de jagers via de Wildbeheereenheden en de deelnemende agrariërs geïnformeerd, mede omdat de jacht tijdens de proef moest worden stilgelegd, teneinde deze niet te verstoren. Op een enkele locatie bleek onbedoelde betreding van het land door jagers nog mogelijk. Hier zijn bij de betredingsroutes tot het land borden geplaatst die wijzen op het tot onbevoegd terrein gemaakte landschap in het kader van laserbeschijning. Waar van toepassing is dit in de individuele risicobeoordelingen wederom in detail aangegeven. Hoewel de kans op vallen voor de deelnemende agrariër en de onderzoeker die de keuteltellingen in het kader van de proef uitvoert klein was, werd uit overwegingen van veilige arbeidsomstandigheden de laser tijdelijk uitgeschakeld bij betreding van het proefveld. De deelnemende agrariërs zijn hiertoe door de leveranciers geïnstrueerd.

4. *Weersinvloeden.* Waar van toepassing is dit in de individuele risicobeoordelingen in detail aangegeven. Hierbij is in het bijzonder gekeken naar mogelijke ijsvorming op watergangen en reflecties vanaf besneeuwde of mogelijk ijzige oppervlakken.
5. *Elementen in het veld.* Op iedere locatie is gelet op aanwezigheid van hekwerken, bronbemaalingspompen, identificatiepaaltjes van het waterschap, melksilo's en dergelijke in en rond het proefveld. Deze elementen kunnen immers zorgen voor diffuse dan wel directe reflecties van de laserbundel. Deze objecten zijn uitgesloten van aanstraling door de laserbundel en waar van toepassing is dit in de individuele risicobeoordelingen in detail aangegeven. Ook is gekeken naar de gevolgen van het niet goed functioneren van onderdelen van de opstelling (incl. software).

De risico-inventarisatie wijst uit in hoeverre maatregelen moeten worden genomen voor de waarborg van een veilige inzetbaarheid van de laser. Deze moeten worden uitgevoerd door een terzake deskundige (Laser Safety Officer). In het geval van deze studie werden deze maatregelen door of op last van Sentix als stralingsveiligheidsexpert uitgevoerd. Deze maatregelen waren gericht op het op voorhand voorkomen van een onbedoelde blootstelling van werknemer, bedoeld en onbedoeld aanwezigen in het perceel en onbedoelde blootstelling richting het (vlieg)verkeer.

Procedures

Tevens is in de voorbereiding van de studie nagegaan of en in hoeverre de uitvoering van het onderzoek vergunning-, ontheffings- of meldingsplichtig was in het kader van de natuurwetgeving en het Luchthavenindelingbesluit Schiphol. Het laatste betrof een verklaring van geen bezwaar. Op grond van de verstrekte projectinformatie bleek geen aanleiding tot het starten van de betreffende procedures.

6.5 Resultaten van de risicobeheersing

Productbeoordeling

Uit de handleidingen, classificatierapporten, de visuele productbeoordelingen en de beschikbare documenten uit het technische productdossier is door de stralingsveiligheidsexpert beoordeeld of de te leveren lasers voldeden aan de toepasselijke Richtlijnen en onderhavige

normen. Voor zover daarin non-conformiteiten zijn geconstateerd is hiervan beoordeeld dat deze de veilige inzetbaarheid van de lasers gedurende de praktijkproef niet negatief zouden beïnvloeden.

Op basis van de in de Technische Dossiers opgenomen rapportages ter vaststelling van conformiteit aan de toepasselijke Richtlijnen en de beschouwing van de veiligheid op inzetbaarheid in de laserproef, zijn alle te leveren laserproducten door de laserveiligheidsexpert geschikt bevonden voor gebruik.

Risicoanalyse per gebied

In totaal zijn in de 5 regio's waar de winter- en zomerproef van de studie heeft plaatsgevonden op 24 onderzoekslocaties potentiële proefpercelen beoordeeld op geschiktheid voor inzet van de proef. Voor een groot deel was deze geschiktheid afhankelijk van de ligging van het veld. Er is uitdrukkelijk gekozen voor zogenaamde *remote* locaties, om de bereikbaarheid van het perceel en daarmee de kans op onbedoeld doorlopen zo moeilijk mogelijk te maken. Vanuit de potentiële percelen zijn uiteindelijk 24 proefpercelen geselecteerd. Op deze percelen heeft een risicoanalyse voor de veilige inzetbaarheid van de lasers plaatsgevonden.

Van deze risicoanalyses is een rapportage opgesteld. De rapportages van de gebruikersrisico-inventarisaties zijn voorafgaand aan de uitvoering besproken met de onderzoekers en geaccordeerd door de opdrachtgever. Vervolgens zijn deze gedeeld met alle deelnemende agrariërs en de leveranciers. In combinatie met de uitkomsten van de productbeoordeling kon op basis van de uitkomsten van de gebruikersrisicoanalyse per locatie van inzet, de inzet van de lasers in de studie beoogde proefopstelling als veilig worden aangemerkt.

Om een veilige inzetbaarheid mogelijk te maken zijn op alle locaties maatregelen genomen om potentiële blootstellingsrisico's te minimaliseren. Het betreft hier het op meerdere locaties laten verwijderen van (metalen) hekwerken uit het veld, of de opdracht deze uitdrukkelijk uit te sluiten van het projectiegebied. Daarnaast is een lengtebestraling van watergangen uitgesloten om zo reflecties naar het luchtruim en de omgeving te voorkomen. Niet direct vanaf het water, maar wel vanuit de optiek van een mogelijke bevroering van dit water tijdens de winterproef. Langs de dijken is op meerdere locaties vereist dat metalen markeringen van het waterschap tijdelijk werden verwijderd (platgelegd) en is in één geval een RVS melksilo uitdrukkelijk uitgesloten van het projectiegebied. Een naburige vogelkijkhut met zicht op een proefveld is voorzien van informatiebording omtrent de proef en het feit dat er voor observaties vanuit de hut geen risico van laserblootstelling bestond, vanwege het grondgerichte beschijningsprofiel. Op aanlegplaatsen voor boten, waarvan bekend was dat jagers hier aan land gaan, zijn waarschuwingsborden voor laserblootstelling geplaatst, evenals op een vijftiental plaatsen in het land waar landwegen bedoelde dan wel onbedoelde toegang tot het proefveld gaven. Beschijning parallel aan wegen of richting huizen is vermeden om te voorkomen dat passanten een vermeende blootstelling zouden kunnen ervaren die mogelijk een schrikreactie of distractie kon oproepen met mogelijke ongevallen tot gevolg. Verder zijn daar waar van toepassing de jagers geïnformeerd over de aanwezigheid van de lasers in het veld en is in de maatregelen opgenomen dat de agrarische medewerkers en onderzoekers de laser uitschakelen bij betreding van het land. Hiertoe zijn zij ook geïnstrueerd.

Nacontrole

Na plaatsing van de laser in de proefvelden heeft een nacontrole plaatsgevonden. Dit ter vaststelling van plaatsing van de autonome lasers in overeenstemming met de gestelde vereisten in de risico-inventarisatie en evaluatie lasergebruik in de proefvelden. Aanvullend is gekeken naar eventueel niet eerder onderkende risico's in het veld. Daaruit bleek dat in twee gevallen de afstelling van het beschijningsgebied van de laser door de agrariër is gecorrigeerd

na klachten van directe aanwonenden die de laserbundel op hun perceel en buiten het beoogde beschijningsgebied aantreffen. Aanpassing van het beschijningsgebied heeft in beide gevallen geleid tot een adequate oplossing. In een geval was de opstelling van de laser in tegenstelling tot wat aangegeven stond in de risicoanalyse geplaatst op een hoek van het studieperceel, van waaruit projectie evenwijdig met de verkeersweg plaatsvond. Dit leidde in het donker tot het risico van mogelijke schrikreacties en vermeende blootstelling aan het laserlicht. Op verzoek van de laserveiligheidsexpert is deze opstelling direct stilgelegd en is een gewijzigde opstelling vereist door de leverancier, in lijn met de initieel gemaakte risicoanalyse. In een geval is melding bij de politie gedaan van een vermeende blootstelling van een fietser die vanaf de dijk aangestraald zou zijn door de laser. Een aparte nacontrole op locatie heeft geen bewijs opgeleverd voor een directe aanstraling van personen in de omgeving. Dit temeer omdat de lasers grondgericht projecteren. Het is echter waarschijnlijk dat de persoon zicht heeft gehad op de interne reflectie van het laserlicht in het lenzensysteem van de laser, wat door de persoon als een blootstelling is opgevat. Als de persoon deze reflectie heeft kunnen zien, is er ook sprake geweest van blootstelling. Het is onwaarschijnlijk dat deze gevaarlijk hoog is geweest.

