

Begrazingsbeheer in relatie tot herstel van faunagemeenschappen in de duinen

Eindrapportage 1^e fase 2009-2011

Herman van Oosten
Annemieke Kooijman
Chris van Turnhout
Jasja Dekker
Arnold van den Burg
Marijn Nijssen



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

© 2012 Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie

Rapport nr. 2012/...
Den Haag, 2012

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij het Bosschap onder vermelding van code 2012/... en het aantal exemplaren.

Oplage exemplaren

Samenstelling Herman van Oosten, Annemieke Kooijman, Chris van Turnhout, Jasja Dekker, Arnold van den Burg & Marijn Nijssen

Druk Ministerie van EL&I, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij

Productie Bosschap, bedrijfschap voor bos en natuur
Bezoekadres : Princenhof Park 9, Driebergen
Postadres : Postbus 65, 3970 AB Driebergen
Telefoon : 030 693 01 30
Fax : 030 693 36 21
E-mail : algemeen@bosschap.nl

Voorwoord

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Opzet van dit onderzoek	9
3 Begrazing als beheermaatregel in Nederlandse kustduinen	14
4 Effecten van begrazing op de bodem	21
5 Effecten van begrazing op de vegetatie	24
6 Effecten van begrazing op de fauna	35
7 Effecten van begrazing op broedvogels en konijn	55
8 Vallei van eht Veen – Vlieland	72
9 Meeuweduinen en Zeepduinen – Schouwen	88
10 Synthese	97
Literatuur	

Samenvatting

Begrazingsvorm

Een groot deel van het totale oppervlak van de Nederlandse kustduinen wordt momenteel begraasd. De graasdruk varieert tussen 0.03 en 0.72 Grootvee Eenheden (GVE).ha⁻¹.jaar⁻¹, met een mediaan van 0,14 GVE.ha⁻¹.jaar⁻¹. Zowel graasdruk als veetype waarmee wordt begraasd zijn niet geleidelijk over de kustduinen verdeeld, maar verschillen per duinzone. Deze correlatie tussen duindistrict en type begrazing maakt het lastig om algemene effecten van begrazing te onderzoeken.

Bodem

De eigenschappen van de bodem worden allereerst bepaald door verschillen in duinzone (kalkgehalte/pH) en organische stofgehalte. Begrazing heeft op de beschikbaarheid van mineralen en nutriënten slechts een zeer kleine invloed. Of begrazing leidt tot hogere of lagere mineralisatiesnelheid in de bodem en daarmee tot een verandering van beschikbaarheid in de loop van de tijd moet nog worden uitgezocht. Begrazing leidt overal tot een afname van de strooiselbedekking en een toename van de oppervlakte kaal zand (bij laag gehalte aan organisch stof) of juist een hogere bodemdichtheid (bij hoge organische stofgehalten).

Vegetatie

Door begrazing neemt de hoeveelheid bovengrondse biomassa van vaatplanten over het algemeen af. Dit is vooral duidelijk in de kalkrijke duinen van het Renodunaal district en de kalkarme duinen op de Wadden. In alle drie de duinzones neemt de vegetatiehoogte in duingraslanden af door begrazing, maar de variatie in vegetatiehoogte op kleine schaal neemt af. De bedekking met breedbladige grassen neemt af in de Renodunale duinen, maar niet/nauwelijks in het Waddendistrict. De bedekking van kruiden neemt alleen toe op de Wadden, terwijl mossen toenemen door begrazing in ontkalkte delen van de Renodunale duinen en op de Wadden. Begrazingsbeheer heeft geen positief of negatief effect op het aantal bloeiende bloemen.

Bodemfauna

Regenwormen, miljoenpoten en pissebedden zijn detritivoren en gaan achteruit door een afnemende strooiselbedekking. De effecten op voedselgilden lijkt deels te verschillen tussen duinzones. Herbivoren in de Renodunale duinen lijken niet te reageren op begrazing, maar in het Waddendistrict positief. Wortelherbivoren nemen af in de Renodunale duinen door begrazing, maar niet op de Wadden.

Broedvogels en konijnen

Broedvogels van open duinen en Konijnen zijn gemiddeld sterk in aantal afgenomen sinds medio jaren tachtig. Broedvogels van ruigtes, lage struwelen en mozaïeken zijn gemiddeld juist in aantal toegenomen. Broedvogels van hoge struwelen en bosranden laten wisselende populatie-ontwikkelingen zien. Broedvogels van open duin reageren gemiddeld genomen negatief op de introductie van grote grazers, vooral Bergeend, Wulp en Scholekster. Ook

broedvogels van hoge struwelen reageren gemiddeld negatief op begrazing. Broedvogels van ruigtes en lage struwelen reageren nogal wisselend. Konijnen profiteren juist van begrazing: de aantallen nemen na introductie van grote grazers toe in vergelijking met onbegaasde gebieden. Het plaatsen van kunstburchten leidt bij Konijnen (in ieder geval op korte termijn) niet tot (her)kolonisatie van onbezette plekken.

De effecten van begrazing zijn afhankelijk van de begrazingsvorm. De invloed van jaarrond runderbegrazing met een lage druk is gemiddeld negatief voor open duinvogels en broedvogels van hoge struwelen. Het effect van 'overige' begrazingsvormen, zoals paarden, schapen of geiten, is voor deze duinvogelgemeenschappen juist positief. Ook jaarrond begrazing met een combinatie van verschillende soorten grazers lijkt voor broedvogels van open duin een positief effect te hebben.

Relictpopulaties van fauna in sterk vergraste delen

Uit de huidige resultaten (voor een beperkt aantal diergroepen) van de Vallei van het Veen en de Meeuweduinen en Zeepeduinen moet worden geconcludeerd dat er in de niet begaasde, ruigere vegetaties nog wel duinkarakteristieke soorten worden waargenomen, maar het niet om essentiële relictpopulaties gaat; de betreffende soorten worden ook aangetroffen in de begaasde terreindelen. Deze conclusie sluit echter niet uit dat er negatieve effecten van begrazing op diersoorten zijn vastgesteld, zoals voor verschillende broedvogels van open duin en laag struweel en voor de Harkwesp.

Conclusies en adviezen voor beheer

Een concrete vertaling naar beheeradviezen op basis van de in dit rapport gepresenteerde gegevens is zeer lastig. Zowel omdat een aantal processen en patronen nog onduidelijk is (deze worden in de tweede fase opgehelderd) als dat beheerdoelen niet altijd concreet beschreven en bovendien sterk verschillen tussen duingebieden.

Wel kan geconcludeerd worden dat:

- Het doel om met begrazingsbeheer de verruiging van open duinen tegen te gaan wordt over het algemeen gehaald, vooral waar het terugdringen van hoge, breedbladige grassen betreft.
- Ook de gewenste facilitatie van het Konijn door geïntroduceerde begrazing treedt op.
- Effecten van verschillen in begrazingsvorm zijn nauwelijks aan te tonen, aangezien er een zeer sterke verstrengeling optreedt tussen graasdruk, soort grazer en uitgangssituatie van het duin (bodemeigenschappen en mate van verruiging). Verschillende resultaten lijken er echter op te wijzen dat voor herstel van duinfaunagemeenschappen een wat hogere graasdruk met paarden, pony's of schapen (eventueel in combinatie met runderen) gunstiger uitpakt dan een lagere begrazingsdruk met alleen runderen.
- Het is zeer lastig om de effecten die door begrazing worden veroorzaakt te onderzoeken. In veel gevallen ontbreekt een goede vastlegging van de situatie voorafgaand aan begrazing (de nulsituatie) en een controlegebied waarin geen begrazing plaats vindt, zoals een enclosure of een deelterrein wat buiten de begrazingseenheid wordt gehouden. Deze componenten zijn essentieel voor een correcte effectmeting.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

Het wegvallen van begrazing van duingraslanden door de afname van de agrarische gebruiksactiviteiten en een daling van de Konijnenstand door ziektes heeft geleid tot vergrassing en verstruweling van grote oppervlaktes duingrasland in de grijze duinen (prioritair Habitatype 2130*) en duinheiden met kraaiheide en struikheide (prioritaire Habitatypes 2140* en 2150*). Dit proces is versneld door een verhoogde atmosferische depositie van stikstof, waardoor de successie sneller verloopt en grassen en struwelen bevoordeeld worden ten opzichte van kruidachtige planten en lage dwergstruiken. Een floristische en faunistische verarming van duingraslanden was het resultaat van de verruiging (Van der Meulen *et al.*, 1996; Van Turnhout *et al.*, 2003; Kooijman *et al.*, 2005; Van den Burg *et al.*, 2008).

Het instellen van begrazing met grote grazers om de verruiging terug te dringen, of het herstellen van het eeuwenlange gebruik om lokaal vee in de duinen te laten grazen, is een voor de hand liggende maatregel. Deze maatregel wordt al vanaf de jaren '80 van de vorige eeuw toegepast en nog steeds vindt er een uitbreiding van het areaal begraasde duinen plaats. De ingevoerde begrazing is al succesvol gebleken in het terugdringen van verruigde grasachtige vegetaties en het tot stilstand brengen van oprukkende struwelen. Het verwijderen van bestaand struweel en het eveneens beoogde herstel van dierpopulaties blijft echter vaak achterwege (o.a. Nijssen *et al.*, 2001; Van Turnhout *et al.*, 2003), al worden er ook successen gemeld, zoals voor dagvlinders (Wallis de Vries & Raemakers, 2001). In sommige gevallen treedt juist verdere achteruitgang op van diergemeenschappen na introductie van grootschalige begrazing, zoals gesteld voor reptielen (Stumpel, 2004).

In het algemeen kan worden gesteld dat over de effecten van begrazing op de diergemeenschap van de duinen (en eventuele interacties hiertussen) momenteel onvoldoende bekend is om deze effecten vooraf goed in te kunnen schatten, terwijl in steeds meer duingebieden begrazing wel als beheermaatregel wordt ingezet (Van den Burg 2009). Het is dan ook niet bekend hoe het begrazingsbeheer aangepast kan worden, zodanig dat de positieve effecten van het terugdringen van verruiging blijven bestaan en dat daarnaast tevens ruimte is voor diergemeenschappen om zich te kunnen herstellen.

Om deze kennis te verkrijgen, is monitoring van begrazingsgebieden noodzakelijk, waarbij niet alleen de effecten op de fauna gemeten worden, maar waarin ook de veranderingen in het ecosysteem gekwantificeerd worden. Factoren als bodemchemie en -compactie, vegetatiehoogte, microklimaat en bloemenaanbod dienen immers als verklarende factoren voor de veranderingen in de diergemeenschappen. Voor een juiste effectmonitoring is het van belang om ook de situatie voorafgaand aan het instellen van begrazing goed vast te leggen (de 'nulsituatie') en een voldoende groot deel van het terrein buiten begrazing te laten ('controle').

1.2 Doelstelling en aanpak

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen welke veranderingen begrazing in kustduinen oplevert voor diergemeenschappen én hun leefomgeving, en of in deze veranderingen algemene patronen te herkennen zijn. Juist deze algemene patronen leiden immers tot praktische adviezen voor het optimaliseren van begrazingsbeheer in kustduinen die te vertalen zijn naar meerdere terreinen. Uiteraard is deze doelstelling te ambitieus om in de gehele kustduinen en voor alle diergroepen uit te voeren. Dit onderzoek heeft zich dan ook voornamelijk gericht op de (diersoorten van) open droge duingraslanden (zie afbakening).

Begrazing is een 'containerbegrip': het bevat een grote mate van variatie, zowel in manier van uitvoering, terreintype waar het wordt uitgevoerd en de doelstellingen die bereikt willen worden. Om grip te krijgen op deze variatie is ten eerste een grootschalig onderzoek gehouden om de variatie in begrazingstypen binnen de Nederlandse kustduinen in de vingers te krijgen. Daarna is een groot aantal gepaarde onderzoeksplots geselecteerd: 113 begraasde plots die gepaard zijn aan 113 niet begraasde plots (dus 226 onderzoeksplots in totaal). De plotparen liggen altijd dicht bij elkaar (30-200 meter) in terreindelen die – met uitzondering van de vigerende begrazing – goed met elkaar vergelijkbaar zijn m.b.t. reliëf, ouderdom en gebruiksgeschiedenis. Deze 226 plots liggen verdeeld over 24 duinterreinen, van Schouwen-Duiveland langs de vastelandskust tot en met Terschelling.

Naast deze grote vergelijkende studie zijn in het kader van het LIFE-project "*Restoration of dune habitats along the dutch coast*" van beheerder Staatsbosbeheer de effecten van begrazing onderzocht in de Zeepeduinen en naastgelegen Meeuweduinen op Schouwen-Duiveland en de Vallei van het Veen op Vlieland. Deze terreinen worden al lange tijd begraasd (respectievelijk en 1993) waarbij in de Vallei van het Veen de uitgangssituatie goed is bepaald en er in 2000/2001 al een eerste effectmeting is uitgevoerd (Van Wingerden et al., 2000 en 2001).

1.3 Afbakening

Zoals hierboven al gemeld, zou het in dit project te ambitieus zijn om het gehele duinsysteem te onderzoeken. Dit onderzoek is daarom beperkt tot de effecten van begrazing op open duingraslanden en (in het geval van Vlieland) open duinheide. Het onderzoek omvat zowel de variatie in samenstelling en structuur van de vegetatie, bodemontwikkeling en bodemchemie en een aantal diergroepen: bodembewonende ongewervelde fauna (inclusief strooisellaag), bloembezoekers, broedvogels en het Konijn (*Oryctolagus cuniculus*). Voor de deelonderzoeken in de Meeuweduinen, Zeepeduinen en de Vallei van het Veen is ook deels naar de vegetatiebewonende ongewervelde fauna gekeken.

Dit onderzoek kent in 2012-2013 een tweede fase, waarin de effecten van begrazing op de dagvlinders en de Zandhagedis zal worden onderzocht. Ook zal in deze tweede fase in meer detail worden gekeken naar de effecten van begrazing op het ontstaan van mozaïekpatronen in de vegetatie.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksopzet uiteengezet. In hoofdstuk 3 wordt een analyse gemaakt van de manier waarop in de Nederlandse kustduinen begrazing wordt ingezet. Hoofdstukken 4 tot en met 7 behandelen de effecten van begrazing op de bodem, vegetatie en fauna. Hoofdstukken 8 en 9 behandelen respectievelijk de deelonderzoeken in de Vallei van het Veen en de Meeuwe- en Zeepeduinen. In hoofdstuk 10 wordt er een synthese gemaakt van de belangrijkste resultaten uit deze studie.

2 Opzet van dit onderzoek

2.1 Algemene opzet van dit onderzoek

Het doel van dit onderzoek is te bepalen of er algemene effecten van begrazing als beheermaatregel zijn op de diergemeenschappen van open droge duinen, met name duingraslanden. In dit project zijn effecten van verschillende typen begrazing op zowel ongewervelde fauna (arthropoden) als op gewervelde fauna (konijnen en broedvogels) onderzocht. Om deze effecten te verklaren zijn ze in relatie gebracht tot de biotische en abiotische variabelen in bodem en vegetatie.

Het onderzoek bestaat uit vier onderdelen, waarvan de resultaten op elkaar inhaken.

- 1) Een grootschalig veldonderzoek aan de hand van 121 gepaarde onderzoeksplots (begrasd versus onbegrasd), waarin algemene effecten van begrazing op bodem, vegetatie en bodemfauna zijn onderzocht.
- 2) Een meer gedetailleerd veldonderzoek aan bodembewonende en vegetatiebewonende fauna van duingraslanden en open duinheide in de Meeuweduinen en Zeepeduinen (Schouwen-Duiveland) en de Vallei van het Veen op Vlieland.
- 3) Een analyse van de effecten van begrazing op de populatietrend van broedvogels en konijnen aan de hand van langjarige telreeksen.
- 4) Een veldexperiment met het plaatsen van kunstburchten voor konijnen om gebrek aan schuilgelegenheid als mogelijke bottleneck voor uitbreiding van de soort te onderzoeken.

Deelproject 1, 3 en 4 zijn onderdeel van het OBN onderzoeksproject '*Begrazingsbeheer in relatie tot herstel van faunagemeenschappen in de duinen*'; deelproject 2 is onderdeel van het Staatsbosbeheer LIFE-project '*Restoration of dune habitats along the dutch coast*'. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de wijze waarop de resultaten voor deze vier deelonderzoeken zijn verzameld en verwerkt.

2.2 Opbouw dataset van begraasde terreinen

Het eerste deel van het onderzoek is hoofdzakelijk vergelijkend van aard, waarin onbegrasde en begraasde plots paarsgewijs met elkaar worden vergeleken: ieder onbegrasde plot heeft een begraasde partner-plot, waarbij beide plots bij voorkeur niet meer dan 50 meter uit elkaar liggen, en nooit meer dan 250 meter uit elkaar. De eerste stap in de projectuitvoering was het inventariseren van locaties van niet door gedomesticeerde dieren (hierna: grote grazers) begraasde terreindelen met vergelijkbare wel begraasde terreindelen. Door zoveel mogelijk locaties in het onderzoek te betrekken, is er een zeer grote dataset opgebouwd. Hierdoor kan met een groot aantal verklarende variabelen statistische analyses uitgevoerd worden.

Opbouw dataset en uitvoering

In de eerste fase van het project zijn 121 onderzoekslocaties vastgesteld, met in totaal 242 gekoppelde metingen tussen onbegrasde en begraasde delen.

Hiervan bleken in de loop van het project 8 gepaarde plots niet bruikbaar. De analyses in dit rapport zijn derhalve gebaseerd op 113 zuivere gepaarde plots (226 meetpunten). De onderzoekslocaties liggen langs de gehele Nederlandse kust (zie figuur 3.3), grotendeels in gebieden waar al langer effecten van begrazing worden bepaald in het kader van EGM/OBN (zie o.a. Van der Meulen et al, 1996; Kooijman et al. 2005) of inhoudelijk vergelijkbare onderzoeken (bijv. Assendorp, 1990; Fijten en van Zutphen, 2008). Daarnaast zijn ook locaties bemonsterd in gebieden die onderzocht worden in het SBB-LIFE-project 'Restoration of dune habitats along the dutch coast', te weten de Zeepeduinen en Meeuweduinen op Schouwen en de Vallei van het Veen op Vlieland (Van Wingerden *et al.* 2001 & 2002).

De 226 gekoppelde metingen vonden plaats in proefvlakken van 20 x 20 m die een representatieve steekproef vormen van de omgeving. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat alle proefvlakken in (vrijwel) vlak terrein zijn gekozen en dus geen goed beeld geven van de effecten van begrazing op noord- en zuidhellingen. De proefvlakken zijn drie maal bemonsterd: in juli en november 2010 en in april 2011. In juni 2011 zijn 15 extra plots bemonsterd middels dezelfde methode als in juli 2010, allemaal op voortplantingslocaties van de bedreigde dagvlinders Kleine parelmoervlinder en Duinparelmoervlinder.

Per proefvlak is een groot aantal variabelen bepaald. In [bijlage 2](#) staan de bepaalde variabelen per monsterronde uitgelicht. Een aantal variabelen zijn strikte verklarende variabelen (sturende factoren), terwijl andere variabelen zowel verklarend als een effectmeting kunnen zijn. Naast abiotische en biotische variabelen aan bodem en vegetatie zijn ook (semi-)kwantitatieve bemonsteringen uitgevoerd aan mieren en bodemfauna.

In deze dataset is onderzocht hoeveel variatie in de effectmetingen verklaard kan worden door begrazing, en welke effecten alleen optreden in interactie met andere sturende variabelen zoals kalkgehalte, organisch stofgehalte van de bodem, mate van dynamiek en instuiving. Hiermee worden de regionaal optredende effecten van begrazing gescheiden van landelijk optredende effecten en tegelijkertijd statistisch verklaard.

2.3 Proefopzet en faunabemonsteringen Vlieland en Schouwen

In het kader van het LIFE project "*Restoration of dune habitats along the Dutch coast*" van Staatsbosbeheer is op twee locaties een uitbreiding van de bestaande begrazing gepland. Het betreft het uitbreiden van begrazing in de Zeepeduinen naar de Meeuweduinen op Schouwen en de uitbreiding van begrazing in de Vallei van het Veen op Vlieland. Om deze uitbreiding goed uit te voeren is het noodzakelijk om zowel de effecten van de lang lopende begrazingsprojecten te onderzoeken, als om de uitgangssituatie vast te leggen van de terreinen die nieuw in begrazing worden genomen. Overigens blijkt de praktijk hierin vaak weerbarstig te zijn. In beide onderzoeksterreinen is de oorspronkelijk bedoelde proefopzet niet van de grond gekomen (plaatsen van geen of te kleine exclusies) of zijn bestaande experimentele situaties in de afgelopen jaren door aanvullende beheermaatregelen (chopperen van onbegraste controleplots) onbruikbaar geraakt.

Vallei van het Veen - Vlieland

In het kader van het LIFE project "*Restoration of dune habitats along the dutch coast*" van Staatsbosbeheer is een uitbreiding van de bestaande begrazing van de Vallei van het Veen op Vlieland gepland. Om deze uitbreiding goed uit te voeren is het noodzakelijk om zowel de effecten van de lang lopende begrazingsprojecten te onderzoeken, als om de uitgangssituatie vast te leggen van de terreinen die nieuw in begrazing worden genomen.

Op Vlieland vindt vanaf 1993 onderzoek plaats naar de effecten van extensieve begrazing door runderen en schapen in de Vallei van het Veen (Van Wingerden *et al.*, 2000 & 2001). In deze studie wordt gebruik gemaakt van een BACI-opzet (Before-After-Control-Impact). Doordat voorafgaand aan het inzetten van begrazing een nulsituatie is vastgelegd en een aanzienlijk deel van de monitoringslocaties buiten het begrazingsgebied liggen of zijn uitgerasterd, is de autonome ontwikkeling van de vegetatie en diergemeenschappen te volgen. Hierdoor kunnen stochastische tussenjaarlijkse verschillen (bijvoorbeeld als gevolg van weersomstandigheden of grondwaterstanden) gescheiden worden van de effecten die strikt door begrazing worden veroorzaakt.

In 2010 is een herhaling van de effectmeting uitgevoerd om de recente effecten van het vigerende begrazingsregime in kaart brengen. De metingen zijn uitgevoerd in 27 proefvlakken: 23 proefvlakken uit 1993/2000 (4 onbegraste en 1 begraste van de originele 28 proefvlakken bleken verloren te zijn gegaan als gevolg van chopper-werkzaamheden en het plaatsen van een kraal voor het vangen van vee), 4 extra ingestelde – zwaar begraste – proefvlakken uit 2001.

Deze effectmeting is op dezelfde manier uitgevoerd als in 1993 en 2000/2001 (zie Bijlage 3: overgenomen uit Van Wingerden *et al.*, 2001 & 2002) en bestaat in elk proefvlak uit de volgende componenten:

- vegetatieopnamen
- vegetatiehoogte
- hoogtemeting bomen en struiken
- tellingen fecaliën vee en Konijnenkeutels
- kartering loopsporen vee (maat van bezoekintensiteit)
- potvalvangsten oppervlakteactieve fauna (determinatie loopkevers tot soort, overige kevers tot op familieniveau, overige groepen tot op ordeniveau).

De component die wordt weggelaten ten opzichte van eerdere jaren is de bemonstering van sprinkhanen. Deze is tijdrovend, maar leverde destijds geen goed bruikbare resultaten op. In plaats hiervan zijn – conform het OBN-onderzoek – op de meest grazige locatie de bodemfauna en dichtheid aan mieren bemonsterd. Ook is de vegetatiehoogte, bodemcompactie en het bloemaanbod op deze locaties bepaald.

Meeuweduinen en Zeepeduinen – Schouwen-Duiveland

Op Schouwen is een effectmeting uitgevoerd in de begraste Zeepeduinen en de aangrenzende onbegraste Meeuweduinen. Er is destijds geen nulmeting uitgevoerd met betrekking tot vegetatie of fauna voorafgaand aan het instellen van begrazing. Het huidige project is zo opgesteld dat retrospectief gekeken wordt naar de veranderingen die de huidige begrazingsvorm in de Zeepeduinen heeft veroorzaakt in relatie tot de onbegraste Meeuweduinen. Daarnaast is eerder al voorgesteld om enkele extra exclusies te plaatsen. Hierdoor kan bepaald worden welke effecten optreden wanneer een gebied uit begrazing gehaald wordt (exclusies Zeepeduinen) en blijft er een controle over van onbegraste duinen (exclusies Meeuweduinen). Het goed vastleggen van de uitgangssituatie van zowel het begraste als onbegraste terreindeel is uiteraard van essentieel belang bij het bepalen van de uiteindelijke effecten van de geplande begrazing. Voor het onderzoek naar de effecten van begrazing worden door exclusies zowel delen van het nieuw te begrazen Meeuweduin uit begrazing gehouden als dat delen van de al jaren begraste Zeepeduinen uit begrazing genomen worden. Deze combinatie vormt hiermee een zogenaamde BACI opzet (Before-After-Control-Impact) voor zowel het instellen van nieuwe begrazing als voor het uit begrazing nemen van duinterreinen.

De in de onderzoeksplannen voorgestelde grote enclosure van 100x50 meter (50x50 in de meeuweduinen en aansluitend 50x50 meter in de Zeepeduinen) is in de praktijk echter niet geplaatst. Daarvoor in de plaats zijn twee enclosures geplaatst van $\pm 5 \times 10$ meter en 10×10 meter. Hoewel dit voor de bodem en vegetatie net voldoende mogelijkheid biedt om voldoende metingen uit te voeren, zijn deze enclosures op een later tijdstip te klein om ene effect op de fauna vast te kunnen stellen. De beoogde BACI-opzet zoals hierboven beschreven zal dus alleen voor de vegetatie mogelijk zijn.

Bij het vooronderzoek zijn de volgende typen proefvlakken geselecteerd: 1) onbegraasd, 2) kort geleden in begrazing genomen, 3) lange tijd in begrazing en 4) na lange tijd uit begrazing genomen. Binnen deze gebieden zijn telkens 2 vegetatietypen bemonsterd; open duingrasland en pioniervegetatie op open zand (mosduin). Deze typen zijn gekozen omdat verwacht wordt dat de huidige begrazingsvorm hier het meeste effect op heeft. Alle proefvlakken liggen in een duingebied van gelijke ouderdom. Hiervoor is gekozen om verschillen in geomorfologie binnen de onderzoeksopzet zoveel mogelijk gelijk te houden.

Om een goed beeld te krijgen van de aanwezige fauna is gekozen voor een combinatie van verschillende bemonsteringsmethoden. Deze bemonsteringen zijn uitgevoerd in 2009.

Binnen elk van de 4 begrazingstypen zijn 2 vegetatietypen in duplo bemonsterd. In totaal zijn 16 series van 3 potten uitgezet. De potten hebben gedurende 1 jaar om en om 3 weken open en 3 weken dicht staan.

Binnen elk van de 4 begrazingstypen zijn de 2 vegetatietypen bemonsterd met behulp van transecten. In totaal zijn er 8 transecten vastgelegd gelegen in de omgeving van de potvalseries. De transecten zijn elke 3 weken gelopen in de periode april – oktober. De waarnemingen van de volgende groepen worden op soort genoteerd: bijen, wespen, sprinkhanen en vlinders.

In en rondom de in 2010 geplaatste enclosures op de grens van de Meeuweduinen en Zeepeduinen (dus zowel in begraasde als in onbegraasde delen) zijn met behulp van plaggen de bodemfauna en dichtheid aan mieren bemonsterd. Ook is de vegetatiehoogte, bodemcompactie en het bloemaanbod op deze locaties bepaald.

De vegetatiebewonende en bloembezoekende fauna is in de Meeuwe- en Zeepeduinen gemonitord met behulp van 4 looptransecten in het begraasde deelgebied en 4 looptransecten in het onbegraasde gebied. De transecten zijn 100 meter lang en 5 meter breed en zijn 7 keer gelopen in de periode maart t/m augustus 2009. De volgende groepen zijn op soortniveau geteld: Sprinkhanen, vlinders, bijen, wespen en zweefvliegen. Andere diergroepen (kevers en vliegen) zijn op familieniveau geteld.

2.4 Relatie grote grazers met konijn en effecten op broedvogels

In het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring is een grote database aangelegd van tellingen van Konijnen langs vaste routes van Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland en een groot deel van de vastelandsduinen, met uitzondering van Zeeland. De routes lopen door alle typen duingebied. De langste reeksen zijn gestart in 1982 (Egmond). De ligging van de routes is vastgelegd in een GIS en kan eenvoudig worden gekoppeld aan andere gegevens.

Sinds 1984 heeft SOVON in een groot aantal proefvlakken een gestandaardiseerde monitoring van broedvogels lopen in de kustduinen, in het kader van het Broedvogel Monitoring Project (BMP).

Door de combinatie van beide datasets met de begrazingsgegevens die in de eerste fase van dit onderzoek zijn verzameld, zijn de effecten van begrazing op Konijnen en op broedvogels bepaald. De uitbraak van ziekte RHD (ook wel VHS genoemd), waardoor medio jaren 1990 de Konijnenstand sterk terugliep,

is te zien als een natuurlijk experiment, en maakt het mogelijk de effecten van veranderende Konijnenaantallen op broedvogels te bepalen. Vervolgens zijn relaties binnen de driehoek konijnen, grote grazers en duinvogels onderzocht. Deze analyses kunnen vertaald worden naar wat de heersende wijze van begrazing in de afgelopen decennia heeft opgeleverd voor Konijnen en broedvogels.

Voor de meeste proefvlakken zijn totale aantallen broedparen per soort per jaar beschikbaar, voor enkele gebieden is echter ook de exacte ligging van territoria vastgelegd. Dit detailniveau liet een betere koppeling met de konijnen- en begrazingsgegevens toe. Er is niet alleen aandacht besteed aan de effecten op broedvogels die karakteristiek zijn voor het open duin (zoals Tapuit, Blauwe Kiekendief, Boomleeuwerik, Wulp, Bergeend, Veldleeuwerik), maar ook op broedvogels van vergraste of struweelduinen (zoals Graspieper, Roodborsttapuit, Sprinkhaanzanger, Nachtegaal).

2.5 Experimenten met kunstburchten

Een mogelijke reden dat konijnenpopulaties zich nog niet verder uitbreiden, is dat er in terreinen waar de soort al lange tijd ontbreekt te weinig schuilgelegenheid aanwezig is in de vorm van (oude) konijnenholen. Hierdoor zou het risico op predatie (met name door vossen) bij het graven van nieuwe burchten te groot zijn. Om dit te toetsen is in enkele duingebieden alternatieve schuilgelegenheid aangeboden.

Het veldexperiment bestaat uit het plaatsen van vier kunstburchten. Voor dit project is gekozen voor kunstburchten die bestaan uit een ingegraven pallet, in een goed gedraineerd stuk duin en bedekt met zoden. Het effect van de kunstburchten werd bepaald door middel van keuteltellingen in 5 random plots rond de kunstburchten, en inspectie van de kunstburchten op bezetting of gebruikssporen.

2.6 Soortspecifiek onderzoek naar de effecten begrazing op twee soorten parelmoervlinders

De vraag voor welke fauna-elementen de knelpunten niet worden opgeheven door de inzet van begrazing is moeilijk te beantwoorden zonder uitgebreide, soortgerichte onderzoeks aanpak. Dit komt omdat van heel weinig soorten precies bekend is wat de knelpunten zijn. Op basis van de procesgerichte effectmonitoring (2.2) kan hiervan wel een inschatting gemaakt worden. Om hierin nader te kunnen preciseren, hebben we het monitoringsprotocol ook uitgevoerd in gebieden met relictpopulaties (eiafzetplaatsen) van de Kleine Parelmoervlinder en Duinparelmoervlinder, als ook gebieden die er op het oog geschikt uitzien en de waardplanten herbergen, maar waar de vlinders niet (meer) voorkomen.

3 Begrazing als beheermaatregel in Nederlandse kustduinen

3.1 Aantal terreinen en oppervlakte

Begrazing is de meest toegepaste beheermaatregel in de Nederlandse kustduinen. Een volledig overzicht van begraasde terreinen en de manier waarop begrazing als beheermaatregel wordt uitgevoerd, ontbrak echter bij de start van dit onderzoek. Daarom is bij alle beheerders van kustduinen informatie opgevraagd over de exacte oppervlakte en begrenzing van alle begraasde terreinen en de wijze waarop begrazing in deze gebieden wordt uitgevoerd. Van 84 terreinen zijn de basisgegevens beschikbaar gesteld ([Bijlage 1](#)), waarbij voor 73 van deze terreinen de gegevens volledig en consistent waren. Uit de set van 73 terreinen is een selectie gemaakt van 24 terreinen waarin in 2010 en 2011 veldonderzoek is uitgevoerd om de effecten van begrazing op duingraslanden en de daar aanwezige fauna te onderzoeken.

De totale oppervlakte van de 84 begraasde terreinen is 12.120 ha, wat overeenkomt met 32% van het totale Nederlandse duinareaal (39.000 ha; CBS, PBL, Wageningen UR, 2008). Deze oppervlakte begraasd terrein is uiteraard niet willekeurig verdeeld over het Nederlandse kustduingebied. In de begraasde duinterreinen is duingrasland (habitattypen Grijze duinen H2130) sterk vertegenwoordigd; naar schatting wordt meer dan 60% van de duingraslanden begraasd. Onbegraasde duinterreinen bestaan relatief veel uit (dynamische) zeereepduinen, duinbossen, gesloten duinstruweel, open water en waterwingebieden. Hoewel er in het overzicht zeer waarschijnlijk nog enkele (kleine) begraasde duinterreinen ontbreken, betreft de informatie in ieder geval meer dan 95% van het totale oppervlak aan begraasd duingebied in Nederland. Het geeft daarmee een zeer goed beeld van de wijze en de omvang waarmee begrazing in de afgelopen decennia is uitgevoerd.

3.2 Begrazingsvormen

Begrazing wordt op veel verschillende manieren toegepast, zowel met betrekking tot graasdruk, type grazer(s) als periodiciteit. De keuze voor een bepaalde vorm van begrazing is afhankelijk van verschillende factoren, zowel ecologische factoren (oppervlakte en abiotische omstandigheden van het terrein, specifieke natuurdoelen) als antropogene factoren (cultuurhistorie, persoonlijke voorkeur, aanbod van vee). In deze paragraaf worden de verschillende factoren onafhankelijk van elkaar beschreven voor de Nederlandse kustduingebieden, waarbij telkens gecontroleerd wordt of de 24 terreinen die in deze studie zijn onderzocht een goede afspiegeling vormen van de landelijke situatie.

Graasdruk

De graasdruk in een terrein wordt in eerste instantie bepaald door de oppervlakte van het terrein en het aantal grazers dat wordt ingezet. Om een vergelijking op jaarbasis te maken, moet gecorrigeerd worden voor het aantal maanden per jaar dat de grazers worden ingezet en voor de lichaamsgrootte

van de ingezette grazers. Om graasdruk vergelijkbaar te maken is deze omgerekend naar 'Groot-Vee-eenheden' (GVE) door te corrigeren voor het gemiddelde lichaamsgewicht van het type grazer naar het standaardgewicht van 1 volwassen koe of paard (voor gebruikte GVE equivalenten per grazer zie [Bijlage 2](#)).

Van de 73 duinterreinen waarvoor gegevens beschikbaar zijn, schommelt de graasdruk tussen 0.03 en 0.72 GVE/ha/jaar ([Bijlage 1](#)). De graasdruk kent geen normale verdeling en heeft meer uitschieters naar een hoge graasdruk dan naar een lage graasdruk. Hierdoor is het statistisch niet juist om een gemiddelde graasdruk te berekenen. De graasdruk die het meest wordt toegepast (de mediaan) ligt op 0.14 GVE/ha/jaar. In de 24 geselecteerde onderzoeksgebieden bedraagt de mediane graasdruk 0.13 GVE/ha/jaar wat goed overeenkomt met de mediane graasdruk in de 73 gebieden.

Type grazers

In duingraslanden blijkt met een grote verscheidenheid aan typen grazers te worden begraasd, waarbij zowel soort, ras en leeftijd meespelen. In totaal zijn er door beheerders 19 type grazers genoemd voor de 73 terreinen, die onder te verdelen zijn in 4 hoofdcategorieën (tussen haakjes de door de beheerders genoemde typen):

- Runderen (Koe, Schotse hooglander, Hereford runderen, runderen, pinken, Galloway runderen, bontvee, Charolais runderen)
- Paarden (Paarden, pony's, IJslandse pony's, Shetlanders, Exmoor pony's, Konikpaarden)
- Schapen (Schapen, Soay schapen, Blackface schapen)
- Geiten (geiten, landgeiten)

Het al dan niet specifiek noemen van soort en/of ras maakt het lastig om graasvormen met elkaar te vergelijken, omdat zowel grootte als gedrag tussen rassen sterk kunnen variëren. Bovendien blijkt ook bij de beheerder niet altijd duidelijk met welk type grazer precies wordt gewerkt; benamingen als 'beesten', 'dieren' en 'onbekend' zijn niet meegenomen in de analyse.

Hoewel elk type grazer zich anders gedraagt (zie o.a. [Literatuur](#)), zijn in deze studie de 19 varianten voor de 24 geselecteerde onderzoeksgebieden samengevoegd tot 4 graastypen. Deze studie richt zich immers op algemene patronen van begrazing op de bodem, vegetatie en fauna van duingraslanden. Deze indeling maakt het bovendien veel beter mogelijk om statistische toetsing uit te voeren. De volgende vormen van begrazingsbeheer worden in deze studie onderscheiden:

- 1) rund
- 2) rund + schaap
- 3) rund + paard
- 4) paard

Met deze indeling is er een balans gevonden tussen enerzijds diversiteit aan grazertypen en anderzijds een voldoende grote steekproef van duinterreinen om mee te kunnen rekenen voor de categorieën 'rund' en 'rund + paard' (Tabel 3.1). Voor de categorieën 'rund + schaap' en 'paard' is de steekproef klein, maar deze kunnen samen wel dienen als vergelijkingsmateriaal. In één van de twee terreinen waar met paarden werd begraasd, zijn korte tijd enkele geiten ingeschaard. Hierbij is geschat dat de invloed van deze geiten op duingraslanden in vergelijking met de vrij intensieve begrazing met paarden te verwaarlozen is.

Runderen en de combinatie rund+paard wordt veel vaker ingezet voor begrazing dan schapen en paarden. Dit is ook terug te zien in de verdeling van de 24 duinterreinen die in deze studie zijn onderzocht. Bovendien blijkt een verschillende voorkeur voor graastype te bestaan tussen duinzones (tabel 2.1). Dit heeft vooral te maken met de voorkeur voor schapenbegrazing op de Wadden, die deels historisch geënt is. In kalkrijke delen van het Renodunaal

district wordt significant vaker met runderen begraasd maar minder met de combinatie van rund+schaap. In het Waddendistrict geldt het tegenovergestelde: minder begrazing met runderen maar vaker met rund+schaap. In de ontkalkte delen van het Renodunaal district wordt significant minder vaak met paarden begraasd dan in de andere duinzones.

Tabel 3.1 *Correlatie tussen duinzone en soort grazer, gebaseerd op gegevens van alle 73 begraasde duinterreinen waarvoor gegevens bekend zijn. (Kendall's tau, $p < 0.05$), ns = niet significant. Het aantal terreinen dat in de tabel wordt genoemd, betreft het veldonderzoek in deze studie.*

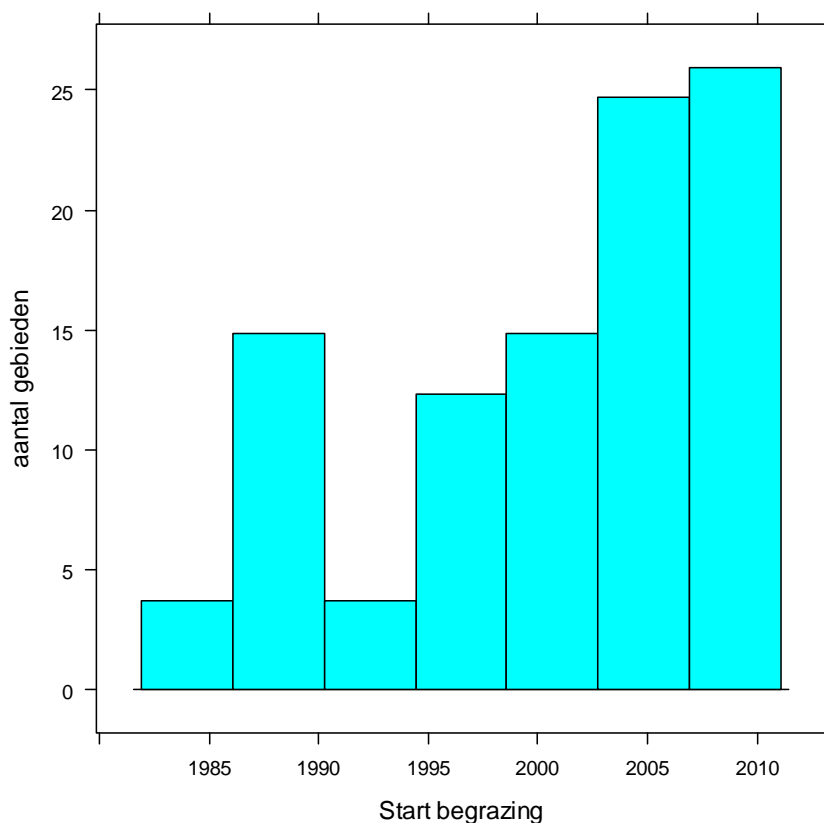
	rund	rund en paard	rund en schaap	paard
n terreinen in dit onderzoek	8	11	3	2
Renodunaal kalkrijk (Rk)	0.10	ns	-0.30	ns
Renodunaal ontkalkt (Ro)	ns	ns	ns	-0.19
Waddendistrict kalkarm (W)	-0.16	ns	0.22	ns

Graasperiode

Van alle 73 terreinen wordt ruim 75 % jaarrond begraasd, de overige terreinen kennen een seizoensbegrazing of worden onregelmatig met een tijdelijke kudde begraasd. Voor het veldonderzoek geldt dat 21 van de 24 gebieden jaarrond worden begraasd (91%). Het type grazer en de graasperiode zijn niet onafhankelijk van elkaar. Paarden en de combinatie rund + schaaap worden vrijwel altijd jaarrond ingezet. Als er alleen met rund wordt begraasd, worden deze in 50% van de terreinen jaarrond ingezet, in de andere terreinen 2 tot 8 maanden per jaar. In terreinen waar met zowel rund als paard wordt begraasd, worden de dieren iets vaker dan 50% jaarrond ingezet. Door het geringe aantal terreinen met seizoensbegrazing is het niet mogelijk eventuele verschillende effecten van jaarrond-begrazing en seizoensbegrazing statistisch van elkaar te scheiden. In deze studie is de effectieve graasdruk per jaar wel gecorrigeerd voor de lengte van de graasperiode.

Startjaar van begrazing

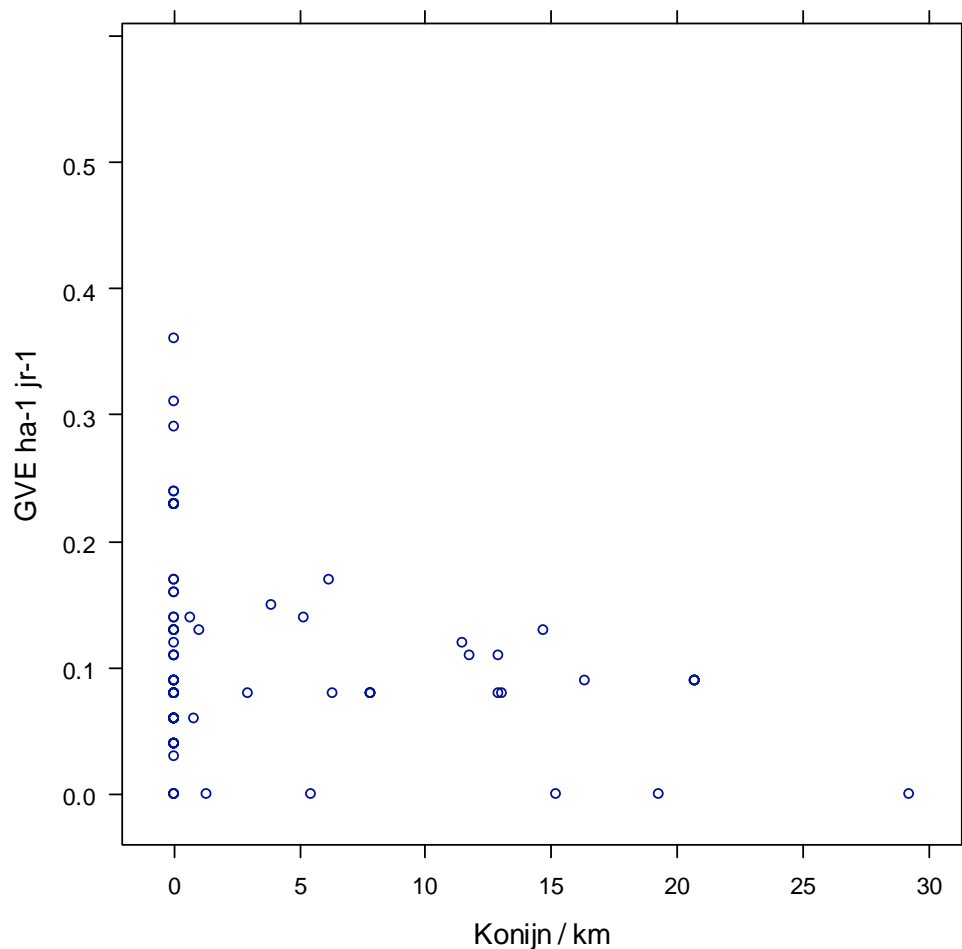
Hoewel de Nederlandse kustduinen al eeuwenlang voor agrarische doeleinden met vee worden begraasd, wordt begrazing ten behoeve van natuurbeheer pas in de laatste 30 jaar ingezet. Vóór 1983 werden er slechts in 5 van de 73 gebieden grazers ingezet. Voor de Westduinen (Zeeland) werd als aanvangsjaar 1200 gegeven, voor De Groede en het Groene Strand op Terschelling ± 1900, en in 3 gebieden in Noord-Holland werd in de jaren '40 van de 20^{ste} eeuw gestart met begrazing. De eerste terreinen die in het kader van natuurbeheer in begrazing werden genomen zijn de Zeepeduinen op Schouwe-Duiveland (1983) en het Eiland van Rolvers in de Amsterdamse Waterleidingduinen (1985). Na 1985 nam begrazing van kustduinen, zoals ook in het binnenland van Nederland, een grote vlucht (figuur 3.1), veelal nadat de verruigende effecten van stikstofdepositie duidelijk tot uiting kwamen. Daar kwam in 1990 het wegvallen van begrazing door konijnen bij, ten gevolge van decimering van de populaties door Viral Haemorrhagic Disease (VHR of RHD). Voor de in dit onderzoek geselecteerde 24 duinterreinen ligt het startjaar geleidelijk verdeeld tussen 1983 en 2009.



Figuur 3.1. Aantal duinterreinen verdeeld in klassen per startjaar van begrazing. In 2011 vindt al in meer dan 80 Nederlandse duinterreinen begrazing plaats, met een totale oppervlakte van 12.120 hectare. Dit is \pm 32% van het totale Nederlandse duingebied.

