

Effecten van damherten op bloemen en vlinders in de Amsterdamse Waterleidingduinen



Effecten van damherten op bloemen en vlinders in de Amsterdamse Waterleidingduinen

Tekst

Prof. dr. ir. Michiel Wallis de Vries

Met medewerking van

Dr. Joop Mourik

Rapportnummer

VS2017.008

Projectnummer

2017.009

Productie

De Vlinderstichting
Mennonietenweg 10
Postbus 506
6700 AM Wageningen
T 0317 46 73 46
E info@vlinderstichting.nl
www.vlinderstichting.nl

Opdrachtgever

Waternet

Deze publicatie kan worden geciteerd als

Wallis de Vries, M.F. (2017) *Effecten van damherten op bloemen en vlinders in de Amsterdamse Waterleidingduinen*. Rapport VS2017.008, De Vlinderstichting, Wageningen.

Trefwoorden

Natuurbeheer, duinen, begrazing, dagvlinders, monitoring

Mei 2017



Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigden/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van De Vlinderstichting, noch mag het zonder een dergelijke toestemming gebruikt worden voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Inhoud

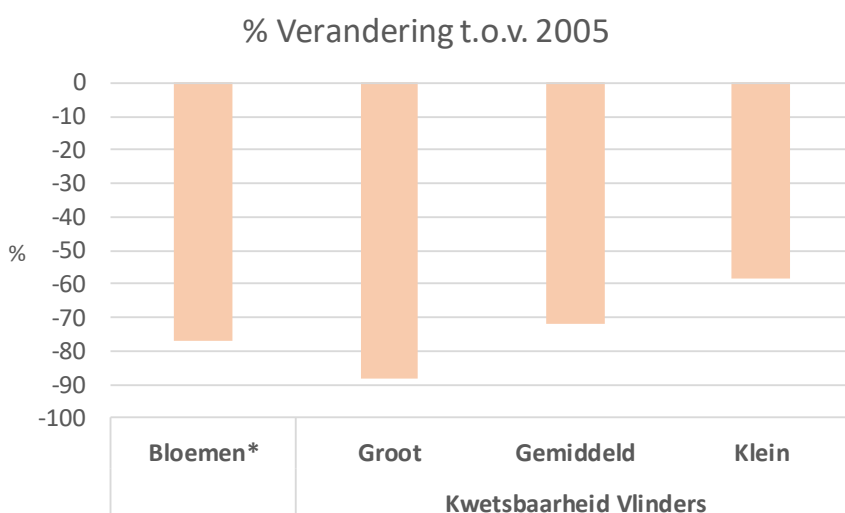
Samenvatting	4
1. Inleiding.....	6
Aanleiding.....	6
Achtergrond	6
Recente ontwikkelingen	7
Doelstelling.....	7
2. Methode.....	8
Statistische analyse	9
Dankwoord	11
3. Trends in het bloemenaanbod	12
Soortgroepen	12
Trends in het bloemenaanbod exclusief gele composieten	12
Trends in het aanbod van gele composieten	12
Dosis-effect relaties.....	14
4. Trends voor Dagvlinders	15
Soorten.....	15
Veranderingen sinds 2014.....	16
Trends over alle soorten	17
Trends in relatie tot kwetsbaarheid	17
Dosis-effect relaties.....	19
Trends voor afzonderlijke soorten	20
5. Discussie	27
Veranderingen na 2014.....	27
Veranderingen in het bloemenaanbod	27
Trends in vlinderaantallen.....	28
Toekomstperspectief	30
Beheer van hoefdierpopulaties.....	31
6. Conclusie	32
Literatuur	33
Bijlage 1: Indeling kwetsbaarheid dagvlinders	36

Samenvatting

De populatie damherten in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) is dusdanig toegenomen dat er zorgen zijn over schade aan natuurwaarden. Dit is in eerder onderzoek bevestigd. In deze studie zijn de effecten op zowel dagvlinders als hun nectaraanbod nader onderzocht aan de hand van langjarige monitoring in de AWD, het aangrenzende Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) en andere duingebieden.

De ontwikkelingen bij de dagvlinders zijn onderzocht op basis van monitoringgegevens van het Landelijk Meetnet Vlinders, waarbij de aantalsontwikkeling op vaste telroutes in de AWD is vergeleken met die in het aangrenzende NPZK. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de perioden 1992-2005 met lage herten aantallen en de periode 2005-2016, waarin de hertenpopulatie het sterkst is gestegen. Daarbij zijn ook veranderingen in het voor de vlinders belangrijke bloemenaanbod geanalyseerd.

In aanvulling op een eerdere analyse over de periode tot en met 2014, is ook de balans opgemaakt van de ontwikkelingen in de twee jaren daarna.



*Samenvattend overzicht van de recente afname in talrijkheid van het totale bloemenaanbod en van dagvlinders met verschillende kwetsbaarheid voor vraat door damherten in de Amsterdamse Waterleidingduinen tussen 2005 en 2016. *Voor het bloemenaanbod is de afname in 2015-2016 ten opzichte van 2007-2009 getoond.*

De belangrijkste bevindingen zijn:

- De vlinderstand in de AWD is in 2015-2016 verder verslechterd ten opzichte van 2014. De afname in de aantallen bedroeg gemiddeld 29% en ten opzichte van 2005 zelfs 76%. De afname was bovendien sterker voor de groep soorten die op voorhand als kwetsbaar voor vraat door damherten was aangemerkt.
- De trend over de periode 2005-2016 is sterker negatief in de AWD dan zowel in NPZK als de overige kalkrijke vaste landsduinen. In de periode 1992-2005 waren deze gebiedsverschillen geringer, zeker voor de voor herten vraat kwetsbare soorten. De laatste jaren treedt er ook in NPZK een verslechtering op.
- De trend van relatieve afname in de AWD is het sterkst voor de op voorhand als kwetsbaar aangemerkte soorten, maar ook significant in

matig kwetsbare soorten, maar niet in weinig kwetsbare soorten (zie bovenstaande Figuur).

- De verandering van de vlinderaantallen vertoonde een dichtheidsafhankelijk verband met de hertenstand, met een sterkere afname bij hogere hertendichtheden voor kwetsbare en matig kwetsbare soorten ten opzichte van de weinig kwetsbare soorten.
- Het bloemenaanbod van voor vlinders belangrijke nectarplanten is in de AWD met 98% afgenomen ten opzichte van de periode 1992-1996 met lage hertenstand. De afname bedroeg 77% ten opzichte van de periode 2007-2009 toen de hertenstand al was opgelopen (en er dus al sprake was van invloed op het bloemenaanbod) (zie bovenstaande Figuur).
- Ook de verandering in het bloemenaanbod vertoonde, net als die van de vlinders, een dichtheidsafhankelijke respons op hertendichtheden, met een grotere afname bij hogere hertendichtheden.
- De talrijkheid van gele composieten, waaronder het giftige duinkruiskruid, lieten geen verandering zien in de tijd of verband met de hertenstand. Voor de vlinders biedt dit echter geen soelaas omdat de talrijkheid van gele composieten over het hele duingebied gezien dusdanig laag en de bloeiperiode van deze bloemen dusdanig beperkt is tot de zomer, dat deze voor de meeste soorten géén adequaat nectaraanbod opleveren.

De grote afname van vlinders en bloemen in de AWD illustreert het groeiende inzicht dat zonder populatieregulatie de invloed van grote herbivoren op de vegetatieontwikkeling en de biodiversiteit van natuurgebieden groter is dan eerder werd gedacht. De resultaten voor de dagvlinders kunnen als indicatief worden beschouwd voor een algehele afname van de biodiversiteit. Het is daarom voor het behoud van de biodiversiteit in de duinen uiterst urgent om op korte termijn te zorgen voor een effectieve vermindering van de vrattendruk door damherten in Zuid-Kennemerland!



1. Inleiding

De populatie damherten in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) is dusdanig toegenomen dat er zorgen zijn over schade aan natuurwaarden en biodiversiteit. Eerdere analyses ondersteunen dit. De vraag is of deze trend zich na 2014, met een verdere toename van damherten, heeft voortgezet. Dit rapport beantwoordt deze vraag en analyseert de langjarige ontwikkelingen voor zowel dagvlinders als het bloemenaanbod waarvan zij in mindere of meerdere mate van afhankelijk zijn.

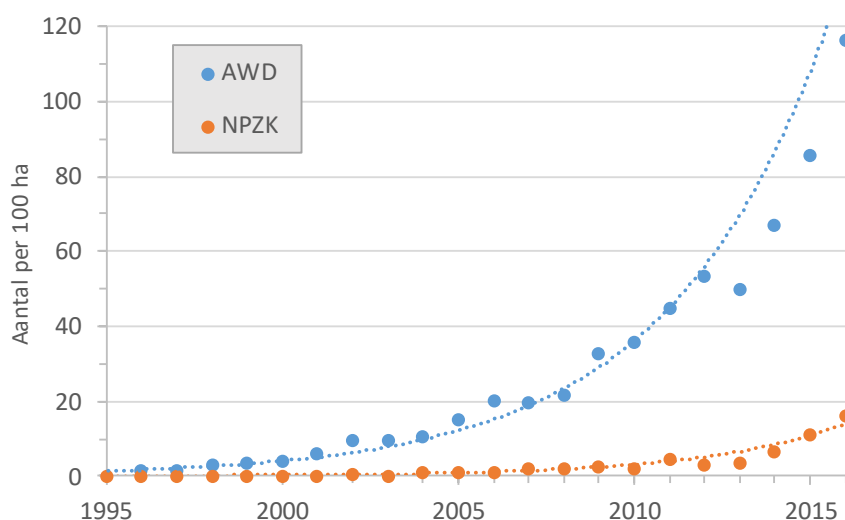
Aanleiding

De toename van de populatie damherten in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) heeft de laatste tien jaar gezorgd voor toenemende zorgen over de effecten op de biodiversiteit. Voor planten is door Mourik (2015) een afname van vraatgevoelige hoge kruiden en grassen in de AWD geconstateerd, waaronder ook belangrijke waardplanten voor vlindersoorten als oranjetipje, dagpauwoog, gehakelde aurelia, landkaartje en kleine vos. Wallis de Vries (2015) analyseerde veranderingen in de fauna van dag- en nachtvlinders over de periode 1992-2014 en constateerde zowel voor dagvlinders als voor macro-nachtvlinders een grotere achteruitgang in de AWD ten opzichte van het aangrenzende Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) voor soorten met waard- en nectarplanten die kwetsbaar zijn voor vraat door damherten.

De vraag luidde of deze ontwikkelingen zich in de periode 2015-2016, met verder gestegen hertendichtheden (Figuur 1.1), hebben voortgezet en de vlinderfauna daarmee in de AWD nog sterker onder druk is komen te staan.

Achtergrond

Begrazing vormt een waardevol instrument in het natuurbeheer om de vegetatiesuccessie te sturen en openheid en variatie in vegetatiestructuur te behouden of te herstellen (Wallis de Vries *et al.*, 2013; Nijssen *et al.*, 2014; van Klink *et al.*, 2015). Daarbij kan de successie tot op zekere hoogte worden gestuurd door beheersing van de begrazingsintensiteit. Bij een keuze voor procesgericht beheer kan dit leiden tot conflicten. Zo'n conflict lijkt zich thans voor te doen in de Amsterdamse Waterleidingduinen als gevolg van de aanhoudende spontane groei van de populatie damherten (Groot Bruinderink *et al.*, 2013; Van Haperen *et al.*, 2013; Figuur 1.1). Beheerder Waternet maakt zich zorgen over mogelijke schade



Figuur 1.1: Ontwikkeling van het aantal damherten per 100 ha in de Amsterdamse Waterleidingduinen en het aangrenzende Nationaal Park Zuid-Kennemerland; de stippellijn geeft een exponentiële groeicurve weer (bron: Waternet en Faunabeheereenheid Noord-Holland).

aan de natuurdoelstellingen voor het gebied ten gevolge van de groeiende begrazingsintensiteit door de damherten. Daarbij gaat het om Europese natuurdoelstellingen voor habitattypen Grijze duinen (H2130), Duinbossen (H2180) en Duindoornstruwelen (H2160) en voor het behoud van de kenmerkende biodiversiteit van de duinen, maar ook om de natuurbeleving van een grote stroom recreanten en natuurliefhebbers. In 2016 is daarom besloten om de populatie damherten actief te reguleren en de stand te verminderen.

Vlinders zijn belangrijke indicatoren voor zowel de biodiversiteit als voor natuurbeleving. Ze reageren door hun korte levenscyclus snel op veranderingen in hun omgeving en doordat de mobiliteit van veel soorten beperkt is, weerspiegelen veranderingen in de talrijkheid vooral de lokale veranderingen in de omgeving (Thomas, 2005). Voorts is er veel bekend over de ecologie van vlinders, waardoor de toename of afname van aparte soorten kan worden gekoppeld aan veranderingen in het aanbod aan waardplanten voor de rupsen en/of nectarplanten voor de vlinders. De veranderingen in vlinderpopulaties kunnen bovendien een indicatie geven van de effecten van de hertenvraat op een bredere groep van bloembezoekende insecten (Wallis de Vries *et al.*, 2016a).

Recente ontwikkelingen

Sinds de analyse van de veranderingen in de vlinderfauna uit 2014 is de hertenpopulatie in de AWD verder gegroeid, nog steeds vrijwel volgens de exponentiële groeicurve, zodat de dichtheden herten sterk is toegenomen totdat er tot afschot is besloten. De vraag is of de vlinderstand navenant is afgenomen. Omdat het antwoord daarop gestandaardiseerde tellingen vereist, vanwege de korte tijdsspanne, kan deze vraag niet met gegevens van nachtvlinders worden beantwoord. Daarom richt de huidige analyse zich alleen op dagvlinders (en het door hen benutte bloemenaanbod).

De hertenpopulatie is echter ook in het aangrenzende NPZK toegenomen, weliswaar op een lager niveau, maar eveneens in een exponentieel groeitempo. Dat betekent dat NPZK niet langer als referentiegebied zonder herten kan worden beschouwd, hoewel de dichtheid er in het grootste deel (58%) van het gebied nog steeds laag is (gemiddeld 4 herten per 100 ha in 2014-2016). Mogelijk is er dus recent ook in NPZK (lokaal) sprake van schade aan vlinderstand en bloemenaanbod door de damherten, zeker omdat de invloed van damherten daar wordt toegevoegd aan die van de begrazing door runderen, paarden en lokaal ook wisenten. Daarom is het wenselijk om ook andere duingebieden zonder damherten bij de analyse te betrekken.