6.6 Discussie

Risico's bij toepassing van de laser ten behoeve van de ganzenverjaging in de landbouw

De laserbundel van de gebruikte klasse 3B lasers kan gezien het blootstellingsrisico voor gevaarlijke situaties zorgen voor het (vlieg)verkeer wanneer de bundel in het luchtruim wordt gestraald. Dit kan leiden tot afleiding of verblinding van piloten en verkeersdeelnemers. Daarnaast kunnen zich tijdens de uitvoering van de praktijkproef, bedoeld en onbedoeld, personen in het veld bevinden (werknemers, jagers, wandelaars) binnen het bereik van de laserprojectie. Beide risico's deden zich enkele keren voor, het eerste als gevolg van verzakking van de laseropstelling in de bodem. Het tweede deels vanwege miscommunicatie tussen betrokken agrariërs en jagers.

Consument en professional

Gezien de wettelijke regels (ARBO) is inzet van klasse 3B lasers voor bedrijfsmatig gebruik in de publieke ruimte alleen binnen een controleerbaar gebied toegestaan. Een landbouwperceel is gezien de niet of moeilijk controleerbare arbeidsomstandigheden niet per definitie als geschikt bestralingsgebied te beschouwen. Het gecontroleerd kunnen uitvoeren van de beschijning moet dan ook worden beoordeeld middels een gebruikersrisicoanalyse, rekening houdend met de mogelijkheid van verstoring van de controle door onbedoelde aanwezigen in het land en de manier waarop dit wordt voorkomen, of de wijze waarop zij worden gewaarschuwd voor het betreden van de risico-omgeving. Ook moet daarbij beoordeeld worden op de kans op beschijning in niet voorziene en niet bedoelde richting, als gevolg van menselijk falen of defecten.

Tijdens de uitvoeringsfase zijn vanuit de regionale inspectie SZW naar aanleiding van een onaangekondigde betreding door derden van een proefperceel twijfels geuit over de controleerbaarheid en beheersbaarheid van de agrarische werkomgeving waarin de lasers werden toegepast. Het uitspreken van die twijfels heeft echter niet geleid tot nadere afweging binnen de inspectie omtrent de toelaatbaarheid van het lasergebruik voor dit onderzoek. Wel werd door de inspectie gesignaleerd dat toezicht op de naleving van de regelgeving in dit soort praktijksituaties vanwege het ontbreken van een duidelijk afgebakende definitie van het begrip gecontroleerd gebied moeilijk is.

Communicatie met instanties en uitvoerders

Vanwege het belang van een verantwoorde risicobeheersing en duidelijkheid over de wettelijke status van aanschaf en gebruik van de lasers klasse 3B is in de voorbereiding van de studie uitvoerig contact gezocht met de relevante toezichthoudende instanties, i.c. de NVWA en de Inspectie SZW. Ondanks herhaalde pogingen hebben de inspecties zich onthouden van een oordeel over de veiligheid bij de toepassing van lasers voor de verjaging van vogels.

Voorts zijn in de voorbereiding van de winter- en zomerproef alle betrokken Faunabeheereenheden, Wildbeheereenheden, gemeenten, coördinatoren muskusrattenbestrijding van de waterschappen en handhavingsdiensten geïnformeerd. Desondanks was vooral rond de voorbereiding van de zomerproef nader overleg en verduidelijking nodig rond het tijdelijk stopzetten van de jacht op en rond de proefpercelen. Ook de afstemming tussen de uitvoering van de winterproef en de start van het broedseizoen van de weidevogels luisterde nauw. De communicatie verliep in dit soort situaties soms moeizaam mede vanwege onduidelijke regieafspraken tussen provincies, Faunabeheereenheden en BIJ12-Faunafonds.

6.7 Conclusies en aanbevelingen

Uit de aanpak en uitvoering van de risicobeheersing kunnen de volgende conclusies worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan ten aanzien van het gebruik van lasers voor de ganzenverjaging in de agrarische bedrijfsvoering.

Conclusies

- Uit de beschikbare wetenschappelijke literatuur kon geen onderzoek naar de effecten van lasers met een vermogen gelijk aan de in de studie toegepaste lasers op de gezondheid van vogels worden achterhaald. Er kon ook geen wetenschappelijke onderbouwing worden gevonden over de aanvaardbaarheid van de risico's van het gebruik van dit type lasers voor dieren;
- Door de intensieve inzet van de laserveiligheidsexpert en actieve medewerking van de laserleveranciers bij de studie kon een veilige inzet van de lasers tijdens de praktijkproeven worden gewaarborgd. Desondanks kunnen door de toegankelijkheid en openheid van het landschap risico's ten aanzien van de laserveiligheid voor de omgeving niet worden uitgesloten;
- De communicatie met en medewerking van verantwoordelijke toezichthoudende instanties tijdens de voorbereiding was, gezien de verschillende beleving en beelden van de risico's rondom de inzet van lasers bij betrokken partijen en de nadrukkelijke bereidheid bij opdrachtgever en opdrachtnemers om de risicobeheersing te waarborgen, ontoereikend.

Aanbevelingen

1. Entameer onderzoek naar de gezondheidsrisico's van lasers klasse 3B en hoger voor vogels en pas op grond daarvan het nu uit oogpunt van beheersing van risico's voor de mens gehanteerde veiligheidsprotocol voor bedrijfsmatige toepassing van de laser voor de verjaging van vogels waar nodig aan;
2. Voer, in de wetenschap dat een klasse 3B laser voor de mens een direct oogrisico vormt, de vanuit de Arbeidsomstandighedenwet vereiste risicoanalyse ook uit in bedrijfssituaties waarin géén sprake is van een formele arbeidsrelatie. De vereisten die voortvloeien uit deze risicoanalyse, dienen naast de normen uit overige geldende wetgeving ook voor dergelijke bedrijfssituaties het toetsingskader te zijn voor een zorgvuldige inzet van lasers;
3. Doe als wetgever een duidelijke handhaafbare uitspraak over de concrete betekenis van de term 'gecontroleerd gebied', zoals bedoeld in het Arbeidsomstandighedenbesluit, als voorwaarde voor de bedrijfsmatige inzet van een klasse 3B laser, zodat voor de gebruiker duidelijk is aan welke voorwaarden moet worden voldaan om een als zodanig omschreven gebied te creëren;
4. Maak bij toepassing van de laser klasse 3B (en hoger) voor verjaging uitsluitend gebruik van voor het doel van ganzenverjaging ontworpen professionele laserproducten, voorzien van een CE-markering;
5. Laat voorafgaand aan het inzetten van de laser een risicoanalyse laserveiligheid opstellen, teneinde een geborgde veilige inzet van de lasertoepassing te garanderen voor installateur, gebruiker, werknemer en omgeving;
6. Zorg als agrarisch ondernemer voor duidelijke afspraken met de rechthebbende jagers over de toegang tot de percelen en het wildbeheer ten tijde van de bedrijfsperiodes van de laser;
7. Meld instanties die toegang hebben tot de percelen over de inzet van de laser (bijvoorbeeld gemeenten, vogelwachters en het waterschap).

7 Kosten-baten afweging

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de kosten en de baten van de inzet van de laser op graslanden. Omdat er relatief weinig bestaande literatuur is over dit onderwerp is er geen voorbeschouwing op de stand der kennis gegeven. Relevante literatuur, voor zover beschikbaar, is in de discussie verwerkt.