3.3 Dichtheden konijnen en graasdruk

Begrazing met vee is vaak (al dan niet bewust) ingezet omdat de konijnenpopulaties decimeerden als gevolg van de virusziekte VHS, waarmee de natuurlijke begrazing wegviel. Binnen de 73 gebieden waar betrouwbare begrazingsgegevens van bekend zijn, is voor 123 meetpunten de gemiddelde konijndichtheid in het startjaar van begrazing bekend. Deze dichtheden zijn berekend uit gegevens die werden verzameld in het kader van het Netwerk Ecologie Monitoring door duinbeheerders, Zoogdiervereniging en Centraal Bureau voor Statistiek. De konijndichtheden in het jaar van aanvang van begrazing zijn uitgezet tegen de GVE ha⁻¹ jaar⁻¹ in figuur 3.2. Daar waar nauwelijks konijnen werden geteld, worden verschillende dichtheden grazers ingezet, van geen tot 0.4 GVE. In deze situatie spelen waarschijnlijk verschillende gebiedseigenschappen - anders dan de konijndichtheid - een rol bij de keuze om grazers in te zetten. Op locaties met hoge dichtheden van konijnen is de ingezette begrazingsdruk altijd laag (<0,15).



Figuur 3.2. Correlatie tussen konijnenstand bij aanvang van begrazingsbeheer en de graasdruk die wordt gebruikt om verruiging tegen te gaan.

3.4 Correlaties tussen duinzone, graasdruk en graasduur

Er bestaan significante verschillen in zowel graasdruk als het startjaar van begrazing – en daarmee de totale graasduur in jaren – tussen de drie onderscheiden duinzones (tabel 3.3). De gegeven waarden in deze paragraaf betreft de medianen. In het Waddendistrict wordt met $0.14 \text{ GVE ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ begraasd, wat significant hoger is dan in Renodunaal kalkrijk ($0.08 \text{ GVE ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$). Ook het aantal jaar dat begraasd wordt, verschilt tussen de duinzones. In het Waddendistrict wordt al 17.0 jaar begraasd, wat significant langer is dan in Renodunaal kalkrijk (13.3 jaar) en Renodunaal ontkalkt (11.5 jaar). De reden achter deze verschillen ligt waarschijnlijk in het feit dat duingraslanden van het Waddendistrict N-gelimiteerd zijn (P is vrij beschikbaar), waardoor effecten van atmosferische N-depositie eerder en sterker optreden dan in de Renodunale duinen die P-gelimiteerd zijn (P wordt hier vastgelegd door Ca; Kooijman & Besse, 2002). Terreinbeheerders in het Waddendistrict hebben dus eerder en sterker met vergrassing te maken gekregen dan hun collega's in het Renodunaal district, en zijn eerder met begrazing begonnen en met hogere graasdruk.

Tabel 3.2 Medianen van graasdruk en aantal jaar dat begraasd wordt in drie duinzones; Renodunaal kalkrijk, Renodunaal kalkarm en Waddendistrict. Letters geven significante verschillen aan tussen de zones ($p < 0.05$).

	GVE/ha/jr	jaren begraasd
Renodunaal kalkrijk	0.08 ^B	13.3 ^B
Renodunaal ontkalkt	0.13 ^{AB}	11.5 ^B
Waddendistrict kalkarm	0.14 ^A	17.0 ^A

Figuur 3.3 Overzicht van de ligging van de 24 gebieden. Voor betekenis van de afkortingen zie tabel 3.3.



3.5 Conclusies

Tussen duinzones (Renodunaal kalkrijk, Renodunaal ontkalkt en Wadden) wordt gedeeltelijk met andere grazertypen begraasd. Bovendien zijn er tussen duinzones verschillen in graasdruk en in aantal jaren dat gebieden in begrazing zijn. Omdat deze drie factoren (deels) duinzone-specifiek zijn, worden analyses waarbij effecten van begrazing op flora en fauna bemoeilijkt. De keuze van 24 duinterreinen die voor deze studie zijn geselecteerd uit de 78 terreinen waarvan begrazingsgegevens voorhanden waren, vormen voor alle variabelen een goede afspiegeling van de manier waarop begrazing in de Nederlandse kustduinen wordt ingezet. Alleen niet jaarrond begraasde terreinen zijn licht ondervertegenwoordigd in de selectie. Dit zijn meest kleinere terreinen waar geen goede locatie aanwezig is om een begraasde en onbegraasde onderzoeksplot te plaatsen.

Tabel 3.3 Karakteristieken van 24 deelgebieden die zijn gebruikt in het veldonderzoek. Zone: 1=Renodunaal ontkalkt; 2 = Renodunaal/Zeeland kalkrijk; 3 = Waddengebied organisch arm, 4 = Waddengebied organisch rijk. Duur = Graasduur per jaar (1 = jaarrond)

Gebied	plots	zone	grazertype	Duur	periode	begraasd vanaf	GVE/ha/jr	ha	beheerder	afkorting
Zeepeduinen + Meeuweduinen	20	2	paard	1		1983	0.143	300	NM + SBB	ZeMe
Meijndel Helmduinen	10	2	rund - paard	1		1992	0.080	125	Dunea	MeijHelm
Meij/Helm konijnenclosures	4	2	rund - paard	1		1992	0.080	n.v.t.	Dunea	MeijHelm
Meijndel Meeuwenhoek	10	1	rund - paard	1		2004	0.077	473	Dunea	MeijMeeuw
Meijndel Bierlap	2	1	rund - paard	1		1989	0.077	473	Dunea	MeijBier
AWD Westhoek	10	1	rund - schaap	1		2004	0.570	115	Waternet	AWDWest
AWD Zeeveld Zuid	6	2	rund	0.5	feb-juli	1996	0.033	90	Waternet	AWDZeeZuid
AWD Rolvers	10	1	rund	1		1985	0.126	37	Waternet	AWDRolvers
AWD Zeeveld Noord	10	2	rund	0.5	aug-jan	1988	0.073	123	Waternet	AWDZeeNoord
NHD Rellen	6	2	rund	1		1992	0.122	65	PWN	NHDRel
NHD Duvelshoek	10	2	rund	1		2005	0.350	23	PWN	NHDDuvel
NHD Diederik	10	1	rund - paard	1		1995	0.175	57	PWN	NHDDied
NHD Bloedweg Egmond	10	1	rund - paard	1		2007	0.046	1160	PWN	NHDBloed
NHD tuintjes Egmond	10	1	rund - paard	1		2006	0.060	875	PWN	NHDTuintjes
Zwanenwater zuid	10	4	rund	1		1991	0.140	270	NM	ZwaanZuid
Zwanenwater noord	10	4	rund	1		2005	0.140	270	NM	ZwaanNoord
Texel Geul	10	4	rund - paard	1		1995	0.128	250	SBB	TexGeul
Texel Bollekamer	10	4	rund - paard	1		1995	0.123	300	SBB	TexBol
Texel Muy 3	10	3	rund	1		2009	0.133	150	SBB	TexMuy
Vlieland Vallei van het Veen	10	4	rund - schaap	1		1993	0.152	220	SBB	VlieVeen
Terschelling Landerumerheide	10	4	paard	1		1988	0.359	22	SBB	TerschLand
Terschelling Oosterend	8	4	rund - paard	0.8	juni-mrt	2002	0.229	100	SBB	TersOost
Ameland Jan Roepheide	10	4	rund - schaap	1		1990	0.236	42	SBB	AmeRoepe
Ameland Hagedoornveld	10	4	rund - paard	1		2002	0.121	120	SBB	AmeHage

4 Effecten van begrazing op de bodem

4.1 Afbakening van de analyse

Voor de toetsing van de effecten van begrazing op de bodem zijn alle locaties gebruikt waar zowel begraasde als niet-begraasde plots aanwezig waren (113 gepaarde plots). Ook zijn in de eerste analyses locaties waar begrazing pas in 2009 of 2010 is ingevoerd buiten beschouwing gelaten, aangezien veranderingen in de bodem pas na enkele jaren worden verwacht, in tegenstelling tot de vegetatie, waar vraat vrijwel onmiddellijk tot veranderingen in structuur kan leiden. Kort begraasde locaties zijn alleen meegenomen in de analyse van het effect van begrazingsdichtheid en begrazingsduur. Waarden die duidelijk wijzen op meetfouten zijn in de analyse weggelaten.

De dataset is op twee verschillende manieren statistisch geanalyseerd. Voor de eerste methode zijn aan de hand van een aantal abiotische variabelen de 113 gepaarde plots verdeeld in 6 standplaatstypen. Voor de tweede methode zijn alle gepaarde plots direct met elkaar vergeleken; effecten van begrazing werden getoetst door voor alle gepaarde plots per duinterrein – dus met (vrijwel) dezelfde abiotieke uitgangssituatie en alleen verschillend in begrazingsregime – te bepalen of een specifieke variabele in het begraasde gebied vaker (dan op basis van toeval mag worden verwacht), afwijkt van het onbegraasde deel van het terrein. De eerste methode heeft als voordeel dat er met grote steekproeven per analyse kan worden gewerkt, waardoor de kracht van de analyses toeneemt. Bovendien sluiten de gekozen standplaatstypen zeer nauw aan bij eerder onderzoek in de (Nederlandse) kustduinen, waardoor een koppeling naar reeds bestaande kennis eenvoudig is ([Kooijman et al 2005](#)).

Bij een overall-analyse is het mogelijk dat effecten van begrazing deels gemaskeerd worden door verschillen in initiële standplaatsfactoren in de bodem, zoals pH en organische stofgehalte. Om die reden zijn de plots ingedeeld in 6 standplaatstypen, gebaseerd op de in dit onderzoek gemeten waarden van kalkrijkdom en organische stofgehalte. Voor kalkrijkdom is onderscheid gemaakt tussen drie verschillende duinzones: (1) Renodunaal district, kalkrijke bodem, (2) Renodunaal district met onkalkte bodem en (3) Wadden district, met kalkarme bodem. In iedere duinzone is op basis van LOI-waarden (Loss-on-Ignition ofwel gloeiverlies) onderscheid gemaakt tussen bodems met een laag organische materiaalgehalte (LOI lager dan of gelijk aan 2,5%) en bodems met een hoog organische stofgehalte (LOI-waarden hoger dan 2,5%). Om het effect van standplaatsfactoren en begrazing te kunnen toetsen is gebruik gemaakt van drieweg-Anova, met duinzone, organisch materiaal (OM-klasse) en begrazing als onafhankelijk factoren. De factor begrazing was oorspronkelijk ingedeeld in geen begrazing (0), jaarrondbegrazing (1) en seizoensbegrazing (2; gecorrigeerd voor graasdruk en periode), maar omdat deze twee begrazingstypen geen verschil met betrekking tot bodemparameters opleverden, zijn deze uiteindelijk samengevoegd. Het effect van begrazingsdichtheid en begrazingsduur op bodemeigenschappen is getoetst via stapsgewijze multi-pele regressie, waarbij ook de invloed van pH en OM werd meegenomen. Voor deze analyse zijn alleen begraasde locaties meegenomen, inclusief die waar begrazing pas sinds 2009 of 2010 is ingevoerd.

4.2 Effecten van standplaats en begrazing op bodemeigenschappen

Bodemopbouw; kaal zand, strooisel en Ah

De bedekking van kaal zand verschilt tussen duinzones, maar wordt ook beïnvloed door begrazing. In onbegaasde gebieden varieert de bedekking van kaal zand van 1.6% en 1.2% in kalkrijke en ontkalkte bodems van het Renodunaal district tot 0.8% in het Wadden district, maar in begraasde plots nemen de waarden voor kaal zand toe tot respectievelijk 3.5%, 3.5% en 1.0%. Ook de bedekking van de strooisellaag wordt beïnvloed door begrazing. De bedekking neemt af van respectievelijk 18%, 15% en 19% naar 4%, 9% en 3%. De dikte van de strooisellaag en de dikte van de Ah worden echter niet beïnvloed door begrazing. De strooisellaag is significant dunner (0,4 cm) in kalkrijke bodems dan in ontkalkte bodems van Renodunaal district (1,0 cm) en het Wadden district (1,6 cm), maar verschilt niet tussen begraasde en onbegaasde locaties. De dikte van de Ah is significant kleiner met gemiddeld 6 cm bij lage organische stofgehalten ten opzichte van 8 cm bij hoge organisch stof gehalte, maar ook deze is niet verschillend tussen begraasde en onbegaasde locaties.

pH, organische stof en bodemdichtheid

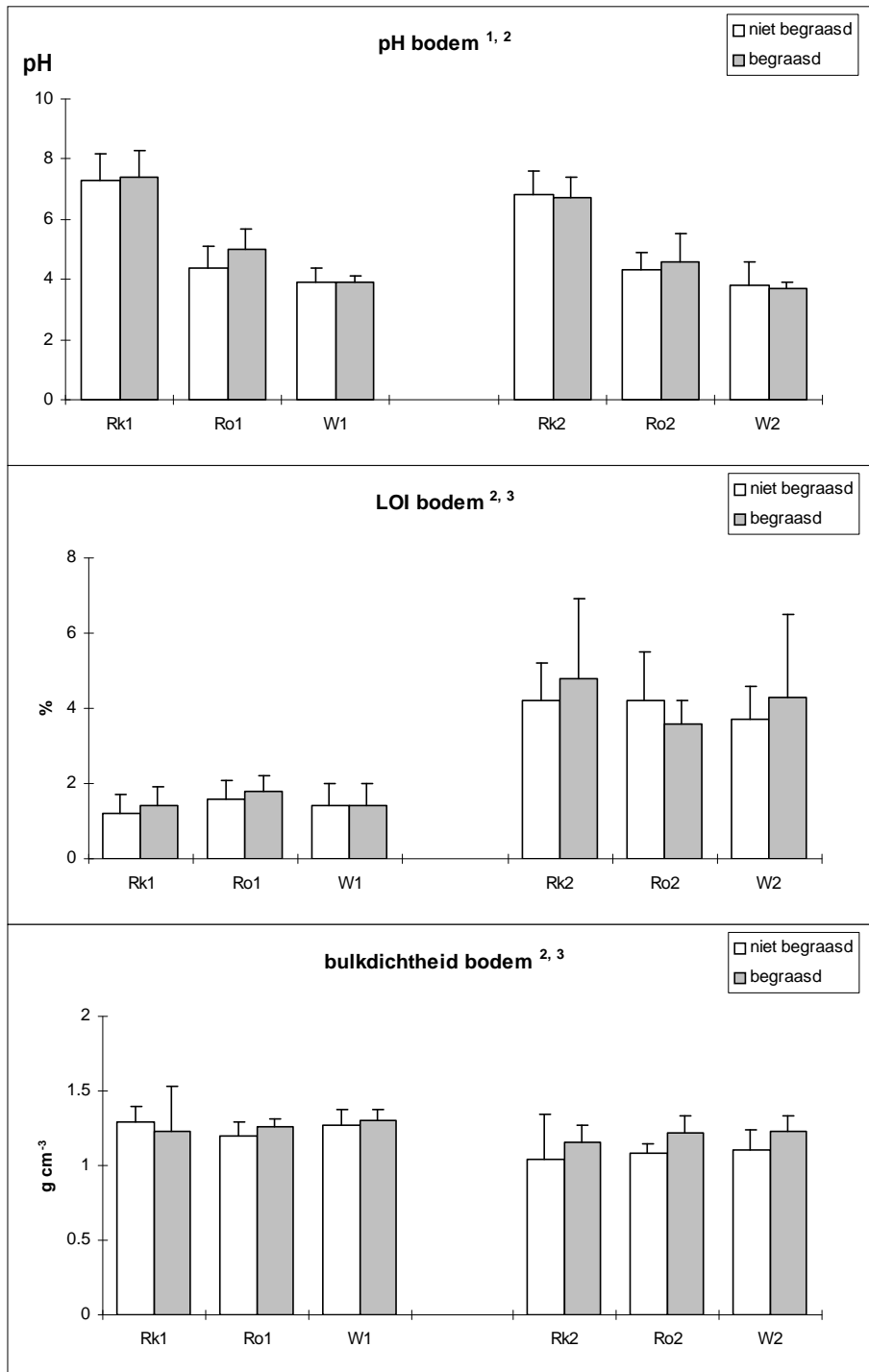
Begrazing heeft geen significant op de pH van de bodem (Figuur 4.1). De pH verschilt tussen duinzones, met een relatief hoge pH rond 7 in kalkrijke bodems van het Renodunaal district, en waarden rond de 4 in ontkalkte bodems van het Renodunaal en Wadden district. Ook is er een correlatie tussen de pH en het organische stofgehalte: bij lage pH worden hoge organische stofgehalten gevonden, bij een hoge pH worden lage organisch stofgehalten aangetroffen.

Het organische stofgehalte in de bodem is niet gecorreleerd met duinzone: in alle drie de zones komen zowel hoge als lage organische stofgehalten voor. Het organische stofgehalte wordt echter wel beïnvloed door begrazing. Voor zowel het gewichtspercentage als de hoeveelheid organische stof per m² (berekend op basis van de bovenste 5 cm van de bodem) zijn de waarden significant hoger in begraasde dan in onbegaasde gebieden. Deze hogere waarden bij begrazing kunnen het gevolg zijn van vertrapping van de vegetatie, waardoor een groter deel in de minerale bodem terecht komt, maar kunnen ook zijn veroorzaakt door bodemverdichting.

Tabel 4.1. Het effect van de onafhankelijke factoren duinzone, organisch materiaaigehalte (OM) en begrazing op pH, organische stofgehalte en bulkdichtheid van de bovenste 5 cm van de minerale bodem (drieweg-Anova). Significante effecten zijn weergegeven met de overschrijdingskans; ns = niet significant ($p > 0.05$). Alleen locaties waar minstens vier jaar begrazing plaatsvindt en waar zowel begraasde als onbegaasde situaties aanwezig zijn, zijn in beschouwing genomen ($n = 206$ bodemmonsters). OM-gehalte is gebaseerd op LOI; deze combinatie is daarom uit de analyse weggelaten.

	Duinzone	OM-gehalte	Begrazing
pH	0.0001	0.001	ns
Bedekking kaal zand (%)	0.007	ns	0.02
Bedekking strooisellaag (%)	ns	0.0001	0.0001
Dikte strooisellaag (cm)	0.02	ns	ns
Dikte Ah (cm)	ns	0.0003	ns
LOI (%)	ns	0.0001	0.01
OM (kg m ⁻²)	ns	n.v.t.	0.0002
Bulkdichtheid	ns	0.0001	0.035

Figuur 4.1. Het effect van duinzone, OM-gehalte en begrazing op pH, organische stofgehalte en bulkdichtheid van de bovenste 5 cm van de minerale bodem. Alleen locaties waar begrazing plaatsvindt sinds vier jaar of langer, en waar zowel begraasde als onbegraasde situaties aanwezig zijn, zijn in beschouwing genomen. Rk1 en Rk2 = Renodunaal district met kalkrijke bodem, met LOI < 2,5% (Rk1) respectievelijk hoger dan 2,5% (Rk2); Ro1 en Ro2 = idem voor Renodunaal district, ontkalkte bodem; W1 en W2 = idem voor Wadden district. Weergegeven zijn gemiddelden en standaarddeviaties (n = 9-32 bodemonsters per locatie). Significante verschillen: ¹ = tussen duinzones; ² = tussen OM-klassen; ³ = tussen begraasde en onbegraasde gebieden.



De bulkdichtheid van de bodem is significant hoger in begraasde dan in onbegraasde gebieden, vooral in locaties met hogere organische stofgehalten. In onbegraasde gebieden is de bulkdichtheid bij hogere organische stofgehalten lager dan bij lage organische stofgehalten, als gevolg van de (veel) lagere dichtheid van organische stof dan van zand. In begraasde gebieden verdwijnt dit verschil echter voor een groot deel, omdat de bodem door vertrapping wordt verdicht.

Effecten van graasdruk en graasduur

Naast het aan- of afwezig zijn van begrazing kunnen ook begrazingsdichtheid en begrazingsduur een rol spelen. Het effect van begrazingsdichtheid - en duur op bodemeigenschappen is getoetst via stapsgewijze multi-pele regressie, waarbij ook de invloed van pH en LOI werd meegenomen (Tabel 4.2). Voor deze analyse zijn alleen begraasde locaties meegenomen. Hierbij is alleen gekeken naar begrazing van gedomesticeerde grazers, waarbij niet kan worden gecorrigeerd voor natuurlijke grazers als Damhert, Ree en Konijn.

De eerdere analyse wijst uit dat begrazing een rol speelt in de ontwikkeling van oppervlakte kaal zand, bedekking van de strooisellaag en de hoeveelheid organische stof in en bulkdichtheid van de bodem (Tabel 4.1). Het effect van verschillen in begrazingsdichtheid en begrazingsduur is echter zeer beperkt, gezien de zeer kleine percentages van de variantie die hierdoor worden verklaard (tabel 4.2). Verschillen in bodemeigenschappen als organisch stofgehalte en pH (deels samenhangend met verschillen in duinzones) hebben een veel sterker sturende rol dan begrazing. Zoals eerder beschreven, heeft begrazing zelf wel invloed op het organisch stofgehalte, maar een (indirecte) doorwerking op andere bodemeigenschappen lijkt binnen een periode van 4 tot maximaal 30 jaar niet op te treden. Alleen voor de strooisellaag is begrazingsdichtheid de belangrijkste verklarende factor, met 3,0 % verklaring van de variantie in dikte en niet meer dan 1.5% verklaring van de variantie in bedekking. Begrazingsduur geeft ca 4,2% verklaring voor bulkdichtheid van de bodem, en 0.5% voor de hoeveelheid organische stof.

Tabel 4.2. Mogelijke effecten van begrazingsdichtheid (GVE/ha/jaar) en begrazingsduur (jaar) op verschillende bodemeigenschappen, in relatie tot effecten van pH en LOI. Voor iedere factor is de bijdrage aan de verklaarde variantie (%) van een bepaalde bodemeigenschap weergegeven, berekend via Stepwise Multiple Regression. Alleen begraasde gebieden zijn in de analyse betrokken (n = 113). De analyses voor pH-LOI-begrazingsdichtheid en pH-LOI-begrazingsduur zijn apart uitgevoerd, maar omdat er vrijwel geen verschil in verklaarde variantie voor pH en LOI was, zijn de waarden gecombineerd in één tabel. De OM-waarden zijn berekend op basis van de LOI-waarden en dus niet onafhankelijk van elkaar. Toetsing tussen deze twee factoren is derhalve niet van toepassing

	pH	LOI	Begrazingsdichtheid	Begrazingsduur
Bedekking kaal zand	3.1	0.7	-	-
Dikte strooisellaag	2.1	9.7	3.0	-
Bedekking strooisellaag	-	0.5	1.5	-
Dikte Ah	-	6.4	-	-
Hoeveelheid OM	0.4	n.v.t.	0.2	0.5
Bulkdichtheid	-	23.4	-	4.2

4.3 Effecten van standplaats en begrazing op macronutriënten in de bodem

Concentraties aan ammonium, nitraat en fosfaat worden significant beïnvloed door standplaatsfactoren als duinzone en organische stofgehalte (Tabel 4.3). Begrazing heeft echter geen invloed op nutriëntconcentraties in extracties van verse minerale bodem. Ook de onderlinge verhouding van ammonium en nitraat, of stikstof en fosfaat wordt niet beïnvloed door begrazing.

Ammonium- en nitraatconcentraties in de minerale bodem zijn significant hoger in het Renodunaal district dan in het Wadden district (Figuur 4.2). Daarnaast nemen beide stikstoffracties toe bij hogere organische stofgehalten. Het is echter wel zo dat de strooisellaag, die met name in het Wadden district belangrijk kan zijn voor de nutriëntvoorziening (Kooijman en Besse 2002), niet is geanalyseerd. Ook geven verse waarden niet altijd een goede indruk van de werkelijke beschikbaarheid, omdat een fors deel van de vrijgekomen N al door plantenwortels kan zijn opgenomen.

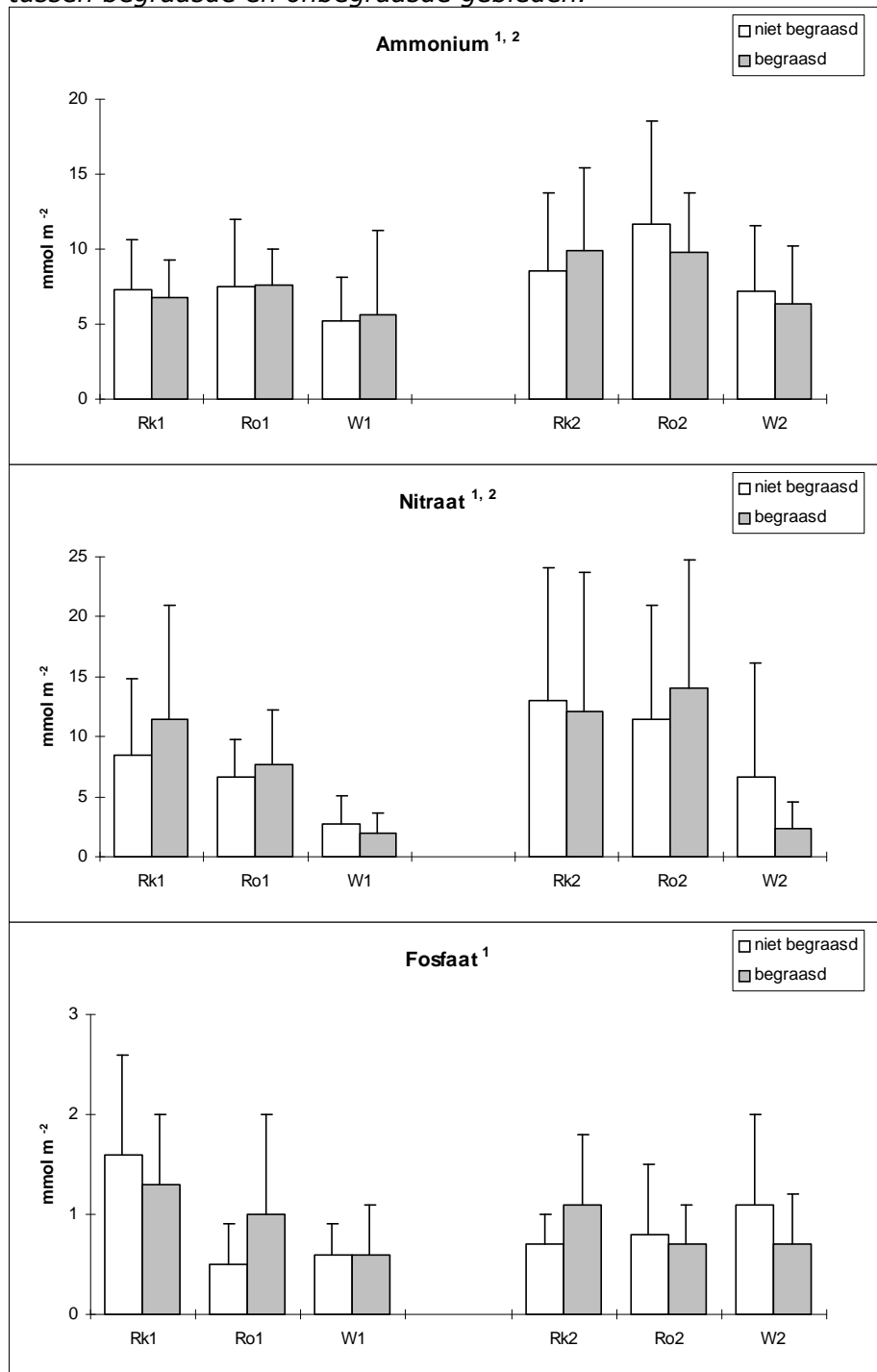
Begrazing lijkt geen invloed te hebben op ammonium- en nitraatconcentraties in vers bodemmateriaal. Ook de onderlinge verhouding lijkt niet door begrazing beïnvloed. In de bodems van het Renodunaal district is nitraat de dominante fractie, en in het Wadden district ammonium, maar de percentages verschillen niet tussen begraasde en onbegraasde gebieden. Ook extraheerbaar fosfaat wordt niet door begrazing beïnvloed. Extraheerbaar fosfaat wordt wel beïnvloed door duinzone, maar lijkt vooral hoog in kalkrijke bodem met lage organische stofgehalten.

Tabel 4.3. Het effect van duinzone, OM-gehalte en begrazing op nutriëntconcentraties (zoutextracties) in de bovenste 5 cm van de minerale bodem (drieweg-Anova). Significante effecten zijn weergegeven met de overschrijdingskans; ns = niet significant ($p > 0.05$). Alleen locaties waar begrazing plaatsvindt sinds vier jaar of langer, en waar zowel begraasde als onbegraasde situaties aanwezig zijn, zijn in beschouwing genomen ($n = 206$ bodemmonsters).

	Duinzone	OM-gehalte	Begrazing
NH ₄ (mmol m ⁻²)	0.0003	0.0001	ns
NO ₃ (mmol m ⁻²)	0.0001	0.0009	ns
Totaal anorganisch N (mmol m ⁻²)	0.0001	0.0001	ns
NO ₃ (% totaal anorganisch N)	0.0001	ns	ns
NH ₄ (% totaal anorganisch N)	0.0001	ns	ns
P (mmol m ⁻²)	0.0001	ns	ns
N:P ratio extract (mol mol ⁻¹)	0.0001	0.0001	ns

Ook begrazingsdichtheid en begrazingsduur hebben weinig effect op extraheerbare nutriënten (Tabel 4.4). Voor de meeste nutriënten en verhoudingen is de pH de belangrijkste factor. De verklaarde variantie is echter betrekkelijk laag, en bedraagt niet meer dan ca 15% voor nitraat en 18% voor fosfaat. Voor ammonium is het organisch stofgehalte (uitgedrukt in LOI) de belangrijkste factor, met ca 4% verklaarde variantie. Begrazing speelt vrijwel geen rol. Begrazingsduur kan voor nitraat en totaal extraheerbaar N nog een klein deel van de variantie verklaren, maar dit is niet meer dan ca 1%. Voor begrazingsdichtheid en de overige nutriënten is dit effect geheel afwezig.

Figuur 4.2. Het effect van duinzone, OM-gehalte en begrazing op nutriëntconcentraties (zoutextracties) in de bovenste 5 cm van de minerale bodem. Alleen locaties waar begrazing plaatsvindt sinds vier jaar of langer, en waar zowel begraasde als onbegraasde situaties aanwezig zijn, zijn in beschouwing genomen ($n = 206$). Rk1 en Rk2 = Renodunaal district met kalkrijke bodem, met OM < 2,5 % (Rk1) respectievelijk OM > 2,5% (Rk2); Ro1 en Ro2 = idem voor Renodunaal district, ontkalkte bodem; W1 en W2 = idem voor Wadden district. Weergegeven zijn gemiddelden en standaarddeviaties ($n = 9-32$). ¹ = significante verschillen tussen duinzones; ² = significante verschillen tussen OM-klassen; ³ = significante verschillen tussen begraasde en onbegraasde gebieden.



Tabel 4.4. Mogelijke effecten van begrazingsdichtheid (GVE) en begrazingsduur (jaar) op nutriëntenconcentraties (zoutextracties), in relatie tot effecten van pH en LOI. Voor iedere factor is de bijdrage aan de verklaarde variantie (%) van een bepaalde bodemeigenschap weergegeven, berekend via Stepwise Multiple Regression. Alleen begraasde gebieden zijn in de analyse betrokken (n = 113). De analyses voor pH-LOI-begrazingsdichtheid en pH-LOI-begrazingsduur zijn apart uitgevoerd, maar omdat er vrijwel geen verschil in verklaarde variantie voor pH en LOI was, zijn de waarden gecombineerd in een tabel.

	pH	LOI	Begrazings- dichtheid	Begrazingsduur
NH ₄	2.0	3.9	-	-
NO ₃	14.7	2.7	-	1.3
Totaal anorganisch N	15.7	6.1	-	0.9
NO ₃ (% totaal anorganisch N)	13.5	-	-	-
NH ₄ (% totaal anorganisch N)	13.5	-	-	-
P	18.2	1.0	-	-
N:P ratio extract	0.6	6.9	-	-

4.4 Effecten van standplaats en begrazing op ionensamenstelling van de bodem

Er zijn duidelijke verschillen in concentraties basische kationen en micronutriënten tussen duinzones en bodems met veel of weinig organische stof (Tabel 4.5). Begrazing heeft echter geen enkel effect op de ionensamenstelling van de bodem.

In vrijwel alle bodems is calcium het dominante kation, gevolgd door magnesium (Figuur 4.3). De Ca-gehalten zijn vooral hoog in kalkrijke bodems, en de Mg-gehalten in zowel kalkrijke als ontkalkte bodems van het Renodunaal district. Calcium maakt ongeveer 80-87% uit van de basische kationen in kalkrijke bodems van het Renodunaal district, maar nog maar 44-53% in de kalkarme bodems van het Wadden district. Voor Mg geldt het omgekeerde. In kalkrijke bodems maakt Mg ongeveer 9-17% uit van de basische kationen, maar dit loopt op in het Wadden district tot 34-39%. De hoeveelheid extraheerbaar Ca en Mg neemt toe van lage naar hoge organische stofgehalten, net als de meeste basische kationen, dankzij de uitbreiding van het adsorptiecomplex. Natrium en kalium verschillen wel tussen duinzones en organische stofgehalten, maar veel minder. Het effect van begrazing is voor beide basische kationen nihil.

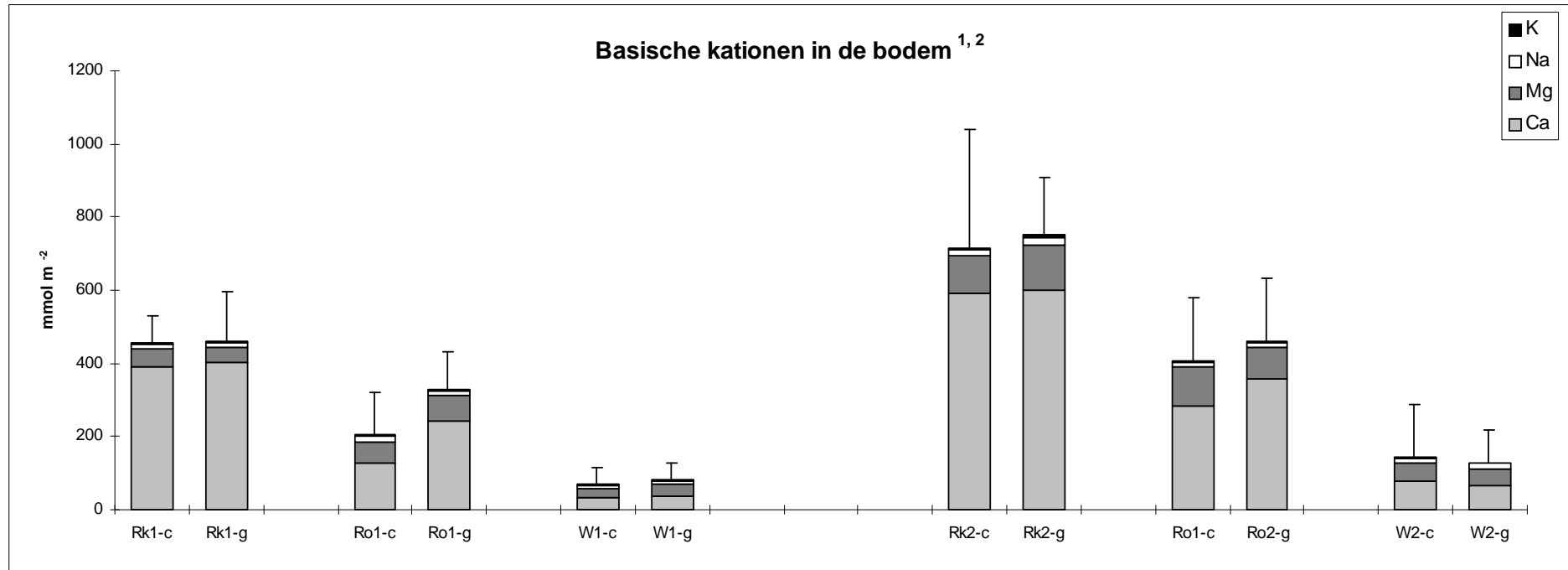
Tabel 4.5. Het effect van duinzone, OM-gehalte en begrazing op basenverzadiging van de bovenste 5 cm van de minerale bodem (drieweg-Anova). Significante effecten zijn weergegeven met de overschrijdingskans; ns = niet significant ($p > 0.05$). Alleen locaties waar begrazing plaatsvindt sinds vier jaar of langer, en waar zowel begraasde als onbegraasde situaties aanwezig zijn, zijn in beschouwing genomen ($n = 206$ bodemmonsters; resultaten uit NaCl-extractie)

	Duinzone	OM-gehalte	Begrazing
Ca (mmol m^{-2})	0.0001	0.0001	ns
Mg (mmol m^{-2})	0.0001	0.0001	ns
Na (mmol m^{-2})	0.04	0.01	ns
K (mmol m^{-2})	0.0001	0.02	ns
Basische kationen (mmol m^{-2})	0.0001	0.0001	ns
Ca (% Basische kationen)	0.0001	ns	ns
Mg (% Basische kationen)	0.0001	ns	ns
Na (% Basische kationen)	0.0001	0.0001	ns
K (% Basische kationen)	0.0001	0.005	ns
Fe (mmol m^{-2})	ns	ns	ns
Al (mmol m^{-2})	0.0001	ns	ns
Mn (mmol m^{-2})	0.0001	0.005	ns
Zn (mmol m^{-2})	0.0001	0.0001	ns
S (mmol m^{-2})	0.0001	0.0001	ns
Al:Ca ratio (mol mol^{-1})	0.0001	0.0001	ns

Tabel 4.6. Mogelijke effecten van begrazingsdichtheid (GVE) en begrazingsduur (jaar) op ionensamenstelling in de bodem, in relatie tot effecten van pH en LOI. Voor iedere factor is de bijdrage aan de verklaarde variantie (%) van een bepaalde bodemeigenschap weergegeven, berekend via Stepwise Multiple Regression. Alleen begraasde gebieden zijn in de analyse betrokken ($n = 113$). De analyses voor pH-LOI-begrazingsdichtheid en pH-LOI-begrazingsduur zijn apart uitgevoerd, maar omdat er vrijwel geen verschil in verklaarde variantie voor pH en LOI was, zijn de waarden gecombineerd in een tabel.

	pH	LOI	Begrazingsdichtheid	Begrazingsduur
Ca (mmol m^{-2})	63.1	10.9	2.9	-
Mg (mmol m^{-2})	5.1	24.4	-	-
Na (mmol m^{-2})	2.4	5.5	0.8	1.5
K (mmol m^{-2})	8.7	1.6	8.2	0.4
Basische kationen (mmol m^{-2})	53.4	15.1	2.4	-
Ca (% Basische kationen)	67.7	0.7	1.5	1.1
Mg (% Basische kationen)	68.2	-	3.2	0.6
Na (% Basische kationen)	43.5	2.7	-	1.7
K (% Basische kationen)	19.7	4.1	2.3	0.8
Fe (mmol m^{-2})	1.9	3.6	1.6	1.0
Al (mmol m^{-2})	44.2	-	-	1.5
Mn (mmol m^{-2})	24.1	-	1.5	1.2
Zn (mmol m^{-2})	31.3	0.6	1.9	1.1
S (mmol m^{-2})	17.1	15.0	0.4	0.3
Al:Ca ratio (mol mol^{-1})	26.4	2.5	2.0	1.0

Figuur 4.3. Het effect van duinzone, OM-gehalte en begrazing op de ionensamenstelling in de bovenste 5 cm van de minerale bodem. Alleen locaties waar begrazing plaatsvindt sinds vier jaar of langer, en waar zowel begraasde als onbegraasde situaties aanwezig zijn, zijn in beschouwing genomen ($n = 206$). Onbegraasde locaties zijn weergegeven als c (control), en begraasde locaties als g (graas). Rk1 en Rk2 = Renodunaal district met kalkrijke bodem, met OM < 2,5% (Rk1) respectievelijk OM > 2,5% (Rk2); Ro1 en Ro2 = idem voor Renodunaal district, ontcalcite bodem; W1 en W2 = idem voor Wadden district. Weergegeven zijn gemiddelden en standaarddeviaties ($n = 9-32$). ¹ = significante verschillen tussen duinzones; ² = significante verschillen tussen OM-klassen; ³ = significante verschillen tussen begraasde en onbegraasde gebieden.



Tabel 4.7. Verschillen in macronutriënten en mineralen in de bodem tussen gepaarde begraasde en onbegraasde plots. Significatie op basis van Chi-kwadraat toets. Concentraties van stoffen zijn bepaald in zoutoplossing (NaCl) m.u.v. NO₃ en Na (bepaald in wateroplossing). Bij groene arcering is de variabele hoger in begraasde dan in onbegraasde plots (donkergroen: $p < 0.05$; lichtgroen: $0.05 \leq p < 0.10$). Bij blauwe arcering is de variabele hoger in onbegraasde dan in begraasde plots (donkerblauw: $p < 0.05$; lichtblauw: $0.05 \leq p < 0.10$).

	N paar	NO ₃	NH ₄	NO ₃ / NH ₄	N_tot	Ca	Mg	Mn	Fe	Si	Zn	Na	K	P(tot)	S(tot)
Rk-laag	23	ns	ns	0.061 o>b	0.061 o>b	0.022 o>b	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Ro-laag	10	ns	0.058 o<b	ns	ns	ns	ns	0.058 o>b	ns	0.058 o>b	0.058 o>b	ns	ns	0.058 o<b	0.011 o>b
Rk-hoog	16	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.046 o<b	ns	ns	ns	ns	0.046 o<b	ns
Ro-hoog	12	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.083 o<b	ns	ns
W-laag	21	ns	ns	ns	ns	0.050 o<b	ns	ns	ns	ns	0.050 o<b	ns	ns	0.016 o<b	ns
W-hoog	20	ns	0.007 o<b	ns	0.007 o<b	0.007 o<b	0.007 o<b	ns	ns	ns	0.007 o<b	0.025 o<b	ns	0.025 o<b	ns

Wanneer wordt getoetst of de concentraties van ionen en macronutriënten in de bodem tussen gepaarde plots significant vaker hoger is in begraasde dan in de gepaarde onbegraasde plot, ontstaat er een iets genuanceerder beeld (tabel 4.7). Ten eerste blijkt het totaal P gehalte in 4 van de 6 duinzones hoger te zijn in begraasde dan in onbegraasde plots. Ten tweede zijn alle waarden in bodems van het waddendistrict én bij de renodunale bodems met veel organisch stof, lager in onbegraasde dan in begraasde plots. Mineralen en nutriënten worden hier wellicht vrij gemaakt uit de vegetatie en komen vrij beschikbaar in de bodem.

4.5 Conclusies effecten van begrazing op de bodem

De eigenschappen van de bodem worden zeer sterk bepaald door verschillen in duinzone (kalkgehalte/pH) en organische stof en (mede daardoor) weinig door begrazing beïnvloed. Het effect van duinzone is voor bijna alle bodemeigenschappen significant en pH is voor de meeste variabelen de belangrijkste verklarende factor.

Begrazing leidt wel tot een toename van de oppervlakte kaal zand en een hogere bodemdichtheid (vooral bij hoge organische stofgehalten). Bedekking door de strooisellaag neemt significant af door begrazing, terwijl het organische stofgehalte van de minerale bodem toeneemt. Een indirecte doorwerking van begrazing via een hoger organisch stofgehalte naar andere bodemvariabelen lijkt (binnen de duur van maximaal 30 jaar begrazing) niet op te treden.

Wat betreft pH, basische kationen en micronutriënten is het effect van begrazing marginaal. De concentraties en verhoudingen van nutriënten als ammonium, nitraat en fosfaat in extracties van verse minerale bodem lijken niet beïnvloed te worden door begrazing. Dit betreft echter een momentopname; of begrazing leidt tot hogere of lagere mineralisatiesnelheid in de bodem en daarmee tot een verandering van beschikbaarheid in de loop van de tijd moet nog worden uitgezocht. Er lijkt een significante relatie te bestaan tussen de begrazingsdichtheid en de hoeveelheid K in de bodem, maar voor alle andere ionen is het effect van begrazing, begrazingsdichtheid of begrazingsduur zeer gering.

5 Effecten van begrazing op de vegetatie

5.1 Neemt levende en of dode biomassa af als gevolg van begrazing?

Wanneer alle 226 bruikbare plots worden gesplitst naar onbegrasd of begrasd, neemt de biomassa van vaatplanten significant af door begrazing (Mann-Whitney U-toets, $p = 0.000$), maar de biomassa van (korst)mossen en wortels niet.

Een volgende analyse waarin per duinzone wordt getoetst levert een genuanceerder beeld op (tabel 5.1). In Renodunaal kalkrijk worden geen effecten van begrazing op de biomassa van vaatplanten en (korst)mossen gevonden. De biomassa van vaatplanten neemt wel af in begraste plots van Renodunaal ontkaakt en het Waddendistrict. Voor (korst)mossen geldt dat begrazing slechts een positief effect heeft op biomassa in Renodunaal ontkaakt.

Omdat biomassa verschillende reacties kan vertonen op verschillende graasintensiteit, is de GVE/ha/jaar per duinzone verdeeld in drie begrazingsklassen. De lichtst-begraste klasse 1 bestaat uit 0.03-0.08 (7 gebieden), middenklasse 2 uit 0.12-0.18 (12 gebieden) en de zwaarste klasse 3 uit 0.23-0.57 GVE/ha/jaar (5 gebieden). Dat graasdichtheid in het Waddendistrict hoger is dan elders (zie hoofdstuk 2) blijkt ook uit het feit dat klasse 1, de lichtste klasse, niet is aangetroffen op de Wadden.

Per duinzone zijn de verschillende klassen tegen elkaar getoetst, indien mogelijk (tabel 5.2).

Tabel 5.1 Effecten van begrazing op de biomassa van vaatplanten en (korst)mossen. Korstmossen en bladmosse zijn niet van elkaar gescheiden (aantal plots per duinzone Rk $n=84$, Ro $n=44$, W $n=88$; Mann-Whitney U-toets). De richting van het effect staat weergegeven ($o =$ onbegrasd, $b =$ begrasd)

	biomassa vaatplanten	biomassa (korst)mossen
Renodunaal kalkrijk <i>richting</i>	ns	ns
Renodunaal ontkaakt <i>Richting</i>	0.002 $o > b$	0.006 $o < b$
Wadden <i>richting</i>	0.001 $o > b$	ns

* $p 0.05 < 0.099$

Tabel 5.2 De effecten van begrazing op biomassa van vaatplanten en (korst)mossen, uitgesplitst per duinzone en verschillende graasdruk. Klasse 1 licht, klasse 2 matig en klasse 3 zwaar begraasd, zie tekst (Mann-Whitney U-toets). De richting van het effect staat weergegeven.

		biomassa vaatplanten	biomassa (korst)mossen
Renodunaal kalkrijk	1-3	0.034	ns
	<i>richting</i>	1<3	
	2-3	0.007	ns
	<i>richting</i>	2<3	
Renodunaal ontkalkt	1-3	0.096*	0.072*
	<i>richting</i>	1<3	1>3
	2-3	ns	0.008
	<i>richting</i>		2>3
Wadden	2-3	0.035	ns
	<i>richting</i>	2>3	

* p 0.05 < 0.099

Binnen de begraasde plots van kalkrijke, Renodunale duinen blijkt de verzamelde biomassa van vaatplanten het hoogst te zijn in de zwaarste begrazingsklasse, geheel tegen de verwachting in. Mogelijk worden sterk vergraste terreinen het grootste aantal grazers ingezet, maar toch onvoldoende om de vegetatie biomassa op hetzelfde peil te brengen als in minder sterk begraasde terreinen, die dan waarschijnlijk minder sterk vergrast zijn. In ontkalkte delen van dit district zien we een overeenkomend beeld, zij het dat de p-waarde flink boven de 0.05 ligt, waardoor de betrouwbaarheid minder groot is dan in de niet ontkalkte kalkrijke duinen.