Tenslotte is het wenselijk om bij de analyse ook onderscheid te maken tussen de periode voordat de geschatte ecologische draagkracht van de AWD voor damherten werd overschreden en de periode nadien. In de eerste periode (tot 2005) mag een geringer verschil in trend tussen duingebieden worden verwacht dan in de tweede (vanaf 2005), waarin vooral de voor damhertenvraat kwetsbare soorten in de AWD sterker zouden moeten afnemen dan in de andere duingebieden.

Doelstelling

Doelstelling van dit onderzoek is om te komen tot een kwantitatieve en statistisch verantwoorde vaststelling van de veranderingen in de dagvlinderstand en het aanbod van voor vlinders belangrijke nectarbronnen in de Amsterdamse Waterleidingduinen in relatie tot de populatiegrootte van de damherten. De inzichten uit het onderzoek zullen kunnen bijdragen aan een afgewogen besluitvorming over actieve regulatie van de damhertenpopulatie in relatie tot de doelstellingen voor behoud van biodiversiteit in de duinen.

2. Methode

Aan de hand van monitoringgegevens van de talrijkheid van dagvlinders en bloemenaanbod zijn de veranderingen in de Amsterdamse Waterleidingduinen tussen 1992 en 2016 in beeld gebracht en vergeleken met de veranderingen in andere duingebieden. In aanvulling hierop zijn ook dosis-effect relaties tussen de recente veranderingen en de dichtheid aan damherten vastgesteld.

Voor dagvlinders baseerde de trendanalyse zich op monitoringroutes uit het Landelijk Meetnet Vlinders (zie Van Swaay *et al.*, 2017). Hiervan zijn er voor de periode 1992-2016 gegevens van 27 routes in de AWD, 26 routes in het Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) en 58 routes elders in de kalkrijke duinen tussen Voorne en Bergen aan Zee.

De analyse heeft zich geconcentreerd op de ontwikkelingen in twee verschillende perioden, vóór 2005 en vanaf 2005, toen de damhertenpopulatie de door Groot Bruinderink *et al.* (2013) geschatte ecologische draagkracht overschreed. De verwachting hierbij is dat er vóór 2005 weinig verschillen in trend tussen de AWD en andere duingebieden optrad, maar dat er vanaf 2005 onder invloed van de damherten in de AWD zich een afname in de vlinderstand heeft voorgedaan ten opzichte van de andere gebieden - en wel in sterkere mate ten opzichte van de overige kalkrijke duinen buiten Zuid-Kennemerland dan ten opzichte van het NPZK, waar de hertenstand recent ook aan het toenemen is.

Voor de ecologische interpretatie van de verschillen in respons tussen soorten is onderscheid gemaakt naar soorten waarvan de waardplanten en/of de nectarplanten – voor zover het soorten betreft met een grote nectarbehoefte – kwetsbaar zijn voor vraat door damherten (Bijlage 1). Vraatgevoelige soorten zijn vooral soorten met enigszins hoog opgroeiende grassen of kruiden (>10 cm) die niet door gifstoffen, stekels of sterke beharing zijn verdedigd en tevens eetbare struiken zoals liguster of kardinaalsmuts (Mourik, 2015). Voor dagvlinders is de nectarbehoefte afgeleid uit het onderzoek van Wallis de Vries *et al.* (2012 en daarin genoemde referenties).

De verwachting was dat de relatieve afname van vlinders in de AWD ten opzichte van andere duingebieden (zonder of met minder damherten) groter is voor soorten met grote kwetsbaarheid voor vraat door damherten dan voor soorten met kleine kwetsbaarheid.

Een verdere gegevensbron vormen de tellingen van het bloemenaanbod langs de vlinderroutes. Hiervan zijn in de jaren 1992-1996, 2007-2009 en 2015-2016 gegevens verzameld (zie Wallis de Vries *et al.*, 2010). In Zuid-Kennemerland gaat het om gegevens van 24 routes binnen de AWD en 24 routes in NPZK. Deze gegevens zijn op soortgelijke manier geanalyseerd als de vlindergegevens. Ten aanzien van de kwetsbaarheid voor vraat door damherten is voor de bloemgroepen onderscheid gemaakt tussen weinig door damherten aangevreten gele composieten en andere nectarplanten. De gele composieten worden namelijk gedomineerd door het giftige duinkruiskruid dat daarom door damherten gemeden wordt.

In aanvulling op de analyse van veranderingen in de tijd tussen gebieden voor verschillende soortgroepen van vlinders en bloemen, is ook onderzocht of er een dosis-effect relatie kon worden vastgesteld tussen enerzijds de lokale dichtheden van damherten in afzonderlijke telgebieden binnen Zuid-Kennemerland en anderzijds de veranderingen in de talrijkheid van vlinders dan wel bloemen. Hiervoor is gebruik gemaakt van gedetailleerde tellingen van de damherten (tijdens 3 rondes in het voorjaar) in vaste telgebieden (Anonymus, 2016). Dergelijke tellingen worden pas sinds 2014 vlakdekkend voor heel Zuid-Kennemerland

uitgevoerd. Deze tellingen zijn voor de dosis-effect analyse benut. Daartoe zijn de gemiddelde aantallen voor de jaren 2014-2016 uitgedrukt in dichtheden als aantal damherten per 100 ha. Deze dichtheden zijn beschouwd als indicatief voor de (toename in de) lokale vrattendruk van de damherten over de periode 2005-2016.

Bij wijze van toetsing van de uitkomsten uit de analyses aan de kennis uit het veld zijn de resultaten voorgelegd aan Dr. Joop Mourik van de Vlinderwerkgroep Zuid-Kennemerland die zich tevens bezig houdt met de actuele vegetatiekartering.

Statistische analyse

De statistische analyses werden uitgevoerd in JMP 5.0.1 (Sall *et al.*, 2005).

Voor het bloemenaanbod zijn de volgende statistische analyses uitgevoerd:

- Het bloemenaanbod van 12 voor dagvlinders belangrijke bloemgroepen is zo mogelijk maandelijks (soms ook vaker) per routesectie (van 50 meter) geteld volgens de methode van Wallis de Vries *et al.*, (2010). De bloemen of bloeiwijzen zijn in drie makkelijk te onderscheiden klassen geteld: 1: 1-10, 2: 11-50, 3: >50. Deze tellingen zijn verricht in de beginjaren van de vlindermonitoring (1992-1996) onder zeer lage hertendichtheden, in de laren 2007-2009 toen de hertenstand al sterk aan het toenemen was en in 2015-2016 met de hoogste hertendichtheid.
- Vanaf 2007 werd de talrijkheid in vier klassen onderscheiden (3: 51-500 en 4: >500) en werden er nog enkele aanvullende bloemgroepen onderscheiden (slangenkruid /ossentong en rood-paars-blauwe lipbloemigen). Voor de vergelijkbaarheid met de periode 1992-1996 is de vierde klasse als de 'oude' klasse 3 beschouwd en zijn de aanvullende bloemgroepen onder 'overige nectarplanten' gerekend.
- Voor elke route is per bezoek en per bloemgroep het klasse-gemiddelde per sectie uitgerekend als maat voor de talrijkheid, d.w.z. de som van de getelde aantalsklassen per route, gedeeld door het aantal 50 m-secties van de telroute. Per maand is daarvan voor verdere verwerking de maximale waarde over verschillende bezoeken aangehouden (voor zover er vaker dan één keer per maand is geteld).
- Voor de afzonderlijke karakteristieke bloemgroepen van braam, distels en koninginnenkruid is de maximale waarde over alle bezoeken, ongeacht de maand, aangehouden.
- Uiteindelijk is onderscheid gemaakt tussen het aanbod van gele composieten, in de zomer gedomineerd door het door de damherten gemeden, giftige duinkruiskruid en het overige nectaraanbod. Daarbij werd verwacht dat de gele composieten geen effect van toenemende hertenaantallen zouden laten zien, maar het overige bloemenaanbod vanwege vrattendruk wél een afname zouden vertonen.
- Voor de bepaling van het totale nectaraanbod exclusief gele composieten, zijn de waarden voor de talrijkheid per route gesommeerd over de 11 overige bloemgroepen.
- Er zijn twee statistische verbanden getoetst om de volgende vragen te beantwoorden:
 - *Verschildt de ontwikkeling van het bloemenaanbod over de periode 1992-2016 tussen de AWD (met sterk toegenomen damhertenstand) en NPZK (waar damherten afwezig zijn dan wel in nog steeds overwegend lage dichtheden voorkomen)?*
Hiervoor is voor de verschillende bloemgroepen met standaard-lineaire modellen getoetst of er een significante interactie was tussen de factoren periode (1: 1992-1996, 2: 2007-2009 en 3: 2015-2016) en gebied. Om te corrigeren voor jaareffecten werden jaren als genestelde factor binnen periode meegenomen. Voorts werd telroute als random factor meegenomen. Getoetst werd of de residuen van het model voldeden aan het criterium van een normale verdeling.

- *Is er sprake van een dosis-effect relatie tussen hertendichtheid en bloemenaanbod?*

Hiervoor zijn de waarden van de talrijkheid van het bloemenaanbod per bloemgroep (voor zover van toepassing: per maand) per periode (1992-1996, 2007-2009 en 2015-2016) uitgedrukt per telgebied van de hertentellingen (waar nodig gemiddeld tussen verschillende telroutes binnen eenzelfde telgebied). Dit leverde gegevens voor 18 verschillende telgebieden.

Als respons voor de dosis-effect relatie zijn twee variabelen onderzocht: i) de talrijkheid van het bloemenaanbod in de meest recente periode (2015-2016) en ii) het verschil tussen de talrijkheid van het recente bloemenaanbod en de talrijkheid in eerdere perioden. Voor de talrijkheid in eerdere perioden is het gemiddelde genomen voor de talrijkheid in de eerste en tweede periode, dan wel de waarde van de eerste of de tweede periode, wanneer er slechts voor één van beide periode tellingen beschikbaar waren.

Deze waarden zijn vervolgens in standaard-lineaire modellen gekoppeld aan de hertendichtheid per telgebied met, voor het bloemenaanbod van gele composieten en van overige bloemen, ook maand en de interactie maand x hertendichtheid als verklarende factoren.

Voor de dagvlinders zijn de volgende statistische analyses uitgevoerd:

- Bepaling van *soortspecifieke trends* in aantalsontwikkeling in het programma TRIM 3.54 (Pannekoek & van Strien, 2001). Deze konden voor 23 soorten worden uitgevoerd. Waar mogelijk is voor soorten met meerdere generaties per jaar de eerste generatie genomen, omdat die minder variatie tussen jaren vertoont. Voor argusvlinder, groot koolwitje en landkaartje is door lage aantallen in de eerste generatie wel voor de tweede generatie gekozen; voor de citroenvlinder werden de in het voorjaar vliegende vlinders geanalyseerd en voor kleine parelmoervlinder overlappen de generaties dusdanig dat voor deze soort de aantallen van alle generaties samen zijn genomen.
- Bij de analyse zijn 3 deelgebieden onderscheiden: de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD; 27 monitoringroutes), het Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK; 26 monitoringroutes) en overige kalkrijke duinen buiten Zuid-Kennemerland (58 monitoringroutes). Voor het laatste gebied zijn telroutes geselecteerd tussen Voorne en de duinen bezuiden Bergen aan Zee (maar buiten Zuid-Kennemerland).
- De tellingen zijn voor elke soort op elke telroute omgezet in jaarlijkse waarden ('jaarcijfers') die het totaal aantal vlinders aangeven bij wekelijks uitgevoerde tellingen (ontbrekende tellingen worden daarvoor bijgeschat). De trends in de aantallen zijn weergegeven als indices met waarde 100 in het startjaar van de twee onderzochte perioden, respectievelijk 1992-2005 en 2005-2016.
- Voor de toetsing van de dosis-effect relatie zijn de jaarcijfers getransformeerd tot dichtheden per routesectie van 50 m lengte. Per telgebied van de damherten zijn de dichtheden voor elke soort vervolgens gemiddeld, wanneer er meerdere monitoringroutes in een telgebied lagen. Dit leverde gegevens over vlinderdichtheden voor 21 telgebieden.
- De analyses zijn eerst per soort verricht en vervolgens naar soortgroep met verschillende kwetsbaarheid voor vraat door damherten, zoals op basis van literatuur *a priori* ingedeeld (zie Wallis de Vries, 2015 en Bijlage 1).
- Er zijn twee statistische verbanden getoetst om – vergelijkbaar met het bloemenaanbod – de volgende vragen te beantwoorden:
 - *Verschildt de ontwikkeling van de vlinderaantallen in de AWD tussen de perioden 1992-2005 (lage damhertenstand) en 2005-2016 (sterk groeiende damhertenstand) en wijken eventuele verschillen ook af van de trends in NPZK (waar damherten afwezig zijn dan wel in nog steeds overwegend lage dichtheden voorkomen) en overige kalkrijke duinen (waar damherten ontbreken)?*

En zijn deze verschillen sterker voor soorten die kwetsbaar zijn voor vraat door damherten dan soorten die daarvoor niet kwetsbaar worden geacht?

De analyses zijn zowel per soort uitgevoerd als voor groepen soorten met vooraf ingedeelde kwetsbaarheid voor vraat door damherten.

Op soortniveau zijn voor beide perioden de lineaire trends in talrijkheid bepaald in TRIM 3.54 en is duingebied als covariant meegenomen om via een Wald-toets te bepalen of de trends tussen gebieden verschilden.

Voor de talrijkheid van elke groep soorten met verschillende kwetsbaarheid is voor beide perioden met standaard-lineaire modellen getoetst of er een significante interactie was tussen de trend over de jaren en gebied, om verschillen in ontwikkeling tussen gebieden vast te stellen. Soort werd als random factor meegenomen. Getoetst werd of de residuen van het model voldeden aan het criterium van een normale verdeling.

- *Is er sprake van een dosis-effect relatie tussen hertendichtheid en de verandering in vlinderdichtheden? En is er een verschil in respons tussen soorten met verschillende kwetsbaarheid voor vraat door damherten?*

Voor deze analyse zijn de vlinderaantallen van elke soort per telroute uitgedrukt als dichtheden per hectare. Elke telroute is toegedeeld aan één van de telgebieden waar de damherten in Zuid-Kennemerland worden geteld en de waarden van verschillende telroutes zijn vervolgens gemiddeld (gegevens voor 21 telgebieden).

Voor de hertendichtheid is de gemiddelde dichtheid per telgebied over de jaren 2014-2016 genomen als maat voor de recente vraatintensiteit die de verandering in vlinderdichtheid kan hebben beïnvloed (uit eerdere jaren waren geen vergelijkbare tellingen beschikbaar voor gebieden buiten de AWD, maar aangenomen mag worden dat de dichtheid over de laatste 3 jaar een goede maat is voor de recente vraatdruk per telgebied).

Voor de verandering in vlinderdichtheden is gekeken naar de periode 2005-2016, waarbij de vlinderdichtheden per telroute zijn gemiddeld voor de eerste drie jaren uit de periode (2005-2007) en de laatste drie jaren (2014-2016). De verandering in dichtheid (DH) is vervolgens, analoog aan een relatieve groeisnelheid, uitgedrukt als:

$$\ln(DH_{2014-2016} + 1) - \ln(DH_{2005-2007} + 1)$$

(ln = natuurlijke logaritme; +1 is ingevoegd om ook nulwaarden mee te kunnen nemen). Voor elk van de drie groepen soorten met dezelfde kwetsbaarheid is met standaard-lineaire modellen getoetst of de verandering in vlinderdichtheid samenhang met de recente damhertendichtheid. Daarbij zijn de soorten als random factor meegenomen. Getoetst werd of de residuen van het model voldeden aan het criterium van een normale verdeling.

Dankwoord

Mijn dank gaat uit naar de vele vrijwilligers van met name de Vlinderwerkgroep Zuid-Kennemerland voor hun blijvende inspanning om met al hun zorgvuldige tellingen de veranderingen in de vlinderstand inzichtelijk te kunnen maken! De gegevens over de hertenstand werden geleverd door Waternet en de Faunabeheereenheid Noord-Holland, waarvoor dank is verschuldigd aan Yvonne Versteeg.

Joop Mourik leverde een essentiële bijdrage aan deze analyse door het terugvinden van lang verdwenen gewaande tellingen van het bloemenaanbod langs de monitoringroutes in de jaren 1992-1996 – en verder door zijn constructieve inbreng en niet aflatende inzet voor de flora en fauna in Zuid-Kennemerland!

Foto-bijdragen werden geleverd door Vincent van der Spek (incl. damhert op omslag), Mark van Til en Jan Dirk Bol (incl. omslag met enclosure Rozenwaterveld).

3. Trends in het bloemenaanbod

Het bloemenaanbod is in twee categorieën geanalyseerd: gele composieten, waaronder het giftige, door damherten gemeden duinkruiskruid, en het overige bloemenaanbod. De talrijkheid van gele composieten vertoonde geen duidelijke verandering in de tijd tussen AWD en NPZK en hield ook geen verband met de hertendichtheid. Het overige bloemenaanbod daarentegen nam in de AWD significant af ten opzichte van NPZK. Bovendien was de afname sterker en de uiteindelijke talrijkheid geringer bij toenemende dichtheid van damherten.

Soortgroepen

Het bloemenaanbod is in de maanden mei t/m augustus voor 12 verschillende bloemgroepen geteld. Daarvan waren de belangrijkste: bramen, distels, gele composieten, overige composieten, koninginnenkruid, kruisbloemigen, schermbloemigen, vlinderbloemigen en overige nectarplanten. Kattestaart, knooppkruid en struikhei waren slechts sporadisch aanwezig.

De analyse heeft zich geconcentreerd op twee belangrijke groepen: de gele composieten en de rest. De gele composieten – hoewel over het geheel niet bijzonder talrijk – zijn apart gehouden omdat hier ook duinkruiskruid bij zit, een nectarplant die giftig is en door damherten dan ook wordt gemeden. Verwacht mocht worden dat het aanbod van gele composieten dus onafhankelijk van de hertenstand zou variëren.

Omdat er voor de maand juni onvoldoende gegevens waren, zijn de resultaten hiervoor niet gepresenteerd.

Trends in het bloemenaanbod exclusief gele composieten

De verandering in het bloemenaanbod is weergegeven over drie perioden: 1992-1996, 2007-2008 en 2015-2016. Alleen in deze jaren zijn de bloemen uitgebreid geteld.

Voor alle drie geanalyseerde maanden – mei, juli en augustus – was er een significant verschillende ontwikkeling in de tijd tussen AWD en NPZK (mei: $p=0,0004$; juli $p=0,0003$; augustus $p=0,0004$). Steeds bleef het aanbod in NPZK op een vrij hoog niveau, met een maximum in periode 2, terwijl het aanbod in de AWD afnam (Figuur 3.1 - links). Ook in de periode 2007-2009 lag het bloemenaanbod al lager dan in 1992-1996.

De talrijkheid kent een logaritmische schaal (bij benadering een $^5\log$). De afname is dus nog groter dan de grafieken suggereren. Omgerekend naar aantallen bedroeg de afname in 2015-2016 ten opzichte van 1992-1996 in mei 90% (van 65 bloeiwijzen per sectie van 50 bij 5 m naar 6,6), in juli 98% (van 1674 naar 43) en in augustus zelfs bijna 100% (van 2695 naar 6,5). Gecorrigeerd voor jaar en telroute was de afname zelfs nog groter: 97% in mei, 99,9% in juli en 99,8% in augustus. Ten opzichte van 2007-2009 was de afname: 90% in mei, 99,7% in juli en 99,1% in augustus.

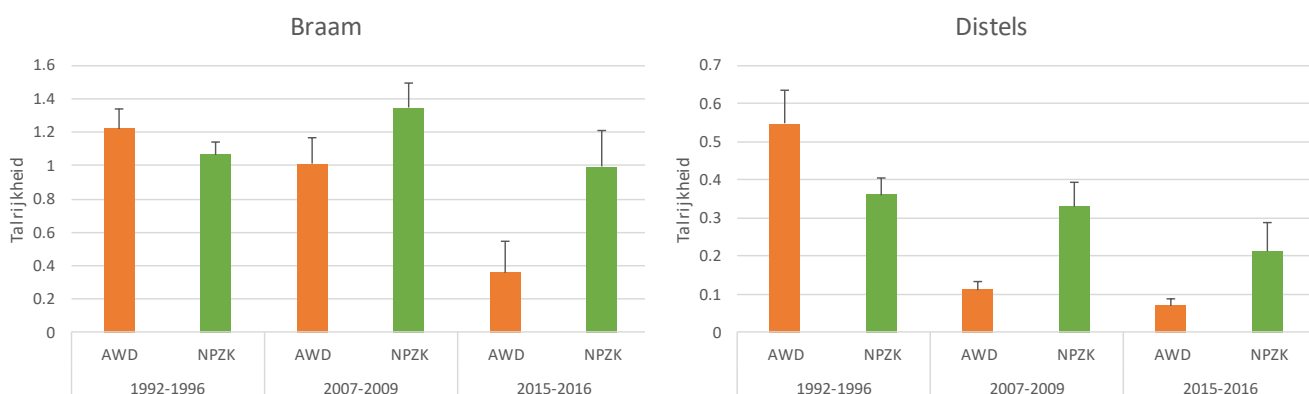
Ook voor afzonderlijke groepen belangrijke nectarplanten was er in de loop der jaren een significante afname in de AWD ten opzichte van NPZK. Voor braam bedroeg de afname 75% ($p=0,0004$), voor distels 87% ($p=0,0166$) en voor koninginnenkruid 73% ($p=0,0373$) (Figuur 3.2; omdat koninginnenkruid zeldzamer en meer lokaal voorkomt zijn de gegevens minder uitgebreid en daarom ook niet in de figuur getoond).

Trends in het aanbod van gele composieten

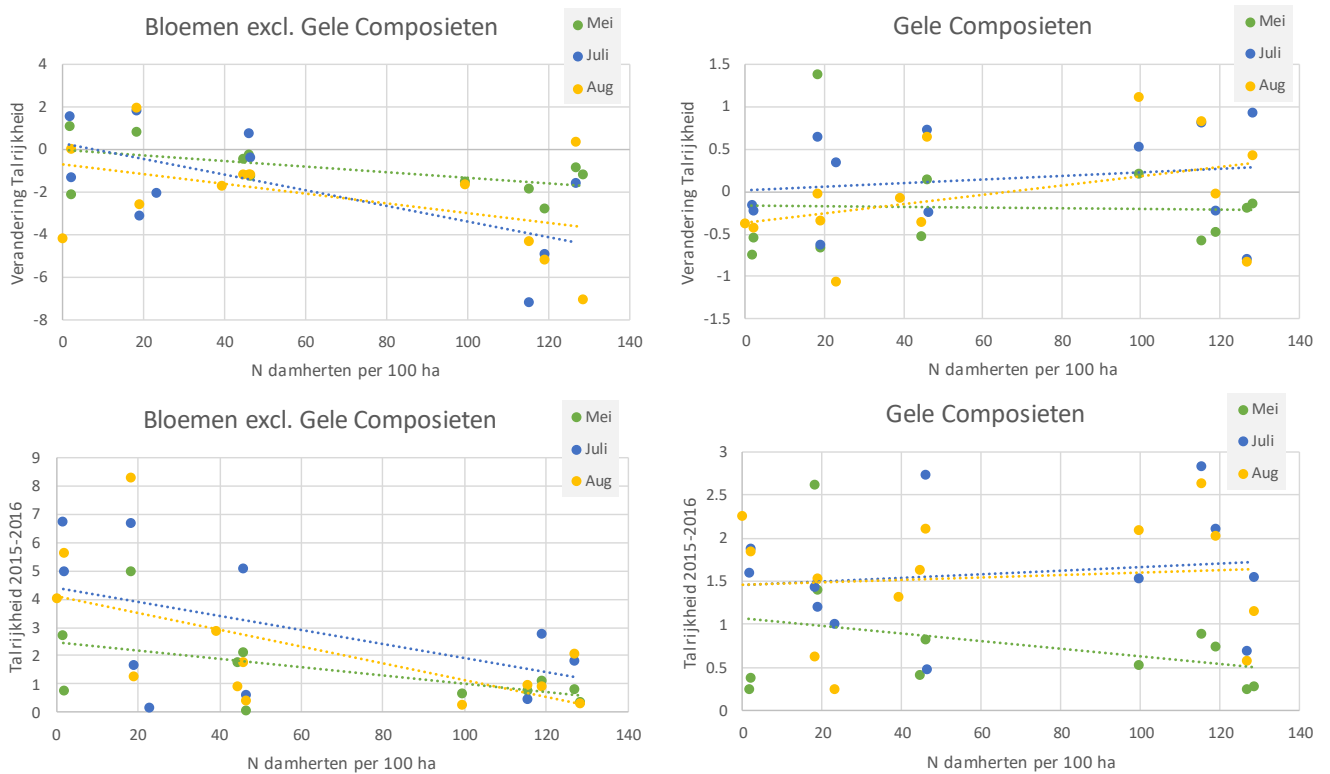
In tegenstelling tot het overige bloemenaanbod, was er voor de – relatief geringe – talrijkheid van gele composieten geen verschillende ontwikkeling tussen AWD en NPZK (Figuur 3.1; mei: $p=0,92$; juli: $p=0,13$, augustus: $p=0,22$). In mei was het aanbod van gele composieten wel hoger in NPZK dan in AWD ($p<0,0001$), maar dit verschil veranderde niet tussen perioden. In juli en augustus, de bloeitijd van duinkruiskruid, was er geen significant verschil in de talrijkheid van gele composieten tussen AWD en NPZK.



Figuur 3.1: Verandering in het bloemenaanbod in mei, juli en augustus langs de routes van de vlindermonitoring in AWD en NPZK in drie perioden tussen 1992 en 2016: totaal bloemenaanbod excl. gele composieten (links) en gele composieten (rechts). Weergegeven is de gemiddelde talrijkheid per sectie met standaardfout.



Figuur 3.2: Verandering in het bloemenaanbod van braam (links) en distels (rechts) langs de routes van de vlindermonitoring in AWD en NPZK in drie perioden tussen 1992 en 2016. Weergegeven is de gemiddelde talrijkheid per sectie met standaardfout.



Figuur 3.3: Dosis-effect relatie tussen de dichtheid van damherten per telgebied in Zuid-Kennemerland (2014-2016) en het totaal bloemenaanbod excl. gele composieten (links) en gele composieten (rechts) in mei, juli en augustus, weergegeven als de verandering in het bloemenaanbod (boven) en actueel bloemenaanbod (2015-2016).

Dosis-effect relaties

Voor 18 telgebieden met tellingen van damherten uit 2014-2016 waren er voldoende gegevens van het bloemenaanbod. Deze zijn voor elke maand uitgezet tegen de hertendichtheid en wel voor de verandering in het huidige bloemenaanbod ten opzichte van het aanbod in jaren met een lage hertenstand (Figuur 3.3 boven) en voor de talrijkheid van bloemen in 2015-2016 (Figuur 3.3 onder).

Voor het totale bloemenaanbod zonder gele composieten was het bloemenaanbod in 2015-2016 significant lager bij hogere hertendichtheden ($p < 0,0001$; figuur 3.3 linksonder) en was ook een sterkere afname ten opzichte van de eerdere perioden bij hogere hertendichtheden ($p = 0,0006$; figuur 3.3 linksboven). Ook voor braam en distels was er een dichtheidsafhankelijke afname bij toenemende hertendichtheid ($p = 0,030$ en $p = 0,037$); voor koninginnenkruid waren er te weinig telgebieden met gegevens (7) voor een zinvolle analyse.

Voor de gele composieten was er noch voor de actuele talrijkheid, noch voor de verandering ten opzichte van eerdere perioden een relatie met de dichtheid van damherten (respectievelijk $p = 0,40$ en $p = 0,34$; Figuur 3.3 rechts). Voor de maand mei, wanneer duinkruiskruid nog niet bloeit en vooral de wel eetbare paardenbloemen bloeien, was de uitsluitend lage talrijkheid in 2015-2016 bij hoge hertendichtheid opvallend, maar de afwijking ten opzichte van andere maanden was niet significant.



4. Trends voor Dagvlinders

Van de 23 onderzochte soorten dagvlinders vertonen er in de AWD 12 afnemende aantallen vanaf 2005, en geen enkele een duidelijke toename. Sinds 2014 is de vlinderstand verder afgenomen. De aantalsontwikkeling was in de AWD significant slechter dan in het naburige NPZK en dan in de overige kalkrijke duinen. Dit was vooral het geval voor soorten die *a priori* als kwetsbaar voor damhertenvraat waren aangemerkt. Er was een significante dosis-effectrelatie tussen de dichtheid van damherten en vlinders in Zuid-Kennemerland, met een afname van vlinders bij hogere hertendichtheid.

Soorten

Bij de dagvlinders zijn er 32 soorten waargenomen op de monitoringroutes. Daarvan zijn 23 soorten in de analyse meegenomen (Tabel 4.1). Trekvinders (atalanta, distelvlinder, gele en oranje luzernevlinder) en dwaalgasten (rouwmantel) zijn buiten beschouwing gelaten. Van boomblauwtje, bruine eikenpage (Rode Lijst Bedreigd), eikenpage en de recent gevestigde keizersmantel (Rode Lijst Verdwenen) waren er te weinig waarnemingen voor een zinvolle statistische analyse.

Onder de 23 geanalyseerde soorten staan 6 soorten op de Rode Lijst en zijn er 4 indicatief de kwaliteit van het Europese Habitatype Grijze Duinen (H2130).

De kwetsbaarheid voor begrazing is voor 5 soorten als klein ingeschat (geen grote invloed op waard- en nectarplanten), voor 12 soorten als gemiddeld en voor 6 soorten groot (grote invloed op zowel waard- en nectarplanten).

Tabel 4.1: Geanalyseerde soorten dagvlinders met Rode Lijst-status, betekenis als typische soort voor duinhabitats en veronderstelde kwetsbaarheid voor begrazing door vraat aan waard- en/of nectarplanten.

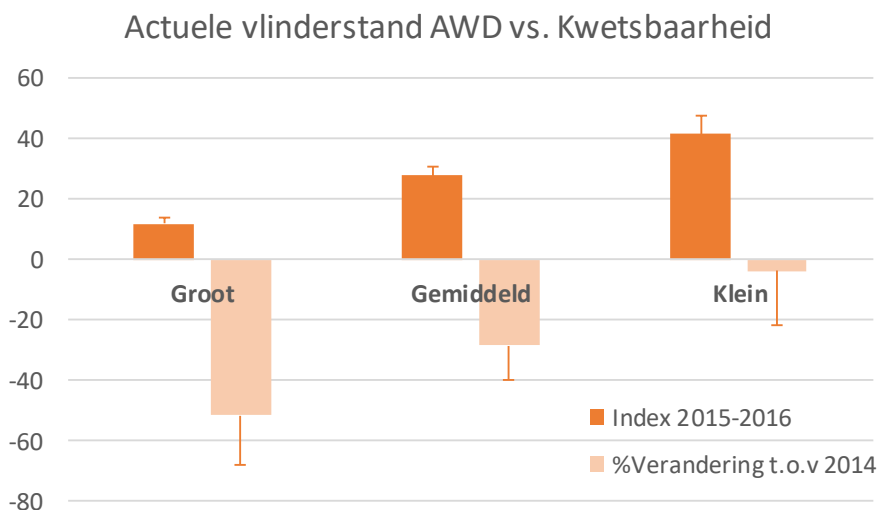
Soort	Rode Lijst	Typische Soort N2000	Kwetsbaarheid
Aardbeivlinder	BE		Klein
Argusvlinder	TNB*		Groot
Bont zandoogje			Gemiddeld
Bruin blauwtje	GE	2130 Grijze duinen	Klein
Bruin zandoogje			Gemiddeld
Citroenvlinder			Gemiddeld
Dagpauwoog			Groot
Duinparelmoervlinder	BE	2130 Grijze duinen	Gemiddeld
Gehakelde aurelia			Groot
Groot dikkopje	GE		Gemiddeld
Groot koolwitje			Gemiddeld
Heivlinder	GE	2130 Grijze duinen	Klein
Hooibeestje			Gemiddeld
Icarusblauwtje			Gemiddeld
Klein geaderd witje			Gemiddeld
Klein koolwitje			Gemiddeld
Kleine parelmoervlinder	KW	2130 Grijze duinen	Klein
Kleine vos			Groot
Kleine vuurvlinder			Klein
Koelvinkje			Gemiddeld
Landkaartje			Groot
Oranjetipje			Gemiddeld
Zwartsrietdikkopje			Groot

* vanwege de sterke achteruitgang sinds de laatste gepubliceerde Rode Lijst van 2006 (een landelijke halvering van de aantallen) is een opname op de volgende Rode Lijst te verwachten.

Veranderingen sinds 2014

Sinds 2014 is de vlinderstand in de AWD verder verslechterd. Er vlogen in 2015-2016 gemiddeld over alle soorten 24% van de aantallen in 2005, een afname van 76%. De afname ten opzichte van 2014 bedroeg 29%.

De afname verschilde tussen soorten met verschillende kwetsbaarheid voor damhertenvraat (Figuur 4.1). Zoals verwacht was de index voor de vlinderaantallen het laagst en de afname het grootst voor de groep kwetsbare soorten en was de index het hoogst voor de weinig kwetsbare soorten, die ook geen afname ten opzichte van 2014 lieten zien.



Figuur 4.1: Recente aantalsontwikkeling van dagvlinders met verschillende kwetsbaarheid voor damhertenvraat in AWD, getoond als de index in talrijkheid voor 2015-2016 als percentage van de waarde in 2005 en als procentuele verandering in dezelfde index tussen 2014 en 2015-2016. De foutenbalken geven de standaardfout van het gemiddelde.

De actuele stand en ontwikkelingen sinds 2014 zijn per soort weergegeven in Tabel 4.2. De aantallen van de kwetsbare soorten variëren tussen 3 en 59% van die in 2005. Behalve de dagpauwoog, die het ook landelijk weer wat beter deed na 2014, gingen alle soorten met 67% of meer achteruit ten opzichte van 2014. Voor de matig en weinig kwetsbare soorten was de verandering na 2014 variabel. De duinparelmoervlinder bleef stabiel, mogelijk mede dankzij actieve uitrastering van ligusterstruwelen tegen de damherten. De weinig kwetsbare heivlinder vertoonde een toename ten opzichte van 2014 en zelfs ten opzichte van 2005.

Tabel 4.2: Verandering in de aantalsontwikkeling van afzonderlijke soorten dagvlinders met verschillende kwetsbaarheid voor damhertenvraat in AWD tussen 2014 en 2015-2016. De kleuren geven een afname (rood), toename (groen) of geen verandering (zwart) aan. Rode Lijst-soorten zijn vet gedrukt.

Soort	Index 2015-2016 t.o.v. 2005	%Verandering t.o.v. 2014
Kwetsbaar voor damhertenvraat		
Argusvlinder (2 ^e generatie)	20	-71
Dagpauwoog	35	+68
Gehakelde aurelia	4	-67
Kleine vos	59	-77
Landkaartje (2e generatie)	6	-90
Zwartsprietdikkopje	3	-71
Matig kwetsbaar		
Bont zandooogje	690	-26
Bruin zandooogje	20	-38
Citroenvlinder	63	+37

Soort	Index 2015-2016 t.o.v. 2005	%Verandering t.o.v. 2014
Duinparelmoervlinder	85	-7
Groot dikkopje	26	-43
Groot koolwitje (2 ^e generatie)	34	-3
Hooibeestje	68	+15
Icarusblauwtje	14	-69
Klein geaderd witje	9	-80
Klein koolwitje	29	+21
Koevinkje	13	-91
Oranjetipje	1	-59
Weinig kwetsbaar		
Aardbeivlinder	73	-17
Bruin blauwtje	15	-69
Heivlinder	134	+87
Kleine parelmoervlinder	31	-31
Kleine vuurvlinder	28	+12

Trends over alle soorten

Van de 23 onderzochte soorten dagvlinders vertonen er in de AWD 12 een afname in aantallen over de afgelopen 11 jaar (2005-2016), en geen enkele een duidelijke toename. In de voorgaande 13 jaar (1992-2005) gingen er in de AWD slechts 5 soorten achteruit en namen er nog 3 toe (Tabel 4.3).

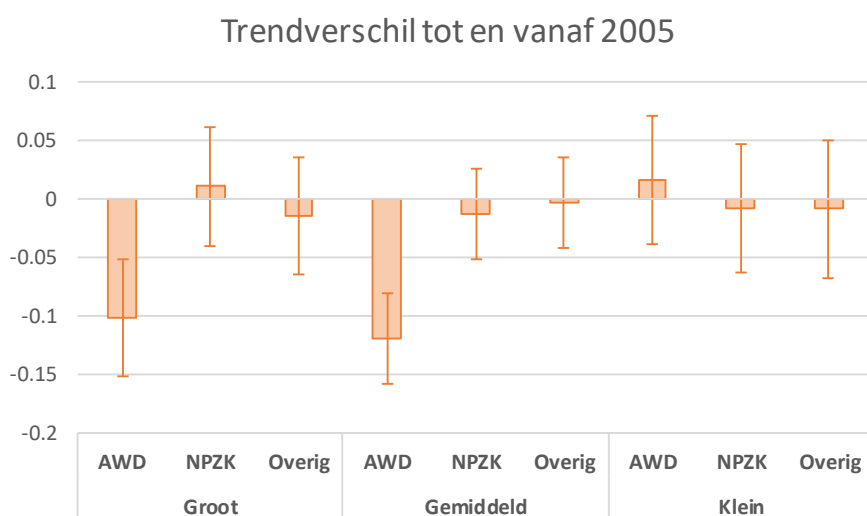
In het aangrenzende NPZK en in de overige duinen namen er in 2005-2016 minder soorten af: respectievelijk 5 en 2 en namen in de overige duinen 4 soorten toe.

In de voorgaande periode was de afname in NPZK niet veel anders (7 soorten namen af, maar ook namen er 2 toe) en in de overige duinen eveneens (een afname voor 3 soorten en een toename voor 6) (Tabel 4.3).

De verschillen tussen de gebieden namen duidelijk toe in de periode vanaf 2005 ten opzichte van de jaren daarvoor. Waren er tot 2005 significante verschillen in trends voor 8 van de 23 soorten, vanaf 2005 steeg dit naar 13 soorten (Tabel 4.3).

Trends in relatie tot kwetsbaarheid

De toename in de verschillen tussen gebieden was vooral zichtbaar bij soorten met grote en matige kwetsbaarheid voor damhertenvraat (Figuur 4.2; gebiedsverschil



Figuur 4.2: Trendverschil tussen de periode tot en vanaf 2005 voor vlindersoorten met verschillende kwetsbaarheid voor damhertenvraat in AWD, NPZK en overige duinen (gemiddelde jaarlijkse helling met standaardfout).

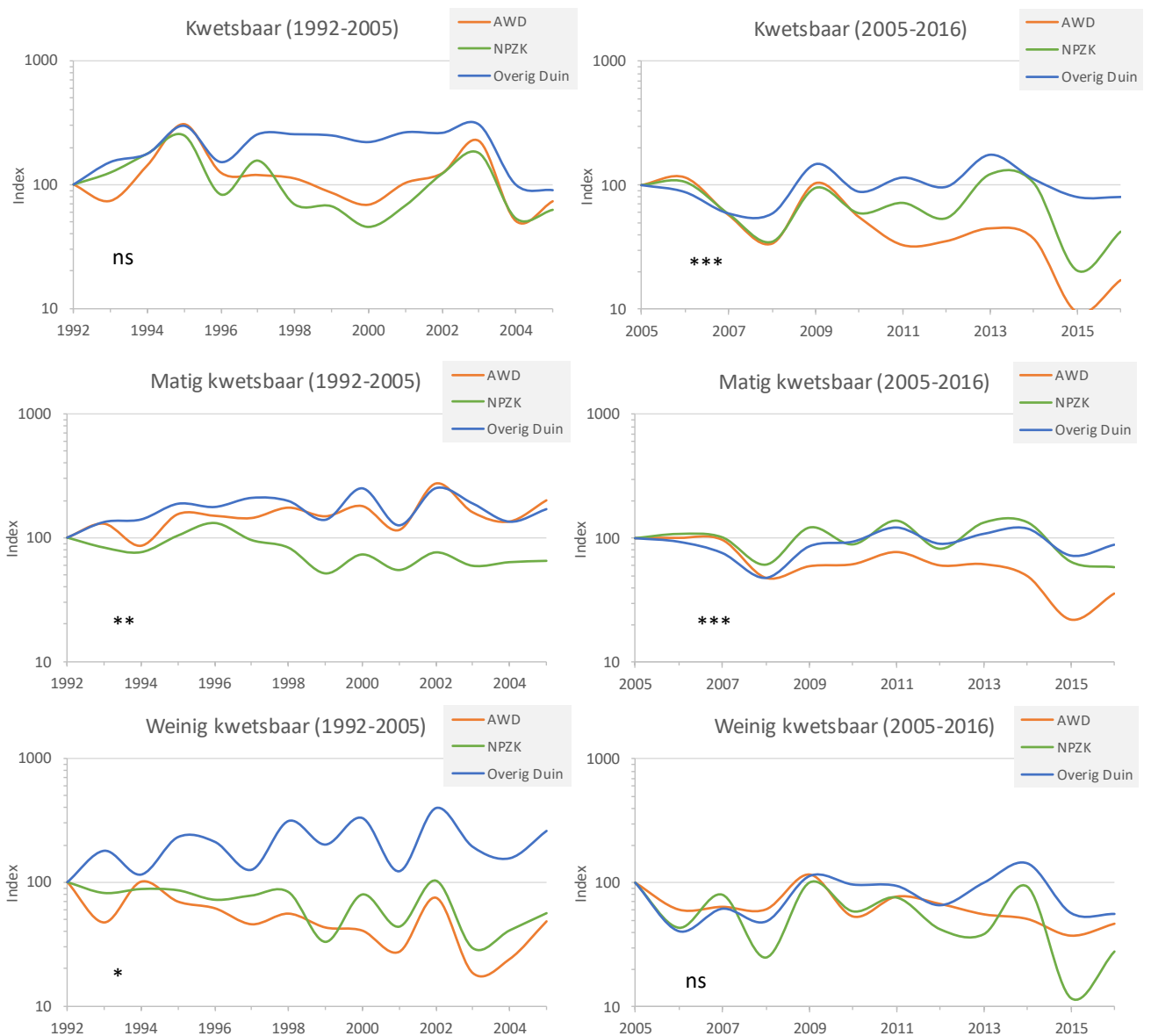
Tabel 4.3: Soortspecifieke trends in de aantalsontwikkeling van dagvlinders met verschillende kwetsbaarheid voor damhertenvraat in AWD, NPZK en overige duinen over de periode 1992-2016. Rode Lijst-soorten zijn vet gedrukt. Rode en groene getallen geven, respectievelijk een significante afname en toename weer. De getallen geven de additieve helling voor de verandering per jaar. Significantie van gebiedsverschillen: NS $p>0,05$; * $p<0,05$, ** $p<0,01$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$).

Soort	Periode 1992-2005			Periode 2005-2016				
	Gebieds- verschil	AWD	NPZK	Overig	Gebieds- verschil	AWD	NPZK	Overig
Kwetsbaar voor damhertenvraat								
Argusvlinder (2 ^e generatie)	NS	+0,04	-0,06	-0,01	NS	-0,09	-0,01	-0,03
Dagpauwoog	NS	-0,14	-0,16	-0,09	***	-0,17	+0,06	-0,01
Gehakelde aurelia	****	-0,07	-0,02	+0,13	****	-0,26	-0,00	-0,04
Kleine vos	NS	-0,06	-0,01	0,03	NS	+0,06	+0,08	+0,10
Landkaartje (2e generatie)	NS	+0,06	-0,03	+0,01	****	-0,17	-0,08	+0,10
Zwartsprietdikkopje	NS	-0,10	-0,07	-0,08	*	-0,25	-0,34	-0,21
Matig kwetsbaar								
Bont zandoogje					NS	-0,05	+0,01	-0,06
Bruin zandoogje	****	-0,03	-0,17	-0,03	****	-0,12	-0,08	-0,02
Citroenvlinder	NS	+0,01	+0,03	+0,04	NS	-0,08	-0,02	+0,05
Duinparelmoervlinder	NS	-0,03	-0,23	-0,14	NS	+0,09	+0,03	+0,13
Groot dikkopje	*	-0,03	-0,10	-0,01	****	-0,09	-0,11	+0,04
Groot koolwitje (2 ^e generatie)	NS	-0,03	-0,03	+0,03	NS	-0,06	0,02	-0,04
Hooibeestje	NS	+0,03	+0,06	+0,07	NS	-0,02	-0,04	-0,02
Icarusblauwtje	NS	+0,08	+0,12	+0,10	***	-0,15	-0,06	-0,03
Klein geaderd witje	NS	+0,08	+0,05	+0,02	**	-0,10	0,01	-0,05
Klein koolwitje	NS	+0,06	-0,01	0,01	****	-0,15	-0,06	+0,04
Koevinkje					NS	-0,03	-0,01	
Oranjetipje	***	+0,13	+0,01	+0,06	****	-0,27	-0,08	+0,03
Weinig kwetsbaar								
Aardbeivlinder	NS	-0,08	-0,01		NS	-0,01	-0,03	
Bruin blauwtje	*	+0,01	-0,02	+0,08	***	-0,14	-0,15	-0,00
Heivlinder	****	-0,20	-0,07	-0,03	NS	+0,00	-0,03	-0,02
Kleine parelmoervlinder	**	-0,05	-0,13	-0,06	*	-0,02	-0,06	+0,01
Kleine vuurvlinder	****	+0,00	-0,01	+0,12	****	-0,07	-0,01	+0,08

$p=0,025$). De gebiedsverschillen uitten zich met name in een afname in de trend vanaf 2005 ten opzichte van de voorgaande periode voor de (matig) kwetsbare soorten in de AWD. Voor de soorten met kleine kwetsbaarheid was er geen trendverschil tussen perioden of tussen gebieden.

De gemiddelde trend in talrijkheid is in figuur 4.3 weergegeven voor de perioden tot en vanaf 2005 voor alle drie groepen soorten met verschillende kwetsbaarheid voor damhertenvraat.

Voor de groep soorten met grote kwetsbaarheid was er tot 2005 geen verschil tussen de AWD en de andere twee referentiegebieden. Vanaf 2005 is de trend in de AWD, met een afname van 80-90%, significant slechter dan in de overige duinen, terwijl de trend in NPZK vooral de laatste jaren een sterke daling vertoont. De groep matig kwetsbare soorten liet in de AWD tot 2005 een overeenkomstige trend zien met die in de overige duinen, terwijl NPZK een negatievere trend liet zien. Vanaf 2005 daalden de aantallen in de AWD sterk ten opzichte van zowel overige duinen als NPZK, terwijl de twee referentiegebieden onderling nauwelijks in trend verschilden. De afname in de AWD over de periode 2005-2016 bedroeg ca. 70%, dus wat minder dan voor de groep soorten met grote kwetsbaarheid.



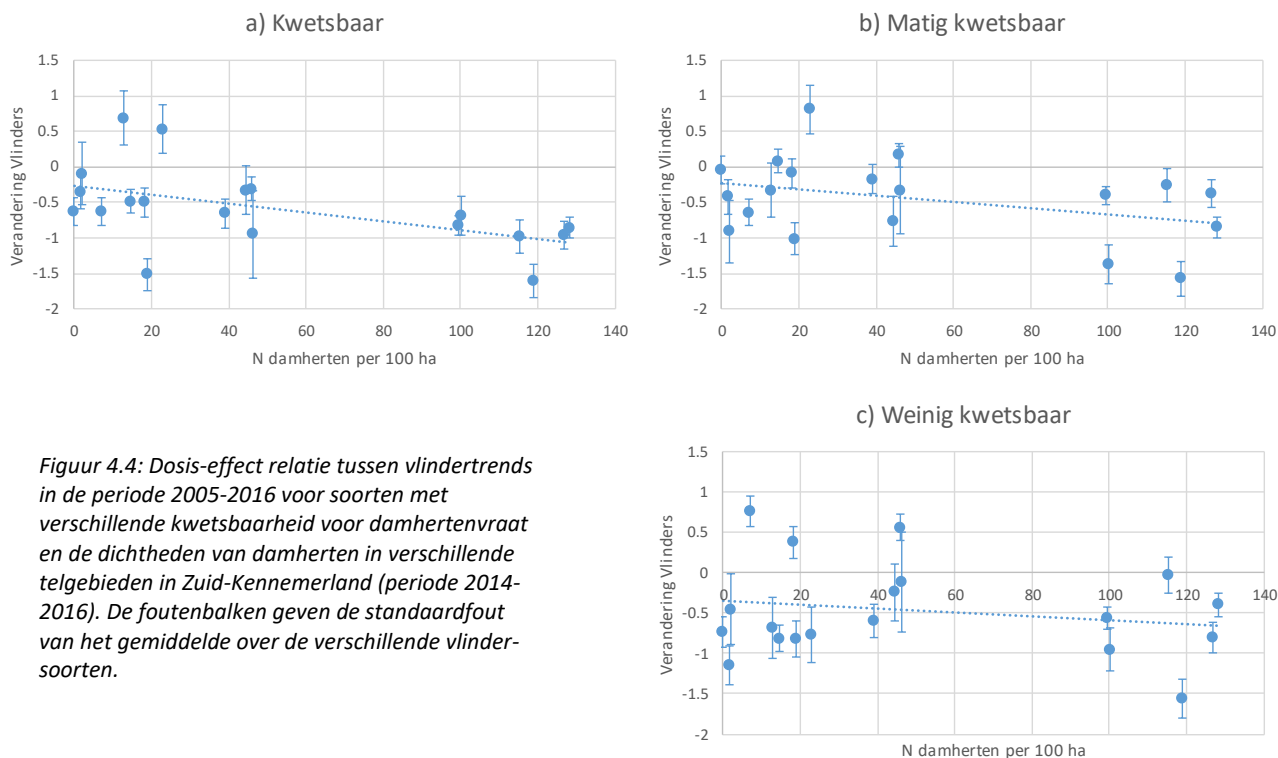
*Figuur 4.3: Ontwikkeling van de gemiddelde talrijkheid van soorten dagvlinders met verschillende kwetsbaarheid voor vraat door damherten in de AWD, NPZK en overige duinen gedurende twee perioden: 1992-2005 (links) en 2005-2016 (rechts). De aantallen zijn geïndexeerd met een startwaarde 100 in het beginjaar van elke periode. De significantie van het trendverschil tussen gebieden is aangeduid als: ns $p > 0,05$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.*

De trend voor niet kwetsbare soorten verschilde in de periode tot 2005 niet tussen AWD en NPZK, maar deze bleef wel achter bij de trend in de overige duinen. In de periode vanaf 2005 was de trend in alle drie gebieden wel dalend ($p = 0,024$), maar onderling niet significant verschillend.

Dosis-effect relaties

Er waren significante dosis-effect relaties tussen de aantallen damherten in 21 verschillende telgebieden en de trends van de vlinders op routes in deze gebieden voor de periode 2005-2016. Voor alle soorten samen was er een significante afname in de dichtheid aan vlinders met toenemende hertendichtheid ($-0,44 \pm 0,11$; $p = 0,0002$).

De dichtheidsafhankelijke afname gold vooral de kwetsbare en matig kwetsbare soorten (respectievelijk $-0,63 \pm 0,21$; $p = 0,0042$ en $-0,44 \pm 0,14$; $p = 0,0024$), maar niet de weinig kwetsbare soorten ($-0,25 \pm 0,24$ $p = 0,30$) (Figuur 4.4).



Figuur 4.4: Dosis-effect relatie tussen vlindertrends in de periode 2005-2016 voor soorten met verschillende kwetsbaarheid voor damhertenvraat en de dichtheden van damherten in verschillende telgebieden in Zuid-Kennemerland (periode 2014-2016). De foutenbalken geven de standaardfout van het gemiddelde over de verschillende vlindersoorten.

Trends voor afzonderlijke soorten

De trends voor afzonderlijke soorten zijn weergegeven in Tabel 4.3 en Figuren 4.5 a t/m e.

- Van de groep soorten die *kwetsbaar* zijn voor damhertenvraat, vertoonden zoals verwacht de meeste (5 van de 6) een negatievere trend in de AWD vanaf 2005.
 - Daggauwoog en gehakelde aurelia zitten al sinds 2011 op veel lagere dichtheden in de AWD dan in beide andere duingebieden.
 - Het zwartsprietdikkopje liet zowel in AWD als NPZK een sterkere afname zien dan in de overige duinen. In de AWD was vooral de afname in de laatste paar jaar sterk.
 - Argusvlinder, daggauwoog en gehakelde aurelia lieten ook een negatieve respons op hoge hertendichtheden zien, al was die relatie statistisch gezien voor twee van de drie soorten zwak, maar toch sterker aanwezig dan bij de matig of niet kwetsbare soorten (argusvlinder: $r=-0,40$ $p=0,09$; daggauwoog: $r=-0,43$, $p=0,053$; gehakelde aurelia: $r=-0,61$ $p=0,0095$).
 - Bij de zeer mobiele kleine vos, een soort die bovendien erg gevoelig is voor parasitisme, zijn de fluctuaties te groot om verschillen in ontwikkeling tussen gebieden te kunnen aanwijzen.
- Van de soorten die *weinig kwetsbaar* zijn voor damhertenvraat was er zoals verwacht geen duidelijk trendverschil tussen AWD, NPZK en overige duinen.
 - Aardbeivlinder en kleine parelmoervlinder vertoonden vanaf 2005 geen duidelijk slechtere trend in de AWD.
 - Het bruin blauwtje doet het zowel in AWD als NPZK vrij slecht en minder goed dan in overige duinen.
 - De heivlinder deed het in de AWD juist tot 2005 relatief slecht in de AWD, maar nadien is er juist weinig verschil tussen de gebieden en lijkt de situatie in de AWD vrij stabiel. De suggestie van verbetering sinds 2014 (Tabel 4.1) is in het licht van de langjarige trend verwaarloosbaar.
 - De kleine vuurvlinder doet het in de AWD al langer relatief slecht, maar vanaf 2005 is die trend versterkt.

- Voor de soorten met *matige kwetsbaarheid* voor damhertenvraat waren er wisselende resultaten tussen soorten.
 - Voor het bont zandoogje is de relatief positieve ontwikkeling ten opzichte van overige duinen vooral een effect van recente kolonisatie van Zuid-Kennemerland. Binnen Zuid-Kennemerland blijft de ontwikkeling in de AWD echter achter op die in NPZK.
 - Ook het koevinkje heeft Zuid-Kennemerland pas recent gekoloniseerd. De laatste paar jaar is de soort in de AWD sterk afgenomen ten opzichte van NPZK, maar het verschil in de langjarige trend is nog niet significant.
 - Bruin zandoogje doet het al langere tijd buiten Zuid-Kennemerland beter dan binnen de streek. Tot 2005 was de ontwikkeling echter in de AWD beter dan in NPZK, maar daarna is dat beeld geleidelijk omgekeerd, met een gelijke trend tot 2013 en een sterkere afname daarna in de AWD.
 - De aantallen van de duinparelmoervlinder fluctueren te sterk en zijn in NPZK al langere tijd dusdanig laag, dat gebiedsverschillen moeilijk aan te tonen zijn. Tot 2005 was de ontwikkeling in de AWD relatief gunstig en daarna zijn de trends in de AWD en overige duinen vergelijkbaar (in NPZK komt de soort amper meer voor). De redelijk stabiele situatie in de AWD zou mede te danken kunnen zijn aan de actieve uitrastering van zijn belangrijkste nectarbron, de liguster, tegen hertenvraat.
 - Bij het groot dikkopje was er tot 2005 al een tendens voor een mindere ontwikkeling in Zuid-Kennemerland. Vanaf 2009 heeft deze echter sterk doorgezet, met een afname in zowel AWD als NPZK.
 - Bij het hooibeestje is er noch vóór, noch na 2005 sprake van enig verschil in trend tussen gebieden. Van kwetsbaarheid van deze soort voor damhertenvraat lijkt geen sprake.
 - Bij het icarusblauwtje was er tot 2005 geen verschil tussen de duingebieden en erna wel, met een duidelijke afname in de AWD, een geringe afname in NPZK en een stabiele ontwikkeling in overige duinen. Dit wijst op enige kwetsbaarheid ten aanzien van hertenvraat.
 - Ook bij klein geaderd witje en klein koolwitje is de situatie in de AWD vanaf 2005 verslechterd ten opzichte van NPZK en overige duinen; bij klein koolwitje daalden de aantallen in 2015-2016 in NPZK abrupt naar die in de AWD.
 - Het oranjetipje was, samen met de gehakkelde aurelia, van alle soorten degene met de sterkste achteruitgang in de AWD: de aantallen bedragen nog slechts ongeveer 1% van die in 2005! Tot 2005 was er juist sprake van een toename met een factor 10, maar de afname nadien bedraagt een factor 100. In NPZK is het oranjetipje lange tijd stabiel geweest, maar sinds 2014 lijkt er sprake van een afname.

De 6 Rode Lijst-soorten die voor de AWD konden worden geanalyseerd – bruine eikenpage is sinds 2009 verdwenen en keizersmantel komt sinds 2010 alleen lokaal voor – lieten geen negatievere trend zien in de AWD dan in NPZK, maar soms wel ten opzichte van de overige duinen. Vier van de zes soorten werden op voorhand dan ook als weinig kwetsbaar aangemerkt.

Het matig kwetsbare groot dikkopje en de niet kwetsbaar geachte kleine parelmoervlinder en bruin blauwtje gaan in de AWD wel achteruit ten opzichte van de overige duinen. Bruin blauwtje en groot dikkopje zijn ten opzichte van 2005 in de AWD ook in aantal afgenomen.

De matig kwetsbare duinparelmoervlinder is wel stabiel gebleven, maar dit hangt mogelijk ook samen met de actieve bescherming van zijn nectarbronnen.

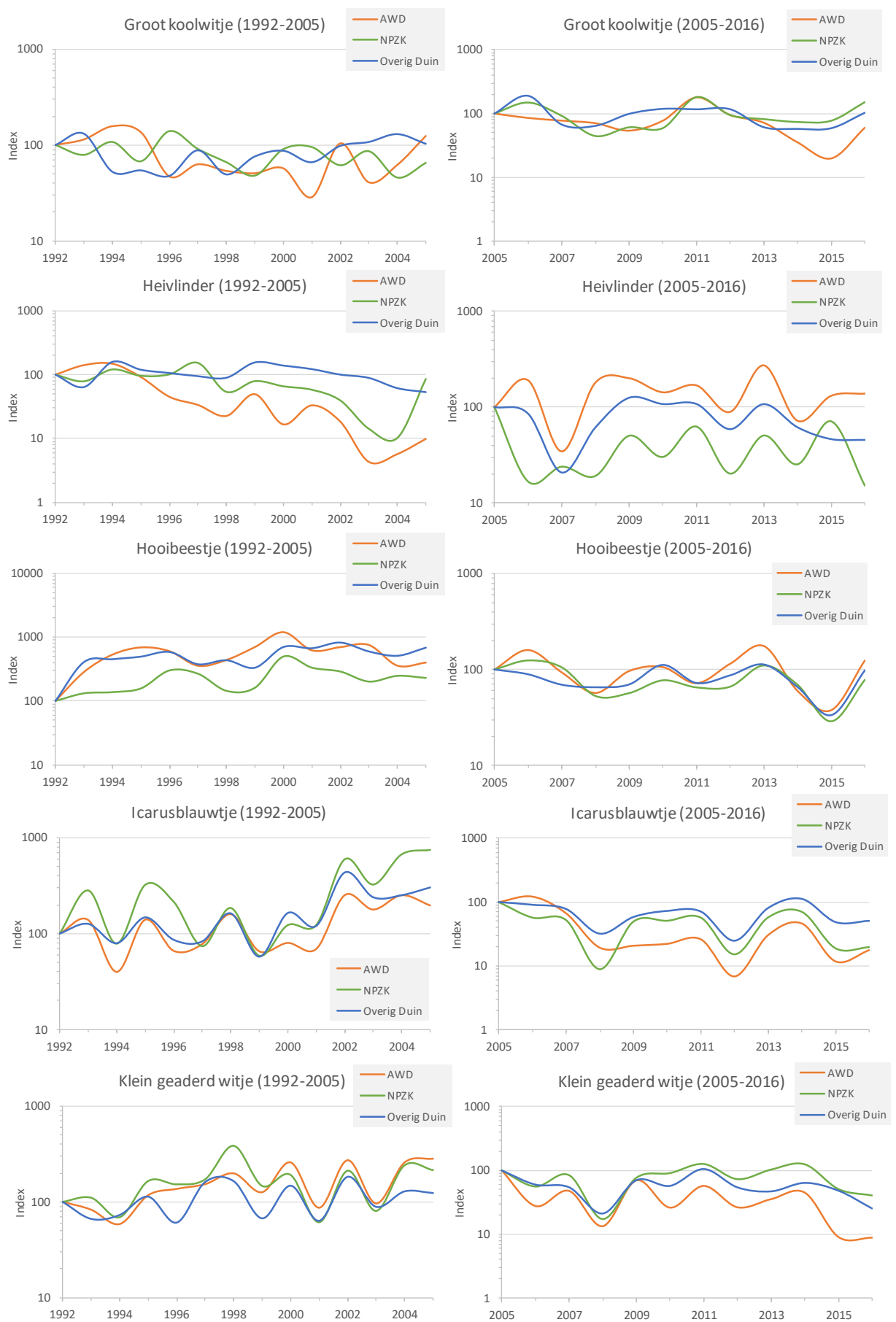
De enige soort die het relatief goed lijkt te doen in de AWD is de heivlinder, die ook als weinig kwetsbaar kan worden beschouwd, maar het verschil tussen AWD en andere duingebieden is voor de heivlinder niet significant en de soort laat in de AWD ook geen toenemende trend zien vanaf 2005.



Figuur 4.5a: Geïndexeerde aantalsontwikkeling van dagvlindersoorten in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD), de aangrenzende duinen van Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) en overige duinen in de periode 1992-2005 (links) en 2005-2016 (rechts); bont zandoogje was nog te schaars voor 2005.



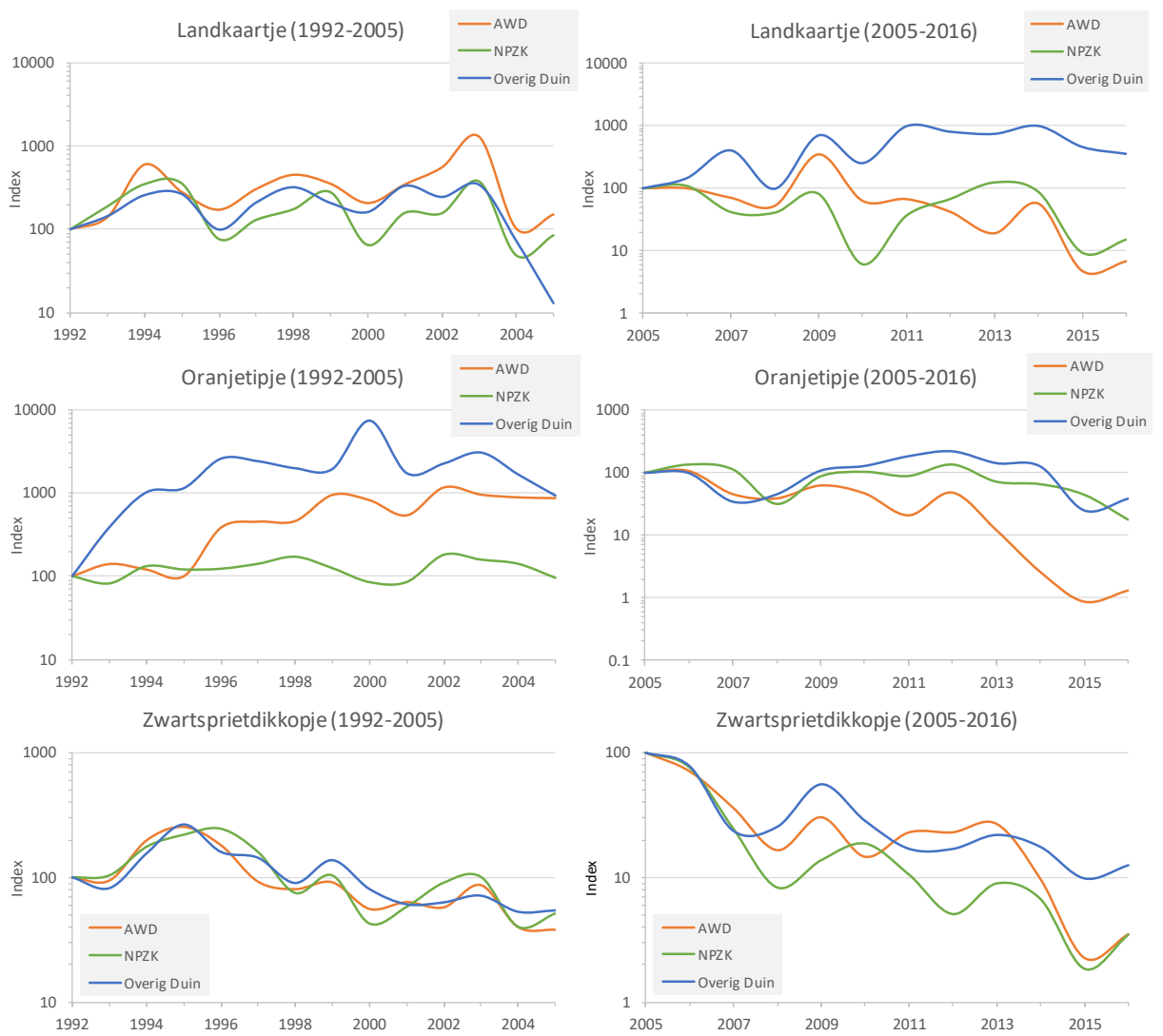
Figuur 4.5b: Geïndexeerde aantalsontwikkeling van dagvlindersoorten in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD), de aangrenzende duinen van Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) en overige duinen in de periode 1992-2005 (links) en 2005-2016 (rechts).



Figuur 4.5c: Geïndexeerde aantalsontwikkeling van dagvlindersoorten in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD), de aangrenzende duinen van Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) en overige duinen in de periode 1992-2005 (links) en 2005-2016 (rechts).



Figuur 4.5d: Geïndexeerde aantalsontwikkeling van dagvlindersoorten in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD), de aangrenzende duinen van Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) en overige duinen in de periode 1992-2005 (links) en 2005-2016 (rechts); koevinkje was nog te schaars voor 2005.



Figuur 4.5e: Geïndexeerde aantalsontwikkeling van dagvlindersoorten in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD), de aangrenzende duinen van Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK) en overige duinen in de periode 1992-2005 (links) en 2005-2016 (rechts).

N.B. Voor een betere vergelijkbaarheid tussen gebieden zijn in figuren 4.5 a t/m e de abundanties bij beide perioden steeds geïndexeerd op 100 in het startjaar 1992 (links) dan wel 2005 (rechts).



5. Discussie

De trendanalyses in bloemenaanbod en vlinderaantallen ondersteunen de verwachte, aanhoudend sterke, afname van vooral vraatgevoelige dagvlindersoorten in de Amsterdamse Waterleidingduinen. De gevonden dosis-effect relaties vormen een verdere onderbouwing voor de stelling dat de damherten hiervan de oorzaak zijn. Deze bevindingen sluiten aan bij groeiende inzichten dat zonder populatie-regulatie de invloed van grote herbivoren tot een sterke afname van de biodiversiteit kan leiden.

Veranderingen na 2014

Ten opzichte van de eerdere analyse door Wallis de Vries (2015) van de trends in de vlinderfauna in de Amsterdamse Waterleidingduinen tot en met 2014, hebben zich verschillende veranderingen voorgedaan. De belangrijkste daarvan is dat de populatie damherten in de jaren 2015 en 2016 nog steeds exponentieel is toegenomen tot een dichtheid van meer dan 100 dieren per 100 ha. De inzet van jacht heeft in 2017 tot een geringe afname geleid, maar de huidige studie beperkte zich tot de periode vóór 2017. Andere veranderingen zijn dat de begrazing door runderen en schapen in de AWD in 2015 nauwelijks en vanaf 2016 in het geheel niet meer heeft plaatsgevonden. Omdat de konijnenstand nog steeds laag is, zijn de damherten dus de enig overgebleven grotere herbivoor van betekenis. In het aangrenzende NPZK is de dichtheid aan damherten nog steeds laag, en in grote delen ook van weinig betekenis, maar de dichtheid volgt er wel een exponentiële groei. De vraat door damherten komt bovendien bovenop die door runderen, paarden en wisenten. De invloed ervan zal dan naar verwachting ook eerder merkbaar zijn. Daarom zijn ook duingebieden buiten Zuid-Kennemerland meegenomen in de langjarige analyse van vlindertrends.

Sinds 2014 is de vlinderstand in de AWD verder verslechterd. De afname in de aantallen bedroeg gemiddeld 29% en ten opzichte van 2005 zelfs 76%. De afname was bovendien sterker voor de groep soorten die op voorhand als kwetsbaar voor vraat door damherten was aangemerkt. Ten opzichte van de analyse t/m 2014 door Wallis de Vries (2015) is de achteruitgang van de vlinders dus verder voortgeschreden.

Veranderingen in het bloemenaanbod

Naast de waardplanten voor de rupsen, vormen bloemen – door het leveren van nectar als energiebron voor de vlinders – een essentiële hulpbron voor het voortbestaan van vlinderpopulaties. De veranderingen in het bloemenaanbod konden goed inzichtelijk gemaakt worden door de beschikbaarheid van tellingen over een reeks van jaren tussen 1992 en 2016 in zowel de AWD als het NPZK. Het bloemenaanbod was in 2015-2016 gemiddeld over de voor vlinders belangrijkste periode mei t/m augustus met 98,7% afgenomen ten opzichte van de periode 1992-1996 bij een nog lage hertenstand en 83,7% ten opzichte van de periode 2007-2009 met al behoorlijk hoge hertenstand (wanneer wordt gecorrigeerd voor effecten van variatie tussen jaren en locaties komt de afname op meer dan 99% uit). Ook afzonderlijke belangrijke nectarbronnen als braam, distels en koninginnenkruid namen significant af. Over dezelfde periode bleef het bloemenaanbod in NPZK stabiel.

Bij deze analyse werd de groep van gele composieten apart gehouden, omdat het door damherten gemeden duinkruiskruid daarvan een belangrijke component vormt in juli en in augustus. Voor deze groep bloemen werd inderdaad geen significante verandering in talrijkheid over de reeks van jaren gevonden. Dat versterkt de veronderstelling dat de damherten de afname in het overige bloemenaanbod bepaalden. Deze veronderstelling wordt verder onderbouwd door de gevonden dosis-effect relatie tussen de hertendichtheid en het bloemenaanbod in afzonderlijke telgebieden in Zuid-Kennemerland: deze was wel significant voor

het bloemenaanbod exclusief gele composieten, maar niet voor gele composieten afzonderlijk.

Nu zou kunnen worden betoogd dat de afname van het bloemenaanbod voor de vlinders geen probleem hoeft te vormen wanneer er een voldoende aanbod van gele composieten overblijft. Dit argument is echter om verschillende redenen niet houdbaar:

1. Het aanbod van gele composieten is over het geheel genomen vrij gering (orde van grootte van enkele tot ruim tien bloeiwijzen per route-sectie van 50 m lengte, bij een oppervlakte van 250 m²). Inclusief gele composieten bedroeg de afname van het totale bloemenaanbod in de AWD sinds 1992-1996 nog steeds 98,1% (exclusief gele composieten 98,7%; ten opzichte van 2007-2009 een afname van respectievelijk 76,7% en 83,7%). Een aanbod van alleen gele composieten zou dus een zeer mager bloemenaanbod opleveren!
2. Duinkruiskruid bloeit slechts een deel van de zomer. Vóór half juni en na augustus draagt de soort niet of nauwelijks aan het nectaraanbod bij. Soorten met een extra voorjaars- of nazomergeneratie en soorten die alleen vroeg in het jaar vliegen hebben dus niet voldoende aan duinkruiskruid, zelfs als dit overvloedig aanwezig zou zijn. In de AWD gaat dit om 18 van de 23 soorten. Voor het overgrote deel van de soorten is een nectaraanbod van uitsluitend duinkruiskruid dus niet toereikend.
3. Hoewel bloeiend duinkruiskruid veel vlindersoorten trekt, is dit zeker niet voor alle soorten het geval. Veel soorten komen op specifieke bloemgroepen af (Tax, 1989; Wallis de Vries *et al.*, 2012) en zijn gevoelig voor verschillen in nectarkwaliteit tussen bloemsoorten (Lebeau *et al.*, 2017). Duinkruiskruid is dus niet *per se* een geschikte nectarbron voor alle vlinders of andere bloembezoekende insecten.

Het feit dat de bloei van duinkruiskruid en andere gele composieten niet te lijden heeft van de toenemende hertenstand vormt al met al voor de vlinders én voor andere bloembezoekende insecten (zie Wallis de Vries *et al.*, 2016a) onvoldoende compensatie voor de drastische afname in het aanbod van de overige bloemen.

Trends in vlinderaantallen

Van de 23 onderzochte vlindersoorten nemen er 12 significant af sinds 2005 en vertoont er geen enkele soort een toename. In de periode tot 2005 was de afname veel geringer en waren er ook soorten die toenamen. De verschillen tussen AWD, NPZK en overige duinen namen vanaf 2005 toe, terwijl ze daarvoor gering waren. De sterkere afname over de recente periode en de toegenomen verschillen tussen gebieden ondersteunen de veronderstelde negatieve invloed van de hoge damhertenstand op de vlinderpopulaties in de AWD.

De verschillen worden uitvergroot wanneer er onderscheid wordt gemaakt tussen groepen soorten met *a priori* beoordeelde kwetsbaarheid voor vraat door damherten. De afname van de groep kwetsbare soorten in de AWD overheerste in de periode vanaf 2005 en bedroeg maar liefst 88%. Bij de matig kwetsbare soorten was de afname in de AWD gemiddelde geringer, maar nog steeds 72%. Tot 2005 vertoonde geen van beide groepen een afname in de AWD.

Bij de weinig kwetsbare soorten was er vanaf 2005 wel sprake van een significante afname, maar deze deed zich ook buiten de AWD voor, en werd dus zeer waarschijnlijk niet door de damherten veroorzaakt.

In NPZK gingen de aantallen voor diverse soorten – waaronder bruin blauwtje, groot dikkopje, klein koolwitje, landkaartje en zwartsprietdikkopje – de laatste paar jaar achteruit ten opzichte van de duinen buiten Zuid-Kennemerland. Dit kan een aanwijzing zijn voor de toenemende invloed van damherten buiten de AWD. Opmerkelijk genoeg ging een aantal soorten in NPZK juist vóór 2005 relatief sterk achteruit, zoals bruin zandooie, duinparelmoervlinder, groot dikkopje, kleine parelmoervlinder en ook aardbeivlinder. Het lijkt erop dat er voor deze soorten in die periode juist sprake was van een trend naar vergrassing en dichtgroeien van

struwelen. De begrazingsintensiteit van runderen en paarden was in NPZK tot 2005 een stuk extensiever dan nu, wat destijds dus negatieve gevolgen gehad lijkt te hebben.

Net als bij het bloemenaanbod was er in verschillende delen van Zuid-Kennemerland sprake van een dosis-effect relatie tussen de dichtheid aan damherten en de talrijkheid van de vlinders, met een significante afname bij hoge hertendichtheden. Deze was, zoals verwacht, ook het sterkst voor de groep vraatgevoelige soorten en niet significant voor de weinig kwetsbare soorten.

De AWD herbergen populaties van 7 Rode Lijst-soorten. Zes daarvan konden hier worden onderzocht. Hoewel vier Rode Lijst-soorten als weinig kwetsbaar werden beoordeeld, is de situatie toch niet florissant:

- Aardbeivlinder is van oudsher in de AWD met een landelijk belangrijke populatie vertegenwoordigd. De aantallen zijn vooral vóór 2000 gedaald, mogelijk in samenhang met de lage konijnenstand. In NPZK zijn de aantallen nog geringer. Weliswaar is de stand min of meer stabiel, maar voor een duurzaam behoud zou versterking uiterst wenselijk zijn.
- Bruin blauwtje is weliswaar weinig kwetsbaar maar gaat in de AWD (en NPZK) desalniettemin flink achteruit. Mogelijk hangt dit ook voor deze soort van open pioniervegetatie samen met de lage konijnenstand, waarvoor de damherten blijkbaar geen vervanging bieden.
- Duinparelmoervlinder vertoont weliswaar een redelijk stabiele stand, maar in de binnenduinrand worden de ligusterstruwelen, een belangrijke nectarbron voor deze soort, wel door de herten aangevreten en gedecimeerd. Zonder de aangebrachte exclusures (zie foto omslag en p. 5) zou de stand er waarschijnlijk minder goed uitzien. De situatie is al met al zorgwekkend omdat de aantallen buiten de AWD al langer op een erg laag niveau verkeren. Landelijk bezien herbergen de AWD een belangrijk deel van de populatie, dus behoud van de duinparelmoervlinder verdient vanuit dat perspectief net als voor de aardbeivlinder hoge prioriteit.
- Groot dikkopje doet het zowel in de AWD als in NPZK slecht ten opzichte van de overige duinen. Afname van braamstruwelen en bloemrijke ruigte lijkt hierin een belangrijke factor.
- Heivlinder is vanaf 2005 redelijk stabiel in de AWD, maar de aantallen liggen op slechts ca. 10% van die in 1992. In NPZK is de afname later op gang gekomen, maar zijn de huidige aantallen laag. Buiten Zuid-Kennemerland vergaat het de heivlinder niet duidelijk beter. Andere factoren, zoals de lage konijnenstand en stikstofdepositie spelen hier waarschijnlijk een rol, maar de damherten veranderen daar weinig aan.
- Kleine parelmoervlinder vertoont in de AWD al sinds eind jaren '90 een geleidelijke afname, die zich nog sterker heeft voorgedaan in NPZK. Ook hier is de lage konijnenstand waarschijnlijk mede debet aan. De grote mobiliteit van de soort en potentieel hoge reproductie maken het mogelijk dat de kleine parelmoervlinder weer snel zou kunnen herstellen, maar over langere termijn overheerst wel de afname.

Twee Rode Lijst-soorten zijn hier nog niet besproken: bruine eikenpage en keizersmantel.

- Bruine eikenpage is rond 2009 uit de AWD verdwenen. In NPZK heeft de soort nog wel een kleine populatie. De oorzaak van het verdwijnen kan deels met vergrassing en successie verband houden (Wallis de Vries, 2008), maar recent onderzoek in het Noord-Hollands Duinreservaat laat zien dat de bruine eikenpage ook kwetsbaar is voor vraat aan zowel nectarplanten (o.m. braam en liguster) als de kleine eikjes waarop de vlinders hun eitjes afzetten (Wallis de Vries, 2016). De rol van de damherten in het verdwijnen van de soort uit de AWD valt bij gebrek aan gegevens niet meer vast te stellen, maar positief zal deze zeer waarschijnlijk niet zijn geweest.

- Keizersmantel heeft zich sinds vanaf 2010 langs de binnenduinrand in de AWD gevestigd. De kleine populatie lijkt over de jaren toe te nemen. Hoewel de soort een groot nectaraanbod behoeft, voorziet duinkruiskruid waarschijnlijk in een groot deel van de behoefte, al kan het zijn dat deze mobiele soort ook foerageert in de tuinen buiten de AWD. Vooralsnog lijken de damherten dus geen negatief effect op de soort te hebben.

Al met al is de toestand van de Rode Lijst-soorten van de dagvlinders in de AWD niet rooskleurig, ook al lijkt de invloed van damherten daarin beperkt. Voor het groot dikkopje is de invloed van de damherten waarschijnlijk wel negatief en – bij een verdere achteruitgang van de ligusterstruwelen onder invloed van hertenvraat – zal dit ook voor de duinparelmoervlinder het geval kunnen zijn. Voor de verdwenen bruine eikenpage is het effect van de damherten mogelijk wel negatief geweest, maar niet meer goed vast te stellen.

Voor vier van de overige vijf Rode Lijst-soorten lijken eerder de afgenomen pioniervegetatie door de lage konijnenstand, mogelijk in combinatie met toegenomen productiviteit door stikstofdepositie (Wallis de Vries *et al.*, 2016b), bepalend te zijn voor de trend. Blijkbaar lukt het de damherten ook bij hoge dichtheid niet om te zorgen voor de dynamiek en afwisseling van korte, maar toch bloemrijke vegetatie met open plekjes.

Alleen de keizersmantel lijkt vooralsnog in de AWD wel een geschikt leefgebied te vinden en daar ook toe te nemen. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat de geschiktheid sterk afhankelijk is van een groot nectaraanbod en voldoende viooltjes in een open bosstructuur (Omon *et al.*, 2015). Of beide op termijn bij een blijvend hoge hertenstand te handhaven zijn, mag sterk worden betwijfeld.

Toekomstperspectief

Met een versterkte afname van de vlinderstand in de AWD onder invloed van de groeiende populatie damherten, is het de vraag wat de toekomst gaat brengen. Bij een verdere toename van de hertenpopulatie of bij handhaving van de huidige dichtheid, is het niet moeilijk om te voorspellen dat de geconstateerde trends van afname in het bloemenaanbod en afname van een groot deel van de vlindersoorten door zal zetten. Vlinders met hoge nectarbehoefte en vraatgevoelige nectarplanten zullen verdwijnen of alleen als zwervers in de AWD gaan voorkomen.

Waarschijnlijk zal ook een groter aantal soorten negatieve effecten van de damherten gaan ondervinden. Nu al wordt duidelijk dat ook dauwbraam (waardplant van de aardbeivlinder) en viooltjes (waardplanten van duinparelmoervlinder, kleine parelmoervlinder en keizersmantel) in toenemende mate worden afgevreten door de damherten (J. Mourik, pers. meded.). Ook weinig kwetsbare vlindersoorten zullen dus waarschijnlijk verder afnemen door de invloed van de damherten. Met het verdwijnen van struwelen (ook duindoorns worden nu afgevreten; J. Mourik, pers. meded.), het schillen van bomen en het opeten van jonge opslag, zullen ook de soorten van bossen en bosranden gaan verdwijnen en zal het landschap opener worden, maar zonder de kleinschalige afwisseling die we kennen uit perioden met hogere konijnenstand. Heivlinder en hooibeestje lijken vooralsnog het minst kwetsbaar te zijn en zullen mogelijk het langst stand houden.

Voor de dagvlinders is hiermee een somber beeld geschetst. Maar dit lijkt voor een groot deel van de biodiversiteit op te gaan. Voor de vaatplanten (Mourik, 2015), nachtvlinders (Wallis de Vries, 2015) en andere bloembezoekende insecten, maar ook voor een zoogdier als het ree (Wallis de Vries *et al.*, 2016), is de afname al in beeld gebracht. Voor de meeste soortgroepen ontbreken echter de gegevens om het beeld zo uitvoering te kunnen onderbouwen als voor de dagvlinders. Ook zijn er naar weinig soortgroepen waarvoor positieve effecten verwacht mogen worden, zoals het knopsrietje, een sprinkhaan die wel korte vegetatie behoeft maar weinig eisen stelt aan de heterogeniteit van de vegetatiestructuur. Daarbij moet worden beseft dat de aftakeling van de bossen onder invloed van hertenvraat zich over een

veel langere termijn voltrekt, maar dat de effecten vervolgens veel langer merkbaar zullen zijn op de bijbehorende flora en fauna.

Al met al lijkt er alle reden om de gesignaleerde verandering in de dagvlinderfauna te beschouwen als een indicatie van algehele afname van de biodiversiteit in de AWD onder invloed van de toegenomen damhertenpopulatie.

Beheer van hoefdierpopulaties

De problemen van verlies van biodiversiteit bij hoge begrazingsintensiteit zijn niet specifiek voor de AWD. Ze doen zich wereldwijd voor (Chillo *et al.*, 2015; Van Klink *et al.*, 2015), maar meestal betreft het dan begrazing door (soms verwilderde) landbouwhuisdieren. Toch zijn ook van herten negatieve effecten bij hoge dichtheden op onder meer flora en vlinders bekend (zie literatuur in Wallis de Vries, 2015).

In het natuurbeheer waarin natuurlijke processen worden nagestreefd wordt er doorgaans vanuit gegaan dat populaties van grote herbivoren hetzij weinig invloed hebben op de vegetatiesuccessie (zie bijv. Van Vuure, 2003), hetzij een grotere invloed, die ook zonder predatie door grote roofdieren leidt tot een gevarieerd, dynamisch successie-mozaïek van bos en grasland (zie bijv. Vera, 2000). In deze visie wordt de vegetatiedynamiek vooral – of in belangrijke mate – ‘bottom-up’ gestuurd door abiotische condities en nauwelijks of in mindere mate ‘top-down’ via herbivorie en predatie.

Recent paleo-ecologisch onderzoek en experimentele exclusie-studies (Bakker *et al.*, 2016), maar ook de praktijk in de Oostvaardersplassen (Cornelissen *et al.*, 2014) laten echter zien dat grote herbivoren een veel grotere invloed op de vegetatieontwikkeling kunnen hebben dan eerder gedacht. Daar komt de invloed van de landschappelijke configuratie bij, waardoor bijvoorbeeld in kleinere, omrasterde gebieden de invloed van de herbivoren sterker is dan in grotere gebieden waar de herbivoren zich vrij kunnen bewegen (Schippers *et al.*, 2014). Dat blijkt nu ook zo te zijn in het geval van de AWD, met grote consequenties voor de fauna van vlinders. Maar in breder verband wordt nu ook steeds meer gewezen op de top-down invloed van grote roofdieren via de grote herbivoren op de vegetatie (Schippers *et al.*, 2014; Malhi *et al.*, 2015). Het optreden van de cyclische successie van grasland naar bos en terug kan in sterke mate door grote roofdieren worden gestuurd (Ruifrok *et al.*, 2015).

Zonder regulatie of sturing van de herbivorenpopulatie kan het dus zijn dat de vegetatie-ontwikkeling in de richting gaat van een open landschap met hoge begrazingsintensiteit. Dat lijkt zich nu voor te doen in de AWD, met negatieve gevolgen voor de biodiversiteit. Vanuit het oogpunt van behoud en herstel van biodiversiteit is ingrijpen, gezien de huidige ontwikkelingen, gewenst.

De ingeslagen weg van populatieregulatie door jacht is een van de opties om de draaddruk op de vegetatie weer te verminderen en de stand van vlinders en veel andere soorten, zowel planten als dieren, te herstellen. De situatie van rond 2005 lijkt daarvoor, zoals voorgesteld door Groot-Bruinderink *et al.* (2013), een geschikte referentie. Door continuering van de monitoring van vlinders en bloemenaanbod zal vastgesteld kunnen worden of het herstel dan ook daadwerkelijk optreedt!

6. Conclusie

Doelstelling van dit onderzoek was om vast te stellen of sprake is van een verband tussen de sterk toegenomen populatie van de damherten en de veranderingen in de dagvlinderstand en het aanbod van voor vlinders belangrijke nectarbronnen in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Daarbij is een vergelijking gemaakt tussen perioden met lage en met hoge hertenstand en zijn de ontwikkelingen in de AWD vergeleken met die in NPZK en overige duingebieden buiten Zuid-Kennemerland. De resultaten laten duidelijk zien dat zowel de vlinderstand als het bloemenaanbod in de AWD schrikbarend zijn afgenomen met de toename van de damhertenpopulatie. Voor het behoud van de biodiversiteit zijn daarom dringend maatregelen nodig om de vraatdruk van de herten te verminderen.

De belangrijkste bevindingen zijn als volgt:

- de vlinderstand is in de laatste 2 jaar in de AWD verder verslechterd en in sterkere mate voor soorten die kwetsbaar zijn voor vraat door damherten.
- de trend over de periode 2005-2016 is voor de dagvlinders sterker negatief in de AWD dan in zowel NPZK als de overige kalkrijke vaste landsduinen. In de periode 1992-2005 waren deze gebiedsverschillen veel geringer, zeker voor de kwetsbare soorten. De laatste jaren treedt er ook in NPZK een verslechtering op.
- De trend van relatieve afname in de AWD is het sterkst voor de *a priori* als kwetsbaar aangemerkte soorten, maar ook zichtbaar in matig kwetsbare soorten, doch niet in weinig kwetsbare soorten.
- Uit de analyse van de relatie tussen de hertendichtheid in 21 deelgebieden en de verandering in vlinderdichtheden tussen 2005-2007 en 2014-2016, blijkt een significante dichtheidsafhankelijke relatie met sterkere afname voor kwetsbare en matig kwetsbare soorten ten opzichte van weinig kwetsbare soorten.
- Hoewel vier van de zeven in de AWD aanwezige Rode Lijst-soorten als weinig kwetsbaar voor vraat kunnen worden beschouwd, is de toestand voor deze soorten niet gunstig, al spelen daar ook andere oorzaken mee dan de damherten. Voor aardbeivlinder en duinparelmoervlinder herbergt de AWD landelijk belangrijke populaties. In elk geval profiteert geen van de soorten van de hoge dichtheid aan damherten en zijn er wel zorgen voor negatieve effecten bij aanhoudende hoge dichtheden.
- Voor de veranderingen in bloemenaanbod komen vergelijkbare resultaten naar voren als voor de dagvlinders. De afname in het bloemenaanbod in de AWD is enorm groot: 98% over het totaal van alle bloemgroepen sinds 1992-1996. Ook is er een dichtheidsafhankelijke afname van het bloemenaanbod bij hogere hertendichtheden geconstateerd.
- De gele composieten, waaronder het giftige duinkruiskruid, laten zoals verwacht geen verandering zien, maar de talrijkheid van deze bloemengroep is relatief gering en de bloeiperiode van duinkruiskruid is dusdanig beperkt dat dit geen adequate vervanging biedt voor het verlies aan overige bloemen.

Bovenstaande bevindingen zijn besproken in het licht van veranderende inzichten over de invloed van grote herbivoren op de vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. Deze blijken in potentie groter te zijn dan eerder werd gedacht, wat door de ontwikkelingen in de AWD wordt geïllustreerd. Daarom is het voor het behoud van de biodiversiteit in de duinen uiterst urgent om te zorgen voor een effectieve vermindering van de vraatdruk door damherten!

Literatuur

Anonymus (2016). *Jaarverslag Faunabeheereenheid Noord-Holland*. Stichting Faunabeheereenheid Noord-Holland, Haarlem.

Bakker, E.S., Gill, J.L., Johnson, C.N., Vera, F.W.M., Sandom, C.J., Asner, G.P. & Svenning, J.-C. (2016). Combining paleo-data and modern exclosure experiments to assess the impact of megafauna extinctions on woody vegetation. *Proceedings National Academy of Sciences* **113**, 847–855.

Chillo, V. Ojeda, R.A., Anand, M. & Reynolds, J.F. (2015). A novel approach to assess livestock management effects on biodiversity of drylands. *Ecological Indicators* **50**, 69-78.

Cornelissen, P., Bokdam, J., Sýkóra, K. & Berendse, F. (2014). Effects of large herbivores on wood pasture dynamics in a European wetland system *Basic and Applied Ecology* **15**, 396-406.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., D.R. Lammertsma & A.T. Kuiters (2013). *Hoeveel damherten en reeën kunnen leven in de Amsterdamse Waterleidingduinen op basis van het natuurlijk voedselaanbod?* Rapport Alterra, Wageningen.

Lebeau, J., Wesselingh, R.A. & Van Dyck, H. (2017). Flower use of the butterfly *Maniola jurtina* in nectar-rich and nectar-poor grasslands: a nectar generalist with a strong preference?. *Insect Conservation and Diversity* **10**, 258–270.

Malhi, Y., Doughty, C.E., Galetti, M., Smith, F.A., Svenning, J.-C. & Terborgh, J.W. (2016). Megafauna and ecosystem function from the Pleistocene to the Anthropocene. *Proceedings National Academy of Sciences* **113**, 838-846.

Mourik, J. (2015). Bloemplanten en dagvlinders in de verdrukking door toename van damherten in de Amsterdamse Waterleidingduinen. *De Levende Natuur* **116** (4), 185-190.

Mourik, J. & Eggenkamp-Rotteveel Mansveld, M. (2005). *Duinvlinders: op vleugels van parelmoer door Zuid-Kennemerland*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Nijssen, M., B. Wouters, J. Vogels, A. Kooijman, H. van Oosten, C. van Turnhout, M. Wallis de Vries, J. Dekker & I. Janssen (2014). *Begrazingsbeheer in relatie tot herstel van faunagemeenschappen in droge duingraslanden. Eindrapportage 2009-2013*. Rapport 2014/OBN190-DK, VBNE, Driebergen.

Omon, B., Veling, K. & Wallis de Vries, M.F. (2015). De Keizersmantel als indicator voor het herstel van lichte en viooltjesrijke hellingbossen. *De Levende Natuur* **116** (5), 204-207.

Pannekoek, J. & van Strien, A. (2001). *TRIM 3 Manual (TRends & Indices for Monitoring data)*. Research paper no. 0102, CBS, Voorburg.

Ruifrok, J. L., Janzen, T., Kuijper, D. P. J., Rietkerk, M., Olff, H. & Smit, C. (2015). Cyclical succession in grazed ecosystems: The importance of interactions between different-sized herbivores and different-sized predators. *Theoretical Population Biology* **101**, 31-39.

Sall, J., Creighton, L., Lehman, A. (2005). *JMP Start Statistics: A guide to statistics and data analysis using JMP and JMP IN software*. Brooks/Cole-Thomson Learning, Belmont, CA.

Schippers, P., Van Teeffelen, A.J.A., Verboom, J., Vos, C.C., Kramer, K. & Wallis de Vries, M.F. (2014). The impact of large herbivores on woodland-grassland dynamics in fragmented landscapes: The role of spatial configuration and disturbance. *Ecological Complexity* **17**, 20-31.

Tax, M.H. (1989). *Atlas van de Nederlandse dagvlinders*. De Vlinderstichting, Wageningen & Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's Graveland.

Thomas, J.A. (2005). Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Philosophical Transactions Royal Society London B* **360**, 339–357.

Van Haperen, A.M.M., A.M. Kooijman, A.T. Kuiters, M. Nijssen, J.A. van Roon, N. Schotsman & Q.L. Slings (2013). *Damherten in de Amsterdamse Waterleidingduinen: Hun invloed op het duinlandschap en de kwaliteit van enkele habitats*. Advies-OBN-03-DK, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

Van Klink, R., Van der Plas, F., Van Noordwijk, C.G.E., Wallis de Vries, M.F. & Olf, H. (2015). Effects of large herbivores on grassland arthropod diversity. *Biological Reviews* **90**, 347–366.

Van Swaay, C.A.M., Termaat, T., Kok, J., Huskens, K. & Poot, M. (2017). *Vlinders en libellen geteld: jaarverslag 2016*. Rapport VS2017.01, De Vlinderstichting, Wageningen.

Van Til, M. & Mourik, J. (1999). *Hiëroglyfen van het zand: vegetatie en landschap van de Amsterdamse Waterleidingduinen*. Gemeentewaterleidingen Amsterdam.

Van Vuure, T. (2003). *De Oeros: het spoor terug*. Rapport / Wetenschapswinkel Wageningen UR nr. 186, Wageningen.

Vera, F.W.M. (2000). *Grazing Ecology and Forest History*. CABI, Wallingford, UK.

Wallis de Vries, M.F. (2004). *Trends voor de vlinders van Zuid-Kennemerland*. Rapport VS2004.021, De Vlinderstichting, Wageningen.

Wallis de Vries, M.F. (2008). *Aandacht voor de bruine eikenpage in Kennemerland*. Rapport VS2008.005, De Vlinderstichting, Wageningen.

Wallis de Vries, M.F. (2015). *Meer damherten in de Amsterdamse Waterleidingduinen: minder vlinders?* Rapport VS2015.012, De Vlinderstichting, Wageningen.

Wallis de Vries, M.F. (2016). *Schapenbegrazing en bruine eikenpages: beheeradvies voor het Noord-Hollands Duinreservaat*. Rapport VS2016.037, De Vlinderstichting, Wageningen.

Wallis de Vries, M.F. & Raemakers, I. (2001). Does extensive grazing benefit butterflies in coastal dunes? *Restoration Ecology* **9**, 179–188.

Wallis de Vries, M.F., Eggenkamp-Rotteveel Mansveld, M.H. & Mourik, J. (1999).

Dagvlinders in het landschap van de Amsterdamse Waterleidingduinen: Monitoringevaluatie 1992-1998. Rapport VS99.18, De Vlinderstichting, Wageningen.

Wallis de Vries, M., van Swaay, C. & Plate, C. (2010). Verbanden tussen de achteruitgang van dagvlinders en bloemenrijkdom. *De Levende Natuur* **111 (3)**, 125-129.

Wallis de Vries, M.F., Noordijk, J., Sierdsema, H, Zollinger, R, Smit, J.T. & M. Nijssen, (2013). *Begrazing in Brabantse heidegebieden – Effecten op de fauna.* Rapport VS2012.017, De Vlinderstichting, Wageningen / EIS-Nederland, Leiden / SOVON Vogelonderzoek, Stichting RAVON en Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Wallis de Vries, M., Mourik, J., Odé, B., Kalkman, V., Hollander, H. & Bekker, D. (2016a). Hoe damherten de duinen veranderen: effecten op flora en fauna. *Vakblad Natuur, Bos, Landschap* **11 (2)**, 10-13.

Wallis de Vries, M.F., Van Swaay, C.A.M. & De Vries, H.H. (2016b). *Pilot N-indicator Vlinders: toepassing in Kennemerland-Zuid.* Rapport VS2016.017, De Vlinderstichting, Wageningen.



Bijlage 1: Indeling kwetsbaarheid dagvlinders

Soort	Waardplanten	Nectargebruik
<i>Kwetsbaar voor damhertenvraat</i>		
Argusvlinder	diverse grassen; overwintering in middelhoge pollen	Groot en divers
Dagpauwoog	Brandnetel	Groot en divers
Gehakelde aurelia	Brandnetel	Groot en divers
Kleine vos	Brandnetel	Groot en divers
Landkaartje	Brandnetel	Matig
Zwartsprietdikkopje	Hoge grassen	Groot en divers
<i>Matig kwetsbaar</i>		
Bont zandoogje	Hoge grassen	Matig
Bruin zandoogje	diverse grassen	Groot en divers
Citroenvlinder	Klimop, Wegedoorn, Sporkehout	Matig
Duinparelmoervlinder	m.n. Duinviooltje en Zandviooltje	Groot; o.m. liguster en distels
Groot dikkopje	Hoge grassen	Matig
Groot koolwitje	diverse kruisbloemigen	Groot en divers
Hooibeestje	diverse grassen	Klein
Icarusblauwtje	m.n. Rolklaver	Groot en divers
Klein geaderd witje	diverse kruisbloemigen	Matig
Klein koolwitje	diverse kruisbloemigen	Matig
Koevinkje	Hoge grassen	Klein
Oranjetipje	in duinen m.n. Look-zonder-look	Klein
<i>Weinig kwetsbaar</i>		
Aardbeivlinder	m.n. Dauwbraam	Klein / lage kruiden
Bruin blauwtje	Ooievaars- en Reigersbek	Klein / lage kruiden
Heivlinder	Lage grassen	Klein
Kleine parelmoervlinder	m.n. Duinviooltje	Klein / lage kruiden
Kleine vuurvlinder	Schapen- & Veldzuring	Matig, maar veel Jakobskruid

Gebruikte bronnen voor deze indeling: Tax (1989), Wallis de Vries & Raemakers (2001), Wallis de Vries (2004), Wallis de Vries *et al.* (2012), Nijssen *et al.* (2014)