7.1 De onderzoeksaanpak

Er zijn meerdere analyses mogelijk om kosten en baten af te wegen. Op bedrijfsniveau wordt vaak gebruik gemaakt van een kosten-baten analyse (KBA). Bij een KBA worden de verwachte kosten afgewogen ten opzichte van de te verwachten baten, zodat het rendement en/of de terugverdientijd van de investering kan worden bepaald en de meest voordelige oplossing kan worden gekozen. De KBA maakt het mogelijk om een afweging te maken van de verschillen in kosten en baten die optreden in het graslandbeheer als gevolg van de inzet van de laser. Het gaat dus om het saldo in euro's tussen de situatie met en zonder inzet van de laser. Bij een KBA is het van belang om scherp te definiëren wat de kosten zijn en wat de baten zijn:

- De kosten zijn relatief makkelijk te bepalen. Het betreft de investeringskosten voor de aanschaf van de lasers en de wijze van afschrijven over de jaren, de beheerkosten om laser gaande te houden (elektriciteit, lampen etc) en de personeelskosten om de apparatuur toe te passen.
- De baten voor een bedrijf zijn lastiger te bepalen. Ten eerste is het van belang of alleen naar de materiële baten wordt gekeken of ook naar de immateriële baten. Als immateriële baten kan bijvoorbeeld worden gewezen op het feit dat boeren er waarde aan hechten iets tegen de overlast van ganzen te kunnen doen, ongeacht of het werkzaam is of niet. Wat betreft de materiële baten is het van belang om aan te geven of de baten betrekking hebben op de economische waarde van de werkelijke fysieke schade of de economische waarde van schade zoals die in de bedrijfsvoering gangbaar is. Of om het anders te zeggen: gaat het om de vervangingswaarde van het gegeten gras, of gaat het om de door BIJ12 uitgekeerde tegemoetkoming van de schade.

Vanuit de overheid wordt ook vaak gebruik gemaakt van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Bij een MKBA worden de kosten en baten voor de gehele maatschappij in beschouwing genomen. Daarbij worden naast financiële ook niet-financiële kosten en baten meegewogen en wordt ook gekeken op een hoger schaalniveau dan het bedrijfsniveau of zelfs op meerdere schaalniveaus (lokaal, regionaal, nationaal of internationaal niveau). Hierdoor is de MKBA complexer dan een KBA.

7.2 Resultaten

Bij de uitwerking van de KBA en de MKBA hebben we de kosten en baten globaal omschreven omdat er geen specifieke gegevens over de exacte kosten bekend zijn. Het is daarmee een analyse op hoofdlijnen gebleven.

KBA

Voor de KBA beschrijven we eerst de kosten en vervolgens de baten. Wij gaan er bij de uitwerking vanuit dat de laser op een perceel van 100 ha ingezet kan worden. De KBA wordt

beschreven vanuit het perspectief van een boerenbedrijf. We focussen op gebieden met veel overwinterende ganzen omdat in deze gebieden de meeste schade aan graslanden optreedt.

Kosten

De aanschafkosten voor de vaste laser liggen in de orde van enkele duizenden euro's. Het ligt voor de hand om de aanschaf over tenminste enkele jaren af te schrijven. De beheerkosten liggen in de orde van honderd euro per jaar: het betreft de kosten voor de elektriciteit en onderhoud van de apparatuur. De stroomkosten kunnen bij lasers met een hoger opgesteld vermogen oplopen omdat de stroomvoorziening dan niet in alle gevallen kan worden gedekt door de meegeleverde zonnecellen en bekabeling noodzakelijk is.

De personeelskosten worden bepaald door het aantal uren dat nodig is om de laser te laten werken en het uurtarief. Het bedienen van de laser is een activiteit die op jaarbasis waarschijnlijk 10-20 uren in beslag zal nemen waarvan 4 uren om de laser in te stellen en nog eens 4 uur om aan het einde van het seizoen weer te ontmantelen en de overige uren om tussentijds beheershandelingen uit te voeren. De kosten voor deze uren kunnen wij niet nader duiden omdat we niet beschikken over een uurloon, maar we gaan er vanuit dat deze in de orde van grootte van 50 euro per uur liggen. In dat geval komen we uit op 1000 euro personeelskosten per jaar.

Samenvattend bedragen de jaarlijkse kosten voor het gebruik van de laser ongeveer twee duizend vijfhonderd euro (aanschaf en afschrijving in 5 jaar 1000 euro + loonkosten 1000 euro + beheerkosten en onvoorzien 500 euro). (Indieningskosten voor subsidieaanvragen laten we hierbij gemakshalve buiten beschouwing omdat deze per bedrijf gelden en niet per hectare). De totale kostprijs per ha bedraagt in dat geval 25 euro. (In het geval er meerdere lasers per 100ha worden ingezet, hetgeen in de akkerbouw en fruitteelt al soms het geval is, nemen de investeringskosten toe.)

Baten

Bij de baten gaan we er ook vanuit dat de laser op een perceel van 100 ha ingezet kan worden. We gaan er ook vanuit dat er tijdens zeer zonnige dagen een alternatieve verjagingsvorm wordt ingezet, omdat zonder alternatieve verjaging de schade toch nog aanzienlijk kan zijn. We maken onderscheid tussen drie typen situaties:

1. De situatie waarin een boer geen gebruik maakt van tegemoetkoming in de schade door BIJ12. De baten zijn eenvoudig af te leiden aan de hand van de verminderde schade. De verminderde schade is een gevolg van het feit dat door de inzet van de laser er minder schade is aan de percelen en dus de gewasopbrengst hoger is. Uit de schadetaxaties is af te leiden dat de schade aan graslanden kan oplopen tot 240 euro per hectare.
2. Een situatie waarbij een boer wel gebruik maakt van tegemoetkoming in de schade door BIJ12. Ook in deze situatie is er sprake van verminderde schade door de inzet van de laser en dus ook een geringere afname van de baten. De geringere schade leidt uiteraard ook tot een lagere tegemoetkoming van BIJ12 in de schade, die als het goed is overeenkomt met de werkelijk geleden schade.
3. Een situatie waarin een boer gebruik maakt van een tegemoetkoming in de schade en in zijn gebied te maken heeft met veel weidevogels. Bij de situatie met weidevogels is er een extra complicerende factor bij het bepalen van de baten. De laser is namelijk tijdens het broedseizoen van weidevogels, vanaf maart, niet in te zetten. Daarom is de batenkant van de laser minder gunstig voor boeren in weidevogel gebieden.

(In het geval er meerdere lasers per 100ha worden ingezet, hetgeen in de akkerbouw en fruitteelt al soms het geval is, nemen ook op graslanden mogelijk de baten toe omdat meerdere lasers mogelijk effectiever zijn dan een enkele laser.)

Rendement

Voor de drie situaties zijn de rendementen uitgerekend:

1. Voor boerenbedrijven die niet gebruik maken van een tegemoetkoming in de schade door BIJ12 is de inzet van de laser rendabel in het geval de schade aan de gewasopbrengst tenminste 25 euro per ha bedraagt.
2. Voor boerenbedrijven die gebruik maken van een tegemoetkoming in de schade door BIJ12 is de inzet van de laser rendabel in het geval de schade-uitkering door BIJ12 tenminste 25 euro minder is dan de werkelijke schade aan de gewasopbrengst.
3. Voor boerenbedrijven met percelen in weidevogelgebieden die gebruik maken van een tegemoetkoming in de schade door BIJ12 is de inzet van de laser rendabel in het geval de schade-uitkering door BIJ12 tenminste 25 euro minder is dan de werkelijke schade aan de gewasopbrengst die is aangebracht in de periode oktober tot februari.

Overigens zijn ook 6 bestaande gebruikers benadert met de vraag of de laser rendabel is. Allen gaven aan dat dit rendabel is binnen twee jaar.

MKBA

Voor de MKBA beschrijven we ook eerst de kosten en vervolgens de baten. Wij gaan er bij de berekening vanuit dat de laser bij meerdere boerenbedrijven worden ingezet op steeds een perceel van 100 hectare. De KBA wordt beschreven vanuit het perspectief van meerdere actoren namelijk de boerenbedrijven en de overheid.

De kosten

De kosten voor de boerenbedrijven bedragen steeds 2500 euro per bedrijf per jaar (uitgaande van 100ha per bedrijf). De kosten voor de overheid bestaan uit de kosten voor de tegemoetkoming in de schade inclusief alle administratieve kosten (inclusief de taxaties) en beheerkosten (personeel dat nodig is om de schade-uitkering te regelen). De tegemoetkomingen in de schade bedragen tot 240 euro per hectare. De kosten voor de overheid zijn fors en loopt wat betreft de tegemoetkomingen al tegen de twintig miljoen euro aan. De overheid heeft een paar opties om tot een afname van kosten te komen als gevolg van de inzet van lasers. De algehele kosten kunnen namelijk afnemen als het lukt om met de lasers ganzen te verjagen naar natuurgebieden of ganzenfoerageergebieden waar ze effectief kunnen worden opgevangen.