Op de Wadden is de biomassa van vaatplanten wel lager in de hoogste graasdruk klasse. De biomassa van (korst-)mossen reageert minder sterk op de mate van begrazing. In de ontkalkte, Renodunale duinen is deze het laagst in de zwaarste begrazingsklasse. Omdat mossen en korstmossen niet onderscheiden zijn kunnen we de eventueel verschillende rollen die beide groepen spelen niet onderscheiden.

In een derde analyse, tussen de onbegraasd – begraasde paren, worden naast duinzone ook de hoeveelheid organisch materiaal (loi) in de bodem meegenomen. Deze analyse levert theoretisch de meest gedetailleerde resultaten op (tabel 5.2), maar een keerzijde is dat het aantal plots per duinzone per loi-klasse klein wordt waardoor er statistische problemen kunnen ontstaan: een werkelijk bestaand verschil wordt toch niet statistisch aangetoond, of, andersom, een statistisch aangetoond verschil bestaat in de werkelijkheid niet.

Renodunaal kalkrijk lijkt geen effecten van begrazing te laten zien. In begraasde plots met een hoog organisch materiaal gehalte van Renodunaal ontkalkt lijkt de biomassa van vaatplanten af te nemen en die van (korst)mossen toe te nemen. In Renodunaal ontkalkt met een lage loi heeft begrazing waarschijnlijk ook een negatief effect op biomassa van vaatplanten. Op de Wadden lijkt begrazing sterke negatieve effecten op biomassa van vaatplanten te hebben, ongeacht de hoeveelheid organisch materiaal in de bodem.

5.2 Verandert de (variatie in) vegetatiehoogte en -structuur als gevolg van begrazing?

Aangezien het verwijderen van biomassa het hoofddoel is van begrazing, zou de vegetatiehoogte sterk moeten afnemen in begraasde terreinen. Dit is inderdaad in alle drie de duinzones het geval (tabel 5.3). Dit blijft ook grofweg de conclusie wanneer loi-gehaltenes worden meegenomen in de analyse (tabel 5.4), maar we zien dat in de Renodunale duinen met een hoge loi, begrazing geen effect lijkt te hebben op vegetatiehoogte. In delen met een lage loi neemt de hoogte wel significant af door begrazing. Het is niet duidelijk welk oorzakelijk verband hier achter zou kunnen zitten.

De structuurvariatie van de vegetatie, de kleinschalige afwisseling tussen lage en hoge vegetatie, is bepaald aan de hand van de standaarddeviatie van 25 metingen per plot. Zo ontstaat een beeld van de spreiding rond de gemiddelde vegetatiehoogte binnen een plot. Hoe groter deze spreiding, hoe groter de standaarddeviatie en dus hoe groter het verschil in vegetatiehoogtes. Per duinzone is de variatie in vegetatiehoogte groter in de onbegraasde delen (tabel 5.4). Loi-klasse lijkt voor de vegetatiestructuur geen belangrijke rol te spelen in de Renodunale duinen: de structuur lijkt niet te verschillen tussen onbegraasde en begraasde plots. In het Waddendistrict blijven onbegraasde plots een grotere variatie in vegetatiestructuur hebben, ongeacht de loi-klasse.

Tabel 5.3 Effect van begrazing per duinzone en per loi-klasse (laag/hoog) in de bodem. Laag = < 2.5% loi, hoog = > 2.5% loi. Rk = Renodunaal kalkrijk, Ro = Renodunaal ontkalkt, W = Wadden. (aantal begraasde plots Rk-laag n=23, Rk-hoog n=16, Ro-laag n=10, Ro-hoog n=12, W-laag n=21 en W-hoog n=20; χ -kwadraat toets, $p < 0.05$). De richting van het effect staat weergegeven (o = onbegraasd, b = begraasd).

	vaatplanten (gr)	mos (gr)
Renodunaal kalkrijk-laag <i>Richting</i>	ns	ns
Renodunaal kalkrijk-hoog <i>Richting</i>	ns	ns
Renodunaal ontkalkt-laag <i>Richting</i>	0.058* o>b	ns
Renodunaal ontkalkt-hoog <i>Richting</i>	0.021 o>b	0.021 o<b
Wadden-laag <i>Richting</i>	0.001 o>b	ns
Wadden-hoog <i>richting</i>	0.025 o>b	ns

* $p < 0.05 < 0.099$

Tabel 5.4 Effecten van begrazing op de vegetatiehoogte en vegetatiestructuur (aantal plots per duinzone Rk n=84, Ro n=44, W n=88; Mann-Whitney U-toets, $p < 0.05$) De richting van het effect staat weergegeven (o = onbegraasd, b = begraasd)

	vegetatiehoogte	vegetatiestructuur
Renodunaal kalkrijk <i>richting</i>	0.004 o>b	0.041 o>b
Renodunaal ontkalkt <i>richting</i>	0.006 o>b	0.036 o>b
Wadden <i>richting</i>	0.000 o>b	0.000 o>b

Omdat hoogte en structuur van de vegetatie vermoedelijk sterk afhankelijk is van graasdruk, is de GVE/ha/jaar per duinzone verdeeld in drie begrazingsklassen. De lichtst-begraasde klasse 1 bestaat uit 0.03-0.08 (7 gebieden), middenklasse 2 uit 0.12-0.18 (12 gebieden) en de zwaarste klasse 3 uit 0.23-0.57 GVE/ha/jaar (5 gebieden). Dat graasdichtheid in het Waddendistrict hoger is dan elders (zie hoofdstuk 2) blijkt ook uit het feit dat klasse 1, de lichtste klasse, niet is aangetroffen op de Wadden. Per duinzone zijn de verschillende klassen tegen elkaar getoetst, indien mogelijk (tabel 5.5).

Tabel 5.5 De effecten van begrazing op vegetatiehoogte en -structuur, uitgesplitst per duinzone en verschillende graasdruk. Klasse 1 licht, klasse 2 matig en klasse 3 zwaar begraasd, zie tekst (Mann-Whitney U-toets). De richting van het effect staat weergegeven.

		vegetatiehoogte	vegetatiestructuur
Renodunaal kalkrijk	1-3 <i>richting</i>	0.002 1<3	0.01 1<3
	2-3 <i>richting</i>	0.011 2<3	0.016 2<3
Renodunaal ontkalkt	1-3 <i>richting</i>	0.039 1<3	0.064* 1<3
	2-3 <i>richting</i>	ns ns	ns ns
Wadden	2-3 <i>richting</i>	0.069* 2>3	ns

* $p 0.05 < 0.099$

Binnen begraasde delen van de kalkrijke, Renodunale duinen wordt de grootste vegetatiehoogte en -structuur aangetroffen in de zwaarste begraasde delen, net als de biomassa van vaatplanten. Ook hier geldt mogelijk dat de grootste dichtheid GVE in de zwaarst vergraste delen kan staan, maar dat deze dichtheid toch onvoldoende is om de vegetatiehoogte te beïnvloeden. Binnen begraasde, ontkalkte delen van het Renodunaal district wordt eenzelfde effect gevonden, zij het dat er geen verschillen lijken te zijn tussen graasklassen middel en zwaar. Op de Wadden wordt de grootste vegetatiehoogte gemeten in de lichte graasklasse, net als de biomassa van

vaatplanten. De vegetatiestructuur lijkt hier niet te reageren op verschillen in graasdruk.

In de derde analyse, tussen de onbegraasd – begraasde paren, worden naast duinzone ook de hoeveelheid organisch materiaal (loi) in de bodem meegenomen. Deze analyse levert theoretisch de meest gedetailleerde resultaten op (tabel 5.6), maar een keerzijde is dat het aantal plots per duinzone per loi-klasse klein wordt waardoor er statistische problemen kunnen ontstaan. De kans wordt hierdoor groter dat een werkelijk bestaand verschil niet statistisch wordt aangetoond, of andersom, een statistisch aangetoond verschil bestaat in de werkelijkheid niet. In kalkrijke duinen van het Renodunal district lijkt de vegetatiehoogte alleen af te nemen door begrazing met een lage loi; bij een hoge loi lijkt er geen effect van begrazing te zijn. In ontkalkte delen lijkt loi gehalte een geringere rol te spelen: in beide klassen neemt vegetatiehoogte af door begrazing, net zoals op de Wadden.

De vegetatiestructuur lijkt met name op de Wadden af te nemen door begrazing, in beide loi klassen.

Tabel 5.6 Effecten van begrazing op de vegetatiehoogte en de vegetatiestructuur, uitgesplitst per duinzone en loi-klasse (aantal begraasde plots Rk-laag n=23, Rk-hoog n=16, Ro-laag n=10, Ro-hoog n=12, W-laag n=21 en W-hoog n=20; χ -kwadraat toets). De richting van het effect staat weergegeven (o = onbegraasd, b = begraasd)

	vegetatiehoogte	vegetatiestructuur
Renodunaal kalkrijk-laag	0.001 o>b	ns
Renodunaal kalkrijk-hoog	ns	0.046 o>b
Renodunaal ontkalkt-laag	0.008 o>b	ns
Renodunaal ontkalkt-hoog	0.058* o>b	ns
Wadden-laag	0.000 o>b	0.000 o>b
Wadden-hoog	0.000 o>b	0.002 o>b

* p 0.05 < 0.099

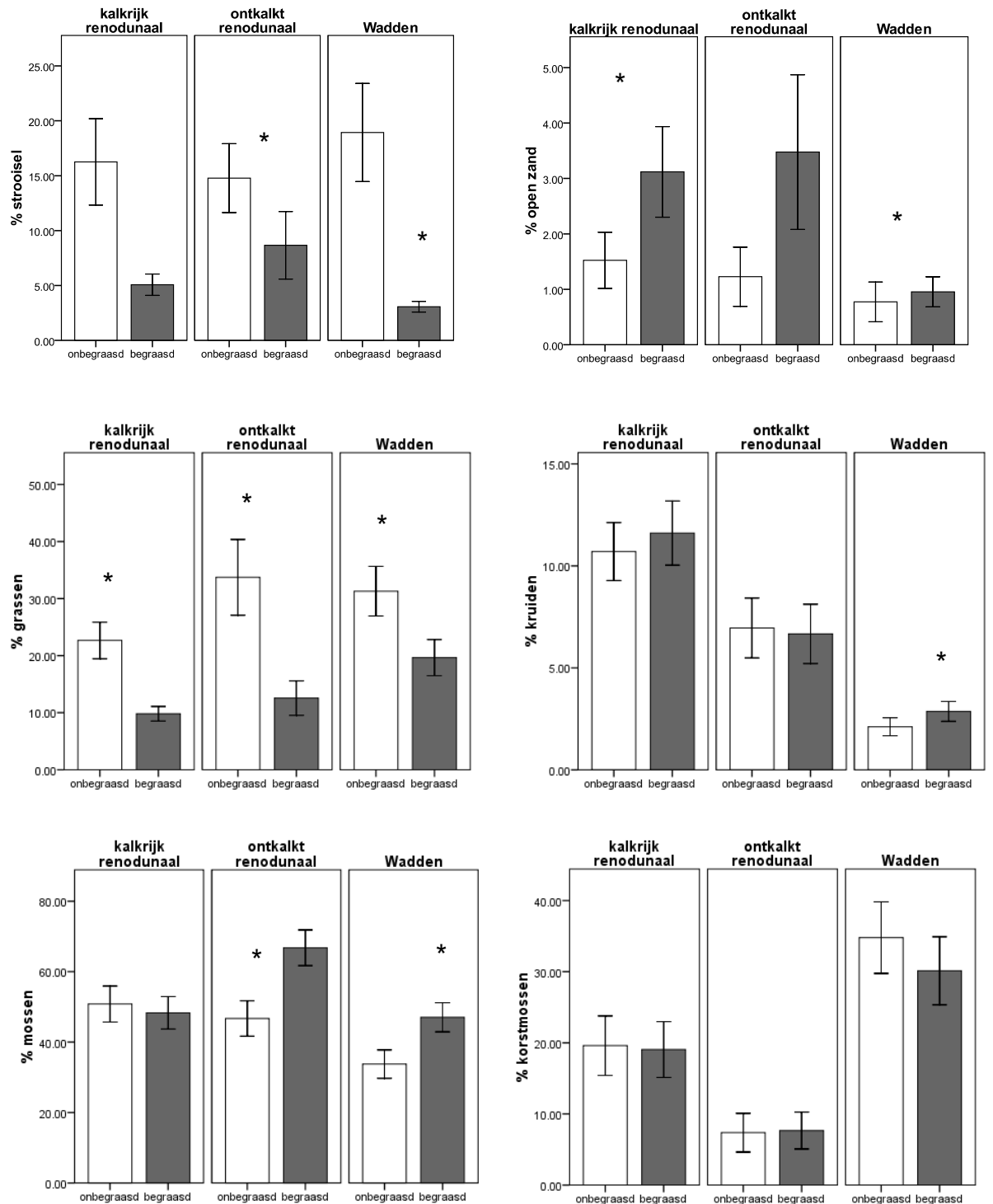
5.3 Verschuift de samenstelling van de plantengroepen als gevolg van begrazing?

De aanwezigheid van breedbladige grassen die de 'vergrassing' van duinen veroorzaken (helmriet, helm, zandzegge), kruiden, bladmossen, korstmossen, strooisel en open zand is bepaald als percentage bedekking (figuur 5.1). De bedekking met breedbladige grassen neemt zowel in de Renodunale duinen als in het Waddendistrict af door begrazing, maar in dit laatste district is de significantie van dit effect minder sterk (p 0.05<0.099).

In alle drie de duinzones lijkt de bedekking met gras niet sterker af te nemen door intensievere begrazing. Mogelijk is een lichte vorm van begrazing al voldoende om de bedekking met grassen te doen afnemen, omdat de bedekking met grassen wel sterk reageert op begrazing (tabel 5.7).

Kruiden lijken in ontkalkte, Renodunale duinen en op de Wadden niet te reageren op de mate van begrazing. In kalkrijke delen van het Renodunaal district wordt de laagste bedekking aangetroffen in de zwaarst begraasde delen. Dit kan goed verband houden met het feit dat de hoogste biomassa en

vegetatiehoogte in zwaar begraasde delen is aangetroffen. Hierdoor krijgen kruiden nog niet de ruimte omdat ze concurrerend minder sterk dan grassen zijn.



Figuur 5.1 Bedekking met grassen, kruiden, mossen en korstmossen, per duinzone en beheersvorm. * indiceert significant verschil binnen duinzone tussen onbegrasd en begrasd (Mann-Whitney U-toets, $p < 0.099$). Verschillen tussen duinzones niet getest. (% bedekking + standaardfout)

Mossen en korstmossen lijken niet te reageren op de mate van begrazing, evenals de bedekking met open zand. Mogelijk faciliteert ook een lichte mate van begrazing het konijn al sterk, waardoor open zand door konijnengraafwerk snel ontstaan. Een toenemende graasdruk heeft dan mogelijk geen extra effect.

In lijn met andere vegetatieparameters is ook de bedekking met strooisel het grootst in de hoogste graasklasse van de kalkrijke, renodunale duinen. Dit geldt ook voor de ontkalkte duinen van dit district. Op de Wadden lijkt, in lijn met de andere vegetatieparameters, de laagste strooiselbedekking wel in gebieden met de hoogste graasklasse gevonden te worden.

Tabel 5.7 De effecten van begrazing op de vegetatie-, strooisel- en zandbedekking, uitgesplitst per duinzone en verschillende graasdruk. Klasse 1 licht, klasse 2 matig en klasse 3 zwaar begraasd, zie tekst (Mann-Whitney U-toets). De richting van het effect staat weergegeven.

		% grassen	% kruiden	% mossen	% korstmosse n	% strooisel	% zand
R	1-3						
k	richti ng	ns	0.01	ns	ns	0.008	ns
	2-3	0.058	1>3 0.003	ns	ns	1<3 0.003	ns
	richti ng	2<3	2>3			2<3	
R	1-3						
o	richti ng	ns	ns	ns	ns	0.028	ns
	2-3	ns	ns	ns	ns	1<3 0.079	ns
	richti ng					2<3	
W	2-3	ns	ns	ns	ns	0.076	ns
	richti ng					2>3	

Analyses tussen de onbegraasd – begraasde paren waarin naast duinzone ook de hoeveelheid organisch materiaal (loi) in de bodem wordt meegenomen, levert de meest gedetailleerde resultaten op (tabel 5.8). Keerzijde is dat het aantal plots per duinzone per loi-klasse klein wordt waardoor er statistische problemen kunnen ontstaan. Uit deze analyse blijkt ook dat de bedekking met grassen in Renodunale duinen afneemt door begrazing, maar dat op de Wadden geen effect van begrazing optreedt. De grasbedekking verandert niet of nauwelijks door het heersende begrazingsregime. Bedekking met kruiden laat hetzelfde beeld zien als in tabel 5.7. Mossen nemen nu slechts toe in Wadden plots met lage loi en nauwelijks in Renodunale duinen met hoge loi. Mogelijk is dit een effect van het kleine aantal plots dat beschikbaar was of de analyse methode? De bedekking van korstmossen reageert niet op begrazing, behalve in Renodunale duinen met een hoge loi: hier nemen ze toe door begrazing. Strooisel neemt, net als in tabel 5.5, af door begrazing en begrazing heeft weinig effect op de bedekking met open zand in deze analyse.

Tabel 5.8 Effecten van begrazing op vegetatiebedekking en oppervlakte open zand, uitgesplitst per duinzone en loi-klasse (aantal begraasde plots Rk-laag n=23, Rk-hoog n=16, Ro-laag n=10, Ro-hoog n=12, W-laag n=21 en W-hoog n=20; χ -kwadraat toets, $p < 0.05$). De richting van het effect staat weergegeven (o = onbegrasd, b = begraasd)

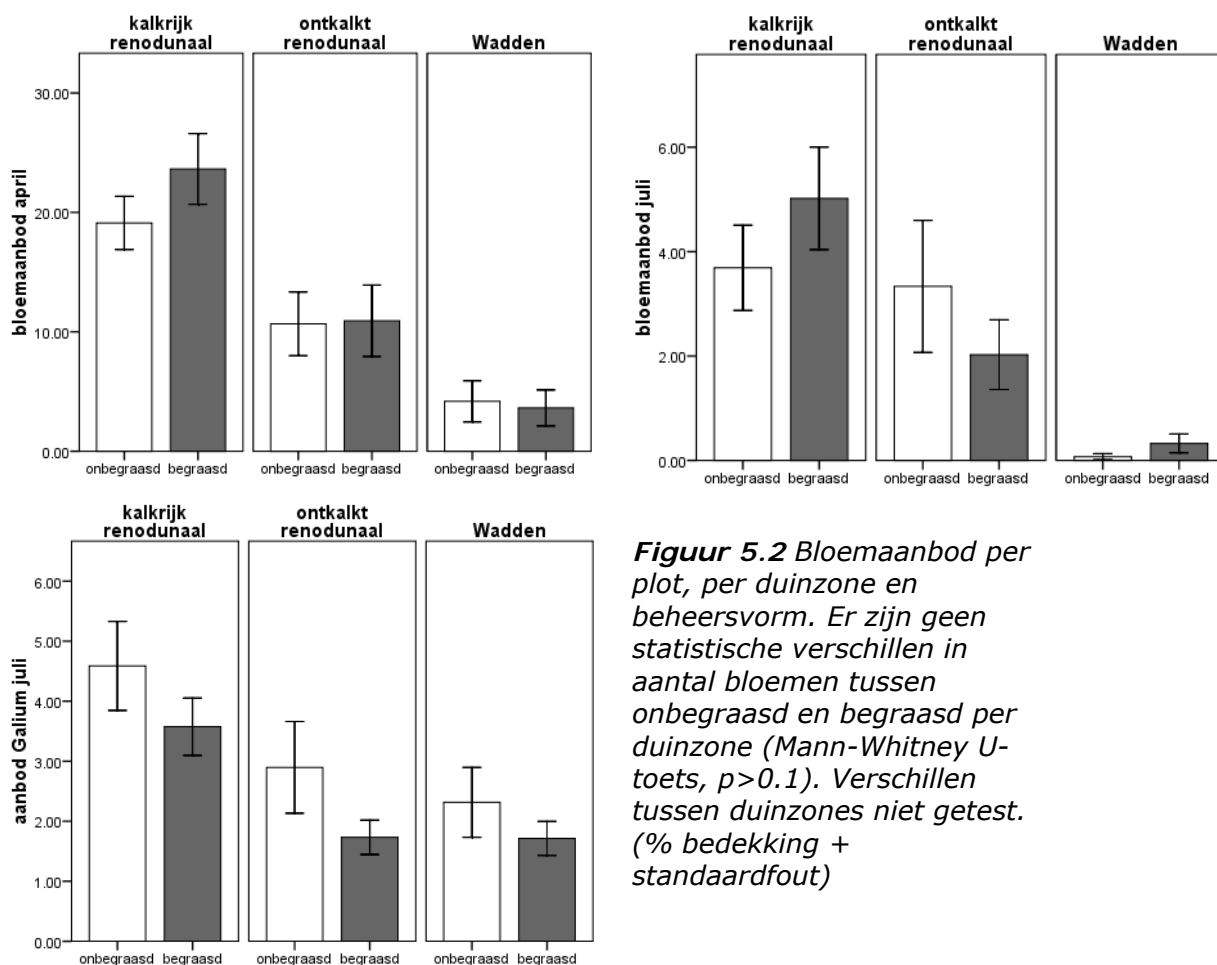
	% grassen	% kruiden	% mossen	% korstmossen n	% strooisel	% zand
Rk-laag	ns	ns	ns	ns	ns	0.020 o<b
Rk- hoog	0.012 o>b	ns	ns	ns	0.013 o>b	ns
Ro-laag	0.020 o>b	ns	ns	ns	0.059*	ns
Ro- hoog	0.035 o>b	ns	0.083*	0.007	0.035 o>b	0.058*
W-laag	ns o>b	0.033 o<b	0.003 o<b	ns	0.018 o>b	ns o<b
W-hoog	0.074* o>b	ns	ns	ns	0.018 o>b	ns

* $p \ 0.05 < 0.099$

Voor de interpretatie van de resultaten uit tabellen 5.7 en 5.8 is het belangrijk om onderscheid te maken tussen 'ecologische significantie' en 'statistische significantie'. Figuur 5.1 geeft de bedekking van grassen, kruiden, mossen en korstmossen weer per duinzone en beheersvorm. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat de afname van grassen door begrazing ecologisch significant lijkt te zijn (van ~30% naar 10% bedekking), maar dat de toename van kruiden door begrazing op de Wadden vooral statistisch significant lijkt te zijn (van ~2.4% naar ~2.7% bedekking).

5.4 Neemt het bloemaanbod toe of af als gevolg van begrazing?

Tegen de verwachting in lijken kruiden niet toe te nemen door begrazing, behalve op de Wadden. Toch kan de functionaliteit van kruiden in begraasde terreinen voor bloembezoekende insecten kleiner zijn dan in onbegrasde terreinen, omdat bloemen kunnen worden afgegraasd. Door het tellen van bloemen in april en juli is duidelijk geworden dat begrazing echter (ook) geen statistische effecten heeft op het daadwerkelijke aantal bloemen per duinzone (figuur 5.2). Wel lijken de aantallen bloemen sterk te verschillen tussen de duinzones en tussen de twee telperiodes (figuur 5.2). Het aantal bloemen op de Wadden in april en juli lijkt (veel) lager te zijn dan in de Renodunale duinen. Door begrazing neemt het aantal bloemen op de Wadden in juli significant toe, maar ook dan lijkt dit aantal (veel) lager te zijn dan in de Renodunale duinen. Bloeiend walstro *sp.* (*Galium*) is apart geteld; verschil in walstro tussen Renodunale duinen en de Wadden lijkt kleiner te zijn dan overige getelde bloemen in juli. Wat de ecologische effecten zijn van het lagere aantal bloemen in de Wadden (bijvoorbeeld op bloembezoekende insecten) is niet onderzocht in dit onderzoek.



Figuur 5.2 Bloemaanbod per plot, per duinzone en beheersvorm. Er zijn geen statistische verschillen in aantal bloemen tussen onbegraasd en begraasd per duinzone (Mann-Whitney U-toets, $p > 0.1$). Verschillen tussen duinzones niet getest. (% bedekking + standaardfout)

Omdat bloemaanbod afhankelijk kan zijn van graasdruk, is de GVE/ha/jaar per duinzone verdeeld in drie begrazingsklassen. De lichtst-begraasde klasse 1 bestaat uit 0.03-0.08 (7 gebieden), middenklasse 2 uit 0.12-0.18 (12 gebieden) en de zwaarste klasse 3 uit 0.23-0.57 GVE/ha/jaar (5 gebieden). Dat graasdichtheid in het Waddendistrict hoger is dan elders (zie hoofdstuk 2) blijkt ook uit het feit dat klasse 1, de lichtste klasse, niet is aangetroffen op de Wadden. Per duinzone zijn de verschillende klassen tegen elkaar getoetst, indien mogelijk (tabel 5.9).

Hoewel aantallen bloemen tussen onbegraasde en begraasde plots niet lijken te verschillen, speelt binnen begraasde plots graasdruk vaak een bepalende rol. In kalkrijke duinen van het Renodunaal district komt Galium het meeste voor in gebieden met de lichtste graasdruk, hoewel overige bloemen in juli juist in zwaarder begraasde delen geteld zijn.

In ontkalkte duinen van het Renodunaal district zijn er minder duidelijke verbanden tussen graasdruk en aantal getelde bloemen; slechts bloemen in juli lijken meer voor te komen in middelbare graasdruk. De overige parameters vertonen geen statistisch verband. Op de Wadden blijken de minste bloemen in april en Galium gevonden te worden in gebieden met de hoogste graasklasse.

Analyses tussen de onbegraasd – begraasde paren waarin naast duinzone ook de hoeveelheid organisch materiaal (loi) in de bodem wordt meegenomen, levert de meest gedetailleerde resultaten op (tabel 5.10). Keerzijde is dat het aantal plots per duinzone per loi-klasse klein wordt waardoor er statistische problemen kunnen ontstaan. In tabel 5.10 staat het Waddendistrict niet vermeld omdat de aantallen bloemen dermate laag zijn dat statistische toetsing onverantwoord is.

Tabel 5.9 De effecten van begrazing op bloemaanbod, uitgesplitst per duinzone en verschillende graasdruk. Klasse 1 licht, klasse 2 matig en klasse 3 zwaar begraasd, zie tekst (Mann-Whitney U-toets). De richting van het effect staat weergegeven.

		bloemen april	Galium juli	bloemen juli	bloemen juli + Galium
Renodunaal kalkrijk	1-3				0.007
	<i>richting</i>	ns	0.021	0.001	
			1>3	1<3	1<3
	2-3	ns	ns	0.016	0.020
	<i>richting</i>			2<3	2<3
Renodunaal ontkalkt	1-3				ns
	<i>richting</i>	ns	ns	ns	
	2-3	ns	ns	0.017	ns
	<i>richting</i>			2>3	
Wadden	2-3	0.03	0.08	ns	ns
	<i>richting</i>	2>3	2>3		

Tabel 5.10 Aantal getelde bloemen in april in juli, uitgesplitst per duinzone en loi-klasse (χ -kwadraat toets, $p < 0.05$). De richting van het effect staat weergegeven (o = onbegraasd, b = begraasd) hoezo niet waddendistrict?

	bloemen april	Galium juli	bloemen juli	bloemen juli + Galium
Renodunaal kalkrijk - laag	ns	ns	ns	ns
<i>richting</i>				
Renodunaal kalkrijk - hoog	ns	ns	0.096*	ns
<i>richting</i>			o<b	
Renodunaal ontkalkt - laag	ns	ns	ns	ns
<i>richting</i>				
Renodunaal ontkalkt - hoog	ns	ns	ns	0.035
<i>richting</i>				o>b

* $p 0.05 < 0.099$

5.5 Zijn er correlaties tussen graasdruk, biomassa, vegetatiehoogte en –structuur en bloemrijkdom?

Binnen begraasde plots zijn correlatieanalyses uitgevoerd om te onderzoeken hoe een toenemende graasdruk en toenemende graasjaren de gemeten

variabelen beïnvloeden. Door GVE te vermenigvuldigen met het aantal graasjaren worden zowel GVE als het aantal graasjaren meegenomen in de analyses, op het moment van onderzoek. Vervolgens zijn correlatie-analyses per duinzone uitgevoerd (tabel 5.11) voor biomassa vaatplanten, vegetatiehoogte, vegetatiestructuur en bloemaanbod.

De grootte van GVE*jaar verschilt tussen duinzones. In Renodunaal kalkrijk is de gemiddelde waarde 1.5 GVE*jaar, in Renodunaal ontkalkt 2.0 GVE*jaar en op de Wadden 3.2 GVE*jaar, dus ruim twee keer zo hoog als in kalkrijke duinen van het Renodunaal district. Dit is belangrijk omdat, hoewel er positieve of negatieve verbanden tussen variabelen en GVE*jaar zijn (tabel 5.9), deze waarden hierdoor in feite niet te vergelijken zijn tussen duinzones. Wat bij Renodunaal kalkrijk de hoogste GVE*jaar is, kan in W een middenwaarde zijn, wat gevolgen heeft voor de correlatie tussen GVE*jaar en de variabele.

Tabel 5.11 *Correlatie tussen toenemende GVE*jaar en ontwikkeling van de gemeten variabele. Een +verband indiceert een positieve correlatie tussen toenemende GVE*jaar en toenemende waarde van de variabele. Bijvoorbeeld, in Rk neemt het aantal bloemen in april toe met toenemende GVE*jaar. (Kendall's tau)*

	Renodunaal kalkrijk	Renodunaal ontkalkt	Wadden
biomassa			
vaatplanten	ns	ns	ns
vegetatiehoogte	ns	ns	- 0.39
vegetatiestructuur	ns	+ 0.29*	- 0.27
bloemaanbod april	+ 0.21*	- 0.36	ns
bloemaanbod juli	+ 0.23*	ns	ns
bloemen Galium	ns	ns	ns

* p 0.05 < 0.099

Conclusies effecten op de vegetatie

Door begrazing neemt de hoeveelheid bovengrondse biomassa van vaatplanten over het algemeen af. Dit is vooral duidelijk in de kalkrijke duinen van het Renodunaal district en de kalkarme duinen op de Wadden. In ontkalkte delen van de Renodunale duinen lijkt er geen significant effect te zijn van begrazing op biomassa. De biomassa van mossen+korstmossen reageert niet op begrazing, behalve in ontkalkte delen van de Renodunale duinen bij een hoog organisch stofgehalte. In alle drie de duinzones neemt de vegetatiehoogte in duingraslanden af door begrazing. De effecten van begrazing op structuur van de vegetatie van duingraslanden zijn negatief: de variatie in vegetatiehoogte neemt af door begrazing, vooral op de Wadden.

De bedekking met 'vergrassende grassen' neemt af in de Renodunale duinen, maar niet/nauwelijks in het Waddendistrict. De bedekking van kruiden verandert niet door begrazing, behalve op de Wadden waar ze toenemen bij lage organisch stofgehaltes. Mossen lijken in ontkalkte delen van Renodunale duinen en op de Wadden toe te nemen door begrazing, maar bedekking met korstmossen vertoont (vrijwel) geen reactie op begrazing. Hierbij moet worden opgemerkt dat de soortdiversiteit, hoogte en biomassa van de korstmossen niet afzonderlijk zijn bepaald van de mossen. Strooiselbedekking neemt overal af door begrazing en de oppervlakte open zand lijkt toe te nemen door begrazing. Begrazingsbeheer heeft geen positief of negatief effect op het aantal bloeiende bloemen.

6 Effecten van begrazing op de bodemfauna

6.1 Multivariate analyse van bodemeigenschappen en bodemfauna

Om te toetsen of effecten van begrazing wel zichtbaar zijn als meerdere bodemeigenschappen samen worden geanalyseerd, is gebruik gemaakt van een principale componentenanalyse (PCA), binnen het programma Canoco (ter Braak 1986). In deze analyse kan de positie van de afzonderlijke begraasde en niet-begraasde monsterpunten in het assenstelsel bepaald worden, maar kan ook getoetst worden welk van de factoren als duinzone (en/of pH), organische stofgehalte (LOI en OM-klasse) en begrazing (en/of begrazingsdichtheid en -duur) werkelijk belangrijk zijn. Voor bodemeigenschappen zijn met name die voor de chemische samenstelling gebruikt (pH, LOI, extraheerbaar Ca, Mg, Na, K, NO₃, NH₄, P, Fe, Al, Mn, Zn en S), samen met bulkdensity en dikte van de strooisellaag en de Ah. Bij de milieuvariabelen is Duinzone gebruikt als maat voor ontkalking, waarbij kalkrijke locaties uit het Renodunaal district de waarde 1 hebben gekregen, de ontkalkte locaties uit het Renodunaal district de waarde 2, en de van nature kalkarme locaties uit het Waddendistrict de waarde 3. Daarnaast is de pH als continue variabele in de analyse meegenomen. De OM-klassen zijn ingedeeld als in het voorgaande hoofdstuk, met voor organische stofgehalten lager dan 2.5% een 1, en hogere waarden een 2. Daarnaast zijn de gemeten LOI-waarden in de analyse meegenomen. Begrazing is gebruikt in twee klassen: 0 = niet begraasd, 1 = wel begraasd. Voor begrazingsduur is het aantal jaren begrazing genomen, en voor begrazingsdichtheid het aantal GVE per ha. Alleen gebieden waar zowel begraasde als onbegraasde locaties voorkomen, en waar begrazing minstens twee jaar wordt toegepast zijn in de analyse meegenomen. Ook locaties met onvolledige datasets of uitschieters in bulkdensity of K zijn niet gebruikt. Voor bodemeigenschappen zijn in totaal 199 locaties geanalyseerd.

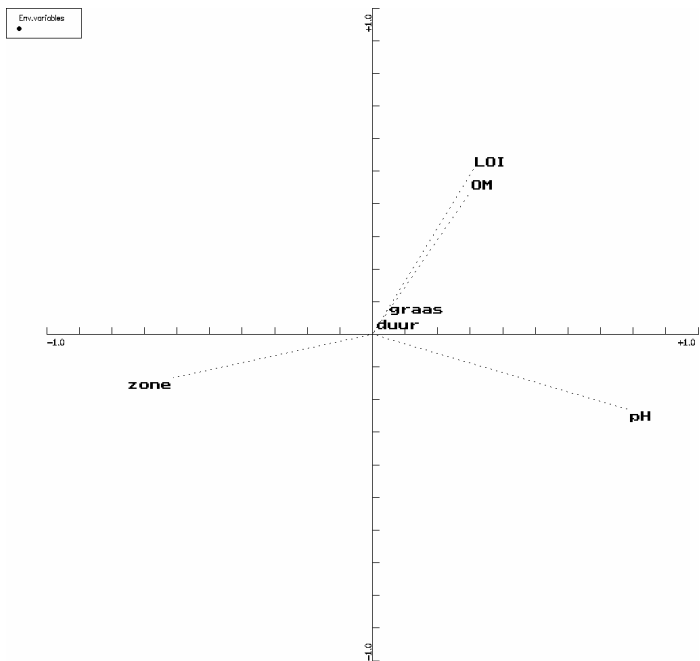
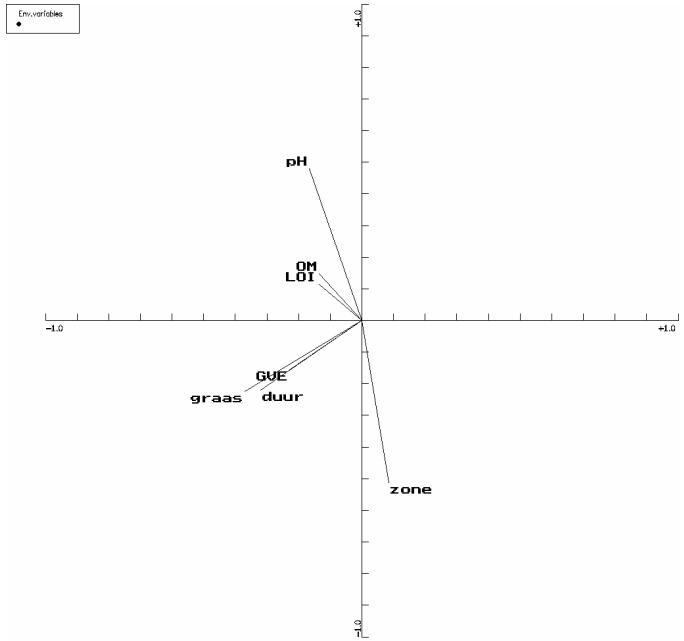
Voor de gezamenlijke taxa in de bodemfauna is een vergelijkbare analyse gedaan, maar omdat 'soorten' vaak een optimumverdeling laten zien in plaats van een rechtlijnig verband, is hier gekozen voor een correspondentieanalyse (CA). Ook bij bodemfauna wordt getoetst of duinzone (en/of pH), organische stofgehalte en begrazing (en/of begrazingsduur en dichtheid) belangrijk zijn voor de positie van begraasde en niet-begraasde plots. Van de verschillende taxa zijn nr 30 (Bibionidae) en 34 (Mycetophilidae) als passieve soorten meegenomen, omdat deze als uitschieters de analyse te sterk bepaalden. Ook bij de CA zijn onvolledige datasets, of locaties waar begrazing minder dan twee jaar werd toegepast weggelaten. Voor de analyse van de bodemfauna zijn 198 locaties gebruikt. Daarnaast is voor bodemfauna met behulp van Twinspan (Hill 1979) nader ingezoomd op de samenstelling in taxa. Hierbij is getoetst welke taxa belangrijk zijn, hoe ze over verschillende Twinspan-groepen worden verdeeld, en hoe de indeling in Twinspan-groepen weer samenhangt met factoren als begrazing en duinzone.

6.2 Belang van duinzone, organische stof en begrazing voor bodemeigenschappen en bodemfauna

Net als in het voorgaande hoofdstuk lijkt er voor bodemeigenschappen weinig effect te zijn van begrazing. De eerste as in het PCA-diagram werd vooral bepaald door duinzone en pH, terwijl de tweede as werd beïnvloed door het organische stofgehalte (Figuur 6.1). De invloed van begrazing, begrazingsdichtheid en/of duur lijkt ook op de gecombineerde bodemeigenschappen minimaal.

Bij de bodemfauna ligt dit echter heel anders. Bij bodemfauna wordt de eerste as van het CA-diagram bepaald door begrazing, begrazingsdichtheid en -duur. Duinzone speelt wel een rol, zoals wordt aangegeven op de tweede as. Het organische stofgehalte lijkt voor bodemfauna echter veel minder belangrijk.

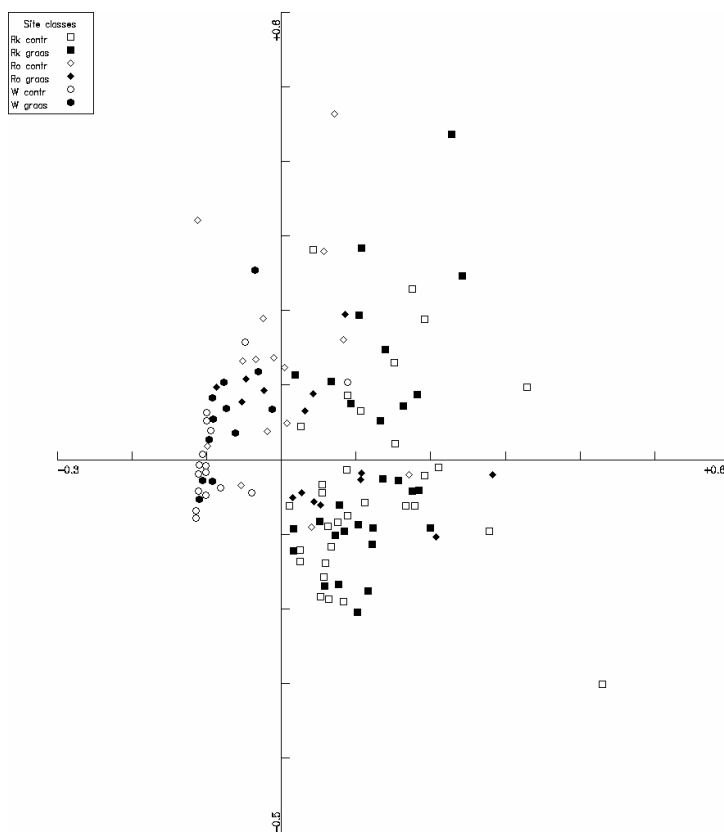
Figuur 6.1. Belang van duinzone en pH, organische stofklasse en LOI en begrazing, begrazingsduur en begrazingsdichtheid voor de variatie in bodemeigenschappen (links) en bodemfauna (rechts). Voor bodemeigenschappen is een PCA gebruikt, en voor de samenstelling van de bodemfauna een CA (Ter Braak 1986). In de analyses zijn alleen gebieden meegenomen waar zowel onbegraasde als begraasde locaties aanwezig waren, en begrazing minstens twee jaar werd toegepast. Ook zijn alleen locaties met volledige datasets gebruikt (n = 199 voor bodem en 198 voor fauna).



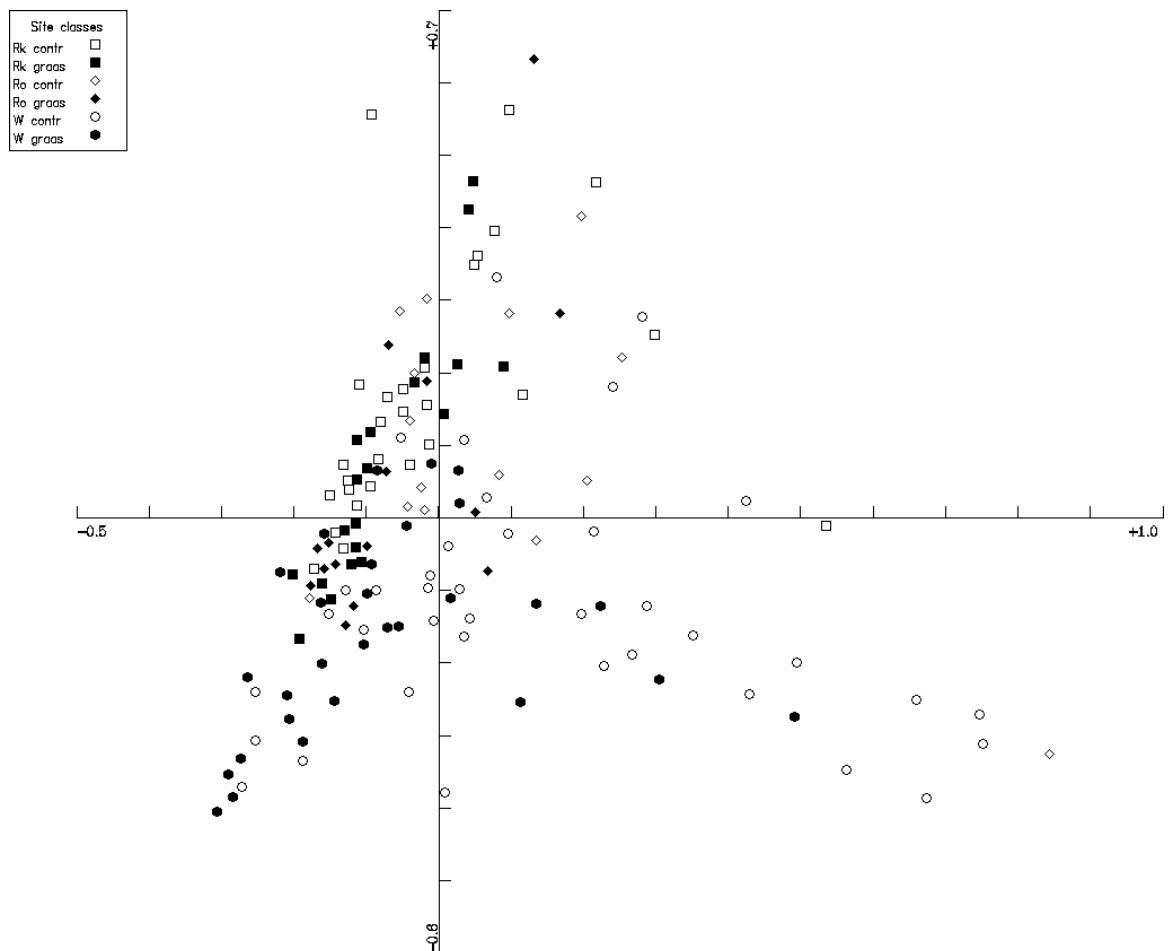
De geringe invloed van begrazing op de bodemeigenschappen, maar relatief sterke invloed op de bodemfauna wordt nader weergegeven in Figuur 2 en 3. Bij de bodemeigenschappen vindt langs de eerste as vooral een scheiding plaats tussen kalkrijke locaties uit het Renodunaal district (rechts) en kalkarme locaties uit het Wadden district (links), ongeacht of ze worden begraasd of niet. Langs de tweede as vindt vooral in de kalkrijke bodems verdere differentiatie plaats, tussen plots met meer en minder organische stof. Bij de locaties uit het Waddendistrict is verdere differentiatie minder duidelijk, omdat deze wat betreft bodemeigenschappen meer op elkaar lijken, en veel van deze punten sterk geclusterd links van en onder het middelpunt liggen.

Bij de bodemfauna wordt de eerste as in belangrijke mate bepaald door onbegraasde locaties (rechts) en begraasde locaties (links). Daarnaast vindt langs de tweede as min of meer een splitsing plaats tussen kalkrijke locaties van het Rendodunale district plaats (boven) en kalkarme locaties uit het Waddendistrict (onder).

Figuur 6.2. Positionering van onbegraasde en begraasde locaties in kalkrijke (Rk) en ontkalkte (Ro) duinen van het Renodunaal district, en in kalkarme duinen van het Waddendistrict (W), gebaseerd op bodemeigenschappen. De indeling is gebaseerd op een PCA (Ter Braak 1986). Onbegraasde locaties zijn weergegeven met open, en begraasde met gesloten symbolen. Renodunaal kalkrijk = vierkant, Renodunaal ontkalkt = ruitvormig en Wadden = cirkelvormig. In de analyses zijn alleen gebieden meegenomen waar zowel onbegraasde als begraasde locaties aanwezig waren, en begrazing minstens twee jaar werd toegepast. Ook zijn alleen locaties met volledige datasets gebruikt (n = 198). I.v.m. de leesbaarheid is een deel van de monsterpunten niet in het diagram opgenomen.



Figuur 6.3. Positionering van onbegraasde en begraasde locaties in kalkrijke (Rk) en ontkalkte (Ro) duinen van het Renodunaal district, en in kalkarme duinen van het Waddendistrict (W), gebaseerd op bodemfauna. De indeling is gebaseerd op een CA (ter Braak 1986). Onbegraasde locaties zijn weergegeven met open, en begraasde met gesloten symbolen. Renodunaal kalkrijk = vierkant, Renodunaal ontkalkt = ruitvormig en Wadden = cirkelvormig. In de analyses zijn alleen gebieden meegenomen waar zowel onbegraasde als begraasde locaties aanwezig waren, en begrazing minstens twee jaar werd toegepast. Ook zijn alleen locaties met volledige opnamen gebruikt (n = 199). I.v.m. de leesbaarheid is een deel van de monsterpunten niet in het diagram opgenomen.