- In natuurgebieden (mits zonder landbouwkundig gebruik) is geen sprake van schade waarvoor de overheid een tegemoetkoming zou moeten betalen. Het is bekend dat het niet aannemelijk is dat ganzen naar natuurgebieden gaan zolang er gebieden zijn met gewassen die een hogere VEM (Voeder Eenheden Melk) waarde hebben (Melman et al. 2017). Het is algemeen bekend dat ganzen een sterke voorkeur hebben voor gewassen met een hoog stikstofgehalte. Daarom is de kans dat ganzen gaan foerageren in natuurgebieden gering. Ganzen zullen liever uitwijken naar andere landbouwpercelen. Uit verschillende studies blijkt dat ganzen moeilijk kunnen worden geconcentreerd in gebieden die in voedselaanbod (kwaliteit en hoeveelheid) minder geschikt zijn dan de omgeving. Deze optie vervalt dus in feite omdat het doel om de ganzen met behulp van verstoring of verjaging in de natuurgebieden te concentreren in de praktijk niet haalbaar is.
- In ganzenfoerageergebieden is er sprake van een vermindering van de schade. Extra ganzen leiden daar niet tot extra schade. Nog ongeacht het gegeven dat het nog niet goed lukt om ganzen naar ganzenfoerageergebieden te verjagen (Melman et al. 2017).

Baten

De batenkant voor de boerenbedrijven is vergelijkbaar met de beschrijving van KBA. De batenkant van de overheid is er niet.

Rendement

Op basis van bovenstaande concluderen we dat er met de huidige werking van de ganzenfoeragegebieden geen maatschappelijk rendement is om lasers in te stellen maar dat dit er wel kan zijn als de inzet van lasers wordt gecombineerd met het verbeteren van de werking van ganzenfoeragegebieden.

7.3 Discussie

De baten bij de KBA komen voort uit verminderde schade omdat ganzen op belaserde percelen niet of aanzienlijk minder hebben kunnen foerageren. Wat betreft de schade gaat het daarbij om het gras dat gegeten wordt en het kwaliteitsverlies van de grasmat als gevolg van betreding. Deze schade kan op meerdere manieren worden bepaald zoals aan de afname van de grashoogte, biomassaverlies, het kwaliteitsverlies van de grasmat, de intensiteit van de begrazing, de door een erkende taxateur geschatte inkomstenderving en de vervangingswaarde. Iedere aanpak heeft voordelen en beperkingen.

- De afname van grashoogte lijkt een erg praktische en duidelijke maat voor de schade. Het is ook bekend dat ganzen gras kort kunnen houden. Toch zijn er weinig onderzoeken gedaan naar de relatie tussen de grashoogte en de economische schade. Tijdens ons eigen onderzoek hebben we 3500 maal een grashoogtemeting uitgevoerd bij verschillende omstandigheden. We hebben geen verschil in grashoogte kunnen meten tussen belaserde percelen en referentiepercelen (figuur 5.5). Het is op basis van de resultaten van de huidige studie niet mogelijk om gebaseerd op werkelijk gemeten veranderingen in grashoogte een schatting van de schade te maken.
- De afname in biomassa geeft meer informatie dan alleen de grashoogte omdat ook de dichtheid van grassprietten en de energetische kwaliteit wordt meegewogen. In de praktijk wordt deze waarde niet direct gemeten maar indirect bijvoorbeeld via een NDVI (Normalized difference vegetation index) waarde of in een VEM waarde (Voeder Eenheden Melk). Er zijn echter nog geen directe methoden beschikbaar om de biomassa afname direct te vertalen in geleden schade.
- Wat betreft kwaliteitsverlies gaat het om meerdere factoren die van belang zijn. Zo wordt er vanuit gegaan dat koeien percelen met veel keutels minder aantrekkelijk vinden. Ook zou de betreding door ganzen kunnen leiden tot structuurverandering van de bodem, zogenaamde verslemping. Ook hier is weinig onderzoek naar gedaan.
- Wat betreft de begrazingsdruk kan een verrekening worden gemaakt van de ganzenkeuteldichtheid naar verwachte hoeveelheid gras die gegeten is om tot de betreffende keuteldichtheid te komen en de schatting van de economische waarde van deze hoeveelheid gras. Ook is het mogelijk om überhaupt te kijken naar het aantal ganzen in een gebied en vervolgens te becijferen hoeveel gras ganzen überhaupt gedurende een periode kunnen eten. Deze analyse is niet bruikbaar voor een schade-uitkering aan een boer maar wel voor een maatschappelijke kostenbatenanalyse waarbij het in feite niet uitmaakt waar de ganzen foerageren.
- De aanpak van erkende taxateurs hebben als voordeel dat hier al sinds jaar en dag mee wordt gewerkt. Uit taxaties in het verleden is in ieder geval bekend dat de schade kan oplopen tot 200-240 euro per ha in de gebieden met de hoogste schade.

Bij de MKBA is er nog niet vanuit gegaan dat verjaging van ganzen kan leiden tot extra schade. Onderzoek in Quebec, Canada, naar het effect van verjaging en jacht op het gedrag en de energieopname van de sneeuwgans toonde aan dat de ganzen na verjaging sneller voedsel tot zich namen en ook een 15-40% grotere energiebehoefte hadden door de toename in verbruikte energie (Bechet *et al.* 2004). Bij een Nederlandse studie naar het metabolisme van ganzen die verjaagd werden, kwamen wetenschappers tot vergelijkbare conclusies. Zij vonden dat het verjagen als strategie tegen gewasschade enkel effectief is als het structureel en zeer frequent wordt toegepast: vijf structurele intentionele verstoringen leidden tot een toename in energiebehoefte van 11,5 tot 16% per dag. De vluchtgebieden in de nabije omgeving van het behandelde gebied moeten daarom ook in de overwegingen worden meegenomen (Nolet *et al.* 2007). Er zijn meer studies die concluderen dat ganzen die verjaagd of verstoord worden een toegenomen energiebehoefte hebben, welke zij zullen proberen te compenseren (Riddington *et al.* 2010; Owens, N.W. 1975; Belanger, 1990). Een ander gevolg dat door Mooij (1991) genoemd wordt is dat frequente verstoring zorgt voor timide individuen die enkel nog in de kleinere aantallen overgebleven gebieden. Met deze extra schade is in de KBA en de MKB geen rekening gehouden.

7.4 Conclusies

Uit voorgaande beschouwing blijkt dat het lastig is om een absolute uitspraak te doen over het rendement van de implementatie van de laser. Het is duidelijk dat de belangen voor een boer en de overheid niet naadloos samenvallen. Voor een boer is de investering sneller rendabel op bedrijfsniveau behalve in het geval de schadevergoedingen door de overheid hoger zouden zijn dan de werkelijke fysieke schade. Voor de overheid is de inzet van de laser alleen economisch nuttig als de ganzen daadwerkelijk naar ganzenfoeragegebieden of natuurgebieden verjaagd kunnen worden zodat het voor schadetegemoetkomingen jaarlijks uitgekeerde bedrag duidelijk terugloopt.

In alle analyses is er vanuit gegaan dat de ganzen door de verjaging lokaal worden verplaatst maar dat de aantallen als geheel op hetzelfde niveau blijven. De ganzen verdwijnen immers niet door inzet van de laser maar gaan elders in de omgeving foerageren. Het is niet mogelijk om op basis van de resultaten van dit onderzoek effecten op populatieniveau van de ganzen te voorspellen en deze voorspelling te betrekken in de KBA.

8 Implementatie

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de implementatie van de laser. Op basis van de bevindingen uit de vorige hoofdstukken is het nog lastig om in te schatten of het nuttig is om een implementatiestrategie te ontwikkelen. Er zijn nog te veel onzekere factoren of de lasertechniek überhaupt een probaat middel is in schadepreventie. In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de factoren waarover meer duidelijkheid moet komen om tot een implementatie te komen. Deze factoren zijn gaandeweg het onderzoek duidelijk geworden maar er is geen systematische analyse uitgevoerd om een implementatie te ontwikkelen. Ook zijn er geen werksessies met deskundigen gehouden gericht op het ontwikkelen van een implementatiestrategie.

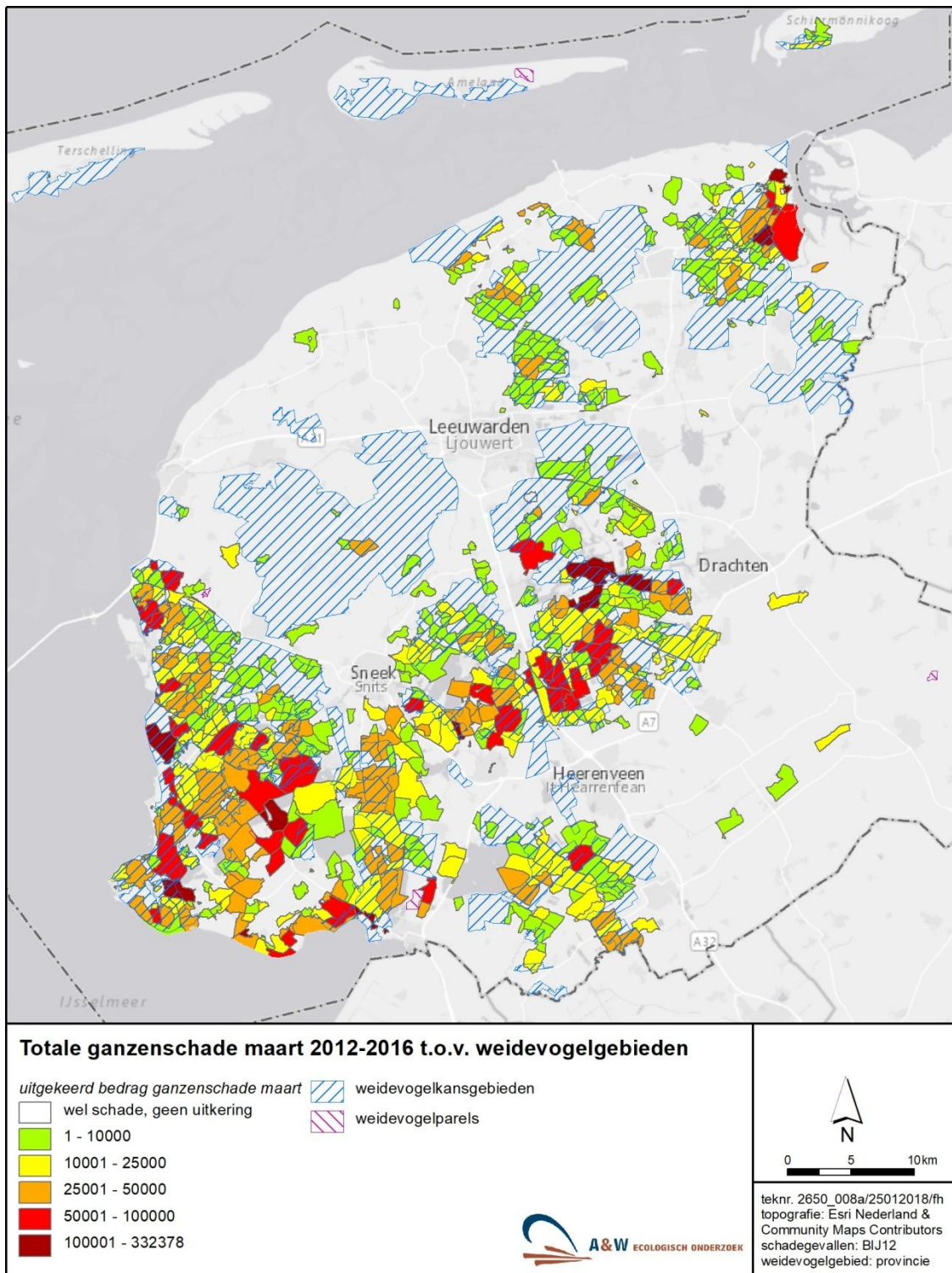
8.2 Resultaten

In deze paragraaf geven we een overzicht van de belangrijkste aandachtspunten die nadere uitwerking behoeven om tot een implementatiestrategie te kunnen komen.

Effectiviteit

Er is gebleken uit de analyses dat ganzen met lasers effectief verjaagd kunnen worden maar dat dit effect weersafhankelijk is. Bij zeer zonnig weer en grote hoeveelheden ganzen (wintersituatie) werkt de laser minder goed. Dit betekent dat er voor zonnig weer altijd een plan B voor verjaging beschikbaar moet zijn.

Daarnaast is gebleken dat ook andere vogelsoorten door de laser verjaagd worden. Dit is voor zover het om weidevogels gaat een ongewenst effect. De toepassing van de laser kan hierdoor niet in de alle perioden en in alle gebieden plaatsvinden gebieden.



Figuur 8.1 Kaart ligging ganzen schade en weidevogelgebieden

Al met al is de effectiviteit van de laser door deze afwegingen beperkter dan oorspronkelijk verwacht.

Veiligheid

Uit deze studie is de noodzaak van een risico- en veiligheidsanalyse voor de toepassing van lasers klasse 3B duidelijk gebleken. Tijdens het onderzoek zijn deze ook daadwerkelijk uitgevoerd maar de kosten die hier mee gemoeid zijn maken de toepassing van de laser minder rendabel.

Zodra zich calamiteiten als gevolg van gebruik van de lasers voordoen zal er ook een discussie gaan ontstaan over de aansprakelijkheidstellingen en zullen de voorwaarden waaronder lasers toegepast kunnen gaan worden stringenter worden.

Het is lastig om af te wegen of voordelen van de inzet van de laser in termen van de verjaging opwegen tegen de veiligheidsrisico's die dit met zich meebrengt. Het is aan de overheid om hier een afgewogen besluit over te nemen.

Diervriendelijkheid

Tot voor kort werd aangenomen dat lasers een diervriendelijke manier zijn om ganzen te verjagen. Op basis van de veiligheidsbeoordelingen van de laser en de recente zwaardere beoordeling in klasse 3B is duidelijk geworden dat het nog niet mogelijk is om het risico op oogletsel voor vogels te bepalen. Bij de gangbare verjaging is de meest gebruikelijke manier die van verjaging met ondersteunend afschot. Het ondersteunende afschot blijkt nodig om de natuurlijke neiging van ganzen tot gewenning aan akoestische prikkels te beperken. Dat gebeurt door daadwerkelijk ook ganzen te schieten. Vanuit dierenwelzijn is een gericht instantaan dodelijk schot niet per se negatief. Echter niet alle schoten zijn dodelijk. Hierdoor ontstaat er een complexe afweging vanuit dierenwelzijn waarin het risico op oogletsel en op niet fatale schoten gewogen moeten worden. Het verdient aanbeveling om een instantie met expertise op het gebied van dierenwelzijn hier naar te laten kijken.

Effectiviteit in relatie tot alternatieve methoden van verjaging

In een recent overzicht van methoden van verjaging geven Buij et al 2018 op basis van een grootschalig literatuurreview aan dat visueel werende middelen bij ganzen beperkt effectief zijn omdat ganzen gauw gewenning vertonen aan een visuele verstoringsbron. De huidige studie geeft invulling aan het gesignaleerde kennishiaat met betrekking tot de effectiviteit van lasers als ganzenwerend middel onder veldomstandigheden. Ons onderzoek laat zien dat ganzen duidelijk en herhaald met een vluchtrespons reageren op aanschijning door lasers omdat de laserbeam een onvoorspelbare prikkel vormt. Echter laat onze studie ook zien dat duurzame vermindering van schade door inzet van lasers als enig werend middel niet toereikend is, een bevinding die aansluit bij de conclusies van Buij et al 2018 waarin wordt aangegeven dat ganzen complexe kosten-baten afwegingen maken tussen (gevoelde) onveiligheid van een gebied en de beschikbaarheid van voedsel. Onze conclusies liggen in lijn met de inschatting dat geleiding van ganzen naar alternatieve (opvang)gebieden door middel van verjaging alleen mogelijk is als de alternatieve gebieden voldoende aantrekkelijk voedsel bieden en daadwerkelijk lagere verstoringsniveau's bieden.

Ruimtelijke strategie

Ganzen verjagen is pas zinvol als er op voorhand een alternatieve locatie is waar de verjaagde gans naar toe zou moeten gaan die tot minder schade zou leiden. De ganzenfoerageergebieden zijn hier voor bedoeld. Maar zoals al eerder aangegeven functioneren deze matig. In feite heeft verjaging pas echt zin als eerst de ruimtelijke strategie geoptimaliseerd is.