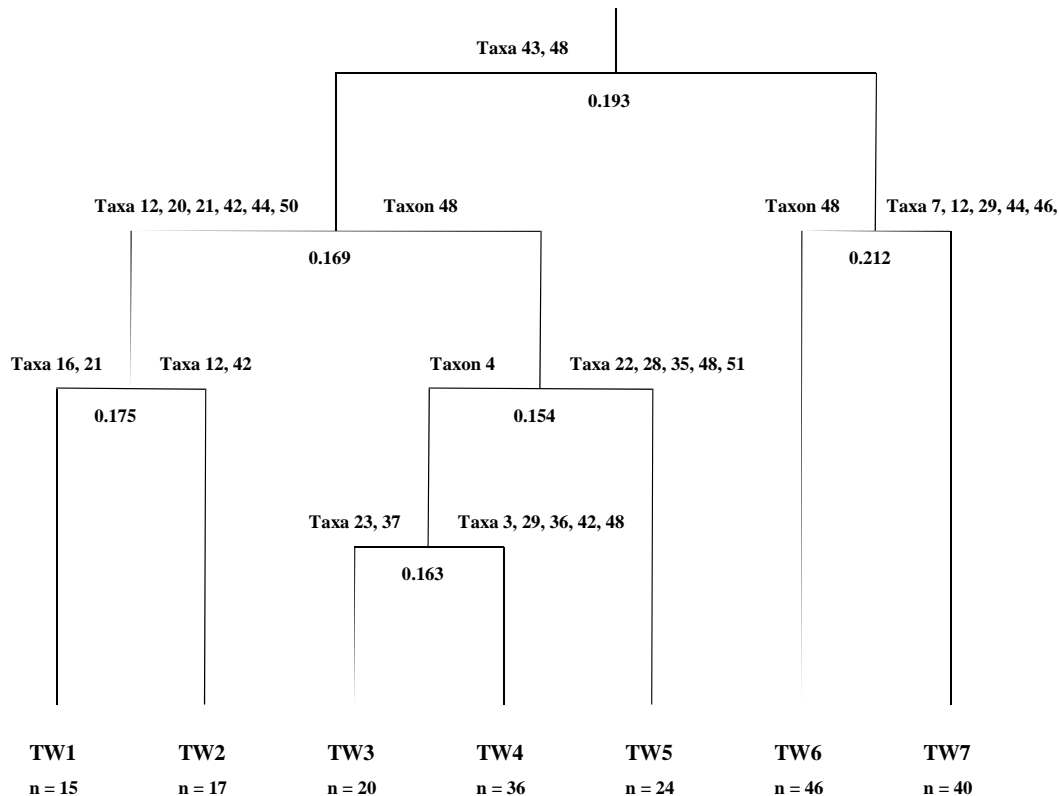


6.3 Twinspananalyse van de bodemfauna

Gezien de grote overlap aan taxa tussen verschillende opnamen en twinspangroepen zijn de eigenwaarden over het algemeen aan de lage kant. Maar net als in de Correspondentieanalyse wordt de belangrijkste splitsing bepaald door begrazing (Figuur 6.4, Tabel 6.1). Bij de eerste splitsing wordt een groep met 112 opnamen, waarvan 65% uit begraasde locaties afkomstig is, gescheiden van een groep met 86 opnamen, waarvan 74% tot de onbegraasde locaties behoort. De grotendeels begraasde groep wordt gekenmerkt door de taxa 43 (rupsen) en 48 (adulte vliegen). Voor de grotendeels onbegraasde groep bestaan de indicatorsoorten uit de taxa 2

(weekschildkevers), 44 (pissebedden), 45 (duizendpoten), 46 (miljoenpoten), 51 (borstelstaartjes) en 52 (regenwormen).

Figuur 6.4. Twinspan-analyse van de bodemfauna. De 198 opnamen zijn verdeeld over 7 groepen, volgens de onderstaande analyse. Weergegeven zijn eigenwaarden, die relatief laag zijn vanwege de grote overlap in diersoorten, en indicatorsoorten, de laatste met de nummers van de afzonderlijke taxa; voor de bijbehorende namen, zie Tabel 7 of appendix xxx.



De grotendeels begraasde groep links in de figuur wordt verder gesplitst op basis van duinzone. De groep met kalkrijke locaties wordt gesplitst van de groep met vooral locaties uit ontkalkte delen van het Renodunaal district en het Wadden district. De kalkrijke groep wordt afgesplitst op grond van het voorkomen van de taxa 12 (kniptorren), 20 (meeltorren), 21 (kevers), 42 (vliegen), 44 (pissebedden) en 50 (tripsen). Voor de ontkalkte en kalkarme locaties lijkt vooral de relatieve zeldzaamheid van deze soorten belangrijk, hoewel taxon 48 (adulte vliegen) wel een indicatorsoort is. De kalkrijke groep wordt op zijn beurt weer verdeeld in een groep met vooral onbegraasde locaties (twinspantype 1) en begraasde locaties (twinspantype 2). Taxa die hierbij een rol spelen zijn 16 (wolkevers) en 21 (kevers) voor de onbegraasde locaties, en 12 (meeltorren) en 42 (vliegen) voor de begraasde locaties. Het is verder opvallend dat de onbegraasde locaties vrijwel allemaal uit de Deltaduinen op Schouwen-Duiveland komen, terwijl de begraasde opnamen ook uit Meijendel, de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) en het Noordhollands Duinreservaat (NHD) afkomstig zijn. De verdere onderverdeling van twinspantypen 3-5 in de groep met ontkalkte en kalkarme bodem is minder eenduidig. Begraasde locaties op de Wadden (twinspantype

5) worden afgescheiden van de rest op basis van de taxa 22 (netwantsen), 28 (bladluizen), 35 (rouwvliegen), 48 (adulte vliegen) en 51 (borstelstaartjes). In de groep met Twinspanypen 3 en 4 speelt vooral taxon 4 (bladhaantjes) een rol. Verdere opsplitsing resulteerde in vooral begraasde locaties (twinspantype 4) met taxa als 3 (loopkevers), 29 (cicaden), 36 (langpootmuggen), 42 (vliegen) en 48 (adulte vliegen), en een restgroep die overal voorkwam (Twinspantype 3) met taxa als 23 (zaadwantsen) en 37 (muggelarven).

De grotendeels onbegraasde groep rechts in Figuur 6.4, met Twinspantypen 6 en 7, werd verder gesplitst op basis van duinzone. Twinspantype 6 bevatte vooral opnamen uit het Waddendistrict, en werd behalve door adulte vliegen vooral gekenmerkt door het ontbreken van taxa die in Twinspantype 7 wel voorkwamen, zoals 7 (snuitkevers), 12 (kniptorren), 29 (cicaden), 44 (pissebedden) en 46 (miljoenpoten). Twinspantype 7 bevatte verder vooral opnamen uit het Renodunaal district, en indien met kalkrijke bodem vooral afkomstig uit Meijndel, de AWD en het NHD, maar niet uit de Deltaduinen.

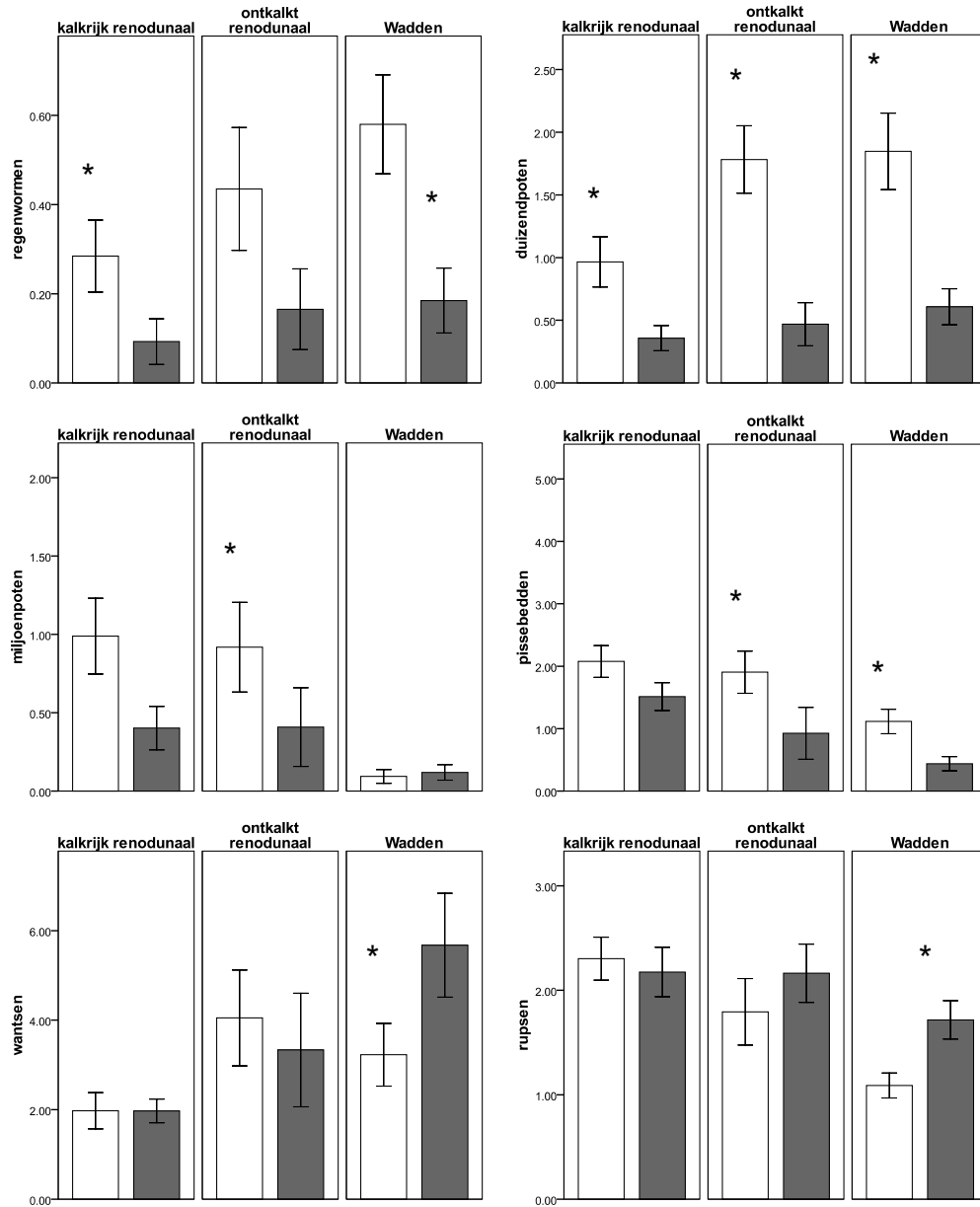
Tabel 6.1. Verdeling van duingebieden en bodemfauna over verschillende twinspangroepen. Rk = Renodunaal district, kalkrijke bodem; Ro = Renodunaal district, ontkalkte bodem; W = Wadden district. I = voorkomend in 1-20% van de opnamen in een bepaalde groep; II = in 20-40%; III = in 40-60%; IV = in 60-80% en V = in 80-100%. Voor de bodemfauna zijn alleen taxa die een frequentie hebben van minstens 20% in tenminste een van de twinspangroepen in de tabel opgenomen. * = de opnamen in twinspangroep 1 behoren vooral tot de Deltaduinen; ** = de opnamen uit twinspangroep 7 behoren vooral tot Meijendel, de AWD en het NHD.

		tw1	tw2	tw3	tw4	tw5	tw6	tw7
n =		15	17	20	36	24	46	40
<i>Verdeling van de gebieden over de twinspantypen</i>								
Rk	control	IV*	II	II	I	-	I	III**
	begraasd	II	IV	II	I	I	-	I
Ro	control	I	-	II	I	-	I	II
	begraasd	I	I	I	II	I	I	I
W	control	-	-	I	I	II	III	I
	begraasd	-	-	II	III	III	II	-
<i>Verdeling van de taxa in bodemfauna over de twinspangroepen</i>								
35	rouwmuggen	III	III	II	II	IV	I	I
3	loopkevers	IV	IV	I	III	I	II	II
20	meeltorren	IV	IV	II	II	I	I	II
32	dansmuggen	-	I	-	II	III	II	I
36	langpootmuggen	I	I	I	II	II	I	I
48	vliegen (adult)	IV	IV	IV	V	V	IV	I
23	zaadwantsen	II	I	III	I	-	I	I
19	kortschildkevers	V	V	V	V	V	V	V
43	rupsen	V	V	V	V	V	IV	V
28	bladluizen	V	V	IV	III	V	IV	IV
29	cicaden	III	III	II	IV	III	II	IV
47	spinnen	V	III	III	IV	IV	IV	IV
37	muggen	III	II	III	I	III	II	III
22	netwantsen	III	IV	III	III	IV	IV	IV
21	kevers	IV	I	I	I	I	I	II
42	vliegenlarven	III	V	I	III	III	II	III
50	tripsen	V	III	III	II	I	I	III
12	kniptorren	II	V	II	I	II	I	III
31	galmuggen	III	II	II	I	I	II	II
4	bladhaantjes	II	III	II	I	I	I	II
1	zwartkevers	III	I	I	I	-	I	II
7	snuitkevers	III	II	I	I	I	I	III
51	borstelstaarten	-	-	-	I	II	IV	II
45	duizendpoten	I	I	II	I	III	IV	V
52	regenwormen	-	I	I	I	-	III	III
8	ritnaalden	-	I	I	I	I	II	II
46	miljoenpoten	I	I	-	I	-	I	IV
16	wolkevers	IV	-	-	I	-	I	III
44	pissebedden	V	III	II	II	I	IV	V
54	pseudoschorpioen	I	-	-	I	-	I	II

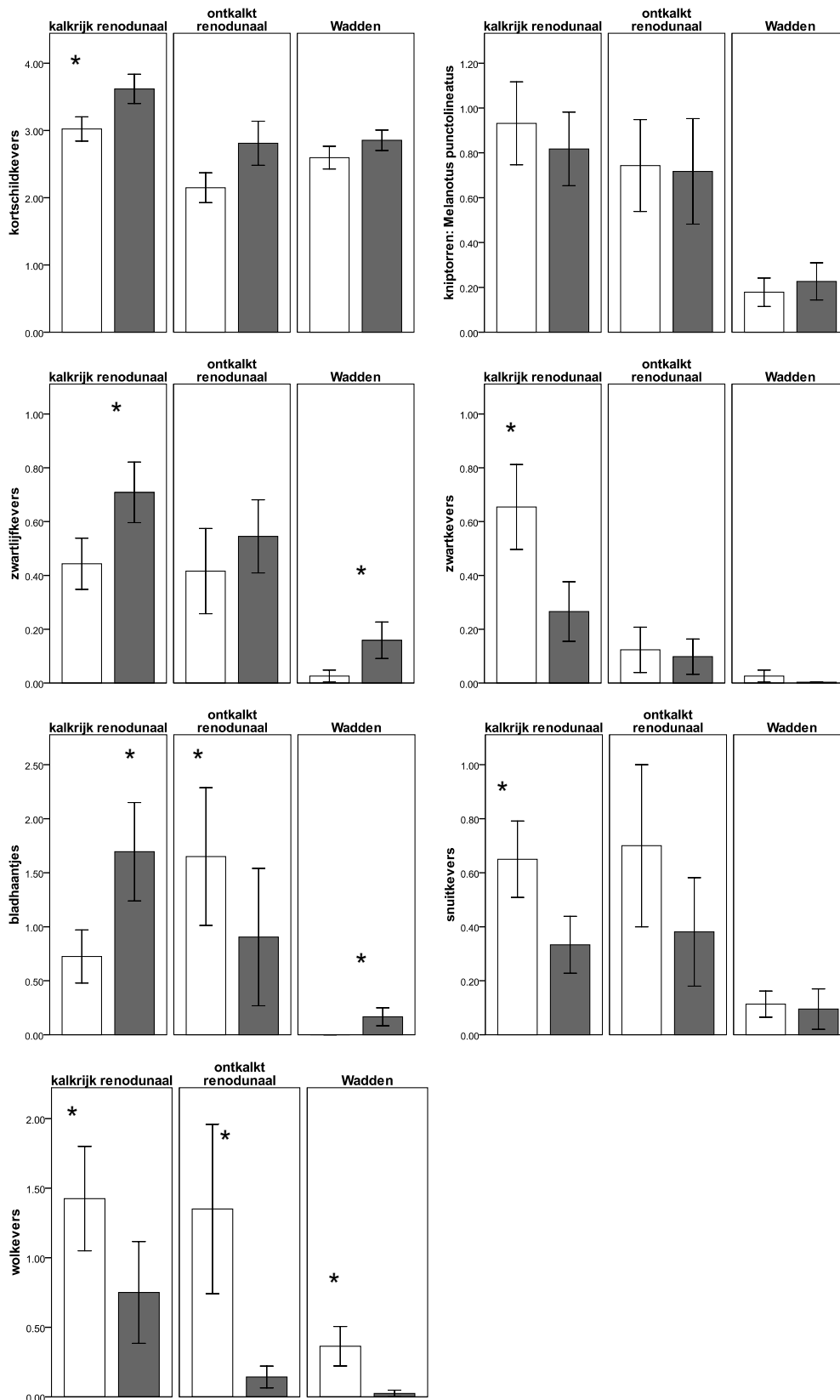
6.4 Effecten van begrazing op bodemfauna: detailstudie

De vele arthropoden-taxa die (als larf) in de bodem leven reageren verschillend op begrazing, of reageren niet. In totaal zijn 58 taxa

onderscheiden. De effecten van een aantal van deze taxa zijn weergegeven in tabel 6.2 en 6.3 om een idee te geven van de diversiteit aan reacties op begrazing. In tabel 6.3 staat de relaties tussen begrazing en een aantal keverfamilies.



Figuur 6.5 Gemiddelde aantallen per plag per duinzone voor de arthropoden klassen uit tabel 6.1 (wortel-getransformeerd, gemiddelde plus standaardfout)



Figuur 6.6 Gemiddelde aantallen kevers per plag per duinzone (wortel-getransformeerd, gemiddelde plus standaardfout)

Ondanks de verscheidenheid aan reacties zijn er patronen. Zo lijken detritivoren als regenwormen en pissebedden af te nemen door begrazing,

waarschijnlijk door een afnemende strooiselbedekking (zie hoofdstuk 5). Rupsen lijken nauwelijks te reageren op begrazing, behalve in het Waddendistrict waar de aantallen in begraasde delen hoger zijn dan in onbegraasde delen. Het gaat om rupsen die in de strooisellaag leven en foerageren op basale delen van met name grassen; dit zijn met name rupsen van uiltjes (*Noctuidae*) en microlepidoptera. Fytofage rupsen van met name dagvlinders als schoenlappers (*Nymphalidae*) vallen hier niet onder en de gevonden resultaten kunnen dus niet vertaald worden naar de totale vlindergemeenschap van een gebied. In de bij tabel 6.2 horende figuur 6.5 staan de aantallen per plag per duinzone gegeven.

De effecten van begrazing op keverfamilies waarvan voldoende aantallen aanwezig waren om analyses over uit te voeren staan gegeven in figuur 6.6. De aantallen van een aantal taxa lijken lager te zijn op de Wadden, waaronder enkele taxa die belangrijke prooien vormen voor insectivore zangvogels als de sterk bedreigde tapuit (*Oenanthe oenanthe*) in kalkrijke delen van het Renodunaal district. Dit zijn de kniptor *Melanotus punctolineatus*, zwartlijven en zwartkevers.

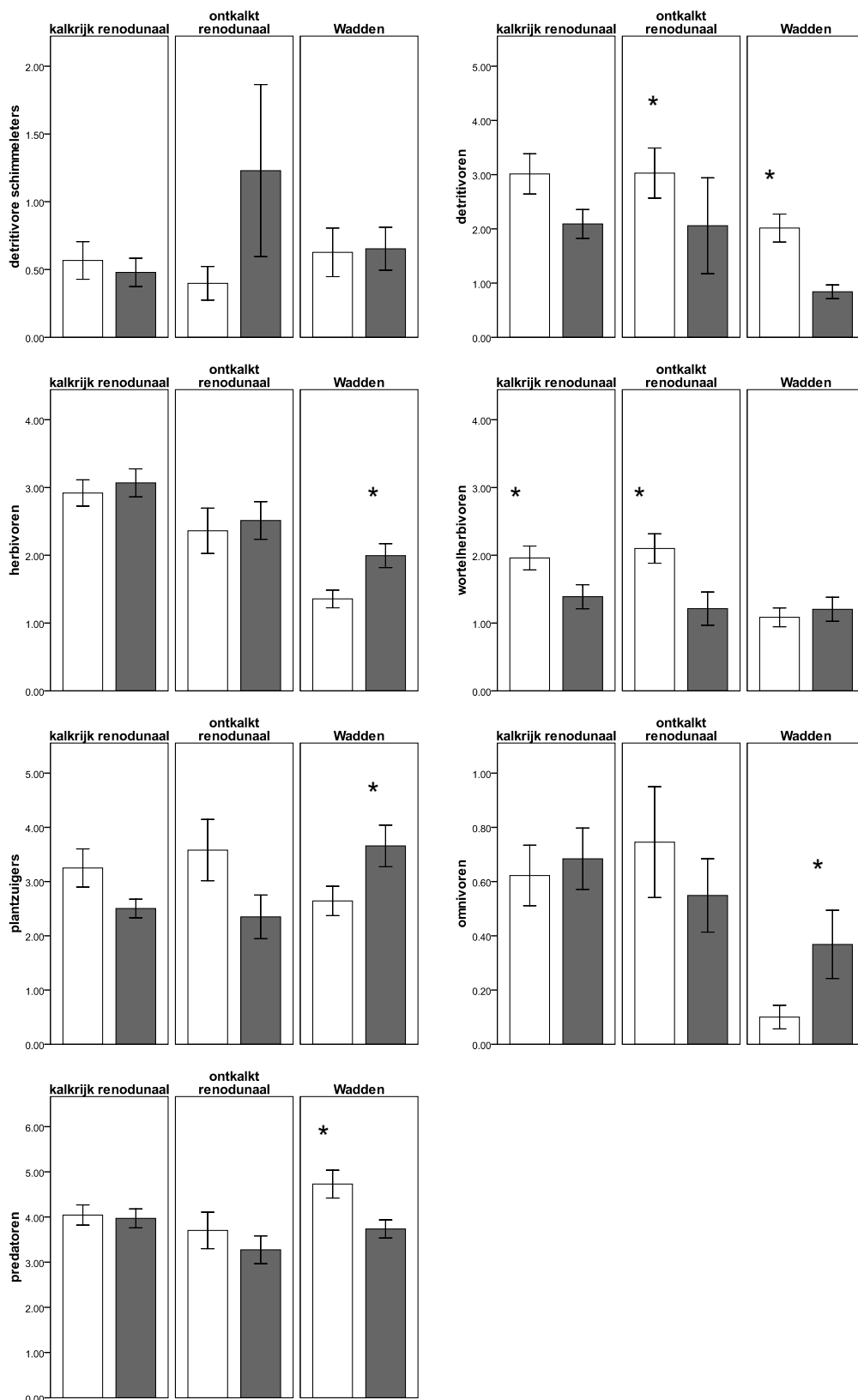
Omdat het organische stof gehalte in de bodem een bescheiden rol speelt in het voorkomen van bodemfauna in dit onderzoek, is geen verder onderscheid gemaakt in de effecten van loi binnen duinzones. Bovendien staat het grote aantal 'nul-metingen' (monsters waarin bepaalde soorten afwezig zijn) een meer verfijnde analyse in de weg. Effecten van de verschillende grazer-typen kunnen niet worden bepaald, omdat een aantal bodemfaunasoorten bijvoorbeeld minder op de Wadden voorkomt waar met hogere graasdichtheid wordt beheerd. De effecten van duinzone, grazertype en graasdichtheid lopen door elkaar en maken het moeilijk de afzonderlijke effecten te ontrafelen.

Voedselgildes en begrazing

Om meer grip te krijgen op de effecten van begrazing op bodemfauna en op de eventuele functionele betekenis van verschuivingen in arthropodenfauna, zijn de 58 taxa ingedeeld in voedselgildes. In totaal zijn negen gildes onderscheiden: (1) detritivore schimmeleeters, (2) detritivoren, (3) herbivoren, (4) omnivoren, (5) plantzuigers, (6) predatoren, (7) schimmeleeters, (8) wortelherbivoren en (9) zaadeters. In de analyses zijn gildes 7 en 9 niet behandeld vanwege het kleine aantal individuen per gilde (6 respectievelijk 22).

Detritivore schimmeleeters lijken niet te reageren op begrazing, maar detritivoren wel (figuur 6.8). De afname van strooisel zorgt voor een afname van dit gilde. Omdat de opbouw van de bodem voor een groot gedeelte wordt bepaald door detritivore arthropoden, kan een afname van dit gilde effecten op de bodem hebben. Een andere mogelijkheid is dat detritivoren evenredig afnemen met de afname in strooisel, dus dat de dichtheid detritivoren per eenheid strooisel niet veranderd. De aantallen detritivoren in het Waddendistrict lijken kleiner te zijn dan in de duinen van het Renodunaal district (figuur 6.8).

Herbivoren in de Renodunale duinen lijken niet te reageren op begrazing, maar in het Waddendistrict wel: begrazing heeft daar een positief effect op dit voedselgilde. Mogelijk is door de zeer sterke vergrassing op de Wadden de voedselkwaliteit slechter dan in de Renodunale duinen. Het aandeel kruiden is op de Wadden lager, maar wel nemen kruiden hier toe door begrazing; mogelijk zorgt deze toename voor meer verschillende voedselplanten waardoor herbivoren toenemen op de Wadden. Wortelherbivoren in de Renodunale duinen nemen af door begrazing, maar niet op de Wadden (waar de aantallen per monster kleiner lijken te zijn dan in de Renodunale duinen, figuur 6.8).



Figuur 6.8 Aantallen arthropoden per plag per duinzone uit tabel 6.2 per voedselgilde (wortel-getransformeerd, gemiddelde plus standaardfout)

Plantzuigers lijken niet te reageren op begrazing in de Renodunale duinen, maar wel op de Wadden: hier nemen ze toe door begrazing. Mogelijk geldt hier hetzelfde als voor de herbivoren. Omnivoren van de Renodunale duinen reageren niet op begrazing, maar op de Wadden, waar de aantallen lager lijken te zijn, nemen ze toe door begrazing. Tenslotte predatoren: alleen op de Wadden reageert dit gilde op begrazing, in negatieve zin.

Verschillende graasdruk, verschillen in effecten op bodemfauna?

Organismen kunnen verschillende reacties vertonen op verschillende graasintensiteit. Om effecten van verschillende graasintensiteit te onderzoeken, is de GVE/ha/jaar per duinzone verdeeld in drie begrazingsklassen. De lichtst-begraasde klasse 1 bestaat uit 0.03-0.08 (7 gebieden), middenklasse 2 uit 0.12-0.18 (12 gebieden) en de zwaarste klasse 3 uit 0.23-0.57 GVE/ha/jaar (5 gebieden). Dat graasdichtheid in het Waddendistrict hoger is dan elders (zie hoofdstuk 2) blijkt ook uit het feit dat klasse 1, de lichtste klasse, niet is aangetroffen op de Wadden. Vervolgens zijn per duinzone de verschillende klassen tegen elkaar getoetst, indien mogelijk.

Tabel 6.2a De effecten van begrazing op een aantal arthropoden klassen per duinzone en verschillende graasdruk. Klasse 1 licht, klasse 2 matig en klasse 3 zwaar begraasd, zie tekst (Mann-Whitney U-toets). De richting van het effect staat weergegeven.

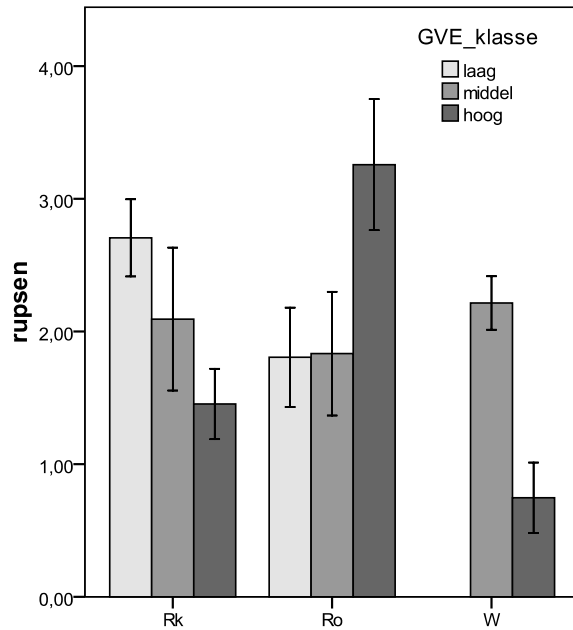
		Haplotaxida (regenwormen)	Chilopoda (duizendpoten)	Diplopoda (miljoenpoten)	Isopoda (pissebedden)	Heteroptera (wantsen)	Lepidoptera (rupsen)
R k	1-3	ns	ns	ns	ns	ns	0.015
	richtin g						1>3
	2-3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
R o	1-3	ns	0.037	ns	ns	ns	0.038
	richtin g		1>3				1<3
	2-3	ns	ns	ns	ns	ns	0.066
	richtin g						2<3
W	2-3	0.05	0.063	ns	ns	ns	0.001
	richtin g	2<3	2<3				2>3

Tabel 6.2b De effecten van begrazing op keverfamilies, uitgesplitst per duinzone en verschillende graasdruk. Klasse 1 licht, klasse 2 matig en klasse 3 zwaar begraasd, zie tekst (Mann-Whitney U-toets). De richting van het effect staat weergegeven.

		Staphylinidae (kortschildkevers)	Elateridae (kniptorren)	Tenebrionidae (zwartlijfkevers)	Alleculidae (zwartkevers)	Chrysomelidae (bladhaantjes)	Curculionidae (snuitkevers)	Lagriidae (wolkevers)
R k	1-3							
	richting	ns	ns	ns	ns	0.022 1>3	ns	ns
	2-3 richting	ns	ns	ns	ns	0.052 2>3	ns	ns
R o	1-3							
	richting	0.027 1<3	ns		ns	ns	ns	ns
	2-3 richting	ns	ns		ns	ns	ns	ns
W	2-3 richting	ns	0.052 2>3	ns	ns	ns	ns	ns

Regenwormen, miljoenpoten en pissenbedden lijken niet op een toenemende graasdruk te reageren; waarschijnlijk nemen ze al sterk af bij lichte graasdruk waardoor de aantallen bij sterke graasdruk verder nog maar weinig kunnen afnemen. Duizendpoten komen in ontkalkte, renodunale duinen meer voor in licht begraasde gebieden dan in zwaarder begraasde gebieden, in overeenstemming met het feit dat ze in onbegraasde terreinen meer voorkomen dan in begraasde. Op de Wadden komen ze binnen begraasde plots juist meer voor in de zwaarste begraasde gebieden, hoewel ze ook hier het meest voorkomen in onbegraasde terreinen. Rupsen, zie ook figuur @@@, nemen in kalkrijke renodunale terreinen en op de Wadden af door toenemende begrazing, maar in ontkalkte terreinen toe. Mogelijk spelen hier effecten van toenemende plantkwaliteit door begrazing en toenemende kans op vertrapping bij toenemende graasdruk door elkaar?

De meeste geanalyseerde kevers laten geen heldere patronen zien als gevolg van toenemende graasdruk, behalve bladhaantjes die, binnen begraasde terreinen van kalkrijke renodunale duinen, een voorkeur lijken te hebben voor gebieden met een lichte graasdruk. Wolkevers reageren niet op toenemende graasintensiteit, hoewel ze meer voorkomen in onbegraasde terreinen dan in begraasde. Mogelijk geldt hier weer dat deze familie sterk afneemt bij een lichte vorm van begrazing, waardoor een eventuele verdere afname bij toenemende graasdruk klein is.



Figuur 6.9 Gemiddeld aantal rupsen per GVE klasse per duinzone. Rk = Renodunaal kalkrijk, Ro = Renodunaal ontkalkt, W = Waddendistrict. Merk op dat W geen graasklasse 'laag' kent.

Verschillende graasdruk, verschillen in effecten op voedselgildes?

Detritivore schimmeleters reageren niet op toenemende graasdruk, evenmin verschillen hun aantallen tussen onbegraste en begraste terreinen. Detritivoren reageren ook niet op toenemende graasdruk, hoewel hun aantallen over het algemeen lager zijn in begraste delen (figuur @@@ eindje naar boven). Hoewel de aantallen herbivoren niet lijken te verschillen tussen begraste en onbegraste plots in beide renodunale zones, lijken ze binnen begraste delen wel te reageren op toenemende graasdruk. In kalkrijke delen van dit district zijn de hoogste aantallen gevonden in licht begraste delen, ontkalkte delen lijken weinig effecten op te treden. Wortelherbivoren lijken niet te reageren op toenemende graasdruk; waarschijnlijk reageren zij al sterk op lichte begrazing waardoor de aantallen bij toenemende graasdruk nog maar weinig kunnen dalen. Plantzuiger, omnivoren en predatoren lijken ook niet gevoelig te zijn voor toenemende graasdruk binnen begraste delen. Op de Wadden komen de eerste twee gildes meer voor in lichter begraste dan in zwaarder begraste delen.

Tabel 6.3 De effecten van begrazing op de zeven voedselgildes, uitgesplitst per duinzone en verschillende graasdruk. Klasse 1 licht, klasse 2 matig en klasse 3 zwaar begraasd, zie tekst (Mann-Whitney U-toets). De richting van het effect staat weergegeven.

		detritivore schimmeleeters	detritivoren	herbivoren	wortel- herbivoren	plantzuigers	omnivoren	predatoren
R k	1-3							
	richting	ns	ns	0.004 1>3	ns	ns	ns	ns
	2-3 richting	ns	ns	0.086 2>3	0.098 2<3	ns	ns	ns
R o	1-3							
	richting	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.03 1<3
	2-3 richting	ns	ns	0.077 2<3	ns	ns	ns	ns
W	2-3	ns	ns	0.001	ns	0.009	0.071	ns
	richting			2>3		2>3	2>3	

Effecten van begrazing op de dichtheid van de mierenfauna

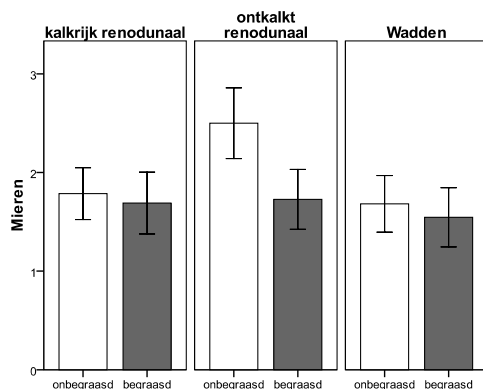
Het voorkomen van mieren in de onderzoeksplots is bepaald door per plot 10 happen grond te controleren op het voorkomen van mieren (ja of nee). Mieren lijken niet of nauwelijks te reageren op begrazing, gemeten met deze methode (figuur 6.10). Analyses tussen onbegaasd – begraasde paren levert theoretisch de meest gedetailleerde resultaten op, maar ook hier worden geen significante verschillen gevonden tussen onbegaasde plots en hun begraasde partner, per duinzone.

Tenslotte is de aanwezigheidsfrequentie uitgezet tegen GVE*jaar (tabel 6.4): mieren in begraasde plots van ontkalkte duinen van het Renodunaal district nemen af met een toenemende GVE*jaar.

Er komt uit dit onderzoek geen duidelijk effect van begrazing op de frequentie waarmee mieren zijn aangetroffen naar voren. Dit betekent niet dat de samenstelling van de mierengemeenschap niet kan verschillen; dit is niet onderzocht.

Tabel 6.4 verband tussen GVE*jaar en de frequentie waarmee mieren zijn aangetroffen. Een - verband indiceert een negatieve correlatie tussen toenemende GVE*jaar en afnemende waarde van de variabele. Bijvoorbeeld, in Ro neemt met toenemende GVE*jaar de frequentie waarmee mieren zijn aangetroffen af (Kendall's tau)

	Rk	Ro	W
mieren	ns	- 0.49	ns



Figuur 6.10. De frequentie waarmee mieren zijn aangetroffen per onderzoeksplot, op een schaal van 0 tot 10 (niet aangetroffen tot in alle happen grond aangetroffen).

Zijn er correlaties tussen graasdruk en effecten op de ongewervelde fauna?

Binnen begraasde plots zijn correlatieanalyses uitgevoerd waarin zowel de graasdruk als het aantal jaren dat begraasd wordt worden meegenomen. Hiertoe is het aantal GVE vermenigvuldigd met het aantal graasjaren. Zo wordt rekening gehouden met het aantal jaar dat begraasd wordt, op het moment van onderzoek. Vervolgens zijn correlatieanalyses per duinzone uitgevoerd voor het aantal taxa uit tabel 6.1 en 6.2 en de zeven voedselgildes.

De waarde van GVE*jaar op de Wadden is gemiddeld hoger dan in kalkrijke Renodunale duinen (Kolmogorov-Smirnov toets, $p=0.000$). Hierdoor wordt het met de huidige beperkte dataset vrijwel onmogelijk effecten van duinzone, soort grazer en GVE*jaar uit elkaar te trekken en kunnen resultaten tussen duinzones nauwelijks worden vergeleken. Komen bepaalde taxa minder voor op de Wadden door de effecten van duinzone (op de vegetatie) of omdat de GVE*jaar hoger is of omdat er meer dan elders met schapen wordt begraasd? Wat in kalkrijke Renodunale duinen de hoogste GVE*jaar is, kan op de Wadden een meer gemiddelde waarde zijn. Ontkalkte renodunale duinen verschillen in GVE*jaar niet van kalkrijke delen noch van de Wadden. Binnen begraasde plots van de Renodunale duinen lijkt de grootte van GVE*jaar geen effect te hebben op regenwormen, maar in begraasde Waddenplots lijken regenwormen toe te nemen met toenemende GVE*jaar. Hoewel duizend- en miljoenpoten af kunnen nemen door begrazing (tabel 6.1), lijkt binnen de begraasde plots de grootte van GVE*jaar geen grote rol te spelen behalve in ontkalkte renodunale duinen.

Rupsen lijken te profiteren van toenemende GVE*jaar in ontkalkte duinen van het Renodunaal district, maar juist af te nemen op de Wadden –waar de gemiddelde aantallen in begraasde plots wel hoger liggen dan in onbegrasde plots. Omdat de graasdruk op de Wadden hoger is dan in de Renodunale duinen, kunnen negatieve fysieke effecten van begrazing (bijvoorbeeld vertrapping) een rol gaan spelen op de Wadden.

Binnen begraasde terreinen reageren kortschild- en zwartlijfkevers positief op toenemende GVE*jaar, en zwart-, snuit- en wolkevers negatief. Bladhaantjes laten een negatief verband zien met toenemende GVE*jaar, hoewel de absolute aantallen in begraasde Waddenplots hoger zijn (tabel 6.1). Rupsen en bladhaantjes vertonen op de Wadden een zelfde patroon: beide komen meer voor in begraasde delen, waarbinnen ze negatief reageren op toenemende GVE*jaar. Begrazing lijkt dus positief uit te pakken voor deze beide groepen op de Wadden, maar niet in te hoge dichtheid.

Tabel 6.5 Correlatie tussen toenemende GVE*jaar in begraasde plots en ontwikkeling van een aantal arthropoden taxa. Een +verband indiceert een positieve correlatie tussen toenemende GVE*jaar en toenemende waarde van de variabele. Bijvoorbeeld, in W neemt het aantal regenwormen toe met toenemende GVE*jaar (Kendall's tau).

	Haplotaxida (regenwormen)	Chilopoda (duizendpoten)	Diplopoda (miljoenpoten)	Isopoda (pissebedden)	Heteroptera (wantsen)	Lepidoptera (rupsen)
Rk	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Ro	ns	-0.50	ns	ns	ns	+0.44
W	+0.24*	ns	ns	ns	ns	-0.25

* p 0.05 < 0.099

	Staphylinidae (kortschildkevers)	Elateridae (kniptorren)	Tenebrionidae (zwartlijfkevers)	Alleculidae (zwartkevers)	Chrysomelidae (bladhaantjes)	Curculionidae (snuitkevers)	Lagriidae (wolkevers)
R	+0.24	ns	+0.17*	-0.19*	ns	-0.20	-0.17*
k							
R	+0.26	-0.26	ns	ns	-0.29	ns	-0.24*
o							
W	+0.40	ns	+0.36*	ns	-0.36*	ns	ns

* p 0.05 < 0.099

Zijn er correlaties tussen graasdruk en effecten op voedselgildes?

Detritivore schimmeleeters reageren in geen enkele duinzone op begrazing (tabel 6.6), maar binnen begraasde plots speelt graasintensiteit wel een rol. In kalkrijke Renodunale duinen reageren de aantallen positief op toenemende graasintensiteit, maar op de Wadden negatief. Voor detritivoren en wortelherbivoren maakt de mate van begrazing geen significant verschil in begraasde plots. Waarschijnlijk werkt begrazing ook bij lage graasintensiteit al sterk negatief op de aantallen detritivoren, waardoor bij toenemende graasintensiteit de aantallen nog maar weinig kunnen afnemen.

Herbivoren en plantzuigers reageren nauwelijks op begrazing, behalve op de Wadden waar ze meer aangetroffen zijn in begraasde plots (tabel 6.6). Binnen deze begraasde plots is er een negatief verband tussen graasintensiteit en de aantallen herbivoren en plantzuigers. In kalkrijke duinen nemen de aantallen plantzuigers toe met toenemende GVE*jaar.

Omnivoren reageren nauwelijks op begrazing, behalve op de Wadden (tabel 6.6), noch op toenemende graasintensiteit binnen begraasde plots. Omnivoren hebben waarschijnlijk een brede ecologische niche waardoor populaties in verschillende omstandigheden kunnen bestaan.

Predatoren ten slotte reageren niet op begrazing in de renodunale duinen (tabel 6.6), maar binnen begraasde plots lijken de aantallen toe te nemen met een hogere graasintensiteit. Dit geldt niet voor de Wadden, waar significant hogere aantallen aangetroffen zijn in onbegraasde delen.

Tabel 6.6 Correlatie tussen toenemende GVE*jaar en ontwikkeling van de 7 voedselgildes. Een +verband indiceert een positieve correlatie tussen toenemende GVE*jaar en toenemende waarde van de variabele. Bijvoorbeeld, in Rk neemt het aantal detritivore schimmeleeters toe met toenemende GVE*jaar (Kendall's tau).

	detritivore schimmele ters	detritivor en	herbivor en	wortel- herbivor en	plantzuig ers	omnivor en	predator en
Rk	+0.28	ns	ns	ns	+0.28	ns	+0.34
Ro	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+0.34
W	-0.27	ns	-0.32	ns	-0.28	ns	ns

* p 0.05 < 0.099

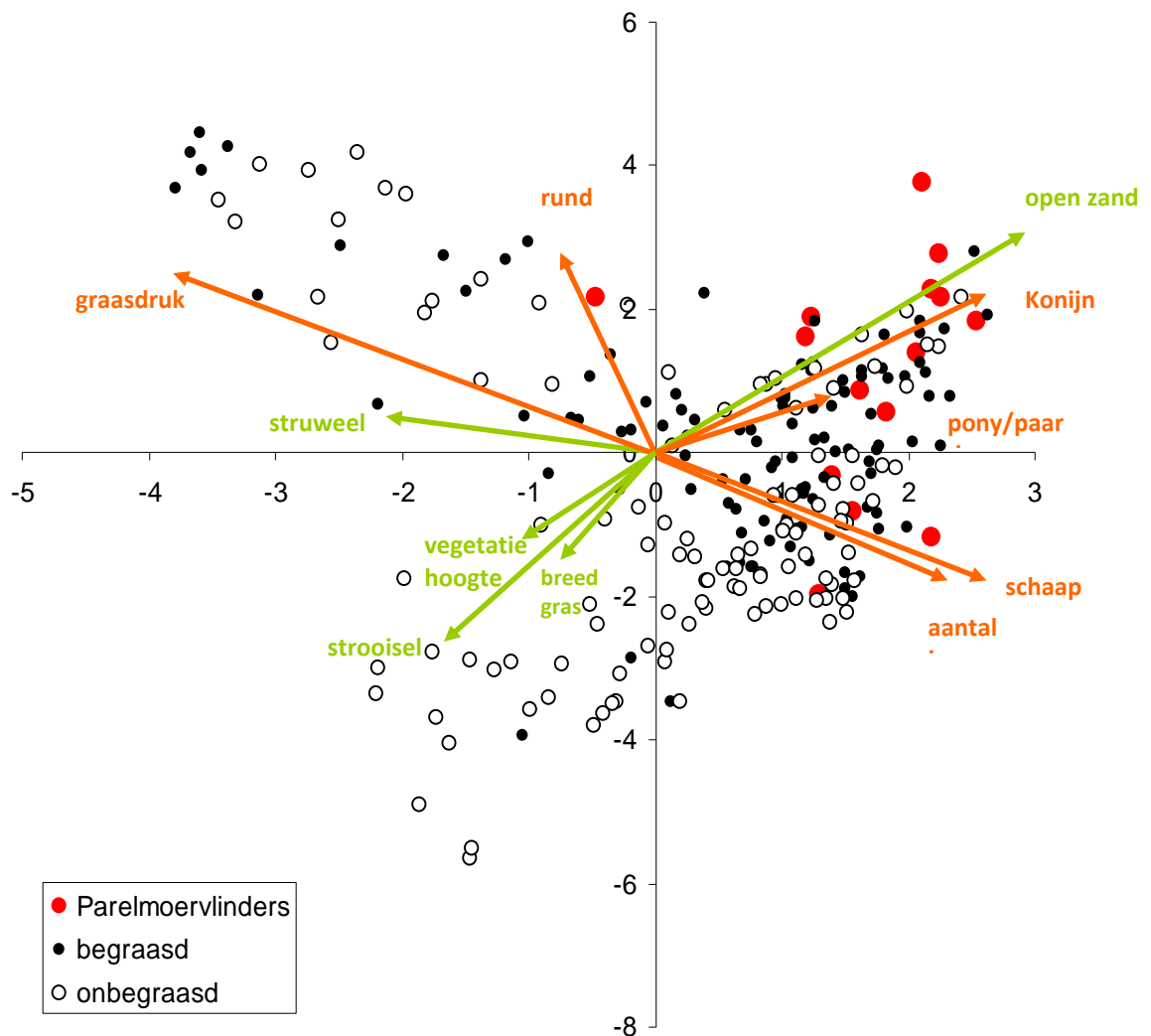
Conclusie effecten van begrazing op taxa en voedselgilden in bodemfauna

Ook bij een gecombineerde set van bodemeigenschappen lijkt begrazing nauwelijks effect op de bodemchemie te hebben. De positionering van locaties langs de eerste en tweede PCA-as wordt vooral bepaald door duinzone en het organische stofgehalte. Voor de bodemfauna is dit echter een heel ander verhaal. Bodemfauna lijkt in de eerste plaats beïnvloed te worden door begrazing, en dan pas door duinzone. Het organische stofgehalte speelt nauwelijks een rol. Taxa die mogelijk positief reageren op begrazing zijn rupsen en adulte vliegen. Taxa die mogelijk negatief worden beïnvloed zijn duizendpoten, miljoenpoten, pissebedden, borstelstaartjes en regenwormen. Regenwormen, miljoenpoten en pissebedden zijn detritivoren en gaan waarschijnlijk achteruit door een afnemende strooiselbedekking. De effecten op voedselgilden lijkt deels te verschillen tussen duinzones. Herbivoren in de Renodunale duinen lijken niet te reageren op begrazing, maar in het Waddendistrict positief. Mogelijk is door de zeer sterke vergrassing op de Wadden de voedselkwaliteit slechter dan in de Renodunale duinen. Het aandeel kruiden is op de Wadden lager, maar neemt toe door begrazing, wat mogelijk zorgt voor meer verschillende voedselplanten. Wortelherbivoren in de Renodunale duinen nemen af door begrazing, maar niet op de Wadden.