Draagvlak

Bij de implementatie van de laser door een overheidsinstelling is het essentieel dat er voldoende maatschappelijk draagvlak is. Tijdens de uitvoering van de lange termijnproef (hoofdstuk 5) is duidelijk geworden dat het draagvlak voor de inzet van de laser niet vanzelfsprekend is. Het blijkt dat veel belanghebbende zorgen hebben en deze ook daadwerkelijk kenbaar maken. Het is geen doelstelling van dit onderzoek geweest om deze maatschappelijke dynamiek te onderzoeken, maar er is achteraf wel geconcludeerd dat de maatschappelijke dynamiek een factor is waar rekening mee gehouden moet worden bij verdere implementatie van de laser. Wij geven hier een kort overzicht van onze bevindingen tijdens de proef:

- *De deelnemende boeren.* Er zijn uiteindelijk steeds voldoende boeren gevonden die bereid waren om deel te nemen aan de proef. Voor een aantal was de reden primair om bij te dragen aan onderzoek dat gericht is op het oplossen van de ganzenproblematiek. Voor een aantal deelnemers heeft ook de gunstige regeling voor de uit te keren schade een rol gespeeld. De boeren kregen namelijk de garantie dat 100% van de schade vergoed zou worden.
- *De boeren met omliggende percelen.* Tijdens de proef zijn een aantal boeren op omliggende bedrijven betrokken bij de proefopzet omdat het op voorhand niet is uit te sluiten dat zij door de inzet van de laser juist extra overlast en schade zouden gaan krijgen. Er zijn zones gemaakt waarbinnen ook zij schadeloosstelling zouden krijgen. De belangen van omliggende boeren zijn daarmee tijdens dit specifieke project afdoende geregeld. Maar bij toekomstige toepassingen van de laser kan dit een probleem gaan geven waarin boeren elkaar in een technologische wedloop gaan beïnvloeden.
- *De jagers en jagersverenigingen.* Met name in de zomerperiode heeft het enige tijd en overreding gekost om medewerking van de jagers en jagerverenigingen te krijgen. Deze medewerking was nodig omdat we geen andere vorm van verjaging wensen dan door de laser. De bestaande jachtovereenkomsten tussen grondeigenaar en jager moesten worden opgeschort. Het is prijzenswaardig geweest dat uiteindelijk alle jagers hun medewerking hebben verleend. Een aantal jagers heeft daarbij overigens ook expliciet aangegeven dat het onderzoek wat hen betreft weinig maatschappelijk belang kan dienen omdat de laser alleen maar een verplaatsing van het probleem kan geven.
- *Terreinbeherende(natuur)organisaties.* TBO's hebben pas nadat de proef al in uitvoering is gekomen een actieve houding genomen. Dat is deels te wijten aan het feit dat de proef fysiek op de grond van boeren is uitgevoerd en niet op de grond van TBO's. De grootste zorg was om tijdig geïnformeerd te worden (hetgeen was gebeurd) en om af te kunnen wegen wat de risico's zijn voor de ganzen die in de terreinen van de TBO's hun slaapplek hadden.
- *Weidevogelgroepen.* Er is ook bezorgdheid geuit van deelnemers van weidevogelwerkgroepen. De zorg was vanzelfsprekend gericht op het belang van de weidevogels. De betrokkenen waren bereid om in het belang van het verkennende onderzoek hier niet een te groot punt van te maken. Daarbij werd het onderzoek in de zomer ook niet tijdens het broedseizoen uitgevoerd, en alleen gedaan in percelen die al gemaaid waren. In de winter is het onderzoek uitgevoerd tot aan maart en is in een deelgebied de laser ook daadwerkelijk uitgezet vanwege de weidevogels. Maar bij een verdere uitrol van de laser zal er zeker rekening gehouden moeten worden met de zorg van weidevogelaars.

In het licht van alle bovenstaande genoemde aandachtspunten en zorgen achten wij het nog niet mogelijk om een goede implementatiestrategie namens de overheid te ontwikkelen. Eerst zal er een besluit moeten komen of het bezien vanuit het belang van de overheid wenselijk is om de inzet van lasers te gaan stimuleren.

Bijlage 1 Tabel met soorten die in het onderzoeksgebied zijn aangetroffen

Soort	Aantal
Aalscholver	1
Bergeend	3
Blauwe Reiger	4
Brandgans	12
Buizerd	4
Canadese gans	1
Ekster	1
Fazant	1
Geelgors	1
Goudplevier	5
Graspieper	1
Grauwe gans	31
Grote lijster	1
Grote mantelmeeuw	1
Grote zilverreiger	5
Grutto	1
Havikarend	1
Holenduif	7
Houtduif	1
Kauw	4
Kievit	22
Kneu	1
Knobbelzwaan	9
Kokmeeuw	4
Kolgans	22
Krakeend	3
Kramsvogel	1
Meerkoet	5
Merel	5
Nijlgans	18
Roek	5
Roodborst	1
Rotsduif	1
Scholekster	5
Smient	5
Spreeuw	6
Steenloper	1

Stormmeeuw	14
Toendrarietgans	4
Tureluur	4
Vink	1
Wilde eend	15
Wilde zwaan	1
Witte kwikstaart	2
Wulp	4
Zilvermeeuw	1
Zwarte kraai	19

Bijlage 2 Resultaten statistische analyses

Vluchtrepons en responstijden

Voor de analyses zijn de gegevens voor de vluchtreponsen en responstijden ten aanzien van aanschijning met een handheld laser gekoppeld aan weersomstandigheden en gewicht van vogels (maat voor soortindeling). Zowel vluchtrepons en responstijden zijn afhankelijke categorische variabelen. Dit, in combinatie met veel missende waarden en gelijke waarden in de data, maakt selectie van het juist model lastig. In deze analyses zijn de categorisch afhankelijke variabelen *vluchtrepons* en *responstijd* omgezet naar numerieke waarden en geanalyseerd met een lineair model.

Vluchtrepons van ganzen in relatie tot weer

Weersomstandigheden heeft een significant effect op de vluchtrepons van ganzen ($p=0,01475$). Bij bewolkt weer, vliegen ganzen sneller op.

```
> mod=lm(reactie_num ~ FWEER2, data=gans)
> anova(mod)
Analysis of Variance Table

Response: reactie_num
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
FWEER2 1 4.970 4.9705 6.1934 0.01475 *
Residuals 86 69.018 0.8025
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Responstijd ganzen

Weersomstandigheden heeft geen significant effect op de responstijd van ganzen ($p=0,2289$).

```
mod=lm(responstijdklasse ~ FWEER2, data=gans)
> anova(mod)
Analysis of Variance Table

Response: responstijdklasse
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
FWEER2 1 1.336 1.33636 1.4686 0.2289
Residuals 86 78.255 0.90994
```

Vluchtrepons van weidevogels in relatie tot weer

Weersomstandigheden heeft geen significant effect op de vluchtrepons van weidevogels ($p=0,163$).

```
> mod=lm(reactie_num ~ FWEER2, data=weide)
> anova(mod)
Analysis of Variance Table

Response: reactie_num
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
FWEER2 1 4.525 4.5254 2.0221 0.163
Residuals 39 87.279 2.2379
```

Alle vogels tezamen

Weersomstandigheden en gewicht hebben een significant effect op de vluchtrespons van vogels. Uit de analyse blijkt dat alle soorten meer vluchtgedrag hebben bij bewolkt weer en dat hele zware soorten (zwaan) minder sterk reageren dan de vogels in de gewichtsklasse van 100 tot 4000 gram.

```
> mod=lm(reactie_num ~ FGEWICHT+FWEER2, data=hand)
> anova(mod) # beide significant
Analysis of Variance Table

Response: reactie_num
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
FGEWICHT 5 50.78 10.156 7.0941 3.097e-06 ***
FWEER2 1 32.00 31.995 22.3489 3.743e-06 ***
Residuals 258 369.36 1.432
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Langdurige verjaging ganzen

Zomerproef

Door de grote hoeveelheid nullen in de data is gekozen voor zero-inflated modellen.

Vervolgens is van een volledig model uitgegaan met de volgende factoren:

- De te verklaren variabele *Aantal ganzenkeutels (per km²)*
- Laser: geen laser of vaste laser
- Gebied: NO-Friesland, Noord-Holland
- Station: 1, 2, 3 als maat voor afstand
- Interacties tussen Laser, Gebied en Station

Hieruit volgt: aantal ganzenkeutels ~ Laser*Station*Gebied

Vervolgens worden niet significante effecten uit het model verwijderd (tenzij ze onderdeel zijn van een significante interactie).

Voor de zomerproef leidt dit tot het volgende model: aantal ganzenkeutels ~ Laser * Gebied * Station. In Friesland neemt het effect van laser significant af als de afstand toeneemt (Df= 2, P<0,01).

```
> zinb<-
zeroinfl(DRUK~LASER+GEBIED+FSTATION+FSTATION*LASER*GEBIED,data=laser,
dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq")
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: DRUK
  Df Chisq Pr(>Chisq)
LASER 1 1.3908 0.238268
GEBIED 1 2.5662 0.109167
FSTATION 2 9.7820 0.007514 **
LASER:FSTATION 2 1.9173 0.383406
GEBIED:FSTATION 2 5.9603 0.050784 .
LASER:GEBIED 1 8.3458 0.003866 **
LASER:GEBIED:FSTATION 2 12.1754 0.002271 **
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Daarnaast is de aanwezigheid van de lasers zelf ook significant (Df=1, p=0,022). Er liggen meer ganzenkeutels op de referentiepercelen dan op de gelaserde percelen.

```
> zinb<-zeroinfl(DRUK~LASER,data=laser, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq")
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: DRUK
  Df Chisq Pr(>Chisq)
LASER 1 5.2343 0.02215 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Afstand tot de laser is ook significant (Df=1, p<0,001). Er liggen meer ganzenkeutels dichterbij het centrum van de percelen (laser/controle samen) dan verderaf.

```
> zinb<-zeroinfl(DRUK~FSTATION,data=laser, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq")
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: DRUK
  Df Chisq Pr(>Chisq)
FSTATION 2 30.277 2.663e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Gebied is niet significant (Df=1, p=0,3626). Er liggen niet meer of minder ganzenkeutels in Friesland dan in Noord-Holland.

```
> zinb<-zeroinfl(DRUK~GEBIED,data=laser, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq")
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: DRUK
  Df Chisq Pr(>Chisq)
GEBIED 1 0.8289 0.3626
```

Winterproef

Gezamen

Als eerste is uit gegaan van een volledig model met de volgende factoren:

- De te verklaren variabele *Aantal ganzenkeutels*
- Laser: geen laser of vaste laser
- Gebied: Groningen, NO-Friesland, Kampereiland
- Station: 1, 2, 3 als maat voor afstand
- Interacties tussen Laser, Gebied en Station

Hieruit volgt: aantal ganzenkeutels ~ Laser*Station*Gebied

Vervolgens worden niet significante effecten uit het model verwijderd (tenzij ze onderdeel zijn van een significante interactie).

Voor de winterproef leidt dit tot het volgende model: aantal ganzenkeutels ~ Laser + Gebied +Gebied*Laser. Station (afstand) is niet significant en de interacties tussen laser, station en gebied ook niet.

```
> zinb<-zeroinfl(GANS2~LASER+GEBIED+LASER*GEBIED,data=laser1, dist=
"negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq")
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: GANS2
      Df  Chisq      Pr(>Chisq)
LASER  1    36.431  1.582e-11 ***
GEBIED  2    62.329  2.920e-16 ***
LASER:GEBIED 2  69.345  8.747e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Het belangrijkste resultaat wat hieruit naar voren komt is de significante interactie tussen Gebied en Laser (Df =2, p<0.001).

Vervolgens laten analyses zien dat de laser een significant effect (Df=1, p<0.001) heeft in Groningen, maar dat daar juist meer ganzen op de laserplots zitten in plaats van op de controle plots.

```
> zinb<-zeroinfl(GANS2~LASER,data=Groningen, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq") #LASER significant in Grun,
maar tegengesteld
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: GANS2
      Df  Chisq      Pr(>Chisq)
LASER  1    33.05  8.98e-11 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

In Kampereiland is het effect van de laser niet significant (Df= 1, p= 0.2138)

```
> zinb<-zeroinfl(GANS2~LASER,data=Kampereiland, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq") #LASER niet significant in
Kampereiland
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: GANS2
      Df  Chisq      Pr(>Chisq)
LASER  1    1.0648  0.3021
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

In Friesland is het effect van de laser significant (Df= 1, p< 0.001) , er zitten minder ganzen op de laserplots dan op de controle plots.

```
> zinb<-zeroinfl(GANS2~LASER,data=Friesland, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq") #LASER significant Friesland zo
als verwacht
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: DRUK_INT
      Df  Chisq      Pr(>Chisq)
LASER  1    35.04  3.231e-09 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Daarnaast is de aanwezigheid van de lasers overall niet significant (Df=1, p=0,4434).

```
> zinb<-zeroinfl(GANS2~LASER,data=laser, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq")
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: GANS2
  Df      Chisq      Pr(>Chisq)
LASER 1      0.5874  0.4434
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Smienten

Als eerste is uit gegaan van een volledig model met de volgende factoren:

- De te verklaren variabele *Aantal smientenkeutels*
- Laser: geen laser of vaste laser
- Gebied: Groningen, NO-Friesland (Kampereiland uit de dataset door te weinig data)
- Station: 1, 2, 3 als maat voor afstand
- Interacties tussen Laser, Gebied en Station

Hieruit volgt: aantal ganzenkeutels ~ Laser*Station*Gebied

Vervolgens worden niet significante effecten uit het model verwijderd (tenzij ze onderdeel zijn van een significante interactie).

Voor de winterproef leidt dit tot het volgende model: aantal ganzenkeutels ~ Laser + Gebied +Gebied*Laser. Station (afstand) is niet significant en de interacties tussen laser, station en gebied ook niet.

```
> zinb<-zeroinfl(SMIENT~LASER+GEBIED+LASER*GEBIED,data=laser1, dist=
"negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq")
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: SMIENT
  Df      Chisq      Pr(>Chisq)
LASER 1      0.0162  0.89878
GEBIED 2      77.4599  < 2e-16 ***
LASER:GEBIED 2  5.6292  0.01766 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Het belangrijkste resultaat wat hieruit naar voren komt is de significante interactie tussen Gebied en Laser (Df =2, p=0,01766).

Vervolgens laten analyses zien dat de laser geen significant effect (Df=1, p=0,8846) heeft in Groningen.

```
> zinb<-zeroinfl(SMIENT~LASER,data=Groningen, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq") #LASER niet significant in
Groningen
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: SMIENT
      Df      Chisq      Pr(>Chisq)
LASER  1      0.021      0.8846
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

In Friesland is het effect van de laser significant (Df= 1, $p < 0.001$), er zitten minder ganzen op de laserplots dan op de controle plots.

```
> zinb<-zeroinfl(SMIENT~LASER,data=Friesland, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq") #LASER significant Friesland zo
als verwacht
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: SMIENT
      Df      Chisq      Pr(>Chisq)
LASER  1      7.8735      0.005017 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Daarnaast is de aanwezigheid van de lasers overall wel significant (Df=1, $p=0,4434$).

```
> zinb<-zeroinfl(SMIENT~LASER,data=laser, dist= "negbin")
> Anova(zinb,type="III", test="Chisq")
Analysis of Deviance Table (Type III tests)

Response: SMIENT
      Df      Chisq      Pr(>Chisq)
LASER  1      33.177 8.415e-09 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Bijlage 3 Literatuuroverzicht