6.5 Leidt begrazing tot facilitatie van eiafzet locaties van parelmoervlinders?

Een van de vaak gestelde (combinatie van) doelen van begrazing is het krijgen van meer open zand, meer kruiden in relatie tot (hoog) gras en een hoger bloemaanbod. Al deze factoren kunnen o.a. leiden tot facilitatie van bloembezoekende insectensoorten, zoals dagvlinders. Twee soorten dagvlinders waarvan gehoopt wordt dat deze door begrazing gefaciliteerd worden, zijn de Kleine parelmoervlinder en de Duinparelmoervlinder. Om te onderzoeken of de veranderingen die begrazing teweeg brengt de omstandigheden gunstiger maken voor eiafzet van deze vlindersoorten, zijn 15 locaties waar eiafzet van parelmoervlinders is vastgesteld op eenzelfde manier beschreven als de 224 reguliere onderzoeksplots van het grootschalige begrazingsonderzoek. Daarna zijn al deze plots in een CCA geanalyseerd. Het resultaat van deze analyse is weergegeven in figuur 6.11. Uit deze figuur is op te maken dat geschikte eiafzetlocaties gekenmerkt worden relatief veel open zand, een geringe vegetatiehoogte en een lage bedekking van breedbladige grassen. Alhoewel in alle eiafzetlocaties uiteraard viooltjes aanwezig waren, was de kruidbedekking niet sterk sturend op de eerste twee assen. Wanneer naar de verschillende typen begrazing wordt gekeken, blijkt dat vooral Konijnen en in mindere mate begrazing met paarden of pony's en schapen leiden tot omstandigheden die gunstig lijken voor parelmoervlinders. Runderen zijn in dit opzicht indifferent of licht werken negatief. De graasdruk is opvallend genoeg negatief gecorreleerd met de omstandigheden van de eiafzetplekken, graasduur was nauwelijks verklarend (niet in de figuur opgenomen).

Onderzoeksploots parelmoer CCA



Figuur 6.11. CCA analyse van alle begraasde en onbegraasde ploots in combinatie met 15 ploots die zijn opgenomen op locaties waar eiafzet van Kleine Parelmoervlinder of Duinparelmoervlinder is waargenomen.

7. Effecten op broedvogels en konijnen

7.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de invloed van begrazingsbeheer met grote grazers op veranderingen in de abundanties van broedvogels en konijnen van droge duinen geëvalueerd. De effecten worden gerelateerd aan verschillen in habitatvoorkeuren van de vogels, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen vogelgemeenschappen van open duinen, lage struweelduinen en hoge struweelduinen. Tevens wordt aandacht besteed aan de rol die Konijnen spelen in de driehoeksrelatie met grote grazers en broedvogels: in hoeverre profiteren Konijnen van de introductie van begrazing en in hoeverre heeft de abundantie van Konijnen invloed op de effecten van begrazing op broedvogels?

De onderzoeksvragen kunnen derhalve als volgt worden geformuleerd:

1. Zijn er effecten van begrazingsbeheer op de samenstelling van de broedvogelgemeenschap?
2. Zijn er effecten van begrazingsbeheer op trends in dichtheden van broedvogels?
3. Is er een correlatie tussen begrazingstype (dichtheid, duur, veetype) en de effecten op de broedvogels? Worden deze effecten beïnvloed door de abundantie van Konijnen?
4. Zorgt begrazing voor facilitatie van Konijnen, en hoe hangt dit af van begrazingstype?

Het invoeren van begrazingsbeheer met grote grazers had als doel om de verruiging in de duinen terug te dringen en een meer open, kortgrazig duinlandschap te creëren. Hierin blijkt het ook behoorlijk succesvol te zijn geweest: begrazing heeft verruigde grasachtige vegetaties en oprukkende struwelen teruggedrongen. Onze hypothese is dan ook dat begrazing heeft geleid tot een toename van vogelpopulaties karakteristiek voor open duinen en een afname van vogels van struweelduinen

Daarnaast valt het te verwachten dat begrazing leidt tot facilitatie van het Konijn. Facilitatie is het verschijnsel dat soort A omstandigheden in een gebied beïnvloed, zodat deze geschikter worden voor soort B, zonder dat soort A hier voor- of nadeel van heeft. Een bekend voorbeeld is de begrazing door grote herbivoren. Grote herbivoren zijn beter in het verteren van gewas van lage kwaliteit (weinig stikstof, veel cellulose etc.), zoals dat te vinden is in vergraste gebieden. Hergroei van gras is voedselrijker en beter verteerbaar, zodat kleinere herbivoren, die minder goed zijn in verteren, profiteren van de begrazing. Experimenten en modellen wezen uit dat een dergelijke facilitatie kan optreden bij konijn en grote grazers (Dekker, 2007; Somers et al, 2008). Het is echter aan te nemen dat dit positieve effect van begrazing afgelopen twee decennia werd overschaduwed door de invloed die de virusziekte VHS. Deze ziekte werd voor het eerst gesignaleerd in 1990 en analyses van de tellingen van konijnen in de duinen, die sinds 1984 worden uitgevoerd, laten zien dat de konijnenpopulatie sindsdien sterk is gedecimeerd (figuur x). Er lijkt echter resistentie te zijn ontstaan (Drees & Dekker [zoogdier], 2009) en er de laatste jaren herstel is te zien (Drees *et al.* 2009). Van Strien et al., in press).

Als facilitatie van konijn door grote grazers inderdaad een rol speelt, zou dit herstel sterker moeten zijn in begraasde dan in onbegraasde gebieden, zeker in regio's met dezelfde bodem en dus grofweg de zelfde plantproductiviteit.

In tegenstelling tot het onderzoek in de vorige hoofdstukken betreft het hier geen 'patroonanalyse' (een vergelijking tussen begraasde en onbegraasde terreinen op basis van een momentopname), maar een 'trendanalyse': er wordt een vergelijking gemaakt van aantalsontwikkelingen in de tijd tussen onbegraasde terreinen en terreinen die op enig moment gedurende de onderzoeksperiode in begrazing zijn genomen. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van steekproeftellingen van broedvogels in proefvlakken en van Konijnen in transecten, zoals die sinds halverwege jaren tachtig worden uitgevoerd in het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring van de Rijksoverheid.

7.2. Methode

7.2.1. Vogel- en konijngegevens

Veranderingen in populatiegroottes van broedvogels in de duinen worden gevolgd met het landelijke Broedvogel Monitoring Project van SOVON/CBS, dat loopt sinds 1983. De data worden verzameld door vrijwilligers en medewerkers van terreinbeherende organisaties. De veldwerkmethode is gebaseerd op jaarlijkse territoriumkartering in vast begrensde proefvlakken. Tijdens de kartering worden alle soorten broedvogels, of een vaste selectie van schaarse en zeldzame broedvogels, onderzocht. Territoriumkartering is gebaseerd op 5-10 bezoeken gedurende het broedseizoen. Zowel het veldwerk als de interpretatie van de telgegevens zijn sterk gestandaardiseerd (Van Dijk 2004).

Konijnen worden in de duinen geteld langs transecten, die onderverdeeld zijn in secties. De transecten worden 3 tot 4 keer in het voorjaar, en 3 of 4 keer in het najaar door medewerkers van de terreinbeherende instanties met een auto gereden. Konijnen die in de koplampen worden gezien worden geteld. De transecten lopen door alle typen duingebied, waarbij is gepoogd elk transect in slechts 1 een uniform landschapstype te laten lopen. De langste reeksen zijn gestart in 1984.

De ligging van alle broedvogel-proefvlakken en konijnen-transecten is vastgelegd in een GIS, waardoor ze kunnen worden gekoppeld met de ligging van begrazingseenheden. Slechts van een deel van de begrazingseenheden was de begrenzing echter in GIS beschikbaar. Middels interviews en enquêtes met beheerders is de begrenzing van de overige begrazingseenheden daarom zo goed mogelijk achterhaald, en zijn daarnaast gegevens verzameld over de beheersgeschiedenis, met name met betrekking tot het startjaar van begrazing, type vee, periode van begrazing (jaarrond/zomer/winter) en de aantallen grazers. Niet altijd konden deze gegevens worden achterhaald. De dataset is zeer volledig ten aanzien van type grazer, periode van begrazing en ook startjaar (één gebied ontbreekt), maar gegevens over aantallen grazers ontbreken voor elf proefvlakken. Informatie over de jaarlijkse variatie in aantallen grazers blijkt zelfs nauwelijks te zijn vastgelegd, en kon dus ook niet in de analyses worden meegenomen.

7.2.2. Selectie van proefvlakken

Eerst in een selectie gemaakt van 220 BMP-proefvlakken in de duinen. Hiervan liggen er 137 in de kalkrijke duinen (ten zuiden van Bergen aan Zee) en 83 om de kalkrijke duinen (Kop van Noord-Holland en Waddeneilanden). Proefvlakken in de bossen van de binnenduintrand zijn hierbij buiten

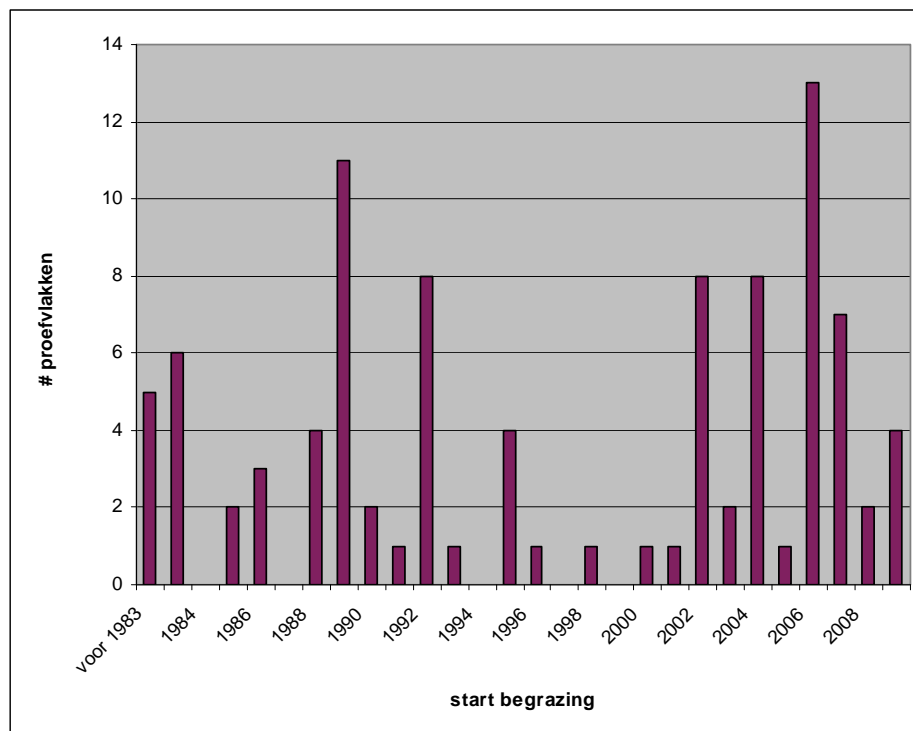
beschouwing gelaten. Alle proefvlakken zijn in de periode 1983-2009 gedurende twee of meer jaren onderzocht. Gemiddeld is een proefvlak in 14 jaren gedurende de onderzoeksperiode onderzocht. Vervolgens zijn de proefvlakken gekoppeld aan begrazingseenheden. 97 proefvlakken bleken geheel of grotendeels te overlappen met begrazingseenheden, de resterende 123 proefvlakken worden niet begraasd ('blanco's'). In totaal zijn 42 verschillende begrazingseenheden in het onderzoek betrokken.

Daarna zijn de proefvlakken gekoppeld aan Konijnen-transecten. Hierbij worden de secties van de transecten die de proefvlakken geheel of gedeeltelijk doorkruisen als representatief voor het hele proefvlak beschouwd. Als in een proefvlak meerdere secties liggen, wordt het aantal Konijnen per kilometer over de betreffende transecten per jaar gemiddeld. Voor 108 van de 220 proefvlakken bleken in een of meerdere jaren Konijntellingen beschikbaar: 45 in begraasde terreinen en 63 in onbegraasde terreinen. Vanwege de epidemie van VHS zijn Konijndichtheden over het algemeen erg laag in de onderzoeksperiode en de variatie tussen proefvlakken is bovendien klein. In bijna 80% van de proefvlakken werden geen Konijnen vastgesteld en in 95% van de proefvlakken ging het om minder dan 20 Konijnen per kilometer transect.

BMP-proefvlakken zijn behoorlijk over het hele Nederlandse duingebied verdeeld, met enige nadruk op de vastelandsduinen van Noord-Holland en de Waddeneilanden. De konijnen-transecten kennen echter belangrijke hiaten, vooral in de duinen in de Delta.

7.2.3. Variatie in begrazingsvorm

Gedurende de hele onderzoeksperiode zijn gebieden met BMP-proefvlakken in begrazing genomen. Vijf proefvlakken zijn al voor de start van de broedvogeltellingen doorlopend in begrazing geweest, terwijl 26 proefvlakken pas na 2006 in begrazing zijn genomen (figuur 1).



Figuur 7.1. Startjaar van begrazing in gebieden met BMP-proefvlakken.

Er blijken veel verschillende vormen van begrazing te worden toegepast, maar de meeste komen slechts weinig voor. Dit geldt bijvoorbeeld voor winterbegrazing (één proefvlak in de steekproef) en begrazing met alleen paarden (drie proefvlakken) of met alleen schapen/geiten (zes proefvlakken, waarvan drie zomerbegrazing). Daarom moesten verschillende vormen worden samengevoegd om tot bruikbare steekproefgroottes voor analyse te komen. Dit heeft geresulteerd in de volgende vier categorieën:

1. Jaarrond begrazing met runderen: 19 proefvlakken
2. Zomerbegrazing met runderen: 19 proefvlakken
3. Jaarrondbegrazing met een combinatie van grazers (runderen, paarden, schapen): 45 proefvlakken
4. Overige begrazingsvormen: 14 proefvlakken. In 9 gevallen betreft het begrazing met alleen paarden of alleen schapen/geiten.

De graasdruk per gebied is eerst omgezet in aantal grootvee-eenheden per hectare per jaar (GVE/ha/jr). Omdat informatie over variatie in aantallen grazers per jaar ontbrak en derhalve alleen van een analyse van graasdruk op hoofdlijnen sprake kan zijn, is de graasdruk onderverdeeld in drie klassen:

1. <0.10 GVE/ha/jr: 45 proefvlakken
2. 0.10-0.20 GVE/ha/jr: 26 proefvlakken
3. >0.20 GVE/ha/jr: 15 proefvlakken

Hierdoor kan ook beter met uitschieters in graasdruk rekening worden gehouden (maximaal 0.57 GVE/ha/jr). Overigens zijn begrazingsvorm en graasdruk tot op zeker hoogte verstrengeld, wat de zeggingskracht van de analyses enigszins bemoeilijkt (bv. graasdruk vaak hoger wanneer begraasd worden met paarden of schapen).

7.2.4. Selectie van vogelsoorten

Niet alle soorten broedvogels zijn in alle proefvlakken onderzocht (in een deel alleen selectie van schaarse soorten) en niet alle soorten zijn in alle proefvlakken aanwezig. Daarom zijn de analyses beperkt tot 32 soorten algemene en schaarse broedvogels van droge duinen, die relatief goed in het materiaal zijn vertegenwoordigd (tabel 1). Voor deze soorten waren gegevens uit minimaal vijf proefvlakken beschikbaar voor elk 'startjaar', dit is het aantal jaren dat na de start van de begrazing verstreken is. Het maximum aantal proefvlakken per startjaar bedraagt ongeveer 55, voor enkele algemene soorten in de eerste jaren na de introductie van begrazing. Voor zeldzamere soorten waren de steekproeven te klein voor zinvolle analyses, zoals Blauwe Kiekendief (maar zie kader), Velduil en Paapje. Op basis van hun habitatvoorkeuren kunnen de 32 soorten worden ingedeeld in de volgende drie duinvogelgemeenschappen (naar Sierdsema & Bonte 2002):

1. Broedvogels van open duinvegetaties (zand, mos, kort gras): 7 soorten
2. Broedvogels van ruigtes en lage struwelen, en mozaïeken met meer open vegetaties: 9 soorten
3. Broedvogels van hoge struwelen en bosranden (incl. ondergroei): 16 soorten.

Tabel 7.1. Broedvogels die voor de analyses geselecteerd zijn, inclusief hun habitatvoorkeur en totaal aantal vastgestelde territoria in de steekproef van BMP-proefvlakken.

Habitat	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	# territoria
open duin	Bergeend	<i>Tadorna tadorna</i> <i>Haematopus</i>	5.364
open duin	Scholekster	<i>ostralegus</i>	9.187
open duin	Kievit	<i>Vanellus vanellus</i>	3.243
open duin	Wulp	<i>Numenius arquata</i>	4.176
open duin	Veldleeuwerik	<i>Alauda arvensis</i>	2.237
open duin	Graspieper	<i>Anthus pratensis</i>	15.594
open duin	Witte Kwikstaart	<i>Motacilla alba</i>	1.007
open duin	Tapuit	<i>Oenanthe oenanthe</i>	3.969
laag struweel	Boomleeuwerik	<i>Lullula arborea</i>	1.217
laag struweel	Boompieper	<i>Anthus trivialis</i> <i>Luscinia</i>	3.403
laag struweel	Nachtegaal	<i>megarhynchos</i>	22.893
laag struweel	Blauwborst	<i>Luscinia svecica</i>	2.935
laag struweel	Roodborsttapuit	<i>Saxicola torquata</i>	4.043
laag struweel	Sprinkhaanzanger	<i>Locustella naevia</i>	7.153
laag struweel	Grasmus	<i>Sylvia communis</i>	33.629
laag struweel	Kneu	<i>Carduelis cannabina</i>	11.778
hoog struweel	Fazant	<i>Phasianus colchicus</i>	9.258
hoog struweel	Zomertortel	<i>Streptopelia turtur</i>	1.971
hoog struweel	Koekoek	<i>Cuculus canorus</i> <i>Troglodytes</i>	3.472
hoog struweel	Winterkoning	<i>troglodytes</i>	28.415
hoog struweel	Heggenmus	<i>Prunella modularis</i>	28.022
hoog struweel	Roodborst	<i>Erithacus rubecula</i>	9.391
hoog struweel	Gekraagde	<i>Phoenicurus</i>	
hoog struweel	Roodstaart	<i>phoenicurus</i>	3.108
hoog struweel	Merel	<i>Turdus merula</i>	14.590
hoog struweel	Zanglijster	<i>Turdus philomelos</i>	2.181
hoog struweel	Braamsluiper	<i>Sylvia curruca</i>	6.591
hoog struweel	Tuinfluitter	<i>Sylvia borin</i>	3.717
hoog struweel	Zwartkop	<i>Sylvia atricapilla</i>	7.119
hoog struweel	Tjiftjaf	<i>Phylloscopus collybita</i>	14.476
hoog struweel	Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	73.245
hoog struweel	Pimpelmees	<i>Parus caeruleus</i>	8.696
hoog struweel	Koolmees	<i>Parus major</i>	17.558

7.2.5. Analyses

De effecten van begrazing zijn geanalyseerd met behulp van Poisson regressie (loglineaire modellen, McCullagh & Nelder 1989) in GenStat9. Dit type GLM is bij uitstek geschikt voor de analyse van tijdreeksen van tellingen waarin relatief veel gegevens ontbreken. Per soort is een model opgesteld, waarin wordt verondersteld dat het getelde aantal territoria per soort afhankelijk is van het proefvlak, het jaar van onderzoek (om te corrigeren voor autonome trends en bv. jaarspecifieke weersomstandigheden) en het aantal jaren dat na de start van de begrazing verstreken is ('startjaar'). Voor proefvlakken zonder begrazing en voor jaren waarin de begrazing (nog) niet is begonnen, wordt dit laatste op nul gesteld (referentiesituatie). Op deze manier worden de trends

in begraasde gebieden gecorrigeerd voor de trends in niet begraasde gebieden. Een positief effect van begrazing wordt zo alleen vastgesteld als de trend in begraasde gebieden significant positiever is dan in niet begraasde gebieden (of significant minder negatief). De effecten van begrazing worden in de eerste plaats uitgedrukt met een enkele schatter inclusief standaardfout, die de lineaire trend in aantallen beschrijft in begraasde gebieden ten opzichte van de trend in niet-begraasde gebieden. Deze schatters zijn vervolgens over de betreffende soorten gemiddeld om de effecten van begrazing voor de drie duinvogelgemeenschappen te verkrijgen. De effecten van begrazing worden in de tweede plaats uitgedrukt met indexen per 'startjaar'. Hierbij is een maximum van 15 jaar aangehouden, omdat er te weinig gebieden waren om zinvolle uitspraken te doen voor de periode na 15 jaar nadat met begrazing is gestart. In zijn algemeenheid geldt voor alle soorten dat indexen voor het vijftiende jaar na de start van begrazing minder betrouwbaar zijn dan de indexen voor de eerste jaren na de start.

Met bovenstaande analyses wordt een goed beeld verkregen van de effecten van begrazing op broedvogels zoals dat sinds de jaren tachtig in de Nederlandse duinen is uitgevoerd. Om meer grip te krijgen op de invloed van verschillende aspecten van begrazing zijn de modellen in een vervolganalyse uitgebreid met interacties tussen startjaar en de variabelen graasvorm (vier categorieën) en graasdruk (drie klassen). Tenslotte zijn interacties toegevoegd met regio (kalkrijk of kalkarm) en aantal konijnen, om de invloed van deze variabelen op de effecten van begrazing bloot te leggen. Omdat voor een deel van de gebieden deze gegevens ontbraken, kon in de vervolganalyse met slechts een deelset van het totaal aantal proefvlakken gerekend worden. Dit resulteerde voor een deel van de soorten in erg kleine steekproeven, waardoor de resultaten alleen als indicatief kunnen worden beschouwd. De resultaten worden daarom alleen gebruikt op het niveau van de duinvogelgemeenschappen (waarbij de effecten over meerdere soorten worden gemiddeld), en niet op het niveau van de individuele soorten.

7.3 Resultaten

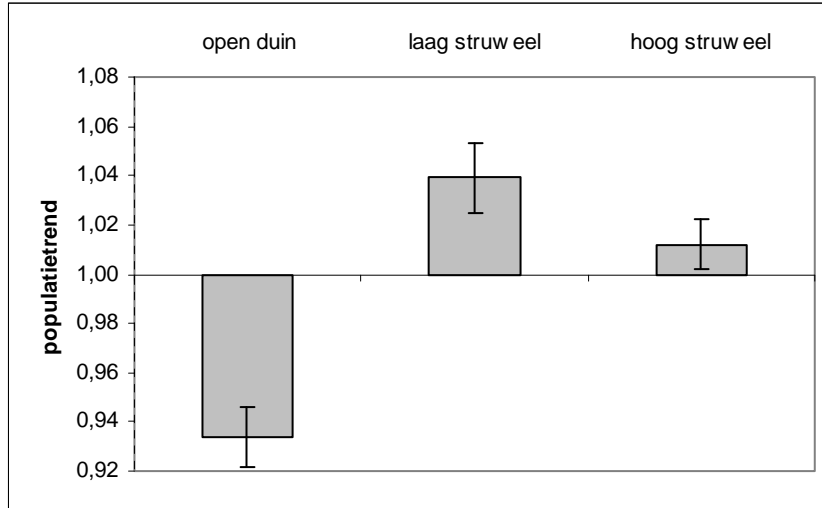
7.3.1 Autonome populatieontwikkelingen

In deze paragraaf worden eerst de 'autonome' populatieontwikkelingen besproken, dat wil zeggen de trends van broedvogels (en Konijnen) in de duinen zonder begrazing. Vervolgens worden de effecten van begrazing gepresenteerd. Voor beide gebeurt dit zowel op het niveau van de individuele soorten als de duinvogelgemeenschappen. Tenslotte wordt de invloed van graasvorm, graasdruk, konijnaantallen en regio op de effecten van begrazing besproken, voor zover de dataset dat toelaat, dat wil zeggen alleen op het niveau van de duinvogelgemeenschappen.

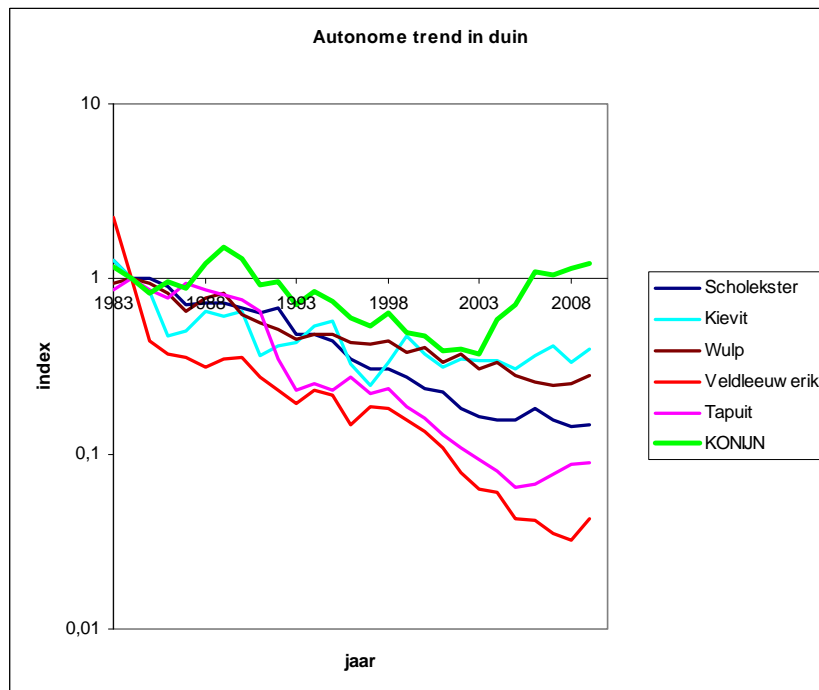
De populatietrends verschillen significant tussen broedvogels van verschillende duinvogelgemeenschappen (ANOVA; $F=15.1$; $p<0.001$) (figuur 7.2). Broedvogels van open duin zijn gemiddeld sterk in aantal afgenomen sinds medio jaren tachtig (t-test; $p<0.01$). De afname is significant voor alle zeven soorten; het sterkst voor Veldleeuwerik en Tapuit, het minst sterk voor Kievit en Bergeend (figuur 7.3). Ook Konijnen namen aanvankelijk sterk in aantal af, maar de stand heeft zich na 2003 hersteld en de aantallen lijken nu weer op het niveau te liggen van halverwege jaren tachtig (figuur 7.3).

Broedvogels van ruigtes, lage struwelen en mozaïeken zijn gemiddeld juist significant in aantal toegenomen (t-test; $p=0.03$). De toename is significant voor acht van de negen soorten, het sterkst voor Boomleeuwerik, Blauwborst, Roodborsttapuit en Grasmus (figuur 7.4). Alleen de Kneu is significant in aantal afgenomen.

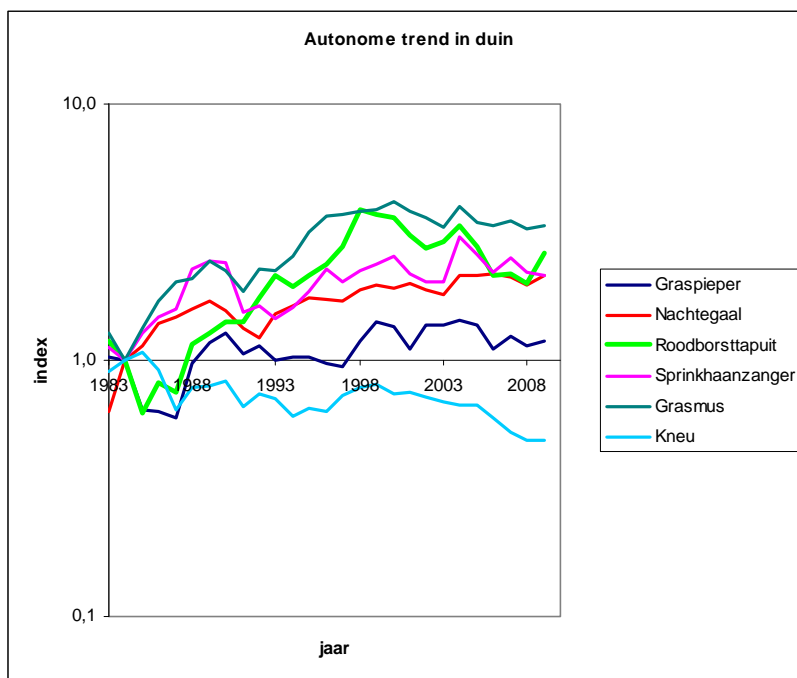
Broedvogels van hoge struwelen en bosranden laten wisselende populatieontwikkelingen zien en vertonen gemiddeld genomen geen significante trend (t-test; $p=0.25$). Tien soorten nemen significant in aantal toe, zoals Tjiftjaf en Zwartkop (figuur 5). Vijf soorten vertonen afnemende populatietrends, zoals Zomertortel, Koekoek en Gekraagde Roodstaart. De Heggenmus is stabiel.



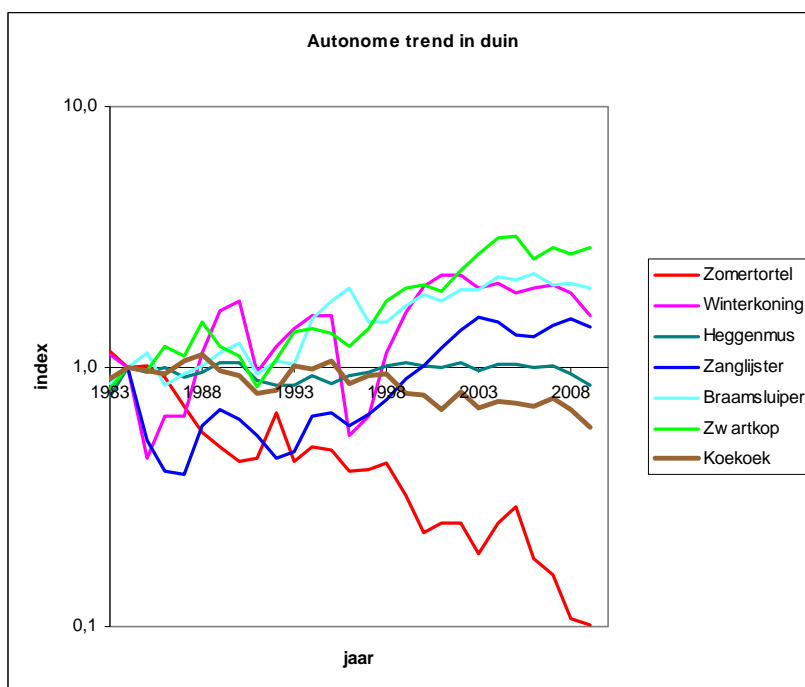
Figuur 7.2. Gemiddelde populatietrends (\pm SE) van 32 soorten broedvogels in de onbegraasde Nederlandse duinen in de periode 1983-2009, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen broedvogels karakteristiek voor open duin, lage struwelen en mozaïeken, en hoge struwelen en bosranden. De trend is weergegeven met een multiplicatieve parameter: een waarde van 1.05 betreft een jaarlijkse toename van 5%, een waarde van 0.95 een jaarlijkse afname van 5%. Een waarde van 1.00 betreft een stabiele populatietrend.



Figuur 7.3. Populatieontwikkelingen van enkele broedvogels van open duin en het Konijn in de onbegraasde Nederlandse duinen in de periode 1983-2009.



Figuur 7.4. Populatie-ontwikkelingen van enkele broedvogels van ruigte, laag struweel en mozaïekvegetaties in de onbegraasde Nederlandse duinen in de periode 1983-2009.



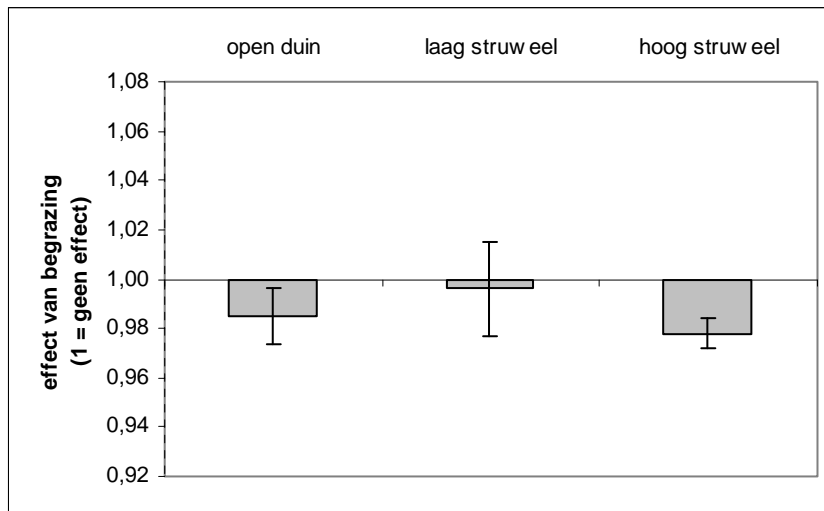
Figuur 7.5. Populatie-ontwikkelingen van enkele broedvogels van hoog struweel en bosranden in de onbegraasde Nederlandse duinen in de periode 1983-2009.

7.3.2 Effecten van begrazing

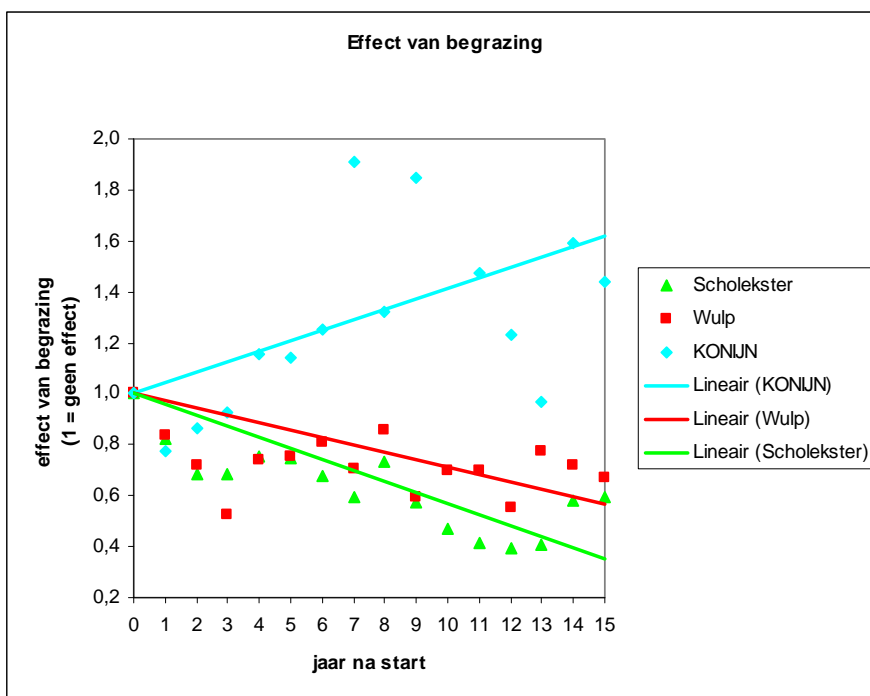
De effecten van begrazing verschillen niet significant tussen broedvogels van verschillende duinvogelgemeenschappen (ANOVA; $F=0.71$; $p=0.50$) (figuur 6). Broedvogels van open duin reageren gemiddeld genomen negatief op de introductie van grote grazers, maar dit is niet significant (t-test; $p=0.24$). Het effect van begrazing is wel significant negatief voor de populaties van drie individuele open duinsoorten: Bergeend, Wulp en Scholekster (figuur 7). Voor geen van de soorten van open duin is het effect van begrazing positief, ook niet voor de Tapuit. Dat is wel het geval voor de invloed van begrazing op Konijnen: de aantallen blijken significant van de introductie van grote grazers te profiteren (figuur 7).

Broedvogels van ruigtes, lage struwelen en mozaïeken reageren nogal verschillend op begrazing, waarbij het effect gemiddeld neutraal is (t-test; $p=0.84$). Vier soorten hebben geprofiteerd van begrazing (Boomleeuwerik, Boompieper, Graspieper en Roodborsttapuit), vier soorten zijn er juist door benadeeld (Nachtegaal, Blauwborst, Sprinkhaanzanger, Grasmus) (figuur 8). De populatie van de Kneu is niet significant door begrazing beïnvloed.

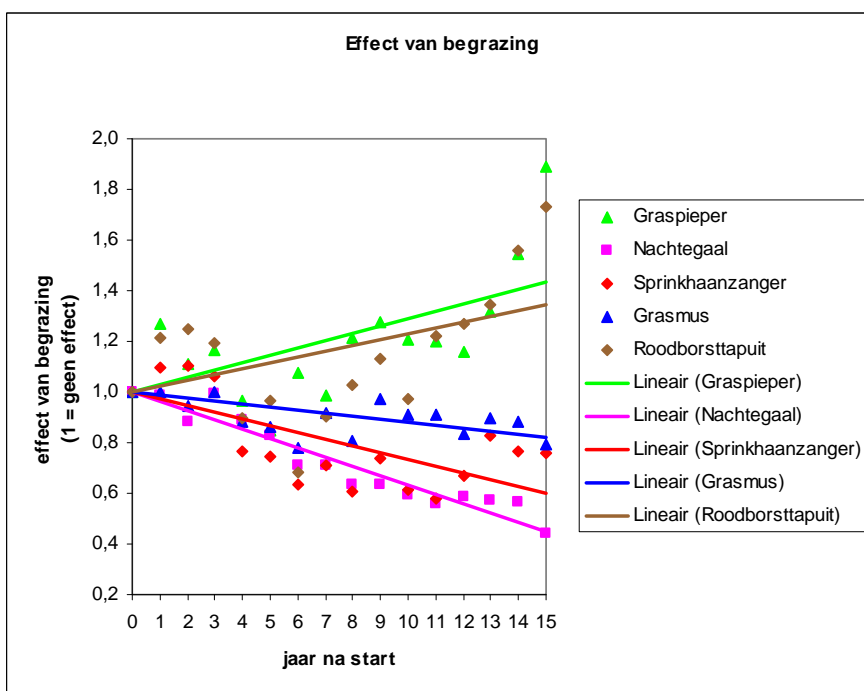
Broedvogels van hoge struwelen en bosranden reageren als enige groep gemiddeld wel significant negatief op begrazing (t-test; $p<0,01$). Het negatieve effect is ook zichtbaar op de populaties van elf individuele soorten, zoals Zomertortel, Heggenmus, Zwartkop en Koolmees (figuur 9). Vier soorten reageren niet op begrazing, terwijl één soort positief op de introductie van grote grazers reageert (Zanglijster).



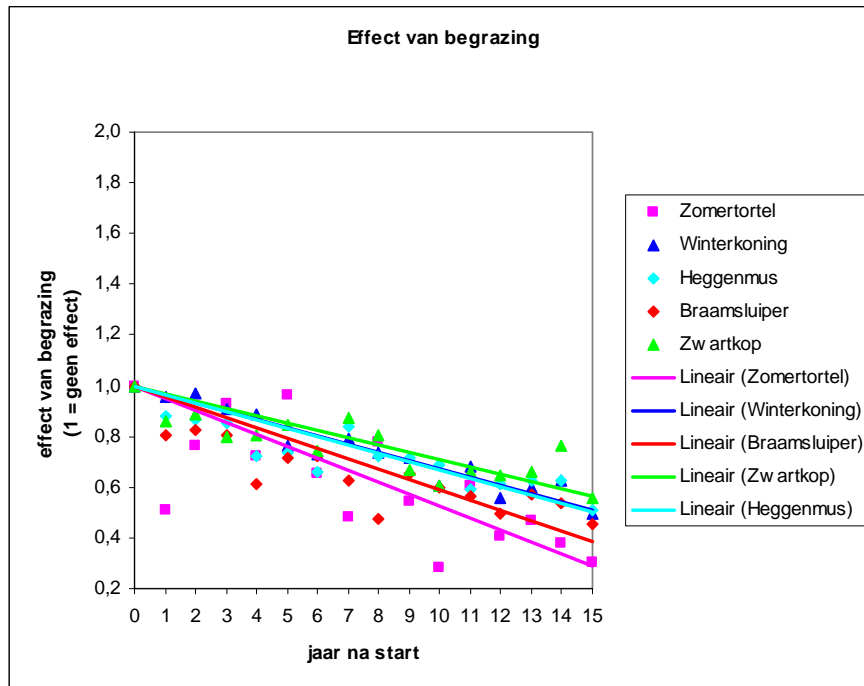
Figuur 6. Effect van begrazing (\pm SE) op 32 soorten broedvogels in de Nederlandse duinen in de eerste 15 jaar na de start van begrazing, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen broedvogels karakteristiek voor open duin, lage struwelen en mozaïeken, en hoge struwelen en bosranden. Het effect van begrazing is weergegeven met een multiplicatieve parameter; waarden groter dan 1 duiden op een positief effect, waarden kleiner dan 1 op een negatief effect. Zo betekent een waarde van 1.05 een 5% sterkere toename (of minder sterke afname) per jaar in begraasde gebieden ten opzichte van niet begraasde gebieden. Een waarde van 1.00 betekent geen effect van begrazing.



Figuur 7.7. Effect van begrazing op enkele broedvogels van open duin en het Konijn in de eerste 15 jaar na de start van begrazing.



Figuur 7.8. Effect van begrazing op enkele broedvogels van enkele broedvogels van ruigte, laag struweel en mozaïekvegetaties in de eerste 15 jaar na de start van begrazing.



Figuur 7.9. Effect van begrazing op enkele broedvogels van enkele broedvogels van hoog struweel en bosranden in de eerste 15 jaar na de start van begrazing.

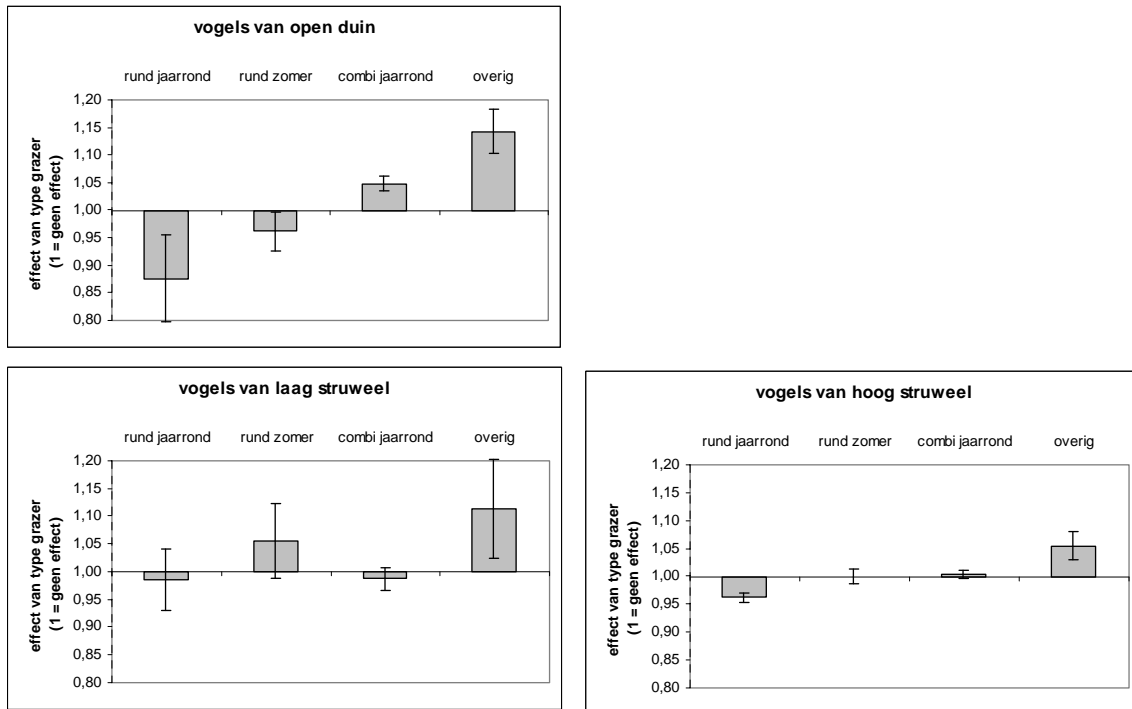
7.3.3 Wijze van begrazen

De effecten van begrazing verschillen significant tussen de verschillende vorm van begrazing. De verschillen zijn significant voor broedvogels van open duinen (gepaarde ANOVA; $F=5.34$; $p<0.01$) en van hoge struwelen ($F=6.23$; $p<0.01$), en bijna significant voor broedvogels van ruigtes en lage struwelen ($F=2.38$; $p=0.09$) (figuur 10).

Voor alle drie de duinvogelgemeenschappen is het effect van jaarrond begrazing met runderen gemiddeld negatief. Hoewel dit negatieve effect het sterkst lijkt voor open duinvogels, is het alleen voor broedvogels van hoge struwelen en bosranden significant (t-test; $p<0.001$).

Voor alle drie de duinvogelgemeenschappen is het effect van 'overige begrazing', meestal met alleen paarden of alleen schapen/geiten, positief. Dit is het sterkst het geval voor open duinvogels (t-test, $p=0.01$), maar is ook significant voor broedvogels van hoge struwelen (t-test; $p=0.05$).

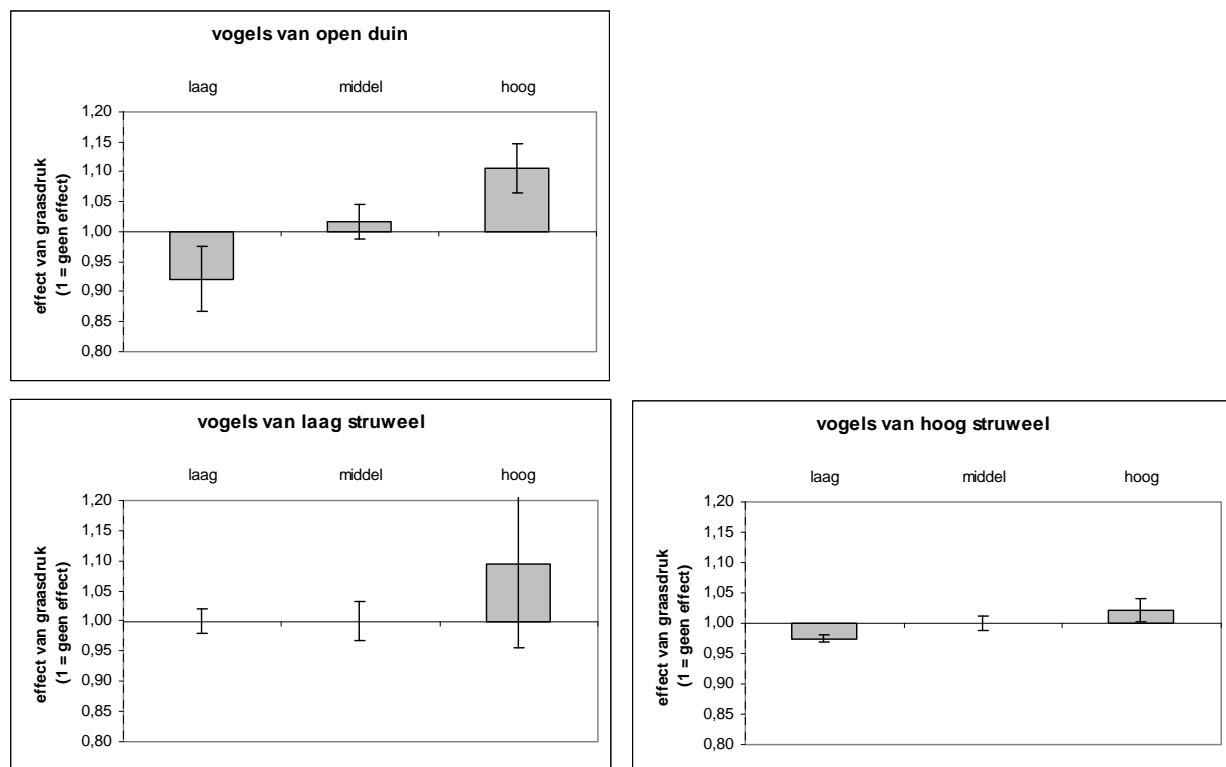
Jaarrond begrazing met een combinatie van verschillende soorten grazers heeft voor broedvogels van open duin ook een positief effect (t-test; $p=0.01$). Voor de overige duinvogelgemeenschappen zijn geen duidelijke effecten zichtbaar, en dat geldt ook voor de effecten van zomerbegrazing door runderen.



Figuur 7.10. Effecten van vier verschillende vormen van begrazing (□ SE) op 32 soorten broedvogels in de Nederlandse duinen in de eerste 15 jaar na de start van begrazing, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen broedvogels karakteristiek voor open duin, lage struwelen en mozaïeken, en hoge struwelen en bosranden. De vier begrazingsvormen betreffen jaarrondbegrazing met runderen, zomerbegrazing met runderen, jaarrondbegrazing met een combinatie van grazers en overige begrazingsvormen.

De effecten van begrazing lijken bovendien significant te verschillen in afhankelijkheid van de graasdruk, al is enige verstrengeling met graasvorm hierbij niet uit te sluiten. De verschillen zijn significant voor broedvogels van open duinen (gepaarde ANOVA; $F=6.22$; $p=0.01$) en van hoge struwelen ($F=5.29$; $p=0.01$), maar niet voor broedvogels van ruigtes en lage struwelen ($F=0.73$ $p=0.50$) (figuur 11).

Voor alle drie de duinvogelgemeenschappen is het effect van een relatief hoge graasdruk gemiddeld (licht) positief, maar alleen significant voor broedvogels van open duin (t-test; $p=0.04$). Voor broedvogels van hoge struwelen en bosranden lijkt bovendien een lage graasdruk relatief ongunstig (t-test; $p=0.001$).



Figuur 7.11. Effecten van graasdruk (\square SE) op 32 soorten broedvogels in de Nederlandse duinen in de eerste 15 jaar na de start van begrazing, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen broedvogels karakteristiek voor open duin, lage struwelen en mozaïeken, en hoge struwelen en bosranden. Graasdruk is gekwantificeerd in drie klassen: laag (<0.10 GVE/ha/jr), middel ($0.10-0.20$ GVE/ha/jr) en hoog (>0.20 GVE/ha/jr).

Er is geen sprake van duidelijke regionale verschillen in de effecten van begrazing. Twaalf soorten reageren significant positiever op begrazing in de kalkarme duinen dan in de kalkrijke duinen. Voor negen soorten is dit juist omgekeerd, terwijl er voor elf soorten geen significante verschillen bestaan. Deze verhoudingen verschillen niet tussen de verschillende duinvogelgemeenschappen, al lijken broedvogels van hoge struwelen en bosranden iets positiever te reageren op begrazing in de kalkarme duinen.

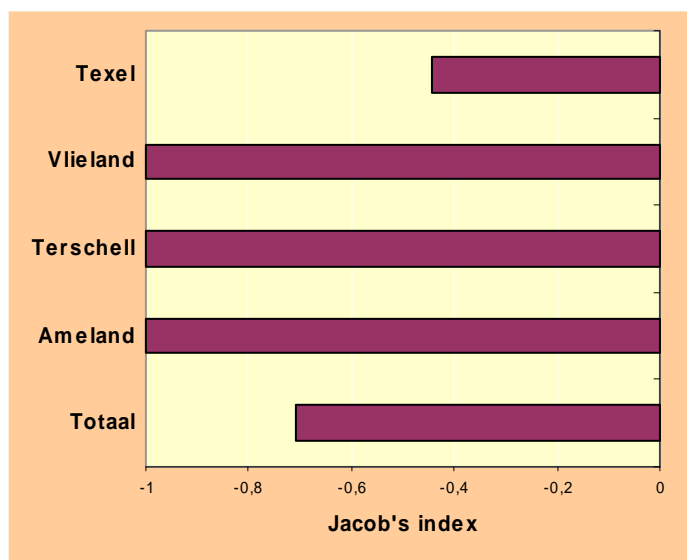
Waarschijnlijk als gevolg van het feit dat Konijnen tijdens de tellingen in veel proefvlakken niet of slechts in zeer lage aantallen werden waargenomen, waarbij de variatie tussen de proefvlakken bovendien erg klein is, werd geen sterke invloed van de abundantie van Konijnen op de effecten van begrazing vastgesteld. 13 soorten reageren significant positiever op begrazing naarmate hogere aantallen Konijnen aanwezig zijn. Voor zeven soorten is dit juist omgekeerd, terwijl er voor twaalf soorten geen significante verschillen bestaan. De verhoudingen lijken wel wat te verschillen tussen de verschillende duinvogelgemeenschappen, waarbij de open duinvogels nog het meest positief op de aantallen Konijnen lijken te reageren. Gezien de kleine steekproeven zijn deze resultaten echter hooguit indicatief.

7.3.4 De invloed van begrazing op de Blauwe Kiekendief als broedvogel.

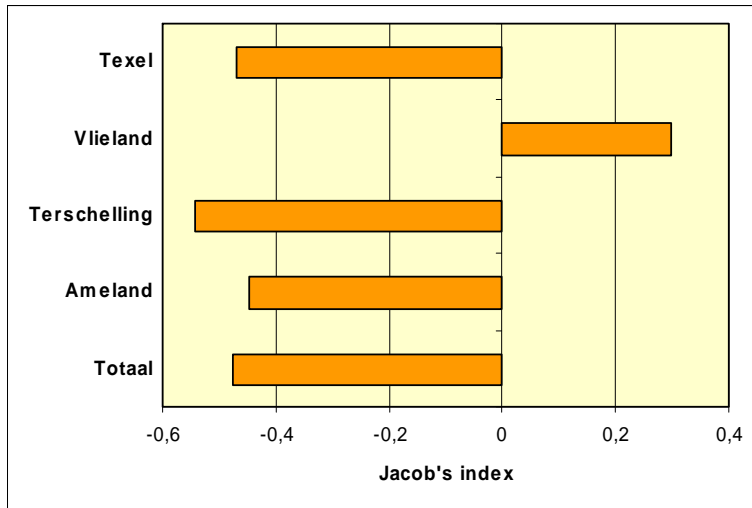
De Blauwe Kiekendief is een karakteristieke broedvogel van de duinen op de Waddeneilanden, maar is hard op weg om als broedvogel uit Nederland te verdwijnen. Van de ongeveer 140 broedparen begin jaren negentig, resteerden er in 2009 nog maar 22. Uit onderzoek aan zowel de nestlocaties als het foerageergedrag van jagende mannetjes, komt een sterke voorkeur van Blauwe Kiekendieven voor onbegraste duinvegetaties naar voren (Klaassen *et al.* 2006).

Van 108 nesten op Texel, Vlieland, Terschelling en Ameland is vastgesteld of deze zich in begraasd of onbegraste gebied bevonden. Hierbij is een uitgesproken voorkeur voor onbegraste vegetaties te zien (figuur K1). Alleen op Texel kwamen nesten in begraasd gebied voor. Hier bevonden zich in 2004-2006 12 van de 57 nesten (21%) in begraasd duingebied, terwijl begraasd gebied 41% van het totale duingebied beslaat. Van deze nesten bevonden er 8 zich in de relatief extensief met schapen begraasde Eierlandsche Duinen. De zuidelijke, door runderen begraasde duingebieden vormen een opvallende onderbreking van de continue verspreiding op zuidelijk Texel. De in dit deel aanwezige nesten bevinden zich grotendeels net buiten de rasters. De nesten binnen de rasters (totaal 4 in 2004-2006) bevinden zich alle aan de randen, die door de grazers minder frequent bezocht worden. In andere begrazingseenheden is de soort broedend (nagenoeg) verdwenen, terwijl in het verleden wel nesten in deze terreinen vastgesteld werden. Het verdwijnen van geschikte nestgelegenheid door begrazing hoeft niet direct problematisch te zijn, mits duinen niet integraal begraasd worden en er daardoor, op korte afstand, genoeg geschikte nestlocaties beschikbaar blijven.

Uit waarnemingen van foeragerende mannetjes blijkt echter dat begraasd duin ook veel minder geschikt is als foerageergebied (figuur K2). Dit strookt met de uitkomsten van een verspreidingsonderzoek van de Noordse Woelmuis op Texel, waarbij deze soort vrijwel niet meer werd aangetroffen in door hooglanders en pony's begraasde duinen. Begrazing van duingebieden lijkt daarmee een voor Blauwe Kiekendieven zeer negatieve beheersvorm.



Figuur 7.12. Preferentie voor begraasde vegetaties van Blauwe Kiekendief bij nestplaatskeuze (Jacob's index; -1: volledig gemedend; 0: geen preferentie, benutting conform aanbod; 1: maximale preferentie; n=108 nesten).



Figuur 7.13. *Preferentie van foeragerende Blauwe Kiekendieven voor begraasde vegetaties (Jacob's index; -1: volledig gemeden; 0: geen preferentie, benutting conform aanbod; 1: maximale preferentie; n=182 waarnemingen).*

7.3.5 Leidt het aanleggen van kunstburchten tot kolonisatie van konijnen in onbezette gebieden?

Het veldexperiment bestond uit het plaatsen van vier kunstburchten op vier locaties. Elke locatie moest in principe geschikt zijn, maar met zonder aanwezige konijnen en in principe binnen de kolonisatie-afstand van een aanwezige populatie liggen.

Er zijn verschillende modellen kunstburchten mogelijk: Dekker (2007) gebruikte grote kasten met inloopbuizen. Deze werden goed gebruikt, maar de dieren waren gevoelig voor predatie door bunzing, en de kasten waren, door het formaat en omdat ze uit de grond staken, minder aantrekkelijk voor gebruik in duinlandschappen. Daarbij bleken in zijn proeven de kasten aantrekkelijk voor vee en moesten worden afgeschermd met een omheining van schrikdraad. Om deze redenen werd besloten dat dit model niet geschikt was voor toepassing in natuurgebieden. Drees et al. (2009) gebruikten bij een bijzetting van konijnen in de duinen hopen stro met een toegangsbuis van PVC als kunstburcht. Deze burchten werden echter door konijnen die in het gebied werden geïntroduceerd nauwelijks gebruikt. Op het Iberisch schiereiland werden diverse modellen getest: grote kasten, zoals de ook door Dekker werden ingezet, en een of meerdere pellets, die werden ingegraven en/of bedekt met grond. Deze kunstburchten werden succesvol gebruikt door jonge, dispergerende konijnen.

Voor dit project werd dan ook voor dit gekozen: een pallet, die wordt ingegraven in een goed gedraineerd stuk duin en wordt bedekt met zoden. Het effect van de kunstburchten werd bepaald door middel van keuteltellingen in 5 random plots rond de kunstburchten, en inspectie van de kunstburchten op bezetting of gebruikssporen.

Er zijn 4 kunstburchten geplaatst: twee in de Amsterdamse Waterleidingduinen in april 2011, en twee in de Noordduinen bij Den Helder. De kunstburchten in de AWD zijn in een onbegraasd, halfopen gebied geplaatst (foto), dat zeer geschikt lijkt voor konijnen, maar waar deze niet (meer) voorkomen. De kunstburchten in de Noordduinen zijn in een open duingebied geplaatst, dat wordt begraasd door paarden en runderen (foto). Deze kunstburchten zijn laat in het seizoen geplaatst, in

september 2011. Dit is echter nog wel in de periode dat jonge konijnen, geboren in 2011, moeten dispergeren.

De burchten in de AWD zijn twee maal gecontroleerd. In beide gevallen waren de burchten niet gebruikt en onbelopen. De burchten in de Noordduinen zijn eenmaal gecontroleerd en waren ook ongebruikt. Ook de dichtheden van konijnen, bepaald door middel van keuteltellingen, waren onveranderd: geen konijnen. De burchten zullen komende jaren gevolgd blijven worden door JD en de terreinbeheerders: mogelijk heeft de kolonisatie van de gebieden meer tijd nodig. Dit kan met name gelden voor de geïsoleerde gebieden in de AWD.

7.4. Conclusies broedvogels en konijnen

- Broedvogels van open duinen zijn gemiddeld sterk in aantal afgenomen sinds medio jaren tachtig. Ook Konijnen namen aanvankelijk sterk in aantal af, maar de stand heeft zich na 2003 hersteld en de aantallen lijken nu weer op het niveau te liggen van halverwege jaren tachtig. Broedvogels van ruigtes, lage struwelen en mozaïeken zijn gemiddeld juist in aantal toegenomen. Broedvogels van hoge struwelen en bosranden laten wisselende populatieontwikkelingen zien.
- De effecten van begrazing verschillen niet significant tussen broedvogels van de verschillende duinvogelgemeenschappen. Broedvogels van open duin reageren gemiddeld genomen negatief op de introductie van grote grazers, met name Bergeend, Wulp en Scholekster. Ook broedvogels van hoge struwelen reageren gemiddeld negatief op begrazing. Broedvogels van ruigtes en lage struwelen reageren nogal wisselend.
- Konijnen profiteren juist van begrazing: de aantallen nemen na introductie van grote grazers toe in vergelijking met onbegraasde gebieden.
- De effecten van begrazing zijn afhankelijk van de begrazingsvorm. De invloed van jaarrond begrazing met runderen is gemiddeld negatief voor open duinvogels en broedvogels van hoge struwelen. Het effect van 'overige' begrazingsvormen, meestal begrazing met alleen paarden of alleen schapen/geiten, is voor deze duinvogelgemeenschappen juist positief. Ook jaarrond begrazing met een combinatie van verschillende soorten grazers lijkt voor broedvogels van open duin een positief effect te hebben.
- De effecten van begrazing lijken bovendien significant te verschillen in afhankelijkheid van de graasdruk, al is enige verstrengeling met graasvorm hierbij niet uit te sluiten. Een relatief hoge graasdruk lijkt gemiddeld (licht) positief, vooral voor open duinvogels.
- Er is geen sprake van duidelijke regionale verschillen in de effecten van begrazing. Twaalf soorten reageren significant positiever op begrazing in de kalkarme duinen dan in de kalkrijke duinen. Voor negen soorten is dit juist omgekeerd.
- Waarschijnlijk als gevolg van het feit dat Konijnen tijdens de tellingen in veel proefvlakken niet of slechts in zeer lage aantallen werden waargenomen, werd geen sterke invloed van de abundantie van Konijnen op de effecten van begrazing vastgesteld. 13 soorten reageren significant positiever op begrazing naarmate hogere aantallen

Konijnen aanwezig zijn. Voor zeven soorten is dit juist omgekeerd. Open duinvogels lijken nog het meest positief op de hogere aantallen Konijnen te reageren.

- Het plaatsen van kunstburchten leidt in ieder geval niet op korte termijn tot kolonisatie van onbezette plekken.

8 Effecten van begrazing in de Vallei van het Veen – Vlieland

8.1 Inleiding

In 1993 is in de Vallei van het Veen begrazing met Schotse Hooglanders en Soayschappen ingezet, teneinde de voortschrijdende verruiging tegen te gaan. Om de effecten van deze beheermaatregel goed te kunnen meten is er een monitoring gestart volgens de zogenaamde BACI-methode: Before-After-Control Impact. Dit betekent dat voorafgaand aan de maatregel random proefvlakken zijn ingesteld (Before) waarbij de helft van deze proefvlakken niet wordt begraasd (Control) en de andere helft wel wordt begraasd (Impact). De invloed van begrazing kan achteraf op verschillende momenten worden gemeten (After). De proefvlakken liggen zowel in de vochtige valleien (10 control; 10 impact) als in de droge Kraaiheide vegetatie (4 control, 4 impact). In de periode '93-'00 was de effectieve graasdruk naar schatting 0.07 GVE/ha (Van Wingerden *et al.* 2002), in de periode '00-'10 is dit verdubbeld naar 0.14 GVE/ha. Dit is precies de gemiddelde begrazingsdruk die in de Nederlandse duinen wordt ingezet (gebaseerd op de mediaan; zie hoofdstuk 3). Op internationale schaal is dit een vrij extensieve vorm van begrazing als vorm van natuurbeheer. Na de vastlegging van de uitgangssituatie in 1993 heeft er in 2000 een effectmeting plaatsgevonden en deze is in 2010 herhaald.

De doelen van het begrazingsbeheer en de hieraan gerelateerde onderzoeksvragen zijn overgenomen uit de vorige rapportages (Van Wingerden *et al.* 1993, 2001 en 2002):

- 1) Wordt verbossing en verstruweling van het open duin tegengegaan?
- 2) Wordt de vegetatiehoogte teruggedrongen en ontstaan hierdoor open en kale plekken in de vegetatie?
- 3) Worden konijnen gefaciliteerd?
- 4) Zijn er ongewenste neveneffecten op de droge Kraaiheidevegetaties of op de vegetatie en fauna van het gebied?

Voor de complete proefopzet en eerdere monitoringsresultaten in dit terrein wordt verwezen naar de rapportages van Van Wingerden *et al.* (1993, 2000 en 2001). Hieronder is de onderzoeksopzet overgenomen voor zover dat deze voor dit deelonderzoek van belang is.

8.2 Onderzoeksopzet

8.2.1 Selectie van begraasde en onbegraasde proefvlakken

Bij de start van het onderzoek in 1993 werden met behulp van een landschapsecologische kaart van Firet & Lammerts (Firet, 1985) twee strata geselecteerd, namelijk:

(1) vochtige vergraste duinvalleien (verder aangeduid als 'valleien'). Hiertoe werden de ecochoren gerekend die in bovengenoemde kartering gekarakteriseerd werden als: (a) vochtige kalkarme duinvalleien (code 12) met droge gras- (code g), heide- (code h), vallei- (code k) of orchidee-

vegetatie (code o) in 1985, maar in 1993 waarschijnlijk sterk vergrast en verdroogd (typen 12gh, 12h, 12g, 12kg, 12o); (b) vochtige (code 12) en natte (code 13) kalkarme duinvalleien met grote hoeveelheden kraaiheide en struikheide (code H) in 1985, maar in 1993 waarschijnlijk deels vergrast en verdroogd (typen 12ghH, 12gH, 13gH);

(2) intacte vochtige duinheiden (verder aangeduid als 'Kraaiheide'). Hiertoe werden de ecochoren gerekend die door Firet & Lammerts gekarakteriseerd werden als: (a) vochtige kalkarme duinvalleien met grote hoeveelheden kraaiheide en struikheide en nog niet vergrast in 1985, maar in 1993 aan het vergrassen (typen 12H en 13H).

Uit deze twee strata werd een steekproef getrokken. Hiervoor werden in elk van beide strata alle mogelijke plots ingetekend; aan de randen van de valleien, en daar waar de valleien doorsneden werden door paden en greppels werden geen plots geprojecteerd. Zo ontstond in het stratum (1) een '(statistische) populatie van 400 mogelijke plots van 30 x 30 m² en in het stratum (2) een 'populatie' van 35 mogelijke plots. Per stratum werden aselekt respectievelijk 2 x 10 (10 begraasd en 10 onbegraasd) en 2 x 4 plots getrokken, alsmede een aantal reserveplots.

Bij nader inzien bleken een aantal geselecteerde plots niet geschikt te zijn. Zo bleek in de Noordelijke vallei van het Veen een plot gemaaid te worden terwijl twee andere plots bij geplande graafwerkzaamheden zouden komen te liggen. Voorts bleek een vijftal geselecteerde plots in Vianens vallei beïnvloed te worden door meeuwen. Hiervoor werden binnen het stratum (1) acht reserveplots geselecteerd. Verder bleken de werkelijke valleigedeelten dikwijls kleiner dan op grond van de kaart aangenomen was. Dit hangt samen met de benadering van Firet & Lammerts om een ecochoor te benoemen naar aanleiding van het meest voorkomende vegetatietype erin. Het gevolg hiervan is dat sommige plots grote stukken duin bleken te bevatten. Om deze reden bleek het moeilijk om binnen het stratum (2) acht plots te vinden die voldeden aan de karakteristiek: intacte vochtige duinheiden. Daarom werd nog een plot (12) geselecteerd die weliswaar in het stratum 'vergraste duinvalleien' lag, maar voldeed aan de karakterisering 'tamelijk intacte vochtige duinheide' en werd de ligging van een aantal plots enigszins verschoven. Sommige plots grenzen daardoor aan elkaar, ook al omdat de uitwendige oppervlakte van de plots - ter voorkoming van randeffecten - uiteindelijk werd vastgesteld op 40 x 40 meter. Tenslotte zijn er in 2000 nog 4 plots bijgevoegd (nr 29 t/m 32) die op dat moment in de meest zwaar begraasde terreindelen lagen.

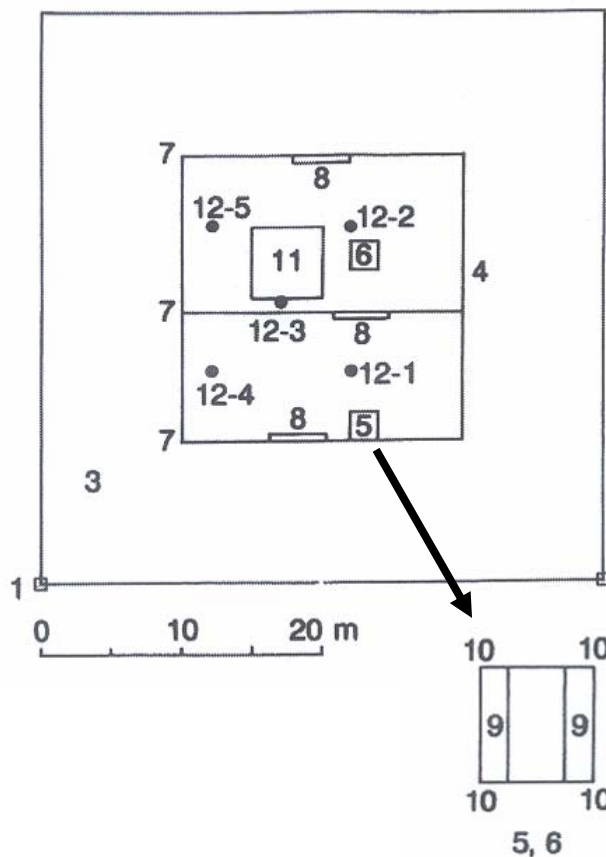
De steekproef uit het stratum (1): vergraste vochtige duinvalleien bestaat uit de plots 1 tot en met 11, 13 tot en met 20 en 28 tot en met 30. Hiervan worden de plots 1, 8 tot en met 11, 14, 15, 17, 19, 20, 29 en 30 begraasd, en de plots 2 tot en met 6 (door hun ligging buiten het raster), 7, 13, 16, 18 en 28 van begrazing uitgesloten door een binnenraster. De definitieve ligging van de plots is weergegeven in figuur 8.1.

De steekproef uit het stratum (2): intacte vochtige duinheiden bestaat uit de plots 12, en 21 tot en met 27 en 31/32 waarbij de laatste twee in meergrazige vegetatie liggen). Hiervan worden 21, 23, 24, 26, 31 en 32 begraasd, en 12, 22, 25 en 27 van begrazing uitgesloten door een binnenraster.

De plots werden gemarkeerd met twee hardhouten palen aan de uiteinden van de basislijn die oost-west georiënteerd is, met uitzondering van de plots 10, 11 en 12 waar deze noord-zuid georiënteerd is. Op de westelijk gelegen paal (voor plots 10, 11 en 12 de zuidelijk gelegen paal) bevindt zich een IBN-etiket met het plot-nummer. Bij de omrasterde plots zijn de hardhouten palen vervangen door de geschoorde hoekpalen van het raster.

Binnen de geselecteerde plots van 40 x 40 m is de binnenruimte van 20 x 20 m gekozen als oppervlakte waarbinnen de beschrijving en bemonstering worden uitgevoerd (figuur 8.2). De reden hiervoor is dat alleen al de twee palen waarmee de plots zijn gemarkeerd het graaspatroon binnen de plot kunnen beïnvloeden, omdat runderen deze frequent opzoeken om hiertegen te 'schurken en schuren'.

Figuur 8.1. Ligging van de onderzoeksplots in de Vallei van het Veen op Vlieland InaarVan Wingerden te al 2001). De plots met een rood kruis er door zijn komen te vervallen in verband met chopperwerkzaamheden en het plaatsen van een veekraal.



Figuur 8.2

Inrichting van plots in Vallei van het Veen.

- 1 = hoekpaal met IBN-etiket met plotnummer;
- 2 = tweede hoekpaal, vormt met 1 de 40-meter lange basislijn;
- 3 = bufferruimte tussen omgeving en te bemonsteren gedeelte;
- 4 = te bemonsteren gedeelte (eigenlijke plot);
- 5 = permanent kwadraat 1;
- 6 = permanent kwadraat 2;
- 7 = raaien langs de 0-, 9- en 20-m lijn voor de hoogtemetingen;
- 8 = stroken voor tellingen van konijnenkeutels langs deze raaien;
- 9 = idem, in de permanente kwadraten;
- 10 = hoekbuizen van de permanente kwadraten;
- 12-1 t/m 12-5 = plaatsen van vangpotten.
- 11 = sprinkhaanvangsten (vervallen in 2011)

8.2.1. Metingen aan de vegetatie

Hoogtemetingen op Vlieland zijn uitgevoerd met een valschijf (doorsnede 50 cm, gewicht 480gr.) die langs een as vanaf een hoogte van 100 cm op de vegetatie valt. Deze metingen zijn uitgevoerd op 50 random punten langs drie random raaien in elke plot. De raaien bevinden zich op de 0-lijn (onderzijde van elke plot), de 9- en de 20-m lijn (de bovenzijde van elke plot). Indien het een meting van boom of struik betreft, is dit aangetekend.

Binnen de plots in de Vallei van het Veen zijn twee permanente kwadraten van 2 x 2 m uitgezet (figuur 8.2); deze zijn gemarkeerd met plastic

waterleidingbuis met een doorsnede van 5 cm, op elk van de vier hoekpunten. In deze kwadraten is de bedekking van de aanwezige soorten planten als percentage van het kwadraatoppervlak (4m²) geregistreerd. Voor het schatten van de bedekking van de plantensoorten is gekozen voor een tiendelige schaal met een klassenindeling, zoals die bij de Vierde Bosstatistiek is gebruikt. Bij het schatten van de bedekking is uitgegaan van een loodrechte projectie van de hoogste planten op de bodem, waarbij geen onderscheid is gemaakt in mogelijke vegetatielagen (moslaag, kruidlaag, struiklaag). Dit is een praktische keuze omdat het weinig voorkwam dat er op een plek verschillende lagen voorkwamen, en het een eenvoudige en gemakkelijk uit te voeren methode is. Waar planten door elkaar groeien, wat bij mossen en grassen nogal eens voorkomt, is zo zuiver mogelijk hun oppervlaktaandeel ingeschat. Voor grassen is de bedekking mogelijk soms overschat. Dode plantedelen, vooral van grassen, zijn bij de bedekking steeds meegerekend; dode duindoorns werden genegeerd. De opnamen werden in alle onderzoeksjaren laat in het seizoen gemaakt. Daardoor zijn ongetwijfeld enkele vroegbloeiende planten en annuellen gemist (een soort als *Aira praecox* werd hier en daar nog aangetroffen).

8.2.3 bemonstering Konijnen activiteit

Op Vlieland zijn konijnenkeutels geteld in vijf stroken van 4 x 0,5 m. Twee stroken liggen in elk van de twee permanente kwadraten, en wel aan de oost- en westzijde daarvan, elk 2 x 0,5 m (figuur 8.2). De overige drie stroken liggen op drie random plaatsen langs de 0-, 9- en 20-m raai (figuur 8.2).

8.2.4 Bemonstering bodemactieve fauna

In elke plot op Vlieland zijn vijf vangpotten op de hoekpunten en in het midden van het 3 m links van het midden gelegen kwadraat van 10 x 10 m. Op de plastic potten (vangoppervlak 81,6 cm, hoogte 13 cm) zijn geplaatst in een gat dat met een grondboor is aangebracht, waarbij de bovenrand van de vangpot zich ongeveer 1 cm beneden het bodemoppervlak bevindt. In de vangpot is met behulp van een trechter ongeveer 150 ml van een 4% formalineoplossing gegoten, waaraan ter vermindering van de oppervlaktespanning enkele druppels afwasmiddel zijn toegevoegd. Boven de vangpot is een houten dakje aangebracht steunend op twee metalen pinnen om verdunning van de formalineoplossing door regen te voorkomen. De vangpotten stonden twee weken open in augustus 2010 en twee weken in september 2010, conform de tijdstippen in de onderzoeksjaren 1993, 2000 en 2001.

8.2.4 Broedvogelgegevens

Voor de Vallei van het Veen en de naastgelegen Kooisplek (onderdeel van het uitbreidingsgebied voor begrazing) zijn verschillende rondes van broedvogelmonitoring voorhanden. Deze gegevens waren echter niet digitaal beschikbaar. In dit project zijn alle monitoringsrondes van de Vallei van het Veen (2001 t/m 2010) en van de Kooisplek (2001, 2006 en 2009) gedigitaliseerd vanaf intekenkaarten en opgenomen in de dataset van Sovon Vogelonderzoek Nederland. In het kader van het OBN-project zijn deze gegevens geanalyseerd samen met de broedvogel monitoring van 41 andere begraasde en onbegraasde duinterreinen (zie hoofdstuk 7). De ruwe gegevens van de broedvogelkarteringen op de Kooisplek en in de Vallei van het Veen zijn opgenomen in Bijlage 4.

8.2 Effecten van begrazing op de vegetatie

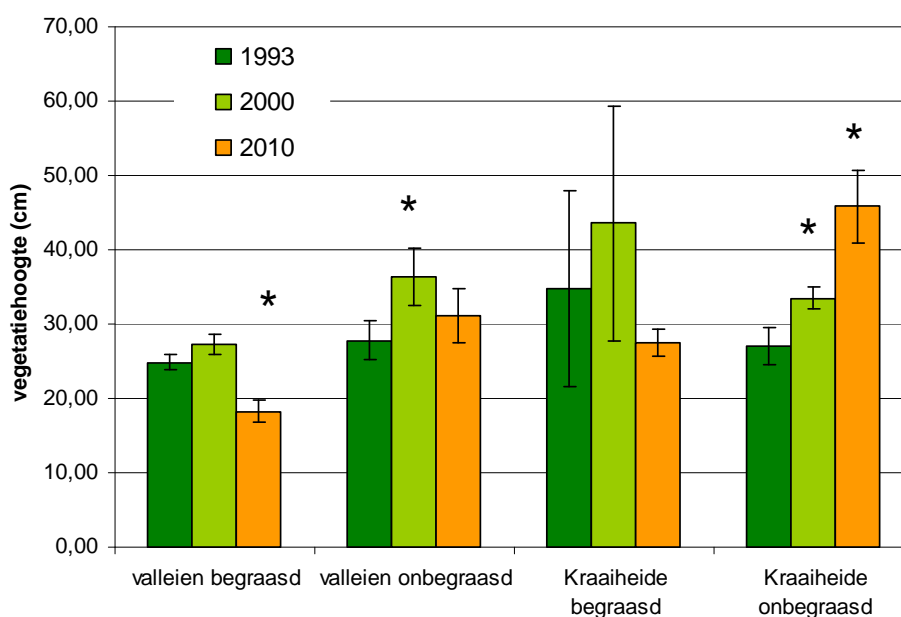
8.2.1 Vegetatiestructuur van de kruidlaag

In figuur 8.3 is de verandering in vegetatiehoogte van de kruidlaag weergegeven voor de periode 1993-2000, de periode 2000-2010 en voor de gehele periode 1993-2010. Voor de vochtige valleien geldt dat in de periode '93-'00 de groei van de vegetatie werd onderdrukt, maar dat de vegetatie niet lager werd. In de onbegraste plots werd de vegetatie wel significant hoger.

In de daaropvolgende periode '00-'10 is de graasdruk verdubbeld en neemt de vegetatiehoogte significant af in de valleien. In de begraste plots is er over de volledige periode een afname van 5 tot 15 centimeter te zien. Dit effect kan vrijwel volledig worden toegeschreven aan de hogere graasdruk in de tweede begrazingsperiode. In dezelfde periode is de vegetatiehoogte in de onbegraste plots ook licht afgenomen met ongeveer 5 centimeter, waarschijnlijk als 'autonoom' verschil tussen jaren als gevolg van variatie in weersomstandigheden; het seizoen 2010 was immers vooral in het voorjaar zeer droog en daarmee weinig productief voor de vegetatie. Wanneer het verschil wordt bekeken tussen 1993 en 2010 (NB: 1993 was er geen hoogteverschil tussen de begraste en onbegraste plots!), dan is de gemiddelde vegetatiehoogte afgenomen met 7 centimeter (van 25 naar 18 cm) in begraste plots, terwijl deze is toegenomen met 5 centimeter in onbegraste plots (van 27 naar 32 cm). De daadwerkelijke verlaging van de vegetatiehoogte in de valleien ligt tussen de 12 en 15 centimeter. Dit is een afname van 36-47% ten opzichte van de onbegraste vegetatie. Uit de metingen die in hetzelfde gebied zijn uitgevoerd in het kader van het landelijke begrazingsonderzoek (tabel 8.1) blijkt de afname nog hoger te zijn in grazige vegetaties.

Ook in de Kraaiheide vegetaties neemt de hoogte duidelijk af, maar door de zeer grote variatie in 1993 en 2000 is deze afname niet significant. Wel is het zeer opvallend dat de variatie (in figuur 8.3 te zien als standaarddeviatie) sterk is afgenomen in begraste plots, in tegenstelling tot de onbegraste plots. De variatie in vegetatiestructuur is hier dus kleiner geworden. In onbegraste Kraaiheide vegetaties is de vegetatiehoogte echter zowel in 1993-2000 als in 2000-2010 significant toegenomen. Er kan dus worden gesteld dat begrazing in Kraaiheide heeft geleid tot een \pm 19 centimeter lagere vegetatie. Dit is een hoogteverschil van 40% ten opzichte van onbegraste vegetaties.

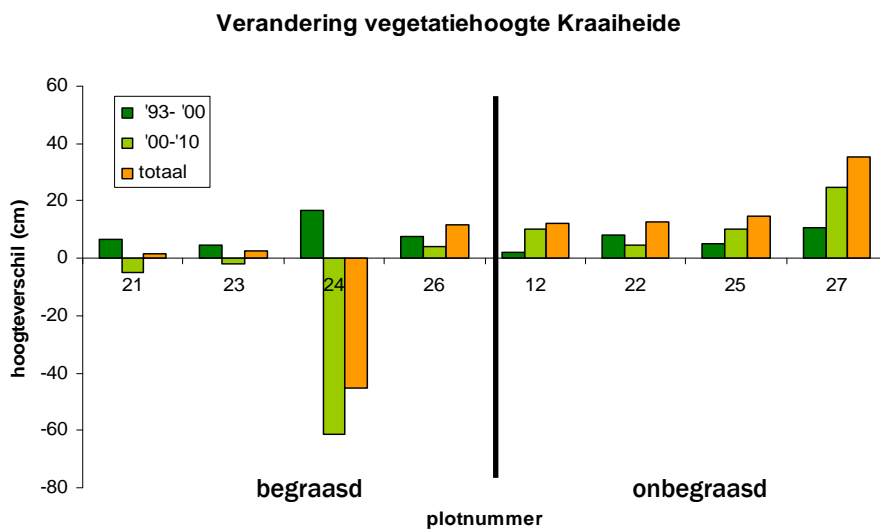
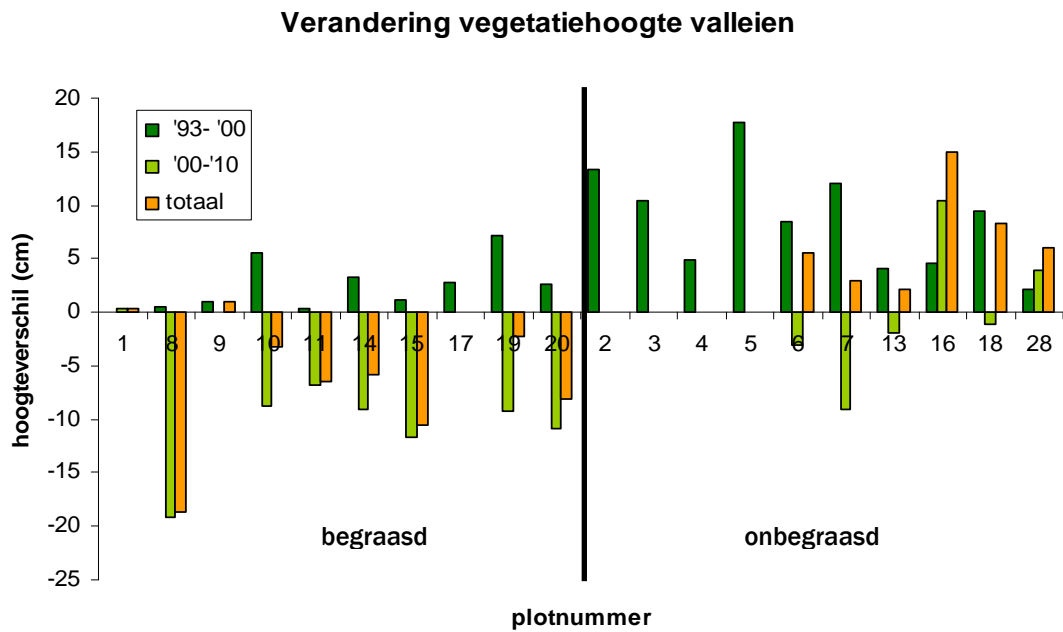
In figuur 8.4 zijn de hoogtemetingen weergegeven per onderzoekplot. Hieruit blijkt dat enkele proefvlakken een afwijkend effect laten zien. Meest opvallend is de zeer sterke afname van vegetatiehoogte in plot 7 en plot 8. Vooral plot 7 wekt verbazing, aangezien deze plot onbegrast is. In deze plot en de daarnaast gelegen plot 8 is echter een hoge activiteit van konijnen waargenomen. Bovendien is in plot 7 een grote activiteit van Gele weidemieren (*Lasius flavus*) die de bodem omwoelen en daarmee een verhoging van het maaiveld veroorzaken dat kan oplopen tot 7 a 8 centimeter. Dit hoogteverschil is af te meten aan de hoogte van de piquetpaaltjes van de permanente vegetatie-PQ's die volledig begraven bleken met zand. Als voor de ophoging van de bodem wordt gecorrigeerd, is er zo goed als geen sprake van een afname van de vegetatiehoogte.



Figuur 8.3. Gemiddelde vegetatiehoogte (cm ± se) in 1993, 2000 en 2010 in begraasde en onbegaasde proefvlakken in valleien en in droge Kraaiheide. Een * geeft significante verschillen aan tussen opeenvolgende onderzoeksjaren binnen een stratum (drieweg Anova; $p < 0,05$).

Tabel 8.1. Hoogtemetingen aan de vegetatie en tellingen aan bloeiende planten (mei 2010) in 5 begraasde en 5 onbegaasde plots van het landelijke OBN-onderzoek, gelegen op Vlieland rondom de BACI-plots 7 en 8. Duidelijk is te zien dat de vegetatiehoogte in de begraasde plots lager is dan in de onbegaasde plots. Bloemdichtheid in de plots is zeer variabel en geeft geen duidelijk verband met begrazing.

begr/onbegr	GVE/ha/jr	BC_totaal	veg hoogte	stdev	in bloei	pre en post bloei	totaal bloei
begraasd	0,152	0,677	6,1	2,3	1	0	1
begraasd	0,152	0,483	6,1	2,5	2	0	2
begraasd	0,152	0,060	4,8	1,8	0	0	0
begraasd	0,152	0,658	6,0	1,8	0	0	0
begraasd	0,152	0,410	5,0	1,9	0	0	0
onbegaasd	0,000	0,013	14,9	7,3	0	0	0
onbegaasd	0,000	0,000	20,7	8,8	0	0	0
onbegaasd	0,000	0,000	18,2	7,7	0	0	0
onbegaasd	0,000	0,000	24,2	5,6	0	0	0
onbegaasd	0,000	0,000	16,4	7,8	0	100	100



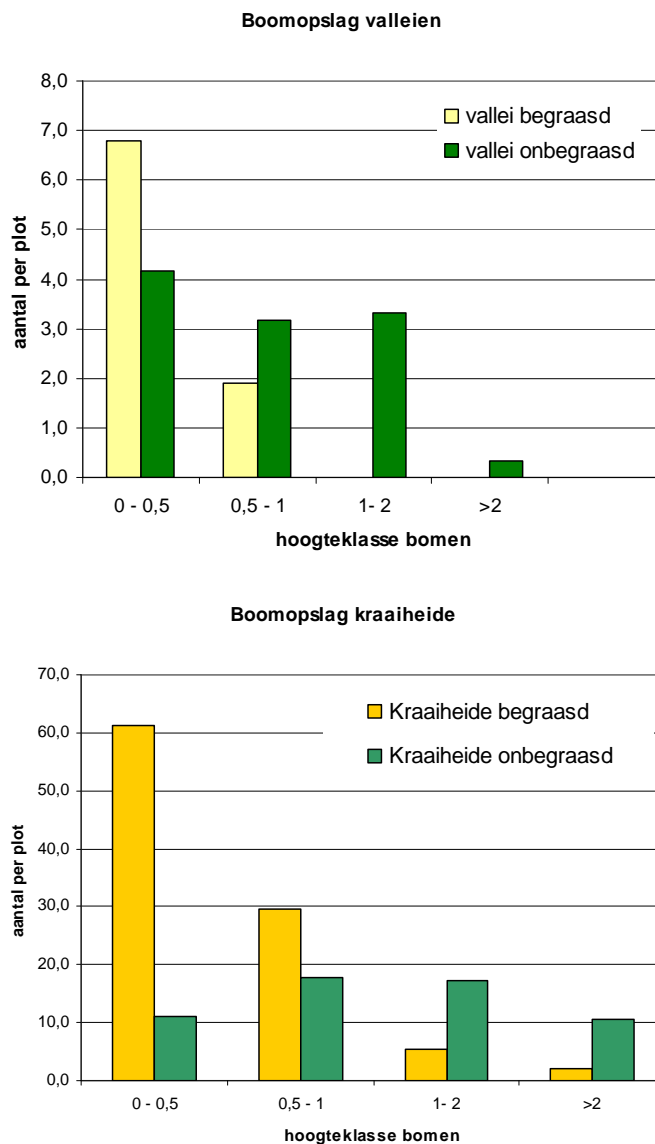
Figuur 8.4. Verandering in de vegetatiehoogte in de proefvlakken ($n=50$ /proefvlak) in vochtige valleien (boven) en in droge Kraaiheidevegetaties (onder). Plotnummers 17, 2, 3, 4 en 5 zijn in 2010 komen te vervallen.

8.2.2 Opslag en hoogte van struweel en bomen

In figuur 8.5 zijn de gemiddelde aantallen van bomen (eiken, berken, vogelkers en lijsterbes) weergegeven in de verschillende behandelingen (vegetatietype x begrazing). De individuele bomen en struiken zijn onderverdeeld in hoogteklassen. Het is duidelijk dat begrazing de opslag van bomen niet tegenaakt. Het gemiddeld aantal bomen per proefvlak verschilt niet significant tussen begraasde en onbegrasde plots (voor stratum 'valleien' $8,7 \pm 3,4$ tegen $10,9 \pm 2,7$). Als er al een trend aanwezig is, dan lijkt begrazing de boomopslag in valleien eerder te faciliteren. Begrazing is wel in staat om de hoogtegroeï van bomen sterk te onderdrukken. In begraasde

valleien komen geen bomen hoger voor dan 1 meter en de meeste exemplaren zijn lager dan 0,5 meter. De verwachting is dat dit verschil in de komende tijd nog groter wordt, hoewel de hoogte van de bomen ook door saltspray vanuit zee beperkt zal worden.

Ook in de Kraaiheideplots is eenzelfde effect te zien, maar het aantal individuen van bomen en struiken is hier een factor 10 groter dan in de valleien. Het betreft 99 ± 24 en 58 ± 16 in respectievelijk begraasde en onbegraasde plots. Alhoewel dit verschil net niet significant is, lijkt er een duidelijke trend aanwezig dat begrazing de opslag van bomen en struiken faciliteert, maar wel zorgt dat deze opslag laag blijft, veelal lager dan 1 meter. Boompjes hoger dan 1 meter komen vaker voor in onbegraasde plots.



Figuur 8.5. Verdeling van aantallen bomen in verschillende hoogteklassen over de verschillende behandelingen.

8.2.3 Effecten op vegetatiesamenstelling

De samenstelling van de vegetatie is gemonitord in permanente kwadranten en de gegevens zijn ingevoerd in Turboveg en vergeleken met de gegevens

uit 2000. Het analyseren van de vegetatiegegevens is niet in dit project opgenomen, maar een indruk van de resultaten wordt hieronder beschreven:

- Valleien: vochtige heide met Cranberry

De plots 1, 18 (exclosure) en 20 betreffen vochtige heidevegetaties met daarin een dominantie van Cranberry (*Oxycoccus macrocarpus*). Alhoewel de hoogtegroeï van de vegetatie door begrazing wordt afgeremd of zelfs teruggezet (zie figuur 8.4) hebben zich in geen van deze plots structurele veranderingen voorgedaan in soortsaamenstelling. Enige opmerking behoeft de Kraaiheide in de onbegraste plot 18 (pq 18-1), die ten opzichte van 2000 volledig is verdwenen. In 'Cranberry-heide' lijkt het uitsluiten van begrazing tot weinig verschillen in vegetatiesaamenstelling te leiden.

- Droge Kraaiheide

De plots 6, 12, 13, 16-2 (exclusures) en 9, 10, 11, 14, 15, 21, 25, 26, 27, 28 zijn gelegen in droge heidevegetatie die gedomineerd wordt door Kraaiheide (*Empetrum nigrum*). Ook in deze vegetatie geldt dat de hoogtegroeï door begrazing weliswaar wordt afgeremd, maar zich in de afgelopen 17 jaar weinig structurele veranderingen in vegetatiesaamenstelling hebben voorgedaan. In Kraaiheide leidt uitsluiting van begrazing tot een iets lagere soortenrijkdom, waarbij vooral enkele graslandsoorten ontbreken. Zowel in plot 13-1 (exclosure) en 19-2 (begrast) is Kraaiheide volledig verdwenen, maar waar in plot 13 Duinriet (*Calamagrostis epigejos*) is toegenomen, is in plot 19 deze soort afgenomen en vervangen door struisgras (*Agrostis sp.*) en Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*).

- Grasland

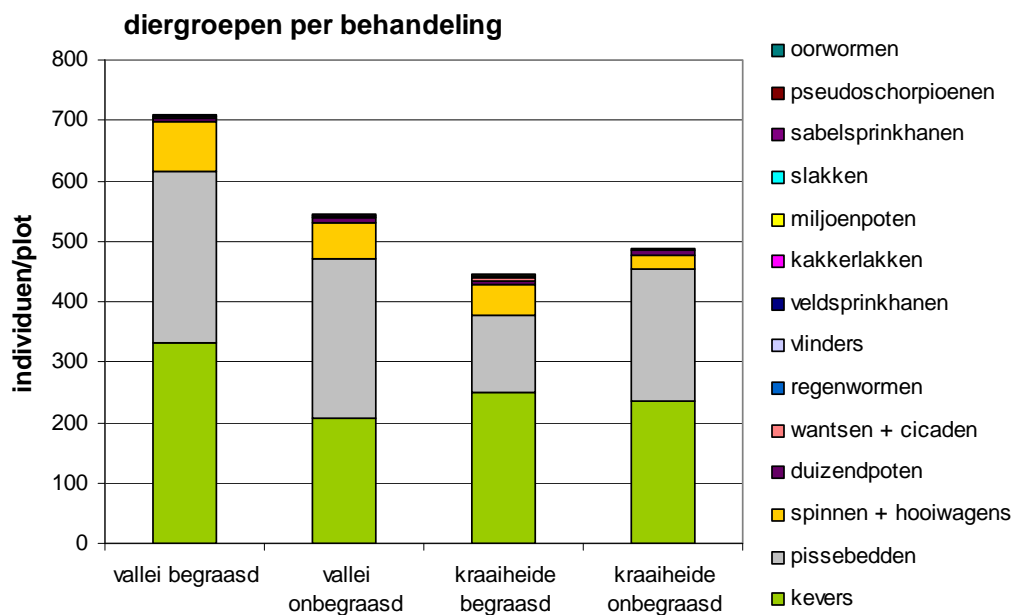
De onderzoekplots 7 (exclosure), 8 (begrast) en 16 (exclosure) staan in vegetatie die gedomineerd wordt door (lage) grassen. Ook in deze vegetatie treedt weinig verandering op in soortsaamenstelling, maar leidt uitsluiting van begrazing tot minder (grasland)soorten.

8.3 Effecten van begrazing op de bodembewonende fauna

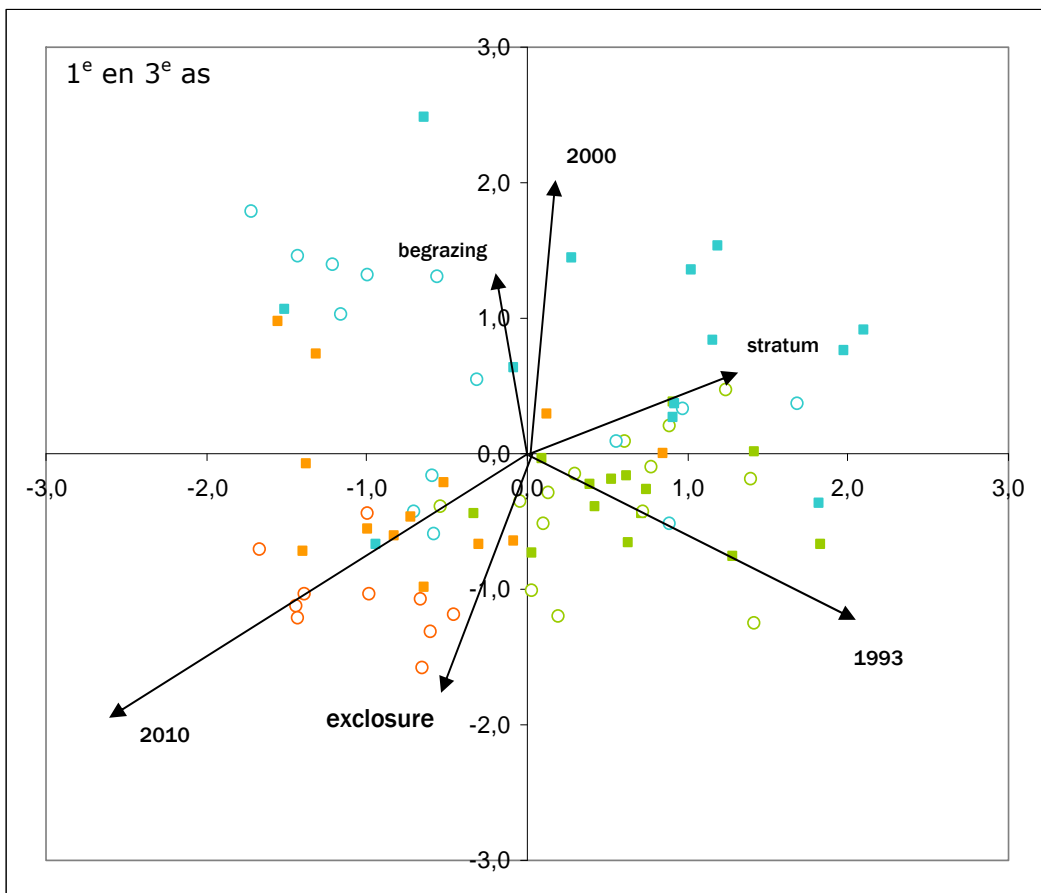
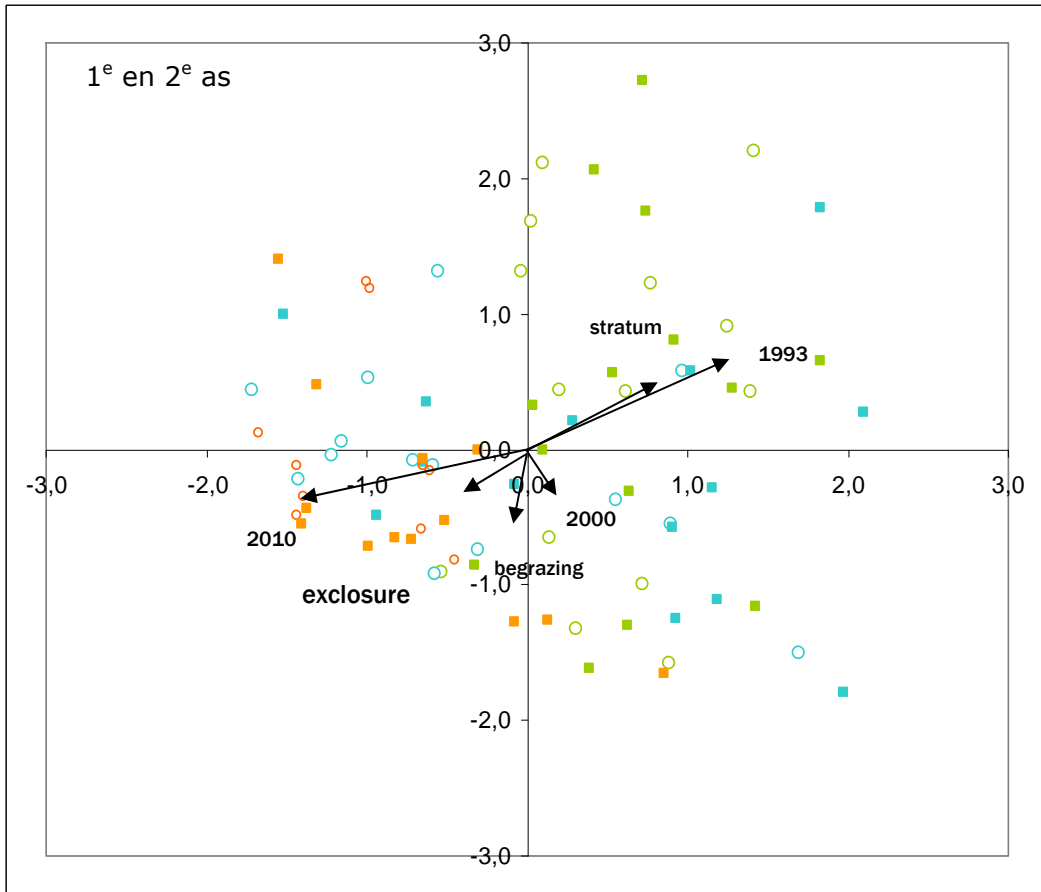
In 1993, 2000/2001 en 2012 is er met behulp van potvallen bodemactieve fauna verzameld. Deze vangsten zijn gedetermineerd tot op orde-niveau, waarbij de kevers verder zijn gedetermineerd tot op familie-niveau en de loopkevers en kortschildkevers tot op soort. Voor het bemonsteringsjaar 2010 levert dit een dataset op van 29.194 dieren. Het betreft vooral mieren (13.297), kevers (6.366) en pissebedden (5.590). In tabel 8.2 en figuur 8.6 is een overzicht gegeven van de gemiddelde aantallen van de verschillende diergroepen zoals aangetroffen in de potvallen. Hieruit blijkt meteen dat eerder genoemde groepen het beeld volledig bepalen. Vooral voor mieren lijkt er een positief effect van begrazing op te treden, maar de standaarddeviatie is erg hoog waardoor de verschillen niet significant zijn. Bovendien zijn potvallen geen geschikte methode om mieren te bemonsteren. Vandaar dat deze groep in figuur 8.6 is weggelaten.

Tabel 8.2 Overzicht van gemiddeld aantal gevangen individuen per diergroep in de potvallen in de Vallei van het Veen op Vlieland.

	begrasd		onbegrasd		begrasd		onbegrasd	
	vallei	±	vallei	±	kraaiheide	±	kraaiheide	±
mieren	688,7	±	766,0	±	193,1	±	619,0	±
Formicidae							668,7	±
kevers	331,6	±	127,9	±	83,3	±	249,7	±
Coleoptera							278,3	±
pissebedden	283,1	±	204,0	±	208,8	±	126,3	±
Isopoda							83,7	±
Spinnen	83,9	±	47,6	±	41,2	±	51,3	±
Araneae+Opiliones							12,2	±
duizendpoten	4,0	±	3,1	±	4,1	±	6,3	±
Chilopoda							6,8	±
wantsen en cicaden	2,5	±	2,0	±	0,5	±	5,5	±
Hemiptera							6,4	±
regenwormen	1,1	±	1,7	±	4,6	±	0,5	±
Lumbricidae							0,8	±
vlinders	1,3	±	2,1	±	1,6	±	2,2	±
Lepidoptera							1,8	±
veldsprinkhanen	0,4	±	0,5	±	0,4	±	1,7	±
Acrididae							3,2	±
sabelsprinkhanen								±
Tettigoniidae					0,2	±	0,4	±
kakkerlakken	0,2	±	0,6	±	1,5	±	3,7	±
Blattodea								±
miljoenpoten	0,1	±	0,3	±	0,5	±	0,8	±
Diplopoda							0,5	±
slakken	0,2	±	0,4	±		±		±
Gastropoda								±
Pseudoschorpioenen	0,1	±	0,3	±		±		±
Pseudoscorpiones								±
oorwormen	0,1	±	0,3	±		±		±
Dermaptera								±
Totaal individuen	15370		4346		6378		3100	



Figuur 8.6. Gemiddeld aantal individuen per plot per behandeling (stratum x begrazing). Voor standaarddeviatie zie tabel 8.2. Mieren zijn weggelaten omdat potvalvangsten geen goed beeld geven voor deze groep.



Figuur 8.7 (vorige pagina). PCA analyse van de bodemactieve fauna in potvallen in de Vallei van het Veen op Vlieland. Bovenste figuur as 1 en 2, onderste figuur as 1 en 3. Groen = 1993, blauw, 2000 en oranje 2010. dichte symbolen = begraasd, open symbolen onbegraasd; vierkant = vallei, cirkels = kraaiheide.

In 2000 en 2001 zijn er analyses gemaakt van de veranderingen in de bodemactieve fauna als gevolg van begrazing. Uit deze analyses bleek dat de bodemfauna allereerst wordt gestuurd door 'autonome' tussenjaarlijkse verschillen en door de hoogteligging van de plots (stratum) en de individuele potvallen (waarbij sommige potvallen in een laagte stonden, andere op een hoger plateau), waarmee de fauna voornamelijk een vochtgradiënt lijkt te volgen. Ook het feit of begrazing was uitgesloten door een enclosure of door plaatsing van de controleplot buiten de beheerseenheid bepaalde een deel van de variatie, maar dit effect is deels gekoppeld aan de vochtgradiënt aangezien de controleplots in de naastgelegen Cranberryvallei iets natter liggen dan die in het begraasde deel van de Vallei van het Veen. Pas als vierde factor (te zien op de derde as van de PCA) was een aanvullend effect van begrazing waarneembaar. In figuur 8.7 is eenzelfde analyse toegepast voor de vangsten uit 1993, 2000 en 2010, waarbij alleen een selectie is gemaakt van de 'hoge' potvallen, zodat deze factor nu niet meespeelt in de analyse. Uit deze PCA-analyse blijkt dat - ondanks de verdubbeling van de graasdruk tussen 2000 en 2010 - begrazing nog steeds een kleine rol speelt. De eerste as geeft een verklaring van 36% van de variatie in de bodemactieve fauna en wordt bepaald door het 'jaareffect'. Wat opvalt is dat de vectoren voor 1993, 2000 en 2010 langs dezelfde lijn in een logische volgorde gericht staan, waardoor er sprake lijkt te zijn van 'successie' van de diergemeenschap. Ook de factor 'stratum' staat in deze richting en verklaard hiermee in belangrijke mate de variatie op de eerste as. De tweede as verklaart 12 % van de aanwezige variatie, waarbij de factor begrazing en de factor 'enclosure' verantwoordelijk zijn. Pas op de derde as (die nog 8% van de totale variatie verklaart) komt begrazing naar voren als een meer bepalende factor, maar ook hier is het bemonsteringsjaar (2000) van grotere betekenis.

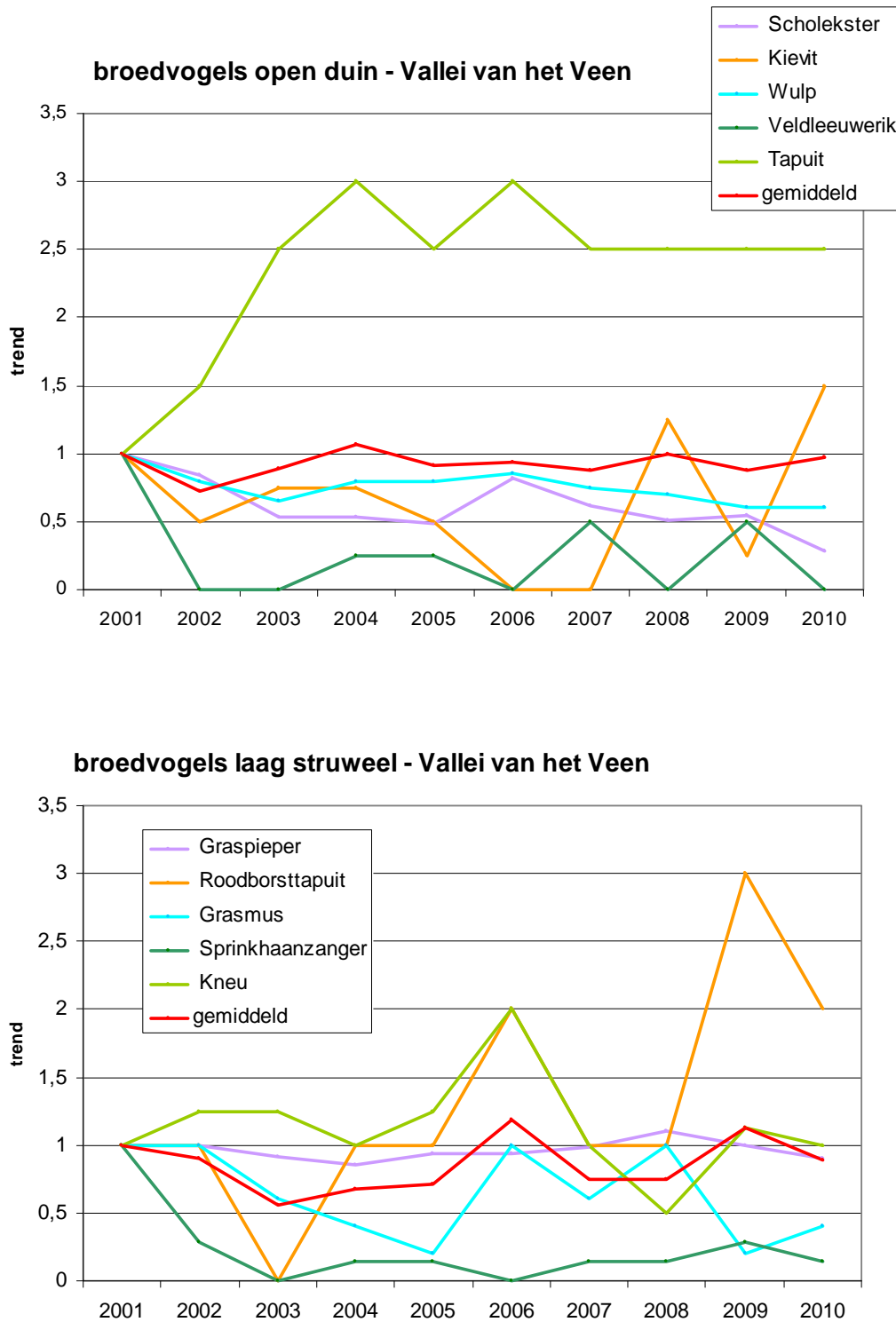
Er kan dan ook worden gesteld dat de samenstelling van de bodemactieve fauna nog steeds sterk wordt gestuurd door tussenjaarlijkse verschillen (waarschijnlijk deels als gevolg van 'successie' en deels een effect van verschillen in weertype) en door de standplaats en in veel mindere mate door begrazing.

8.4 Effecten van begrazing op broedvogels

De effecten van begrazing op broedvogels zijn voor afzonderlijke gebieden zeer moeilijk vast te stellen, zeker wanneer er voor een begrazingsgebied geen goed vergelijkbare onbegraasd controlegebied is. Wat wel mogelijk is, is om de broedvogelgegevens van zeer veel gebieden met elkaar te vergelijken en te analyseren of de trends in begraasde gebieden afwijken van de trends in onbegraasde gebieden. Dit is gedaan voor een grote set van kustduingebieden (zie hoofdstuk 6). In dit hoofdstuk vindt geen nieuwe analyse plaats, maar wordt wel beschrijvend (dus zonder aanvullende statistische analyses) vastgesteld of de trends van broedvogels in de Vallei van het Veen overeenkomen met het landelijke beeld.

De data van de broedvogelmonitoring van de Vallei van het Veen en de Kooisplek zijn weergegeven in bijlage 3. Aangezien op de Kooisplek ook plagmaatregelen zijn uitgevoerd wordt deze dataset in dit hoofdstuk niet als controle voor begrazing meegenomen.

In figuur 8.8 is het populatieverloop van broedvogels van open duin en laag struweel weergegeven voor de Vallei van het Veen. Vogels van hoog struweel en bos ontbreken nagenoeg in het begraasde deel (met uitzondering van Winterkoning) en worden hier buiten beschouwing gelaten.



Figuur 8.8. Verloop van aantal territoria van broedvogels van open duin (boven) en laag struweel (onder) in de Vallei van het Veen. Voor de vergelijkbaarheid tussen soorten is 2001 gesteld op 1.

Het algemene beeld wat naar voren komt is dat de meeste soorten van open duin een (licht) negatieve trend laten zien in het aantal territoria. Dit geldt in sterkere mate voor Veldleeuwerik en Scholekster en in mindere mate voor Wulp. Het aantal territoria van Kievit is altijd vrij laag (tussen 0 en 6) en wisselt sterk. Ook de Tapuit is schaars (maximaal 5 territoria) maar is na 2001 toegenomen en sinds een aantal jaar vrij stabiel op een hoger niveau. Deze trends zijn zeer goed vergelijkbaar met het landelijke beeld (zie hoofdstuk 6), waarbij vooral Veldleeuwerik, Scholekster en Wulp sinds 2001 een afname laten zien die echter minder sterk is dan in de periode vóór 2001. Ook de recente opleving van de Tapuit past in dit beeld. Voor al deze soorten geldt dat begrazing de negatieve trend niet kan keren of zelfs verder versterkt voor Wulp en Scholekster. In hoeverre van dit versterkende effect sprake is in de Vallei van het Veen is niet vast te stellen.

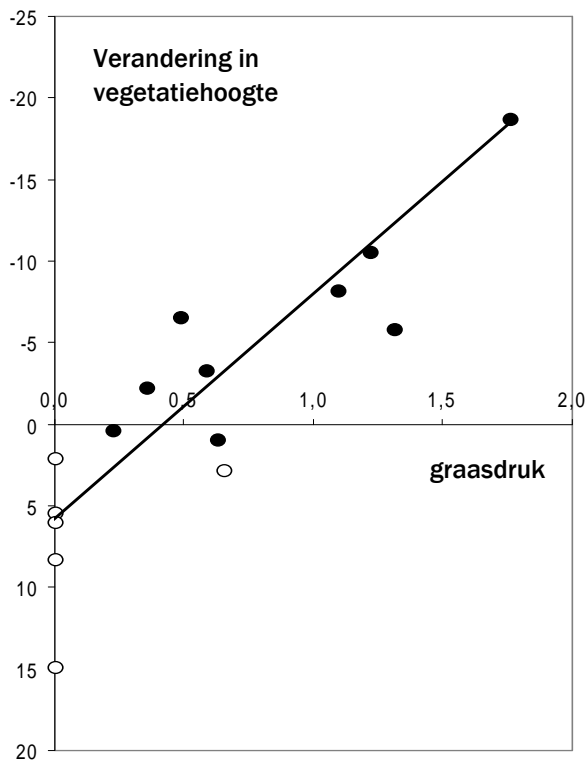
Ook voor de vogels van laag struweel komen de trends in de Vallei van het Veen sterk overeen met het landelijke beeld. Grasmus en Sprinkhaanzanger gaan achteruit in begraasde gebieden, Kneu reageert indifferent, terwijl Roodborsttapuit juist profiteert van begrazingsbeheer. Landelijk lijkt de Graspieper ook van begrazing te profiteren, maar deze soort vertoont in de Vallei van het Veen geen effect. Er kan dan ook geconcludeerd worden dat de algemene conclusies van het broedvogelonderzoek ook van toepassing zijn op de situatie in de Vallei van het Veen.

8.5 Facilitatie van konijnen en variatie in graasdruk

Konijnenpopulaties zijn als gevolg van myxomatose en RHD sterk afgenomen, waardoor natuurlijke begrazing van open duinvegetatie nauwelijks meer plaatsvindt. Als de vegetatie te hoog en dicht is gegroeid kunnen konijnen het terrein niet of moeilijk herkoloniseren. Een van de doelen van begrazing met runderen en schapen is dat de hoge vegetatie wordt geopend en daarmee een geschikte biotoop voor konijnen wordt gecreëerd. Op basis van tellingen van keutels, runderfaeces en loopsporen (tabel 8.3) moet worden geconcludeerd dat deze facilitatie in de Vallei van het Veen slechts ten dele plaatsvindt. In 1993 is in alle proefvlakken konijnenkeutels aangetroffen, soms zelfs in hoge dichtheden. In 2000 – toen de ziekte RHD op haar hoogtepunt was – werden in 5 begraasde plots en in 1 onbegraasde plot nog keutels aangetroffen. In 2010 was dit in 4 begraasde plots en in 1 onbegraasde plot, waarbij er slechts in 1 proefvlak (20) in alle jaren keutels zijn gevonden. Het enige onbegraasde proefvlak met konijnenactiviteit is in enclosure 7 dat direct naast het begraasde proefvlak met de hoogste konijnenactiviteit ligt (8). De aantallen keutels zijn gemiddeld veel lager dan in 1993. Er moet dan ook geconcludeerd worden dat de konijnenstand nog steeds zeer laag is –waarschijnlijk als gevolg van de ziekten RHD en myxomatose – en bovendien dat er tussen 2000 en 2010 verschuivingen in terreingebruik door konijnen zijn opgetreden. Wel is duidelijk dat konijnenactiviteit vrijwel beperkt is tot de door vee begraasde proefvlakken. Op dit moment zijn er verschillende konijnenpopulaties langs de kust aan het toenemen, waarschijnlijk omdat deze (deels) resistent zijn geworden tegen de RHD. Op het moment dat dit op Vlieland ook plaats vindt, zal pas blijken of de begraasde delen als eerste weer gekoloniseerd worden, zoals op veel andere locaties wel gebeurt (zie hoofdstuk 6). Uit tabel 2 blijkt tevens dat de runderen elk proefvlak bezoeken, maar dat er wel een behoorlijke variatie in graasdruk optreedt. Tussen de hoogste en de laagste graasdruk ligt een factor 4 verschil en wanneer ook de konijnenbegrazing daarin mee wordt gerekend bedraagt dit verschil een factor 5 a 6. Verwacht mag worden dat dit verschil in graasdruk ook tot uitdrukking komt in de hoeveelheid vegetatie die wordt verwijderd. Dit blijkt ook uit figuur 8.9, waarin de totale relatieve graasdruk (vee en konijnen samen) zijn gecorreleerd met verandering in vegetatiehoogte. Er is een zeer sterk verband te zien.

Tabel 8.3. Aantal faeces van konijnen, koeien en schapen en loopsporen van runderen in de verschillende proefvlakken. In de laatste kolommen is dit uitgedrukt in een relatieve begrazingsdruk voor vee en konijnen.

Plot nr	Konijnen 2010	Kon. 1993	Kon. 2000	Koeien	Schapen	Loopspoor rund (m)	Graasdruk relatief	Konijnendruk Relatief (2010)
1		12		1		43	0,23	
8	23	22		44	5	58	0,76	1,00
9		261	8	34	6	53	0,63	
10		98	21	21	3	72	0,58	
11		28	9	22	3	50	0,48	
14	11	58		31		100	0,83	0,48
15	5	18		47		100	1,00	0,22
19		142		10	10	50	0,36	
20	13	59	2	27		48	0,53	0,57
21		125		9	1	40	0,30	
23		11		6		35	0,24	
24		103	1	22		25	0,36	
26		32		8		41	0,29	
6		11		onbegrasd	-	-	-	
7	15	549		onbegrasd	-	-	-	0,65
12		135		onbegrasd	-	-	-	
13		179		onbegrasd	-	-	-	
16		32		onbegrasd	-	-	-	
18		47		onbegrasd	-	-	-	
22		11		onbegrasd	-	-	-	
25		40	7	onbegrasd	-	-	-	
27		3		onbegrasd	-	-	-	
28		59		onbegrasd	-	-	-	



Figuur 8.9. Correlatie tussen relatieve graasdruk (cumulatief voor vee en konijnen, zie tabel 1) en verandering in vegetatiehoogte in de afgelopen 17 jaar. ● = begraasde proefvlakken; ○ = onbegrasde proefvlakken (graasdruk alleen door konijnen). Lineaire regressie gebaseerd op begraasde plots; $R^2 = 0.7388$.

8.5 Aanwezigheid van kwetsbare populaties in verruigde grasvegetaties

Gedurende de veldwerkzaamheden in de Vallei van het Veen en het potentiële uitbreidingsgebied van de Cranberryvallei en het Kikkerduin zijn alle waarnemingen genoteerd van duinkarakteristieke soorten. Daarnaast is het uitbreidingsgebied tweemaal bezocht, waarbij speciaal gelet is op duinkarakteristieke soorten. Er zijn geen aanvullende bemonsteringen uitgevoerd, zoals potvallen of sleepnetten. Het betreft dus een oppervlakkige 'quickscan' methode.

In het uitbreidingsgebied zijn verschillende duinkarakteristieke soorten aangetroffen: Zandhagedis (2), Knosprietje (++), Duinsabelsprinkhaan (1), Kleine Parelmoervlinder (6), Duinparelmoervlinder (1) en Bastaardzandloopkever (+). Al deze soorten zijn echter ook aanwezig in de begraasde delen van de Vallei van het Veen. Er wordt niet verwacht dat de in dit onderzoek aangetroffen duinkarakteristieke soorten sterk achteruit zullen gaan bij het uitbreiden van de begrazingseenheid zoals deze oorspronkelijk is gepland.

9 Effecten van begrazing in de Meeuweduinen en Zeepeduinen

9.1 Inleiding

Het duingebied op de kop van Schouwen is gedeeltelijk in bezit van Staatsbosbeheer (de westelijke kant, hierna algemeen Meeuweduinen genaamd) en gedeeltelijk in bezit van Natuurmonumenten (oostelijke deel tot aan slot Haamstede, hierna Zeepeduinen genoemd). De Zeepeduinen worden sinds 1983 jaarrond begraasd door een kudde variërend tussen 90 en 100 pony's. Sinds 2010 zijn ook de Meeuweduinen bij deze begrazingseenheid betrokken. Naast het in begrazing nemen van de Meeuweduinen is aanvullend boskap (ongeveer 10% van het totaal) uitgevoerd in het aangeplante bos ten zuiden van de Meeuweduinen.

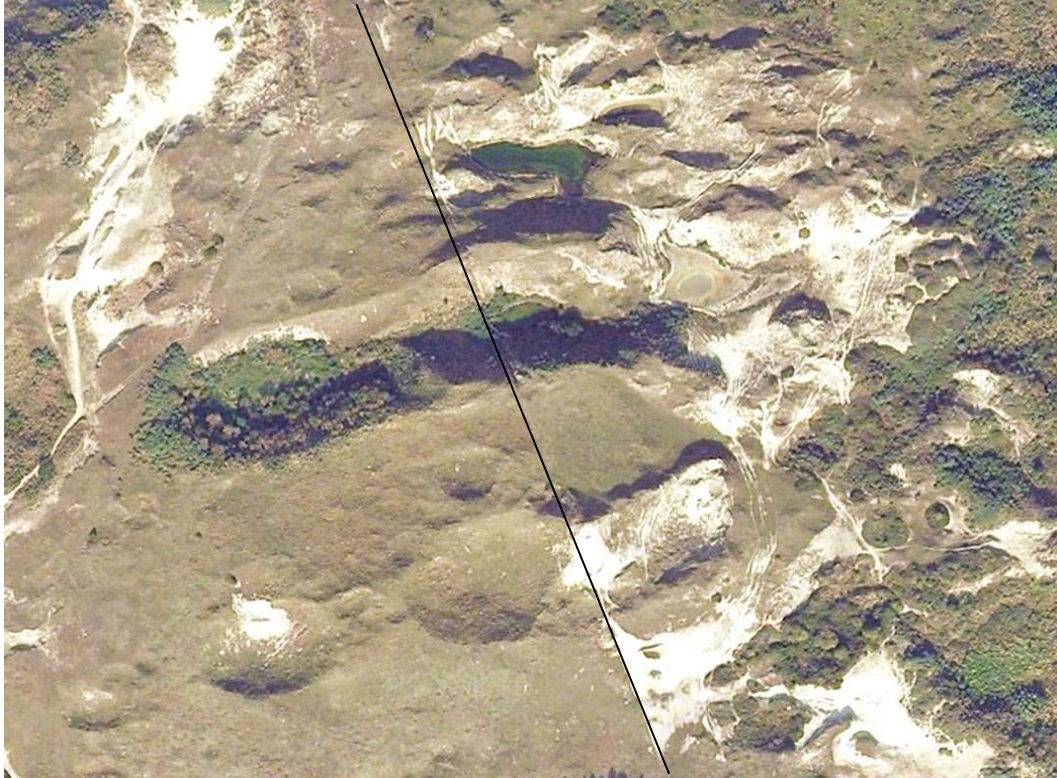
In de Zeepeduinen is de meest in het oog springend effect van begrazing een forse terugzetting van de grijze duinen ten voordele van witte duinen. Toch was ook voorafgaand aan de begrazingsuitbreiding in de Meeuweduinen nog een aanzienlijk oppervlak witte duinen aanwezig, te weten op de noordelijke arm van de oostelijke parabool (figuur 9.1). Deze werd voornamelijk door recreatie opgehouden en is de overgang tussen vastgelegd zand en kaal zand vrij scherp begrensd; geleidelijke successiestadia naar grijze duinen zijn enkel over korte afstanden aanwezig.

De toename van mechanische verstoring en daarmee gepaard gaande terugzetting van vegetatiesuccessie heeft positieve effecten gehad op de kieming en vestiging van waardplanten van Kleine parelmoervlinder (waardplant duinviooltje) en Bruin blauwtje (waardplant oa Kleverige reigersbek). Beide soorten vertonen in het gebied dan ook een stijgende trend (Baaijens, 2005). Ook de bijen en wespengemeenschap lijken positief op begrazing gereageerd te hebben, redenen die hiervoor gegeven worden zijn een toename van nestmogelijkheid in de vele paadjes die door de pony's zijn ontstaan en het positieve effect op de vestiging van distels en kruiskruiden op door de pony's licht omgewerkte plaatsen (Peeters & Reemer, 2005).

Voorafgaand aan de uitbreiding was langs het raster ten noorden van het naaldbos het effect dat ponybegrazing heeft op de grijze duinen het duidelijkst merkbaar (figuur 9.1). In de onbegraste Meeuweduinen was het gehele duin voor 100% bedekt door vergrast droog duingraslandvegetatie, gedomineerd door zandzegge, zwenkgras (*Festuca* sp.) en Geel walstro (*Galium verum*). Een ander opvallend element was een hoge bedekking door Rendiermossen (*Cladina* sp.). Aan de begraasde zijde was deze helling in sterke mate opengelopen door de pony's.

Een keerzijde van deze terugzetting is dat de betredingsdruk op deze opengelopen hellingen nu dermate hoog is dat het kale zand continu "omgeploegd" wordt door de grazers, waardoor het maar de vraag is of de duidelijke toename van kaal zand functioneel ook geschikte nestelplaatsen voor een divers soortenspectrum oplevert. Naar verwachting ondervinden alleen die soorten die zeer diepe nesten graven geen of weinig last van de hoge mate van mechanische verstoring (bijv. *Andrena barbilabris*); voor de meeste soorten is een dergelijk dynamisch biotoop geen geschikt nesthabitat. Aan de randen zullen de condities voor veel gravende soorten het meest

geschikt zijn; de meeste soorten graven hun nest in kaal zand omgeven door enige mate van beschutting, zoals de aanwezigheid van enkele graspollen. Van het (weliswaar vergraste) duingrasland aan de Meeuweduinen-zijde is niet bekend in hoeverre er nog relictpopulaties van duinkarakteristieke (veelal bodemactieve) entomofauna aanwezig zijn.



Figuur 9.1. Luchtfoto van de Meeuweduinen en Zeepeduinen in de periode dat er nog een raster aanwezig was; deze loopt schuin door de foto. Zeer duidelijk is te zien dat het niet begraasde deel begroeid is door zandzegge en Schapegras, delen die in het begraasde deel in zeer sterke mate zijn geopend.

9.2 proefopzet

In de Meeuweduinen en Zeepeduinen zijn (conform het grootschalige OBN-onderzoek) in totaal 10 begraasde en 10 onbegraasde permanent kwadranten van 2x2 meter uitgezet. De onbegraasde plots liggen hierbij in de twee kleine exclosures die zijn geplaatst op de plek van het voormalige raster. De vegetatieopnamen die hier zijn gemaakt zijn niet op soortniveau uitgevoerd, maar op begroeiingstypen (mossen, korstmossen, smalbladige grassen, breedbladige grassen). In alle plots van de Meeuwe- en Zeepeduinen zijn loopsporen van vee en alle fecaliën van vee en konijnen geteld om een indruk te krijgen van de daadwerkelijke bezoekfrequentie van deze plots door vee.

faunabemonsteringen

Deze bemonstering is toegepast met plastic vangpotten (vangoppervlak 81,6 cm², hoogte 13 cm) die zijn geplaatst in een gat dat met een grondboor is aangebracht, waarbij de bovenrand van de vangpot zich ongeveer 1 cm beneden het bodemoppervlak bevindt. In de vangpot wordt met behulp van een trechter ongeveer 150 ml van een 4% formaline-oplossing gegoten, waaraan ter vermindering van de oppervlakte- spanning enkele druppels

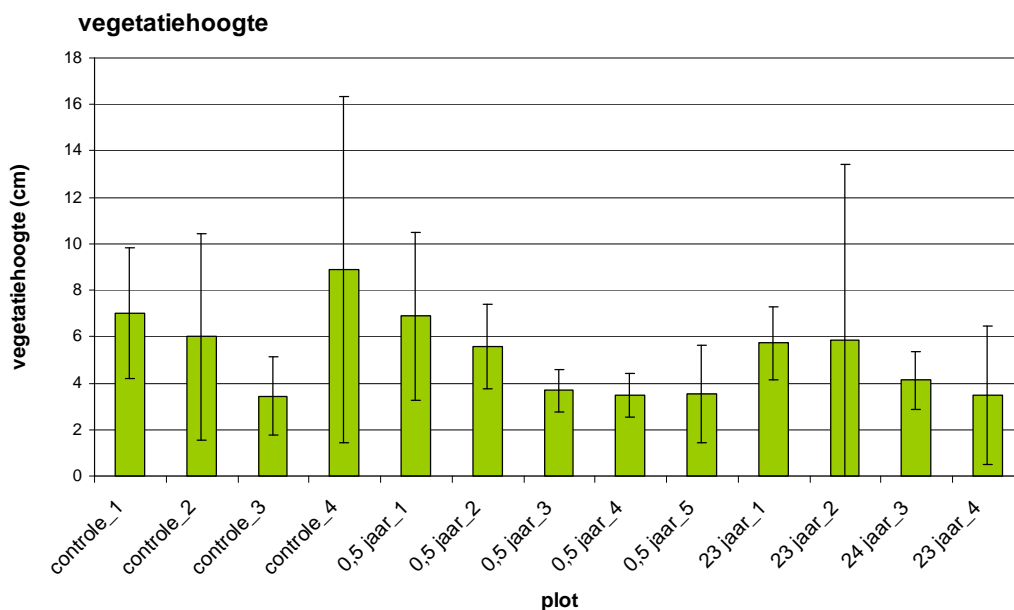
wasmiddel zijn toegevoegd. Boven de vangpot is een houten dakje aangebracht steunend op twee metalen pinnen om verdunning van de formalineoplossing door regen te voorkomen.

De vegetatiebewonende en bloembezoekende fauna is in de Meeuwe- en Zeepeduinen gemonitord met behulp van 4 looptransecten in het begraasde deelgebied en 4 looptransecten in het onbegraasde gebied. De transecten zijn 100 meter lang en 5 meter breed en zijn 7 keer gelopen in de periode maart t/m augustus 2009. De volgende groepen zijn op soortniveau geteld: Sprinkhanen, vlinders, bijen, wespen en zweefvliegen. Andere diergroepen (kevers en vliegen) zijn op familieniveau geteld.

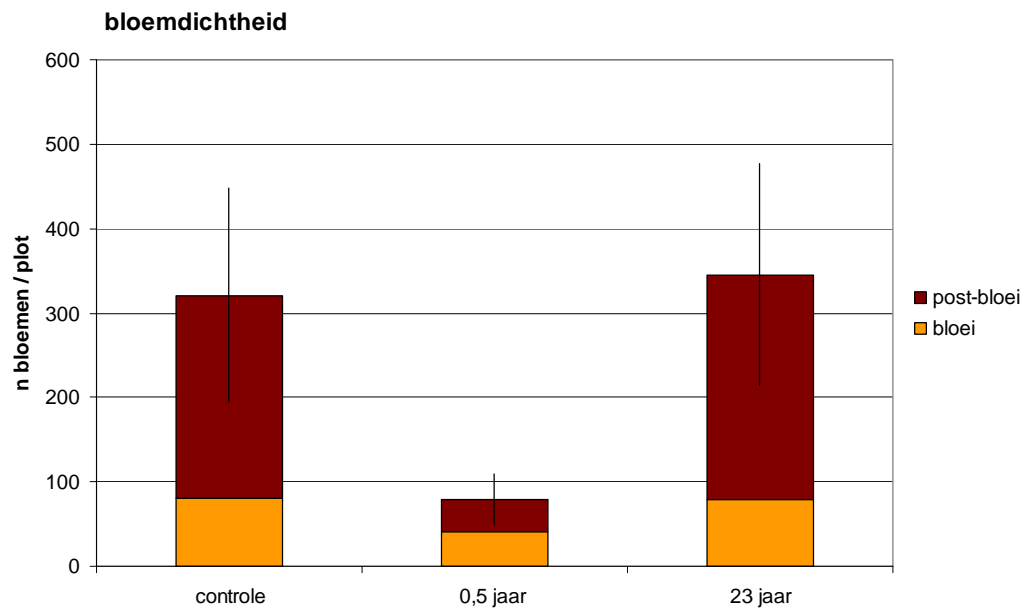
9.3 Effecten van begrazing op de vegetatie

In de Meeuweduinen en Zeepeduinen zijn 14 plots ingericht om de effecten van het vigerende begrazingsbeheer op de duingraslanden te evalueren (figuur 9.2). De gemiddelde vegetatiehoogte in de 0,5 jaar begraasde plots (Meeuweduinen: 4,6 cm) en 23 jaar begraasde plots (Zeepeduinen; 4,6 cm) is lager dan in de onbegraasde plots (exclosure: 6,5 cm), maar de verschillen zijn klein en de variatie binnen de behandelingen is groot. Er is dan ook geen significant verschil in vegetatiehoogte tussen de behandelingen.

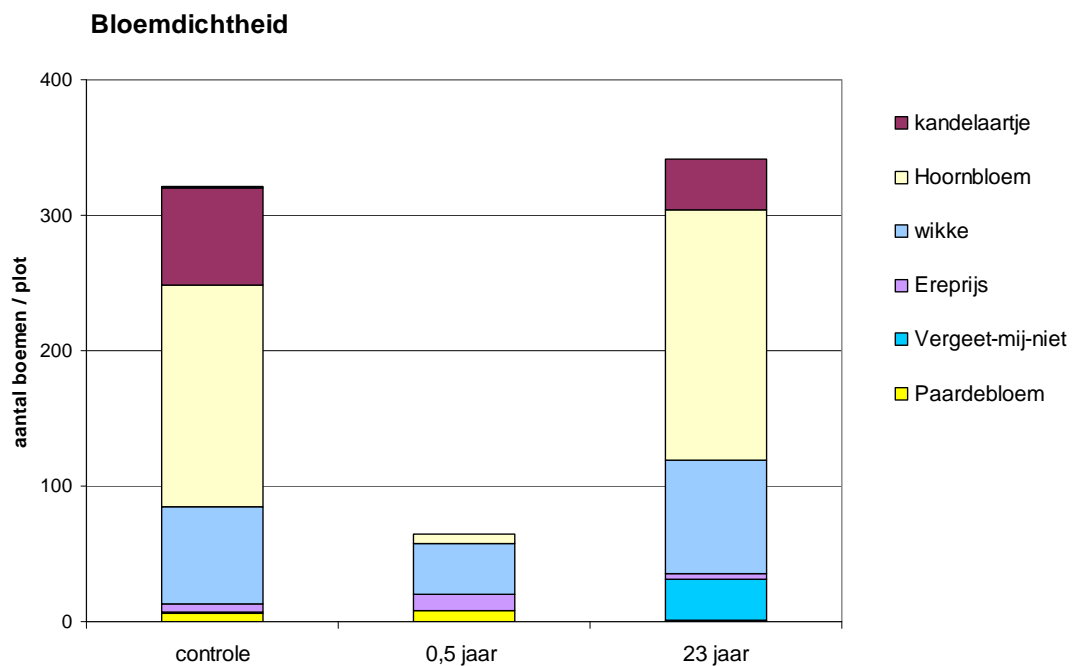
Bloemdichtheid in de plots is zeer variabel (figuur 9.3 en 9.4). Opvallend is dat de onbegraasde controleplots en de sinds lang begraasde plots in de Zeepeduinen geen verschil in bloemdichtheid laten zien, terwijl in de plots die pas een half jaar worden begraasd de bloemdichtheid significant lager is (Anova; $p < 0,05$).



Figuur 9.2. Hoogtemetingen aan de vegetatie 4 controleplots (exclosure), 5 plots die sinds een half jaar werden begraasd (Meeuweduinen) en 5 plots die al 23 jaar werden begraasd (Zeepeduinen). Er zijn geen significante verschillen in vegetatiehoogte aangetroffen.



Figuur 9.3. Bloemdichtheid van de vegetatie in juli 2010 in controleplots (exclosure), plots die sinds een half jaar werden begraasd (Meeuweduinen) en plots die al 23 jaar werden begraasd (Zeepeduinen) (gemiddelde \pm SE), opgedeeld in bloeiende planten en uitgebloeide planten. De duingraslanden die sinds een half jaar worden begraasd kennen een significant lagere bloemdichtheid dan de onbegraste en lang begraste duingraslanden (One-way Anova $p < 0,05$).



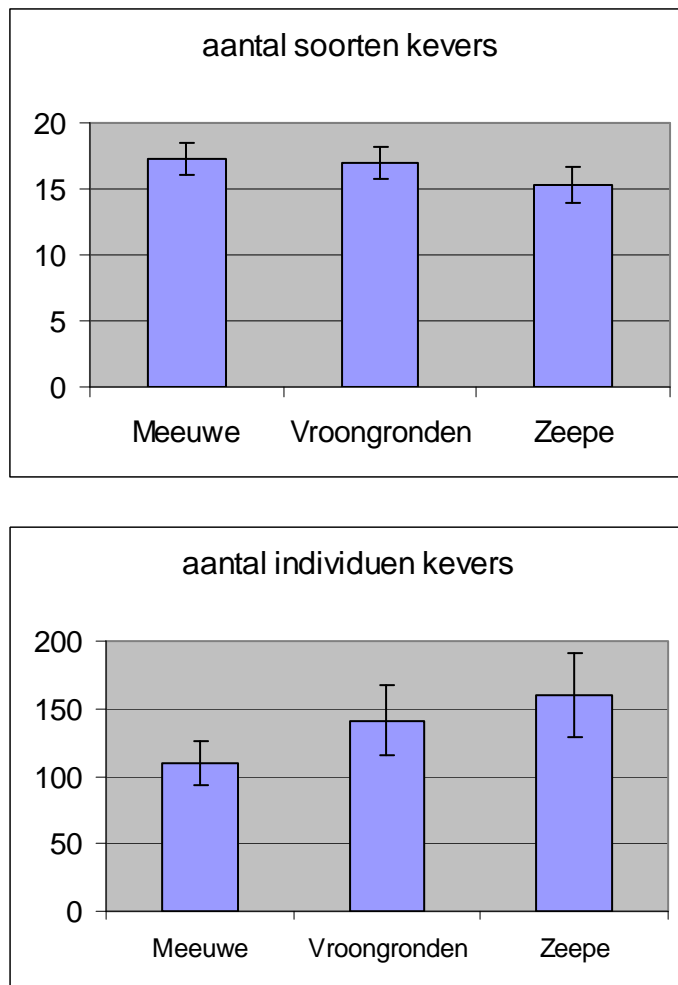
Figuur 9.4. Verdeling van bloemen van verschillende plantensoorten in juli 2010 in controleplots (exclosure), plots die sinds een half jaar werden begraasd (Meeuweduinen) en plots die al 23 jaar werden begraasd (Zeepeduinen).

Vooral Hoornbloem en kandelaartje ontbreken in de sinds kort begraasde plots. De enige bloemsoort die in de reeds lang begraasde duingraslanden meer voor komt dan in de andere plots zijn vergeet-mij-nietjes.

9.5 Effecten van begrazing op de faunagemeenschappen

9.5.1 Soortenrijkdom van diergroepen in begraasde en onbegraasde terreinen

In figuur 9.5 en 9.6 en tabel 9.3 zijn de resultaten weergegeven van de potvalbemonsteringen en transecttellingen. Opvallend is dat het aantal soorten in de begraasde Zeepeduinen voor geen enkele diergroep significant hoger is dan in de onbegraasde Meeuweduinen. Het aantal individuen van kevers en wespen is wel hoger in de begraasde Zeepeduinen dan in de onbegraasde Meeuweduinen (Anova $p < 0,05$), maar voor de kevers verschillen beide terreinen niet significant van de zwaar begraasde vroongronden die als extra gebieden met potvallen zijn bemonsterd. De hoge dichtheden van de wespen komen volledig op conto van de Harkwesp (*Bembix rostrata*), die in de onbegraasde gebieden veel grotere kolonies vormt.

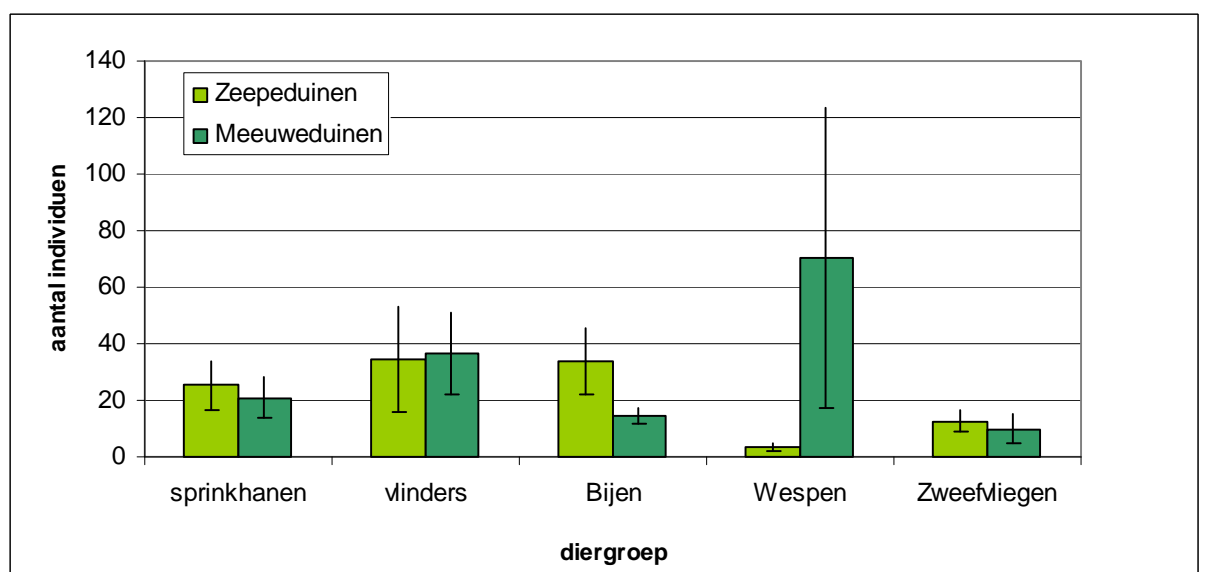
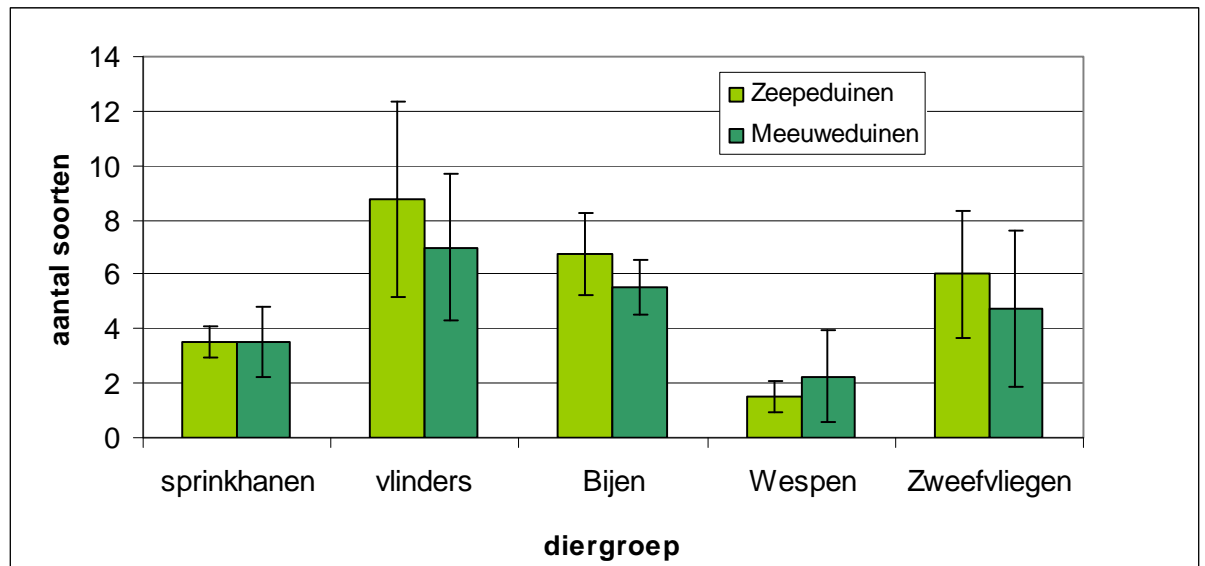


Figuur 9.5. Gemiddeld aantal keversoorten en gemiddeld aantal individuen van kevers die zijn aangetroffen in de potvallen van de Meeuwe- en Zeepeduinen en op daar aanwezige Vroongronden. In de begraasde Zeepeduinen komen gemiddeld iets minder soorten kevers voor, maar wel in hogere aantallen.

Tabel 9.3. Totaal aantallen soorten en totaal aantal individuen van diergroepen waargenomen in transecten in de begraasde Zeepeduinen (ZO en ZB) en in de onbegraasde Meeuweduinen (MO en MB).

Soorten	ZOdg1	ZOpv2	ZBdg1	ZBpv1	MOpv2	MOdg1	MBpv1	MBdg1	
sprinkhanen	8	3	4	3	4	5	3	2	4
vlinders	21	8	12	11	4	6	6	5	11
Bijen	13	8	8	6	5	6	6	4	6
Wespen	6	2	1	1	2	4	2	3	0
Zweefvliegen	16	8	4	8	4	5	5	1	8

individuen	ZOdg1	ZOpv2	ZBdg1	ZBpv1	MOpv2	MOdg1	MBpv1	MBdg1	
sprinkhanen	181	43	36	8	14	41	19	6	18
vlinders	289	14	89	28	8	16	14	76	40
Bijen	194	17	62	13	44	16	22	9	11
Wespen	295	6	1	1	5	45	227	10	0
Zweefvliegen	91	10	11	23	7	6	7	1	26



Figuur 9.6. Gemiddeld aantal soorten en individuen van verschillende diergroepen waargenomen in transecten in de onbegraasde Meeuweduinen en begraasde Zeepeduinen.

Tabel 9.4. Totaal aantallen van diersoorten waargenomen in transecten in de begraasde Zeepeduinen (ZO en ZB) en in de onbegraasde Meeuweduinen (MO en MB) tijdens 7 telrondes in de periode 16 april t/m 3 oktober.

		ZOdg1	ZOpv2	ZBdg1	ZBpv1	MOpv2	MOdg1	MBpv1	MBdg1
sprinkhanen	Chortippus brunneus					1			
	Chortippus biguttulus	4							
	Chortippus mollis		1	3		5			
	Conocephalus dorsalis				2	1			5
	Leptophyes punctatissima							1	2
	Myrmeleotettix maculatus	26	24	4	10	31	8	5	10
	Oedipoda caerulescens		10		1		5		
	Platycleis albopunctata	13	1	1	1	3	6		1
vlinders	Adscita statices								1
	Agriphila tristella								1
	Agriphila straminella	1							1
	Autographa gamma		1						
	Colias croceus		1						
	Coscinia cribraria			1					
	Crambus lathoniellus		1	2					5
	Deilephila porcellus rups								
	Diacrisia sannio			1			2		2
	Hipparchia semele	2	1	1		5		1	
	Issoria lathonia		3						
	Lycaena phlaeas	5	2	4	1	3	2		2
	Lythria cruentaria	2	1	1			1		1
	Macroglossum stellatarum					1			
	Mesoligia furuncula								1
	Phibalabteryx virgata		2						
	Pyronia tithonus	1	2	2		1		1	
	Synaphe punctalis			2		5	5	2	
	Tyria jacobaea	1	2	3	1	1	3		4
	Tyria jacobaea rupsen	1	70	10	5			70	20
Vanessa cardui	1	3	1	1		1	2	2	
Bijen	Andrena barbilabris	3	20	1	8	2	2	6	3
	Bombus lapidarius		2	1	1				1
	Bombus pascuorum	1							2
	Bombus terrestris complex		3	6		2	5		3
	Coelioxys mandibularis	2	2			1	2	1	
	Colletes cunicularius	5	23		26	3	5		
	Colletes fodiens			1					
	Hylaeus communis	1							
	Megachile leachella	2	2	2	1	5	7		1
	Specodes albilabris	2	9	2	8	3	1	1	1
	Specodes pellucidus							1	
	Halictus confusus	1							
	Megachile versicolor		1						

Tabel 9.4 (vervolg). Totaal aantallen van diersoorten waargenomen in transecten in de begraasde Zeepeduinen (ZO en ZB) en in de onbegraasde Meeuweduinen (MO en MB) tijdens 7 telrondes in de periode 16 april t/m 3 oktober.

groep	soort	ZOdg1	ZOpv2	ZBdg1	ZBpv1	MOpv2	MOdg1	MBpv1	MBdg1
Wespen	<i>Bembix rostrata</i>	5		1	2	39	226	7	
	<i>Harpactus tumidis</i>		1						
	<i>Oxybelus argentata</i>					1			
	<i>Tachyspex nitidus</i>	1			3	2		2	
	<i>Tachyspex panzeri</i>					3	1		
	<i>Dryudella spec.</i>							1	
Zweefvliegen	<i>Sphaerophoria scripta</i>	1	1	4	2	1	2		10
	<i>Melanostoma mellinum</i>				1				1
	<i>Platycheirus albimanus</i>	1		1		1	1		1
	<i>Syrpeta pipiens</i>						1		
	<i>Eristalis arbustorum</i>						1		
	<i>Eristalis tenax</i>	2	7		3		2		1
	<i>Scaeva pyrastris</i>	1		1					2
	<i>Eupeodes corollae</i>	2	2			2		1	3
	<i>Eupeodes latifasciatus</i>			1					
	<i>Episyrphus balteatus</i>	1		6					7
	<i>Eupeodes luniger</i>			3					
	<i>Pipizella varipes</i>		1						1
	<i>Eristalinus aeneus</i>				1				
	<i>Helophilus trivittatus</i>	1				1			
	<i>Syrphus vitripennis</i>	1		5		1			
<i>Syrphus ribesii</i>			2						
roofvliegen spec		2	2	5			5	4	5
rozenkever		6		27	1	4			4
Bastaardzandloopkever		6	6	13		8	13	11	26

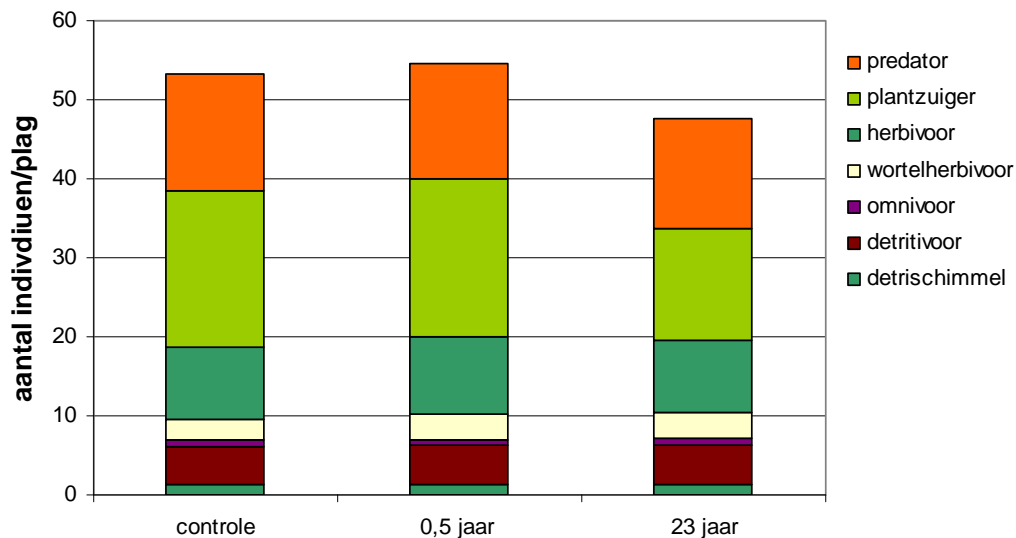
Wanneer de aantallen in tabel 9.4 worden geanalyseerd, valt op dat er slechts zeer weinig diersoorten zijn die beduidend meer in begraasde, danwel in onbegraasde terreindelen voorkomen. Dit betekent dat voor veel diersoorten die middels de transectmethode worden gemonitord de effecten van begrazing niet aanwezig zijn, of niet op deze manier zijn aan te tonen. Soorten die relatief vaker voorkomen in begraasde terreinen – en dus wellicht door begrazing gefaciliteerd worden – zijn drie bijensoorten die nestelen in open zand: *Colletes cunicularius*, *Andrena barbilabris* en haar parasiet *Sphcodes albilabris*. Daarnaast is de Rozenkever (*Phyllopertha horticola*) vaker waargenomen in begraasd terrein, maar zijn de aantallen per transect sterk wisselend. Soorten die vaker in onbegraasd terrein worden waargenomen – en dus wellicht negatieve effecten ondervinden van begrazing zijn de Harkwespe en de Bastaardzandloopkever (*Cicendela hybrida*).

9.5.2 Verschuivingen in het voedselweb

Als gevolg van begrazing treden er veelal verschillen op in de biomassaverhoudingen tussen de staande vegetatie, moslaag en strooisellaag

(zie hoofdstuk 4). Deze verschuivingen kunnen doorwerken op de samenstelling van de fauna, omdat nutriënten in een andere vorm in het systeem voorkomen. In figuur 9.7 is de samenstelling van de bodem en strooiselfauna weergegeven, opgedeeld naar voedselgilde. Uit deze analyse blijkt dat de dichtheid aan plantenzuigers in de lang begraasde Zeepeduinen lager is, maar niet significant verschilt van de twee andere locaties. De niet bodemfauna in de begraasde exclusie en de sinds een half jaar begraasde Meeuweduinen verschillen niet van elkaar.

Opbouw bodemfauna in voedselgilden



Figuur 9.7. Aanwezigheid van individuen (gemiddeld aantal per plag; $n = 5$ per gebied), verdeeld naar voedselgilden. De verschillen die zichtbaar zijn tussen de terreinen zijn niet significant.

10 Synthese

10.1 Inleiding op de synthese

Dit onderzoeksrapport omvat de resultaten van twee grootschalige projecten, te weten het O+BN-onderzoeksproject '*Begrazingsbeheer in relatie tot herstel van faunagemeenschappen in de duinen*' en het onderzoeksdeel van het LIFE-project '*Restoration of dune habitats along the dutch coast*' van Staatsbosbeheer.

De vraagstellingen in beide projecten hebben een duidelijke overlap, wat ook de reden is geweest om de resultaten in één rapport samen te brengen. In de voorgaande hoofdstukken zijn deze resultaten gescheiden gepresenteerd. In dit hoofdstuk worden de resultaten van beide projecten en uit de literatuur met elkaar vergeleken en gecombineerd, op basis van de vragen vanuit het duinbeheer. Hierbij moet worden opgemerkt dat in 2012-2013 nog een tweede fase volgt van het O+BN onderzoek. Een definitieve doorvertaling van de resultaten naar beheeradviezen zal plaatsvinden in de eindrapportage van deze tweede fase.

Een van de belangrijke punten die altijd bij begrazingsonderzoek speelt, is dat er veel variatie is in het type begrazing en de uitgangssituatie van het gebied. Dit maakt het erg lastig, of vaak zelfs onmogelijk, om de resultaten van een lokale studie te vertalen naar een ander terrein. De grootschalige experimentele opzet van het onderhavige O+BN onderzoek met gepaarde plots is dan ook bedoeld om te onderzoeken of er algemeen geldende effectpatronen optreden en daarna te achterhalen door welke variabelen in begrazingstype en terreineigenschappen deze verder worden gestuurd. Bij de analyse is soms gekozen voor een paarsgewijze analyse, maar om de resultaten vergelijkbaar te maken met voorgaande onderzoeken zijn de gegevens soms ook groepsgewijs per duinzone geanalyseerd.

De focus van deze onderzoeken ligt op de effecten van begrazing op de fauna van kustduinen. Er is in de onderzoeksopzet echter bewust gekozen om niet alleen naar diergroepen te kijken, maar juist ook naar de omgevingsvariabelen die de diergemeenschappen sturen. Een groot deel van de huidige conclusies gaan dan ook niet over specifieke diersoorten, maar over de aard van de diergemeenschappen, bijvoorbeeld vertaald in de verschillende voedselgilden die in een systeem aanwezig zijn of (bij broedvogels) de landschapsstructuur van hun broedhabitat.

Voor een goede analyse van de afzonderlijke effecten van begrazingstypen enerzijds en terreineigenschappen anderzijds (en de interacties daartussen) is het noodzakelijk dat de variatie hierin gelijk verdeeld is over de onderzoeksgebieden. Dit is echter niet het geval. Kalkrijke duinen in het Renodunale district worden met andere grazers en met een andere druk begraasd dan de ontkalkte duinen in dit district of de kalkarme duinen in het Waddengebied. In de kalkrijke duinen van het vasteland (Renodunale duinen) wordt vaker met een relatief lage graasdruk gewerkt, terwijl in de kalkarme duinen van de Waddeneilanden en in de ontkalkte delen van de Renodunale duinen met een hogere graasdruk wordt gewerkt. In de kalkrijke duinen worden bovendien vaker runderen ingezet en op de Waddeneilanden vaker schapen. Vanuit beheersoptiek is dit ook logisch, aangezien de mate waarin verruiging van het open duin optreedt en de plantensoorten waarmee dit gebeurt verschillen tussen deze duinzones. Het zorgt er echter wel voor dat de invloed van een aantal variabelen niet duidelijk van elkaar kan worden gescheiden.

Het verloop van beide projecten kende in de praktijk enkele problemen, waardoor de oorspronkelijke proefopzet niet overal kon worden uitgevoerd. In het O+BN project bleek het vele malen moeilijker dan vooraf verwacht om geschikte locaties te vinden voor effectmetingen aan duinbegrazing. Vooral het ontbreken van onbegraasde referenties die (met betrekking tot duinzone en gebruiksgeschiedenis) goed vergelijkbaar waren, bleek vaak een struikelblok. Zowel vanwege de zeer grote benodigde inspanning, als het kleine aantal geschikte locaties per begrazingsmethode, moest worden besloten om met minder gepaarde plots te werken (112 peren in plaats van 200) en konden de effecten van drukbegrazing en gescheperde begrazing niet in dit onderzoek worden meegenomen. Door de extra tijd die het opzoeken van geschikte locaties vergde, moest ook één metingenronde worden geschrapt. In de Vallei van het Veen bleken als gevolg van beheermaatregelen (chopperen) en het plaatsen van een kraal voor het vangen van vee, 4 onbegraasde controleplots en 1 begraasde plot niet meer voor het onderzoek gebruikt te kunnen worden. Daarnaast was het de bedoeling dat in de Meeuweduinen en Zeepeduinen een grote enclosure (50 x 100 meter) zou worden geplaatst, maar in plaats hiervan is gekozen voor twee kleine enclosures van $\pm 10 \times 10$ meter. Hierdoor konden wel vegetatieplots en bodemfauna worden bemonsterd op deze locaties, maar zowel voor vegetatiestructuur als voor vegetatiebewonende fauna zijn deze oppervlaktes ontoereikend om nu en in de toekomst als onbegraasde controlelocatie te dienen bij een effectmeting.

10.2 Wat is het effect van geïntroduceerde begrazing op de bodem?

Beschikbaarheid van nutriënten

Het blijkt dat de eigenschappen van de bodem zeer sterk worden bepaald door verschillen in duinzone (kalkgehalte/pH) en het gehalte aan organische stof en (mede daardoor) slechts weinig door de vigerende begrazing worden beïnvloed. Het effect van 'duinzone' is voor bijna alle bodemeigenschappen significant en pH is voor de meeste variabelen de belangrijkste verklarende factor. Wat betreft pH, basische kationen en micronutriënten is het effect van begrazing marginaal. Uit de analyse van gepaarde plots blijkt de concentraties en verhoudingen van nutriënten als ammonium, nitraat en fosfaat in zoutextracties van verse minerale bodem licht beïnvloed te worden door begrazing. In kalkrijke bodems met weinig organisch stof is dit effecten veel kleiner dan in kalkarme bodems met veel organisch stof en bovendien is het effect vaak tegenovergesteld. In Renodunale bodems met weinig organisch stof zijn concentraties van mineralen en nutriënten vaak lager in begraasde gebieden, terwijl duinbodems met veel organisch stof in het Waddendistrict juist hogere concentraties laten zien in begraasde terreinen. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat de effecten van begrazing op de bodemchemie kleiner zijn dan de in het terrein van nature aanwezige variatie in bodemchemie.

De bedekking van de bodem door een strooisellaag neemt significant af door begrazing, terwijl het organische stofgehalte van de minerale bodem toeneemt. Een indirecte doorwerking van begrazing via een hoger organisch stofgehalte naar andere bodemvariabelen lijkt echter binnen de duur van maximaal 30 jaar begrazing niet op te treden. Wellicht kan zeer langdurige begrazing de bodemchemie zodanig veranderen dat er structurele verschillen ontstaan tussen begraasde en onbegraasde duinterreinen.

Geconcludeerd moet worden dat de vigerende begrazing niet heeft geleid tot een verlaging van het nutriëntengehalte in de bodem en weinig invloed heeft op de beschikbaarheid van nutriënten gemeten op één tijdstip. Of begrazing

leidt tot hogere of lagere mineralisatiesnelheid in de bodem en daarmee tot een verandering van beschikbaarheid in de loop van de tijd (verandering in omloopsnelheid van voedingsstoffen) moet nog worden uitgezocht

Bodemverdichting en ontstaan van open zand

Verdichting van de bodem als gevolg van betreding door grazers treedt op in bodems met hogere organische stofgehalten. Een doorwerking van deze bodemverdichting op de aanwezige fauna (zoals bijvoorbeeld verwacht voor grondnestelende mieren) werd in dit onderzoek echter niet vastgesteld.

Begrazing leidt tot een toename van de oppervlakte kaal zand. De verdeling van dit open zand is vaak zeer kleinschalig en betreft voornamelijk plekken tussen de vegetatie waar de strooisellaag is verdwenen. Voor dit type open zand is voornamelijk geen verband gevonden met graasdruk of graasstype. Ook op grotere schaal kan door begrazing open zand ontstaan, een fenomeen dat zeer duidelijk te zien is aan weerszijden van het voormalige raster tussen de begraasde Zeepduinen en de onbegraasde Meeuweduinen. Het betreft voornamelijk locaties als duintoppen en zuidhellingen waar weinig organisch stof in de bodem aanwezig is. Overigens is de geschiktheid van open zand dat vaak wordt betreden door grazers (en hierdoor deels in stand blijft) voor grondnestelende insecten lager dan open zand in onbegraasde situaties (bijvoorbeeld bij stuifkuilen), zoals is aangetoond door Wouters *et al.* (2012). Hoewel een oorzakelijk verband hier niet is aangetoond, is het opvallend dat de koloniegrootte van Harkwespen (*Bembix rostrata*) in de begraasde Zeepduinen vele malen kleiner zijn dan in de (toen nog) onbegraasde Meeuweduinen. Dit komt overeen met de resultaten van Bonte *et al.* (2005) die sterk negatieve effecten van betreding door vee en recreanten aantoonde voor deze wespenssoort.

10.3 Wat is het effect van geïntroduceerde begrazing op de vegetatie?

Een van de belangrijkste doelen van begrazing in duingraslanden is het terugdringen van verruiging, zowel in de vorm van 'vergrassing' met hoge, breedbladige grassen als Duinriet, Zandzegge en Helm, als de opslag van struweel en bomen. Begrazing blijkt hiervoor in de meeste gevallen effectiever te werken.

Tegengaan van vergrassing

Door begrazing neemt de hoeveelheid bovengrondse biomassa van vaatplanten vrijwel overal af. Dit effect is vooral duidelijk in de kalkrijke duinen van het Renodunaal district en de kalkarme duinen op de Wadden. In ontkalkte delen van de Renodunale duinen lijkt er geen significant effect te zijn van begrazing op de bovengrondse biomassa. De gezamenlijke biomassa van mossen en korstmossen reageert niet op begrazing, behalve in ontkalkte delen van de Renodunale duinen bij een hoog organisch stofgehalte.

In alle drie de duinzones neemt de vegetatiehoogte in duingraslanden af door begrazing. Ook in de detailstudie in de Vallei van het Veen wordt een sterk reducerend effect van begrazing geconstateerd op de vegetatiehoogte. In de Meeuweduinen en Zeepduinen werd opvallend genoeg geen verschil in vegetatiehoogte gemeten tussen plots die onbegraasd zijn en plots die sinds een half jaar of al 23 jaar in begrazing zijn. De effecten van begrazing op structuur van de vegetatie van duingraslanden zijn negatief: de variatie in vegetatiehoogte op kleine schaal (binnen 20x20 meter) neemt af door begrazing, vooral in de kalkarme duinen op de Wadden. Er kan dan ook worden geconcludeerd dat begrazing in het algemeen leidt tot een lagere vegetatie maar met minder variatie in hoogte. Deze conclusie is echter gebaseerd op puntmetingen en zegt nog niets over de toename of afname van de kleinschaligheid van mozaïekpatronen in de grasvegetatie. In een

vervolgonderzoek zal worden gekeken naar de ruimtelijke verdeling van hogere en lagere vegetatiepatches.

De bedekking met 'vergrassende' breedbladige grassen neemt af in de Renodunale duinen, maar niet of nauwelijks in het Waddendistrict. In kalkarme duinen neemt de bedekking met mossen door begrazing toe, zowel in ontkalkte delen van de Renodunale duinen als in de kalkarme duinen op de Wadden. De bedekking met korstmossen is en blijft zeer laag; een effect van begrazing op de korstmossen kon niet worden vastgesteld. Hierbij moet worden opgemerkt dat de soortdiversiteit, hoogte en biomassa van de korstmossen niet afzonderlijk zijn bepaald van de mossen.

Invloed op de kruidenrijkdom

Zowel met betrekking tot de soortdiversiteit van de vegetatie als tot het belang voor veel (ongewervelde) diersoorten, is ook de toename van kruidachtige soorten een doel van het begrazingsbeheer. Vooral lage kruidachtigen worden middels lichtconcurrentie en kiemingscondities immers verdrongen door hoog gras (Kooijman *etal.* 2005). In dit onderzoek kon echter vrijwel geen effect van begrazing op de bedekking van kruiden worden vastgesteld. Alleen in de kalkarme duinzone in het waddendistrict met weinig organisch stof nam de bedekking met kruidachtigen toe. Aangezien er geen gedetailleerde vegetatieopnamen zijn gemaakt, kan niets worden gezegd over de effecten van begrazing op de soort samenstelling of soortenrijkdom van kruiden. In de Vallei van het Veen zijn er wel vegetatieopnamen gemaakt, maar analyse van deze gegevens viel buiten de onderzoeksopdracht. Beschrijvend kan echter worden gesteld dat ook hier begrazing zo goed als geen invloed heeft op de soort samenstelling van de vegetatie, waarbij slechts enkele soorten van grazige vegetaties minder voorkomen in onbegraste terreinen.

Invloed op het bloemaanbod

Naast de aanwezigheid en bedekking van kruiden is voor de bloembezoekende ongewervelde fauna van belang of deze planten ook in bloei komen. Uit het grote vergelijkende onderzoek blijkt dat het vigerende begrazingsbeheer geen positief of negatief effect heeft op het aantal bloeiende bloemen in de vegetatie. Er kon ook geen effect worden vastgesteld op de bloemrijkdom van verschillen in begrazingsvorm (type grazer en graasdruk). Hierbij moet worden opgemerkt dat beide onderzoeksjaren (2010 en 2011) een zeer droog voorjaar kenden, waardoor het bloemaanbod in de gehele duinen zeer laag was. In de detailstudie in de Meeuweduinen en Zeepeduinen werd er wel een effect gevonden van kortstondige begrazing (0,5 jaar) op het bloemaanbod, maar bleken er geen verschillen aanwezig in bloemaanbod tussen de onbegraste locaties en locaties die al 23 jaar worden begraasd. De reden voor dit verschijnsel is onbekend.

Tegengaan van struweel- en bosopslag

In het onderzoek in de Vallei van het Veen is ook intensief onderzoek uitgevoerd naar de effecten van begrazing op de opslag van struweel en bomen, zoals Ruwe berk, Amerikaanse Vogelkers en Zomereik. Hieruit blijkt dat begrazing de kieming en initiële opslag van bomen en struiken niet tegen gaat en misschien zelfs faciliteert. Deze facilitatie kan optreden doordat begrazing de vegetatiestructuur open en laag houdt, wat leidt tot betere lichtomstandigheden op de bodem en wellicht ook door bodemcompactie. Net als de omliggende vegetatie worden bomen en struiken echter begraasd, waardoor de groei sterk wordt beperkt. Begrazing leidt in dit geval tot een vegetatie met vrij veel zeer lage bomen en struiken (lager dan 50 centimeter), die in het landschapsbeeld echter nauwelijks opvallen. Het

uitsluiten van begrazing leidt niet zozeer tot meer opslag (misschien zelfs minder), maar wel tot een hoger egroei, waardoor er een duinlandschap ontstaat met veel zichtbare struweelopslag.

Doorvertaling naar de fauna

In relatie tot de diergemeenschappen van duingraslanden kan geconcludeerd worden dat de vegetatie veelal lager en opener wordt, waarbij vooral mossen in plaats komen van breedbladige grassen. Deze verschuiving lijkt positief te zijn voor karakteristieke warmtebehoevende diersoorten in kustduinen. Effecten op de mozaïekpatronen van de vegetatiestructuur konden in deze fase van het onderzoek nog niet worden vastgesteld, maar de variatie in hoogteverdeling neemt af. Voor bloembezoekende diersoorten heeft begrazing over het algemeen geen positieve, maar ook geen negatieve invloed.

10.4. Leidt begrazing tot veranderingen in diergemeenschappen?

Structurele effecten op de bodemfauna

Gezien de effecten op de bodemcompactie en de bedekking van de bodem met strooisel, mogen er verschillen worden verwacht tussen de bodemfaunagemeenschappen van begraasde en onbegraasde duingraslanden. Diergroepen die een toename in dichtheden laten zien en daarmee een positief effect lijken te ondervinden van begrazing zijn rupsen en vliegen. Diergroepen die mogelijk negatief worden beïnvloed zijn duizendpoten, miljoenpoten, pissebedden, borstelstaartjes en regenwormen. Hoewel in verband met verschillen in bodemdichtheid ook effecten op de grondnestelende mieren werden verwacht, zijn er geen verschillende dichtheden van mieren aangetroffen tussen begraasde en onbegraasde duingraslanden.

Regenwormen, miljoenpoten en pissebedden zijn detritivoren en gaan waarschijnlijk achteruit door een afnemende strooiselbedekking. De input van hun voornaamste voedselbron neemt immers sterk af. De effecten op voedselgilden lijkt deels te verschillen tussen duinzones. Herbivoren in de Renodunale duinen lijken niet te reageren op begrazing, maar in het Waddendistrict positief. Mogelijk is door de zeer sterke vergrassing op de Wadden de voedselkwaliteit slechter dan in de Renodunale duinen. Het aandeel kruiden is op de Wadden lager, maar neemt toe door begrazing, wat mogelijk zorgt voor meer verschillende voedselplanten. Wortelherbivoren in de Renodunale duinen nemen af door begrazing, maar niet op de Wadden. In de detailstudie in de Meeuweduinen en Zeepeduinen werden geen verschillen gevonden in de bodemfauna tussen begraasde en onbegraasde terreindelen, wat overeenkomt met de zeer kleine effecten van begrazing op de vegetatiestructuur en bodem die hier zijn geconstateerd.

Zowel in de Meeuweduinen en Zeepeduinen als in de vallei van het Veen zijn met behulp van potvallen ook oppervlakteactieve diersoorten bemonsterd, waarbij de kevers verder zijn gedetermineerd naar familie en soortsniveau. Uit deze detailstudie blijkt dat er slechts zeer weinig effecten worden gevonden van begrazing op het aantal soorten. In de begraasde terreindelen worden wel meer individuen gevangen, maar deze aantallen kunnen zowel hoger zijn als gevolg van ene hogere activiteit van de kevers als door hogere dichtheden (Turin, 2000). Wanneer de veranderingen in soortsaamenstelling wordt geanalyseerd voor de afgelopen 17 jaar in de vallei van het Veen, blijkt dat de veranderingen voornamelijk worden verklaard door de verschillende vegetatietypen (valleien versus droge duinheide) en door de bemonsteringsjaren (dus 'autonome' verschillen tussen jaren, bijvoorbeeld als gevolg van weersomstandigheden). Slechts een paar procent van de

veranderingen in de kevergemeenschap wordt verklaard door de factor begrazing.

Effecten op vegetatiebewonende en bloembezoekende ongewervelde fauna

In de Meeuweduinen en Zeepeduinen zijn transecttellingen uitgevoerd naar vegetatiebewonende en bloembezoekende ongewervelden. Uit deze tellingen komt slechts voor een zeer klein aantal soorten naar voren die gekoppeld kunnen worden aan de factor begrazing. Enkele bijensoorten die solitair nestelen in open zand lijken te profiteren van begrazing, terwijl de Harkwesp en de Bastaardzandloopkever minder voorkomen in begraasde terreinen. Dit komt overeen met het feit dat er in deze gebieden ook nauwelijks effecten zijn vastgesteld op de vegetatiestructuur en het bloemaanbod, terwijl de aanwezigheid van open zand wel verschillen vertoont tussen begraasde en onbegraasde terreinen.

In het OBN onderzoek is nog een detailstudie uitgevoerd naar de bodem en vegetatieparameters op locaties waar eiafzet van parelmoervlinders is vastgesteld en in hoeverre begrazing er toe bijdraagt om deze condities te scheppen. Hieruit blijkt dat de geschikte omstandigheden – relatief veel open zand en een lage, open vegetatie met weinig strooisel – voor het grootste deel verklaart werden door de aanwezigheid van konijnen (bepaald aan de hand van keuteltellingen). Van de geïntroduceerde grazers lijken voornamelijk paarden en schapen in staat om dezelfde effecten te genereren, terwijl runderen hieraan nauwelijks bijdragen.

Effecten op broedvogels en konijnen

Broedvogels van open duinen zijn gemiddeld sterk in aantal afgenomen sinds medio jaren tachtig. Ook Konijnen namen aanvankelijk sterk in aantal af, maar – in tegenstelling tot de broedvogels – heeft de stand zich na 2003 hersteld en de aantallen konijnen lijken nu weer op het niveau te liggen van halverwege jaren tachtig. Broedvogels van ruigtes, lage struwelen en mozaïeken zijn gemiddeld juist in aantal toegenomen. Broedvogels van hoge struwelen en bosranden laten wisselende populatie-ontwikkelingen zien.

Broedvogels van open duin reageren gemiddeld genomen negatief op de introductie van grote grazers, vooral Bergeend, Wulp en Scholekster. Deze broedvogels gaan in begraasde terreinen dus sneller achteruit dan in onbegraasde terreinen. Ook broedvogels van hoge struwelen reageren gemiddeld negatief op begrazing. Broedvogels van ruigtes en lage struwelen reageren nogal wisselend. Konijnen profiteren juist van begrazing: de aantallen nemen na introductie van grote grazers toe in vergelijking met onbegraasde gebieden.

De effecten van begrazing zijn afhankelijk van de begrazingsvorm. De invloed van jaarrond begrazing met runderen is gemiddeld negatief voor open duinvogels en broedvogels van hoge struwelen. Het effect van 'overige' begrazingsvormen, meestal begrazing met alleen paarden of alleen schapen/geiten, is voor deze duinvogelgemeenschappen juist positief. Ook jaarrond begrazing met een combinatie van verschillende soorten grazers lijkt voor broedvogels van open duin een positief effect te hebben.

De effecten van begrazing lijken bovendien significant te verschillen in afhankelijkheid van de graasdruk, al is enige verstrengeling met graasvorm hierbij niet uit te sluiten. Een relatief hoge graasdruk lijkt gemiddeld (licht) positief, vooral voor open duinvogels. De resultaten uit deze landelijke analyse komen zeer goed overeen met de detailstudie in de Vallei van het Veen.

Er is geen sprake van duidelijke regionale verschillen in de effecten van begrazing. Twaalf soorten reageren significant positiever op begrazing in de kalkarme duinen dan in de kalkrijke duinen. Voor negen soorten is dit juist

omgekeerd. Waarschijnlijk als gevolg van het feit dat Konijnen tijdens de tellingen in veel proefvlakken niet of slechts in zeer lage aantallen werden waargenomen, werd geen sterke invloed van de abundantie van Konijnen op de effecten van begrazing vastgesteld. 13 soorten reageren significant positiever op begrazing naarmate hogere aantallen Konijnen aanwezig zijn. Voor zeven soorten is dit juist omgekeerd. Zoals verwacht reageren vogels van open duin nog het meest positief op de hogere aantallen Konijnen te reageren. Het plaatsen van kunstburchten leidt (in ieder geval op korte termijn) niet tot (her)kolonisatie van onbezette plekken door konijnen.

Zijn er relictpopulaties van fauna in sterk vergraste delen?

Zowel uit 'quick scan' van duinkarakteristieke soorten ongewervelden in de Vallei van het Veen, als de transecttellingen in de Meeuweduinen en Zeepeduinen kan worden geconcludeerd dat er in de niet begraasde, ruigere vegetaties nog wel duinkarakteristieke soorten worden waargenomen. Het gaat hierbij onder andere om Zandhagedis, Duinparelmoervlinder, Kleine parelmoervlinder, bastaardzandloopkever, Harkwesp en Duinsabelsprinkhaan. Hierbij moet worden opgemerkt dat de waargenomen aantallen van deze soorten laag zijn, in veel gevallen zelfs lager dan in de begraasde terreindelen. Ook kon niet van alle soorten (met name de dagvlinders) worden vastgesteld of deze door het terrein migreren of ook daadwerkelijk ter plaatse een populatie handhaven. Zo werd er bijvoorbeeld wel bloembezoek waargenomen in het onbegraasde deel, maar geen eiafzet. Op basis van onze waarnemingen moet dan ook worden geconstateerd dat er voor de groepen dagvlinders en sprinkhanen en soorten als Zandhagedis geen populaties aanwezig zijn in de verruigde onbegraasde situaties die essentieel zijn voor het handhaven van deze soort in het betreffende duingebied.

Deze conclusie sluit uiteraard niet uit dat er soms negatieve effecten van begrazing op diersoorten zijn vastgesteld, zoals voor verschillende broedvogels van open duin en laag struweel, zoals Scholekster en Blauwe kiekendief (zie bovenstaande paragraaf) en voor de Harkwesp. In het kader van dit onderzoek kan niets worden gezegd over mogelijk andere diersoorten die alleen met een intensievere monitoring of specialistische kennis vast te stellen zijn en derhalve buiten dit deelonderzoek vallen.

10.7 Conclusies en adviezen voor beheer op basis van dit onderzoek

Een concrete vertaling naar beheeradviezen op basis van de in dit rapport gepresenteerde gegevens is zeer lastig. Niet omdat de gegevens hiervoor niet geschikt zijn, maar enerzijds is een aantal processen en patronen nog onduidelijk (deze worden in de tweede fase opgehelderd) en anderzijds zijn beheerdoelen niet altijd concreet beschreven. Bovendien verschillen deze delen vaak sterk tussen duingebieden.

Aangezien het onmogelijk is om voor alle specifieke doelstellingen in verschillende duingebieden adviezen te formuleren, zullen in het eindrapport van de tweede fase op basis van alle gegevens een aantal scenario's worden uitgewerkt. Op deze manier krijgt de beheerder meer grip op de in deze studie geconstateerde effecten van begrazing en kan hij zelf een vertaling maken naar concrete duinterreinen.

Als inleiding voor deze beheerscenario's worden hieronder al wel een aantal conclusies getrokken en punten aangestipt die voor het begrazingsbeheer van kustduinen van belang zijn.

- 1) Het doel om met begrazingsbeheer de verruiging van open duinen tegen te gaan wordt over het algemeen gehaald, met name waar het terugdringen van hoge, breedbladige grassen betreft. Ook de facilitatie van het Konijn door begrazing treedt op, waardoor er een grotere kans is op een herstel van de populatie en een grotere invloed van deze

natuurlijke grazer. Het tegengaan van boom- en struweelopslag is alleen onderzocht op Vlieland: hier wordt de opslag niet tegengegaan, maar wordt wel de groei van bomen en struiken sterk onderdrukt, waardoor het duinlandschap een open karakter houdt.

- 2) Effecten van verschillen in begrazingsvorm zijn nauwelijks aan te tonen, aangezien er een zeer sterke verstrengeling optreedt tussen graasdruk, soort grazer en Ausgangssituatie van het duin (bodemeigenschappen en mate van verruiging). Verschillende resultaten lijken er echter op te wijzen dat voor herstel van duinfaunagemeenschappen een wat hogere graasdruk met paarden, pony's of schapen (eventueel in combinatie met runderen) gunstiger uitpakt dan een lagere begrazingsdruk met alleen runderen.
- 3) In onbegraasde, verruigde duinterreinen zijn waarschijnlijk niet veel relictpopulaties van duinkarakteristieke soorten die bij het huidige begrazingsbeheer (met een vrij lage gemiddelde graasdruk) volledig zullen verdwijnen. Een goede vastlegging van de Ausgangssituatie blijft echter noodzakelijk. Immers, vooral voor diersoorten die op of in de boden nestelen (zoals broedvogels van open duin en de Harkwesp) zijn in dit onderzoek en andere studies ook negatieve effecten van begrazing aangetoond of zeer aannemelijk gemaakt.
- 4) Op dit moment wordt driekwart van alle duinterreinen jaarrond en vaak integraal begraasd. Het verdient aanbeveling om in een aantal terreinen te gaan werken met een graasdruk die varieert in tijd en ruimte, bijvoorbeeld door een kudde grazers om het jaar of om de paar jaar te verhuizen naar een ander (deel)terrein.
- 5) Op dit moment is het nog steeds zeer lastig om de effecten die door begrazing worden veroorzaakt te onderzoeken. In veel gevallen ontbreekt een goede vastlegging van de situatie voorafgaand aan begrazing (de nulsituatie) en een controlegebied waarin geen begrazing plaats vindt, zoals een enclosure of een deelterrein wat buiten de begrazingseenheid wordt gehouden.

Literatuur

Bijlage 1. Overzicht begraasde terreinen in Nederlandse kustduinen

Bijlage 2 Bemonsteringsprotocol en Veldformulieren

Bijlage 3 Veldmetingen Vallei van het Veen

Bijlage 4

4.a Broedvogelgegevens Vallei van het Veen – Vlieland (begraasd terrein)

soort	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Dodaars	1									
Grauwe Gans					2	11	8	11	13	16
Nijlgans	1		1	1	1	2	1	1	2	1
Bergeend	26	28	21	18	21	26	20	21	13	16
Krakeend	1			1	1	1	1		1	1
Wintertaling	2									
Wilde Eend	8	5	5	2	2	3	3	2	2	2
Slobeend	8	3	1		1	1	1	1	1	1
Eider	33	22	19	20	18	26	28	21	28	14
Bruine Kiekendief	3	3	2	2	1		1	1	2	2
Fazant	13	12	10	7	6	3	2	3	2	4
Waterral	2									
Meerkoet	3	2							1	
Scholekster	49	41	26	26	24	40	30	25	27	14
Kievit	4	2	3	3	2			5	1	6
Grutto							1			
Wulp	20	16	13	16	16	17	15	14	12	12
Tureluur	5	5	2	3	4	3	1		2	1
Zwartkopmeeuw				1						
Kokmeeuw	28	2	2							
Stormmeeuw	38	131	95	90	58	160	170	192	189	120
Kleine Mantelmeeuw	73	86	24	36	33	69	75	82	82	113
Zilvermeeuw	409	337	208	223	189	171	162	133	142	277
Holenduif	7	14	12	9	8	10	6	6	6	6
Houtduif	4	5	4	2	3			1		1
Turkse Tortel										
Koekoek	2	2		1	2	2	2	1	1	1
Veldleeuwerik	4			1	1		2		2	
Boompieper							1			
Graspieper	48	48	44	41	45	45	47	53	48	43
Witte Kwikstaart	3	2	3	3	2	5	3	1	3	2
Winterkoning	9	7	5	3	9	5	4	4	7	6
Heggenmus						1			2	1
Roodborst					1					
Nachtegaal	2									
Paapje		1							1	
Roodborsttapuit	1	1		1	1	2	1	1	3	2
Tapuit	2	3	5	6	5	6	5	5	5	5
Sprinkhaanzanger	7	2		1	1		1	1	2	1
Braamsluiper	1	1		1	1	1				1
Grasmus	5	5	3	2	1	5	3	5	1	2
Tjiftjaf			1							
Fitis	6	6	3	3	2	8	2	3	3	4
Koolmees	1						1		1	1
Ekster		1	1	1		1				
Kauw	9	10	11	11	13	34	20	21	15	16
Zwarte Kraai	2	3	3	3	4	4	3	3	3	2
Vink			1	1	1	1	1	1	2	3
Groenling						1				
Putter			1							
Kneu	8	10	10	8	10	16	8	4	9	8
Kleine Barmsijs		1				2	1	1	1	1
Roodmus	1									
Rietgors	2	3	7	2	3	2	2	1	1	1

Bijlage 4b. Broedvogelgegevens Kooisplek - Vlieland (onbegraasd terrein)

soort	2001	2006	2009
Dodaars	1	0	0
Grauwe Gans	0	10	12
Nijlgans	2	1	1
Bergeend	11	18	13
Krakeend	4	0	1
Wintertaling	1	0	0
Wilde Eend	13	2	6
Pijlstaart	1	0	0
Slobeend	6	0	0
Tafeleend	1	0	0
Kuifeend	2	0	0
Eider	+	+	12
Bruine Kiekendief	3	4	4
Blauwe Kiekendief	1	0	0
Fazant	10	+	7
Meerkoet	4	0	0
Scholekster	29	19	12
Kievit	3	3	7
Grutto	0	1	0
Wulp	10	8	12
Tureluur	2	0	1
Kokmeeuw	2	0	1
Stormmeeuw	45	0	10
Kleine Mantelmeeuw	22	23	48
Zilvermeeuw	365	119	114
Holenduif	11	8	7
Houtduif	4	+	2
Ransuil	0	1	0
Koekoek	1	3	2

soort	2001	2006	2009
Veldleeuwerik	11	2	4
Graspieper	20	40	38
Witte Kwikstaart	0	0	2
Winterkoning	26	+	49
Heggenmus	3	3	0
Roodborst	2	+	1
Blauwborst	1	0	0
Roodborsttapuit	0	0	3
Tapuit	2	1	7
Merel	2	+	1
Zanglijster	1	+	1
Sprinkhaanzanger	0	5	8
Rietzanger	3	0	1
Bosrietzanger	0	0	1
Braamsluiper	1	3	4
Grasmus	6	24	9
Zwartkop	1	0	1
Tjiftjaf	2	+	4
Fitis	15	21	57
Koolmees	1	+	2
Ekster	1	1	1
Kauw	12	17	5
Zwarte Kraai	3	3	3
Vink	3	+	7
Groenling	0	5	1
Kneu	1	13	15
Kleine Barmsijs	3	0	3
Rietgors	3	5	1