- Allan, J.R., Kirby, J.S. & Feare, C.J. (1995). The biology of Canada Geese *Branta canadensis* in relation to the management of feral populations. *Wildl. Biol.* 1: 129- 143.
- Animal rights, 22 juli 2016- Jagers laten ganzen lijden- Hoekse Waard. Gevonden op 11-9-2017 op: <https://www.animalrights.nl/jagers-laten-ganzen-lijden-hoeksche-waard>
- Baxter, A., Hart, J., 2010. A Review of Management Options for Resolving Conflicts with Urban Geese. York, Bird Management Unit, Food and Environment Research Agency
- Baxter, A.T. (2007). Laser dispersal of gulls from reservoirs near airports. Birdstrike Committee USA / Canada, Kingston, Ontario, 9 th – 13 th September 2007.
- Bechet, A., Giroux, J., Gauthier, G. 2004. The effects of disturbance on behaviour, habitat use and energy of spring staging snow geese. Quebec, Canada, *Journal of Applied Ecology*, 41, 689–700
- Bélanger, L., & Bédard, J. (1990). Energetic Cost of Man-Induced Disturbance to Staging Snow Geese. *The Journal of Wildlife Management*, 54(1), 36-41. doi:10.2307/3808897
- Blackwell, Bradley F.; Bernhardt, Glen E.; Cepek, Jon D.; and Dolbeer, Richard A. 2002. Lasers as non-lethal avian repellents: Potential applications in the airport environment. USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications. Paper 147.
- Bos, D. en J. Stahl, 2003. Creating new foraging opportunities for dark-bellied Brent and Barnacle geese in spring - insights from a large-scale experiment. *Ardea* 91, 153-166
- Bos, D., D.P.J. Kuijper & P. Esselink 2008. Visible plot markers may bias the results of dropping counts - *Vogelwelt* 129: 147-152
- Briot, J. L. 1996. Latest French experiments with lasers to frighten birds. *Proceeding of the International Bird Strike Committee* 23:345.
- Buij, R., D. Lammertsma en Th.C.P. Melman, 2018. Overzicht onderzoek schadesoorten in Nederland; leidraad beoordeling onderzoek. Wageningen Environmental Research, concept rapport.
- Cepek, J. D., J. Suckow, C. Croson, and B. F. Blackwell. 2001. *Wildlife Control Methods for Airports (Task 3). Experiment 3: Laser dispersal of Canada geese at Lake Galena, Pennsylvania. Interim Report submitted to DOT/FAA, William J. Hughes Technical Center by USDA/WS/NWRC.*
- Dierenbescherming 2017. Gevonden op: <https://www.dierenbescherming.nl/wat-wij-doen/actueel/dossiers/ganzen>
- Endler, J. A. 1990. On the measurement and classification of colour in studies of animal colour patterns. *Biological Journal of the Linnean Society* 41:315–352
- Flevopost (2017). Achtergrond: discussie Oostvaardersplassen barst in alle hevigheid los. Kees Bakker. 17 januari 2017
- Glahn, J. F., G. Ellis, P. Fiornelli, and B. Dorr. 2001. Evaluation of moderate- and low-power lasers for dispersing double-crested cormorants from their night roosts. *Proceedings of the Eastern Wildlife Damage Management Conference* 9:34–45.
- Glahn, J. F., and B. F. Blackwell. 2000. Safety guidelines for using the Desman™ laser and Dissuader™ laser to disperse double-crested cormorants and other birds. U.S. Department of Agriculture, Animal Plant Health Inspection Service, Wildlife Services, National Wildlife Research Center, Fort Collins, Colorado, USA.
- Gilsdorf, J.M., Hygnstrom, S.E. & VerCauteren, K.C. Use of frightening devices in wildlife damage management. *Integrated Pest Management Reviews* (2002) 7: 29. doi:10.1023/A:1025760032566
- Harris, R.E., Davis, R.A., 1998. Evaluation of the efficacy of products and techniques for airport bird control. King City, Ontario, USA, LGL Limited, environmental research associates. LGL Report TA2193

- Kleijn, D., Jansman, H.A.H. Oord J.G. en Ebbing, B.S. 2009. Effectiviteit verjaagmethoden in foerageergebieden met speciale aandacht voor verjaging met ondersteunend afschot. 2009. Alterra-rapport 1792
- Kleyheeg E. (2015) Seed dispersal by a generalist duck: ingestion, digestion and transportation by mallards (*Anas platyrhynchos*). PhD thesis. Utrecht University, Utrecht, The Netherlands
- Land, P. L. 1969. A discussion of the xenon flash lamps for anti-collision purposes. Aerospace Research Laboratories, Metallurgy and Ceramics Research Laboratory. Office of Aerospace Research. United States Air Force.
- Larkin, R., J. R. Torre-Bueno, D. R. Griffin, and C. Walcott. 1975. Reactions of migrating birds to lights and aircraft. *Proceedings of the National Academy of Science, USA* 72:1994-1996.
- Lustick, S. 1973. The effect of intense light on bird behavior and physiology. *Bird Control Seminar Proceedings* 6:171- 186.
- Macrovet (2017). Agrilaser. www.macrovet.nl/agrilaser. Gevonden op 6 juni 2017, op www.macrovet.nl
- Madsen, J. (1998) Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. I. Baseline assessment of the disturbance effects of recreational activities. *Journal of Applied Ecology*, 35, 386–397.
- Meanley, Brooke. Blackbirds and the southern rice crop. No. 100. US Government Print Office, 1971.
- Melman, T.C.P. , H.J. de Lange en A.P.P.M. Clerkx, 2011. QuickScan effectiviteit van het weren en verjagen van ganzen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2251. 28 blz.; 1. tab.; 33
- Mooij, JOHAN H. "Hunting-a questionable method of regulating goose damage." *Ardea* 79 (1991): 219-225.
- NEN (2017). Shop: Norm: NEN-EN-IEC-60825:1. Gevonden op 12 juni 2017, op www.nen.nl
- Nolet, B. A., Kölzsch, A., Elderenbosch, M. and van Noordwijk, A. J. (2016), Scaring waterfowl as a management tool: how much more do geese forage after disturbance?. *J Appl Ecol*, 53: 1413–1421. doi:10.1111/1365-2664.12698
- Ongedierteproducten (2017). Vogelwering: Lasers: Agrilaser handheld tegen vogels. Gevonden op 6 juni 2017, op www.ongedierteproducten.nl
- Owens, N.W. 1975. Responses of wintering Brent Geese to human disturbance. *Wildfowl* 28.
- Parrott, D. en G. Watola, 2008. Deterring mute swans from fields of oilseed rape using suspended high visibility tape. *Crop protection*, 27, 632-637.
- Raveling, D.G., Wendell E. Crews and W. D Klimstra 1972. Activity patterns of Canada Geese during Winter. *The Wilson Bulletin* Vol. 84, No. 3 (Sep., 1972), pp. 278-295
- Riddington R., M. Hassall , S.J. Lane , P.A. Turner & R. Walters (1996) The impact of disturbance on the behaviour and energy budgets of Brent Geese *Branta b. bernicla* , *Bird Study*, 43:3, 269-279, DOI: 10.1080/00063659609461019
- Schaefer, G. 1968. Recent developments in bird scaring on airfields. *Prob. of Birds as Pests. Symp. Instit. Bio. No. 17.* pp. 50.
- Sherman, David E., and Amy E. Barras. "Efficacy of a Laser Device for Hazing Canada Geese from Urban Areas of Northeast Ohio 1." *The Ohio Journal of Science* 104.3 (2004): 38.
- Evaluation of lasers to disperse American crows, *Corvus platyrhynchos*, from urban night roosts. W. P. Gorenzel, B. F. Blackwell, G. D. Simmons, T. P. Salmon & R. A. Dolbeer. Pages 327-331. *International Journal of Pest Management*. Volume 48 - 2002 - issue 4
- Sillman, A. 1973. Avian vision. Pages 349-387 in D. S. Farner, J. R. King, and K. C. Parkes, editors. *Avian Biology* Volume III. Academic Press, New York, New York, USA, and London, UK.
- Thorpe, G. J. 1977. The use of lights in reducing bird strikes. *Proceedings of the World Conference on Bird Hazards, Paris, France. Bird Strike Committee Europe.*
- Trouw, 11 mei 2011. gevonden op 11-9-2017 op:

<https://www.trouw.nl/home/afschieten-ganzen-is-duivels-dilemma-voor-vogelbescherming-a8029220/>

Van der Graaf A.J., Stahl J., Klimkowska A., Bakker J.P. & Drent R.H. 2006. Surfing on a green wave – how plant growth drives spring migration in the Barnacle Goose *Branta leucopsis*. *Ardea* 94(3): 567–577.

Van der Graaf, A.J., Bos, D., Loonen, M.J.J.E. Engelmoer M., Drent, R.H. (2002) Short and long-term facilitation of goose grazing by livestock. *J Coast Conserv* 8: 179. [https://doi.org/10.1652/1400-0350\(2002\)008\[0179:SALFOG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1652/1400-0350(2002)008[0179:SALFOG]2.0.CO;2)

Volkscrant 2 januari 2017. Gevonden op 11-9-2017 op:

<https://www.volkscrant.nl/binnenland/nog-nooit-zoveel-schade-door-wilde-ganzen-als-in-2016-18-8-miljoen-a4443023/>

Werner, S.J. and Clark, (2006) L. Effectiveness of a motion-activated laser hazing system for repelling captive Canada geese. *Wildlife society bulletin*, (1):2–7

Whitford, P.C., 2008. Successful use of alarm and alert calls to reduce emerging crop damage by resident Canada geese near Horicon Marsh, Wisconsin. *Proc. 23rd Vertebr. Pest Conf.* (R.M. Timm and M.B. Madon, eds.). Published at Univ. of Calif., Davis. 2008. Pp. 74-79

A large flock of geese is gathered in a green field. In the background, there is a farm with several buildings and a line of trees. The sky is overcast and grey. The text is overlaid on the left side of the image.

Adres

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl