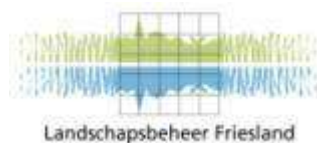


Effecten van de inzet van gescheperde schaapskuddes bij het heidebeheer in Friesland



Michiel Wallis de Vries & Kim Huskens – De Vlinderstichting
Joost Vogels & Stef Waasdorp – Stichting Bargerveen
Roland Bobbink, Emiel Brouwer & Evi Verbaarschot – Onderzoekcentrum B-Ware



© 2014

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van Provincie Fryslân.

Trefwoorden:

Natuurbeheer, begrazing, heide, biochemie, vegetatie, fauna, dagvlinders, sprinkhanen, mieren, loopkevers

Wijze van citeren:

Wallis de Vries, M.F., Bobbink, R., Brouwer, E., Huskens, K., Verbaarschot, E., Waasdorp, S. & Vogels, J.J. (2014). *Effecten van de inzet van gescheperde schaapskuddes bij het heidebeheer in Friesland*. Rapport VS2014.004, De Vlinderstichting, Wageningen / Onderzoekscentrum B-Ware, Nijmegen / Stichting Bargerveen, Nijmegen.

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

Samenvatting

Schaapskuddes zijn van oudsher in Nederland onlosmakelijk verbonden met het heidelandschap. Het heidebeheer met schaapskudden staat echter onder druk vanwege kostenbesparingen. Tegelijkertijd is er sprake van een opleving van gescheperde begrazing, niet alleen in de grotere heidegebieden, maar ook in kleinere. Met het gericht inzetten van schaapskudden in het heidebeheer is nu een groeiende ervaring, ook in Friesland.

Er is maar weinig onderzoek verricht naar de ecologische effecten van schapen in het heidebeheer. En dat geldt in nog sterkere mate voor de effecten van gescheperde begrazing. In dit rapport worden belangrijke stappen gezet voor een ecologische onderbouwing van gescheperde begrazing met schaapskuddes in het heidebeheer. Bijzondere aandacht is besteed om de effecten op de hele keten van bodem – vegetatie – fauna inzichtelijk te maken. De studie berust op een brede basis van informatiebronnen: literatuuronderzoek, enquêtes, experimenteel veldonderzoek naar effecten op korte termijn en evaluerend veldonderzoek naar effecten op langere termijn.

Het experimentele veldonderzoek omvat Deel I van dit rapport en is uitgevoerd in het kader van een OBN-studie. Het richt zich op de effecten van herstelmaatregelen voor vergraste heide. In het bijzonder is gezocht naar alternatieven voor plaggen, dat als grootschalige herstelmaatregelen op veel bezwaren stuit. In het experiment zijn drukk begrazing met schapen en chopperen onderzocht in vier terreinen, Blauwe Bos en Oosthoek in Friesland en Kampina en Strabrechtse heide in Noord-Brabant. In elk terrein werden drie vegetatiebehandelingen (plaggen, chopperen en drukk begrazing met schapen) vergeleken met een onbehandelde controle. Bovendien werd elke behandeling zowel zonder als met een lage dosis bekalking (dologran) onderzocht, teneinde ook een maatregel voor herstel van buffercapaciteit mee te nemen. Elke herhaling bestond zo uit een blok van $4 \times 2 = 8$ proefvlakken van 20×20 m. In elk van de twee Brabantse terreinen werden drie blokken uitgezet, in de twee Friese terreinen elk één blok. De nulmeting werd in 2011 uitgevoerd voorafgaand aan de behandelingen, de effectmeting in 2013.

Het experimentele onderzoek bevestigde de ervaringen met plaggen als een maatregel die, in combinatie met bekalking, leidt tot een snelle terugkeer van kenmerkende plantensoorten en pioniersoorten onder de fauna, maar op korte termijn ten koste gaat van veenmossen, strooiselafbrekende paddenstoelen, detritivore en herbivore fauna en de kenmerkende fauna van oudere heide. Chopperen veroorzaakte een vergelijkbaar effect, maar met minder negatieve gevolgen voor mossen, humusafhankelijke paddenstoelen en de fauna van oudere heide. Bekalking neutraliseerde hier, net als bij plaggen, de ammoniumpiek.

Eenmalige toepassing van drukk begrazing leidde wel tot een opener vegetatiestructuur, maar nog niet tot grote veranderingen in bodemchemie, vegetatie of fauna; soorten van oudere heidestadia werden niet negatief beïnvloed en er waren aanwijzingen voor positieve effecten bij soorten als Heideblauwtje, Bossteekmier en Zompsprinkhaan. Bekalking leidde ook bij

drukbegrazing en in onbehandelde proefvlakken tot herstel van de buffercapaciteit, maar zonder dat daarbij sterke verruiging optrad. Bekalking in lage dosis biedt dus wellicht ook een oplossing voor verzuring in heiden die verder alleen worden begraasd.

In het evaluerende onderzoek is een vergelijking gemaakt van enkele terreinen met geschepde begrazing, begrazing in een permanent raster en drukbegrazing. Daarbij is ook aandacht besteed aan de effecten van plaggen als aanvullende maatregel. Doordat de vergelijking op een kleine steekproef berust uit onderling verschillende terreinen moeten de resultaten alleen als indicatief worden beschouwd.

Er werden weinig verschillen in vegetatie en fauna gevonden tussen geschepde begrazing en begrazing in een permanent raster. Wel kwam uit de vegetatiestructuur naar voren dat geschepde begrazing door de sturing meer potentie heeft om zowel plekken zwaarder te begrazen, wat bijvoorbeeld tot succesvolle verjonging van Klokjesgentianen heeft geleid, maar ook om plekken juist te ontzien, wat weer de Adder ten goede komt. Herhaalde drukbegrazing leidde bij de fauna tot een groter aantal soorten van jonge heidestadia en een kleiner aantal soorten van oude heidestadia. Ook de functionele samenstelling van faunagroepen veranderde bij drukbegrazing, wat op een duidelijke verstoring duidt. Na beëindiging van drukbegrazing kan echter, bij een voldoende kleinschalige toepassing, een sneller herstel van de fauna optreden omdat bodem en vegetatie minder ingrijpend zijn beïnvloed dan na plaggen of chopperen.

Aanvullend plaggen blijkt tot een effectief herstel van kenmerkende pionierplanten te leiden en ook tot de vestiging van soorten van jonge heidestadia bij de fauna. Bij kleinschalige toepassing kan plaggen daarom een waardevolle aanvulling zijn op reguliere begrazing met schapen.

Dit onderzoek biedt een voorlopige balans van de ecologische waarde van de inzet van schaapskuddes in het heidebeheer. Vervolgonderzoek is nodig om de effecten van drukbegrazing langs experimentele weg beter inzichtelijk te maken. Daarnaast is meer onderzoek aan geschepde begrazing wenselijk om de meerwaarde van de sturing van de herder op de ontwikkeling van gradiënten in begrazingsdruk een solide onderbouwing te kunnen geven.

Aan de hand van de opgedane kennis zijn richtlijnen opgesteld voor de toepassing van begrazing met schaapskuddes in het heidebeheer. De beheerpraktijk toont gunstige ervaringen met de inzet van geschepde schaapskuddes om de vergrassing van de heide terug te dringen en de structuurvariatie te vergroten. Negatieve effecten van veterinaire behandeling kunnen worden voorkomen door af te zien van preventieve ontworming en door behandeling buiten de natuurgebieden te laten plaatsvinden.

Groot voordeel van geschepde begrazing is dat de cultuurhistorische meerwaarde beter kan worden benut. De nadelen van begrazing zonder herder in een permanent raster zijn vooral dat de graasdruk zowel in de ruimte als in de tijd niet goed af te stemmen valt en dat permanente aandacht voor de ingerasterde kudde toch nodig blijft.

Met een geschepde kudde zijn de nadelen van rasterbegrazing voor een groot deel op te lossen, terwijl de financiële voordelen van rasterbegrazing waarschijnlijk worden overschat. Daarbij moet ook worden meegenomen dat een goed heidebeheer baten biedt in de vorm van belangrijke ecosysteemdiensten: naast biodiversiteit en schapenproducten ook toerisme, recreatie, aantrekkelijke woonomgeving, schone lucht en schoon grondwater. Dit zou heidebeheer met geschepde schaapskuddes weleens tot een heel levensvatbare vorm van 'landgebruik' in heidegebieden kunnen maken!

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Achtergrond	7
1.2	Kennisoverzicht schapenbegrazing	8
1.3	Afstemming op 'Alternatieven voor Plaggen'	10
1.4	Doel	11
1.5	Onderzoeksopzet en leeswijzer	12
1.6	Dankwoord	12
2	Methode Onderzoeksexperiment.....	15
2.1	Inleiding	15
2.2	Onderzoekslocaties en behandelingen	16
2.3	Methoden Veldwerk	23
3	Werkwijze Evaluerend Onderzoek.....	33
3.1	Onderzoekslocaties	33
3.2	Methode	36
3.3	Enquête schapenbegrazing	38
Deel I: Effecten van herstelbeheer op korte termijn		41
4	Bodemchemie	43
4.1	Buffering van de bodem	43
4.2	Fosfaat in de bodem	45
4.3	Anorganisch N in de bodem	47
4.4	Plantchemie	49
4.5	Kernpunten	50
5	Microreliëf en vegetatiestructuur	51
5.1	Microreliëf	51
5.2	Vegetatiestructuur	52
5.3	Kernpunten	53

6	Vegetatie	55
6.1	Hogere planten en mossen	55
6.2	Vruchtlichamen van macrofungi	61
6.3	Kernpunten	67
7	Kenmerkende heidefauna	69
7.1	Inleiding	69
7.2	Effecten op Soortenrijkdom	71
7.3	Effecten op afzonderlijke soorten	72
7.4	Kernpunten	75
8	Functionele analyse van faunagroepen	77
8.1	Bodemmesofauna	77
8.2	Tweevleugeligen	82
8.3	Pissebedden	84
8.4	Loopkevers	85
8.5	Spinnen	91
8.6	Kernpunten	91
Deel II: Ervaringen uit de beheerpraktijk		95
9	Praktijkervaringen	97
9.1	Gescheperde begrazing	97
9.2	Drukbegrazing	100
9.3	Veterinaire aspecten	103
9.4	Kernpunten	104
10	Microreliëf, vegetatie en plantchemie	107
10.1	Microreliëf en vegetatiestructuur	107
10.2	Vegetatie	109
10.3	Plantkwaliteit	112
10.4	Kernpunten	114
11	Kenmerkende heidefauna	115
11.1	Gegevensoverzicht	115
11.2	Soortenrijkdom	117
11.3	Afzonderlijke soorten	118
11.4	Kernpunten	120

12	Functionele analyse van faunagroepen	121
12.1	Tweevleugeligen	121
12.2	Loopkevers	123
12.3	Spinnen	129
12.4	Plantkwaliteit en soortenrijkdom	133
12.5	Kernpunten	135
13	Synthese	137
13.1	Effecten op bodemchemie en plantkwaliteit	137
13.2	Effecten op flora en fauna	140
13.3	Veterinaire aspecten	144
13.4	Heidebeheer door gescheperde begrazing	145
13.5	Conclusie	146
14	Richtlijnen voor het beheer	149
15	Literatuur.....	153
	Bijlage 1: Onderzoekslocaties in Friesland.....	159
	Bijlage 2: Chemische analyses	167

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Schaapskuddes zijn in Nederland van oudsher onlosmakelijk verbonden met het heidelandschap (Smits & Noordijk, 2013). Het heidebeheer met schaapskuddes staat echter onder druk vanwege kostenbesparingen. Tegelijkertijd is er sprake van een opleving van gescheperde begrazing, niet alleen in de grotere heidegebieden, maar ook in kleinere. Er is nu een groeiende ervaring met het gericht inzetten van schaapskuddes in het heidebeheer, ook in Friesland.

Sinds enige jaren worden door SBB (Staatsbosbeheer) en IFG (It Fryske Gea) gescheperde schaapskuddes ingezet voor het natuurbeheer van met name de kleine geïsoleerde heideterreintjes in Zuidoost Friesland. Voorbeelden zijn het Blauwe bos, de Kiekenberg, het Schuregaasterveld en de Schapedobbe. Natuurmonumenten zet sinds enige jaren een gescheperde schaapskudde in aan de randen van het Fochteloërveen. En ook particulieren vragen steeds vaker om de inzet van een gescheperde schaapskuddes.

Uit diverse studies (Elbersen *et al.*, 2003; Van Beek, 2005; Verbeek *et al.*, 2006) en de ervaringen van SBB en IFG met heidebeheer komt naar voren dat met gescheperde kuddes de vegetatieontwikkeling kan worden gestuurd. Onderzoek naar de werking van deze sturing en de effecten daarvan op natuurwaarden is echter nog nauwelijks uitgevoerd (zie Wallis de Vries *et al.*, 2013). Het blijft veelal bij anekdotische informatie. Onderzoekstechnisch is het ook lastige materie, vanwege de grote schaal waarop begrazing vaak plaatsvindt en de grote variatie in ruimte en tijd. Bovendien zijn er vragen of de effecten op de fauna (onder meer reptielen, dagvlinders en sprinkhanen) wel net zo positief zijn als die op de heidevegetatie. Daarbij bestaan er ook nog grote vragen over hoe de begrazingsdruk optimaal moet worden gestuurd (zie reeds Verstegen *et al.*, 1992).

In Friesland is er meer ruimte gemaakt voor de inzet van gescheperde kuddes bij het natuurbeheer. Het landelijk beheervergoeding systeem van de SNL voorziet in de mogelijkheid van het beheer met gescheperde kuddes in de EHS (Ecologische HoofdStructuur), thans Nationaal Natuurnetwerk. De vraag doet zich dan ook voor of het beheer met een gescheperde kudde de meest gewenste of in elk geval een voldoende effectieve aanpak is.

Vanuit de terreinbeherende organisaties SBB en IFG, maar ook NM (Natuurmonumenten), staan bij de afweging voor het inzetten van een gescheperde kudde de volgende vragen centraal:

- Wat zijn de effecten van begrazing met een gescheperde kudde op de nutriëntenrijkdom van de bodem?
- Wat zijn de effecten van begrazing met een gescheperde kudde op de flora en de fauna?
- Wat zijn de consequenties van de veterinaire aspecten zoals het ontsmetten van de dieren?
- Hoe kan een heideterrein door middel van begrazing met een gescheperde kudde het beste in stand worden gehouden?

Het antwoord op deze vragen is gezocht in een combinatie van literatuuronderzoek, een enquête naar praktijkervaringen, evaluerend veldonderzoek en experimenteel onderzoek naar effecten op bodem, vegetatie en fauna. Daarbij is aansluiting gezocht bij een parallel lopend OBN-onderzoek naar 'Alternatieven voor Plaggen' (zie §1.3), waarbij drukbegrazing met schapen één van de opties is. De combinatie met dat onderzoek bood de gelegenheid om nader inzicht in de effecten van schapenbegrazing te verkrijgen, aangezien gescheperde begrazing ook als drukbegrazing kan worden ingezet. Daarbij wordt onder drukbegrazing het volgende verstaan:

Drukbegrazing is een vorm van begrazing waarbij een verruigde of vergraste vegetatie gedurende een korte periode volledig kort wordt afgegrasd in een dichtheid van minimaal 500 graasdagen/ha/jaar voor schapen (zie Verbeek *et al.*, 2006). Dit kan met schapen plaatsvinden binnen een tijdelijk raster, maar ook met een gescheperde schaapskudde.

In de volgende paragraaf wordt eerst een kort literatuuroverzicht gegeven over de ecologische effecten van schapenbegrazing in het heidebeheer, als achtergrond voor een schets van de onderzoeksopzet (§1.4).

1.2 Kennisoverzicht schapenbegrazing

Hoewel er zeer veel onderzoek aan schapen in de veehouderij is verricht, is het onderzoek naar schapenbegrazing in het heidebeheer zeer beperkt. En over gescheperde begrazing is feitelijk geen wetenschappelijke literatuur bekend, al is er wel veel praktische ervaring (Kirkpatrick & De Blust, 2013). Selectie van artikelen via Scopus op de trefwoorden 'grazing', 'sheep' en 'heathland' leverde 42 artikelen op met echter een grote onderlinge overlap. De belangrijkste inzichten worden hieronder samengevat.

Effecten op vegetatie en flora

Het van oudsher rondtrekken van schaapskuddes heeft de samenstelling van plantengemeenschappen mede bepaald. Dit is vooral goed bekend van kalkgraslanden (Poschlod *et al.*, 1998; Poschlod & Wallis de Vries, 2002). Voor heidegebieden zal het naar alle waarschijnlijkheid ook opgaan. De samenstelling van de vegetatie onder invloed van schapenbegrazing kan zo worden gezien als de optelsom van selectieve vraat, de dispersie van zaden via de schapenvacht en de mest en de beschikbaarheid van open plekken in de vegetatie waar soorten zich nieuw kunnen vestigen.

Schapen staan bekend als selectieve grazers, die met hun smalle bek goed in staat zijn om te selecteren op plantensoorten en -delen met een hoge voedingswaarde. Door die selectiviteit kunnen ze – zonder goede sturing – zorgen voor het verdwijnen van smakelijke kruiden of jonge Struikhei (*Calluna vulgaris*) en een versterkte dominantie van grassen, zoals Borstelgras (*Nardus stricta*) (Bakker, 1998; Scohier & Dumont, 2012). Uit Schots onderzoek is gebleken dat Struikhei een vraat van meer dan 40% van de jaarlijkse groei van de jonge scheuten niet meer verdraagt en dan in bedekking afneemt (Grant *et al.*, 1982).

Ook kan het bloemenaanbod door selectieve schapenbegrazing sterk worden gereduceerd (Scohier *et al.*, 2013). Aan de andere kant wordt de soortenrijkdom zonder begrazing veel sterker gedecimeerd. Dit benadrukt het belang van een goede dosering van de begrazingsdruk, zoals dat mogelijk is via gescheperde begrazing of via begrazing in rotatie.

De selectieve begrazing leidt tot heterogeniteit in vegetatiepatronen op verschillende schaalniveaus (Bakker, 1998). Op een schaal van meters zijn de patronen van korte en hogere vegetatie in schrale graslanden goed bekend van het Westerholt uit Drenthe en uit andere streken zijn de patronen van korte vegetatie rond de door de schapen gemeden pollen Borstelgras goed beschreven. Vooral bij gescheperde begrazing in grote heidegebieden komt ook de grootschalige gradiënt in begrazingsdruk op verschillende afstand vanaf de stal (of parkeerweide) goed tot ontwikkeling. Dit is bijvoorbeeld op de Dwingeloosche heide beschreven (Bakker, 1998).

Een belangrijke constatering uit het onderzoek van Mouissie *et al.* (2005a) is dat wanneer voedselrijke en voedselarme terreindelen zonder sturing worden begraasd, er transport van zaden van het voedselrijke deel naar het voedselarme deel optreedt. Ook Pakeman *et al.* (2002) en Kuiters & Huiskes (2010) vonden een groot aandeel soorten van voedselrijke milieus in de schapenmest. Bij ongestuurde begrazing zou dit tot aantasting van de vegetatie van voedselarme heidemilieus kunnen leiden, hoewel dit transport van mest en zaden bij schapen in mindere mate optrad bij schapen dan bij runderen en pony's. Met gescheperde begrazing kan de route van de kudde zo worden gestuurd dat dergelijke ongewenste effecten voorkomen kunnen worden.

Zaadverspreiding

Plantenzaden kunnen door dieren via de vacht (ectozoöchoor) of via de mest worden verspreid (endozoöchoor). Schapen kunnen grote hoeveelheden zaden zowel via de vacht als via de mest verspreiden: dat kan jaarlijks wel om 40.000 zaden per schaap gaan via de mest en een vergelijkbaar aantal via de vacht (Mouissie *et al.*, 2005a). Op kalkgraslanden wordt ongeveer de helft van de soorten door schapen effectief verspreid tussen verschillende terreinen (Fischer *et al.*, 1996) en via de mest was dat aandeel in dezelfde orde van grootte: 43 % in onderzoek van Kuiters & Huiskes (2010), 37% en bij Pakeman *et al.* (2002) en zelfs 51% in het onderzoek op de Delleboersterheide van Mouissie *et al.* (2005a).

Plantenzaden die via de mest worden verspreid hebben een verlaagde kiemkracht (Cosyns *et al.*, 2005), maar door de hoeveelheid geconsumeerde zaden en de retentie van ca. 55 uur kan de verspreiding toch aanzienlijk zijn. Niet alle zaden worden even succesvol verspreid: vooral langwerpige zaden met een lange levensduur (zoals van grasachtigen, klaver en ereprijs) hebben een grotere kans om succesvol verspreid te worden (Cosyns *et al.*, 2005). Kuiters & Huiskes (2010) vonden, eveneens op kalkgraslanden, kiemkrachtige zaden van 72 plantensoorten in schapenmest. Echter, 81% van de zaailingen waren afkomstig van Grote brandnetel (*Urtica dioica*). Vooral de kleine zaden met een lange levensduur domineerden. De studie van Pakeman *et al.* (2002) is in dit kader interessant omdat zij vooral de zaadverspreiding via de mest in heiden en heischrale graslanden onderzochten. Ook zij vonden vooral kieming van kleine, langlevende zaden waarin brandnetel en grasachtigen domineerden.

Op de Delleboersterheide in Friesland onderzochten Mouissie *et al.* (2005a) de zaadverspreiding via schapenmest. Zaden van Struikhei en Dophei (*Erica tetralix*) werden alleen succesvol verspreid wanneer ze gegeten werden: eerder in de winter dan in de zomer. In augustus werden kiemplanten van 31 soorten in de schapenmest gevonden: voor een belangrijk deel grassen van voedselrijkere milieus maar ook een flink aandeel kenmerkende soorten van heide en schraalland: m.n. Schapengras *Festuca ovina*, Trekrus *Juncus squarrosus*, Zwarte zegge *Carex nigra*, Schapenzuring *Rumex acetosella* en Veelbloemige veldbies *Luzula multiflora*.

Fischer *et al.* (1996) vonden een hoog aantal verspreide zaden van 85 plantensoorten die via de vacht werden verspreid. Belangrijk daarbij is dat via de vacht veel grotere zaden met ruwe structuren of uitsteeksels worden verspreid, hoewel ook kleine gladde zaden worden meegenomen. Van belang is wel dat de zaden voldoende hoog in de vegetatie zitten om ook in de vacht te belanden. Mouissie *et al.* (2005b) bestudeerden ook de zaadverspreiding via de schapenvacht op de Delleboersterheide. Zij vonden dat de verspreide zaden een redelijke afspiegeling van de samenstelling van de vegetatie vormden. Vooral zaden van grassen en Dophei hechtten zich makkelijk aan de schapenvacht. Struikhei en Dophei werden vaak ook als complete bloeischeuten meegenomen. Vooral harige en stekelige zaden bleven lang in de vacht hangen en kunnen zo makkelijk over afstanden van kilometers worden verspreid: 1% van de zaden overbrugde 3 km.

Effecten op de fauna

Het meeste onderzoek naar effecten van schapenbegrazing op de fauna komt uit graslandonderzoek. Over het geheel heeft de schapenbegrazing daar een vrij intensief karakter en overheersen daarom ook de negatieve effecten op de soortenrijkdom en aantallen van diverse groepen insecten (dagvlinders, sprinkhanen, kevers) en vegetatiebewonende spinnen zijn het beste af zonder begrazing (Scohier & Dumont, 2012). Begrazing in rotatie, wat sterk overeenkomt met gescheperde begrazing, kan door de tijdelijke uitsluiting van begrazing zorgen voor een verhoging van het nectaraanbod, en daarmee op de aantallen bloembezoekende insecten zoals hommels en vlinders (Scohier *et al.*, 2013).

Opmerkelijk is dat schapen ook een rol spelen bij de dispersie van de fauna, met name sprinkhanen, maar soms ook spinnen, slakken, kevers en zelfs hagedissen. Op kalkgraslanden vonden Fischer *et al.* (1996) 13 soorten sprinkhanen die met een gemiddelde verblijftijd van 14 minuten over afstanden van honderden meters verspreid kunnen worden. Hieronder waren ook veel soorten die op heiden gevonden worden, zoals Bruine sprinkhaan, Heidesabelsprinkhaan, Krasser, Ratelaar, Wekkertje, Wrattenbijter en Zoemertje.

Het onderzoek van Wallis de Vries *et al.* (2013) naar de Brabantse heidefauna onder invloed van begrazing vormt één van de weinig goed gedocumenteerde voorbeelden waarbij ook gescheperde begrazing is meegenomen. Op de Strabrechtse heide werd een gradiënt van parkeerweide tot onbegraasde heide in zowel droge als natte heide onderzocht. De resultaten worden in de synthese (§13.2.2) besproken in het licht van de resultaten van het huidige onderzoek. Vooral de soorten van oudere heidestadia bleken kwetsbaar voor intensieve begrazing, terwijl de soorten van pioniermilieus en jongere heidestadia juist overwegend profiteerden. Ook voor de fauna lijkt de dosering en sturing van de begrazing dus van groot belang om het hele soortenspectrum op grote schaal te kunnen behouden. Maar deze veronderstelling is vooralsnog op te weinig data gebaseerd om in het kader van de toepassing van schapenbegrazing te kunnen onderbouwen. Het huidige onderzoek kan daaraan bijdragen.

1.3 Afstemming op 'Alternatieven voor Plaggen'

De Vlinderstichting heeft in samenwerking met de Stichting Bargerveen en het onderzoekscentrum B-ware een OBN-onderzoek opgezet onder de titel 'Alternatieven voor plaggen van natte heide'. OBN (Ontwikkeling & Beheer Natuurkwaliteit) is een kennisnetwerk van terreinbeheerders en onderzoekers dat in 1995 is opgezet door het toenmalige Ministerie van LNV. OBN houdt

zich bezig met natuurherstel, Natura 2000, inrichting en soortenbeleid (www.Natuurkennis.nl). Daarnaast wordt daar waar mogelijk een koppeling gemaakt met andere maatschappelijke belangen zoals zeespiegelstijging, klimaatverandering en veiligheid. Essentieel voor OBN-onderzoek is dat de onderzoeken resulteren in concrete herstelmaatregelen zodat terreinbeheerders de natuur kunnen herstellen en/of de natuur verder kan worden ontwikkeld. Bovendien wordt gestreefd naar meer samenwerking met andere organisaties en programma's zoals Stichting Toegepast onderzoek waterbeheer (Stowa), het Deltaprogramma, Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) en Kennis voor klimaat. De VBNE (Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren) coördineert het Kennisnetwerk OBN en draagt zorg voor het aanbesteden van OBN onderzoeken.

Het onderzoek 'Alternatieven voor plaggen van natte heide' is in 2011 van start gegaan vanuit de volgende probleemstelling:

In aanvulling op plaggen zijn alternatieve maatregelen voor herstel van een soortenrijke natte heide wenselijk. Drukbegrazing en chopperen zijn kansrijk, maar de effecten daarvan zijn nog onvoldoende onderzocht. Er is zowel een gebrek aan inzicht in de werking van drubbegrazing en chopperen, als een tekortschietend overzicht van de ervaringen in terreinen waar de maatregelen reeds zijn uitgevoerd.

De volgende onderzoeksvragen worden daarom gesteld:

- Leiden alternatieve maatregelen voor plaggen tot een effectief herstel van de kenmerkende heidevegetatie en -fauna?
- Hoe lang vergt het herstel van de kenmerkende heidevegetatie en -fauna na uitvoering van de maatregelen?
- Welke consequenties moet dit hebben voor de uitvoering van de maatregelen?

Deze probleemstelling en vraagstelling overlappen deels met de vraagstelling van het onderzoek in Zuidoost-Friesland. Er is dan ook een samenwerking aangegaan. Een deel van het OBN-onderzoek is uitgevoerd in heideterreinen in eigendom bij de terreinbeherende organisaties in Zuidoost-Friesland, waarbij een aantal aanvullende onderzoeksvragen zijn gesteld. In Zuidoost-Friesland lag het accent van de vraagstelling op de effecten van verschillende vormen van begrazing met een gescheperde kudde op de ontwikkeling van de fauna in heidebiotopen. In het OBN-onderzoek lag het accent van het onderzoek op de effecten van begrazen en chopperen in vergelijking met plaggen op de ontwikkeling van fauna in heidebiotopen.

Voordeel van deze samenwerking is dat aansluiting gevonden kon worden bij een experimenteel onderzoek, de benodigde expertise voor de uitwerking en dat er een vergelijking gemaakt kon worden met het beheer van heideterreinen elders in het land.

1.4 Doel

Doel van dit onderzoek was om de effecten van een gescheperde kudde op de ontwikkeling van de natuurdoelen voor heidegebieden inzichtelijk te maken, zoals die zijn aangegeven in het Natuurbeleidsplan van de provincie Friesland. Het onderzoek heeft zich daartoe in het bijzonder gericht op de effecten in de keten bodemchemie – vegetatie en flora – fauna; bij de fauna is de nadruk gelegd op insecten en reptielen, aangezien deze sterk reageren op de lokale veranderingen onder invloed van schapenbegrazing.

1.5 Onderzoeksopzet en leeswijzer

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen zijn drie lijnen gevolgd:

- Het verzamelen van een overzicht van praktijkervaringen met schaapskuddes en met drukbegrazing in het heidebeheer (2011-2012).
- Het verrichten van retrospectief, evaluerend onderzoek op locaties waar met schaapskuddes is begraasd op verschillende wijze: via gescheperde begrazing, begrazing in permanente rasters of via drukbegrazing als maatregel voor herstelbeheer. Hierdoor kon een beeld worden verkregen van de effecten op landschapsschaal en op langere termijn kon, ook in combinatie met de uitvoering van andere maatregelen (2012).
- Het uitvoeren van experimenteel onderzoek naar de werking van drukbegrazing en chopperen (nulmeting in 2011, effectmeting in 2013); binnen de looptijd van het huidige project kan dit experiment weliswaar alleen inzicht bieden in de effecten op korte termijn, maar als uitgangspunt voor herstel is dit inzicht wel van groot belang.

In Hoofdstukken 2 en 3 worden de opzet en methoden van onderzoek uiteengezet voor, respectievelijk, het experimentele onderzoek en het evaluerende onderzoek. De resultaten worden gepresenteerd in twee delen. De hoofdstukken 4 t/m 8 van Deel I behandelen de uitkomsten van het beheerexperiment, waarin achtereenvolgens aandacht wordt besteed aan de effecten van de maatregelen op bodemchemie, microreliëf en vegetatiestructuur, soortensamenstelling van de vegetatie, de soortensamenstelling van de fauna en de functionele respons van verschillende faunagroepen.

Deel II omvat Hoofdstukken 9 t/m 12 en presenteert de resultaten van de evaluatie van ervaringen uit de beheerpraktijk. In Hoofdstuk 9 zijn dat de ervaringen van de terreinbeheerders zelf. In Hoofdstukken 10 t/m 12 komen de resultaten van het veldwerk aan bod, in een vergelijkbare volgorde als in Deel I.

Het rapport wordt afgesloten met een synthese van de bevindingen in Hoofdstuk 13 en de belangrijkste aanbevelingen voor het terreinbeheer in Hoofdstuk 14. Daarna volgen de literatuurlijst (Hoofdstuk 15) en twee Bijlagen met de ligging van de onderzoekslocaties en met basisgegevens en gebiedspecifieke aanvullingen over de chemische analyses.

1.6 Dankwoord

Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de inzet van vele betrokkenen. Allereerst danken wij Albert Visser van de Provincie Fryslân en Karin Sjoukes van Landschapsbeheer Friesland voor het vormgeven en aansturen van het project. De terreinbeheerders Emiel Beijk van Staatsbosbeheer Zuidoost-Friesland, Erwin de Hoop, zijn voorganger Leo de Bruijn, en Luc Roosen van Natuurmonumenten (Kampina), Jap Smits en Jan Vogels (Strabrechtse heide) van Staatsbosbeheer voor de toestemming om het beheerexperiment in hun terreinen uit te voeren en voor alle hulp en inzet om alle behandelingen ook volgens plan te kunnen uitvoeren!

Bij het veldwerk voor het evaluerende onderzoek kregen wij alle medewerking van de volgende terreinbeheerders: Ane Zijlstra van It Fryske Gea, Theo Bakker (SBB, Strijbeekse heide en Kogelvanger), André Westendorp (NM Groote Veld) en wederom Jap Smits (Strabrechtse heide) en Emiel Beijk. Voor de enquête gaat onze dank voorts uit naar alle beheerders die genoemd zijn in Tabel 9.2 en naar de herders Diederik Sleurink (Wylde Weide), Hilde Groen

en Henry Hoiting (Natuurlijk Beheer); de laatste twee ook voor de uitvoering van de drukbegrazing in de twee Friese terreinen.

Ook bij het veldwerk konden we rekenen op de hulp van velen! Maaïke Weijters droeg bij aan de bodemchemische analyses. Sicco Ens, René Manger, José Kok, student Matthijs Courbois en ook de beheerders Emiel Beijck (SBB), Henk Jager en Tom Jager (beiden IFG) leverden een belangrijke bijdrage aan het veldwerk rond vegetatie en microreliëf en de waarnemingen van de kenmerkende heidefauna. Bert en Riet van Rijsewijk telden onvermoeibaar alle Klokjesgentianen en eitjes van het Gentiaanblauwtje op Kampina. En Peter Boer stond ons bij met raad en daad voor het oplossen van puzzels bij de mierendeterminaties.

Ook danken wij de leden van het OBN-Deskundigenteam van het Natte zandlandschap voor de begeleiding van het onderzoek en de leden van het OBN-Deskundigenteam voor het Droge zandlandschap en de Expertisegroep Fauna voor hun commentaar op het OBN-onderzoek.



2 Methode Onderzoeksexperiment

2.1 Inleiding

Voor een goed inzicht in de werking van alternatieve maatregelen voor plaggen – in dit geval drubbegrazing en chopperen – is experimenteel onderzoek noodzakelijk met metingen vóór en na uitvoering, herhalingen over terreinen en proefvlakken en een vergelijking met andere beheermaatregelen, c.q. plaggen als veel gebruikte maatregel en niets doen als controle. Om een beter begrip te krijgen van de effecten van beheer in relatie tot herstelmaatregelen tegen verzuring en vermesting is bekalking als aparte behandeling meegenomen. In dit onderzoek zijn alleen de effecten op korte termijn onderzocht.

Het experiment omvatte een vergelijking van 8 'behandelingen', namelijk 4 maatregelen – chopperen, drubbegrazing, plaggen, niets doen – met en zonder bekalking. Bekalking is toegepast in een dosering van 2 ton dologran (calciumcarbonaat met magnesiumcarbonaat en sporenelementen) in korrelvorm per hectare (Tabel 2.1).

Tabel 2.1: Totaal elementenconcentraties van de toegediende dologran voor de bekalking; monsteranalyse voor de Strabrechtse heide (in mmol/kg droge stof).

Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn
12,2	4501,2	22,0	16,5	4276,0	3,8	35,4	511,2	17,3	1,0

Voor de uitvoering per behandeling is een schaal gekozen van ca. 20x20 m: klein genoeg om te kunnen herhalen binnen een terrein en groot genoeg om een respons voor de fauna te kunnen meten. Voor mobielere soorten als vlinders, is bij de interpretatie van de gegevens met name ook gelet op de noodzakelijke randvoorwaarden voor geschikt leefgebied, zoals waardplanten en vegetatiestructuur (zie Wallis de Vries & Ens, 2010).

Het onderzoek vond plaats in twee Brabantse terreinen en twee Friese terreinen: Kampina (Natuurmonumenten) en Strabrechtse heide (Staatsbosbeheer) in Noord-Brabant, Blauwe Bos en Oosthoek (beide Staatsbosbeheer) in Zuidoost-Friesland. Alle locaties betroffen zwaar vergraste heide met Pijpenstrootje en Dophei was steeds aanwezig, maar de vochtcondities verschilden tussen locaties. Per terrein zijn de 8 'behandelingen' uitgevoerd met herhalingen in 3 blokken voor de Brabantse terreinen en uitvoering in enkelvoud in de Friese terreinen. In totaal betrof het dus 8 blokken met 8 behandelingen = 64 proefvlakken.

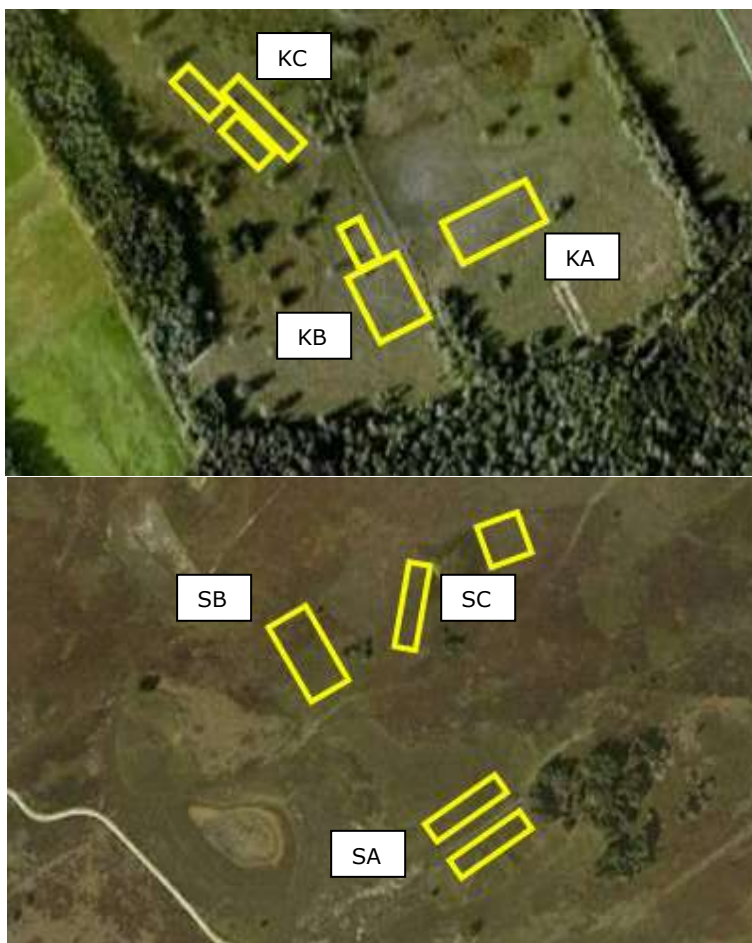
De keuze voor twee terreinen in Noord-Brabant werd mede ingegeven door de relatief hoge stikstofdepositie in deze regio, waardoor het aspect van verzuring en vermesting hier het duidelijkst meetelt: "als het hier werkt, werkt het in de rest van Nederland zeker", was de redenering. Het parallelle onderzoek in Friesland, bij een regionaal lagere depositie, kon hier mogelijk vergelijkingsmateriaal voor bieden. Echter, modelberekeningen van de lokale stikstofdepositie door het RIVM geven aan dat de stikstofdepositie op de twee

Friese locaties vanwege hun ligging in agrarisch gebied niet lager zijn dan op de Brabantse locaties (de Oosthoek grenst bovendien aan een grote kippenboerderij), zodat de resultaten voor deze vergelijking géén mogelijkheid bieden. Wél versterken ze de gegevensbasis om de effecten van de onderzochte maatregelen te kunnen vaststellen.

2.2 Onderzoekslocaties en behandelingen

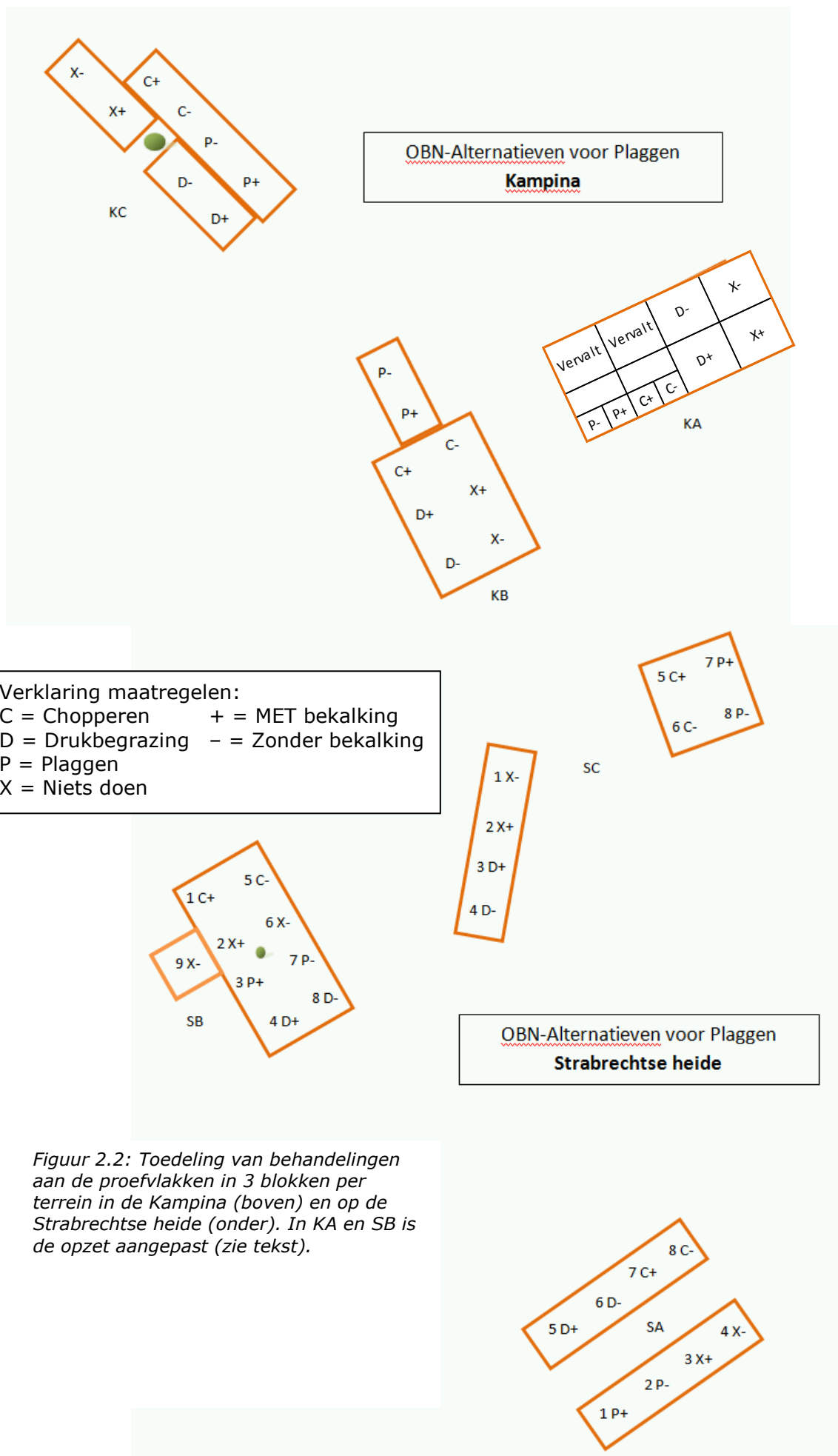
De experimenten zijn voorbereid in 2011: locatieselectie, uitzetten van proefvlakken en nulmeting. Tussen november 2011 en februari 2012 is het plaggen en chopperen uitgevoerd, plus de bekalking. In de zomer van 2012 is de drukbegrazing uitgevoerd en in 2013 werd de effectmeting uitgevoerd. De locatie Kampina (Figuur 2.1) betreft natte heide langs de rand van het beekdalsysteem van de Dommel. Het oostelijke blok (KA) is het natst, het middelste blok (KB) ligt op een overgang van nat naar vochtig en het noordwestelijke blok (KC) is relatief droog.

Ook op de locatie op de Strabrechtse heide (Figuur 2.1) zijn de blokken langs een vochtgradiënt gelegen: het zuidelijke blok (SA) is droog, het westelijke (SB) is vochtig en het noordoostelijke blok (SC) ligt in een slenk en is in tweeën gesplitst aan weerszijden van een ven.

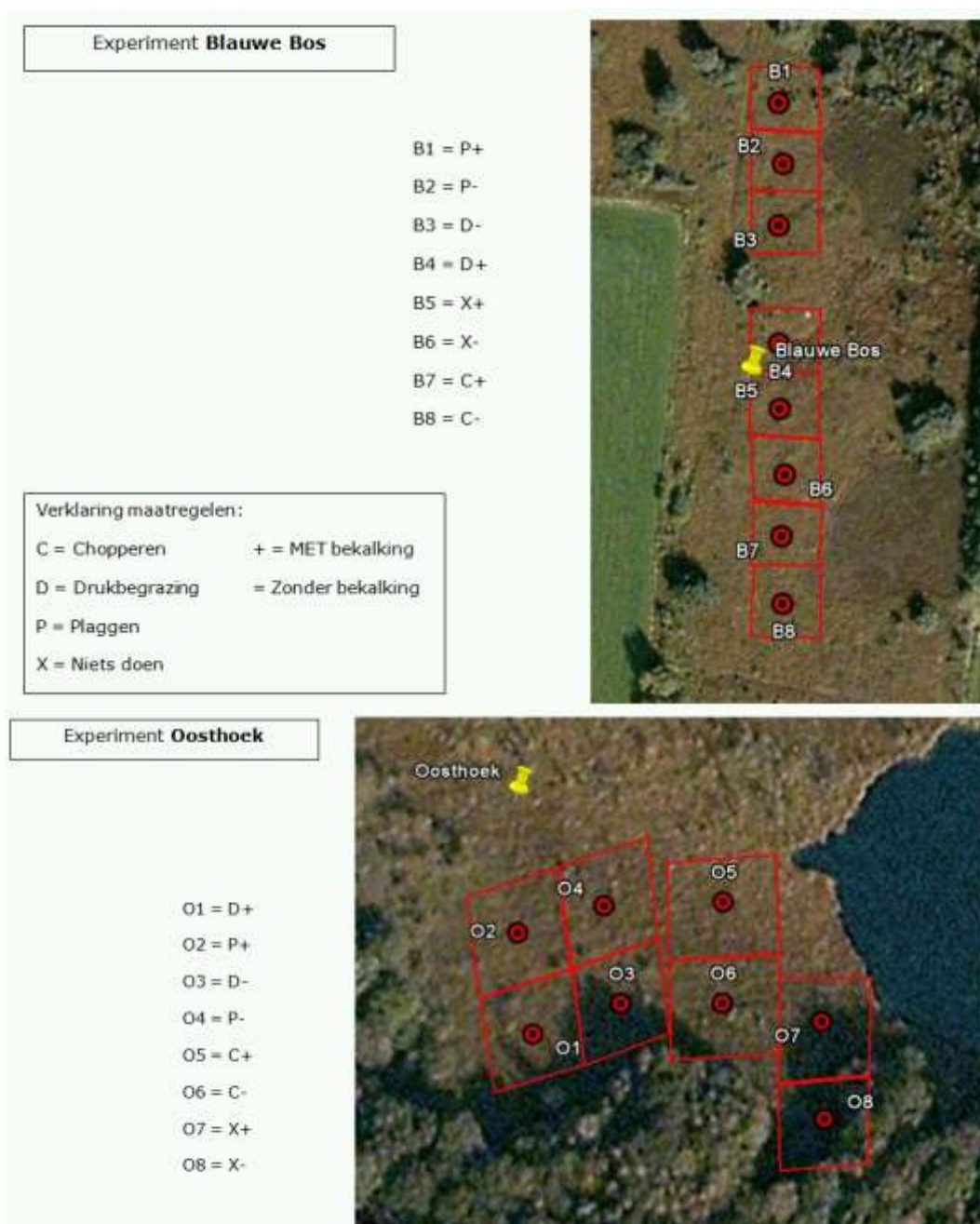


Figuur 2.1: Ligging van de proefvlakken in 3 blokken per terrein in de Kampina (boven; km-hok 145/6-396) bij de Belvertse Baan en op de Strabrechtse heide (onder; km-hok 170-379)

De Friese locaties bevonden zich in twee terreinen van Staatsbosbeheer: het Blauwe Bos (X 217, Y 562) en de Oosthoek (X 209, Y 558) in Zuidoost-



Figuur 2.2: Toedeling van behandelingen aan de proefvlakken in 3 blokken per terrein in de Kampina (boven) en op de Strabrechtse heide (onder). In KA en SB is de opzet aangepast (zie tekst).



Figuur 2.3: Toedeling van behandelingen aan de proefvlakken in de Friese locaties Blauwe Bos (boven) en Oosthoek (onder).

Friesland (zie Bijlage 1 voor de ligging). De locatie Blauwe Bos bij Haulerwijk betreft een vergraste vochtige heide aan de rand van agrarisch gebied. De keileembodem zit erg ondiep, wat zorgt voor enige buffering, maar de grondwaterstand zakt 's zomers vrij diep weg, mogelijk onder invloed van de aangrenzende landbouw. De locatie Oosthoek is natter van aard en ligt aan de rand van een ven. Het heidegebied is klein en grenst aan de Noordzijde aan een kippenboerderij. Verder wordt het omringd door een klein bosperceel.



Figuur 2.4: Impressie van het resultaat na de uitvoering van plaggen (boven): Blauwe Bos met Kleine zonnedauw (links) en Oosthoek (rechts) en chopperen (midden, tijdens de uitvoering in de Oosthoek en daarna onder): Blauwe Bos (links) en Oosthoek (rechts) (oktober 2012).



Figuur 2.5: Impressie van de uitvoering van de drukbegrazing op Kampina (blok KB; boven) en Strabrecht (blok SA; beneden) in juni (links) en augustus 2012 (rechts).



Figuur 2.6: Impressie van het resultaat na de uitvoering van drukbegrazing: zware variant in het Blauwe Bos (boven) en lichte variant in de Oosthoek (onder) (oktober 2012).

De behandelingen zijn toegekend volgens een 'randomized blocks' opzet van de behandelingen chopperen, drukbegrazing, plaggen en niets doen in twee aaneengesloten proefvlakken, met daarboven een toepassing van bekalking in één van de twee aaneengesloten proefvlakken (Figuren 2.2 en 2.3).

De uitvoering van de maatregelen (zie Figuren 2.4 t/m 2.6) is in blok KA van Kampina beperkt tot een schaal van 10x10 m om een kwetsbare populatie gentiaanblauwtjes te sparen. De bruikbaarheid van de proefvlakken bleef behouden, met twee aantekeningen. Ten eerste zijn de gegevens van de nulmeting van twee proefvlakken voor vier proefvlakken gebruikt. Ten tweede zijn de tellingen van vlinders, sprinkhanen en hagedissen naar een grotere oppervlakte geëxtrapoleerd. Voor de overige effecten (abiotiek, vegetatie, mieren en de soortgroepen uit pot- en emergentievallen die zijn onderzocht op functionele eigenschappen) had de verkleining van deze proefvlakken, voor zover kon worden beoordeeld, geen noemenswaardige gevolgen. De uitvoering van plaggen en chopperen in de Oosthoek liep enige vertraging op vanwege de extreem natte omstandigheden in het terrein. De maatregelen zijn uiteindelijk volgens plan uitgevoerd, maar het chopperen is wel met pleksgewijs wisselende intensiteit uitgevoerd. Bij de effectmeting is daarom selectief op de goed gechopperde delen bemonsterd.

De drukbegrazing is in beide Brabantse terreinen uitgevoerd door Kempische heideschappen met het doel om 1000 graasdagen/ha te realiseren (Figuur 2.5). Dit is gebeurd door tweemaal een volle dag binnen een flexnet-raster te begrazen met 20 schapen per proefvlak, de eerste keer rond half juni (Kampina 12 juni 2012; Strabrecht 28-30 juni 2012), de tweede keer eind juli-begin augustus (Kampina 25 juli 2012; Strabrecht 3-5 augustus 2012). Bekalkte en niet-bekalkte proefvlakken werden gescheiden begraasd. In Kampina hebben de schapen niet in de proefvlakken overnacht, op Strabrecht wel. De schapen hadden ervoor ook op de heide gegraasd en hadden de voorgaande nacht gevast, zodat ze goed zouden grazen. Ze waren van tevoren niet ontwormd.

Bij de uitvoering op Strabrecht is begin augustus per ongeluk de onbegraasde controle van blok SB meegenomen in de drukbegrazing. Bij de evaluatie van effecten op korte termijn in 2013 is daarom buiten dit blok ter vergelijking nog een extra onbegraasde controle opgenomen.

In de Friese terreinen is de drukbegrazing uitgevoerd door Drentse heideschappen. Dit is gebeurd door tweemaal een volle dag binnen een flexnet-raster te begrazen, de eerste keer rond half juni, de tweede keer eind juli-begin augustus. Doel was om, net als in de Brabantse terreinen 1000 graasdagen/ha te realiseren door 20 schapen gedurende twee dagen per proefvlak van 400 m² in te zetten. In het Brabantse onderzoek is echter gewerkt met zwaardere Kempische heideschappen (ca. 55 kg ten opzichte van 35-40 kg). Daarom zijn voor de vergelijkbaarheid bij de tweede graasbeurt in Friesland 30 schapen gebruikt. In de Oosthoek hebben de schapen niet in de proefvlakken overnacht, in het Blauwe Bos de tweede keer wel. De schapen hadden ervoor ook op de heide gegraasd en hadden de voorgaande nacht gevast, zodat ze goed zouden grazen. Ze zijn van tevoren niet ontwormd.

In de Oosthoek zijn de dieren begin augustus na één dag weggehaald vanwege de natte omstandigheden, alhoewel ze weinig gegraasd hadden. In het Blauwe Bos hebben de schapen 2,5 dag gestaan. Bij de effectmeting moet dus rekening gehouden worden met een lichtere begrazingsdruk voor de Oosthoek (350 graasdagen/ha omgerekend naar Kempische heideschappen, gerekend dat er de tweede beurt niet is gegraasd) dan voor het Blauwe Bos (omgerekend 1600 graasdagen/ha). Ten opzichte van het OBN-onderzoek betekent dit dus een licht en een zwaar drukbegraasde variant. Maar omdat het hier om slechts twee van de acht behandelingsblokken gaat, werken deze afwijkingen niet al te zwaar door in de analyses.

2.3 Methoden Veldwerk

Op elk proefvlak werd zowel in 2011 als in 2013 (tenzij anders vermeld) het volgende onderzocht:

- Bodemchemie – 1 mengmonster per vlak (nadere toelichting in §2.3.1)
 - Zoutextract in 2011 en 2013. Bepaling zuurgraad, buffercapaciteit, beschikbaarheid ammonium, orthofosfaat, betrouwbare schatting basenverzadiging
 - Waterextract in 2013; bepalen directe beschikbaarheid ammonium, nitraat en orthofosfaat
 - Destructie bodem in 2011 en 2013; bepaling van organische stof, N, P, Ca, Mg en K
 - Bepaling P-beschikbaarheid in 2011 en 2013 middels een Olsen-P bepaling
- Plantchemie (zie §2.3.2):
 - Destructie plantenmateriaal in 2013 (heide of Pijpenstrootje) en bepaling N/P verhouding
- Vegetatie, structuur en microreliëf (zie §2.3.3):
 - vegetatieopname van hogere planten, mossen, korstmossen (in de zomer) en drie bezoeken voor de paddenstoelen
 - kwantitatieve bepaling van variatie in vegetatiestructuur, open plekken en microreliëf langs transecten (juli-augustus)
- Fauna – kenmerkende heidesoorten die reageren op kleinschalige veranderingen (zie §2.3.4):
 - Dagvlinders: 3-4 tellingen in de periode juni-augustus
 - Sprinkhanen en krekels: 2 bezoeken in juli-augustus
 - Mieren: 1 bemonstering op een niet al te zonnige zomerdag
 - Reptielen: c.q. Levendbarende hagedis en in Friesland ook Adder en Ringslang
- Fauna – functionele analyse (zie §2.3.5):
 - Herbivoren, carnivoren en macro-detritivoren (miljoenpoten, pissebedden, loopkevers, spinnen) in potvallen en emergentievallen (vliegen, muggen en vlinders)
 - Meso-detritivoren: springstaarten in bodemmonsters

2.3.1 Analysemethode Bodemchemie

Voor uitvoering van de behandelingen (aug-dec 2011) en na de uitvoering (eind mei 2013) werden in alle proefvlakken van 20x20 meter op de Kampina, Strabrechtse heide, Blauwe Bos en Oosthoek monsters verzameld van de bodem. Met een Edelman-boor werden op 4 plekken in ieder proefveld bodemmonsters genomen (0-10 cm), waarna deze werden gemengd tot één monster per proefveld. In november 2012 werden ter aanvulling in de gehopperde en geplagde proefvlakken op de Kampina en Strabrecht met een guts bodemmonsters verzameld van de toplaag van de bodem (0-3 cm). De monsters werden luchtdicht en gekoeld bewaard (ca. 4°C).

Vervolgens werd op de bodemmonsters de volgende bewerkingen uitgevoerd:

- Bepaling drooggewicht en gloeiverlies (organisch stofgehalte)
- Olsen-extractie: Olsen-P bepaling (hoeveelheid plant-beschikbaar fosfaat)
- Destructie: totaal-P, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Fe, totaal-Mn, totaal-S, totaal-Si, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur)
- Zoutextractie met 0,2M NaCl voor de bepaling van de pH-NaCl en de hoeveelheid Ca, Al en NH_4 .
- Waterextractie met demiwater voor de bepaling van de pH en de hoeveelheid NO_3 en PO_4 .

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies berekend door bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminium bakjes en gedurende 24 uur te drogen in een stoof bij 70 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal teruggewogen en werd het vochtverlies bepaald. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal per monster, na het drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien van de monsters werd de fractie organisch materiaal berekend. Het gloeiverlies komt goed overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Destructie

Door bodem of plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) werd het mogelijk de totale concentratie van veel elementen in het materiaal te bepalen. Van het gemalen en gedroogde materiaal werd per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het materiaal werd 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 , 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H_2O_2 30%) toegevoegd en de vaatjes werden geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestruëerd in gesloten teflonvaatjes. Na destructie werden de monsters overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van demiwater. Vervolgens werd het geheel overgeheveld in polyethyleenpotjes van 100 ml. De polyethyleenpotjes werden bewaard voor verdere analyse.

Olsenextractie

Het Olsen-extract werd uitgevoerd ter bepaling van de hoeveelheid plant-beschikbaar fosfaat. Hiertoe werd 3 gram droog bodemmateriaal met 60 ml Olsen-extract (0,5M NaHCO_3 bij pH 8,4) gedurende 30 minuten uitgeschud op een schudmachine bij 100 rpm. Het extract werd vervolgens geanalyseerd op de ICP.

Zout- en waterextractie

In de water- en zoutextracten werd eerst de pH van de bodem bepaald. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2M NaCl) of 50 ml demiwater gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 100 rpm. De pH werd gemeten met een standaard Ag/AgCl_2 elektrode verbonden met een radiometer Titralab TIM 840. De extracten werden gefilterd met behulp van poreuze cups en het filtraat dat gemeten werd op de ICP werd aangezuurd en opgeslagen voor analyse. Vervolgens werd de hoeveelheid NO_3^- , PO_4^{3-} in het waterextract bepaald en werd de hoeveelheid NH_4^+ , NO_3^- in het zoutextract bepaald. In beide extracten werd ook de hoeveelheid P en kationen gemeten op de ICP en Autoanalyser.

C/N analyse

Om de totale hoeveelheid koolstof en stikstof in het plantmateriaal te bepalen werd een klein deel (3 mg) van het gemalen materiaal in een tinnen container geplaatst, waarna het in een CNS element analyser (EA NA 1500 en EA100 van Carlo Erba-Thermo Fisher Scientific) werd verbrand en gemeten.

Analysemethoden

De chemische analyse van de bodemextracten en de plantendestruaten vond plaats op het Gemeenschappelijk Instrumentarium van de Radboud Universiteit Nijmegen. De analyse van totaal calcium, magnesium, ijzer, aluminium, zink, mangaan, fosfor en zwavel werd uitgevoerd met behulp van Inductief Gekoppeld Plasma - Optische Emissie Spectrometrie (ICP-OES; Techno Electron Cooperation). De hoeveelheid NH_4^+ , NO_3^- en PO_4^{3-} werd

gemeten met Technicon autoanalysers volgens Grasshoff & Johansen (1977) en Kamphake *et al.* (1967).

2.3.2 Plantbemonstering

In juni 2012 werden in de evaluatieproefvlakken plantmateriaal van Struikhei, Gewone dophei en Pijpenstrootje verzameld. In augustus 2013 werd in elk proefvlak van de 4 onderzoeksterreinen plantmateriaal van Gewone dophei verzameld. Wanneer er geen Gewone dophei aanwezig was, werd materiaal van Struikhei verzameld. Dit was het geval in 8% van de situaties. Het plantmateriaal werd gedroogd in een stoof op 70 °C, waarna het plantmateriaal werd fijn gemalen in een kogelmaler. Door middel van een destructie werden totale elementenconcentraties in het plantmateriaal bepaald en verder werd een C/N analyse uitgevoerd om de totale hoeveelheid koolstof en stikstof in het materiaal te bepalen.

2.3.3 Vegetatie, structuur en microreliëf

In alle proefvlakken zijn in 2011 en 2013 vegetatieopnamen gemaakt, waarbij voor de schatting van voorkomen en bedekking van soorten gebruik is gemaakt van de Londo-schaal. De opnamen zijn gemaakt op een schaal van 18x18 m, zodat er een buffer was tussen de proefvlakken met een verschillende behandeling. In Friesland zijn alleen de hogere planten volledig opgenomen, zodat de resultaten daarvan alleen kwalitatief zijn meegenomen. Voorts zijn ook de paddenstoelen (macrofungi) onderzocht, waarbij een frequentie van drie ronden per jaar werd aangehouden.

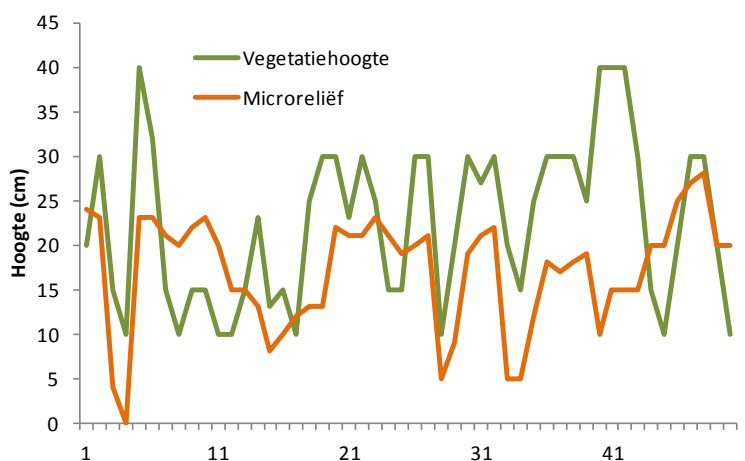
Voor de opnamen van microreliëf en vegetatiestructuur is in het centrum van elk proefvlak diagonaal tussen de hoekpunten een transect gelegd van 5 m lengte waarlangs op elke dm het hoogteverschil is bepaald tussen bodemoppervlak of pol en een op 1,20 m gespannen horizontale lijn. De mate van aanwezig microreliëf is gekwantificeerd als het totale hoogteverschil van het bodem- of poloppervlak tussen de 50 opeenvolgende meetpunten van het transect.

Voor elk dm-punt is ook de dominante bedekkingsvorm genoteerd: plantensoort, strooisel of kale grond. De bedekking is als relatief aandeel per transect geanalyseerd.

Vegetatiehoogten zijn alleen bij de effectmeting in 2013 gemeten volgens de methode van Barkman. Op elk dm-punt is de hoogte genoteerd waarop een geperforeerde tempex-schijf met een doorsnede van 10 cm bleef rusten, wanneer deze langs een bamboestok op de vegetatie werd neergelaten.

Vegetatiehoogte en microreliëf volgen elkaar soms, maar zijn over het geheel niet met elkaar gecorreleerd (Figuur 2.6).

Figuur 2.6: Voorbeeld van het verloop van vegetatiehoogte en microreliëf langs de 50 dm-punten van een transect in de controle van Blauwe Bos.



2.3.4 Bemonstering kenmerkende heidefauna

Onder kenmerkende heidefauna worden in dit rapport die soorten verstaan die zich succesvol kunnen voortplanten in heidevegetatie, waarbij opslag van braam en struiken is inbegrepen. Het betreft dus niet alleen de 'kensoorten' van de heide (in vegetatiekundige zin), maar ook de constante en begeleidende soorten met een bredere ecologische amplitudo. Met deze interpretatie wordt voorkomen dat een soort zoals de Bossteekmier (*Myrmica ruginodis*) buiten beschouwing blijft omdat hij ook in bossen voorkomt, terwijl deze soort wel een belangrijk onderdeel van de heidefauna vormt. Soorten als de dagvlinder *Atalanta* (*Vanessa atalanta*) zijn wel buiten de analyse gelaten omdat deze zich met Grote brandnetel (*Urtica dioica*) als waardplant normaal gesproken niet op de heide kan voortplanten.

De selectie heeft zich beperkt tot soortengroepen die voor een belangrijk deel van hun levenscyclus een betrekkelijk kleine ruimtelijke schaal benutten, zodat verwacht mag worden dat ze sterk reageren op de kleinschalige veranderingen als gevolg van de beheermaatregelen die hier zijn onderzocht. Daarnaast betreft het groepen die in het natuurbeheer een belangrijke rol als kwaliteitsindicatoren fungeren. De onderzochte soortgroepen zijn: dagvlinders, sprinkhanen en krekels, mieren en reptielen. Mieren zijn in dat verband een minder goed onderzochte groep, maar hun ecologie en indicatorfunctie voor habitatkwaliteit raken steeds beter onderbouwd (Maes *et al.*, 2003; Seifert, 2007; Van Noordwijk *et al.* 2012).

Het veldwerk vond alleen bij goede weersomstandigheden plaats (temperatuur >17 graden, windkracht <5 Beaufort). Dagvlinders zijn geteld in de maanden mei-augustus, met 3 bezoeken in 2011 en 4 bezoeken in 2013. Er werd een vaste zoektijd van 4 minuten per proefvlak gehanteerd, waarbij alle individuen werden geteld. Daarnaast werden in augustus ook eitellingen van Gentiaanblauwtjes (*Phengaris alcon*) verricht en werden de aantallen bloeistengels van de waardplant, Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) geteld. Sprinkhanen en krekels werden tijdens de telronden in juli-augustus geteld. Dat betrof zingende mannetjes, aangevuld met sleepnetvangsten voor m.n. doorntjes waarbij alleen de volwassen individuen zijn genoteerd. Reptielen werden verder tegelijk met de vlindertellingen geteld. De mieren werden in augustus bemonsterd. Voor de nulmeting in 2011 werd dit gedaan door op een niet al te zonnige dag petrischaaltjes uit te leggen met vloeibare honing als lokstof: in elk proefvlak werden 10 schaaltes op onderlinge afstanden van 2 m uitgelegd, minstens 2 m uit de rand van het proefvlak. Na minimaal 1 uur werden deze op mieren gecontroleerd. Voor de effectmeting in 2013 zijn de mieren bemonsterd door buisjes met vruchtenwijn in te graven en deze 24 uur later op te halen. Deze methode blijkt een vollediger bemonstering van de mierenfauna op te leveren (Noordijk & Boer, 2007). De mieren zijn voor nadere determinatie verzameld in buisjes met alcohol. De resultaten zijn voor elke soort geanalyseerd als aantallen buisjes/schaaltjes per proefvlak waarin de soort werd aangetroffen. Het verschil in methode tussen nul- en effectmeting levert voor de analyse een systematische fout op, maar omdat deze voor alle proefvlakken dezelfde is, is dit niet storend voor de effectbepaling. De resultaten zijn voor de mierensoorten geanalyseerd als aantallen schaaltes of buisjes waarin een soort werd aangetroffen.

Recent is vastgesteld dat in het natte zandlandschap pioniersoorten vaker profiteren van herstelmaatregelen dan soorten die afhankelijk zijn van latere successiestadia (Van Duinen *et al.*, 2013). Alle soorten zijn daarom ingedeeld naar hun afhankelijkheid van jonge dan wel oudere stadia van de

heidesuccessie (Tabel 7.1), zodat bij de analyse verschillen in respons van de soortenrijkdom op de maatregelen tussen deze twee groepen konden worden getoetst. Voor de toedeling is gebruik gemaakt van diverse literatuurbronnen (Bos *et al.*, 2006; Kleukers *et al.*, 1997; Seifert, 2007; Van Noordwijk *et al.* 2012; Wallis de Vries *et al.*, 2013).

2.3.5 Bemonstering fauna voor functionele analyse

In 2011 en 2013 hebben in alle onderzoekslocaties in Noord-Brabant en in Friesland uitgebreide faunabemonsteringen plaatsgevonden voor een functionele analyse van veranderingen in soortensamenstelling onder invloed van de behandelingen.

In het onderzoek zijn verschillende groepen bemonsterd:

- Bodem-mesofauna (mijten, springstaarten)
- Diptera (Tweevleugeligen: vliegen en muggen)
- Carabidae (loopkevers)
- Araneae (spinnen)

De eerste groep bestaat uit strikt in de bodem levende organismen die naar verwachting het sterkst reageren op ingrijpende behandelingen zoals chopperen en plaggen. Diptera zijn toegedeeld naar trofische niveaus: informatie over de dichtheden van verschillende trofische niveaus geeft informatie over de aard en status van het systeem met betrekking tot de opbouw van het voedselweb. Van loopkevers zijn veel eigenschappen bekend, bovendien kent deze monofyletische groep een rijke verscheidenheid aan soorteigenschappen (meerdere trofische niveaus, verschillen in fenologie, dispersiecapaciteit, grootte en habitatspecificiteit). De spinnen zijn een strikt carnivore groep en zullen naar verwachting alleen reageren op grote veranderingen in omgevingseigenschappen of voedselaanbod.

In alle experimentele blokken zijn 3 potvallen per plot uitgezet. Een potval opstelling bestaat uit een ingegraven pot gevuld met 4% formaldehyde oplossing en zeep, met daarboven een dak geplaatst om vollopen met regenwater te voorkomen en het aantal bijvangsten van gewervelden (muizen, kikkers, hagedissen) beperkt te houden. Potvallen zijn in beide jaren gedurende de periode april tot september iedere drie weken gelegeerd en ververs.

Bemonstering met behulp van potvallen is semi-kwantitatief. De hoeveelheid gevangen individuen is zowel afhankelijk van de dichtheid aan individuen als de activiteit van deze individuen tijdens de bemonsteringsperiode op de vangstlocatie. Voor loopkevers is bekend dat er een goede relatie bestaat tussen dichtheid en gemeten activiteit, wanneer andere factoren gelijk blijven (Baars, 1979). Wanneer er tussen vangstlocaties verschillen bestaan in vegetatiestructuur, of wanneer de individuen een hoge activiteit vertonen, neemt de vangkans per individu toe en zullen er meer individuen in een potval terecht komen. Een hoge vegetatieweerstand leidt tot een verlaging van de vangkans doordat deze de mobiliteit van soorten afremt (Melbourne, 1999). Hierdoor zijn absolute aantallen bemonsterde individuen niet altijd één op één bruikbaar om uitspraken te kunnen doen over dichtheden van soorten. De reden voor een hoge of lage activiteit kan bovendien verschillen. Tijdens de voortplantingsperiode is de activiteit vaak hoger. Relatieve voedselschaarste kan paradoxaal genoeg ook leiden tot een hogere activiteit, een individu moet langer zoeken naar voedselbronnen en zal daardoor gemiddeld een grotere afstand afleggen (Ford, 1978, Persons & Uetz, 1996, Fournier & Loreau, 2002). Potvallen zijn daarom vooral geschikt voor het vaststellen van de hoeveelheid soorten die op een locatie aanwezig zijn.

Van de potvalmonsters zijn de loopkevers en pissebedden volledig uitgesorteerd en op naam gebracht. Spinnen zijn alleen in de vangseries uit het voorjaar en najaar uitgesorteerd en gedetermineerd. Pissebedden bleken in de meeste onderzoekslocaties slechts (zeer) incidenteel in de vangpotten aanwezig te zijn. Alleen in de experimentele locatie Oosthoek (Friesland project) waren pissebedden een vast onderdeel van de potvalvangsten. Loopkevervangsten zijn onderverdeeld op basis van de soortspecifieke eigenschappen.

In twee van de drie blokken op Strabrechtse Heide en Kampina en in beide onderzoekslocaties in Friesland (Blauwe Bos en Oosthoek) zijn in ieder proefvlak emergentievallen geplaatst (Zie Figuur 2.7). Deze vallen bestaan uit een kegelvormig metalen frame en zijn bekleed met donker materiaal. Boven in de val is een opening met daarop een vangbeker geplaatst. De vangbeker is van transparant materiaal, waardoor de enige lichtbron binnenin de kegel vanuit deze richting komt. Alle fauna die zich in het vangoppervlak van de kegelval bevindt of gedurende de vangperiode uitsluispt wordt door deze lichtbron naar de vangbeker aangetrokken en valt vervolgens in de vangbeker. De vangbeker is gevuld met een 4% formaldehyde oplossing om de monsters te conserveren. Emergentievallen zijn in beide onderzoeksjaren op dezelfde tijdstippen als de potvallen ververs. Bij iedere verversingsronde zijn de kegelvallen verplaatst, mede om effecten van uitdroging op de vangsten beperkt te houden. Aangezien deze vangmethode zeer hoge aantallen individuen bemonstert (>40.000 individuen) is een volledige uitwerking van alle vangsten niet nodig. Om een goed beeld te krijgen van de dichtheden van Tweevleugeligen zijn alleen de oneven monsterrondes uitgewerkt. Uit deze monsters zijn met behulp van een stereomicroscop alle Tweevleugeligen (Diptera) uitgesorteerd en tot op familieniveau gedetermineerd.

In het najaar van 2011 en 2013 zijn op de Strabrechtse heide en in het Blauwe Bos bodemmesofauna bemonsteringen uitgevoerd. Bemonstering is uitgevoerd door een standaard PF-ring in de bodem te drukken en de inhoud te verzamelen. In het experiment op de Strabrechtse heide zijn verdeeld over alle plots monsters verzameld, 1 monster per plot. In totaal zijn per behandeling 3 monsters verzameld. Deze 3 monsters zijn vervolgens als 1 mengmonster geëxtraheerd en geanalyseerd. In het Blauwe Bos was slechts 1 blok aan behandelingen aanwezig, hier zijn per blok 3 monsters verzameld en eveneens als mengmonster geëxtraheerd en geanalyseerd. De monsters zijn in het najaar van 2011 en 2013 in Tullgren extractie funnels geplaatst. Deze extractiemethode maakt gebruik van warmtestraling, die bodemmesofauna er toe moet bewegen om het bodemmonster te verlaten. De eerste drie dagen wordt onder 28 °C geëxtraheerd, vervolgens 4 dagen op 45°C. Alle geëxtraheerde fauna is opgevangen in een vlakbodembuis met 70% ethanoloplossing en opgeslagen voor determinatie. De verkregen monsters zijn in het najaar van 2011 en 2013 gedetermineerd. Van elk verkregen monster is een steekproef van 100 individuen uit het monster genomen en in 20% melkzuuroplossing gebracht. Na incubatie van 2 weken bij kamertemperatuur zijn de individuen onder een microscoop tot op soort gebracht. De aangetroffen soorten zijn vervolgens onderverdeeld in levensstrategieën en voedselgilde (volgens Sipel, 1994), waarbij de onderlinge verhoudingen in aantallen en verschillen in soortenrijkdom tussen verschillende levensstrategieën en voedselgilden informatie leveren over de belangrijkste sturende processen die zich in de bodem afspelen.



Figuur 2.7: Emergentieval in het veld. Uitgeslopen fauna, met name Tweevleugeligen, wordt opgevangen in de vangpot, gevuld met 4% formaldehyde oplossing die bovenop de val geplaatst is.

De mate van statistische onderbouwing van de verschillende faunagroepen is afhankelijk van zowel de intensiteit van bemonstering van de verschillende groepen als de vangkans van de verschillende groepen. Loopkevers uit de potvallen zijn intensief bemonsterd en komen in vrijwel alle afzonderlijke monsters en monsterpunten voor. Voor deze groep is het daarom mogelijk om de effecten statistisch te kunnen toetsen. Hetzelfde geldt voor de uit de emergentievallen bemonsterde Tweevleugeligen.

Pissebedden bleken in veel van de experimentele onderzoekslocaties te schaars aanwezig om een dergelijke analyse te kunnen uitvoeren. Op slechts 1 locatie waren deze in voldoende mate aanwezig om effecten te kunnen evalueren. Doordat het aantal replica's in dat geval terug is gebracht tot 1, zijn hier alleen kwalitatieve uitspraken over te maken. Bodemmesofauna is op een kwalitatieve wijze bemonsterd, waardoor ook hier alleen een kwalitatieve beschrijving van de gegevens mogelijk was. Deze groep is onderverdeeld volgens de *feeding guild* en *life history tactic* (hierna genoemd: LHT's) indeling volgens Siepel (1994); zie Tabel 2.2 voor een uitleg van termen en Tabel 2.3 voor een overzicht van de eigenschappen behorende bij de verschillende LHT's.

De in dit onderzoek aangetroffen LHT's gevonden zijn onder te verdelen in drie groepen: op dispersie gespecialiseerde LHT's (2, 3, 4), op synchronisatie gespecialiseerde tactieken (tactiek 5 en 7) en op reproductie gespecialiseerde tactics (9, 10, 11, 12).

Op dispersie gespecialiseerde LHT's zijn soorten aangepast aan ruimtelijk versnipperd voorkomende, relatief stabiele habitats (LHT 2) of voor microhabitats met een sterk tijdelijk karakter (LHT's 3 en 4). De facultatief foretische (=meeliftende) LHT 2 soorten gebruiken deze eigenschap om nieuwe biotopen te koloniseren en/of genen uitwisseling tussen populaties. De obligaat foretische soorten van LHT 2 en 3 zijn gespecialiseerd in het snel koloniseren en bezetten van zeer tijdelijke microhabitats, zoals mest, dode dieren en rottend plantaardig materiaal. De synchronisatie LHT's zijn goed aangepast aan habitats met voorspelbare ongunstige condities. Dit zijn in de regel seizoensgebonden ongunstige perioden van bijvoorbeeld voedselschaarste of droogte. De reproductie LHT's zijn allereerst onder te verdelen in seksuele (11 en 12) en asexuele strategieën (9 en 10), waarbij

de asexuele strategieën in de regel dominant zijn in constante, voorspelbare habitats. Deze habitats hoeven niet noodzakelijk sterk gebufferd te zijn, ook voorspelbare constante extreme habitats vallen hier onder. Seksueel reproducerende LHT's zijn aangepast aan meer onvoorspelbare omgevingen, waarbij het hebben van een diverse genenpool (seksuele reproductie) en risicospreiding in generatiewisselingen (iteroparie) de belangrijkste aanpassingen zijn. Soorten met seizoensgebonden iteroparie zijn het beste aangepast aan onvoorspelbare habitats, aangezien bij deze strategie ook een heel reproductieseizoen kan mislukken zonder vergaande consequenties voor de populatie.

In het r-K model zijn LHT's met strategieën 3, 4 en 7 het sterkst r-geselecteerd en soorten met strategieën 9 en 10 het sterkst K-geselecteerd. Soorten van LHT 12, 7, 8 en 10 zijn relatief sterk geselecteerd op het omgaan met stress en dus aangepast aan een onvoorspelbare omgeving; veel van deze LHT's liggen relatief centraal op de r-K as.

Tabel 2.2. Uitleg van termen voor de indeling van Life History tactics door Siepel (1994).

Trait / Eigenschap	Uitleg
Seksuele reproductie	Seksueel reproducerende soorten
Thelytoky	Een vorm van asexuele reproductie (parthenogenese) waarbij vrouwtjes ontwikkelen uit onbevuchte eieren
Facultatieve diapauze	Rustperiode (gericht op het overleven van periodes van ongunstige leefomstandigheden) die alleen wordt ingezet bij optreden van stress
Obligate diapauze	Altijd ingezette rust periode (voorspelbare periode van ongunstige leefomstandigheden)
Semelpaar	Organisme dat in een enkele reproductieve periode alle nakomelingen produceert
Iteropaar	Organisme dat gedurende haar levenscyclus haar nakomelingen in meerdere reproductieve fasen produceert.
Foresie	Verspreiding door meeliften op andere organismen
Anemochorie	Verspreiding door de wind

Van de Tweevleugeligen zijn alle individuen tot op familieniveau gedetermineerd. Deze families zijn onderverdeeld in trofische groepen (naar Beuk, 2002); deze groepen zijn later gebruikt in de statistische analyses. Loopkevervangsten zijn tot op soort gedetermineerd. Van deze soorten is relatief veel autecologische informatie beschikbaar. De loopkevervangsten zijn daarom tevens onderverdeeld over soorteigenschappen uit de database van Hans Turin (voor het eerst gepubliceerd in Turin, 2000, maar verder later aangevuld en verbeterd). Eigenschappen die in de analyse zijn opgenomen zijn: trofische groep, dispersievermogen, fenologie en droogte-vochtpreferentie. Daarnaast zijn de vangsten geanalyseerd naar soortenrijkdom op basis van habitatbinding (sterk stenotoop tot eurytoop) en -voorkeur.

De vangsten van spinnen zijn ingedeeld in vijf fenologische groepen volgens Schaefer (1976, 1977) en op basis van de in Maelfait *et al.* (1998) voorgestelde habitatkarakteristieken. Alleen soorten die zij in deze publicatie op de Rode Lijst van Vlaanderen hebben geplaatst, zijn door de auteurs ingedeeld naar hun habitat optimum. De soorten die niet op de rode lijst zijn geplaatst bestaan zeker niet allen uit eurytope soorten, dus dit overzicht is niet geheel volledig.

Tabel 2.3. Overzicht van de eigenschappen voor de door Siepel (1994) gedefinieerde Life History Tactics van de bodem-mesofauna (mijten en springstaarten) in dit onderzoek.

Naam	Facultative phoresy	Obligate phoresy as juveniles	Obligate phoresy as adults	Obligate diapause	Facultative diapause and anemochory	Thelytoky and longevity	Thelytoky	Sexual reproduction	Sexual reproduction, seasonal Iteroparity
Life history tactic	2	3	4	5	7	9	10	11	12
Foresie	Facultatief	obligaat, in juveniele stadium	Obligaat, in adulte stadium	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Anemochorie	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Diapauze	Kan voorkomen	Rust	Rust	Obligaat	Facultatief of Rust	Nee	Nee	Nee	Nee
Seksuele reproductie	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Ja	Ja
Thelytokie	Komt voor	Nee	Nee	Kan voorkomen	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee
Semelpaar	Kan voorkomen	Kan voorkomen	Kan voorkomen	Kan voorkomen	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Iteropaar	Continu	Continu	Continu	Continu	Continu	Continu/ Seizoenaal	Continu	Continu	Seizoenaal
Ei productie	Laag	Hoog	Laag	Gemiddeld	Hoog	Laag tot gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld tot hoog	Gemiddeld
Vivipaar	Komt voor	Komt voor	Kan voorkomen	Kan voorkomen	Kan voorkomen	Kan voorkomen	Nee	Nee	Nee
Ontwikkeling	Traag	Snel	Snel	Traag tot snel	Snel	Traag	Vrij snel	Vrij snel	Traag tot vrij snel

2.3.6 Statistische analyse

Alle gegevens zijn op proefvlakchaal geanalyseerd. Voor de statistische analyse werden generalized linear mixed models (GLMM) toegepast. De afzonderlijke blokken met alle 8 behandelingen werden daarbij beschouwd als random factor, genesteld binnen elk onderzoeksterrein; voor de twee Brabantse gebieden waren er dus drie blokken per terrein, voor de twee Friese gebieden slechts één. Voorts werden de volgende effecten opgenomen: Jaar (2011 en 2013), Vegetatiebehandeling (Chopperen [C], Drukbe grazing [D], Plaggen [P] en Controle [X]), Bekalking (wel [+] of niet [-] bekalkt) en de twee- en drieweginteracties tussen deze factoren. Voor gegevens die alleen in de effectmeting zijn verzameld verviel uiteraard de Jaar-factor in het model.

In het geval van ongelijke varianties en niet-normale verdeling van de residuen werd een aangepast model voor Poissonverdelingen (variantie=gemiddelde). Wanneer sprake was van een sterke mate van overdispersie van dit model, is gebruik gemaakt van een negatief binomiale respons-verdeling (variantie>gemiddelde en bepaald door de dispersieparameter, met verlies van 1 vrijheidsgraad). Deze verdeling is bruikbaar voor incidenteel sterk positief uitschietende waarden (onder andere bij aantal Tweevleugeligen in kegelvallen, welke varieerde tussen 10 en >600). Ook is in gevallen waarbij soorten in lage aantallen voorkwamen en op veel plekken afwezig waren in plaats van op de aantallen, op aan- of afwezigheid geanalyseerd.

In het kader van de vraagstelling van het onderzoek zijn vooral de interactie-effecten Vegetatiebehandeling x Jaar en Bekalking x Jaar interessant, omdat daarin de invloed van Vegetatiebehandeling en Bekalking bij de effectmeting tot uiting komen. In de drieweg-interactie Vegetatiebehandeling x Bekalking x Jaar komen verschillen in effecten van bekalking tussen vegetatiebehandelingen naar voren.

Bij de analyses is bekeken of er belangrijke afwijkingen ontstonden door de Friese terreinen wel of niet mee te nemen, maar dit was nauwelijks het geval. Eerder versterkten de Friese resultaten die van de Brabantse terreinen, zodat de resultaten uit alle terreinen in principe als één geheel zijn geanalyseerd.

3 Werkwijze Evaluerend Onderzoek

Om de effecten van schapenbegrazing op langere termijn te onderzoeken is een retrospectief evaluerend onderzoek uitgevoerd in zes verschillende terreinen (§3.1). Het veldonderzoek (§3.2) heeft zich geconcentreerd op de vegetatie en de kenmerkende heidefauna. Voorts is op een paar locaties ook aandacht besteed aan een functionele analyse van een aantal faunagroepen in relatie tot begrazing. In relatie daarmee is ook de plantkwaliteit onderzocht. Voorts is via enquêtes een beeld verkregen van de praktijkervaringen van beheerders rond begrazing met schaapskuddes en met het benutten van schapen voor druckbegrazing van vergraste heide (§3.3).

3.1 Onderzoekslocaties

In geen van de onderzochte terreinen (Tabel 3.1; kaart in Bijlage 1) was een vergelijking met de situatie voor uitvoering beschikbaar. In plaats daarvan is voor zover mogelijk steeds een vergelijking gemaakt tussen locaties waar alleen begraasd wordt en locaties waar ook aanvullend beheer door met name plaggen is uitgevoerd.

In het parallel verlopende OBN-onderzoek is een soortgelijk onderzoek uitgevoerd naar de uitvoering van druckbegrazing met schapen op drie locaties: Strabrechtse heide (NB), Strijbeekse heide / Kogelvanger (NB) en Groote Veld (Lochem, GLD) (Wallis de Vries *et al.*, 2014).

Tabel 3.1: Onderzoekslocaties voor het evaluerende onderzoek in 2012. In alle terreinen wordt met schapen begraasd, maar zijn deels ook andere maatregelen als plaggen of ontgronden uitgevoerd. Aangegeven is het aantal onderzochte secties van 50x5 m per type aanvullend beheer (zie uitleg in 3.2).

Terrein / Extra beheer:	Geen	Plaggen oud	Plaggen 5-10jr	Plaggen recent	Ontgrond (droog/nat)
<i>Gescheperde begrazing:</i>					
Blauwe bos (SBB)	10				
Katlijker Schar (IFG)	3	1	7		
Merskenheide (SBB)	5	3		2	
<i>Rasterbegrazing:</i>					
Allardsoog (IFG)	7	1	2		
Duurswouderheide (SBB)	6		4		
<i>Druckbegrazing:</i>					
Schaopedobbe (IFG)					8/2

In het Blauwe Bos, Katlijker Schar en op de Merskenheide grazen de schapen in een gescheperde kudde. In de terreinen Allardsoog en Duurswouderheide graast de kudde binnen een groot, permanent raster. En op de Schaopedobbe wordt druckbegrazing in een klein raster toegepast.



Figuur 3.1: Impressie van de onderzoekslocaties: Katlijker Schar weinig begraasd (met val KS2)[lb], Blauwe Bos intensief gescheperd begraasd [rb], Allardsoog oude plagstrook [lm] en plagstrook 5-10 jaar [rm], Merskenheide recent geplagd [lo], Schaopedobbe ontgrond [ro] en Merskenheide drukkbegrazing (met val MH1).

Allardsoog

Op Allardsoog graast sinds 1980 een schaapskudde van 120 Drentse heideschappen samen met 8 Exmoor pony's in een *raster* van ca. 136 ha. De kudde wordt in de lammertijd ca. 35 dagen binnen gehouden. Gemiddeld is de graasdruk van de schappen 290 graasdagen/ha/jaar. De dieren overnachten buiten het heideterrein. Enkele malen per jaar wordt de kudde gericht gehoed om vergraste delen extra te begrazen. Delen van het terrein zijn geplagd en ook wordt er plaatselijk aanvullend gemaaid en opslag verwijderd.

Blauwe Bos

In het Blauwe Bos wordt sinds 2004 begraasd met een *gescheperde schaapskudde* met Drentse heideschappen.

Duurswouderheide

Op de Duurswouderheide wordt met een schaapskudde van ca. 80 ooien met lammeren in een *raster* van 180 ha begraasd. Het raster is in twee delen gesplitst, zodat de kudde soms in het noordelijke en soms in het zuidelijke deel kan worden ingezet. In de jaren '80 is er veel grootschalig geplagd. Op natte delen zijn resten van een boekweitbrandcultuur aanwezig. Sinds 1993 is actief aan vernatting van het gebied gewerkt. Vanaf ca. 1990 is er een paar jaar met ongeveer 20 runderen gegraasd. Vanaf ca. 1992 wordt er met schappen gegraasd. De kudde varieert sindsdien tussen 45 en 85 moederdieren.

Katlijker Schar

In het Katlijker Schar wordt een *gescheperde* schaapskudde ingezet in aanvulling op jaarrond begrazing over een groter ingerasterd gebied. De jaarrondbegrazing wordt uitgevoerd met 6 Schotse Hooglandrunderen op een oppervlakte van 150 ha, waarvan een groot deel bos beslaat, een deel weiland en 15-20 ha heide.

Merskenheide

Op de Merskenheide vindt alleen begrazing door een *gescheperde schaapskudde* plaats sinds 2005. Vergraste delen worden gericht begraasd.

Schaopedobbe

De locatie van de Schaopedobbe grenst aan een heidegebied van 66 ha, dat met een *gescheperde* schaapskudde wordt begraasd. Binnen het gebied is een perceel met natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond (akker) onderzocht. Dit deel is in 2005 ontgrond en wordt sinds 2007 door *drukbegrazing* met schappen in een raster beheerd. De ontgroning was niet al te diep (gemiddeld 5 cm, lokaal meer) omdat het perceel van tevoren al extensief werd benut.

OBN-onderzoekslocaties drukbegrazing:

Drukbegrazing Strabrechtse heide

Op de Strabrechtse heide wordt sinds 1967 begraasd met een schaapskudde met gemiddeld ca. 350 Kempische heideschappen. Sinds 1970 wordt een weekendraster gebruikt van 25 ha tot 1986 en 36 ha daarna (ca. 1400 graasdagen/ha/jaar). Één van de onderzochte proefvlakken [9], een natte slenk, is binnen dit weekendraster gelegen; in de maanden juli-augustus is dit deel uitgerasterd en onbegraasd ten behoeve van het gentiaanblauwtje. De overige proefvlakken worden begraasd met de gescheperde kudde. Vier van de vijf proefvlakken [7-9 en 11] zijn eerst gebrand in de winter van 2010 en worden sindsdien jaarlijks drukbegraasd door de gescheperde kudde. De controle is incidenteel wel begraasd, maar nooit drukbegraasd. De schappen worden in principe niet ontwormd.

Drukbe grazing Strijkbeekse heide / Kogelvanger

De Strijkbeekse heide en nabijgelegen Kogelvanger worden sinds 2005 jaarlijks drukbe graasd (300 tot 1000 graasdagen/ha/jaar afhankelijk van de mate van vergrassing) met een gescheperde kudde Kempische heideschappen van De Wassum; soms wordt de drukbe grazing in een tijdelijk weekendraster uitgevoerd. De schappen worden in principe niet ontwormd. De lopende drukbe grazing is op de Kogelvanger onderzocht, de controle op de Strijkbeekse heide is met runderen be graasd.

Drukbe grazing Groote Veld (Lochem)

Op het Groote Veld wordt sinds 2005 drukbe graasd met een kudde van 200 Schoonebeker schappen. Deze worden (1-)2 keer per jaar 6 dagen achtereenvolgend binnen een tijdelijk raster van 1,5 ha gehouden (ca. 1200 graasdagen per ha per jaar). De schappen worden van tevoren wel ontwormd. De controle is wel be graasd door de gescheperde kudde, maar niet gericht afge graasd.

3.2 Methode

In elk van de zes onderzoeksterreinen zijn transecten van 500 m lengte (550 m in het Katlijker Schar) uitgezet, waarlangs de vegetatie en de kenmerkende heidefauna is onderzocht. De functionele ecologische analyse van de fauna is op vier van deze locaties onderzocht. Tenslotte is ook de plantchemie van Dophei en Struikhei geanalyseerd.

3.2.1 Vegetatie: soortensamenstelling en structuur

Op elke locatie is in de nazomer een vegetatieopname gemaakt voor de soortensamenstelling van hogere planten, waarbij in elk terrein langs 4 van de transecten een proefvlak van 20x20 m volgens de Tansley-schaal werd opgenomen:

- | | | |
|---|-------|--|
| 1 | r | "rare": 1 of enkele exemplaren |
| 2 | l | lokaal meerdere exemplaren |
| 3 | o | "occasional": verspreid aanwezig, bedekking gering |
| 4 | lf | lokaal vrij veel aanwezig |
| 5 | f | "frequent": vrij veel, maar geen grote bedekking |
| 6 | la | lokaal abundant |
| 7 | a | "abundant": veel aanwezig of veel bedekkend (>20%) |
| 8 | ld/cd | lokaal dominant of co-dominant |
| 9 | d | "dominant": hoge (en hoogste) bedekking. |

Voorts werd de bedekking van verschillende vegetatielagen geschat: kaal zand, strooisel, moslaag, kruidlaag <25 cm, 25-50 cm en >50 cm hoog en vegetatie totaal.

Voor de ecologische interpretatie van de vegetatieopnamen is het gemiddelde Ellenberg-Vochtgetal berekend (gewogen naar de hierboven aangegeven abundantiewaarde) en is gekeken naar de aanwezigheid van freatofyten, nl. soorten met indicatie 12 of 13 in het botanisch basisregister van het CBS. Voor een kwantitatieve bepaling van de variatie in vegetatiestructuur, open plekken en microreliëf is langs dezelfde 4 transecten van de vegetatieopnamen elke meter ook het volgende genoteerd (50 punten per transect):

- Microreliëf: hoogtevariatie 1: <10, 2: 10-25, 3: >25 cm
 - Vegetatiehoogte: 1: <5, 2: 5-10, 3: 10-25, 4: 25-50, 5: >50 cm
 - Dominante bedekking: plantensoort, mos, strooisel, kale bodem
- Onderscheiden categorieën: M=*Molinia*, C=*Calluna vulgaris*, Er=*Erica tetralix*, Em=*Empetrum nigrum*, OG=Overig gras, K=kruiden

3.2.2 Kenmerkende heidefauna

Net als in het experimentele onderzoek zijn dagvlinders, sprinkhanen en krekels, mieren en reptielen onderzocht.

Dagvlinders zijn in elk terrein in 2-wekelijkse ronden geteld in de periode eind mei tot half september langs transecten van 5 m breed en 10 secties (11 in Katlijker Schar) van 50 m lengte (6-9 tellingen per terrein)(zie Bijlage 1 voor de ligging van de telroutes). De tellingen volgden het protocol van het Landelijk Meetnet Vlinders (Van Swaay *et al.*, 2011).

Sprinkhanen en krekels werden in juli-augustus langs de transecten geteld voor het registreren van zingende mannetjes, aangevuld met sleepnetvangsten voor m.n. doortjes).

Mieren zijn eenmalig bemonsterd op een niet al te zonnige zomerdag op 4 secties van de telroute, door het uitleggen van schaaltes met vloeibare honing als lokstof. 10 schaaltes werden daartoe per sectie op onderlinge afstanden van 2 m uitgelegd en na minimaal 1 uur bemonsterd; de mieren zijn voor nadere determinatie verzameld in buisjes met alcohol; de resultaten zijn in de vorm van aanwezigheid per soort per schaalte uitgewerkt).

Reptielen (m.n. Levendbarende hagedis en Adder) werden tegelijk met de dagvlinders geteld.

3.2.3 Faunabemonstering voor functionele analyse

In een deel van de locaties uit het retrospectieve onderzoek zijn door het plaatsen van potvallen en emergentievallen faunagroepen bemonsterd voor een functionele analyse van de effecten van het beheer.

De bemonsterde locaties zijn (zie ook §3.1):

- Vier recent in gescheperde begrazing opgenomen locaties in de gebieden Katlijker Schar (sinds 2007) en Merskenheide (sinds 2005)
- Drie locaties die sinds 1980 permanent (ingerasterd) begraasd zijn door schapen (Duurswouderheide) en door een combinatie van schapen en enkele paarden (Allardsoog)

Van deze locaties zijn de loopkevers en spinnen met potvallen bemonsterd en tot op soortniveau gedetermineerd en de Tweevleugeligen (Diptera: vliegen en muggen) zijn met emergentievallen bemonsterd en tot op familieniveau gedetermineerd. De methode met betrekking tot de potvalbemonstering en de indeling in functionele groepen zijn als beschreven in Hoofdstuk 2. De vallen zijn tussen 07-05-2012 en 21-09-2012 ingezet.

Gegevensuitwerking

De bemonsterde soorten en families zijn op basis van verschillende bronnen onderverdeeld in functionele groepen en/of soorteigenschappen. Het overzicht en uitleg van deze groepen is in aan het begin van de resultaatbespreking beschreven.

3.2.4 Toelichting analyse plantkwaliteit

In juni 2012 is in elk proefvlak plantmateriaal verzameld van Dophei (*Erica tetralix*) en Struikhei (*Calluna vulgaris*) in vier van de onderzochte gebieden (Allardsoog, Duurswouderheide, Merskenheide en Katlijker Schar) Dit plantmateriaal is gedroogd in een stoof op 70 °C, waarna het plantmateriaal is fijngemalen in een kogelmaler. Door middel van een destructie is de totale concentratie P in het plantmateriaal bepaald en verder is een C/N analyse uitgevoerd om de totale hoeveelheid koolstof en stikstof in het materiaal te bepalen.

Destructie

Door het plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het plantmateriaal te bepalen. Van het plantmateriaal is per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal is 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 , 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H_2O_2 30%) toegevoegd en de vaatjes zijn geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters zijn vervolgens gedestruëerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie zijn de monsters overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q water. Vervolgens is het geheel overgeheveld in polyethyleenpotjes van 100 ml. De polyethyleenpotjes zijn bewaard voor verdere analyse. De chemische analyse van de monsters heeft plaatsgevonden op het Gemeenschappelijk Instrumentarium van de Radboud Universiteit Nijmegen. De analyse van calcium, magnesium, ijzer, aluminium, zink, mangaan, totaal fosfor en totaal zwavel is uitgevoerd met behulp van Inductief Gekoppeld Plasma - Optische Emissie Spectrometrie (ICP-OES; Techno Electron Cooperation).

C/N analyse

Om de totale hoeveelheid koolstof en stikstof in het plantmateriaal te bepalen is een klein deel (3 mg) van het gemalen materiaal in een tinnen container geplaatst, waarna het in een CNS element analyser (EA NA 1500 en EA100 van Carlo Erba-Thermo Fisher Scientific) is verbrand.

3.3 Enquête schapenbegrazing

De ervaringen met schapenbegrazing in het terreinbeheer zijn op twee manieren verzameld:

- Inzet van schaapskuddes in het heidebeheer: via een enquête bij IFG, Staatsbosbeheer en de Wylde weide in Friesland
- Inzet van schapen voor drukkbegrazing op vergraste heide: via een landelijke enquête in het kader van het OBN-onderzoek.

3.3.1 Enquête inzet schaapskuddes in Friese heideterreinen

Aan beheerders Ane Zijlstra (IFG) en Emiel Beijck (SBB) zijn de volgende vragen voorgelegd:

1. Wat was de belangrijkste reden om met gescheperde begrazing te beginnen?
2. Wanneer werd ermee gestart?
3. In hoeveel terreinen vindt er nu gescheperde begrazing plaats en in hoeveel terreinen begrazing in een raster?
4. Wat zijn de voor- en nadelen t.o.v. rasterbegrazing met schapen? a) qua effect op het terrein, b) kosten, c) qua praktische organisatie en uitvoering
5. Welke beheerdoelen zijn er via de gescheperde begrazing bereikt en welke met de rasterbegrazing? Wat zijn de belangrijkste verschillen?
6. Welke terreinen zou je als voorbeeld van een geslaagde inzet van de een of de andere begrazingsvorm willen noemen, en waarom?
7. Hoe beoordelen jullie de waardering door het publiek van enerzijds gescheperde begrazing en anderzijds rasterbegrazing?

Daarnaast heeft schaapherder Diederik Sleurink (Wylde Weide) aanvullende praktische vragen beantwoord, waarbij ook veterinaire aspecten aan de orde zijn gekomen.

3.3.2 Enquête drukbegrazing

Via het netwerk van het Deskundigenteam Nat Zandlandschap en van het onderzoeksteam zelf zijn terreinbeheerders in 2011 benaderd om hun praktijkervaringen met drukbegrazing of chopperen als alternatieven voor plaggen toe te lichten. Dit vond plaats via een schriftelijke enquête in combinatie met een interview. Bij de afweging tussen volledigheid en diepgang is de nadruk op de diepgang gelegd door intensieve bevraging van een beperkt aantal beheerders. Naast inhoudelijke vragen die aansluiten bij de onderzoeksvragen, is ook aandacht besteed aan de praktische uitvoerbaarheid.

Combinaties van maatregelen kunnen effectief zijn voor herstel, dus is bij het evalueren van praktijkervaringen ook aandacht besteed aan de toepassing van combinaties van drukbegrazing en/of chopperen met reguliere begrazing en/of (lokaal) plaggen.

In deze rapportage zijn de vragen en antwoorden over chopperen niet opgenomen.

De volgende vragen zijn aan de beheerders voorgelegd:

Beheerorganisatie:

Naam beheerder:

- Maatregel
- Is er in uw terrein drukbegrazing toegepast?

Uitvoering

- Wat was de reden van toepassing? (vergrassing / opslag / beide / overig [graag specificeren])
- Toelichting
- Naam terrein
- X-coördinaat (ha-hok)
- Y-coördinaat (ha-hok)
- Oppervlakte (ha)
- Type terrein: droge heide / natte heide / overig [graag specificeren]
- Hoeveel bedekking met Pijpenstrootje?
- Jaar van toepassing
- Maand(en) van toepassing

Bij drukbegrazing:

- welk veeras?
- welke dichtheid?
- binnen raster of gescheperd?
- aantal keren begraasd binnen 1 jaar?
- hoeveel dagen per keer?
- hoeveel graasdagen / ha / jaar?
- hoeveel jaren achtereen?
- overnachting binnen terrein / erbuiten?
- dieren van tevoren ontwormd?

Is de maatregel gecombineerd met andere maatregelen?

- Zo ja, welke?

Welk vervolgbeheer is toegepast?

Effecten

- Wat is de globale indruk van de effecten?
- op de vergrassing?
- op vegetatiestructuur?
- op microreliëf?
- op de vegetatie?
- op de flora?
- op reptielen?
- op insecten?
- Toelichting
- Indien een combinatie van maatregelen is toegepast: welke meerwaarde?

- Hoe zijn de effecten vastgelegd? (niet / indruk / inventarisatie / monitoring)
- Bij inventarisatie / monitoring: is de situatie vooraf ook vastgelegd?
- Is er een rapportage over de effecten beschikbaar?
- Welke verschillen tussen effecten in de eerste jaren en langere termijn?
- Welke invloed van vervolgbeheer?

Beoordeling toepassing

- Hoofddoelstelling bereikt? (ja / nee / deels)
- Belangrijke problemen bij uitvoering:
- Belangrijke voordelen bij uitvoering:
- Waardering t.o.v. andere maatregelen:

Tips en aanbevelingen:

Deel I: Effecten van herstelbeheer op korte termijn

Deel I van dit rapport behandelt de resultaten van een beheerexperiment waarin drukbegrazing met schapen en ook chopperen zijn onderzocht als alternatieven voor plaggen. Daarbij is ook de invloed van aanvullende bekalking als anti-verzuringsmaatregel meegenomen. De onderzoeksmethode is eerder in Hoofdstuk 2 uiteengezet.

In de hoofdstukken komen achtereenvolgens aan de orde: bodemchemie (Hoofdstuk 4), Microreliëf en vegetatiestructuur (Hoofdstuk 5), Vegetatie (Hoofdstuk 6), Kenmerkende heidefauna (Hoofdstuk 7) en een Functionele analyse van faunagroepen (Hoofdstuk 8).



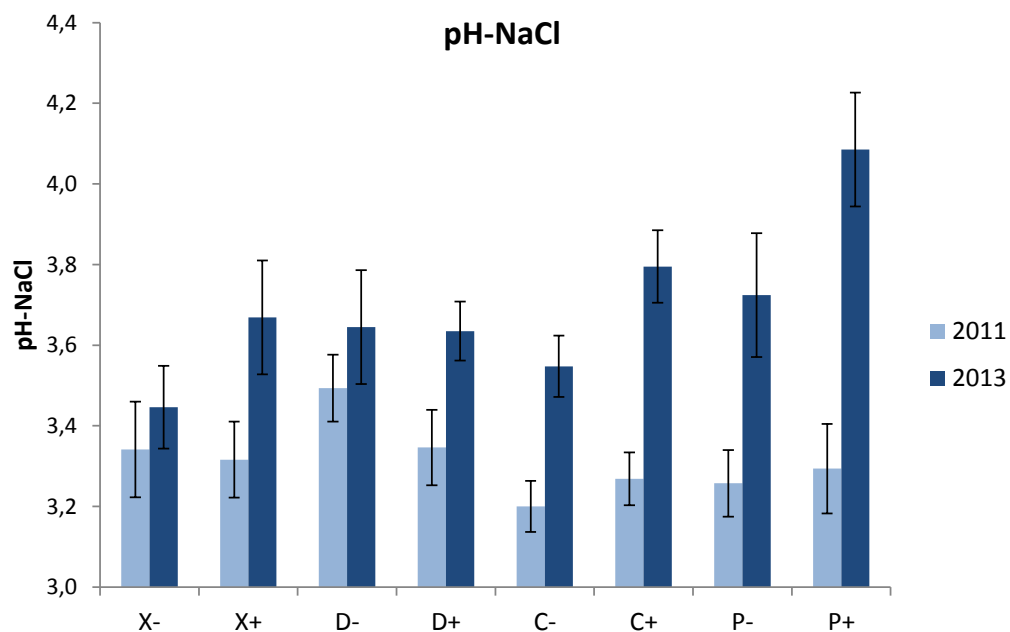
4 Bodemchemie

In dit deel van het onderzoek wordt een overzicht van de effecten van drukbegrazing, chopperen en plaggen, al of niet bekalkt, op de bodemchemie gegeven. Ook wordt aandacht besteed aan de effecten van de verschillende behandelingen op de plantchemie van de meest voorkomende plantensoort (Gewone dophei). De samengevatte gegevens voor de Friese terreinen zijn samen met gebiedspecifieke toelichtingen opgenomen in Bijlage 2.

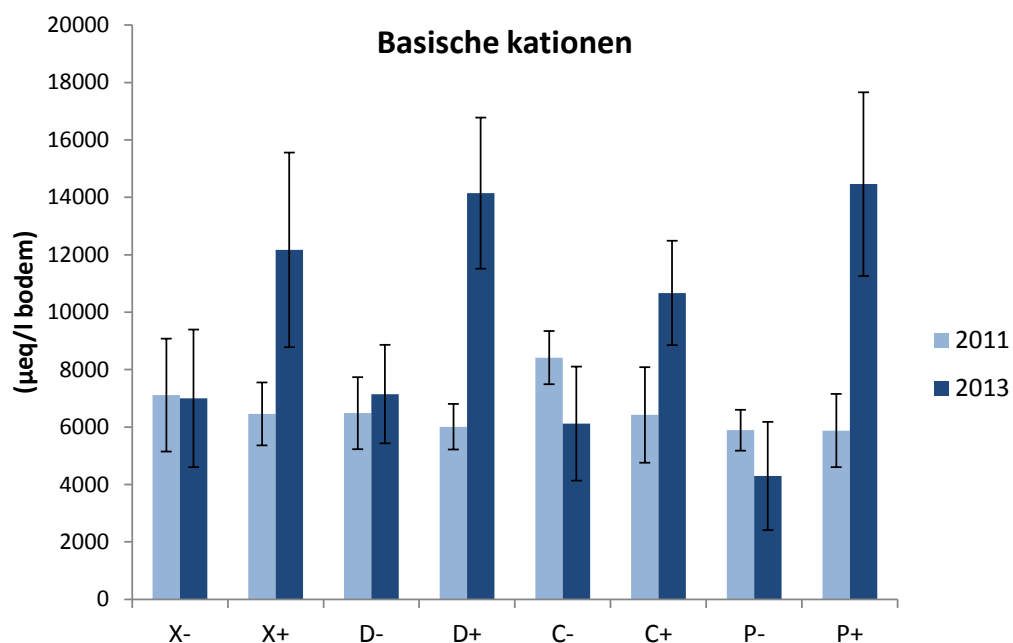
4.1 Buffering van de bodem

De pH-NaCl van de bovenste 10 cm van de bodem in de onderzoeksgebieden was relatief laag voor goed ontwikkelde natte heide en varieerde in 2011, voor de start van de behandelingen, van 3,2 tot 3,4 (Figuur 4.1). De pH-NaCl was na chopperen en plaggen significant hoger ten opzichte van $t=0$ ($F=7,751$, $P<0,01$), dit effect was het sterkst na bekalken ($F=7,552$, $P<0,01$). Bekalken leidde over het geheel niet tot significante verschillen op de pH-NaCl in de bovenste 10 cm van de bodem, echter de pH leek in de controle, gechopperde en geplagde behandeling licht verhoogd (0,2-0,3 eenheden) te zijn vergeleken met de onbekalkte behandeling. Het effect van bekalken was duidelijk terug te vinden in de concentratie basische kationen in de bodem (Figuur 4.2). Bekalken leidde tot een significant hogere concentratie basische kationen (Ca + Mg + K) in de bodem in alle behandelingen, variërend van 10.669 tot 14.449 $\mu\text{eq/l}$ bodem ($F=10,906$, $P<0,01$) vergeleken met 4299 tot 8416 $\mu\text{eq/l}$ bodem (op $t=0$ en de onbekalkte behandelingen in 2013). De kationen Ca en Mg namen het meest toe na bekalken (Bijlage 2.1). Bekalken heeft ook effect op de Al/Ca ratio (Kleijn *et al.*, 2008), deze was na bekalken in alle behandelingen lager dan 1 (Bijlage 2.3). Bekalken had dus wel degelijk effect op de buffering van de bodem, ook al was dat nog niet over het geheel significant terug te zien in de pH-NaCl.

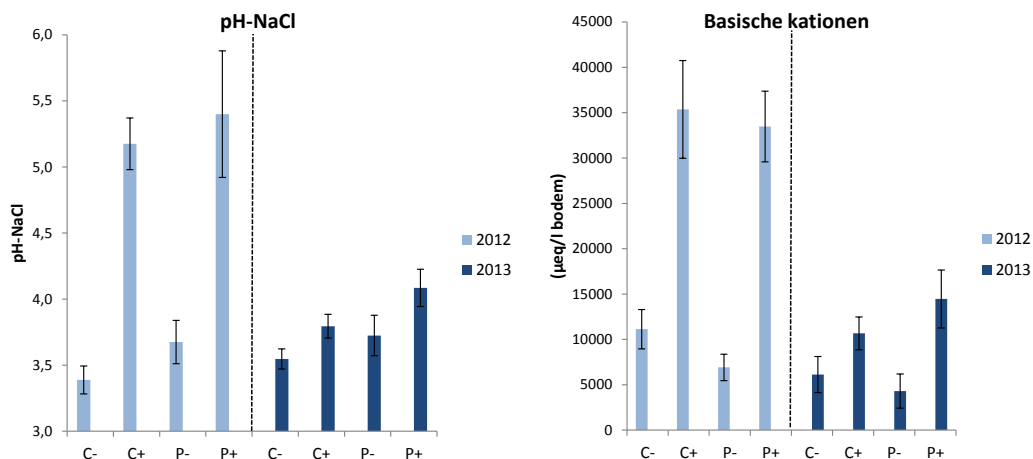
In bovenste 3 cm van de bodem was het effect van bekalken na chopperen en plaggen sterker terug te zien dan in de bodemlaag 0-10 cm (Figuur 4.3). De pH-NaCl in de toplaag van de bodem na bekalken was significant verschillend en verliep van 5,2 tot 5,4 ten opzichte van 3,4 en 3,7 in de onbekalkte plots in 2012 ($F=52,347$, $P<0,01$). De concentratie basische kationen in de bovenste 3 cm van de bodem van de bekalkte proefvelden was eveneens significant verschillend van de niet bekalkte proefvelden in 2012 ($F=77,631$, $P<0,01$). De pH-NaCl en concentratie basische kationen in 2012 waren ongeveer vergelijkbaar met die gemeten in 2013. Verder was de concentratie basische kationen in de bodem bijna een factor 3 hoger in de bovenste 3 cm dan in de 0-10 cm bodemlaag. Deze gegevens maken duidelijk dat na 1,5 jaar de effecten van bekalking nog niet diep in de bodem zijn doorgedrongen. Ook uit onderzoek van Lucassen *et al.* (2010) is gebleken dat het toegediende kalk na 4 jaar niet verder dan 5 cm in de bodem doordringt.



Figuur 4.1: pH-NaCl in de bodem (0-10 cm) per behandeling ($\bar{x} \pm$ standaardfout).



Figuur 4.2: Basische kationen (Ca + Mg + K) in de bodem (0-10 cm) in $\mu\text{eq/l}$ bodem per behandeling ($\bar{x} \pm$ standaardfout).

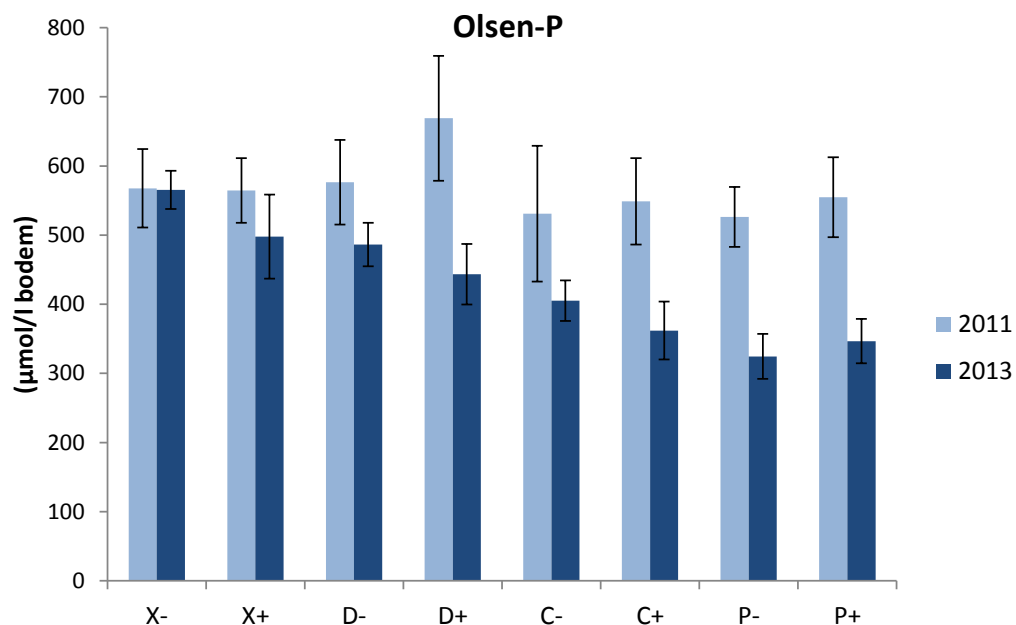


Figuur 4.3: pH-NaCl (links) en basische kationen in de bodem (rechts) in $\mu\text{eq/l}$ in de bovenste 3 cm van de bodem op Strabrecht en Kampina in 2012 en in de bodem (0-10 cm) in 2013 in de gehopperde en geplagde behandeling ($\bar{x} \pm \text{standaardfout}$).

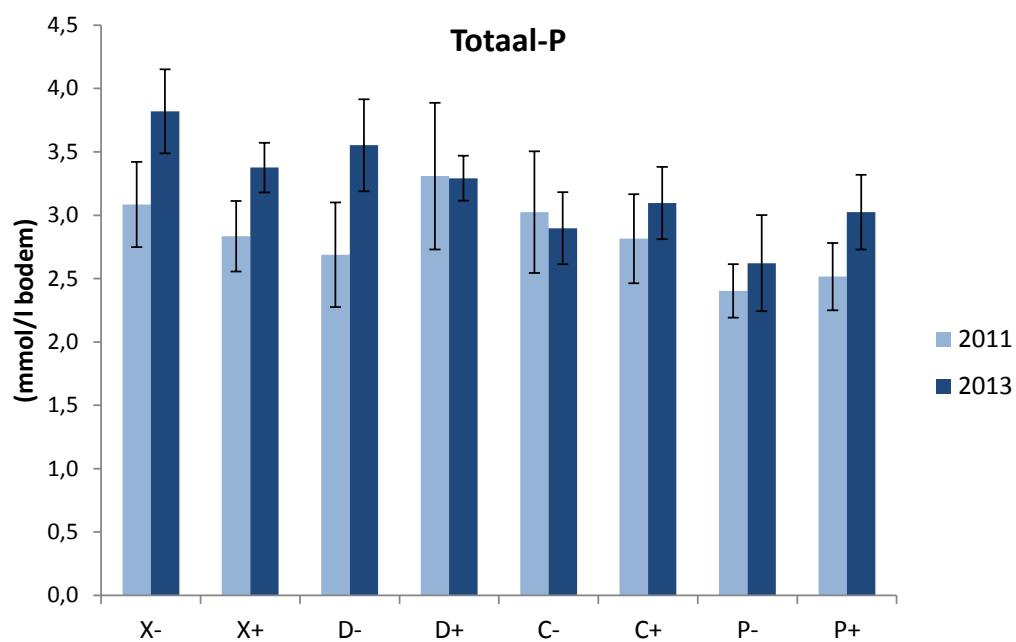
4.2 Fosfaat in de bodem

Chopperen en plaggen leidden tot significant lagere Olsen-P concentraties in de bodem ten opzichte van de controle en drukbegrasde behandeling (Figuur 4.4, Bijlage 2.4), met waarden van 325 tot 405 $\mu\text{mol/l}$ bodem ten opzichte van 566 $\mu\text{mol/l}$ bodem in de controle behandeling. In de controlebehandeling waren de Olsen-P concentraties in de bodem met 500-600 $\mu\text{mol/l}$ bodem niet zeer laag; dit wijst erop dat er in de natte heide geen echt P-tekort is zoals in de droge heide. Bekalken had geen effect op de Olsen-P concentraties in de bodem. Plaggen leidde tot een significant lagere totaal-P concentratie in de bodem ten opzichte van de controle (Figuur 4.5, $F=3,280$, $P<0,05$). Er was geen significant effect van chopperen of drukbegrazing op de totaal-P concentratie in de bodem gemeten. Verder had bekalken ook geen effect op de totaal-P concentratie in de bodem. Bekalken leidde in dit experiment niet tot een snellere afbraak van organisch materiaal (wat hogere fosfaatconcentraties in de bodem van de bekalkte proefvelden zou hebben veroorzaakt). Uit andere bekalkingsexperimenten komen ook geen meetbare effecten op de fosfaat-beschikbaarheid naar voren (Dorland *et al.*, 2004; van Mullekom *et al.*, 2009).

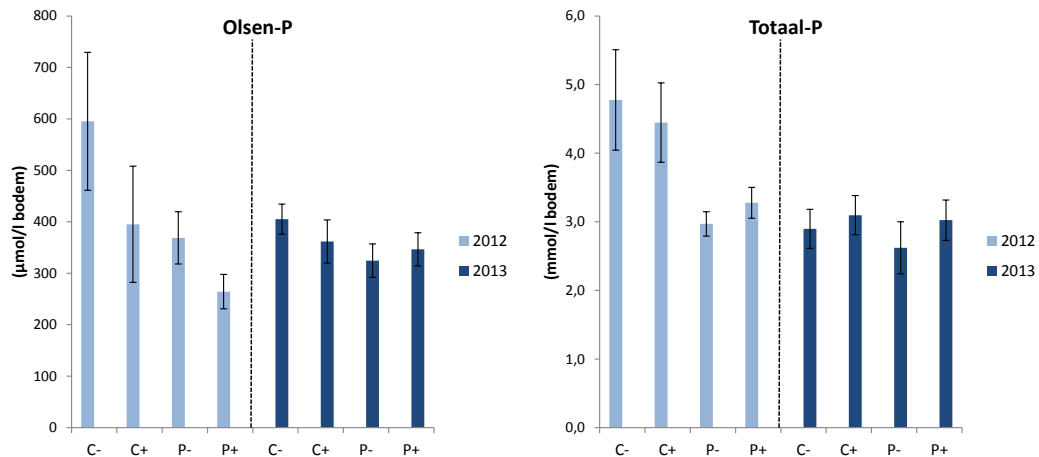
Kijkend naar de Olsen-P concentratie in de bovenste 3 cm van de bodem werden er geen significante verschillen gevonden tussen chopperen of plaggen. Bekalking leek in beide behandelingen tot een lagere Olsen-P concentratie te leiden maar dit was niet duidelijk aantoonbaar ($F=3,878$, $P=0,063$). Verder was de Olsen-P concentratie in de bodem in de gehopperde behandeling wat hoger in de bovenste 3 cm van de bodem dan in de 0-10 cm bodemlaag. Dit is waarschijnlijk gerelateerd aan het percentage organisch stof in de bodem: in deze bodemlaag was het percentage organische stof een factor 4 hoger dan in de 0-10 cm bodemlaag (Bijlage 2.5). Dit gold ook voor de concentratie totaal-P in de bodem: deze was in de bovenste 3 cm van de bodem hoger dan in de 0-10 cm bodemlaag. Daarnaast was de totaal-P concentratie in de bovenste 3 cm van de bodem significant hoger na chopperen dan na plaggen ($F=9,236$, $P<0,01$).



Figuur 4.4: Olsen-P concentratie in de bodem (0-10 cm) in $\mu\text{mol/l}$ bodem per behandeling ($\bar{x} \pm \text{standaardfout}$).



Figuur 4.5: Totaal-P concentratie in de bodem (0-10 cm) in mmol/l bodem per behandeling ($\bar{x} \pm \text{standaardfout}$).



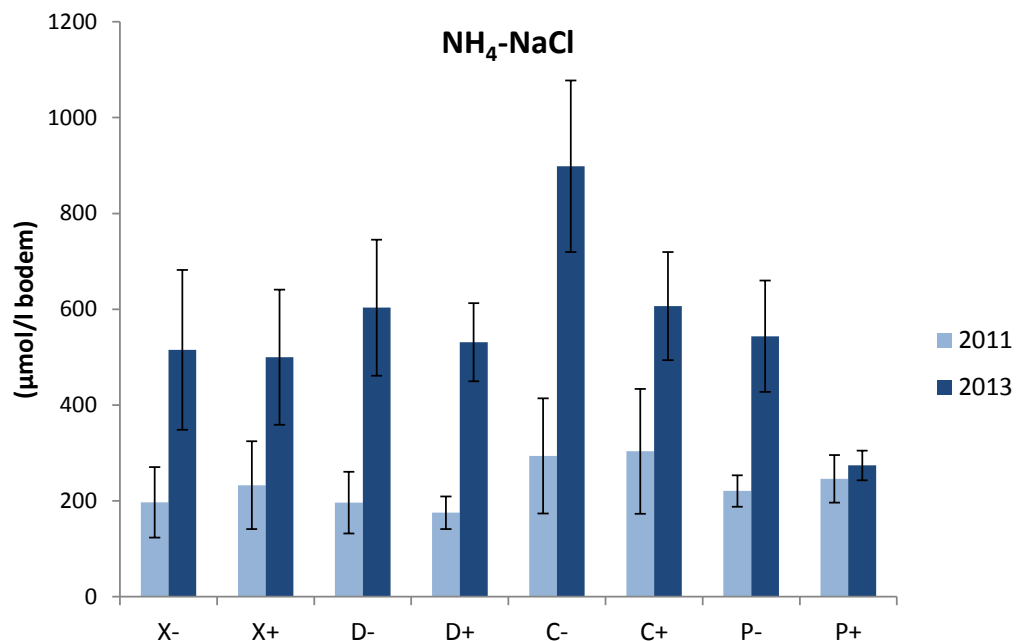
Figuur 4.6: Olsen-P concentratie in $\mu\text{mol/l}$ (links) en totaal-P concentratie (rechts) in mmol/l in de bovenste 3 cm van de bodem op Strabrecht en Kampina in 2012 en in de bodem (0-10 cm) in 2013 in de gehopperde en geplagde behandeling ($\bar{x} \pm$ standaardfout).

4.3 Anorganisch N in de bodem

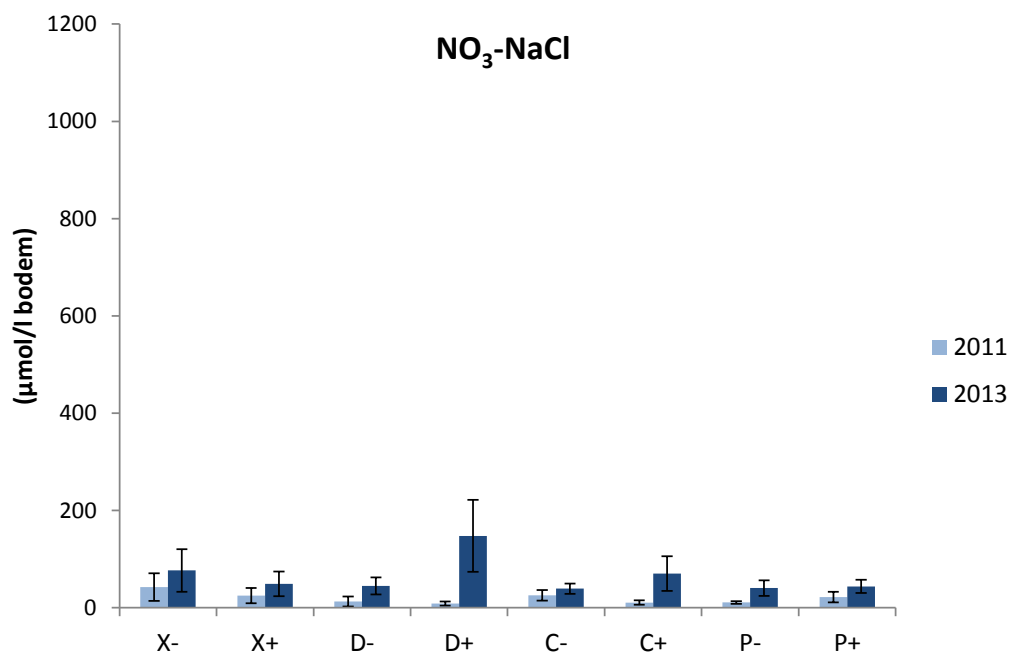
Uit de resultaten bleek dat ammonium de dominante stikstofvorm is in de onderzoeksgebieden (figuur 4.7 en 4.8). Verder is de bodem op Strabrecht veel rijker aan stikstof dan die van de Kampina (Bijlage 2.6). De ammoniumconcentraties in de bodem waren in 2013 significant hoger in alle behandelingen dan in 2011 ($F=87,012$, $P<0,01$). In goed ontwikkelde natte heide met meerdere doelsoorten worden ammoniumconcentraties van 100-200 $\mu\text{mol/l}$ bodem gemeten, in vergraste, gedegradeerde natte heide worden ammoniumconcentraties rond 400-450 $\mu\text{mol/l}$ bodem gemeten (de Graaf *et al.*, 2009). In de gehopperde behandeling waren de gemeten concentraties zeer veel hoger (898 $\mu\text{mol/l}$ bodem). De nitraatconcentraties in de bodem waren in 2011 zeer laag in alle behandelingen, lopend van 9 tot 43 $\mu\text{mol/l}$ bodem. In 2013 was ook de nitraatconcentratie in de bodem significant hoger in alle behandelingen, variërend van 39 tot 148 $\mu\text{mol/l}$ bodem ($F=47,982$, $P<0,01$). De gevonden verschillen tussen de jaren zijn mogelijk het gevolg van het tijdstip van bemonstering. Stikstofconcentraties fluctueren door het jaar heen, meestal hogere concentraties in het voorjaar (meer mineralisatie, minder opname), de laagste concentraties in de zomer (juli-aug) en weer hogere concentraties in het najaar. De concentraties zijn echter ook afhankelijk van andere factoren, zoals droogte, welke ook per jaar verschillen. In dit experiment heeft in 2011 de bemonstering eind augustus plaatsgevonden terwijl in 2013 de bemonstering eind mei uitgevoerd is. Zowel voor de ammonium- als voor de nitraatconcentratie zijn verder geen significante behandelingseffecten gevonden. In de gehopperde en geplagde proefvelden leek bekalking de nitrificatie te stimuleren waardoor ammoniumconcentraties in de bodem lager worden. Dit verschil was echter niet significant. De combinatie van plaggen en bekalken leek ook tot lagere $\text{NH}_4/\text{NO}_3\text{-NaCl}$ ratio's in de bodem te leiden (Bijlage 2.6).

De stikstofconcentraties in de bovenste 3 cm van de bodem waren ongeveer gelijk aan de concentraties gemeten in de 0-10 cm bodemlaag, behalve voor de gecombineerde behandeling van chopperen en bekalken (Figuur 4.9). In de gehopperd-bekalkte behandeling was de concentratie ammonium significant lager dan in de niet bekalkte behandeling ($F=4,674$, $P<0,05$). In deze dunne toplaag stimuleert bekalken de nitrificatie wat resulteert in een

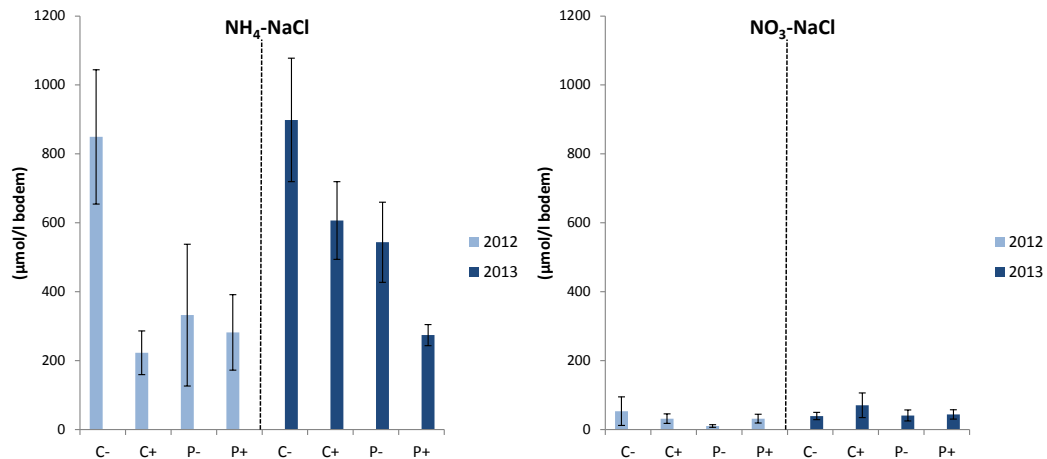
afname van de ammoniumconcentratie in de bodem. De gestimuleerde nitrificatie leidde niet tot een hogere nitraatconcentratie in de bodem, waarschijnlijk door snelle opname van nitraat door de vegetatie.



Figuur 4.7: NH₄-NaCl concentratie in de bodem (0-10 cm) in µmol/l bodem per behandeling ($\bar{x} \pm$ standaardfout).



Figuur 4.8: NO₃-NaCl concentratie in de bodem (0-10 cm) in µmol/l bodem per behandeling ($\bar{x} \pm$ standaardfout).

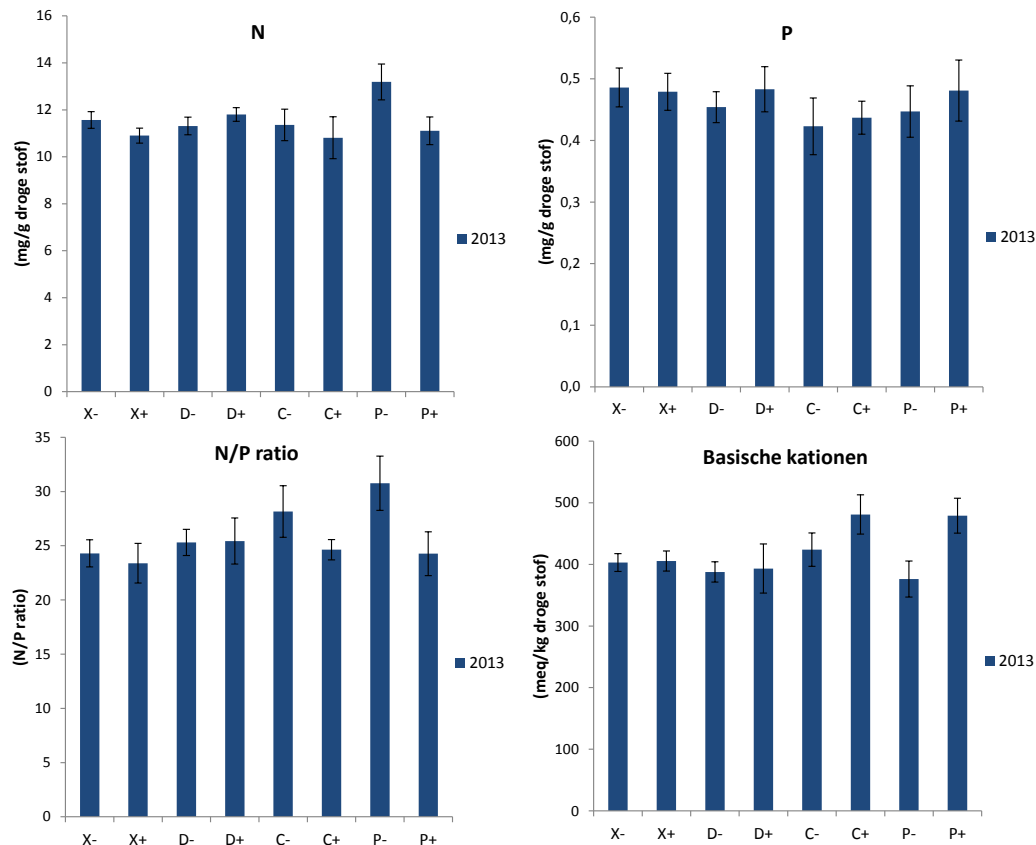


Figuur 4.9: NH₄-NaCl (links) en NO₃-NaCl (rechts) in µmol/l bodem in de bovenste 3 cm van de bodem op Strabrecht en Kampina in 2012 en in de bodem (0-10 cm) in 2013 in de gehopperde en geplagde behandeling ($\bar{x} \pm$ standaardfout).

4.4 Plantchemie

De N-concentraties in de vegetatie lagen rond 11,5-12 mg/g en er werden geen effecten van de behandelingen gevonden (Figuur 4.10 en Bijlagen 2.2 en 2.7). Ook de P-concentraties in de vegetatie waren laag, tussen 0,4 en 0,5 mg/g, en ook hier werden geen behandelingseffecten gevonden. Alleen chopperen en plaggen van de bodem leek tot hogere N/P ratio's in de planten te leiden. Bekalken na chopperen en plaggen had significant effect op de N/P ratio ($F=4,729$, $P<0,05$): door bekalken na chopperen en plaggen werd de N/P ratio verlaagd tot het niveau van de controle behandeling (namelijk 24,3). In Kampina leidde bekalking zowel na drukkbe grazing als na plaggen tot een lagere N/P ratio van 18-20 dan de waarden van ca. 24 in de controle en andere behandelingen (maximaal ca. 27 na chopperen zonder bekalking), maar in de andere terreinen werd dit verschil niet gevonden.

Bekalken van controle en drukkbe graasde proefvelden leidde niet tot hogere concentraties basische kationen (Ca + Mg + K) in heideplanten (Bijlage 2.2). De concentratie basische kationen in de vegetatie leek lager na plaggen, maar dit was niet significant. De concentratie basische kationen in Gewone dophei van de bekalkte proefvelden na plaggen en chopperen was significant verschillend van de Gewone dophei in niet-bekalkte proefvelden ($F=6,817$, $P<0,05$). Het effect van bekalken was hier dus niet alleen terug te zien in de bodem (Figuur 4.2) maar ook in de vegetatie.



Figuur 4.10 N en P concentratie (links- en rechtsboven) in mg/g droge stof, N/P ratio en concentratie basische kationen in meq/kg droge stof (links- en rechtsonder) in Gewone dophei per behandeling ($\bar{x} \pm$ standaardfout).

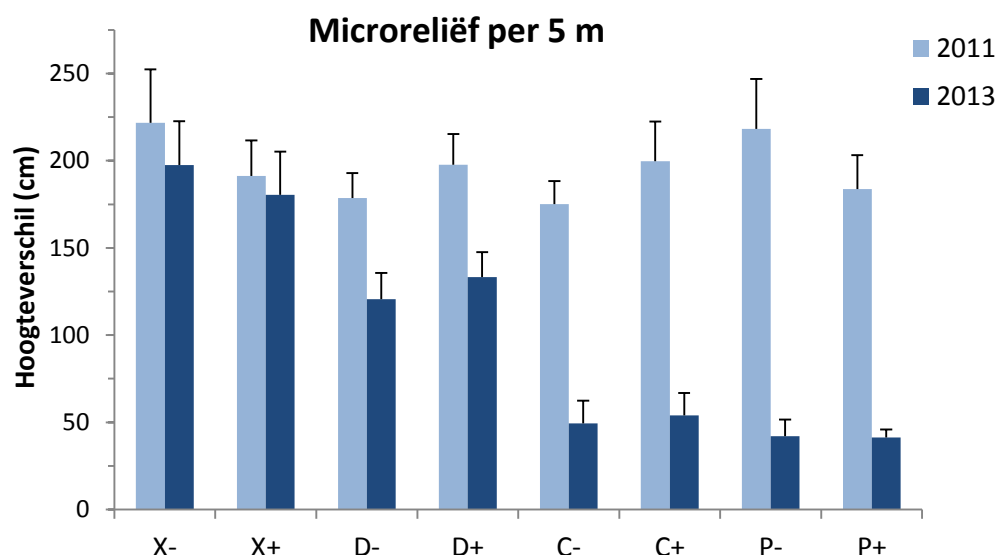
4.5 Kernpunten

- Bekalken leidde duidelijk tot hogere concentraties basische kationen in de bodem in alle behandelingen.
- Bekalken had geen effect op fosfaat- en stikstofconcentraties in de bodem.
- Bekalken na plaggen en chopperen leidde tot hogere concentraties basische kationen en tot lagere N/P ratio's in de Dophei-planten.
- Drukbe grazing leidde niet tot meetbare effecten op de bodem- of plantchemie.
- Chopperen en plaggen van de bodem leidden tot een significant hogere pH-NaCl in de bodem.
- Chopperen en plaggen van de bodem leidde tot significant lagere fosfaatconcentraties in de bodem en tot hogere N/P ratio's in de Dophei-planten
- Effecten van bekalken en/of behandelingen waren na chopperen en plaggen vooral sterk terug te vinden in de bovenste 3 cm van de bodem en in de concentratie basische kationen in Dophei.

5 Microreliëf en vegetatiestructuur

5.1 Microreliëf

Het microreliëf in de proefvlakken veranderde sterk onder invloed van de verschillende vegetatiebehandelingen (Figuur 5.1; $P < 0,0001$). Daarbij was geen noemenswaardig verschil tussen de terreinen. In de controle was er geen verschil tussen de metingen in 2011 en 2013. Plaggen en chopperen zorgden voor een vergelijkbare afname van microreliëf. Dit werd vooral veroorzaakt door het verlies aan polstructuren van Pijpenstrootje. Ook drukbegrazing zorgde voor een significante afname van het microreliëf, maar veel minder sterk dan na chopperen of plaggen. Zoals mocht worden verwacht had bekalking geen invloed op de verandering in microreliëf.



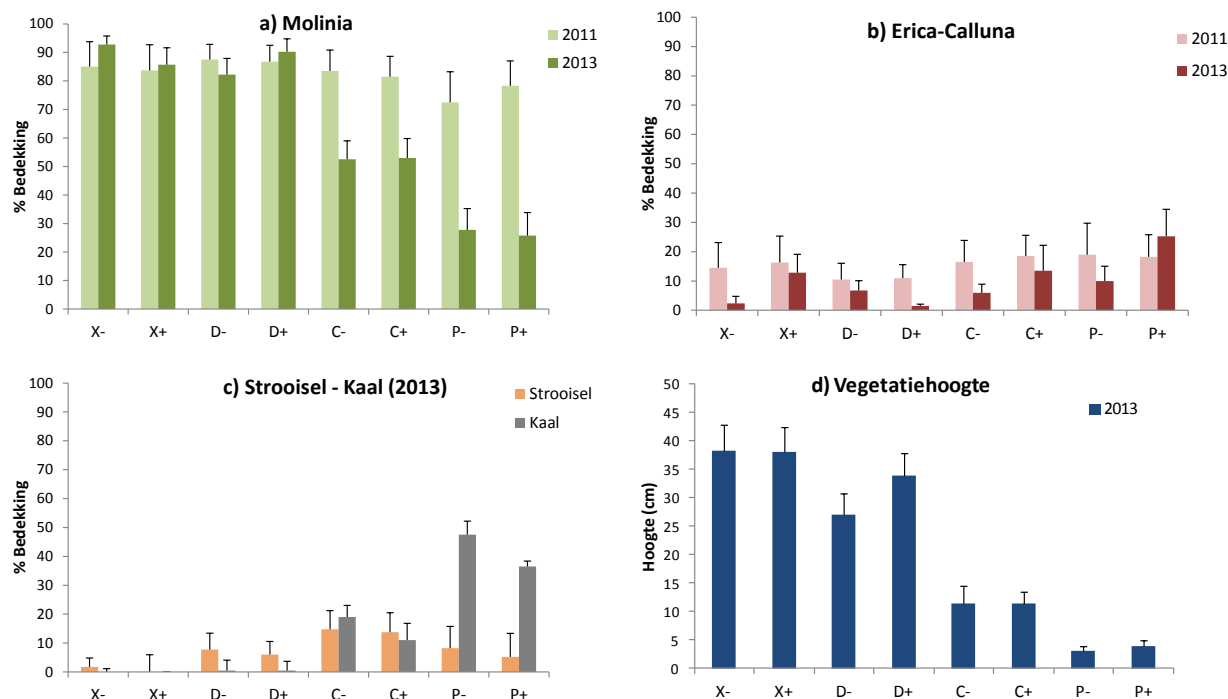
Figuur 5.1: Microreliëf langs transecten voor en na uitvoering van het beheer-experiment (weergegeven als totaal hoogteverschil per 5 meter met standaardfout).

Hoogteverschillen van 10 cm of meer tussen opeenvolgende dm-punten kwamen bij de nulmeting voor met een mediane frequentie van 3 keer (maximaal 14) op een 5 meter-transect. De effecten van de behandelingen op het aantal van deze grotere hoogteverschillen vertoonden eenzelfde, hoewel meer variabel, patroon als het cumulatieve hoogteverschil. Door chopperen en plaggen verdwenen vrijwel alle hoogteverschillen van 10 cm of meer. Bij drukbegrazing bleven deze wel bestaan door het behoud van de polstructuur.

5.2 Vegetatiestructuur

Pijpenstrootje bleef de dominante bedekking in de controles en na uitvoering van drubbegrazing (>80%), maar de bedekking nam significant af na chopperen (tot ca. 50%) en nog sterker na plaggen (ca. 27%; verschillen significant $P < 0,0001$). Er waren geen effecten van bekalking op de bedekking van Pijpenstrootje. De bedekking aan dwergstruiken van Gewone dophei en Struikhei bleef ook na uitvoering nog laag, maar bij chopperen en plaggen betrof dit uitsluitend jonge planten; in beide Friese terreinen was lokaal ook sprake van een enige tientallen procenten bedekking met Kraaihei *Empetrum nigrum*; na plaggen keerde Kraaihei niet terug, terwijl de soort na chopperen en drubbegrazing weliswaar in bedekking afnam, maar wel aanwezig bleef. Met bekalking was de bedekking van dwergstruiken 8-15% hoger dan zonder bekalking ($P = 0,02$). Bij drubbegrazing was de schijnbaar sterkere afname van dwergstruiken in de bekalkte proefvlakken niet significant.

De dominante bedekking van strooisel en kale bodem is in Figuur 5.2 alleen voor de effectmeting getoond, omdat het aandeel hiervan voor uitvoering verwaarloosbaar was. Niet verrassend was het aandeel kale bodem het hoogst na plaggen. Na chopperen was de bedekking met strooisel (ook de bases van oude pollen) ongeveer even groot als die van kale bodem. Na bekalking was het aandeel kale bodem in de geplagde en gechopperde proefvlakken vaak geringer door een grotere bedekking van de koloniserende vegetatie, naast dwergstruiken ook Bruine snavelbies en andere grassen (zie Hoofdstuk 6). De vegetatiehoogte vertoonde na uitvoering van de behandelingen eenzelfde patroon als de bedekking van het dominante Pijpenstrootje (verschillen tussen behandelingen $P < 0,0001$), met een geringe vegetatiehoogte in de gechopperde proefvlakken en nog lagere vegetatie op de plagplekken. Maar in



Figuur 5.2: Dominante bedekking langs transecten in het beheerexperiment voor a) Pijpenstrootje, b) Dophei en Struikhei, c) strooisel en kale bodem en d) vegetatiehoogte ($\pm$ s.e.; voor c. en d. worden alleen de resultaten na uitvoering getoond).

tegenstelling tot de bedekking was de vegetatiehoogte tussen alle behandelingen significant verschillend en dus bij drukbegrazing ook significant lager dan in de controles.

5.3 Kernpunten

De belangrijkste resultaten van de experimentele behandelingen op microreliëf en vegetatiestructuur zijn de volgende:

- Plaggen en chopperen zorgen voor een vergelijkbare, sterke afname van het microreliëf, dat in met Pijpenstrootje vergraste heide in belangrijke mate wordt bepaald door de polstructuur van deze dominante soort.
- Drukbegrazing zorgt voor een significante maar matige afname van zowel het microreliëf als de vegetatiehoogte. De dominantie van Pijpenstrootje wordt na de eenmalige drukbegrazing met schapen nog niet doorbroken, maar de vegetatiestructuur is wel minder gesloten geworden.
- De bedekking met dwergstruiken is twee groeiseizoenen na plaggen en chopperen nog laag. Wel is de bedekking hoger na bekalking.
- Bij chopperen verloopt het herstel van de vegetatie sneller dan bij plaggen en is de vegetatie, zij het gemiddeld nog laag, ook hoger.

6 Vegetatie

De vegetatie is in twee delen beschouwd. Het eerste deel bestaat uit vaatplanten, varens, mossen en korstmossen. Het tweede deel betreft de macrofungi. De analyse heeft zich vooral op de Brabantse terreinen gericht omdat hier zowel de vegetatie als de mycoflora is onderzocht. De twee Friese terreinen worden alleen kwalitatief behandeld.

Eerst is de typische soortensamenstelling in een natte heide in beeld gebracht. Vervolgens is aangegeven hoe de soortensamenstelling verschoven is als gevolg van vermessing, verzuring en verdroging. Daarna zijn de resultaten van de maatregelen besproken. Aan het eind worden de resultaten van zowel de groene planten als de macrofungi samengevat in een synthese.

6.1 Hogere planten en mossen

Natte heide is heide waarin het grondwater jaarlijks tot in de wortelzone reikt. Dominante soort is meestal Dophei (*Erica tetralix*). Andere soorten die vrijwel altijd aanwezig zijn, zijn Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), Trekrus (*Juncus squarrosus*) en Struikhei (*Calluna vulgaris*). De meeste andere soorten zijn kieskeuriger en hun voorkomen is vooral afhankelijk van de hydrologie en de mate van buffering (Tabel 6.1).

Tabel 6.1: De voornaamste standplaatsen in de natte heide, gebaseerd op de hydrologie en de mate van buffering. Ook zijn enkele kenmerkende plantensoorten weergegeven; de soorten die genoemd staan voor zure bodems komen ook op zeer zwak gebufferde bodems voor, maar niet andersom.

Hydrologie	Zuur	Zeer zwak gebufferd
Wisselende waterstand, hogere delen	Heideklauwtjesmos Korstmossen	Blauwe zegge Tormantil Klokjesgentiaan
Wisselende waterstand, lagere delen	Snavelbiezen Kleine zonnedauw Broedkelkje	Veelstengelige waterbies Dwergzegge Goudkorrelmossen
Langdurig nat, hogere delen	Kussentjesveenmos Kussentjesmos	Klokjesgentiaan Veenbies
Langdurig nat, lagere delen	Kleine veenbes Wrattig veenmos Ronde zonnedauw Veenpluis	Beenbreek Glanzend veenmos

In alle typen natte heide leidt een overmaat aan stikstof tot een dominantie van Pijpenstrootje. De meer typische soorten gaan hierdoor achteruit; in zwaar vergraste situaties zijn vaak alleen nog Dophei en Veenpluis (*Eriophorum angustifolium*) in grotere hoeveelheden aanwezig.

De plots op de Kampina zijn gelegen langs de kop van een heideslenk. De waterstand is hier relatief stabiel. Ook komen hier nog vrij veel soorten voor die op enige buffering wijzen; met name Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), Blauwe zegge (*Carex panicea*) en Kruipwilg (*Salix repens*).

Er liggen zowel plots in wat hogere delen als in wat lagere delen. Sommige plots zijn geheel vergrast, in andere plots zijn nog delen aanwezig die door heide gedomineerd worden. De heide wordt extensief begraasd met koeien. Kenmerkende soorten handhaven zich op droogvallende delen, langs koeienpaadjes en in de niet vergraste delen.

De plots op de Strabrechtse heide liggen in een terreindeel met tamelijk sterk wisselende waterstanden. Reeks SA ligt op een rug en houdt het midden tussen een droge en een natte heide. In deze reeks bevinden zich wel planten van zeer zwak gebufferde omstandigheden; met name Stekelbrem (*Genista anglica*) en Borstelgras (*Nardus stricta*). Reeks SC bevindt zich juist in een laaggelegen deel rondom een ven. Hier wijst Veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*) op een zeer geringe buffering. Reeks SB houdt qua vochttoestand het midden; hier zijn vrijwel geen planten van gebufferde omstandigheden gevonden. De plots zijn gelegen in sterk vergraste delen, alleen in reeks SC worden delen nog gedomineerd door Dop- of Struikhei, of Pilzegge (*Carex pilulifera*).

6.1.1 Effecten van de maatregelen

De geteste maatregelen zijn hieronder afzonderlijk van elkaar besproken. Eerst zijn de overal waargenomen effecten besproken, vervolgens effecten die alleen in bepaalde typen natte heide zijn waargenomen. Aan het eind zijn de resultaten samengevat in een synthese.

Bekalking van vergraste heide

Bekalking van de referentieplots had ogenschijnlijk weinig effect op de vegetatie in de eerste twee jaar. De bedekking van de dominante soorten en de typische heidesoorten bleef ongeveer gelijk (Tabel 6.2). Alleen op de schaarse lichte plekken tussen de pollen van Pijpenstrootje vond wat vestiging van zuurmijdende soorten plaats (Tabel 6.3). Dit waren in de eerste plaats mossen, zoals Gewoon dikkopmos (*Brachythecium rutabulum*), Krulmos (*Funaria hygrometrica*) en Purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*). Ook werden op enkele plekken kleine exemplaren gevonden van Paardenbloem (*Taraxacum officinale*) en Kantige basterdwederik (*Epilobium tetragonum*). Het ging hier om algemene mossen en hogere planten die zich goed kunnen verspreiden, met respectievelijk sporen en zaadpluis.

Drukbegrazing zonder bekalking

Drukbegrazing had vrij weinig effect op de aanwezige vegetatie. Het Pijpenstrootje werd wel flink aangevreten, maar liep na de druibegrazing ook snel weer uit. De bedekking bleef wel iets achter bij de oorspronkelijke, maar was nog altijd te hoog om vestiging van andere plantensoorten mogelijk te maken, al ontstonden er wel meer lichte plekken (zie ook 5.2) en waren er op deze plekken vaak ook rijkelijk schapenkeutels aanwezig.

Drukbegrazing met bekalking

De combinatie van bekalking met de na druibegrazing wat grotere openheid en aanwezigheid van schapenkeutels begunstigde het optreden van soorten van voedselrijker en minder zure bodem, zodat er op de begraasde plots meer exemplaren en meer soorten voorkwamen (Tabel 6.3). Onder andere Krulmos (*Funaria hygrometrica*) en Viltige basterdwederik (*Epilobium parviflorum*) zijn waargenomen. Het ging echter nog steeds maar om kleine aantallen en in een klein deel van de plots.

Tabel 6.2: Bedekkingspercentage van de belangrijkste heidesoorten in 2011 en 2013, gemiddeld per behandeling. X = referentieplots. D = drukk begrazing, C = chopperen, P = Plaggen. Min is onbekalkt, plus is bekalkt met 2 ton dologran/ha.

Behandeling		x-	x-	x+	x+	d-	d-	d+	d+	c-	c-	c+	c+	p-	p-	p+	p+
Jaar		'11	'13	'11	'13	'11	'13	'11	'13	'11	'13	'11	'13	'11	'13	'11	'13
Totale bedekking (%)		95	97	96	97	97	96	96	96	97	62	97	68	96	37	96	56
Bedekking kruidlaag (%)		92	95	92	94	90	94	90	93	92	56	91	61	93	37	92	48
Bedekking moslaag (%)		4,3	5,2	3,7	5,2	3,0	5,0	2,0	4,2	3,0	7,7	4,5	13,8	1,8	2,5	2,5	12,0
Dominante soorten																	
Calluna vulgaris	Struikhei	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,1	0,5	0,2	0,2	3,7	0,4	3,4	0,3	4,1	0,3	3,7
Erica tetralix	Gewone dophei	13	5,8	11	3,4	7,5	3,9	6,5	1,5	7,4	9,4	11	8,5	4,5	6,7	11	14
Molinia caerulea	Pijpenstrootje	77	84	78	82	78	85	82	82	82	35	80	40	80	14	82	16
Natte heide soorten																	
Carex panicea	Blauwe zegge	0,3		0,3	0,4	0,3	0,3			0,3	0,3	0,3	0,2	0,5			0,7
Cephalozia connivens	Glanzend maanmos	1,0	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,5		0,5	0,1				0,1	0,1	
Drosera intermedia	Kleine zonnedaauw		0,1	0,1			0,3			0,1	0,2		0,3	0,1	4,3		0,8
Eriophorum angustifolium	Veenpluis	0,4	0,3	0,3	0,5	0,1	0,3	0,1		0,3		0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	
Gentiana pneumonanthe	Klokjesgentiaan	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3		0,1	0,5	0,0	0,2	0,1	0,3			0,3
Gymnocolea inflata	Broedkelkje	0,1						0,3			0,1						
Juncus squarrosus	Trekrus	0,3	0,1	0,3	0,3		0,1				0,1		0,1	0,3	0,1	0,1	0,3
Narthecium ossifragum	Beenbreek			0,1	0,0												
Rhynchospora spp.	Snavelbiezen	0,1	0,1		0,1		0,3			0,3	7,2		3,8	0,3	15,5		8,4
Scirpus cespitosus	Veenbies	0,3	2,0	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3					0,3	
Sphagnum compactum	Kussentjesveenmos	0,3	0,5	0,4	0,3	0,1		0,3	0,1	0,1					0,1		0,1
Sphagnum cuspidatum	Waterveenmos	8,0	4,0	4,0	2,0	2,0	0,1	2,0		0,1	2,0	0,3					
Sphagnum denticulatum	Geoord veenmos	0,3	0,3	2,1	4,0	0,3	4,0	0,1		2,0	0,2	4,0	0,1	0,1		0,3	
Sphagnum tenellum	Zacht veenmos	1,5	2,3	2,3	1,1	0,4	4,0	0,3		4,0		4,0		0,5		0,4	
Overige soorten																	
Agrostis capillaris	Gewoon struisgras				2,0	0,1	0,3	0,1	4,0		2,0	0,3	2,1	0,3	2,0	0,2	2,0
Aulacomnium palustre	Rood viltmos	0,1				0,1		0,1			0,1		0,1				
Betula (k,j)	Berk, kiemplant/juveniel	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2
Brachythecium rutabulum	Gewoon dikkopmos	0,1	0,1	0,1	0,3			0,1	0,3				0,1	0,2		0,1	0,1
Calypogeia fissa	Moerasbuidelmos	0,4	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	0,1	1,0	0,1		0,1	0,6		0,2	
Campylopus introflexus	Grijs kronkelsteeltje	0,7	0,7	0,7	0,2	1,1	0,4	0,6	0,4	0,6		0,9	0,3	0,9		2,1	
Campylopus pyriformis	Gewoon kronkelsteeltje	0,4	1,1	0,3	0,3	0,4	0,7	0,5	0,9	0,3	8,4	0,5	0,6	0,5	1,8	0,7	1,4
Carex pilulifera	Pilzegge	1,1	0,3	0,4	0,3	1,3	1,1	0,3	5,1	0,4	1,3	1,3	0,3	1,3	0,3	1,3	0,3
Ceratodon purpureus	Purpersteeltje	0,1		0,1	1,3	0,1	0,1		0,3				4,0				8,0
Cladina portentosa	Open rendiermos											0,1	0,1			0,1	
Cladonia grayi	Bruin bekermos	0,3	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2		0,3		0,3	0,1	0,4		0,3	
Dicranum scoparium	Gewoon gaffeltandmos		0,1	0,1	0,1	0,3			0,1	0,1	0,1	0,3				0,3	
Dryopteris carthusiana	Smalle stekelvaren	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		0,1	0,5	0,1	0,2		0,3		0,1	0,1
Eleocharis multicaulis	Veelstengelige waterbies					0,3			0,1		0,3		0,2		0,2		0,3
Festuca ovina	Schapegras	4,1	0,4	1,1	2,3	4,1	4,0	2,1	2,3	8,0	0,5	3,0	2,0	4,0	0,3	4,0	0,5
Genista anglica	Stekelbrem				0,1	0,1	0,3		0,1	0,1							
Hypnum jutlandicum	Heide-klauwtjesmos	1,3	1,6	0,9	0,6	1,8	4,1	0,9	1,7	1,1	0,1	2,4	0,3	0,7	0,1	0,4	
Hypochaeris radicata	Gewoon biggenkruid	0,1		0,1	0,1	0,1				0,1			0,1				0,2
Lepraria spp.	Poederkorst	0,1	0,1	0,1		0,2	0,1		0,1					0,1			
Nardus stricta	Borstelgras	2,0	0,3	4,0		2,0	0,3	4,0	0,3	2,0	0,1		0,5	0,3	0,1	2,0	0,3
Pinus (k)	Den - kiemplant	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1		0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Pinus sylvestris	Grove den	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2		0,2		0,1		0,2	
Pohlia nutans	Gewoon peermos	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1		0,3	0,1	0,1		0,3	1,0		0,1	0,3	
Polytrichum commune	Gewoon haarmos	1,0	0,2		0,1	0,1	0,1		0,5	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1			
Rhamnus frangula (j)	Sporkenhout	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1			0,1		0,2	0,1	0,2
Rumex acetosella	Schapezuring	0,1	0,2		0,3	0,1	0,2		0,3		0,2		0,3	0,1		0,1	0,1
Salix repens	Kruipwilg		0,1	0,1	0,2				0,1	0,3		0,1		0,3		0,3	

Tabel 6.3: Mate van voorkomen van de overige soorten, voor zover deze in 3 of meer plots zijn waargenomen. Weergegeven zijn alleen de referentieplots (X) en de plots waar drukbegrazing is toegepast (D) (– is onbekalkt, + is bekalkt met 2 ton dologran/ha). * = soort alleen waargenomen op koeienmest.

	kb2	kc8	ka8	Sc1	sb6	sb9	sa4	kb4	kc7	ka6	Sc2	sb2	sa3	kb1	kc6	ka7	Sc4	sb8	sa6	kb3	kc5	ka5	Sc3	sb4	sa5
	x-	x-	x-	x-	x-	x-	x-	x+	x+	x+	x+	x+	x+	d-	d-	d-	d-	d-	d-	d+	d+	d+	d+	d+	d+
Brachythecium rutabulum					r1			r1		a1	p1													p1	
Bryum argenteum																								p1	
Bryum spp.																								r1	
Ceratodon purpureus											m2	a1					r1								p1
Cirsium arvense																						r1			
Cladonia spec.														r1			r1							r1	
Deschampsia flexuosa							r1					r1							r1					r1	r1
Epilobium parviflorum																					r1				
Epilobium tetragonum								r1				r1									r1				
Funaria hygrometrica												r1													
Hypochaeris radicata												r1													
Juncus effusus															r1										
Juncus squarrosus							r1						p1						r1						
Juncus tenuis																p1									
Lycopus europaeus	r1*																								
Marchantia polymorpha																									
Nardus stricta							p1												p1						
Pohlia nutans							r1						r1												p1
Quercus robur (k)		r1						r1							r1						r1				
Ranunculus repens															r1										
Rumex obtusifolius														r1	r1										
Salix cinerea (k)																									
Salix repens	r1							p1				r1													
Sonchus asper																									
Taraxacum officinale								r1																	
Veronica serpyllifolia																									

Chopperen zonder bekalking

Direct na het chopperen was er geen vegetatie meer aanwezig. De plots werden gekoloniseerd door vaatplanten die uitliepen uit achtergebleven wortels, door planten die zich vestigden vanuit de aanwezige zaadbank en door plantensoorten die zich vestigden door aanvoer van zaden of sporen. Uit de achtergebleven humuslaag worden door mineralisatie voedingsstoffen gemobiliseerd, die door het ontbreken van vegetatie kunnen accumuleren. Met name de hoeveelheid mineraal stikstof was in de humeuze toplaag meetbaar hoger in het eerste jaar na chopperen (zie 4.3).

Vooral Pijpenstrootje liep weer uit vanuit de wortels en bereikte na twee jaar alweer een bedekking van 35-40% (Tabel 6.2). In enkele plots was ook veel Schapengras (*Festuca ovina*) aanwezig, maar deze overleefde slechts in geringe mate. De opengevallen ruimte werd vooral bezet door Dop- en Struikhei, en door snavelbiezen. Op de jonge heideplantjes werd op enkele plekken Klein warkruid (*Cuscuta epithymum*) gevonden, tussen de snavelbiezen soms Ronde zonnedauw (*Drosera rotundifolia*) (tabel 6.4). Daarnaast was in 2013 een ijle moslaag aanwezig met vooral Gewoon kronkelsteeltje (*Campylopus pyriformis*). Op natte delen konden veenmossen zich al snel weer uitbreiden, op drogere delen Gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*). Ook enkele soorten van gebufferde, vochtige heide waren na twee jaar weer aanwezig: Blauwe zegge en Klokjesgentiaan.

Tabel 6.4: Mate van voorkomen van de overige soorten, voor zover deze in 3 of meer plots zijn waargenomen. Weergegeven zijn alleen de gehopperde (C) en de geplagde (P) plots (– is onbekalkt, + is bekalkt met 2 ton dologran/ha). * = soort alleen waargenomen op koeienmest.

	kb6	kc3	ka4	Sc6	sb5	sa8	kb5	kc4	ka3	Sc5	sb1	sa7	kb8	kc2	ka1	Sc8	sb7	sa2	kb7	kc1	ka2	Sc7	sb3	sa1
	c-	c-	c-	c-	c-	c-	c+	c+	c+	c+	c+	c+	p-	p-	p-	p-	p-	p-	p+	p+	p+	p+	p+	p+
Barbula spp										r1		r1										r1	r1	r1
Brachythecium rutabulum											r1									r1				
Bryum argenteum										m1	m2	m4											m2	m4
Bryum spp.							m2			m4	1	1+	p1	p1	r1				a1	m4		m4	m4	1-
Carex nigra		r1					p1												p1					
Carex ovalis/oederi								r1	r1											r1				
Cerastium fontanum									p1	p1			r1				r1		r1	r1	p1	r1		
Ceratodon purpureus										m4	m4	m4												1-
Cirsium arvense										r1	r1		r1						p1	r1				
Cladonia spec.					p1					r1														
Conyza canadensis										r1	r1	p1							p1	r1	r1			p1
Cuscuta epithymum		p1				p1												r1						
Deschampsia flexuosa																		r1						r1
Drosera rotundifolia		p1		p1			r1								r1									
Epilobium parviflorum																			r1		p1			
Epilobium tetragonum													p1						r1	p1	r1			
Eupatorium cannabinum										r1			r1				r1		r1					
Fossombronina spec.													p1	r1	r1				p1	a1	a1			
Funaria hygrometrica		r1					m4			m4	m2	m4	r1						m2	1	m2	m2	a1	m2
Holcus lanatus				r1*				r1*	r1															
Hypochaeris radicata							r1	r1	r1	r1	p1								r1	r1				p1
Juncus effusus									r1			p1	r1	r	r1				p1	r	p1			r1
Juncus squarrosus						r1						r1						r1						p1
Juncus tenuis		m2		p1			m2		p1				r1	a2	p1				p1	m4	p1			
Luzula campestris										r1				r1										
Lycopus europaeus										r1			r1		r1*				r1					
Marchantia polymorpha													r1	r1					p1	m1				
Nardus stricta						r1						a1					r1							p1
Plantago major				r1*				r1*	r1*	p1			r1							r1	r1			
Poa annua			r1*											r1					p1					
Pohlia nutans											m1						r1							
Potentilla erecta													r1		r1				r1	p1	p1			
Ranunculus repens										r1*			r1						r1					
Riccardia incurvata							a1													p1	r1			
Sagina procumbens			r1*							r1		r1								r1	r1			r1
Salix cinerea (k)							r1	p1	r1	a1	p1			r1	r1				r1	a1	p1	r1	a1	
Senecio sylvaticus											r1	r1	r1											
Sonchus asper													r1						r1					
Taraxacum officinale							r1		r1	p1	r1		r1						p1	p1	r1	r1		
Trifolium repens			r1*					r1*	r1*					r1					r1		r1*			
Veronica serpyllifolia								r1					r1	r1					r1	r1	r1			

Chopperen met bekalking

De reactie van de dominante kruiden was ongeveer dezelfde als bij chopperen zonder bekalking (Tabel 6.2). In de moslaag waren echter duidelijke verschillen aanwezig. Veenmossen vestigden zich in veel mindere mate, net als Gewoon kronkelsteeltje. Daarentegen waren er wel soorten van meer basische bodem aanwezig, met name Purpersteeltje, Krulmos en Knikmossen. Deze bereikten een aanzienlijke bedekking. Verder viel een twintigtal soorten op die doorgaans op voedselrijke, niet zure bodem voorkomen (tabel 6.4). Bijvoorbeeld Gewoon biggenkruid (*Hypochaeris radicata*), Gewone hoornbloem (*Cerastium fontanum*) en Grauwe wilg (*Salix cinerea*). Waarom deze soorten na chopperen vooral op de bekalkte bodem voorkomen is niet met zekerheid te zeggen. De bekalking kan de mineralisatie hebben versneld, waardoor de bodem voedselrijker is geworden. Het is echter ook goed mogelijk dat genoemde soorten positief reageerden op de bekalking zelf.

Kruipbrem (*Genista pilosa*) is hier wel gevonden, maar niet in de gehopperde onbekalkte plots.

Plaggen zonder bekalking

Met het plaggen wordt ook de humuslaag verwijderd, en daarmee ook aanzienlijk meer wortelmateriaal van Pijpenstrootje. De bedekking van Pijpenstrootje bedroeg twee jaar na plaggen nog slechts 14% (Tabel 6.2). Net als in de gehopperde plots profiteerden heidesoorten, snavelbiezen en zonnedaauw van de open ruimte. De mossen van zure bodem vestigden zich echter maar in geringe mate; veenmosses waren na twee jaar nog afwezig en de bedekking van Gewoon kronkelsteeltje was zeer gering (Tabel 6.4). Er vestigde zich wel een aanzienlijk aantal soorten van voedselrijke bodems, maar deze waren doorgaans maar in enkele miezerige exemplaren aanwezig. Verder werd op geplagde plekken regelmatig een goudkorrelnmos aangetroffen, waarschijnlijk Grof goudkorrelnmos (*Fossombronia foveolata*).

Plaggen met bekalking

Evenals na chopperen reageerden de dominante hogere planten op plaggen met bekalking niet veel anders dan zonder bekalking. De bedekking van Dophei was hoger, de bedekking van snavelbiezen daarentegen lager. Soorten van meer gebufferde, natte heide reageerden positief op de bekalking: Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), Blauwe zegge (*Carex panicea*) en Trekrus (*Juncus squarrosus*). Op de geplagde en bekalkte plots vestigde zich echter een groot aantal nieuwe soorten (Tabel 6.4). Meest opvallend was de forse bedekking van mossen van basische bodem, met name Krulmos, Purpersteeltje, Zilvermos (*Bryum argenteum*) en andere Knikmossen. Ook waren tientallen soorten planten van voedselrijke, natte bodem aanwezig, doorgaans weinig talrijk en met kleine exemplaren. Daarnaast waren ook bijzondere soorten aanwezig van gebufferde bodems. Zo werd op een natte plek op de Kampina Waterlepeltje (*Ludwigia palustris*) gevonden, en op een droge rug op de Strabrechtse heide Kruipbrem (*Genista pilosa*). Ook Tormetil (*Potentilla erecta*), Koningsvaren (*Osmunda regalis*), Liggend hertschoot (*Hypericum humifusum*), Vetmos (*Aneura pinguis*) en Hol moerasvorkje (*Riccardia incurvata*) zijn hier aangetroffen. Gezien de soortensamenstelling lijken de soorten vooral te zijn aangevoerd met zaadpluis, sporen of via de uitwerpselen van grote grazers.

6.1.2 Vegetatie van de Friese onderzoekslocaties

Het voorgaande overzicht is gebaseerd op de twee Brabantse onderzoekslocaties, omwille van de vergelijkbaarheid met de bespreking van de macrofungi. De effecten van de experimentele behandelingen op de vegetatie waren voor de twee Friese locaties, Blauwe Bos en Oosthoek, sterk vergelijkbaar. Daarom worden hier alleen aanvullende opmerkingen gemaakt.

Kraaihei (*Empetrum nigrum*) was een extra soort dwergstruik in beide Friese locaties. De bedekking ervan bedroeg op de schaal van de proefvlakken maximaal enkele procenten. Na plaggen verdween Kraaihei geheel, en na chopperen verminderde de bedekking sterk. Maar na drukkbe grazing was de afname gering.

Van de soorten van natte heide was Blauwe zegge slechts weinig aanwezig op de Friese locaties. Sommige soorten waren beperkt tot het Blauwe Bos (Kleine zonnedaauw, Klokjesgentiaan, Tormetil (*Potentilla erecta*), Trekrus, Bruine snavelbies [buiten de proefvlakken] en Veenbies). De Oosthoek had een veel natter, plaatselijk venig karakter, met soorten als Veenpluis, Waterveenmos en zelfs Eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*).

Net als in de Brabantse locaties verdwenen Veenbies en Waterveenmos na plaggen, maar deze bleven in minder mate nog wel aanwezig na chopperen. Na plaggen kwam vooral Tormenitil en Kleine zonnedaauw, maar op de bekalkte plot ook Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*), sterk terug in het Blauwe Bos. De Klokjesgentiaan bleef zowel na plaggen als chopperen aanwezig. In de Oosthoek kiemde, net als in Kampina, de Koningsvaren veelvuldig op de bekalkte plagplek. Ook voor deze soorten was het effect van drukbegrazing gering.

Bekalking leidde net als in de Brabantse locaties tot een frequenter optreden van storingsindicatoren van voedselrijkere milieus, behalve in de controleplots. In het Blauwe Bos was dat ook het geval na drukbegrazing zonder bekalking. Het grootste aantal storingsplanten werd met 10 soorten gevonden na drukbegrazing en bekalking in de nattere omgeving van de Oosthoek. Ook daar ging het echter nog steeds om geringe bedekkingen en mogelijk dus slechts een tijdelijk effect.

6.2 Vruchtlichamen van macrofungi

De kenmerkende vegetatie voor natte heide is goed bekend, en vormt zelfs een onderdeel van de definitie van natte heide. Van de kenmerkende macrofungi van natte heiden bestaat echter een veel minder goed beeld. Als referentie is hier gekozen voor het onderzoek van Eef Arnolds aan graslandfungi (Arnolds, 1981). In de jaren zeventig van de vorige eeuw heeft hij niet alleen enkele jaren plots in verschillende graslandtypen onderzocht, maar ook in natte heiden. In ons onderzoek is een groot deel van deze soorten ook gevonden (Tabel 6.5). Enkele soorten die nu veel gevonden zijn, maar destijds niet door Arnolds, zijn: Vuurzwammetje (*Hygrocybe miniata*), Donkere kegelsatijnzwam (*Entoloma inutile*), Oranje trechtertje (*Rickenella fibula*) en Roestvlekkenzwam (*Collybia maculata*). Verder ook een aantal soorten die mycorrhiza vormen met de verspreid voorkomende bomen.

Natte heidevelden zijn niet bijzonder rijk aan paddenstoelen. Kenmerkend zijn een aantal soorten *Mycena*'s, Satijnzwammen, Mosklokjes en Zwavelkoppen. Veel van deze soorten komen ook in bossen op voedselarme, zure zandgronden voor. Van de wat meer voorkomende soorten zijn Veenvlamhoed (*Gymnopilus fulgens*), Adonismycaena (*Mycena adonis*), Veenmycena (*Mycena megaspora*), Bleke moeraszwavelkop (*Psilocybe elongata*) en Modderzwavelkop (*Psilocybe uda*) het meest kenmerkend voor natte heiden. Daarnaast zijn er nog enkele tientallen zeldzame soorten die vooral of uitsluitend in natte heiden zijn gevonden.

Tabel 6.5: Overzicht van paddenstoelen die in minstens 2 van de 6 plots gevonden zijn in een onderzoek in natte heidevelden in Drenthe in de jaren zeventig van de vorige eeuw (Arnolds, 1981). Er waren 3 vergraste en 3 intacte plots. In de rechterkolom staan de soorten aangekruist die ook in ons recente onderzoek op Kampina en Strabrechtse heide zijn gevonden.

Soort (Nederlands - Wetenschappelijk)	Natte heide	Vergraste natte heide	2011-2013
Clitocybe vibecina - Gestreepte trechterzwam	2	1	x
Clitopilus hobsonii - Gewone schelpjesmolenaar		2	x
Collybia dryophila - Eikebladzwammetje	3	1	x
Cystoderma jasonis - Oranjebruine korrelhoed	2	2	x
Entoloma conferendum - Sterspoorsatijnzwam		2	x
Entoloma elodes - Veenmossatijnzwam		2	
Entoloma turbidum - Zilversteelsatijnzwam	3		x
Entoloma xanthocaulon - Geelsteelsatijnzwam		2	
Galerina allospora - Geelplaatmosklokje	3	2	
Galerina calyptrata - Oranje mosklokje	2	2	(x)
Galerina hypnorum - Geelbruin mosklokje	3	3	x
Galerina vittaeformis - Barnsteenmosklokje	2	2	x
Gymnopilus fulgens - Veenvlamhoed	2	2	x
Marasmius androsaceus - Paardehaartaailing	3	2	x
Mycena adonis - Adonismycena		2	
Mycena cinerella - Grijze mycena	1	1	x
Mycena epipterigia - Kleefsteelmycena	1	1	x
Mycena filopes - Draadsteelmycena	1	1	
Mycena galopus - Melksteelmycena	3	3	x
Mycena megaspora - Veenmycena	3	3	x
Mycena sanguinolenta - Kleine bloedsteelmycena	2	1	x
Mycena sepia - Donkerbruine mycena		2	x
Psilocybe elongata - Bleke moeraszwavelkop	3	2	x
Psilocybe uda - Modderzwavelkop	2	1	x
Sphaerobolus stellatus - Kogelwerpertje	1	1	x
Tephroclybe tylicolor - Kleine grauwkop	2	3	x

Opvallend is dat de soortensamenstelling in vergraste heide niet veel verschilt van die in intacte heide. Van alle soorten die door Arnolds zijn waargenomen in natte heide, is alleen de Zilversteelsatijnzwam (*Entoloma turbidum*) niet gevonden in vergraste natte heide (Tabel 6.5). Deze is in 2013 wel waargenomen in een sterk vergraste plot op de Kampina. Dus, terwijl vergrassing dramatische effecten heeft op de samenstelling van de vegetatie, lijken macrofungi hier nauwelijks op te reageren. De vraag rijst dan of macrofungi van natte heiden te lijden hebben van factoren als verzuring, vermessing en verdroging. Dat is zeer waarschijnlijk wel het geval. Veel satijnzwammen zijn gevoelig voor verzuring. En de soorten die in voorgaande alinea genoemd zijn, zijn gevoelig voor verdroging. Zeker tien soorten uit Tabel 6.5 staan op de Rode Lijst van 1996 of 2008 (Arnolds & van Ommering, 1996; Arnolds & Veerkamp, 2008). Voorlopig kunnen we hier alleen constateren dat in vergraste situaties nog een tamelijk complete mycoflora aanwezig is. Het is dan eerder de vraag in hoeverre plaggen en andere ingrepen een bedreiging vormen.

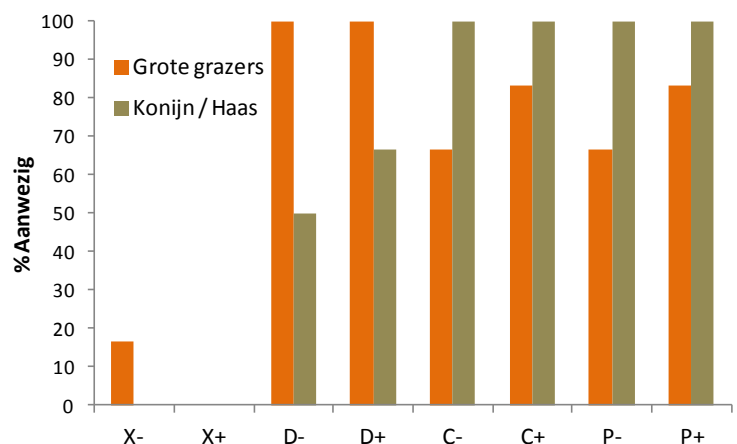
In totaal zijn ruim 100 soorten macrofungi waargenomen op de plots in Strabrecht en de Kampina (Tabel 6.6 en 6.7). Daarvan staan er maar liefst 25 op de Rode Lijsten met bedreigde paddenstoelen uit 1996 (Arnolds & van

Ommering, 1996) en/of 2008 (Arnolds & Veerkamp, 2008). Vergraste heidevelden kunnen dus een belangrijke biotoop vormen voor paddenstoelen. Het is daarom des te meer van belang om te kunnen inschatten hoe ingrepen als plaggen en chopperen uitwerken op de mycoflora.

In Tabel 6.7 zijn twee categorieën apart onderscheiden. Bovenaan staan de mycorrhiza-paddenstoelen. De verspreid op de heide voorkomend bomen kunnen begeleid worden door talrijke mycorrhiza-paddenstoelen. De plots op de Kampina en Strabrecht zijn zo gekozen dat er geen grotere bomen in voorkwamen. Mycorrhiza-paddenstoelen kwamen hier voor omdat er grote bomen in het aangrenzende terrein aanwezig zijn, of omdat ook bij de jonge boompjes variërend van 5-100 cm al mycorrhiza-paddenstoelen kunnen worden waargenomen. Het aantal waargenomen soorten was laag omdat de plots bewust boomvrij zijn gekozen. Dit heeft er waarschijnlijk ook aan bijgedragen dat er geen Rode Lijst-soorten gevonden zijn; in principe kan zich onder solitaire bomen op de heide een rijke mycoflora ontwikkelen omdat onder de bomen relatief weinig blad blijft liggen.

De tweede categorie betreft de mestbewonende paddenstoelen. In de plots waar drukbegrazing heeft plaatsgevonden waren vaak grote aantallen schapenkeutels aanwezig. Hier werden alleen enkele algemene mestminnende paddenstoelen aangetroffen, met name Spitse vlekplaat (*Paneolus acuminatus*) en Franjevlekplaat (*P. sphinctrinus*). Op de Kampina vindt extensieve begrazing met koeien en paarden plaats. Vooral de geplagde en gechopperde plekken zijn kennelijk aantrekkelijk voor koeien en hier was relatief veel koeienmest aanwezig (evenals keutels van konijn en haas; Figuur 6.1). Op deze mest zijn maar liefst 5 rode lijst soorten aangetroffen, en een soort die niet in het Nederlandse waarnemingenbestand zit, maar wel vermeld wordt op de nieuwe standaardlijst: de Bepoederde franjehoed (*Psathyrella sphaerocystis*) (Arnolds & van den Berg, 2013). De vezelige structuur van de mest, als gevolg van het eten van moeilijk verteerbaar, stikstofarm materiaal, levert een zeldzaam substraat op. Ook het feit dat de mest op vochtige bodem terecht komt draagt waarschijnlijk bij aan de ontwikkeling van deze zeldzame paddenstoelen. Het is vermeldenswaardig dat de eerste waarneming van de kennelijk wereldwijd zeldzame Bepoederde franjehoed uit Schotland komt uit de jaren zestig van de vorige eeuw, van paardenmest in een grasland (Orton, 1964). Vermoedelijk was ook hier dus sprake van de combinatie van vezelige, stikstofarme mest in een vochtige omgeving.

Figuur 6.1: Percentage aanwezigheid van mest van grote grazers (schaap, rund, paard) en van konijnen of hazen in de proefvlakken op Kampina en Strabrecht in 2013 in de verschillende behandelingen (N=6 herhalingen per behandeling).



Tabel 6.6: Overzicht van de macrofungi met kenmerkende natte heide soorten en soorten die waargenomen zijn op de bekalkte proefvlakken. Weergegeven is het aantal malen dat de soort in een type proefvlak in een jaar is waargenomen. Er zijn 6 replica's en meest 3 waarnemingsronden per jaar, waardoor het maximum 18 is, indien een soort elke keer overal is waargenomen. X = referentieplots. D = drukkbe grazing, C = chopperen, P = Plaggen. Min is onbekalkt, plus is bekalkt met 2 ton dologran/ha.

			x-	x-	x-	x+	x+	x+	d-	d-	d-	d+	d+	d+	c-	c-	c-	c+	c+	c+	p-	p-	p-	p+	p+	p+	
	196	R12008	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	
Natte heide soorten																											
Clitocybe vibecina				1	2	3		2	3	1	2	2	1														
Clitopilus hobsonii									1	1	1			1	1												
Collybia dryophila				1	1		1	1								1					1						
Collybia maculata				1	2	1		1	1					1	2			1						1			
Cystoderma jasonis				1	1				2	1	3	2															
Entoloma conferendum	Kw	Ge	3	3	2	2	3	1	1	1	2	2		3	1	2	2	2	2	1	1		2	2		2	
Entoloma inutile	Ge	Be	1	2	2	2	1	2			1	2		4		1	3	1	2	6	3	1	1	2		2	
Entoloma turbidum	Kw	Kw			1																						
Galerina hypnorum/calyptrata			1		3	1			1		2	1		2			1	1			2						
Galerina vittaeformis			1	1	2	1		2			1			3			2	5			1						
Gymnopilus fulgens	Kw	Kw	1								2								1	3		5	1			3	
Hygrocybe miniata			2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	6	2		1			1	3			2	1	2	
Marasmius androsaceus			1	2	1	1	1	1			1	1		1	1						1			1			
Mycena cinerella			1	2	2	2	2	4		2	3	2	1	3				1						1			
Mycena epipterygia			1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2			1	1		3			
Mycena galopus				2	5		1	4		2	5			6	2	2	5		2	3	2	2	2	2	2	3	
Mycena megaspora	Kw	Kw	1	2	3	2	3	2	1	4	4		3	3	1	6	4	1	6	4	3	3	4	2	1	1	
Mycena metata			1		1			2	1		1	1	1	2	1		1	1			1			1		1	
Mycena sanguinolenta		Ge			1									2													
Psilocybe elongata				1	1				1			1															
Psilocybe uda	Kw		1		1						1				1		2			1	1			2			
Rickenella fibula				1	1		1	4	1	1	2	1	2	3	1	1		1	1		1	1		3			
Tephrocybe tylicolor		Ge		1	1						1	1	3	1		1	1		1								
Bekalking-kalk																											
Clavaria falcata								3						3						5						3	
Entoloma serrulatum	Kw	Kw						1						3						2						1	
Galerina clavata								1																			
Hygrocybe conica														1						3						3	
Ramariopsis tenuiramosa	Be	Be												1													
Bekalking N																											
Clitocybe clavipes								1																			
Clitocybe marginella								2							2												
Clitocybe metachroa															2												
Crepidotus variabilis s.s.								1							1												
Lepista nuda															2												
Lepista sordida															1												
Bekalking + plaggen																											
Discinella boudieri	Vn	Kw																								1	
Lamprospora carbonicola	Eb	Kw																							1	2	
Mycena pelliculosa	Kw	Kw																								1	
Neotiella hetieri	Ge	Ge																								1	
Octospora bryi-argentei																										2	
Octospora coccinea																									1	1	
Omphalina marchantiae/postii	Ge/?																									2	
Omphalina pyxidata															1					1					1	3	

Tabel 6.7: Overzicht van de overige soorten die meer dan 1x waargenomen zijn, voornamelijk soorten die mycorrhiza vormen met bomen of op mest groeien. Uitleg zie Tabel 6.6.

		x-	x-	x-	x+	x+	x+	d-	d-	d-	d+	d+	d+	c-	c-	c-	c+	c+	c+	p-	p-	p-	p+	p+	p+
	196	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Mycorrhiza																									
Collybia amanitae				1	2			1	3	3	1	4				1						1	1		
Cortinarius anomalus												1													
Cortinarius delibutus												1													
Hebeloma helodes									1			2						1							1
Hebeloma pusillum												2													
Inocybe lacera																					1				
Laccaria bicolor												1													
Laccaria laccata									1			2													1
Laccaria proxima			1		1	1		2	1	2	3	3						1	1	1					
Lactarius quietus												1													
Lactarius rufus														1											
Lactarius theiogalus											1	1													
Leccinum scabrum s.l.									1																
Paxillus involutus						1			1	2	2	2													
Russula betularum												1	1												
Scleroderma citrinum							1																		
Suillus bovinus			1		1			1	1	1	1	1	1	1	1			1							
Thelephora terrestris	eb											1	1												
Mest																									
Conocybe alboradicans	Ge																	1							
Conocybe lenticulospora	Ge																			1					
Conocybe pubescens					1	1		1	1						1	1	1					1	1	1	
Coprinus schroeteri								1									1								
Coprinus spec.			1	1				2	1		3	1		1			1			1					
Coprinus tuberosus	Kw																				1				
Paneolus acuminatus								1			1	3						1							
Paneolus fimicola																1									
Paneolus sphinctrinus					1			1			1	4						1							
Poronia punctata	Be	Kw										1										1			
Psathyrella sphaerocystis																					1				
Psilocybe cf. fimetaria																		1						1	
Psilocybe coprophila												1						1		1		1		1	
Psilocybe merdaria	Kw							1						2	1										
Psilocybe subcoprophila																		1						1	
Psilocybe subviscida											1							1							
Overig																									
Aleuria aurantiaca															1						1				
Clavaria daulnoyae																		1							2
Coprinus urticicola																		1		1					
Entoloma cetratum	Kw	Ge																				1			
Entoloma farinogustus	Ge	Be			1																				
Entoloma fernandae s.l.							1							1			2		1						
Galerina ampulleocystis		Kw							1																
Mollisia spec.															1	1		1							
Mycena rorida				1	1																				
Mycena vitilis				1				1	1			1		1											
Psilocybe ericaea	Be	Be	1																	1			1		
Psilocybe montana				1				1			1									1					
Psilocybe polytrichi	Eb	Be									1														
Psilocybe semilanceata		Ge															1								

Bekalking van vergraste heide

Terwijl de gevolgen van bekalking voor de vegetatie van vergraste heide vooralsnog nauwelijks waarneembaar zijn (zie 6.1), vertoonde de mycoflora al wel een reactie. Het is nog te vroeg om te kunnen constateren dat er zuurminnende soorten verdwijnen door de bekalking. Dat ligt ook niet voor de hand; het is erg lastig om kalkkorrels gelijkmatig neer te laten komen in zo'n pollenstructuur en er blijven altijd niet of weinig bekalkte plekken over. Op de plekken waar relatief veel kalk terecht gekomen is, is de reactie echter duidelijk. Hier vestigden zich enkele soorten die normaal gesproken niet in heide, maar wel in voedselarme graslanden voorkomen:

Zwartsneesatijnzwam (*Entoloma serrulatum*) en Spitse knotszwam (*Clavaria acuta*). Ook leek er sprake te zijn van een versnelde strooiselafbraak, wat tot uiting kwam in de waarneming van enkele trechterzwammen:

Knotsvoettrechterzwam (*Clitocybe clavipes*) en Bleekrandtrechterzwam (*C. marginella*).

Drukbegrazing zonder bekalking

Drukbegrazing leek nauwelijks effect te hebben op de mycoflora, buiten vestiging van de al genoemde, algemene mestbewoners op schapenkeutels.

Drukbegrazing met bekalking

De bekalkte plots waar druibegrazing heeft plaatsgevonden lieten dezelfde effecten zien als de referentieplots met bekalking (Tabel 6.6). Interessant is plot KB3 in de Kampina, waarin een tamelijk grote berk aanwezig was. Het aantal mycorrhiza-paddenstoelen was hier hoog. Twee jaar na bekalking doken hier twee gordijnzwammen op: Vaaggegordelde gordijnzwam (*Cortinarius anomalus*) en Okergele gordijnzwam (*C. delibutus*). Deze soorten mijden sterk zure bodems. Vlakbij de boom lag een laag blad. Hier werd in 2013 ook Paarse schijnridder (*Lepista nuda*) waargenomen, een stikstof minnende strooiselafbreker. Dit stikstof kan zowel van de schapenkeutels als uit de door kalk gestimuleerde humusafbraak afkomstig zijn.

Chopperen zonder bekalking

Chopperen leidde tot het verdwijnen van algemene soorten die afhankelijk zijn van strooisellagen, bijvoorbeeld Eikebladzwammetje (*Collybia dryophila*), Roestvlekkenzwam (*C. maculata*) en Gestreepte trechterzwam (*Clitocybe vibecina*) (Tabel 6.6). Bedreigde soorten leken zich juist goed te handhaven of namen juist toe. Bijvoorbeeld de Veenvlamhoed (*Gymnopilus fulgens*), die qua ecologie nog het beste overeenkomt met snavelbiezen en dus profiteert van pioniersituaties.

Chopperen met bekalking

Bekalken stimuleerde dezelfde kalkminnende soorten als in de bekalkte referentieplots. Opvallend was verder de aanwezigheid van Zwartwordende wasplaat (*Hygrocybe conica*), ook weer een soort van schrale graslanden (tabel 6.6). Waarschijnlijk doordat de strooisellagen waren weggehaald, zijn er geen stikstof minnende strooiselafbrekers waargenomen.

Plaggen zonder bekalking

Daar waar de organische laag geheel verwijderd was tot op het minerale zand, waren ook vrijwel alle paddenstoelen van de vochtige heide afwezig. In veel plots waren wel enkele kuiltjes aanwezig, waarin nog resten humuslaag aanwezig waren, met de bijbehorende paddenstoelen. Daarop zijn bijvoorbeeld Melksteelmycena (*Mycena galopus*), Veenmycena (*M. megalospora*) en Donkere kegelsatijnzwam (*Entoloma inutile*) gevonden. De enige soort die vrijwel onmiddellijk lijkt te profiteren van het plaggen was wederom de Veenvlamhoed.

Plaggen met bekalking

Na twee jaar doken ook hier de hierboven beschreven graslandsoorten op. En verder vestigden een aantal begeleiders van de topkapselmossen zich massaal: Mosschijfjes (de genera *Octospora*, *Lamprospora* en *Neotiella*) en Trechtertjes (*Omphalina* spp.). Veel van deze soorten zijn zeldzaam. Dat geldt ook voor het Bruin grondschiyfje (*Discinella boudieri*), een kleine zakjeszwam van kalkhoudende, vochtige bodem die zich vestigde in 1 plot op de Kampina. Doordat vrijwel alle organisch materiaal verdwenen was, zijn ook geen stikstof minnende soorten aangetroffen. Daar waar de organische toplaag compleet verwijderd was, is de mycoflora dus totaal gewijzigd. De heidesoorten van zure, voedselarme strooisellagen zijn vervangen door grasland- en pioniersoorten van basenrijkere, voedselarme bodem.

6.3 Kernpunten

Plaggen

- Plaggen en aanvullend bekalken pakte gunstig uit voor de vegetatie wanneer alleen naar hogere planten gekeken wordt. Heidesoorten vestigden zich massaal, de pionievorm met snavelbiezen en zonnedauw ontwikkelde zich goed en soorten die moeite hebben met de ernstige verzuring vestigden zich weer. Deze laatste categorie ontbrak vrijwel volledig in niet-bekalkte plagplots.
- Wanneer we naar de mossen kijken ontstaat een gemengd beeld. Veenmossen vestigen zich maar mondjesmaat en dan vooral op de natste delen, zowel op bekalkte als niet-bekalkte plots. In de geplagde plots ontwikkelde de moslaag zich uit grotendeels systeemvreemde soorten, met name topkapselmossen van voedselrijkere en/of meer gebufferde bodem. Dit duidt er op dat de toplaag van de bodem te sterk gebufferd raakt. We weten van andere bekalkingsproeven (Bieze en Schapedobbe, 1997; De Graaf *et al.*, 2004) dat dit echter maar een tijdelijk fenomeen is.
- Wanneer we ook de macrofungi in het verhaal betrekken, blijkt dat plaggen in ieder geval tijdelijk tot een aanzienlijk verlies aan kenmerkende heidesoorten leidt. Hier staat tegenover dat allerlei bedreigde soorten uit schraalgraslanden of kalkhoudende pioniermilieus zich vestigden.
- Op de langere termijn is plaggen en aanvullend bekalken dus mogelijk voor zowel vaatplanten, mossen als paddenstoelen een geschikte herstelmaatregel. Na twee jaar is het echter nog veel te vroeg om die conclusie voor paddenstoelen te kunnen trekken, omdat er voor deze soortgroep geen onderzoekservaringen van elders bekend zijn.

Alternatieven voor plaggen

- Door te chopperen en aanvullend te bekalken werden de drastische effecten van plaggen als het ware getemperd. Het herstel van de vegetatie was minder spectaculair, maar ook het verlies aan kenmerkende mossen en paddenstoelen en de vestiging van basenminnende soorten. Het organisch materiaal dat aan de oppervlakte achter bleef bevat meer uitwisselingscapaciteit voor basische kationen. Deze combinatie lijkt gezien de ontwikkeling van vegetatie en paddenstoelen in elk geval veelbelovend, zeker wanneer de stikstofdepositie lager is. In niet-bekalkte plots keerden soorten van iets gebufferde natte heide niet of nauwelijks terug.
- De effecten van drukbegrazing lijken vooralsnog beperkt. Er waren na twee jaar nog nauwelijks effecten op de samenstelling van de vegetatie, ondanks dat de vegetatie wel minder dicht is geworden.

Effecten op de mycoflora leken zich te beperken tot de vestiging van enkele algemene, mestminnende soorten.

- Bekalken van natte heide, al of niet in combinatie met drukbegrazing, leidde na twee jaar niet of nauwelijks tot veranderingen in de vegetatie. Op enkele open plekken die met name in combinatie met drukbegrazing ontstaan, vestigden zich wel enkele eutrafente, basenminnende soorten via zaadpluis of sporen. Dit effect was nog veel duidelijker in de mycoflora. Er vestigden zich zowel paddenstoelen van gebufferd voedselarm milieu, als paddenstoelen van een wat stikstofrijker milieu. De toekomst zal uitwijzen of de balans hier naar de negatieve kant (eutrofiëring) doorslaat of naar de positieve (buffering). Of dat beide effecten wellicht weer snel verdwijnen.

Samengevat leiden zowel chopperen als plaggen op korte termijn tot goede resultaten voor de vegetatie, maar vooral in combinatie met bekalking. Aangezien met plaggen vrijwel de complete mycoflora wordt verwijderd, lijkt chopperen vooralsnog een goed alternatief, vooral in terreinen met een relatief lage stikstofdepositie. Drukbegrazing lijkt vooralsnog weinig effectief in sterk vergraste situaties. Bekalken van zulke situaties leverde onverwachte effecten op in de mycoflora, en op termijn dus mogelijk ook voor vegetatie en wellicht fauna. Voor vrijwel alle effecten geldt dat we slechts het begin hebben gezien. Het langer volgen van deze proef is absoluut noodzakelijk om de effecten op langere termijn te kunnen inschatten.

7 Kenmerkende heidefauna

7.1 Inleiding

In de acht blokken en de vier terreinen van het beheerexperiment werden 49 soorten van de kenmerkende heidefauna voor reptielen, sprinkhanen, mieren en dagvlinders geteld (Tabel 7.1). Daaronder waren 10 Rode Lijst-soorten en 15 soorten die in minimaal de helft van de blokken voorkwamen. Voor de mieren zijn Wegmier (*Lasius niger*) en Humusmier (*L. platythorax*) vanwege mogelijke onbetrouwbaarheid bij de determinatie bij elkaar genomen. Voor mieren is geen Rode Lijst opgemaakt, maar in Duitsland staat de Veenmier (*Formica picea*) wel op de Rode Lijst (Seifert, 2007). Het aantal soorten verschilde weinig tussen de blokken, al was de soortenrijkdom in de Oosthoek – waar tot het experiment behalve het bestrijden van opslag geen actief vegetatiebeheer plaatsvond – laag voor de soorten van jonge heide.

Circa 40% (19) van de soorten kan als kenmerkend voor jonge heide worden beschouwd en 60% (30) voor structuurrijke oude heide. De soorten van oude heide zijn vaker gebonden aan vochtige milieus. Dit geldt bijvoorbeeld voor Bont dikkopje (*Carterocephalus palaemon*), Gentiaanblauwtje (*Phengaris alcon*), Groentje (*Callophrys rubi*), Groot dikkopje (*Ochlodes sylvanus*), Veenmier, Moerassteekmier (*Myrmica scabrinodis*), Zeggesteekmier (*M. gallienii*), Moerassprinkhaan (*Stethophyma grossum*), Negertje (*Omocetus rufipes*) en Zompsprinkhaan (*Chorthippus montanus*). Omgekeerd zijn de soorten van jonge heide vaker gebonden aan droge en warme milieus. Dit geldt voor Heivlinder (*Hipparchia semele*), Hooibeestje (*Coenonympha pamphilus*), Kokersteekmier (*Myrmica schenki*), Lepelsteekmier (*M. lona*), Zandsteekmier (*M. sabuleti*), Knosprietje (*Myrmeleotettix maculatus*), Snortikker (*Chorthippus mollis*) en Veldkrekel (*Gryllus campestris*). Toch is deze binding van soorten van oudere successiestadia aan natte heide en soorten van jonge successiestadia aan droge heide zeker niet absoluut. De natte heide heeft ook zijn pioniersoorten, zoals Heideblauwtje (*Plebejus argus*), Gewoon doorntje (*Tetrix undulata*) en Zeggedoorntje (*Tetrix subulata*). En veel andere soorten komen zowel in droge als natte heide voor.

De relatief natte omstandigheden in de blokken KA, KB (deels) en SC weerspiegelden zich in de fauna met soorten als Gentiaanblauwtje, Veenmier, Zeggesteekmier en Moerassprinkhaan. Het Gentiaanblauwtje komt wel op korte afstand van de proefvlakken op de Strabrechtse heide voor en tot 2000 ook in het Blauwe Bos; de waardplant Klokjesgentiaan werd in blokken SB, SC en B wel gevonden. Ook het Heideblauwtje komt op Strabrecht wel voor, maar is niet in de proefvlakken gezien. De drogere omstandigheden in blok SA uitte zich vooral in de samenstelling van de mierenfauna en het voorkomen van de Heivlinder. De Adder (*Vipera berus*) kwam alleen in het Blauwe Bos voor.

Veertien soorten uit alle vier soortgroepen kwamen in voldoende mate voor, voor nadere statistische analyse: Groot dikkopje, Heideblauwtje, Grauwzwarte renmier (*Formica fusca*), Rode renmier (*Formica rufibarbis*), Wegmier / Humusmier, Bossteekmier (*Myrmica ruginodis*), Moerassteekmier (*Myrmica scabrinodis*), Levendbarende hagedis (*Zootoca vivipara*), Gewoon

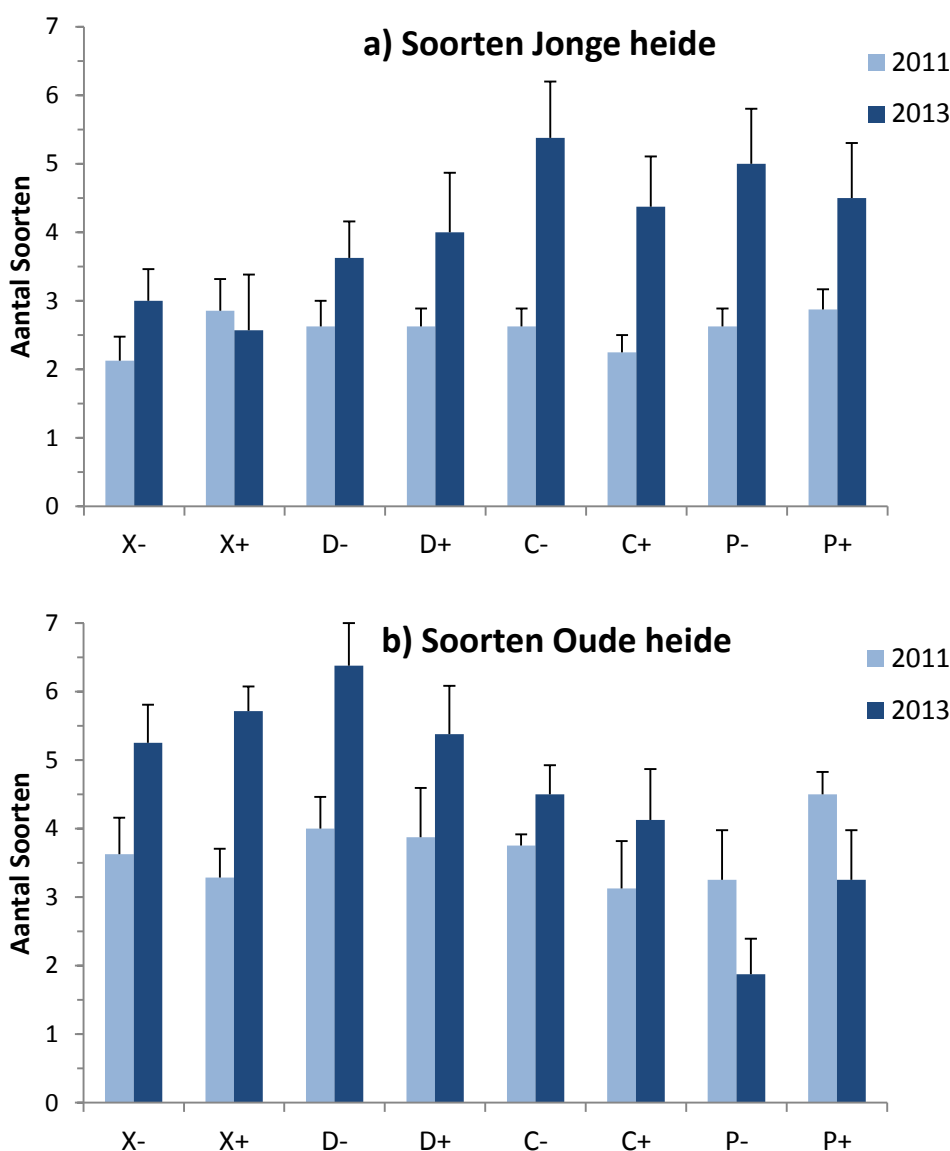
Tabel 7.1: Overzicht van getelde individuen (voor de mieren het aantal mierenbuisjes) van de kenmerkende heidefauna in de 8 blokken van het beheerexperiment (K=Kampina, S=Strabrechtse heide, B=Blauwe Bos, O=Oosthoek). Rode Lijst-soorten zijn met RL aangegeven. De rechter kolom geeft de binding aan jonge of oude successiestadia van de heide. Voor Gentiaanblauwtje zijn getelde eitjes tussen haakjes vermeld.

Soortgroep	Wetenschappelijke naam	KA	KB	KC	SA	SB	SC	B	O	Successie
Dagvlinders	Argusvlinder								1	Oud
Dagvlinders	Bont dikkopje RL		1	3						Oud
Dagvlinders	Bont zandoogje								4	Oud
Dagvlinders	Boomblauwtje			1				4	2	Oud
Dagvlinders	Bruin zandoogje	9			1			6		Oud
Dagvlinders	Citroenvlinder	4				2		3	1	Oud
Dagvlinders	Gentiaanblauwtje RL	4 (1673)	2 (74)	1 (0)						Oud
Dagvlinders	Groentje	2	1							Oud
Dagvlinders	Groot dikkopje RL	22	16	16	3	6	4	16	52	Oud
Dagvlinders	Heideblauwtje RL	264	349	40				55	60	Jong
Dagvlinders	Heivlinder RL				10	4	2	1		Jong
Dagvlinders	Hooibeestje				1	1				Oud
Dagvlinders	Koevinkje								9	Oud
Dagvlinders	Oranje zandoogje	8	4	5	1			1		Oud
Dagvlinders	Zwartsrietdikkopje						1	1		Oud
Mieren	<i>Formica cunicularia</i>				11	2				Jong
Mieren	<i>Formica fusca</i>	2	3	1	19	25	5	21	7	Jong
Mieren	<i>Formica picea</i> (RL in Dld)		6				11			Oud
Mieren	<i>Formica rufibarbis</i>				50	45	12	8	4	Jong
Mieren	<i>Formica sanguinea</i>	1						13		Jong
Mieren	<i>Lasius niger</i> / <i>L. platythorax</i>	73	67	37	53	55	35	124	54	Jong
Mieren	<i>Myrmica gallienii</i>						3			Oud
Mieren	<i>Myrmica lonae</i>				1					Jong
Mieren	<i>Myrmica rubra</i>			1		7	5		7	Jong
Mieren	<i>Myrmica ruginodis</i>	5	2	3	9	20	5	6	6	Oud
Mieren	<i>Myrmica sabuleti</i>				1			1		Jong
Mieren	<i>Myrmica scabrinodis</i>	2	4	5	6	5	31	4	3	Oud
Mieren	<i>Myrmica schencki</i>				14	4				Jong
Mieren	<i>Temnothorax nylanderi</i>				7	3				Oud
Mieren	<i>Tetramorium caespitum</i>				1	6				Jong
Reptielen	Adder RL							6		Oud
Reptielen	Levendbarende hagedis RL	35	9	6	2		2	5	9	Oud
Reptielen	Ringslang								1	Oud
Sprinkhanen	Bruine sprinkhaan		2	2				1		Jong
Sprinkhanen	Gewoon doorntje	24	10	13		9	17	4	1	Jong
Sprinkhanen	Gewoon spitskopje	12		16		20	16		35	Oud
Sprinkhanen	Grote groene sabelsprinkhaan		1							Oud
Sprinkhanen	Heidesabelsprinkhaan	58	89	119	8	19	14	83		Oud
Sprinkhanen	Knopsrietje	152	80	17	264	205	152			Jong
Sprinkhanen	Krasser	228	295	159	331	275	414	466	3	Oud
Sprinkhanen	Kustsprinkhaan				1					Oud
Sprinkhanen	Moerassprinkhaan RL			1			2			Oud
Sprinkhanen	Negertje	40	74	30	172	58	78			Oud
Sprinkhanen	Ratelaar	1	4							Jong
Sprinkhanen	Snortikker				28	5	3			Jong
Sprinkhanen	Veldkrekel RL					4	4			Jong
Sprinkhanen	Wekkertje							84	20	Oud
Sprinkhanen	Zeggendoortje	144	8	16			3			Jong
Sprinkhanen	Zompsprinkhaan RL							21		Oud
	Jonge heide	8	8	8	11	12	10	9	6	19
	Oude heide	13	13	13	12	10	12	14	13	30
	Totaal	21	21	21	23	22	22	23	19	49

doorntje, Heidesabelsprinkhaan (*Metrioptera brachyptera*), Knopsprietje, Krasser (*Chorthippus parallelus*), Negertje en Zeggedoorntje. Voor sommige soorten kon echter vanwege een grote variatie tussen proefvlakken alleen een kwalitatieve uitspraak over de effecten van de experimentele behandelingen worden gedaan.

7.2 Effecten op Soortenrijkdom

Bij de analyse van effecten van de behandelingen op de soortenrijkdom van de heidefauna is onderscheid gemaakt tussen soorten met een binding aan jonge en oudere heidestadia (zie Tabel 7.1). Beide groepen werden significant door de behandeling van de vegetatie beïnvloed (Figuur 7.1; $P=0,0129$ voor soorten van jonge heide en $P<0,0001$ voor soorten van oude heide). Bekalking had echter geen significante invloed op de soortenrijkdom.



Figuur 7.1: Gemiddelde soortenrijkdom van de heidefauna ($\pm s.e.$) van a) jonge en b) oude heidestadia per proefvlak voor en na uitvoering van het beheerexperiment.

Voor soorten van jonge heide nam de soortenrijkdom na chopperen en plaggen in vergelijkbare mate toe ten opzichte van de controle. De schijnbare toename na drukbegrazing was echter niet significant. Na chopperen en plaggen leek de gemiddelde soortenrijkdom lager met bekalking dan zonder bekalking, maar het verschil was niet significant.

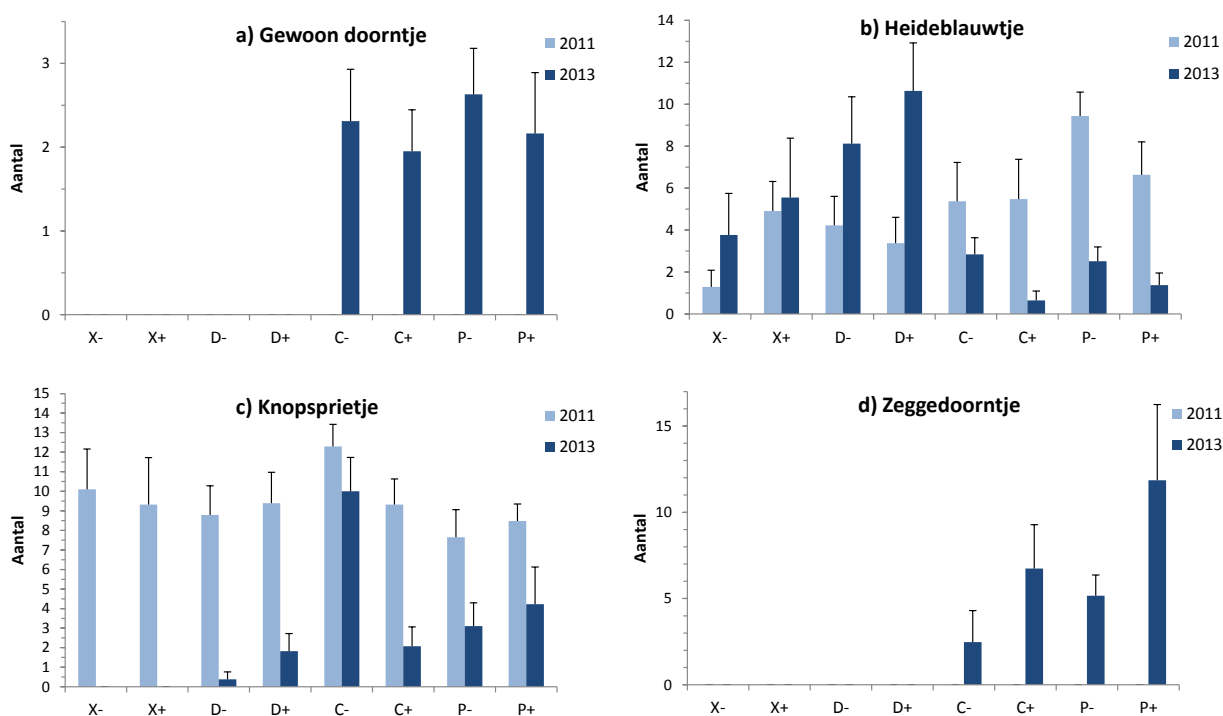
De soortenrijkdom van soorten van oudere heide was in de controles en na drukbegrazing in vergelijkbare mate toegenomen, terwijl deze vrijwel gelijk was gebleven na chopperen en licht gedaald was na plaggen. Relatief gezien was er dus een significante achteruitgang van de soortenrijkdom na plaggen, en in significant mindere mate bij chopperen. Na plaggen leek de soortenrijkdom op bekalkte plots gemiddeld hoger dan op de niet bekalkte, maar dit verschil was niet significant.

Beide soortgroepen reageerden dus tegenovergesteld op de vegetatiebehandelingen, overeenkomstig de verwachtingen voor chopperen en plaggen. De verandering na drukbegrazing was echter gering.

7.3 Effecten op afzonderlijke soorten

7.3.1 Soorten van jonge heide

Voor vier soorten van jonge heidestadia waren er aantoonbare effecten van de behandelingen (Figuur 7.2). Voor de drie geanalyseerde mierensoorten – Grauwzwarte renmier, Rode renmier en Wegmier/Humusmier – werden echter geen significante effecten gevonden.



Figuur 7.2: Gemiddeld aantal individuen per proefvlak ($\pm$ s.e.) voor diersoorten van jonge heidestadia voor en na uitvoering van het beheerexperiment.

De twee soorten doortjes zijn sterk gebonden aan pioniermilieus en kwamen alleen voor na chopperen en plaggen (verschil in presentie ten opzichte van de andere twee behandelingen in 2013 voor beide significant $P < 0,0001$ Fischer's Exact test). Het Gewoon doortje leek wat minder talrijk na bekalking en het Zeggedoortje juist talrijker na bekalking, maar deze verschillen waren niet significant.

Het Knosprietje was in 2011 na een extreem droog voorjaar veel talrijker dan in 2013, maar werd in 2013, zoals verwacht, significant meer ($P = 0,0007$) gevonden na chopperen en plaggen dan na druckbegrazing of in de controle, waar de soort in 2013 zelfs geheel niet werd gevonden.

Het Heideblauwtje is weliswaar een soort van jonge, vitale heide, maar nam juist af bij chopperen en plaggen, bleef stabiel in de controle en nam toe na druckbegrazing (verschillen significant bij $P = 0,0036$). Voor deze soort is de heideontwikkeling waarschijnlijk nog te pril voor een succesvolle vestiging. De drie mierensoorten werden in hun voorkomen niet significant beïnvloed door de behandelingen en kwamen dus niet alleen ook na uitvoering van chopperen en plaggen (nog/weer) voor, maar waren in vergelijkbare mate aanwezig na druckbegrazing en in de controle.

Van de minder talrijke soorten van jonge heide kwam de Veldkrekel op Strabrecht alleen met meerdere waarnemingen voor na chopperen en plaggen.

7.3.2 Soorten van oudere heide

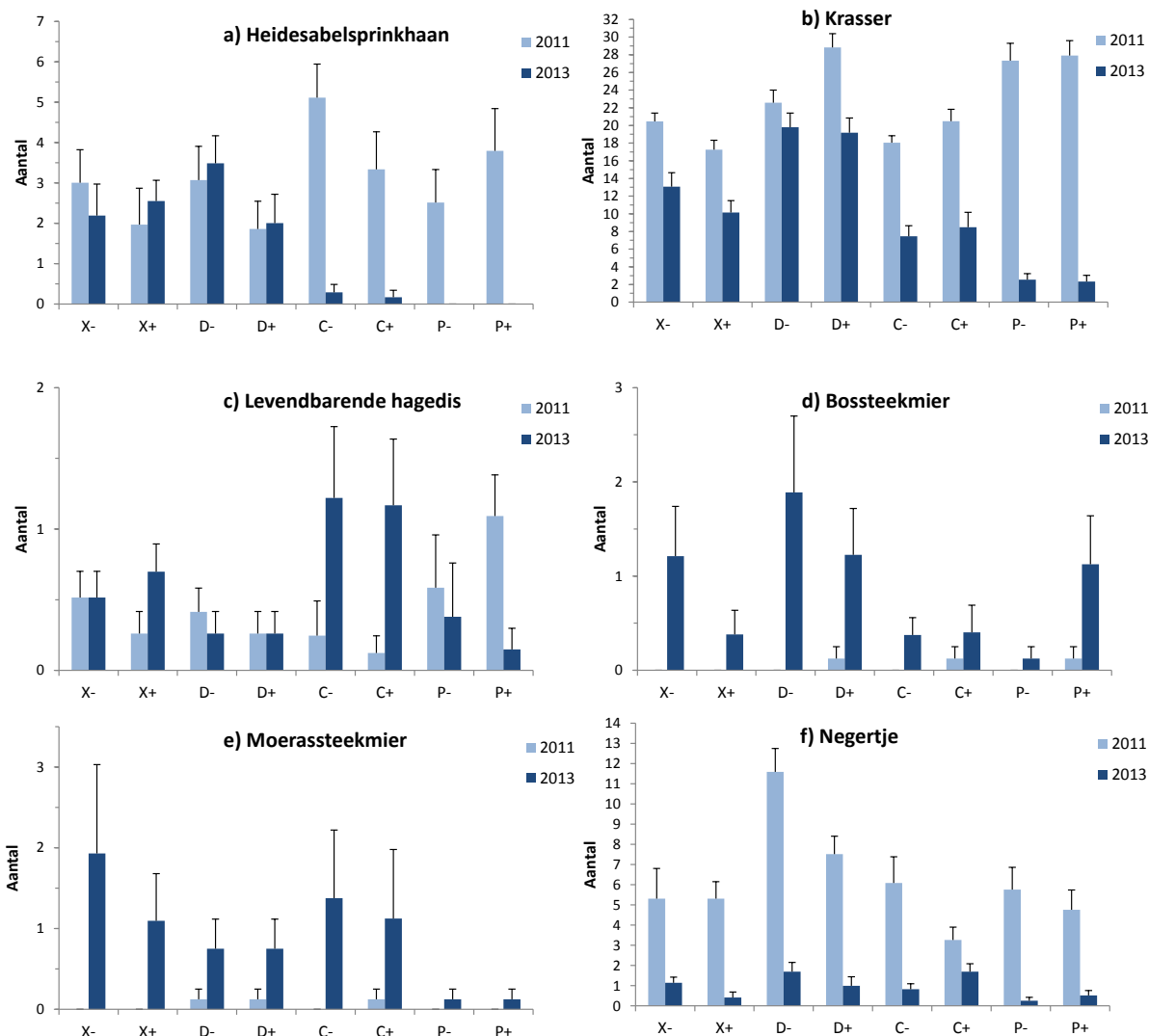
Voor zes soorten van oudere heidestadia waren er min of meer duidelijke effecten van de behandelingen (Figuur 7.3). Voor het Groot dikkopje was dit niet het geval, mogelijk mede door de mobiliteit van de soort en het voorkomen van Dophei als belangrijke nectarplant in alle behandelingen. De Heidesabelsprinkhaan liet een zeer duidelijke respons op de behandelingen zien ($P < 0,0001$) en verdween geheel na plaggen en vrijwel geheel na chopperen, vermoedelijk omdat de dekking van de vegetatie verdween. Bij druckbegrazing en in de controles beleven de aantallen stabiel. Er was geen significant effect van bekalking.

De Krasser was net als het Knosprietje talrijker in 2011 dan in 2013, maar liet een sterk significante ($P < 0,0001$) omgekeerde respons zien, met een relatief sterke daling na plaggen en chopperen, maar de daling was na chopperen significant kleiner. De aantallen met en zonder bekalking waren vergelijkbaar.

De Levendbarende hagedis was weliswaar alleen in blok KA talrijk aanwezig, zodat de resultaten niet sterk onderbouwd zijn, maar de respons was desalniettemin significant ($P = 0,0157$) met een opmerkelijke significante toename na chopperen, terwijl de aantallen in andere behandelingen gelijk bleven en na plaggen eerder afnamen. Mogelijk is de wat grotere dekking na chopperen in combinatie met de goed mogelijkheden om op te warmen toch aantrekkelijk voor de soort. Waarschijnlijk spelen randeffecten echter een grote rol en is dus de niet-gechopperde omgeving evenzeer van belang. Toch is het contrast met plaggen aanzienlijk.

De Bossteekmier werd bijna alleen in 2013 aangetroffen, waarschijnlijk mede door de bemonstering met buisjes met vruchtenwijn in plaats van met schaaltes met honing. De soort was het talrijkst na druckbegrazing en leek zowel in de controle als na druckbegrazing minder talrijk met bekalking dan zonder. Opvallend is wel dat de Bossteekmier ook na chopperen en plaggen wel werd aangetroffen. Een gunstig effect van druckbegrazing zou door de opener vegetatiestructuur goed te verklaren zijn. Een eventueel negatief effect van bekalking zou minder goed te verklaren zijn.

Ook de Moerassteekmier werd vooral in 2013 gevonden. De aantallen waren te ongelijk verdeeld voor een volledige statistische analyse, maar er was een



Figuur 7.3: Gemiddeld aantal individuen per proefvlak ($\pm$ s.e.) voor diersoorten van oude heidestadia voor en na uitvoering van het beheerexperiment.

opvallend contrast in het talrijkere voorkomen na chopperen dan na plaggen ($P=0,04$; Wilcoxon rangtoets). Vermoedelijk overleven de mieren – wanneer ze zich voor de winter in de bovenlaag van de bodem terugtrekken – het chopperen wel, maar het plaggen niet.

Het Negertje was net als Knosprietje en Krasser talrijker in 2011 dan in 2013. De aantallen waren in 2013 dermate laag, dat er geen duidelijke effecten van de behandelingen onderscheiden konden worden.

Van de minder talrijke soorten van oudere natte heide werd de Veenmier in KB alleen bij de nulmeting gevonden in drie proefvlakken die daarna werden gechopperd of geplagd. Op Strabrecht werd de Veenmier echter in SC ook in beide gechopperde plots in meerdere buisjes aangetroffen.

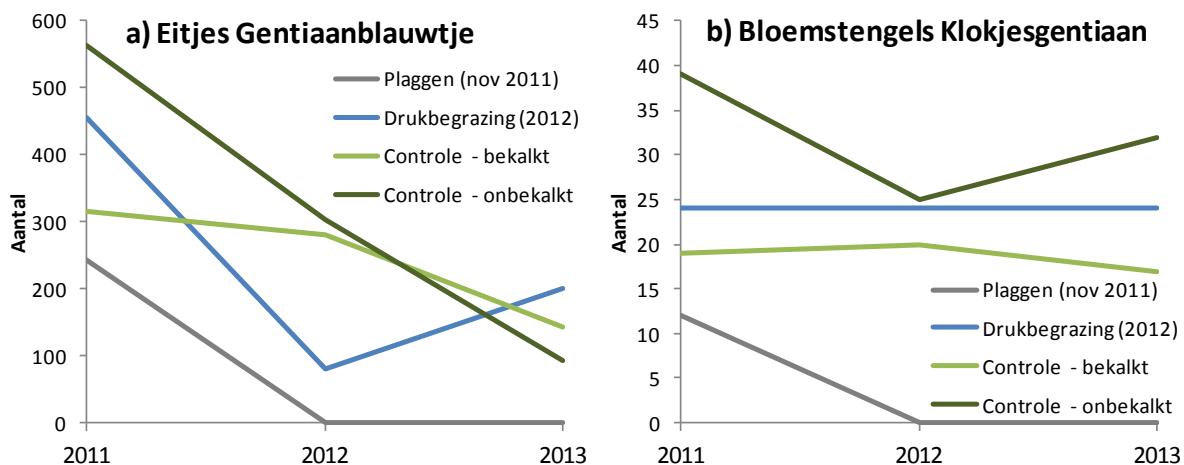
Het Wekkertje werd alleen in de twee Friese terreinen gezien. De aantallen waren er in 2013 beduidend lager dan in 2011, maar opvallend was dat de achteruitgang niet optrad in de drukkbegraasde proefvlakken (2011: 9, 2013: 11 exemplaren), terwijl de soort verdween na plaggen (2011: 20 exemplaren) en sterk achteruit ging na chopperen (2011: 25, 2013: 3 exemplaren, alleen nog in de Oosthoek) evenals in de controleplots (2011: 32, 2013: 4 exemplaren).

De Zompsprinkhaan werd alleen in 2013 in het Blauwe Bos aangetroffen en was daar het talrijkst in beide proefvlakken met drukbegrazing, met enkele exemplaren aanwezig in beide controles en niet aanwezig in de gechopperde of geplagde plots (hoewel wel net daarbuiten in ongestoorde vegetatie)(de verschillen tussen behandelingen waren significant $P=0,0149$).

Ook de Adder werd alleen in het Blauwe Bos aangetroffen: zowel in 2011 als in 2013 in één controle en in één van de drukbegaasde proefvlakken. Ook na drukbegrazing werd de Adder daar dus waargenomen, al kan het goed zijn dat hij tijdens de uitvoering van de drukbegrazing tijdelijk afwezig was.

Eiafzet van het Gentiaanblauwtje werd in 2011 in KA en KB gevonden in drie van de controleplots, twee proefvlakken met drukbegrazing en één plagplot; alleen in KA werden grotere aantallen eitjes geteld (Figuur 7.4).

In 2012 en 2013 werden in de plagplot geen eitjes en ook geen gentianen meer geteld. Direct na drukbegrazing bleken er in 2012 in het proefvlak met de meeste eitjes nog gentianen met eitjes aanwezig te zijn gebleven. Ook in 2013 werden er eitjes gevonden. Van 2011 naar 2012 daalde het aantal eitjes bij drukbegrazing sterker dan in de controles, maar van 2012 naar 2013 volgde een licht herstel, terwijl de aantallen in de controles verder daalden. Het aantal bloeistengels van Klokjesgentianen bleef bij drukbegrazing en in de controles over de jaren vrij stabiel. Dit wil zeker niet zeggen dat het Gentiaanblauwtje heeft geprofiteerd van de drukbegrazing, want daarvoor is het aantal proefvlakken met waarnemingen te klein. Maar de drukbegrazing was hier zowel direct na uitvoering als het jaar daarna op zijn minst niet nadelig was voor de waardplanten en de waardmieren (zie Figuur 7.3) en zelfs niet sterk nadelig voor de eiafzet van het Gentiaanblauwtje. Mogelijk heeft de drukbegrazing de bereikbaarheid van de gentianen vergroot, wat een belangrijke factor bij de eiafzet kan zijn (Küer & Fartmann, 2004; Van Dyck & Regniers, 2010).



Figuur 7.4: Ontwikkeling van de aantallen van a) eitjes van het Gentiaanblauwtje en b) bloemstengels van de waardplant Klokjesgentiaan in vier proefvlakken in blok KA. De telling in 2012 vond kort na uitvoering van drukbegrazing plaats.

7.4 Kernpunten

In dit hoofdstuk staat de kenmerkende heidefauna centraal. Zoals in Hoofdstuk 3 uitgelegd is deze breed opgevat als de groep soorten die zich op succesvol op de heide kan voortplanten: dus naast de kensoorten ook de soorten met een bredere ecologische amplitudo. Dit voorkomt een eenzijdige nadruk op zeldzame soorten en discussies over welke soorten als wel of niet kenmerkend moeten worden beschouwd, omdat de criteria daarvoor niet

eenduidig zijn. Dit geldt ook voor het onderscheid tussen soorten van droge en natte heide, zoals toegelicht in §7.1. Door de soorten waar mogelijk apart te analyseren en verder te groeperen naar jonge of oudere stadia in de ontwikkeling van de heide blijft het steeds helder over welke soorten of welke typen soorten het gaat.

De proefvlakken in het experiment waren voor sommige soorten relatief klein ten opzichte van hun mobiliteit. Dit kan het zicht op de effecten van de behandelingen hebben vertroebeld. Echter, door herhaling van de behandelingen binnen en tussen gebieden was het toch mogelijk om de belangrijke effecten van plaggen, chopperen, drukbegrazing en bekalken vast te stellen.

De effecten van het beheerexperiment op de heidefauna betreft alleen nog de ontwikkeling op de zeer korte termijn van 1-2 jaar na uitvoering. Op die termijn zijn vooral de veranderingen na plaggen en chopperen duidelijk. De effecten van de drukbegrazing waren zeer gematigd en die van bekalking waren niet aantoonbaar aanwezig.

- De soortenrijkdom van soorten van jonge heide nam toe na plaggen en ook na chopperen, maar bleef stabiel na drukbegrazing.
- Omgekeerd nam, in relatieve zin, de soortenrijkdom van soorten van oudere heide af na plaggen, maar in mindere mate na chopperen, terwijl er na drukbegrazing geen verandering optrad.
- Voor soorten van jonge heide namen de aantallen in vergelijkbare mate toe na chopperen en plaggen voor drie soorten sprinkhanen (Gewoon doortje, Zeggedoortje en Knosprietje), maar drie mierensoorten reageerde niet verschillend op de beheermaatregelen en het Heideblauwtje nam juist af na chopperen en plaggen, terwijl het licht profiteerde van drukbegrazing.
- De soorten van oudere heide reageerden wat minder negatief op chopperen dan op plaggen. Dit gold voor Heidesabelsprinkhaan, Krasser, Moerassteekmier en zelfs voor Levendbarende hagedis, die vooral op Kampina hoge dichtheden na chopperen vertoonde. Dat een aantal mierensoorten van oudere heide ook na chopperen voorkwam, maar in veel mindere mate na plaggen, suggereert dat de mierennesten het chopperen dicht onder het bodemoppervlak overleven.
- Voor Bossteekmier en enkele minder talrijke soorten van oudere heide (Wekkertje, Zompsprinkhaan, Gentiaanblauwtje) werden aanwijzingen gevonden dat ze eerder positief dan negatief op drukbegrazing reageren.
- Op korte termijn is chopperen voor de heidefauna al met al minder ingrijpend dan plaggen, terwijl het effect van drukbegrazing gering is en in sommige gevallen eerder positief is.



Het Heideblauwtje was het meest talrijk na drukbegrazing (foto Henk Bosma).

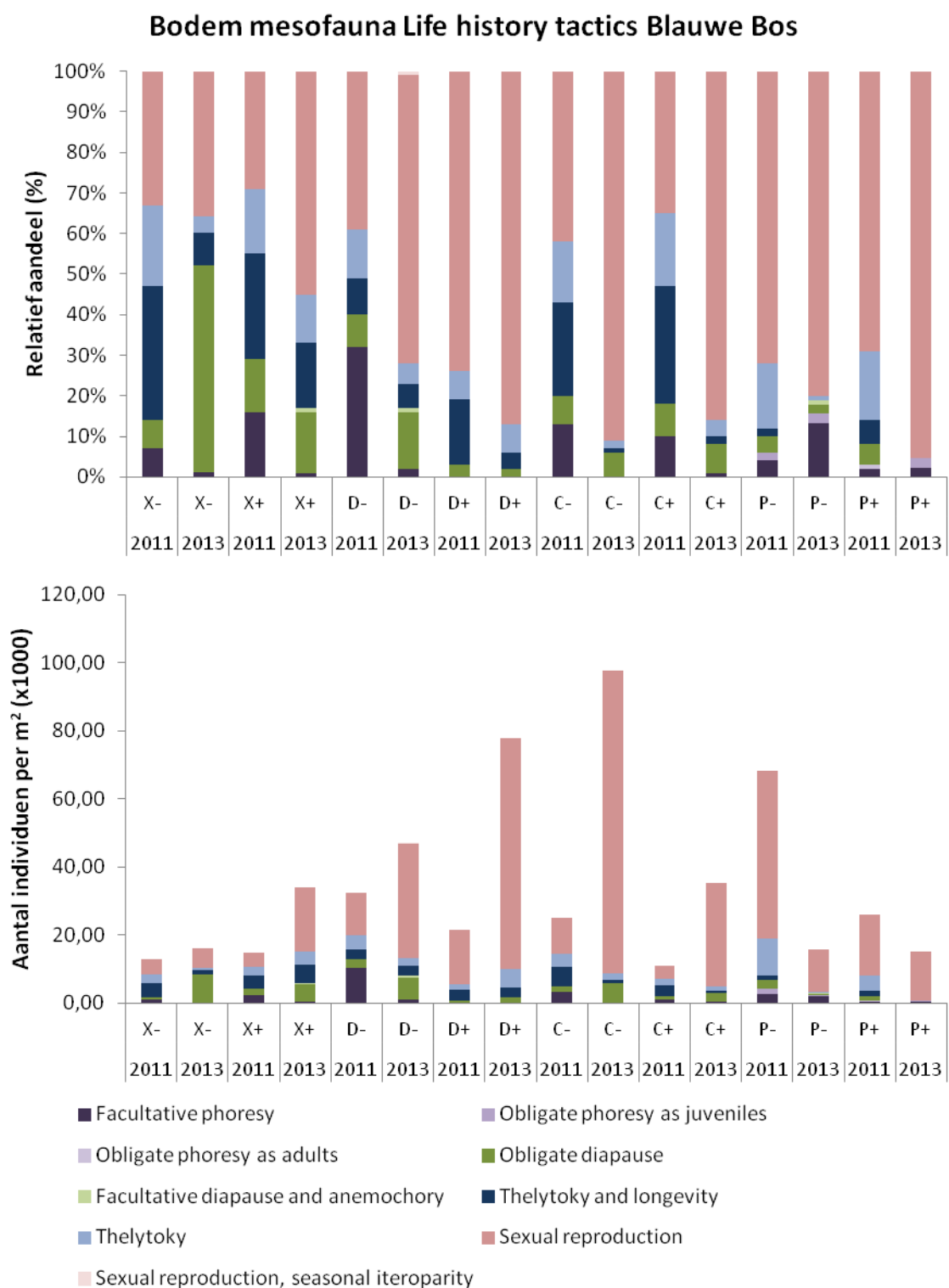
8 Functionele analyse van faunagroepen

8.1 Bodemmesofauna

De bodemmesofauna is alleen op de Strabrechtse heide en in het Blauwe Bos onderzocht. De absolute aantallen individuen in de monsters verschilden sterk, zowel tussen jaren van bemonstering als tussen gebieden (Figuur 8.1 & 8.2). Ook in de controle-behandelingen zijn grote verschillen in aantallen individuen tussen beide jaren gevonden. De reden voor deze grote verschillen is niet duidelijk. Dit kan te maken hebben met verschillen in weerscondities ten tijde van bemonstering, verschillen in wijze van bemonsteren, maar ook met de wijze van extraheren, of een artefact van de gehanteerde subsampling methode. Er wordt slechts een deel van het monster gesampled en deze gegevens worden geëxtrapoleerd naar aantallen per m². Dit maakt het niet mogelijk om vergelijkingen te maken op basis van de absolute aantallen. In de bespreking is om die reden vooral naar de relatieve verhoudingen tussen de verschillende behandelingen gekeken. De absolute aantallen zijn wel steeds in de grafieken weergegeven, naast de relatieve aantallen.

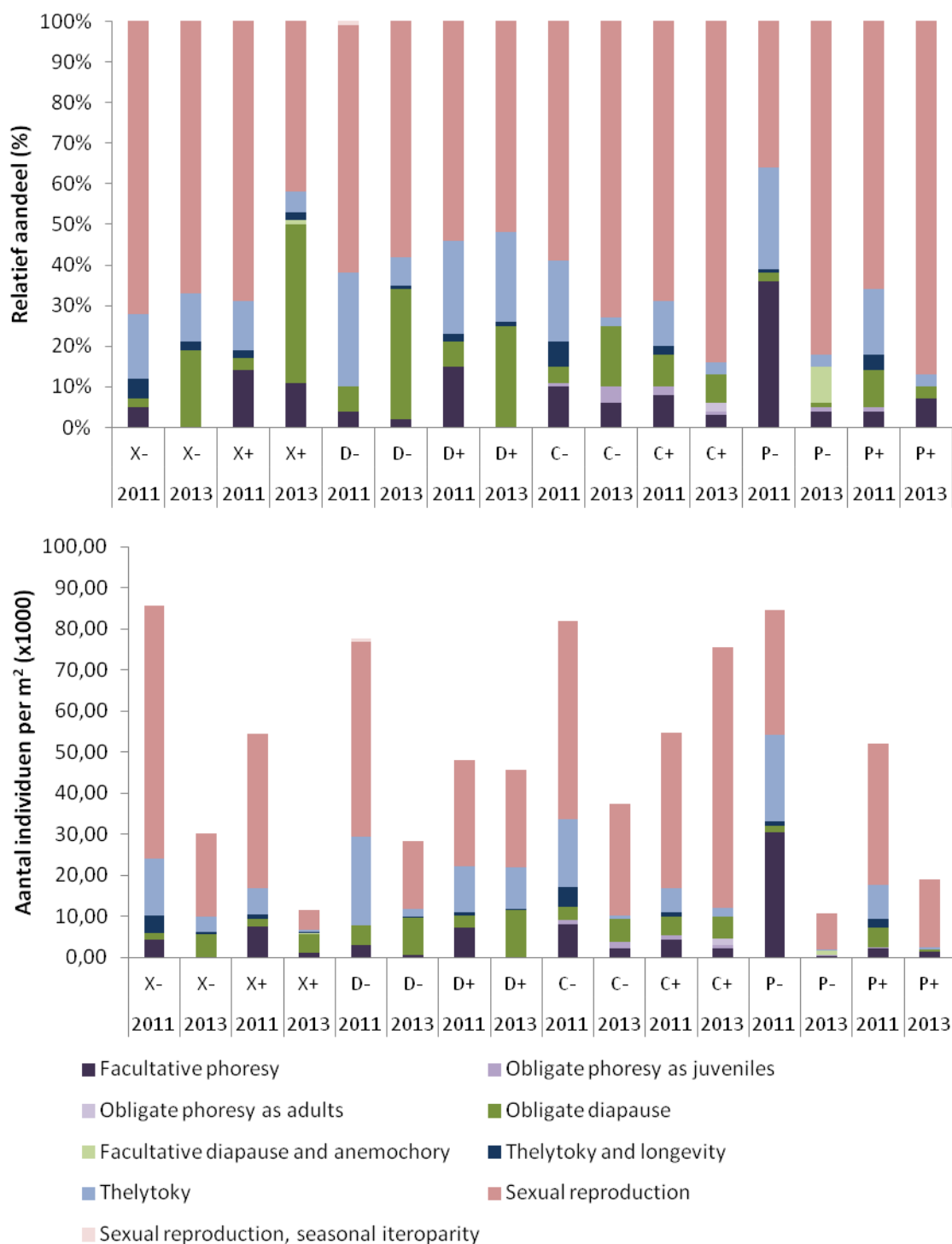
8.1.1 Life history tactics

De aangetroffen soorten zijn onderverdeeld naar de *life history tactic* indeling van Siepel (1994). De 'tactics' zijn vernoemd naar de meest kenmerkende eigenschap die bij elke tactic hoort (voor uitleg van de verschillende termen wordt verwezen naar Tabel 2.2 & 2.3). De life history tactics (LHT's) "Seksuele reproductie", "Thelytoky", "Thelytoky en longevity", en "Obligate diapause" namen het belangrijkste aandeel in (Figuur 8.1 & 8.2). In het Blauwe Bos was het aandeel seksueel reproducerende individuen beduidend lager dan in de experimenten op de Strabrechtse Heide. Deze groep nam onder invloed van de verschillende behandelingen relatief het sterkste toe. In het Blauwe Bos nam het aandeel van deze groep toe in vergelijking tot 2011; zowel in de drukbegaasde, gehopperde als de geplagde behandelingen. Op de Strabrechtse Heide nam deze groep toe in de gehopperde en geplagde behandelingen, maar niet in de drukbegaasde behandelingen. Thelytoke soorten namen in beide gebieden sterk af in de behandelde proefvlakken, waarbij met name de groep "thelytoky en longevity" (thelytoky en lang levend) het sterkst afnam. De afname van de thelytoke soorten was nagenoeg absoluut in de geplagde behandelingen. In de gehopperde behandelingen namen deze groepen nog een klein aandeel in. De langlevende thelytoke soorten waren ook hier echter volledig verdwenen. De sterke afname van de thelytoke mesofauna na chopperen en plagen mocht worden verwacht: deze groepen hebben hun zwaartepunt in bodems met relatief constante (maar vaak ook extreme) condities. Ze bezetten in de regel een hoog aandeel van de mesofauna in biotopen waarbij de afbraakprocessen in een ver ontwikkelingsstadium zijn gekomen (Siepel, 1994). In natte heidebodems met een hoog gehalte aan slecht afbreekbaar organisch materiaal is het dus logisch dat deze strategie goed vertegenwoordigd is. Na verwijdering van het organisch materiaal door chopperen en/of plagen neemt de geschiktheid voor deze groep sterk af. De dispersie LHT's (facultatief en/of obligaat foretisch) nemen in alle

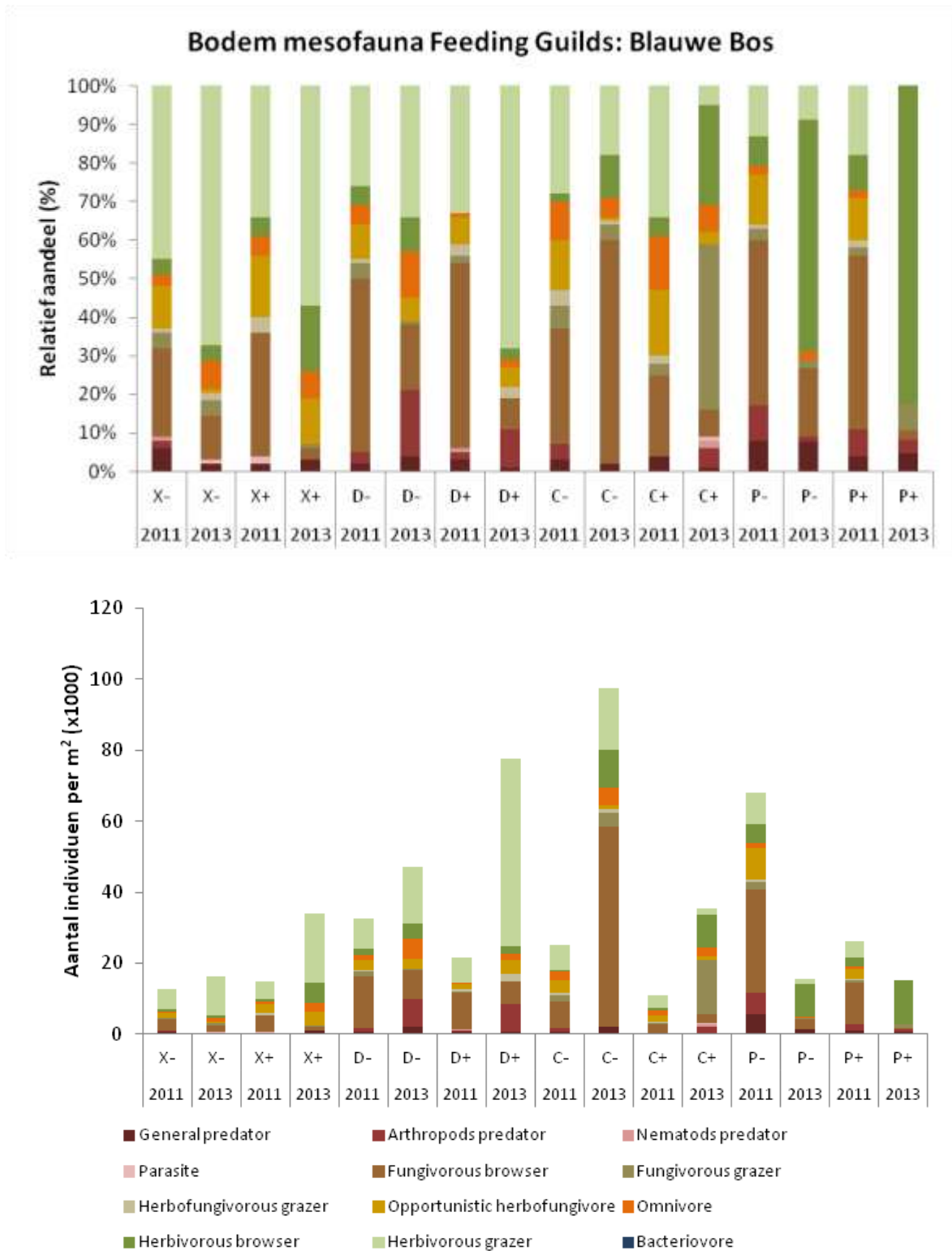


Figuur 8.1: Relatieve (boven) en absolute (onder) abundanties van de bodem mesofauna verdeeld over de verschillende Life history tactics, van het experiment Blauwe Bos (FL), voor (2011) en na (2013) uitvoering van de experimentele maatregelen. Voor uitleg van de verschillende LHT's, zie tekst.

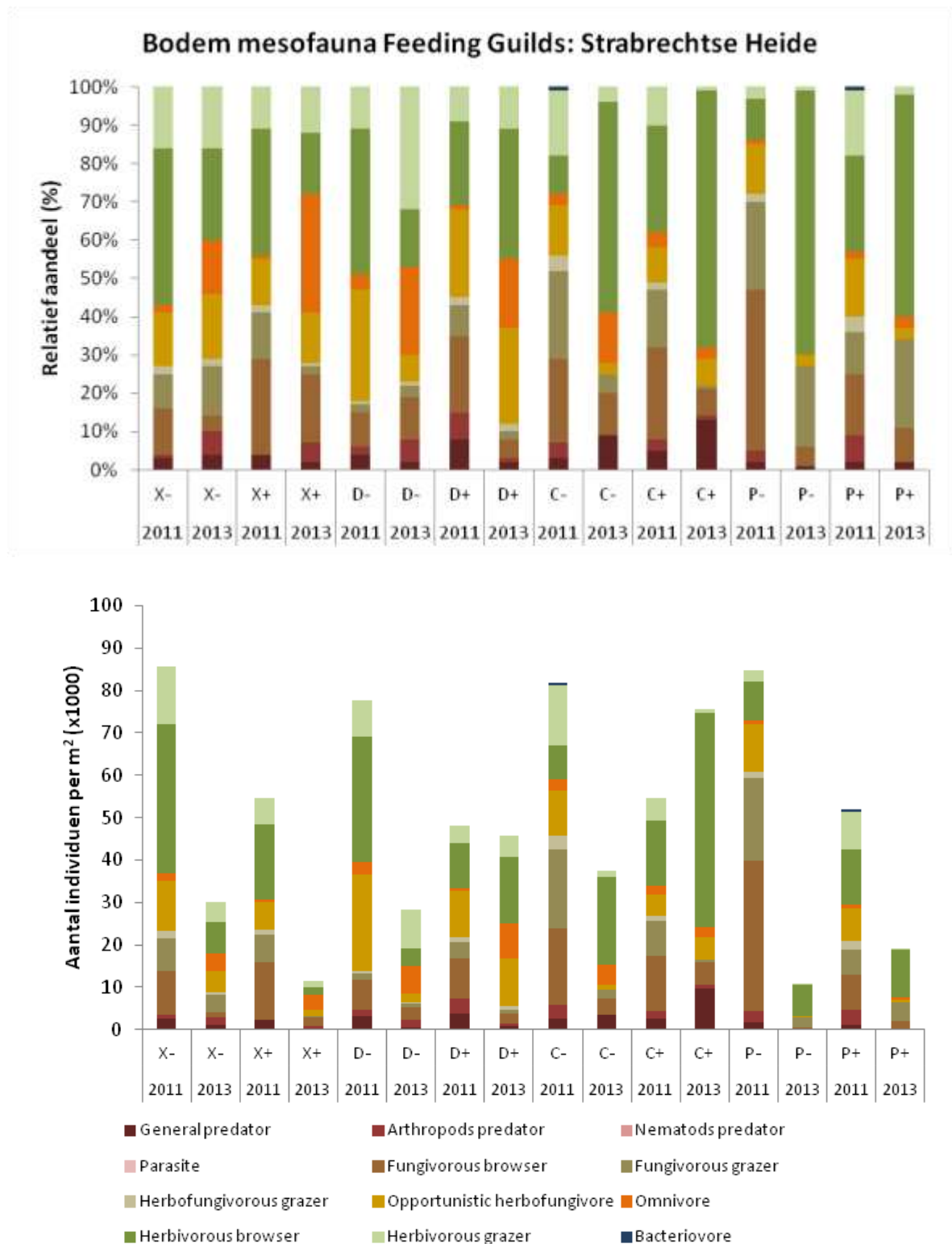
Bodem mesofauna Life history tactics Strabrechtse Heide



Figuur 8.2 Relatieve (boven) en absolute (onder) abundanties van de bodem mesofauna verdeeld over de verschillende Life history tactics, van de experimenten op de Strabrechtse Heide (NB), voor (2011) en na (2013) uitvoering van de experimentele maatregelen. Voor uitleg van de verschillende LHT's, zie tekst.



Figuur 8.3: Relatieve (boven) en absolute (onder) abundanties van de bodem mesofauna verdeeld over de verschillende voedselgilden, van het experiment Blauwe Bos (FL), voor (2011) en na (2013) uitvoering van de experimentele maatregelen. Voor uitleg van de verschillende voedselgilden, zie tekst.



Figuur 8.4: Relatieve (boven) en absolute (onder) abundanties van de bodem mesofauna verdeeld over de verschillende voedselgilden, van de experimenten op de Strabrechtse Heide (NB), voor (2011) en na (2013) uitvoering van de experimentele maatregelen. Voor uitleg van de verschillende voedselgilden, zie tekst.

bemonsterde behandelingen een laag aandeel in, zowel in de nulmeting als in de effectmeting. Van de synchronisatie LHT's neemt alleen de groep "obligate diapauze" een hoog aandeel in. Deze groep kende ook grote verschillen in de relatieve abundantie tussen de monsterjaren bij de controle behandelingen. Veranderingen in de relatieve abundantie van de synchronisatie-groepen is daardoor niet met zekerheid toe te schrijven aan effecten van de behandeling. Langlevende thelytoke soorten zijn het slechtst in staat om te reageren op plotselinge veranderingen, het volledig verdwijnen van die soorten in de geplagde behandelingen was dan ook te verwachten. Seksueel reproducerende soorten kennen een hoger reproductiepotentieel en zijn beter in staat om in onvoorspelbare habitats te leven. Ze nemen altijd een relatief groot aandeel in de mesofauna gemeenschap, en kunnen het snelst reageren op plotselinge veranderingen. Zij zijn daardoor in staat om het snelst de verstoorde habitats te koloniseren en nemen daarom een hoog relatief aandeel in de sterkst verstoorde behandelingen in. Er waren geen duidelijke effecten van bekalking op de relatieve samenstelling van de bodemmesofauna LHT groepen waarneembaar.

8.1.2 Voedselgilden

De belangrijkste voedselgilden (feeding guilds) behoorden tot de fungivore en herbivore trofische groep. Predatoren namen overal slechts een klein aandeel in (Figuur 8.3; Figuur 8.4). Opvallend is dat herbivore browsers in het Blauwe Bos dominant waren over herbivore grazers, en dat dit op Strabrechtse heide omgekeerd was. In beide gebieden nam het aandeel herbivore browsers sterk toe na uitvoering van plaggen, en op de Strabrechtse heide eveneens na uitvoering van chopperen. In het Blauwe Bos was het aandeel fungivore grazers na uitvoering van de maatregelen toegenomen in de gechopperde + bekalkte behandeling.

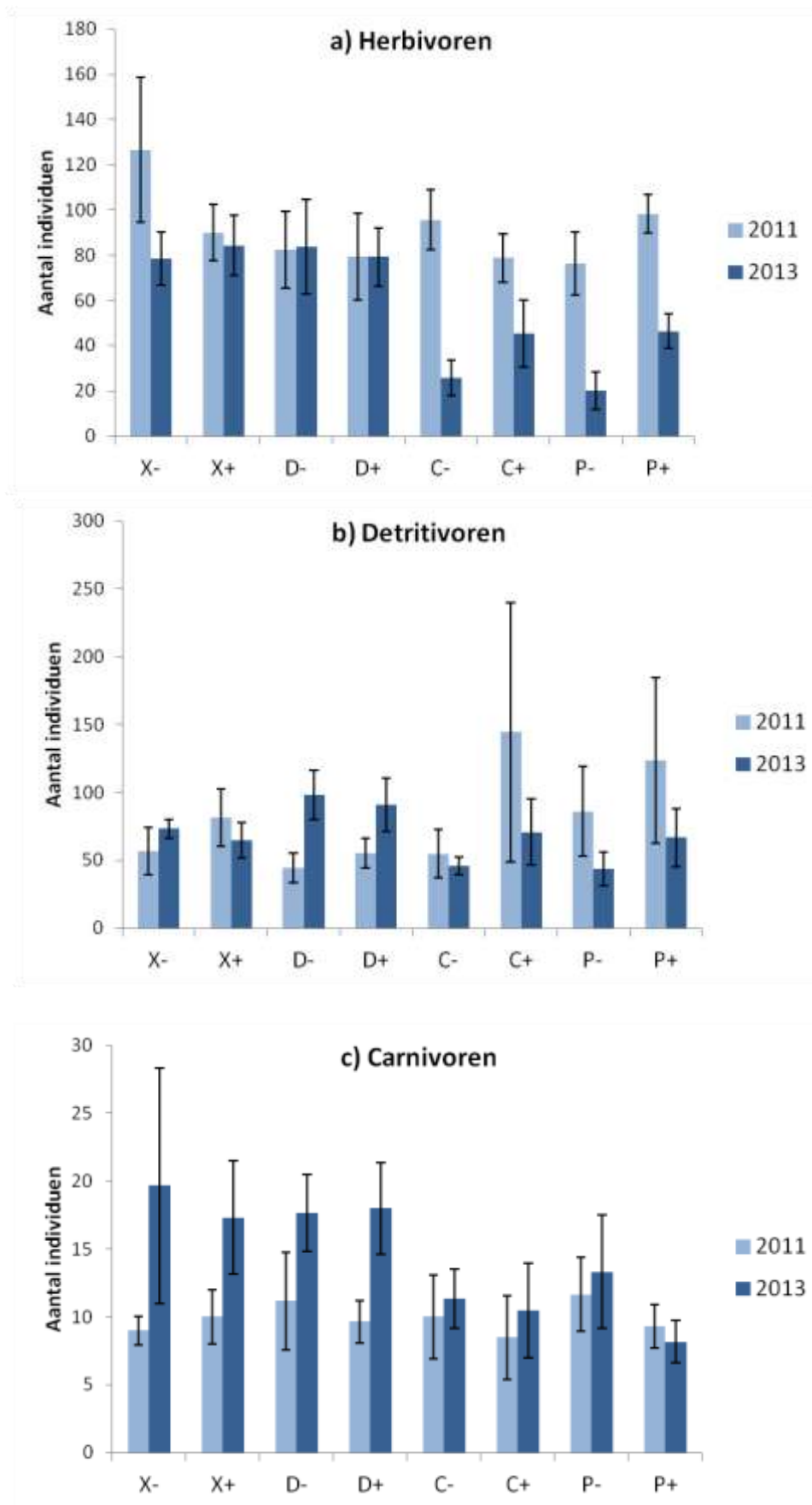
Het gevonden patroon lijkt redelijk in lijn te liggen met de LHT's: met name soorten die betrokken zijn bij de afbraak van organisch materiaal (fungivoren, deze hebben vaak een thelytoke levenswijze) namen het sterkst af na het verwijderen van het substraat waarvan ze afhankelijk zijn: organisch materiaal. De herbivore (algen, mossen etende) strategieën bleven over. Dit zijn veelal seksueel reproducerende en zich snel vermeerderende soorten. De drukkegraasde en controle behandelingen lieten geen duidelijke toe- of afname van voedselgilden zien. Ook waren er geen eenduidige verschillen in bekalkt versus onbekalkte behandelingen te zien.

8.2 Tweevleugeligen

De bemonsterde Tweevleugeligen zijn op basis van hun trofiegraad ingedeeld. Per trofische groep is getoetst of zij significante reacties op de behandelingen vertoonden, uitgedrukt in aantallen bemonsterde individuen.

8.2.1 Herbivoren

Herbivore Diptera namen na uitvoering van de maatregel significant af in de gechopperde en geplagde behandelingen (Figuur 8.5a; $z=-4,99$ resp. $-5,14$; $P<0,001$). Daarnaast was er een significant effect van bekalken op het aantal herbivore Diptera (Figuur 8.5a; $z=2,06$; $P=0,039$). Dit positief effect van bekalken leek alleen op te treden in de gechopperde en geplagde behandelingen. Dit positieve effect van bekalking weerspiegelt in dit geval dus een snelle respons van de herbivore Diptera gemeenschap na verwijdering van alle vegetatie. Dit kan een effect zijn van snellere hergroei van de vegetatie na bekalken (zie 5.2) of van een verbeterde plantkwaliteit na bekalken (gereflecteerd in een lagere N/P-verhouding in bekalkte behandelingen; Figuur 4.10).



Figuur 8.5. Gemiddeld aantal bemonsterde Diptera ($\pm$ s.e.) in de verschillende behandelingen voor (2011) en na (2013) uitvoering van de beheerexperimenten: a) herbivore, b) detritivoren en c) carnivoren.

8.2.2 Detritivoren

Het aantal detritivore Diptera bleek in de nulmeting uit 2011 in de te aangewezen plag en chopper behandelingen eenmalig een zeer hoog aantal individuen te hebben opgeleverd. Daarom is de toetsing van de respons op de behandelingen uitgevoerd met en zonder deze afwijkende waarden, en zijn de resultaten met elkaar vergeleken.

Het aantal detritivore Diptera nam toe in de druckbegrasde behandelingen, en af in de geplagde behandelingen (Figuur 8.5b; $z=2,57$ resp. $-2,43$; $P=0,010$ resp. $0,015$). Daarnaast was het aantal Diptera lager in de vlakken die bekalkt zijn ($z=-2,02$; $P=0,043$). Er was echter geen bekalking x jaar interactie, dus dit effect reflecteert een verschil in de uitgangssituatie.

Met weglating van de twee extreme waarden was er alleen een positief effect van druckbegrazing op de aantallen detritivore Diptera ($z=2,72$, $P=0,0066$). Beide extremen blijken dus van sterke invloed op de uitkomst van het model voor de bekalking: ze zaten beide in de bekalkte vlakken en geplagde vlakken. De significante toename van detritivore Diptera in de druckbegrasde behandelingen blijft echter ook met dit model overeind. Dat suggereert dat druckbegrazing de afbraak van organische stof heeft versterkt.

8.2.3 Carnivore Diptera

Het aantal bemonsterde carnivore Diptera was veel lager dan de aantallen herbivore en detritivore Diptera (15 versus 75-80 gemiddeld). In het jaar van de effectmeting bleken de families behorende tot deze groep beduidend talrijker te zijn in zowel de controle als de druckbegrasde behandeling (Figuur 8.5c). Door de grote verschillen tussen jaren in de controle behandelingen was een vergelijking van het behandelingseffect niet goed mogelijk (er is dan ook geen significant effect van de behandelingen gevonden). De significante (en bijna significante) interacties "niet bekalken:NA" en "bekalken:NA" reflecteren voornamelijk de toename in de controle (en druckbegrasde) behandelingen. Van een duidelijke toe- of afname als gevolg van een van de behandelingen is dan ook geen sprake.

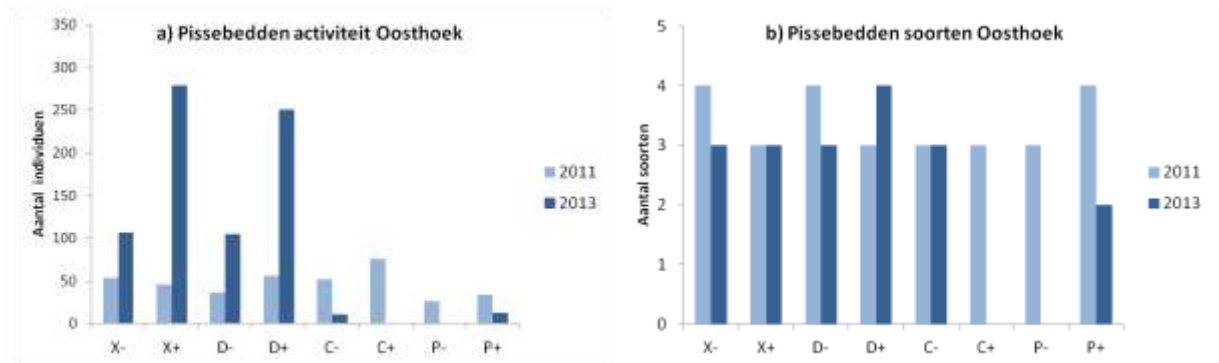
8.3 Pissebedden

In de meeste onderzochte gebieden zijn pissebedden slechts incidenteel in de vangsten aangetroffen. Doordat in een groot deel van de behandelingen in deze gebieden geen enkele pissebed is aangetroffen, is het niet zinvol om een analyse uit te voeren op eventuele toe- of afnamen van soorten of individuen. In één gebied waren pissebedden echter opvallend talrijk aanwezig: in de Oosthoek in Friesland waren deze een vast onderdeel van de potvalvangsten. Van deze locatie wordt een overzicht van de resultaten gegeven. Statistische toetsing was bij gebrek aan herhaling van de behandelingen echter niet mogelijk.

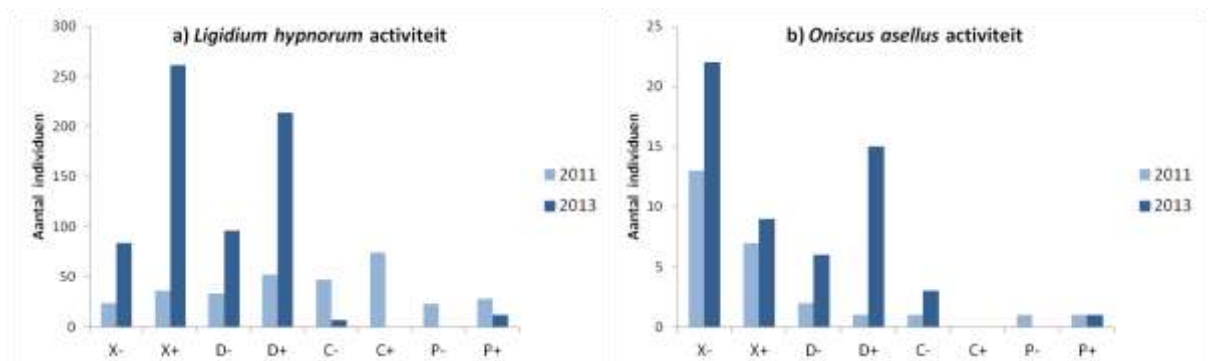
Het aantal pissebedden in de Oosthoek verschilde tussen beide jaren. In 2013 werden meer pissebedden aangetroffen dan in 2011. Ook in de controle behandelingen was het aantal sterk hoger in de effectmeting (tweemaal zo veel, Figuur 8.6a). Het aantal soorten was in beide jaren wel gelijk gebleven in de controle behandeling (Figuur 8.6b).

In de gechopperde en geplagde behandelingen daalde de activiteit van pissebedden sterk na uitvoering van de maatregel. In de controle behandeling en druckbegrasde behandelingen stegen deze echter sterk. Deze toename van activiteit trad met name op in de bekalkte behandelingen. De twee meest dominante soorten (*Ligidium hypnorum* en *Oniscus asellus*) lieten beide een vergelijkbaar patroon zien (Figuur 8.7). Rekening houdend met de beperkte monstergrootte lijkt het er dus op dat er een positief effect van bekalking op

de activiteit van pissebedden op heeft getreden. Mogelijk houdt dit verband met een versnelling van de afbraak van organisch materiaal, of een toename van schimmels in de organische laag, wat leidt tot een verbetering van de voedselkwaliteit. Van bekalking is bekend dat dit kan leiden tot een toename van de afbraak van organisch materiaal (Schack-Kirchner & Hildebrand, 1998; Van Dobben, 2010). Dit lijkt hier ook de meest plausibele verklaring voor het gevonden effect.



Figuur 8.6: a) totale activiteit en b) aantal soorten van pissebedden in de Oosthoek voor (2011) en na (2013) uitvoering van het beheerexperiment.



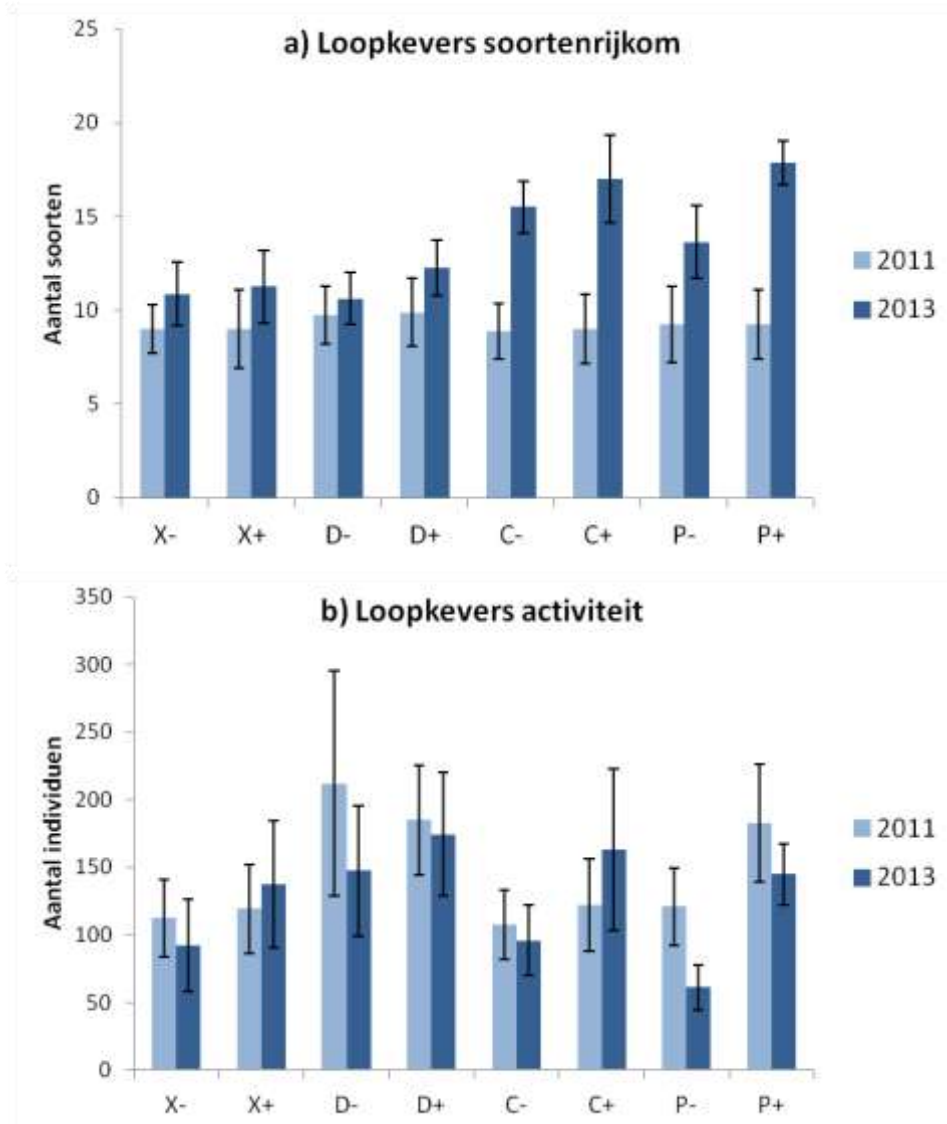
Figuur 8.7: Totale activiteit van de pissebedden a) Ligidium hypnorum en b) Oniscus asellus in de Oosthoek voor (2011) en na (2013) uitvoering van de behandelingen.

8.4 Loopkevers

In totaal zijn 92 soorten loopkevers in de monsters aangetroffen. Dit is ongeveer een kwart van de Nederlandse loopkeverfauna. Over beide onderzoeksjaren zijn 17.434 individuen bemonsterd. Het hoge aantal soorten en individuen en de relatief goede kennis van de ecologie van de soorten maakt dat deze dataset zich goed leende voor een uitgebreide analyse van de effecten van de behandelingen op het relatieve voorkomen van verschillende soorteigenschappen (zie hoofdstuk 2 voor nadere toelichting).

8.4.1 Totaal aantal soorten en activiteit

Het aantal soorten nam in de gehopperde en geplagde behandelingen significant toe na uitvoering van de maatregelen (Figuur 8.8a; $z=5,74$ en $5,14$; $P<0,001$). Er waren geen duidelijke verschillen aanwezig in activiteit tussen beide onderzoeksjaren (Figuur 8.8b), dus de toename van soortenrijkdom kan niet simpelweg worden verklaard door een hogere activiteit. Er werd geen significant effect van bekalking op het totaal aantal soorten loopkevers gevonden.

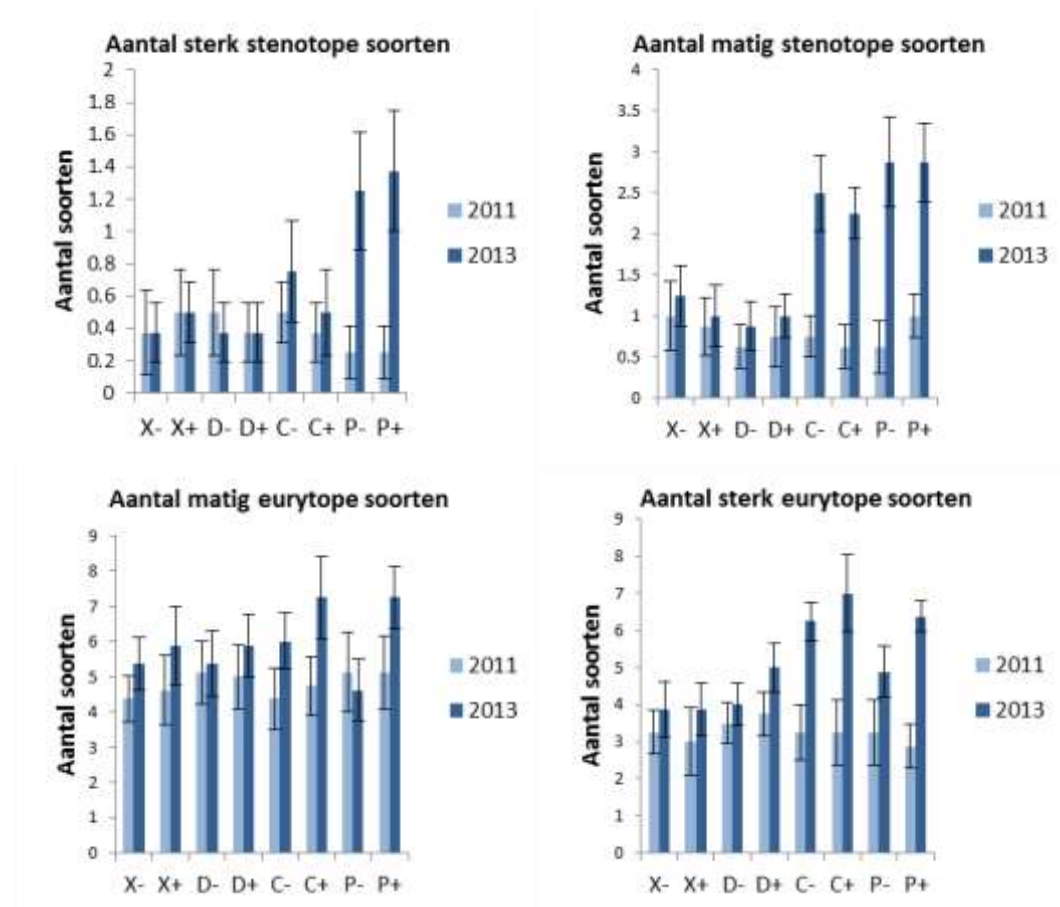


Figuur 8.8: a) soortenrijkdom en b) aantal bemonsterde individuen (activiteit) van loopkevers voor (2011) en na (2013) uitvoering van de behandelingen (gemiddelde $\pm$ s.e.).

8.4.2 Habitatbinding

Alle loopkeverssoorten zijn onderverdeeld in vier klassen met verschillende mate van habitatbinding: sterk stenotopie soorten zijn soorten met een sterke voorkeur voor een enkel biotoop. Sterk eurytopie soorten zijn het tegenovergestelde; deze soorten komen in nagenoeg alle biotopen voor. De mate van steno-eurytopie zegt overigens niets over de aard van de biotoopvoorkeur van desbetreffende soorten.

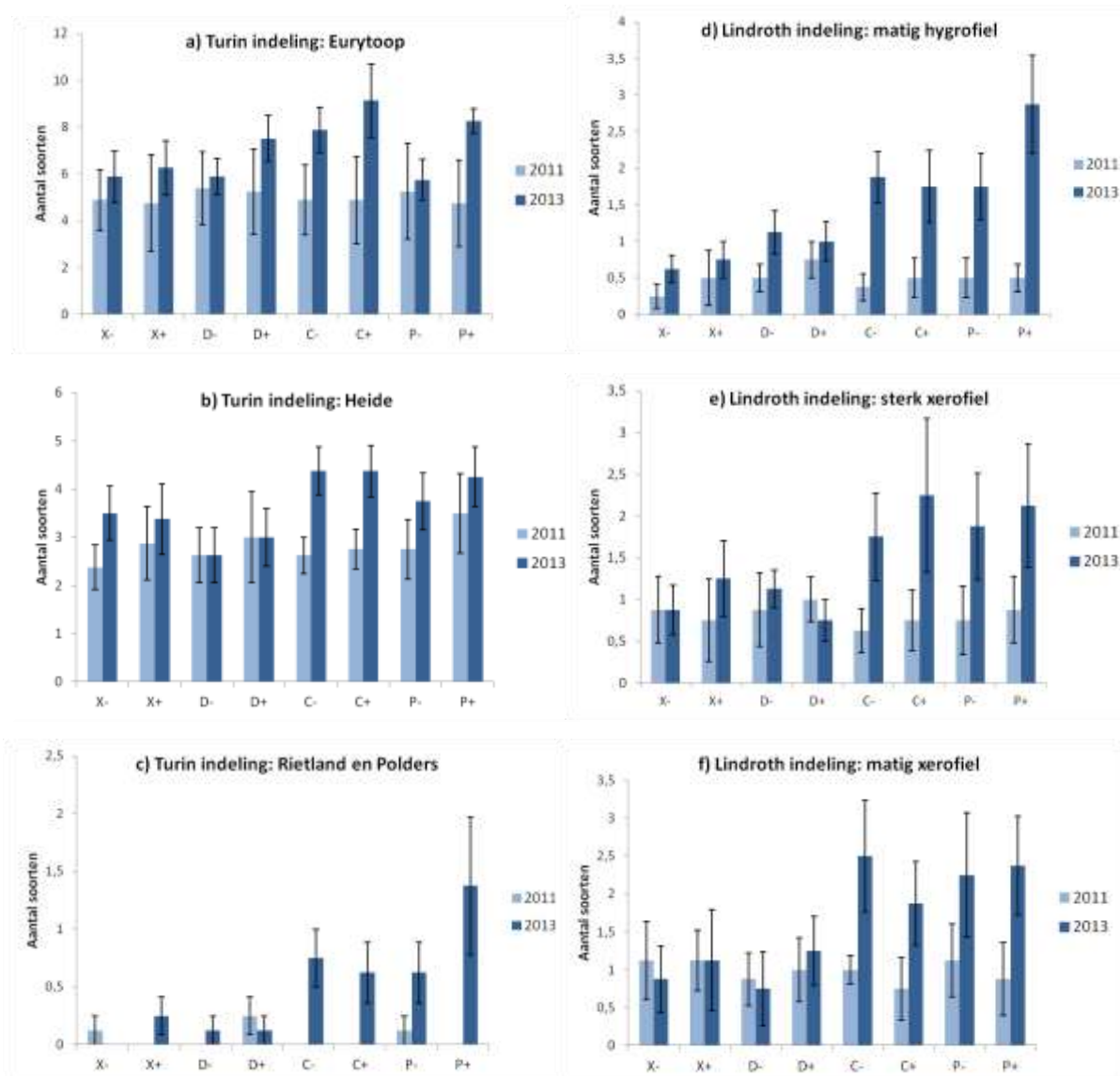
Sterk stenotopie soorten zijn weinig aangetroffen in de monsters, maar namen wel significant toe na plaggen (Figuur 8.9; $z=3,04$; $P=0,0024$). Meer algemeen waren matig stenotopie soorten; zij namen significant toe na zowel chopperen als plaggen ($z=3,62$ resp. $4,02$; $P<0,001$). Zeer eurytope soorten namen eveneens significant toe in gehopperde en geplagde behandelingen ($z=4,21$ resp. $3,42$; $P<0,001$). Matig eurytope loopkevers namen significant toe na bekalking ($z=2,81$, $P=0,049$), maar niet als gevolg van de vegetatiebehandelingen. De mate van habitatbinding lijkt dus geen duidelijke voorspeller te zijn voor het wel of niet profiteren van chopperen of plaggen. Drukbegrazing had in geen van de groepen een significant positief of negatief effect op soortenrijkdom.



Figuur 8.9 Gemiddeld aantal bemonsterde soorten loopkevers ($\pm$ s.e.) verdeeld over verschillende klassen van habitatbinding (sterk tot matig stenotoop, matig tot sterk eurytoop voor (2011) en na (2013) uitvoering van de beheerexperimenten..

8.4.3 Biotoopclassificatie volgens Turin

De meeste waargenomen soorten behoren in de door Turin (2000) gepubliceerde biotoopclassificatie tot de eurytope soorten (ongeveer de helft van de Nederlandse loopkeverfauna wordt hier onder geschaard) en heidekarakteristieke soorten (soorten met een voorkeur voor droge of natte heide en stuifzanden). De andere groepen kwamen vaak maar met één vertegenwoordiger in de vangsten voor. Een opmerkelijke groep is de groep die omschreven wordt als "karakteristiek voor Rietlanden en polders". Dit zijn vochtminnende soorten met een voorkeur voor pioniersituaties. De benaming



Figuur 8.10: Gemiddeld aantal bemonsterde soorten loopkevers ($\pm$ s.e.) met Turin-classificatie voor a) "Eurytoop", b) "Heide", c) "Rietland en polders" en met Lindroth-classificatie voor d) "matig hygrofiel", e) "sterk xerofiel" en f) "matig xerofiel" voor (2011) en na (2013) uitvoering van de beheerexperimenten.

"polders" slaat met name op een hoge presentie van deze soorten in de destijds recent drooggelegde IJsselmeerpolders.

Eurytope soorten namen significant toe na chopperen en plaggen (Figuur 8.10a; $z=3,91$ resp. $2,3$ $P<0,001$ resp. $0,05$). Soorten van rietlanden en polders namen significant toe in geplagde behandelingen (Figuur 8.10c; $z=2,69$, $P=0,007$). Karakteristieke heidesoorten namen echter niet significant toe. Toch was ook de toename van deze soorten in de geplagde en gechopperde behandelingen het sterkst. Echter, ook in de controle behandelingen was hier sprake van een toename (vooral door een significante toename in de onbekalkte controle: $z=2,20$, $p=0,028$).

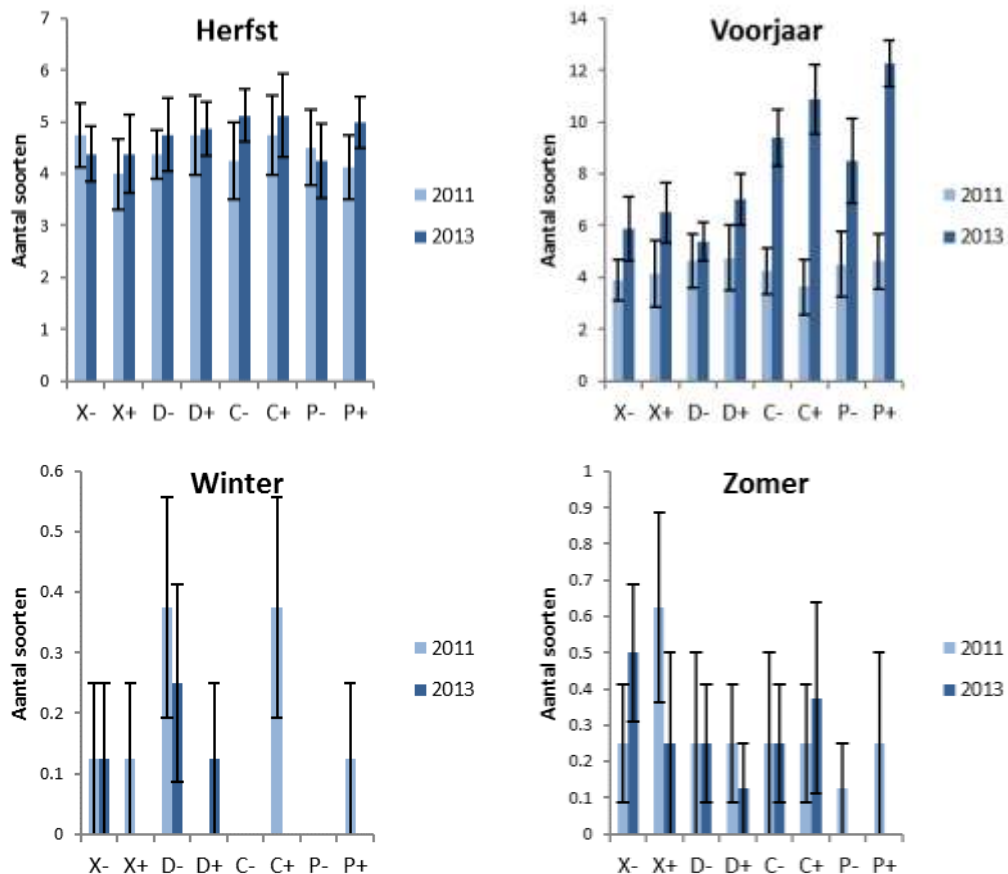
Karakteristieke soorten lijken dus het minst te profiteren van de recente chopper- en plag activiteiten. Wel profiteren meer eurytope soorten en soorten met een voorkeur voor vochtige pioniermilieus. Ook hier heeft de drukkbe grazing behandeling niet geleid tot een verschuiving in soortenrijkdom voor de verschillende groepen.

8.4.4 Biotoopclassificatie volgens Lindroth

De biotoopclassificatie van Lindroth gaat meer uit van algemene habitatkarakteristieken en levert daarom meer informatie op over vochtvoorkeur, voorkeur voor open habitats, en dergelijke. De bemonsterde soorten behoren overwegend tot twee groepen: matig hygrofiele soorten en matig tot sterke xerofiele soorten.

Matig hygrofiele soorten namen toe in de gehopperde en geplagde behandelingen (Figuur 8.10d; $z=3,38$ resp. $3,93$, $P<0,001$), evenals de matig en sterk xerofiele soorten (Figuur 8.10e en f; $z=3,06$ resp. $2,74$, $P<0,01$; $z=2,9$ resp. $2,8$, $P<0,01$)

Zowel hygrofiele soorten als xerofiele soorten blijken te profiteren van het pionierkarakter van de geplagde en gehopperde behandelingen. De laatste groep bestaat uit soorten die voornamelijk in open, zonbeschenen habitats worden aangetroffen. Kennelijk is het niet zeer relevant of deze open habitats zeer droog zijn, voldoende openheid en zonninstraling lijken belangrijker voor deze groep loopkevers.

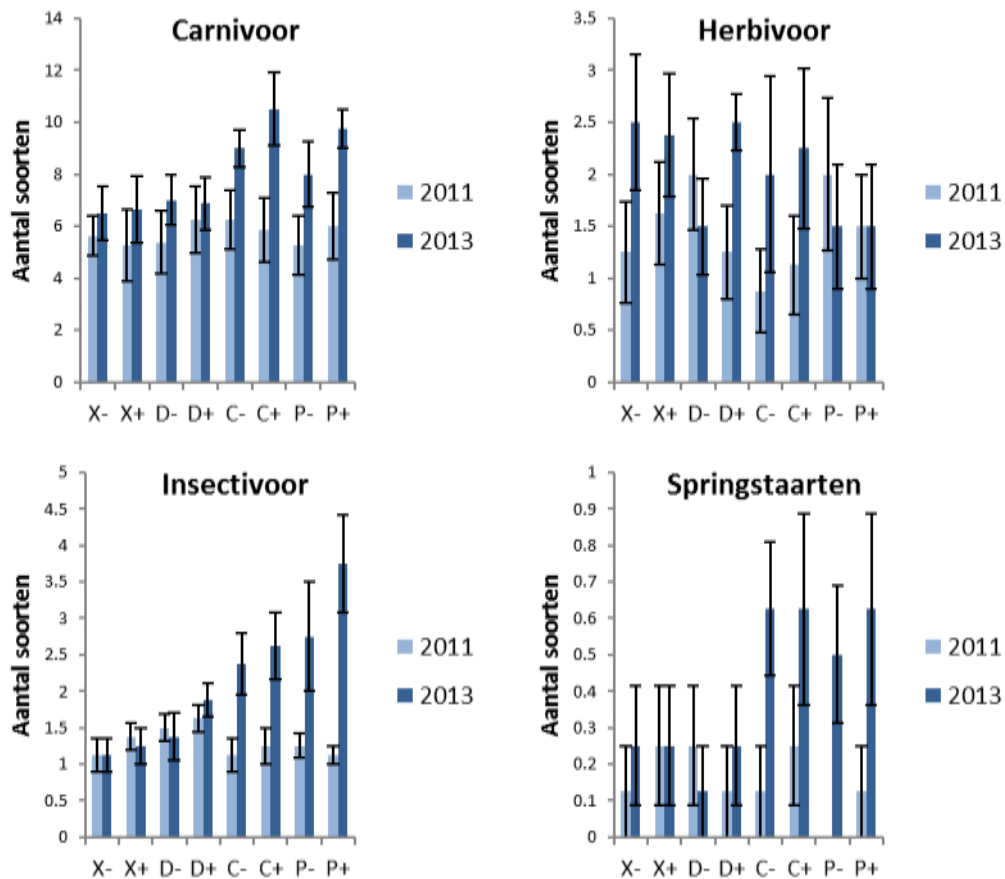


Figuur 8.11: Gemiddeld aantal bemonsterde soorten loopkevers onderverdeeld over de periode van adulte fenologie ($\pm$ s.e.) voor (2011) en na (2013) uitvoering van de beheerexperimenten.

8.4.5 Fenologie

Soorten waarvan de adulten in het voorjaar hun piekactiviteit kennen namen significant toe in de gehopperde en geplagde behandelingen (Figuur 8.11; $z=6,36$ resp. $5,85$, $P<0,001$). De andere groepen verschilden niet significant

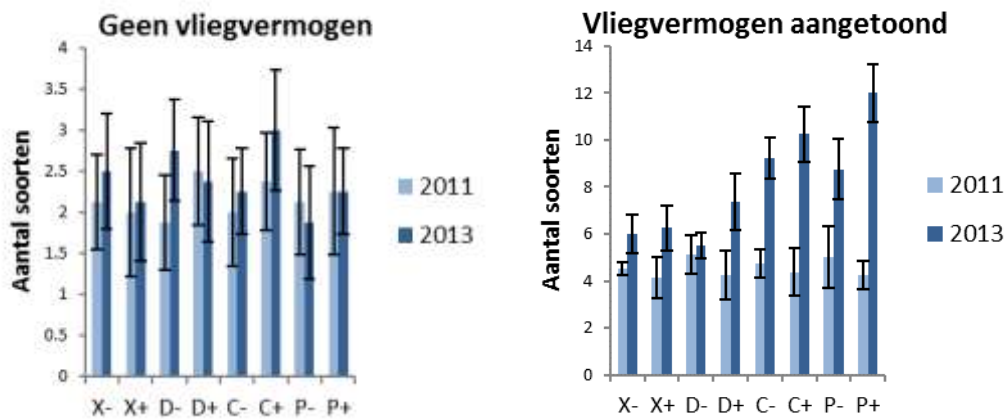
tussen de behandelingen. Er was echter ook een significant jaareffect tussen de behandelingen ($z=2,72$, $P<0,01$), dus de toename van het aantal voorjaarssoorten was deels ook toe te schrijven aan variatie tussen de jaren. De toename na chopperen en plaggen was wel beduidend groter dan in de controle. Ook was er een significant effect van bekalken op het aantal voorjaarssoorten ($z=2,08$, $P<0,05$), wat tot uiting kwam in een sterkere toename na bekalking.



Figuur 8.12: Gemiddeld aantal bemonsterde soorten loopkevers onderverdeeld naar trofisch nivo/voedselspecialisme ($\pm$ s.e.) voor (2011) en na (2013) uitvoering van de beheerexperimenten.

8.4.6 Trofische groep

Alle loopkevers met een predatore levenswijze (Carnivoren, insectivoren, springstaart-specialisten) namen significant toe na chopperen en plaggen (Figuur 8.12; $z=3,67$ resp. $3,38$, $P<0,001$; $z=2,67$ resp. $3,76$, $P<0,01$; $z=2,08$, $P<0,05$). Springstaart-specialisten namen alleen toe na plaggen, maar ook na chopperen was indicatie van een toename ($z=1,83$, $P=0,067$). Herbivore soorten namen niet significant toe of af als gevolg van de behandelingen.



Figuur 8.13: Gemiddeld aantal bemonsterde soorten loopkevers met (rechts) en zonder (links) vliegvermogen ($\pm$ s.e.) voor (2011) en na (2013) uitvoering van de beheerexperimenten.

8.4.7 Vliegvermogen

Soorten die zich vliegend kunnen verplaatsen namen significant in aantal toe na plaggen en chopperen (Figuur 8.13; $z=3,72$ resp. $4,07$, $P<0,001$). Soorten zonder vliegvermogen namen niet significant toe. Daarnaast nam de soortenrijkdom significant toe als gevolg van bekalken in interactie met de behandelingen ($z=2,22$ $P<0,05$). In Figuur 8.13 is te zien dat de toename van het aantal soorten bij bekalking sterker was in drukkbegraasde (evenwel niet significant), gechopperde en geplagde behandelingen dan zonder bekalking.

8.5 Spinnen

Spinnen uit de potvallen vertoonden geen statistisch significante respons op de behandelingen. De data vertoonden in veel gevallen geen duidelijke positieve of negatieve respons, of gaven juist grote fluctuaties te zien met grote verschillen in de controles tussen de nulmeting en de effectmeting. De resultaten van de spinnen uit het experimentele deel zijn daarom alleen in het OBN-rapport van Wallis de Vries *et al.* (2014) gepresenteerd.

8.6 Kernpunten

- Bodemmesofauna
 - Life history tactics: Belangrijke verschuivingen in samenstelling traden op na plaggen en chopperen. Hier nam het aandeel thelytoke, langzaam groeiende soorten sterk af. Het aandeel seksueel voortplantende, snel reproducerende soorten nam daarentegen toe. In het experiment op het Blauwe Bos was dit effect ook aanwezig na drukkbegrazing, in de Strabrechtse heide echter niet. Chopperen en plaggen zijn voor bodemmesofauna zeer ingrijpend. Soorten aangepast aan relatief onvoorspelbare habitats ondervinden hiervan het minste last.
 - Voedselgilden: Na plaggen, en in minder sterkere mate ook na chopperen namen de fungivore gilden relatief sterk af in de bodem. Herbivore gilden namen een juist groter aandeel in de totale gemeenschap van bodemmesofauna in na deze behandelingen.

- Tweevleugeligen
 - Significante afname van herbivore Diptera na plaggen en chopperen ten opzichte van controle.
 - Significant meer herbivore Diptera na bekalking. Dit effect leek met name na chopperen en plaggen op te treden.
 - Detritivore Diptera nemen significant toe na drukbegrazing.
 - Carnivore Diptera leken significant op bekalking te reageren, maar ook de niet bekalkte behandeling was bijna significant positief. Het is dus waarschijnlijk dat dit een jaar-effect is.
- Pissebedden
 - In de meeste experimenten zijn pissebedden slechts incidenteel in de monsters aangetroffen. Alleen in het experiment in de Oosthoek waren pissebedden in voldoende mate aanwezig om een overzicht van de behandelingen te kunnen geven.
 - Totale activiteit van pissebedden in Oosthoek was in 2013 hoger dan in 2011. In gechopperde en geplagde behandelingen nam de activiteit van pissebedden af. In de controle en na drukbegrazing nam de activiteit van pissebedden na bekalking zeer sterk toe.
 - De dominante soorten waren *Ligidium hypnorum* en *Oniscus asellus*. Beide soorten volgden hetzelfde algemene patroon van activiteit verschuivingen.
 - Pissebedden lijken te worden aangetrokken door bekalking, mits er voldoende vegetatie en dekking aanwezig is. Wellicht heeft dit met een verbetering van het voedselaanbod te maken, door versnelde afbraak van organisch materiaal.
- Loopkevers
 - Het aantal soorten loopkevers nam toe na plaggen en chopperen.
 - Een verschil in activiteit tussen behandelingen kan dit verschil in soortenrijkdom niet verklaren. De toename van soorten is dus geen effect van toegenomen activiteit na plaggen en chopperen.
 - Zowel van sterk eurytope soorten als van soorten met een sterke mate van habitatbinding (stenotopie soorten) nam de soortenrijkdom toe na plaggen (of chopperen).
 - Door Turin aangewezen karakteristieke soorten van heide namen niet significant toe of af als gevolg van de vegetatiebehandelingen.
 - Soorten van rietland en polders (vochtminnende "pionier" soorten) namen significant toe na plaggen.
 - Soorten met een voorkeur voor vochtige omgeving namen toe na chopperen en plaggen, evenals matige en sterk xerofiele soorten. De laatste groep zal met name aangetrokken zijn door het open karakter van de recent behandelde delen.
 - Voorjaarssoorten bleken hoofdzakelijk verantwoordelijk voor de toename na plaggen en chopperen. Zij namen ook toe in de controle, maar in minder sterke mate. Soorten met een piek in de herfst nemen niet significant toe, zomer- en wintersoorten evenmin.
 - Carnivore, insectivore en op springstaarten gespecialiseerde soorten namen significant in soortenrijkdom toe na plaggen en chopperen. De soortenrijkdom van herbivore loopkevers nam niet toe maar ook niet af, in tegenstelling tot de afname van het aantal herbivore Diptera. Bij Diptera zijn echter de dichtheden bemonsterd, in tegenstelling tot de loopkevers, waar naar het aantal soorten is gekeken. Het aantal herbivore soorten loopkevers in de monsters was sowieso betrekkelijk laag (1-3

soorten). De respons van herbivore Diptera kan derhalve gezien worden als een gevoeliger, numerieke respons, terwijl de aan/afwezigheid van de loopkeversoorten minder gevoelig is voor veranderingen.

- Soorten zonder vliegvermogen namen in geen van de behandelingen toe. Soorten met vliegvermogen namen juist wel toe na plaggen en chopperen, en ook na bekalking.
- Samenvattend nemen loopkevers die een goed dispersievermogen en predatore levenswijze kennen en hun activiteit in het voorjaar hebben het duidelijkst toe na plaggen of chopperen. Drukbegrazing heeft nog nauwelijks tot geen effect op loopkevers in vergelijking met de controle. Het effect van bekalken is klein, maar heeft desalniettemin een versterkend effect bovenop de effecten van de behandelingen bij soorten met een goed dispersievermogen. Deze groep is in staat om snel te reageren op veranderende omstandigheden en wordt kennelijk versterkt aangetrokken tot de bekalkte proefvlakken. Of dit een effect is van een hoger prooiaanbod of een verschil in omgevingsfactoren is op basis van deze opzet niet duidelijk te maken.

Deel II: Ervaringen uit de beheerpraktijk

Deel II van dit rapport behandelt de ervaringen met schapenbegrazing in de praktijk van het heidebeheer. De methoden zijn eerder uiteengezet in Hoofdstuk 3.

Hier worden in Hoofdstuk 9 de praktische ervaringen van beheerders en herders op een rij gezet. In de Hoofdstukken 10 t/m 12 worden vervolgens de resultaten besproken van een evaluerend onderzoek naar vegetatie en fauna in terreinen met schapenbegrazing. Daarbij is een vergelijking gemaakt tussen terreinen met gescheperde begrazing (Katlijker schar, Merskenheide en Blauwe Bos), begrazing in een permanent raster (Allardsoog en Duurswouderheide) en lokale drukbegrazing van vergraste heide (Strabrechtse heide, Strijbeekse heide / Kogelvanger en Groote Veld). In de Friese terreinen is expliciet aandacht besteed aan de combinatie van begrazing en aanvullend plagen, en in de Schaopedobbe ook aan schapenbegrazing op een ontgronde, voormalige akker.



9 Praktijkervaringen

It Fryske Gea en Staatsbosbeheer hebben via een vragenlijst hun ervaringen met begrazing door schaapskuddes, met name via geschepende begrazing op een rij gezet. Hieronder volgt daar een overzicht van. Vervolgens worden de ervaringen met drukbegrazing door schapen behandeld, zoals die naar voren zijn gekomen uit een landelijk overzicht.

Het hoofdstuk wordt afgesloten met enige aanvullende opmerkingen over de risico's van preventieve veterinaire middelen voor de heidefauna.

9.1 Gescheperde begrazing

Vragen en antwoorden uit de enquête over geschepende begrazing in Friesland:

- 1) Wat was de belangrijkste reden om met geschepende begrazing te beginnen?
 - a) Het realiseren van beheerdoelen: meer variatie in vegetatiestructuur, vraat aan jonge boompjes, verspreiding van plantenzaden, optimale ontwikkeling van soortenrijke flora en fauna. Een belangrijke reden voor geschepende begrazing is bij kleinere terreinen tevens dat er geen permanent, duur raster geplaatst hoeft te worden.
 - b) Uit waardering van cultuurhistorie
- 2) Wanneer werd ermee gestart?
SBB: 2005; IFG: 2007
- 3) In hoeveel terreinen vindt er nu geschepende begrazing plaats en in hoeveel terreinen begrazing in een raster?
 - a) SBB: 9 terreinen (ca. 50 percelen, 130 ha) met geschepende begrazing, 3 terreinen in een raster (Duurswouderheide, van Oords Mersken, Wijnjeterperschar); Mandeveld (= Allardsoog) is een tussenvorm, er vindt permanente begrazing plaats met enkele runderen en er wordt tevens met een geschepende kudde gegraasd.
 - b) IFG: 5 terreinen; Katlijkerheide: geschepende begrazing; Katlijker Schar: geschepende begrazing op de heideterreinen en met schotse hooglanders integraal in een raster (jaarrond); Schaopedobbe: geschepende begrazing met drukbegrazing op natuurontwikkelpercelen; Lindewijk: geschepende begrazing; Kapellepôle: geschepende begrazing (alleen in 2009)
In eigen beheer worden de terreinen Delleboersterheide en Bakkefeansterdunen en Heide fan Allardseach (Allardsoog) in Bakkeveen begraasd sedert meer dan twintig jaar. Deze worden jaarrond begraasd met koeien, paarden en schapen.
- 4) Wat zijn de voor- en nadelen t.o.v. rasterbegrazing met schapen?
 - a) effect op het terrein, b) kosten, c) qua praktische organisatie en uitvoering
 - a) effect op terrein: met een geschepende kudde worden de nadelen van rasterbegrazing (uniformere vegetatiestructuur, overbegrazing van kwetsbare maar voor vee aantrekkelijke vegetatie, harde grenzen tussen wel en niet begraasde delen) voor een groot deel vermeden

- i) voordelen: variatie in vegetatiestructuur is door gerichte begrazing beter te bereiken; graasgedrag is te sturen ("smakelijke" kwetsbare planten kunnen daardoor worden gespaard); zachtere grens tussen wel/niet begraasd terrein; verspreiding van plantenzaden tussen terreinen
 - ii) nadelen: minder snel resultaat, m.n. voor bevorderen korte vegetatie
 - b) kosten: bedrijfeconomische aspecten zouden moeten worden doorgerekend om een goede vergelijking te maken. Bij rasterbegrazing gaat het globaal om 8 uur onderhoud per jaar aan het raster per 5 ha ingerasterd terrein; bij uitbraak van schapen komt er -ad hoc- nog vangtijd bij; voorts zijn er veterinaire kosten en inhuur van een herder met honden om de kudde bij elkaar te halen, maar die zijn er ook bij een gescheperde kudde. Bij een gescheperde kudde kunnen de kosten van inrastering worden bespaard.
 - c) praktische organisatie en uitvoering: met gescheperde kudde zijn de nadelen van rasterbegrazing voor een groot deel op te lossen. De nadelen van rasterbegrazing zijn dat i) de optimale graasdruk moeilijk te bepalen is en in het seizoen moeilijk aan te passen, ii) het moeilijk is om detail-drukbegrazing uit te voeren, iii) permanente aandacht voor de ingerasterde kudde toch nodig is (o.a. ook vanwege overlast van honden), iv) ook permanente aandacht van de beheerder nodig is voor bijscholing (met name t.a.v. wettelijke verplichtingen) en dat een bedrijfsregister moet worden bijgehouden.
Groot voordeel van gescheperde begrazing is dat de cultuurhistorische meerwaarde beter kan worden benut. Nadeel is dat de scheper zowel verstand van schapen als van flora en fauna moet hebben (gezien het salaris van een herder is deze combinatie in de praktijk moeilijk haalbaar). Bij begrazing van een groter aantal terreinen kan de logistiek moeilijk oplosbaar worden en botsen met de gewenste timing van de uitvoering. Voorts is het een kwetsbare methode bij het uitbreken van grootschalige veeziekten (bijv. MKZ-vervoersverbod)
- 5) Welke beheerdoelen zijn er via de gescheperde begrazing bereikt en welke met de rasterbegrazing? Wat zijn de belangrijkste verschillen?
- a) gescheperde begrazing: het aandeel van Pijpenstrootje in vergraste heide is aanzienlijk verkleind en de variatie in vegetatiestructuur is toegenomen met betere kansen voor een grote soortenrijkdom. De herder kan draagt tijdens het hoeden ook bij aan het bestrijden van opslag in het terrein door deze ter plekke aan te pakken.
 - b) rasterbegrazing: successie in de richting van verbossing is voor een groot deel tegengegaan; vergrassing met pijpenstrootje is onder controle
- 6) Welke terreinen gelden als voorbeeld van een geslaagde inzet van de een of de andere begrazingsvorm, en waarom?
- a) rasterbegrazing: Duurswouderheide (SBB; na enkele tientallen jaren zijn de beheerdoelen onder 5b bereikt); ook op Delleboersterheide en Bakkefeansterdunen (IFG) worden de beheerdoelen naar tevredenheid behaald;
 - b) gescheperde begrazing: in delen van het Schuregaasterveld (SBB), Tolheksbos (SBB) is de achteruitgang van Pijpenstrootje en ontwikkeling van (*Calluna*-)heide al goed te zien. De heideterreinen van It Fryske Gea zijn in opbouw en ontwikkelen zich met behulp van de gescheperde begrazing goed. In die zin kan van alle terreinen die hierin meedoen worden gesproken van een geslaagde inzet.
- 7) Hoe valt de waardering door het publiek van enerzijds gescheperde begrazing en anderzijds rasterbegrazing te beoordelen?

- a) rasterbegrazing: de waardering door het publiek is niet duidelijk, wel is er betrokkenheid, met name als er dieren vast zitten in de bramen of uitgebroken zijn. Toch is ook jaarrondbegrazing, binnen een raster waarbinnen gewandeld mag worden, ook voor het publiek een bezienswaardigheid. In terreinen zoals Delleburen en Bakkeveen, waar je plotseling voor een kudde schapen, paarden of Schotse Hooglanders staat, is er sprake van een verrassingseffect.
- b) gescheperde begrazing: grote waardering, ook als de kudde verplaatst wordt (zowel binnen de terreinen als over de openbare weg). Er worden vaak foto's genomen.

Gescheperde begrazing wordt behalve in grote heideterreinen steeds vaker ook in kleine gebieden toegepast. Door elk jaar in overleg met de terreinbeheerder een begrazingsplan op te stellen, kan een serie terreinen in een regio worden begraasd. Om de logistiek hiervan te illustreren is hier het begrazingsschema van één kudde van de Wylde Weide opgenomen, inclusief de verdeling over deelgebieden in het Katlijker Schar (dank aan Diederik Sleurink).

Tabel 9.1: Begrazingsschema van een schaapskudde van de Wylde Weide op het Katlijker Schar en drie andere heideterreinen in 2013; aangegeven is het aantal kuddedagen per weeknummer (week 20=vanaf 13 mei; week 48=einde 1 december).

Gebied	Oppervlakte (ha)	Graas-dagen	20	21	22	23	24	25	26	27-31	32-37	38	39	40	41	42	43	44-48
Katlijker Schar	34,1	350	3	7	7	7	1	1	1			7	7	7	7		2	
KS 1	1,5	350							1								1	
KS 2	2	350				1											1	
KS 3	1	350		2														
KS 4	6	350			3	1								3				
KS 5	6	350			3									2	1			
KS 6	4	500				2										2		
KS 7	10	500		5		2								2	2			
KS 8	3,6	500	3									5	5					
Katlijker Heide (5 delen)	13,5	350-500					6	6								7		
Kapelllepole	5,5	350									7							
Schaopedobbe	67	350-750							6	35							5	35
Buiten natuurgebied			4									35						

Figuur 9.1: Locaties op het Katlijker Schar die met de schaapskudde werden begraasd in 2013 volgens het schema in Tabel 9.1



9.2 Drukbegrazing

Er zijn 15 terreinbeheerders geraadpleegd die ervaring hebben met drukbegrazing (Tabel 9.2). Voor 24 terreinen is informatie verkregen over de uitvoering van drukbegrazing (zie ook §3.3). Daarnaast is geput uit een eerdere inventarisatie van de eerste ervaringen met drukbegrazing bij It Fryske Gea door Douma & Mulder (2008).

Tabel 9.2: Geraadpleegde terreinbeheerders over ervaringen met drukbegrazing in met Pijpenstrootje vergraste heide.

Beheerder	Contactpersoon
Bosgroep Zuid Nederland	R.F. van der Burg
Geldersch Landschap & Kastelen	W. Geraedts
It Fryske Gea	A. Zijlstra
Landgoed Lankheet	B.H. Rouffaer
Landschapsbeheer De Wassum	S. van Beek
Landschapsbeheer Friesland	G. Meijners
Natuurpunt	K. Lambeets
NM Midden-Brabant	E. de Hoop
NM Zuid-Drenthe	R. Popken
SBB Bargerveen	J. de Vries
SBB Breda	T.M. Bakker
SBB De Kempen	J.A.H. Smits
SBB Mariapeel en Groote Peel	H. Levels
SBB Mariapeel en Groote Peel	W. Cruysberg
SBB Twente	T. Klomphaar

Het **doel** voor de toepassing van drukbegrazing was vooral om vergrassing tegen te gaan, al of niet in combinatie met het bestrijden van opslag. Ook werden genoemd: het uitblijven van verjonging van Klokjesgentiaan en het voorkomen van hernieuwde vergrassing als nazorg na heidebrand.

De oppervlakte van de **uitvoering** bedroeg meestal tussen 0,5 en 2,5 ha, incidenteel meer, met een maximum van 24 ha. Zowel droge als natte terreinen worden drukbegrast. De bedekking met Pijpenstrootje bedroeg voor toepassing 60% of meer. De schaapsherders van De Wassum zijn al in 1988 met drukbegrazing door een schaapskudde in verplaatsbare rasters gestart. Op landgoed Lankheet vindt vanaf 1990 drukbegrazing met paarden plaats. Andere beheerders zijn gestart vanaf 1998, in een groeiend aantal terreinen.

De duur en het seizoen van toepassing van drukbegrazing zijn zeer variabel, maar wel hoofdzakelijk in het groeiseizoen. Vrijwel altijd worden heideschape ingezet, vaak met een hele schaapskudde van ca. 300 dieren, maar op landgoed Lankheet gaat het om vier Pyrenese bergpaarden. Na enige ervaring met runderen werden hier de paarden verkozen omdat deze de vegetatie korter afgrazen, inclusief slecht verteerbare soorten als dophei en berk, paarden de Klokjesgentiaan laten staan, en paarden ook praktisch makkelijker achter een raster te houden zijn wanneer het voedselaanbod afneemt.

Schapen worden soms gescheperd gestuurd, maar veelal worden ze binnen een flexraster gehouden. De begrazing vindt 1-2 keer per jaar plaats, maar meestal in twee periodes, in het voorjaar en in de nazomer (zie ook Tabel 9.1). Per keer gaat het meestal om enkele dagen achtereen (2-10 dagen), waarbij de dieren in het terrein overnachten. Een enkele schaapskudde wordt dus gedurende het seizoen vaak over een grotere serie locaties of terreinen ingezet, zeker wanneer het kleinere heidegebieden betreft. Na begin augustus is drukbegrazing met schapen niet aan te raden omdat Pijpenstrootje dan in bloei is gekomen en de voedingswaarde ervan snel afneemt. De paarden op Lankheet zijn wel het hele groeiseizoen ingezet, waarbij in het vroege voorjaar en het najaar ook wel wordt bijgevoerd.

De gerealiseerde begrazingsdruk is zeer variabel, onder meer afhankelijk van de mate van vergassing. Meestal wordt de drukbegrazing een aantal jaren achtereen volgehouden, tot 10 jaar toe. Bij aanvang wordt vaak gegraasd met ca. 1000-1200 graasdagen / ha / jaar voor schapen en afnemend tot 300. Op Lankheet komt de begrazingsintensiteit van de paarden overeen met een schapen-equivalent van ca. 2000 graasdagen/ha/jaar. Dit is hoog, maar de begrazing wordt meestal dan ook tot één jaar beperkt (vaak met enige begrazing van de hergroei in het volgende voorjaar) en op dezelfde locatie pas na langere tijd (8-15 jaar) weer herhaald.

Of de schapen van tevoren worden ontwormd is vaak niet bekend bij de beheerder, omdat dit buiten het terrein plaatsvindt. Er is wel een trend waarneembaar dat niet meer standaard wordt ontwormd, maar alleen wanneer dit noodzakelijk blijkt, zoals bij de kuddes van De Wassum in Brabant en van de Wylde Weide in Friesland. Op de Strabrechtse en de Groote heide bij Leende wordt tegenwoordig nooit meer preventief ontwormd.

De uitvoering van drukbegrazing is vaak gecombineerd met het kappen van opslag (ook om deze beter begraasbaar te maken) en soms in combinatie met (kleinschalig) plaggen. Op de Strabrechtse heide wordt met de gescheperde kudde ook drukbegrazing toegepast op de hergroei van Pijpenstrootje na branden.

Na beëindiging van drukbegrazing volgt meestal een beheer van extensieve (gescheperde) begrazing of een periode zonder actief beheer.

Net als bij chopperen zijn de **effecten** van drukbegrazing bij de ondervraagde beheerders niet door onderzoek vastgelegd. Soms is wel een incidentele inventarisatie van de vegetatie en telling van eitjes van gentiaanblauwtjes uitgevoerd. Op de Tongerense heide is wel studentenonderzoek aan de vegetatie na drukbegrazing verricht, maar zonder nulmeting vooraf. De globale indruk van de effecten door de beheerders is positief. De vergrassing daalt ten gunste van hei. Daarbij wordt wel de kanttekening gemaakt dat bij lage druk weinig effect zichtbaar is of alleen een opener vegetatiestructuur met minder strooiselophoping. De pollenstructuur verdwijnt vaak en in de eerste jaren na uitvoering overheerst korte vegetatie. De verandering in het microreliëf wordt variabel beoordeeld: van onaangestast tot tijdelijk verslechterd. De structuur wordt op termijn snel gevarieerder door opkomende hei, zowel Struikhei als Dophei. Bij It Fryske Gea is ook vermindering van opslag van jonge berken geconstateerd. In diverse terreinen

is een toename (en verjonging van) Klokjesgentiaan geconstateerd en in algemenere zin meer ruimte voor minder concurrentiekrachtige planten. De Stekelbrem wordt weinig aangevreten. De betreding bevordert Moeraswolfsklauw.

Ook voor drukbegrazing zijn de effecten op de fauna nauwelijks bekend. De Levendbarende hagedis lijkt er alleen tijdelijk onder te lijden en uiteindelijk te profiteren. De mierenfauna kan zich waarschijnlijk snel herstellen en uitbreiden. De eiafzet van Gentiaanblauwtjes op Klokjesgentianen kan bij ondoordachte toepassing worden weg gegraasd, wat op de Groote heide bij Leende tot het verdwijnen van een lokale populatie heeft geleid. In Lankheet en Dwingelerveld wordt na drukbegrazing wel weer succesvolle eiafzet waargenomen.

Drukbegrazing wordt wel toegepast in combinatie met kleinschalig plaggen en dit lijkt gunstig uit te pakken. Na beëindiging van de drukbegrazing verdwijnen de pioniersoorten geleidelijk. Bosopslag is verminderd.

Vervolgbeheer met een gescheperde kudde kan vergrassing voorkomen.

Over het geheel luidt het **oordeel** van de beheerders bij drukbegrazing, vaker dan bij chopperen, dat de hoofddoelstelling deels bereikt is. Dit komt vooral doordat het langer duurt voordat de resultaten zichtbaar worden en er op veel plaatsen nog niet zo lang mee gewerkt wordt. In de Mariapeel wordt Pijpenstrootje op restveen ook na 10 jaar drukbegrazing nog niet altijd succesvol doorbroken, wat waarschijnlijk deels met de enige bodemgesteldheid te maken heeft en deels met een vrij lage begrazingsintensiteit.

Over het geheel zijn er weinig belangrijke problemen bij uitvoering van drukbegrazing met uitzondering van de logistiek: het is vooral bij drukbegrazing met een schaapskudde in tijdelijke rasters lastig om de juiste periode in te plannen. De enige bodem is lastig in de Peel.

Belangrijke voordelen bij de praktische uitvoering zijn het beheer kan worden uitbesteed. Met een gescheperde schaapskudde is het in een groot terrein goed uitvoerbaar. Ook de drukbegrazing met paarden op Lankheet is al meer dan 20 jaar goed vol te houden.

Drukbegrazing wordt gewaardeerd omdat het een meer geleidelijke omvorming geeft met meer structuurvariatie en behoud van microreliëf dan plaggen of chopperen. Ook is het goedkoper en milieuvriendelijker en geeft het minder aantasting van het microreliëf en volgens de beheerders ook minder schade aan insecten, reptielen en vegetatiestructuur dan plaggen en/of chopperen.

Belangrijke **praktische aanbevelingen** voor een goede uitvoering zijn:

- Werk kleinschalig!
- Zorg voor goede afspraken over uitvoering om drukbegrazing alleen uit te voeren op gekozen plekken, op afgesproken tijdstippen en met overeengekomen veebezetting
- Gentianenpopulaties zo nodig tijdelijk uitrasteren in het groeiseizoen (half juni-eind augustus)
- Effect op opslag is alleen goed wanneer er ook voldoende gras te eten is. Boompjes eerst afzetten voorafgaand aan begrazing, zodat ze ook afgevreten worden.

Tenslotte kan worden opgemerkt dat ook permanente drukbegrazing bijzondere natuurwaarden kan opleveren. Dit is het geval voor het weekendraster op de Strabrechtse heide. Hier is in de loop van 40 jaar toepassing (bij ca. 1500 graasdagen/ha/jr) in een groot weekendraster (36 ha) met vooral droge heide en vastgelegde stuifduinen, een kortgrazige heischrale vegetatie ontstaan met een rijke, vooral thermofiele, insectenfauna (zie ook Noordijk *et al.*, 2013) met zeer hoge dichtheden aan bladsprietkevers en mieren (waaronder zeldzame soorten als Buntgrasmier *Lasius psammophilus*, Rode baardmier *Formica rufibarbis*, en daardoor ook de

Diefmier *Solenopsis fugax*. Soorten zoals Tapuit, Grote bonte en Groene specht, Konijn, muizen, Wezel en Bunzing reageren ook zeer positief op de korte vegetatie.

9.3 Veterinaire aspecten

Bij diverse discussies zijn de risico's van negatieve bij-effecten van preventieve veterinaire behandeling op de heidefauna aan de orde gekomen. Met name gaat het om: ontworming, klauwbehandeling, behandeling van myiasis en toepassing van tekenwerende middelen. Hierover is navraag bij de herders Diederik Sleurink (Wylde Weide), Henry Hoiting (Natuurlijk Beheer) en Sjraar van Beek (Landschapsbeheer De Wassum) gedaan en is enig literatuuronderzoek verricht. Terreinbeheerder Jap Smits (SSB De Kempen) meldt dat Staatsbosbeheer twee randvoorwaarden stelt voor de veterinaire behandeling van vee in hun terreinen: het vee wordt niet meer preventief geënt (voor zover niet wettelijk verplicht) en bij ziekte worden de schapen apart gehouden en buiten de heide behandeld. Dat lijkt een goede richtlijn. Ook in de terreinen Allardsoog en Delleboersterheide van IFG worden de schapen noch preventief ontwormd noch preventief met tekenwerende middelen behandeld.

Ontwormingsmiddelen

Deze worden in de veehouderij veelvuldig toegepast. Bij de in Friesland ingezette schaapskuddes en ook bij de schaapskuddes van De Wassum wordt echter niet standaard ontwormd.

Het is belangrijk dat ontworming zo min mogelijk wordt toegepast, want de negatieve effecten op met name mestkevers zijn door onderzoek duidelijk naar voren gekomen (Beynon, 2012; O'Hea *et al.*, 2010; Floate, 2006; Floate *et al.*, 2005). Vooral ivermectine is schadelijk, maar voor bodembewonende fauna zijn morantel en monensine niet schadelijk gebleken (Jensen *et al.*, 2009).

Ten aanzien van de praktische uitvoering merkt Diederik Sleurink het volgende op: "Begrazen is in principe wel zo gezond dat volwassen schapen niet meer ontwormd hoeven te worden. Lammeren moeten met worminfecties in aanraking komen om die resistentie op te bouwen, maar als de druk te hoog wordt moet je ze 'helpen' door ze een keer te ontwormen. Dat doen we zoveel mogelijk selectief, dus door een lam dat opvalt individueel te ontwormen. Zijn er daar een paar van, dan onderzoeken we de mest van een tiental lammeren onder de microscoop, om vast te stellen hoe de besmettingsdruk onder de lammeren is. Is die boven een schadedrempel, dan is het nodig om de lammeren allemaal te ontwormen. Deze middelen doden de wormen in een dag en worden in een etmaal weer uitgepoept. Het is voldoende om de kudde na een ontworming een dag op een terrein te zetten waar het niet zo'n kwaad kan. Dus niet midden op de hei ontwormen en de volgende dag vrolijk verder hoeden. Bij onze kuddes zijn de lammeren deze zomer een keer allemaal ontwormd."

Klauwbehandeling

De herder is dagelijks met onderhoud bezig en pakt elk schaap dat begint te kreupelen en bekapt dat. Na de behandeling komt er een ontsmettende spray op de klauwtjes. Vooral als het een tijdje nat is neemt de besmettingsdruk in de kudde toe en is het voor de gezondheid van de dieren nodig om ze door een voetenbad te halen. Dat vindt plaats buiten de heide, op een berm of een

zandpad of in een hoekje weiland of iets dergelijks. De beheerders weten dat en vragen er ook wel eens naar.

In het voetenbad komt 100 liter water met een 5%-oplossing van formaline. Het wisselt, maar het zal per kudde een keer of 6 tot 8 per seizoen voorkomen. De inhoud van het voetenbad wordt opgevangen en gaat mee terug naar de stal.

Formaline is giftig maar vrij snel biologisch afbreekbaar en negatieve effecten op de heidefauna zijn daarom niet te verwachten.

Myiasis

Myiasis of huidmadenziekte is een ziekte die wordt veroorzaakt door de larven van een aantal soorten Diptera, zoals de Groene vleesvlieg.

Eind april wordt bij de kudde van Sleurink een eerste lichte behandeling toegepast, waarbij de dieren over de rug en op het achterwerk worden beneveld met 5 ml neocidol in 5 liter water. "Dit gebeurt buiten gevoelig terrein en een paar weken voor überhaupt de hei op gegaan wordt. Na 6 weken kan een herhaling nodig zijn (eind mei/ begin juni). Eind juni worden de dieren geschoren, dan is het tot half augustus niet nodig. In augustus en september, als ze weer een laagje wol hebben, worden de kuddes nog een keer behandeld. We kunnen meestal toe met drie à vier keer zo'n lichte behandeling. Die betreft alleen de volwassen schapen. De lammeren zetten we voor het heideseizoen in de Klik (Dicyclanil). Dat middel is veel duurder, maar werkt de hele zomer door. Verder nemen we bij de ooien voor lief, dat de neocidol behandeling zo licht is dat je toch nog af en toe een schaap tegenkomt met een madenplek. De herders zijn er elke dag bij en kunnen die meteen behandelen (wol weg knippen, klein beetje neocidol-oplossing, klaar)."

Neocidol is weliswaar acuut bijzonder giftig voor insecten maar het is wel redelijk snel (weken tot maanden) afbreekbaar in de bodem en breekt snel af in zonlicht. In water bindt het sterk aan organische deeltjes (US NIH / NLM). De risico's voor de heidefauna lijken dus acceptabel.

Dicyclanil is een pyrimidinamine en een groeiregulator voor insecten dat invloed heeft op de chitinevorming. Het bindt sterk aan de bodem en is langzaam afbreekbaar (Sheep CRC). Het risico voor de heidefauna is dus groter dan bij neocidol.

Tekenwerende middelen: permethrin

Permethrin wordt als tekenwerend middel bij de schaapskudden in Friesland niet gebruikt. Ondanks de giftigheid voor insecten zijn de risico's voor de heidefauna beperkt, vanwege de sterke binding aan de schapenvacht enerzijds en de snelle afbreekbaarheid in de bodem dan wel geringe oplosbaarheid anderzijds (Exttoxnet Cornell University).

9.4 Kernpunten

Gescheperde begrazing

- Er zijn gunstige ervaringen met de inzet van gescheperde schaapskuddes om de vergrassing van de heide terug te dringen en de structuurvariatie te vergroten. De effecten op de fauna zijn niet goed bekend. Een knelpunt kan zijn dat bij een grote kudde, de graasintensiteit ook bij een kort verblijf aanzienlijk kan zijn.
- Groot voordeel van gescheperde begrazing is dat de cultuurhistorische meerwaarde beter kan worden benut. Nadeel is dat de scheper zowel verstand van schapen als van flora en fauna moet hebben. Bij begrazing van een groter aantal terreinen kan de logistiek moeilijk

oplosbaar worden en botsen met de gewenste timing van de uitvoering.

- De nadelen van rasterbegrazing zijn vooral dat:
 - de graasdruk zowel in de ruimte als in de tijd niet goed af te stemmen valt en dat
 - permanente aandacht voor de ingerasterde kudde toch nodig is, zowel ten aanzien van toezicht in het terrein als voor bijscholing en registratie.
- Met een gescheperde kudde zijn de nadelen van rasterbegrazing voor een groot deel op te lossen, terwijl de financiële voordelen van rasterbegrazing waarschijnlijk worden overschat.

Drukbegrazing

- Zowel droge als natte terreinen worden drukbegraasd. De oppervlakte van de uitvoering bedroeg meestal tussen 0,5 en 2,5 ha.
- De duur en het seizoen van toepassing van drukbegrazing zijn zeer variabel, maar wel hoofdzakelijk in het groeiseizoen. Vrijwel altijd worden heideschappen ingezet, maar er is ook ervaring met Pyrenese bergpaarden. De schapen worden soms gescheperd gestuurd, maar veelal worden ze binnen een flexraster gehouden.
- De begrazing met schapen vindt meestal plaats in twee periodes van enkele dagen achtereenvolgend, in het voorjaar en in de nazomer. Meestal wordt de drukbegrazing een aantal jaren achtereenvolgend gehouden, tot 10 jaar toe. Bij aanvang wordt vaak gegraasd met ca. 1000-1200 graasdagen / ha / jaar voor schapen en afnemend tot 300.
- Drukbegrazing wordt gewaardeerd omdat het een meer geleidelijke omvorming geeft met meer structuurvariatie en behoud van microreliëf dan plaggen of chopperen. Ook is het goedkoper en milieuvriendelijker en geeft het minder schade aan microreliëf, insecten, reptielen en vegetatiestructuur dan plaggen en/of chopperen.

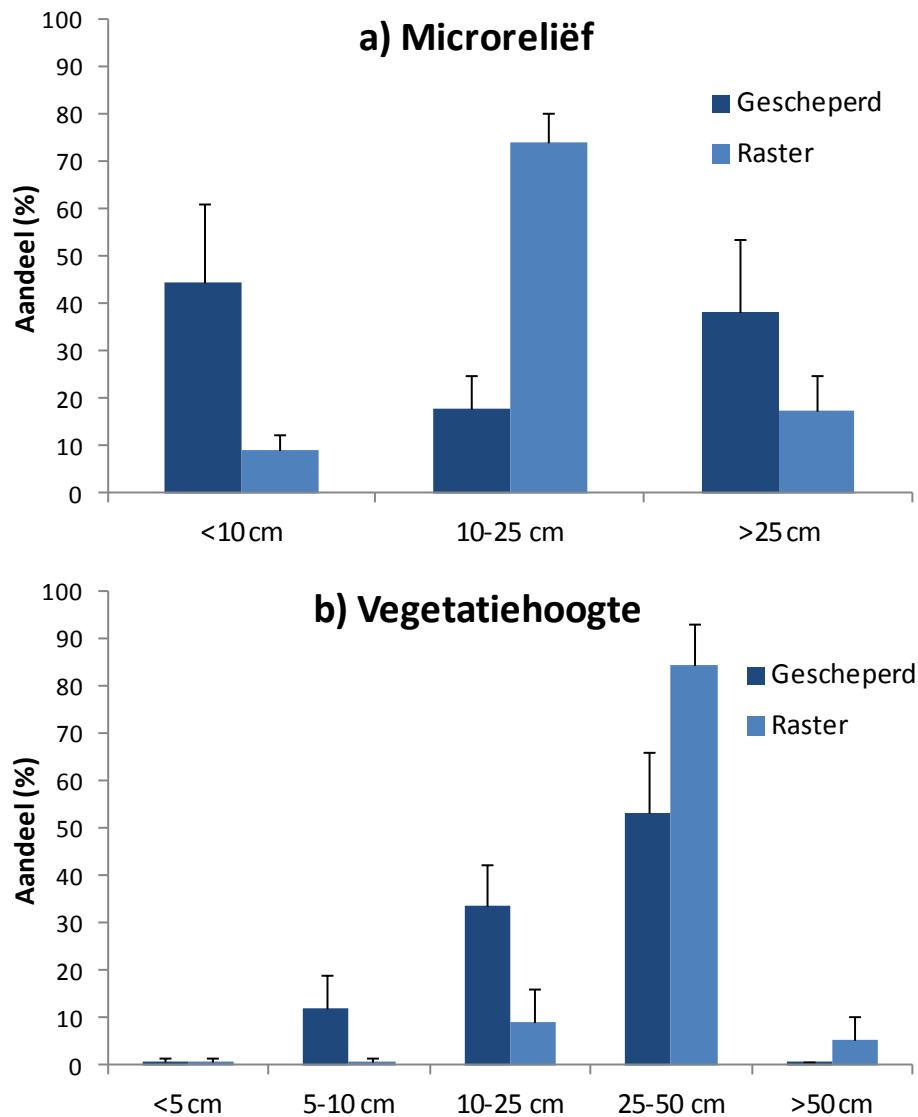
Veterinaire behandeling

- Preventieve ontworming is in principe onnodig en onwenselijk. Voor zover behandeling nodig blijkt, moet deze buiten het terrein plaatsvinden.
- Ook verdere veterinaire behandeling moet buiten de natuurgebieden plaatsvinden. Toepassing van permethrin als tekenwerend middel lijkt geen risico voor de heidefauna te betekenen.

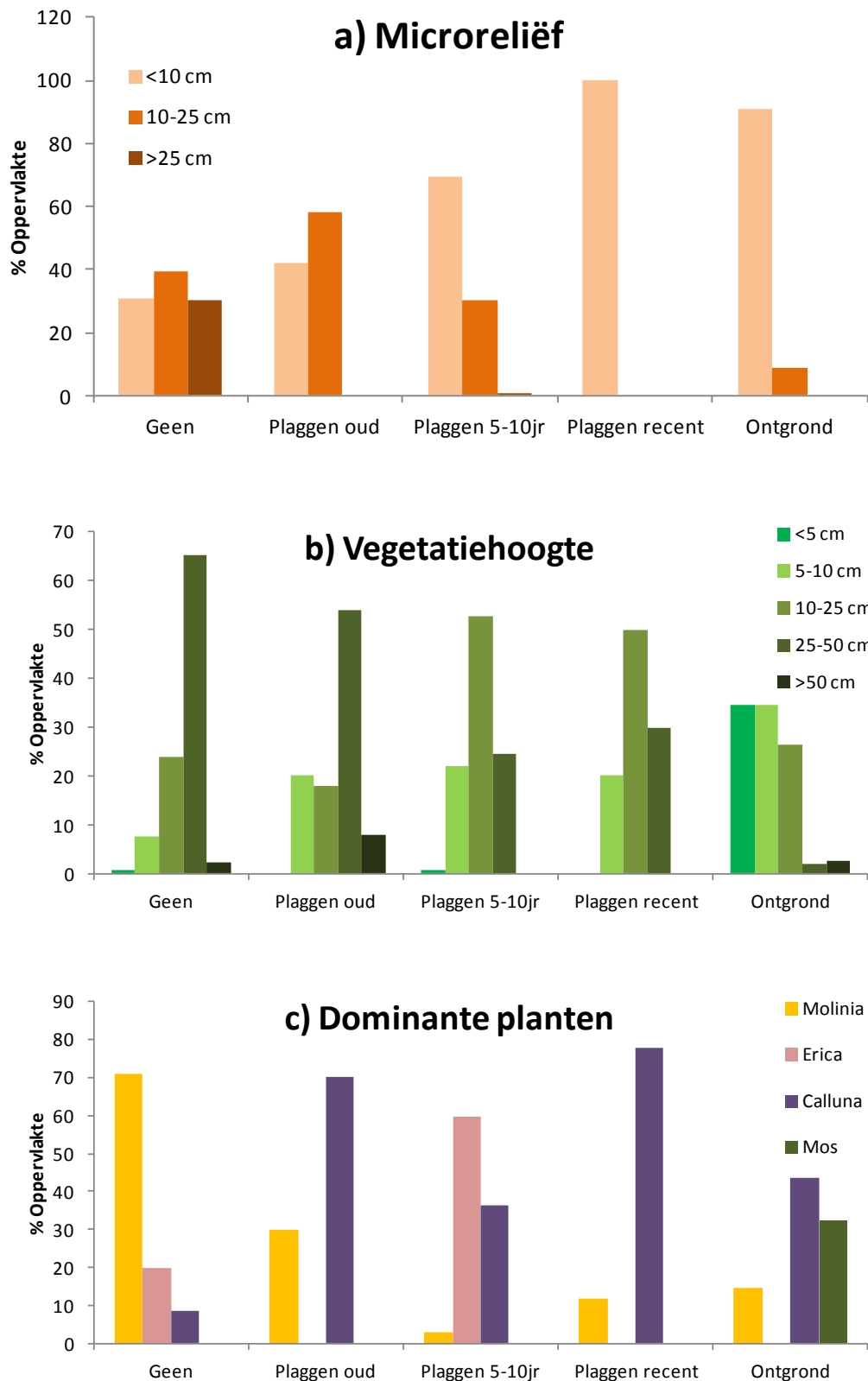
10 Microreliëf, vegetatie en plantchemie

10.1 Microreliëf en vegetatiestructuur

Het microreliëf in de heideterreinen werd voor een belangrijk deel bepaald door de polstructuur van Pijpenstrootje, voor een klein deel ook door mierenbulten. In de gescheperde terreinen was de variatie in microreliëf extremer dan in de rasterbegrazing (Figuur 10.1). Voor in Blauwe Bos was er minder microreliëf, terwijl dit in Katlijker Schar en Merskenheide lokaal juist meer was. Vooral in Blauwe Bos was de vegetatie door de zwaardere begrazingsintensiteit ook korter.



Figuur 10.1: Aandeel ($\pm$ s.e.) van a) de variatie in microreliëf en b) gemiddelde vegetatiehoogte langs transecten van 50 punten (1 punt per meter) in terreinen met gescheperde schaapskuddes (N=8 transecten) en met schapenbegrazing in permanente rasters (N=5 transecten).



Figuur 10.2: Aandeel van a) de variatie in microreliëf, b) gemiddelde vegetatiehoogte en c) dominante planten in relatie tot de aard van aanvullend beheer naast schapenbegrazing.

Microreliëf en structuur verschilden sterk in afhankelijkheid van de uitvoering van aanvullende maatregelen als plaggen en ontgronden. Alleen in de slechts begraasde en vergraste delen kwam een grotere variatie in microreliëf voor (Figuur 10.2a). Op recent geplagde en ontgronde plekken was het microreliëf

vrijwel afwezig, maar op de oudere plagstrook was er wel meer hoogtevariatie dan op de recentere plagstroken.

De vegetatiehoogte was het hoogste in de enkel begraasde delen en op de oude plagstrook (Figuur 10.2b). De ontgronde locatie op de Schaopedobbe had de kortste vegetatie: als gevolg van drukkbegrazing was de vegetatie ook 7 jaar na ontgronding nog niet gesloten.

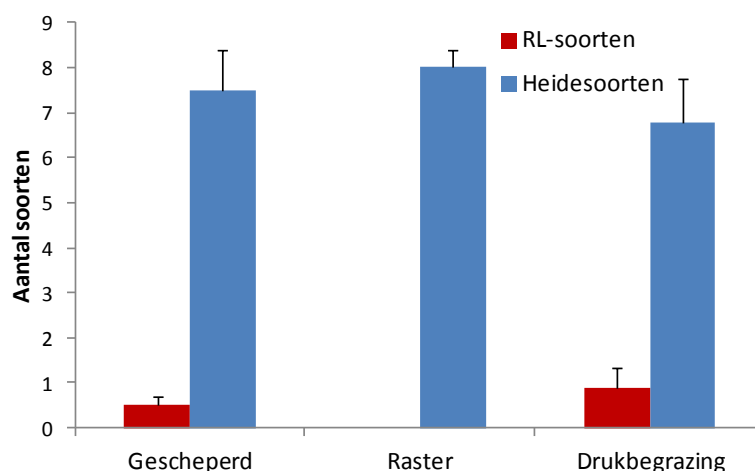
De vegetatie werd zonder aanvullende maatregelen gedomineerd door Pijpenstrootje (ca. 70%) en voor het overige door Dophei en Struikhei (Figuur 10.2c). Dit verschilde niet in terreinen met geschepende schaapskuddes of met begrazing in een permanent raster. Na plaggen raakte de vegetatie gedomineerd door Struikhei en/of Dophei. Na ontgronding bleven vooral de nattere delen gedomineerd door Haarmos.

10.2 Vegetatie

In de terreinen Duurswouderheide, Blauwe Bos en Katlijker Schar was overwegend sprake van een vegetatie van natte heide. De Merskenheide is een droog terrein en in het onderzochte deel van de Schaopedobbe heeft zich na de ontgronding een vegetatie met elementen van droge en van vochtige heide en grasland ontwikkeld (Tabel 10.1). Dit wordt bevestigd door het Ellenberg-vochtgetal (meestal 7,5 of hoger; de waarde is gewogen naar abundantie) en de aanwezigheid van freatofyten (nl. Kleine zonnedaauw, *Drosera intermedia*, Ronde zonnedaauw *D. rotundifolia*, Veenpluis *Eriophorum angustifolium*, Klokjesgentiaan *Gentiana pneumonanthe*, Knolrus *Juncus bulbosus*, Moeraswolfsklauw *Lycopodiella inundata*, Gagel *Myrica gale*, Kruipwilg *Salix repens* en Veenbies *Trichophorum cespitosum*). De freatofyten ontbraken in de opnamen van Merskenheide maar ook van de Duurswouderheide en Allardsoog.

Rode Lijst-soorten van natte heide (nl. Kleine zonnedaauw, Klokjesgentiaan, Moeraswolfsklauw en Veenbies) kwamen vooral voor in Katlijker Schar, Blauwe Bos, Schaopedobbe en in mindere mate op de Duurswouderheide en Allardsoog. Op Allardsoog werd Klein warkruid (*Cuscuta epithymum*) op de plagstroken gevonden. In Merskenheide werd ook de Bosdroogbloem (*Gnaphalium sylvaticum*) aangetroffen en op de drogere delen van de natuurontwikkeling op de Schaopedobbe ook Borstelgras (*Nardus stricta*), Dwergviltkruid (*Filago minima*) en Stekelbrem (*Genista anglica*).

Figuur 10.3: Gemiddelde soortenrijkdom en aantal Rode Lijstsoorten ($\pm$ s.e.) van de heideflora per opname in terreinen met geschepende kuddes (N=8 opnamen), met schapenbegrazing in permanente rasters (N=4) en bij drukkbegrazing met schapen (N=9); geplagde plekken zijn niet in de vergelijking meegenomen.

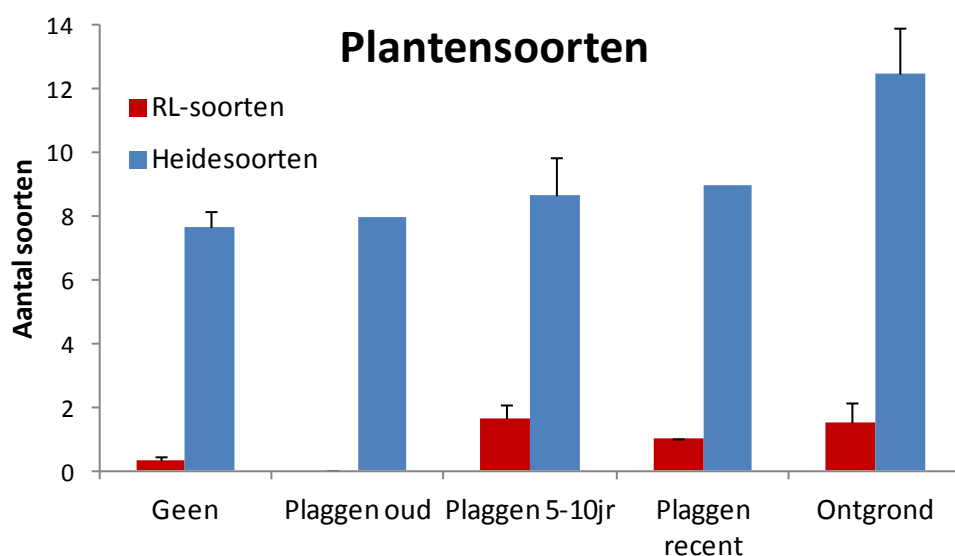


Er was voor de flora geen duidelijk verschil in soortenrijkdom van kenmerkende heidesoorten tussen terreinen met geschepende begrazing, schapenbegrazing binnen een permanent raster en drukbegrazing (Figuur 10.3) zonder aanvullend plaggen. Wel was het opvallend dat er – in tegenstelling tot geschepende begrazing en drukbegrazing – in het geheel geen Rode Lijst-soorten gevonden werden bij de begrazing in een permanent raster, zonder aanvullend plaggen. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat de rasterbegrazing minder succesvol is in het doorbreken van de dominantie van Pijpenstrootje, waardoor Rode Lijst-soorten zich kunnen vestigen. De vergelijking berust echter op een klein aantal terreinen die onderling verschillen, dus dit kan niet als een harde conclusie worden getrokken.

Zonder aanvullend plaggen bleef de dominantie van Pijpenstrootje over Dop- en Struikhei onder schapenbegrazing meestal sterk (Tabel 10.1; zie ook Figuur 10.2). Alleen in het Blauwe Bos was door de begrazing van de geschepende kudde sprake van een afwisselend mozaïek van, deels kort gegraasde, Pijpenstrootje met een hoge abundantie van Dop- en Struikhei. Ook Klokjesgentianen kwamen daar veelvuldig voor. Alleen bij zeer gerichte begrazing lijkt het doorbreken van de dominantie van Pijpenstrootje met schapen mogelijk. Op droge heide lijkt dit, blijkens de evaluatie van Verbeek *et al.* (2006), met drukbegrazing beter mogelijk dan op de hier onderzochte natte heide.

Ook in de via het OBN-onderzoek bekeken terreinen met drukbegrazing (Tabel 10,1; Wallis de Vries *et al.*, 2014) was het opvallend dat de dominantie van Pijpenstrootje na drukbegrazing met schapen op Strijbeek en het Groote Veld niet is doorbroken, in tegenstelling tot Strabrecht, waar ook Klokjesgentianen talrijk waren. Mogelijk is de voorbehandeling door branden (Strabrecht) hier van belang. Overigens keerde de heide (met Klokjesgentianen) het meest effectief terug na drukbegrazing met paarden op landgoed Lankheet (Wallis de Vries *et al.*, 2014). De grote mate van vertrapping door de paarden speelt daarbij waarschijnlijk een belangrijke rol.

Wanneer naast de schapenbegrazing ook gekeken wordt naar aanvullend plaggen (Figuur 10.4), dan wordt duidelijk dat plaggen de soortenrijkdom



Figuur 10.4: Gemiddelde soortenrijkdom en aantal Rode Lijstsoorten ($\pm s.e.$) van de heideflora per opname in Friese heideterreinen met schapenbegrazing in relatie tot aanvullende maatregelen.

Tabel 10.1: Samenvatting vegetatieopnamen in de Friese terreinen met schapenbegrazing in vergelijking met enkele terreinen waar druckbegrazing met schapen wordt toegepast. De getallen in de drie rechter kolommen volgen de Tansley-schaal (zie §3.2.1). De kleurindicatie duidt op hogere waarden. (*=gagelstruweel)

Proefvlak	Gebied	Extra beheer	Aantal Heide- / Rode Lijst-soorten	Freato-fyten	Vochtgetal (gewogen)	Molinia	Erica/ Calluna	Opslag
DH1	Duurswouderheide	plaggen 5-10jr	10/ 1		7,1	7	7/4	2
DH2	rasterbegrazing	plaggen 5-10jr	8 / 1		7,7	4	8/7	0
DH3		geen	10/ 0		6,5	8	4/4	2
DH4+val		geen	6 / 0		6,7	8	2/1	2
MH1	Merskenheide	plag recent	9 / 1		6,2	7	0/7	3
MH2+val1	gescheperd	geen	9 / 0		6,5	8	0/1	4
MH3+val2		geen	8 / 0		6,0	8	0/1	1
MH4		plag oud	8 / 0		5,9	8	0/1	3
BB1	Blauwe Bos	geen	8 / 1	Ja	7,4	8	7/7	2
BB2	gescheperd	geen	8 / 1	Ja	7,5	7	7/8	4
BB3		geen	7 / 1	Ja	7,2	8	4/4	2
BB4		geen	7 / 1	Ja	7,4	7	7/8	3
AO1	Allardsoog	geen	5 / 0		7,3	8	4/3	5
AO2+val1	rasterbegrazing	geen	11/ 0		6,6	8	4/3	2
AO3		plaggen 5-10jr	7 / 1		6,7	4	4/8	0
AO4		plaggen 5-10jr	5 / 1		7,6	4	8/7	1
KS1	Katlijker Schar	plaggen 5-10jr	11/ 3	Ja	8,0	7	8/7	2
KS2+val1	gescheperd	geen	5 / 0		6,8	8	1/1	5
KS3		plaggen 5-10jr	11/ 3	Ja	8,0	7	8/7	3
KS4+val2		geen	8 / 0	Ja	8,0	8	4/8	8*
SD1	Schaopedobbe	Ontgrond	12/ 0		3,9		0/1	0
SD2	druckbegrazing	Ontgrond	13/ 2	Ja	7,0	1	4/5	6
SD3		Ontgrond	9 / 2	Ja	8,2	4	3/3	6
SD4		Ontgrond	16/ 3	Ja	4,1	1	1/5	4
7	Strabrecht (NB)	vanaf 2010	5 / 1		8	6	7/7	3
8	druckbegrazing	vanaf 2010	7 / 0	Ja	6,2	7	6/6	3
9	schapen	vanaf 1970	14/ 4	Ja	7,6	4	8/7	4
10		vanaf 2010	6 / 0	Ja	7,4	6	5/7	5
11		vanaf 2010	6 / 0	Ja	7,5	7	6/6	5
12		Controle	3 / 0		7,4	9	5/3	5
13	Strijkbeek (NB)	Controle	4 / 1	Ja	7,9	9	6/6	3
14	druckbegrazing	vanaf 2005	7 / 1	Ja	7,7	9	3/6	4
15	schapen	vanaf 2005	7 / 2	Ja	7,7	9	4/6	4
16	Groote Veld (Gld)	vanaf 2005	5 / 0		6,8	9	4/6	3
17	druckbegrazing	vanaf 2005	4 / 0		6,7	9	3/3	1
18		Controle	1 / 0		7	9	0/0	1

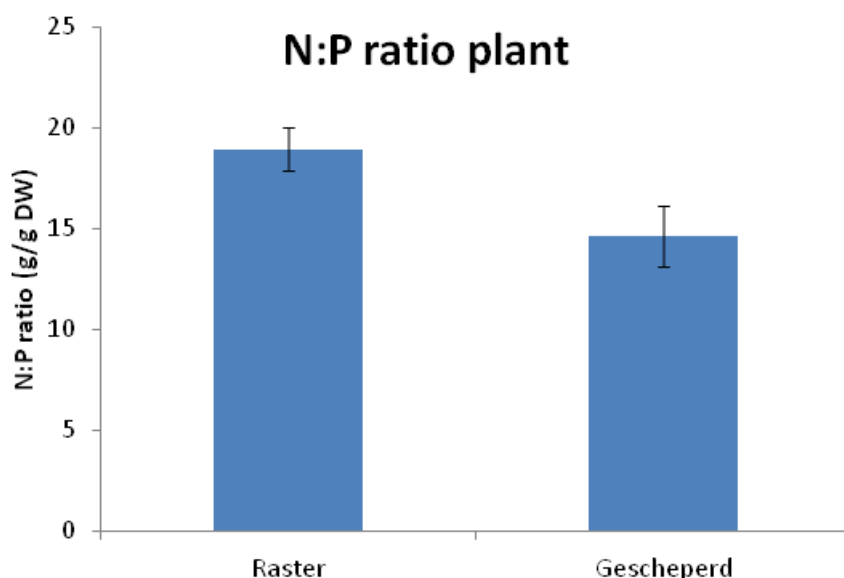
van de heideflora niet duidelijk verhoogd, maar wel het aantal Rode Lijst-soorten (Wilcoxon-toets $P=0,0027$). Alleen Klokjesgentianen werden bij (gescheperde) schapenbegrazing zonder plaggen aangetroffen, terwijl na plaggen ook Kleine zonnedaauw, Moeraswolfsklauw, Veenbies en Klein warkruid voorkwamen. Dit is goed te verklaren omdat bij de Rode Lijst-soorten de soorten van pionierstadia overheersen – uitzonderingen zijn Veenbies en Klokjesgentiaan voor de natte heide en Borstelgras en Stekelbrem voor de droge heide, hoewel deze soorten ook na plaggen vrij snel kunnen terugkeren.

Opslag met Berk, Grove den en andere bomen of struiken kwam in alle terreinen voor, maar was meestal maar beperkt aanwezig (Tabel 10.1). Alleen op de nattere ontgronde delen van de Schaopedobbe was de opslag massaal, net als dit vaak op jonge plagstroken optreedt. In het Katlijker Schar was Wilde gagel plaatselijk dominant. In het OBN-onderzoek werd geen duidelijk verband tussen opslag en drukkbegrazing gevonden (Wallis de Vries *et al.*, 2014).

Het invasieve mos Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) was niet of slechts in geringe mate op drogere delen aanwezig (Allardsoog, Blauwe Bos, Merskenheide). Na drukkbegrazing op Strabrecht was Grijs kronkelsteeltje op drogere delen wel lokaal abundant.

10.3 Plantkwaliteit

Van een deel van de onderzochte gebieden (Allardsoog, Duurswouderheide, Merskenheide en Katlijker Schar) zijn vegetatiemonsters van Dophei (*Erica tetralix*) en Struikhei (*Calluna vulgaris*) genomen en geanalyseerd op chemische samenstelling. Als maat voor plantkwaliteit is hier gekeken naar de N/P-verhouding van de planten (N=stikstof, P=fosfor), aangezien hiervan in eerder onderzoek is aangetoond dat dit een belangrijke kwaliteitsindicator is voor – met name de herbivore – fauna (Vogels *et al.*, 2011). Daarnaast is ook gekeken andere elementen die mogelijk verband houden met de verschillen in deze N:P ratio's, waaronder aluminium, ijzer gehalten en N-gehalten in de plant.

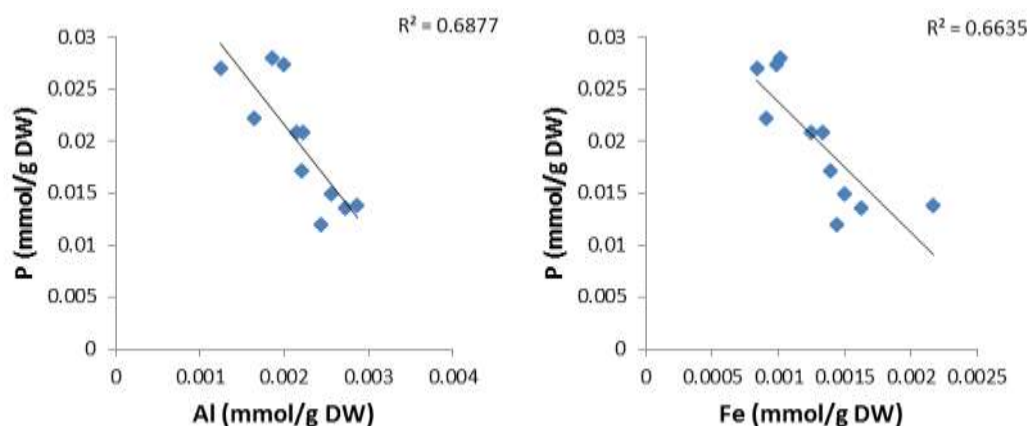


Figuur 10.5: Gemiddelde N:P-ratio ($\pm$ s.e.) van groene scheuten van Struikhei en Dophei bij schapenbegrazing in permanent raster ($n=6$) en met een gescheperde kudde ($n=5$). N:P ratio was significant verschillend tussen beide groepen (t -test: $t=2.33$, $df=9$, $p=0.045$).

10.3.1 Verschillen tussen gebieden en begrazingsvormen

De N:P ratio was het laagst in de gebieden Merskenheide en Katlijker schar, en was beduidend hoger in de gebieden Allardsoog en Duurswouderheide. Onderverdeeld in begrazingsvorm was de N:P ratio in de ingerasterde begraasde gebieden (Allardsoog en Duurswouderheide) daarom gemiddeld

hoger dan in de gescheperd begraasde gebieden (Katlijker Schar en Merskenheide; *Figuur 10.5*). Het verschil tussen beide groepen was significant (t-test: $t=2.33$, $df=9$, $p=0.045$). Dit betekent echter nog geen causaal verband tussen begrazing en plant kwaliteit, zeker wanneer ook gekeken wordt naar de relatie tussen Al en Fe (hogere waarden in de plant zijn beide indicatief voor een sterkere mate van zuurstress) en P-gehalten in de plant (*Figuur 10.6*). De sterke correlaties ($R^2=0.69$, 0.66 resp. voor Al en Fe) tussen deze metalen en de fosfor-gehalten in de plant indiceren dat dit verschil eerder het gevolg is van verschillen in bodemchemische processen van de specifieke terreinen dan van de gehanteerde begrazingsvorm. De alternatieve verklaring, dat de gescheperde begrazing de bodemchemie of de kwaliteit van de topscheuten heeft veranderd, is mogelijk, maar minder waarschijnlijk en wordt ook niet ondersteund door het OBN-onderzoek (Wallis de Vries *et al.*, 2014).



Figuur 10.6: Correlatie tussen Al (links); Fe (rechts) en P in topscheuten van Struikhei en Dophei.

10.3.2 Vergelijking met andere gebieden en studies

De N:P ratio's in de onderzochte gebieden zijn voor Nederlandse begrippen relatief laag. In eerdere studies zijn ratio's tussen 10, oplopend tot 35 gemeten (Vogels *et al.*, 2011, Vogels, 2013, Vogels *et al.*, 2013). De relatief lage gemeten ratio's zijn hier vooral het gevolg van lage gemeten N-gehalten in de plant (gemiddeld 0,98%) maar ook relatief hoge gemeten P-gehalten in de plant (gemiddeld 0,06%). Dit is mogelijk het gevolg van hetzij de aanwezigheid van keileem in de bodem, hetzij de relatief lage historische depositieniveaus in deze regio (hoewel het RIVM aangeeft dat de depositie in de nabijheid van agrarische bedrijven hier toch hoog kan zijn).

In Zuid- en Midden Nederland is het N gehalte van Struikhei zelden lager dan 1% en is daar gemiddeld 1,4 % (Vogels *et al.*, 2011 aangevuld met ongepubliceerde gegevens). De lage gemeten N gehalten in deze studie blijven overigens wel uitzonderlijk laag en worden niet door eerdere metingen in Schaopedobbe (ongepubliceerde gegevens uit 2010) ondersteund, waar juist hogere N-gehalten gemeten werden (gemiddeld 1,76%). De N:P ratio van deze planten lag echter wel in lijn met de waarden van deze studie, gemiddeld 16,3 (17,0 in deze studie). Afhankelijk van de periode van bemonstering kunnen absolute waarden van stikstof en fosfor in plantenweefsels sterk variëren, maar in onderlinge verhoudingen blijft dit patroon wel grotendeels in stand.

10.4 Kernpunten

- De met schapenbegrazing beheerde terreinen in Zuidoost-Friesland herbergen een behoorlijk gevarieerde heidevegetatie. De zeldzame soorten worden vaak gevonden op plaatsen waar aanvullend beheer zoals plaggen heeft plaatsgevonden.
- De dominantie van Pijpenstrootje wordt met alleen schapenbegrazing niet makkelijk doorbroken. Met drukbegrazing of gescheperde begrazing lijkt dit iets beter te lukken dan met begrazing in permanente rasters. Voor de flora was er geen duidelijk verschil in soortenrijkdom van kenmerkende heidesoorten tussen terreinen met gescheperde begrazing, schapenbegrazing binnen een permanent raster en drukbegrazing zonder aanvullend te plaggen. Wel was het opvallend dat er zonder aanvullend plaggen bij begrazing in een permanent raster geen Rode Lijst-soorten gevonden werden, in tegenstelling tot de gescheperde begrazing en drukbegrazing.
- Kleinschalig plaggen lijkt voor de botanische waarde dus een meerwaarde te hebben en te houden in het heidebeheer. Maar in het Blauwe Bos is wel een voorbeeld gevonden waarbij gescheperde begrazing wel heeft geresulteerd in een mozaïek van korte en ruige vegetatie, waar bijvoorbeeld ook de Klokjesgentiaan zich succesvol verjongt. De sturing van de begrazingsdruk door de gescheperde kudde lijkt daarbij een belangrijke factor.
- De chemische kwaliteit van de heideplanten in de onderzochte gebieden, zoals afgemeten aan de N:P ratio, was significant hoger in de gescheperd begraasde gebieden.
- Het verband tussen de concentraties van Al en Fe met P in de platen geven aan dat deze verschillen eerder aan verschillen in bodemchemie toe te schrijven zijn dan aan de verschillen in begrazingsvorm.
- Gemeten stikstofgehalten in de plant waren opvallend laag ten opzichte van planten gemeten in het midden en zuiden van Nederland. Dit kan een effect van lagere depositieniveaus zijn, maar seizoenseffecten zijn ook niet uit te sluiten.

11 Kenmerkende heidefauna

11.1 Gegevensoverzicht

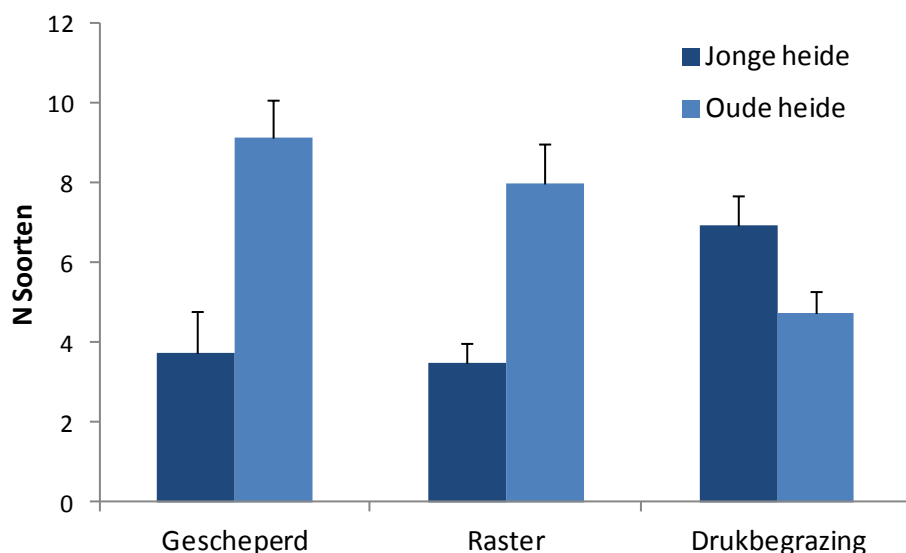
Een overzicht van de per soort getelde individuen van amfibieën, reptielen, dagvlinders, sprinkhanen en mieren die zich op de heide voortplanten, is gegeven in Tabel 11.1. Er zijn 39 kenmerkende heidesoorten op de transecten geteld, waaronder 7 Rode Lijst-soorten; daarnaast is ook de Moeras-sprinkhaan van een aantal terreinen bekend. Veel soorten komen wel in alle terreinen voor, maar slechts 7 soorten werden ook in minimaal vijf van de zes terreinen geteld. De Heivlinder, een soort van droge heide met stuifduinen, is buiten de Schaopedobbe erg schaars. De mieren en sprinkhanen zijn niet of van veel minder terreinen bekend, maar dit is in elk geval deels een kwestie van onderbemonstering. De vondst van de Zeggesteekmier (*Myrmica gallienii*), een zeldzame soort van natte heiden maar talrijk in het Blauwe Bos, kan als zeer bijzonder worden beschouwd. Heideblauwtje (*Plebejus argus*), Heidesabelsprinkhaan (*Metrioptera brachyptera*) en Knopsprietje (*Myrmeleotettix maculatus*) waren in verschillende gebieden redelijk talrijk. Opvallend is dat ook een weinig mobiele soort als de Adder (*Vipera berus*) in alle terreinen aanwezig is. Dit onderstreept, ondanks de versnippering, de nog steeds grote faunistische waarde van de gebieden.

In vergelijking met de onderzochte gebieden van het OBN-onderzoek zijn de Adder en de Bruine vuurvlinder in Friesland veel wijder verbreid, maar ontbreken zuidelijker soorten als Negertje (*Omocestus rufipes*), Veldkrekel (*Gryllus campestris*), en ook het Bont dikkopje (*Carterocephalus palaemon*).

Vrijwel verdwenen uit Friesland is het Gentiaanblauwtje (*Phengaris alcon*), een soort die in de regio alleen nog voorkomt in de omgeving van Zandhuizen. Na 1995 is de soort o.m. verdwenen uit het Schaopedobbe (laatste waarneming 1997), Duurswouderheide (1998), Pupedobbe-Bakkeveen (1998), Blauwe Bos (2001), Wijnjeterperschar (2002), enkele locaties bij Zandhuizen (de Meenthe 2000 en het Ven 2003) en de Delleboersterheide (2008). Alle populaties waren door versnippering al kwetsbaar. Het is nog steeds een punt van discussie of de schapenbegrazing, met name in het Blauwe Bos en bij Zandhuizen deze plotselinge achteruitgang heeft versneld. Het Gentiaanblauwtje is in elk geval wel gevoelig gebleken voor zomerbegrazing, maar ook voor het uitblijven van beheer (Wallis de Vries *et al.*, 2013). Een combinatie van begrazing buiten de zomerperiode en kleinschalig plaggen (met bekalking) lijkt voor deze soort het beste te werken.

Tabel 11.1: Overzicht van de kenmerkende heidefauna voor reptielen, sprinkhanen en dagvlinders. Rode Lijst-soorten zijn met RL aangegeven. Getallen geven totaal aantal getelde individuen aan, alleen voor mieren is het aantal vangbuisjes waarin de soort werd aangetroffen gegeven (max. 40).
(voor dagvlinders, reptielen en sprinkhanen betekent 'x': niet geteld op transecten, maar aanwezigheid in gebied wel bekend; bron: NDFF en beheerders).

Soort	Allards-oog	Blauwe Bos	Duurs-wouder-heide	Katlijker Schar	Mersken-heide	Schaope-dobbe	Successie
Amfibieën							
Heikikker RL		1	2	x			nvt
Dagvlinders							
Bont zandoogje	1	2	x	x	5		Oud
Boomblauwtje	2	5	x	x	x	x	Oud
Bruin zandoogje	2	x	x	4	x	34	Oud
Bruine vuurvinder RL	x	x				1	Oud
Citroenvlinder	x	3	x	1	x	x	Oud
Groentje	x	x	x	2	x	x	Oud
Groot dikkopje RL	7	1	6	x	1	x	Oud
Heideblauwtje RL	10	x	53	85	3	11	Jong
Heivinder RL						2	Jong
Hooibeestje	x	x	x	x	8	7	Oud
Kleine vuurvinder	1	1	x	x	4	4	Jong
Koevinkje	x	x	x	1	x	1	Oud
Oranje zandoogje	2	1	26	8	5	1	Oud
Zwartsprietdikopje	x	x	x	3	4	x	Oud
Mieren							
<i>Formica cunicularia</i>			1				Jong
<i>Formica fusca</i>			3		1		Jong
<i>Formica rufa</i> / <i>F. polyctena</i>		1					Oud
<i>Formica sanguinea</i>						1	Jong
<i>Lasius niger</i>	6		13	7	7	13	Jong
<i>Lasius platythorax</i>	2		9	4		6	Jong
<i>Myrmica gallienii</i>		23			1		Oud
<i>Myrmica lonae</i>	1		1				Jong
<i>Myrmica ruginodis</i>			3		1		Oud
Reptielen							
Adder RL	x	x	1	1	3	x	Oud
Levendbarende hagedis RL	2	1	4	1	2	x	Oud
Ringslang				1			Oud
Sprinkhanen							
Bruine sprinkhaan	x	4	x	2	30	13	Jong
Gewoon doornetje	x	12	x	7	x	x	Jong
Gewoon spitskopje	x	x	x	25	14	x	Oud
Grote groene sabelsprinkhaan	x	x	x	x	x	7	Oud
Heidesabelsprinkhaan	263	177	108	83	97	x	Oud
Knopsrietje	15	48		x	33	63	Jong
Krasser	66	277	43	25	18	37	Oud
Moerassprinkhaan RL		x		x	x	x	Oud
Ratelaar	x	14	x	x	8	13	Jong
Schavertje	x					12	Jong
Snortikker	x				10	56	Jong
Wekkertje	33	8	96	49	38	39	Oud
Zompsprinkhaan RL		x		10			Oud
Jonge heide	6	5	6	5	8	11	15
Oude heide	9	11	7	14	13	8	23
Totaal	15	16	13	19	21	19	39



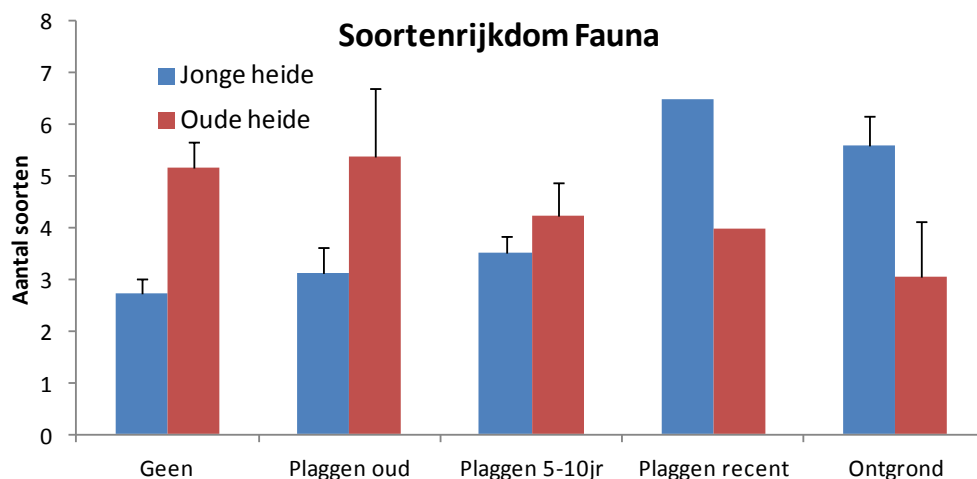
Figuur 11.1: Gemiddelde soortenrijkdom ($\pm$ s.e.) van de heidefauna op een schaal van 50x50 m in terreinen met gescheperde kuddes (N=4), met schapenbegrazing in permanente rasters (N=2) en bij drukbegrazing met schapen (N=12); de gegevens voor de Friese terreinen zijn hierbij van 5 ongeplagde secties gecombineerd om tot een vergelijkbare bemonsterde oppervlakte te komen als voor de proefvlakken uit het OBN-onderzoek.

11.2 Soortenrijkdom

De soortenrijkdom van de heidefauna verschilde niet duidelijk tussen de Friese gebieden met gescheperde begrazing of begrazing in een permanent raster, maar verschilde wel met de elders onderzochte terreinen met drukbegrazing door schapen (Figuur 11.1; Wilcoxon-test $P=0,0119$ voor soorten van jonge heide en $P=0,0025$ voor soorten van oude heide). Omdat de vergelijking een vrij klein aantal, onderling verschillende terreinen betreft, is het niet mogelijk om tot een harde conclusie te komen, maar er zijn in elk geval duidelijke aanwijzingen dat drukbegrazing de soorten van jonge heide bevoordeelt en die van oude heide benadeelt.

Wat betreft de (geringe) verschillen tussen gescheperde of gerasterde begrazing was het in de Friese terreinen wel opvallend dat de Moerassprinkhaan niet lijkt voor te komen in de terreinen met rasterbegrazing, maar wel in terreinen met gescheperde begrazing. De laatste groep (drie terreinen) wordt pas sinds 2005 met een gescheperde kudde begraasd, en dan pleksgewijs, terwijl Duurswouderheide en Allardsoog al veel langer integraal worden beweide. Mogelijk is deze soort van oudere heide in zijn voorkomen beperkt door de integrale begrazing, in combinatie met het vroegere grootschalige plaggen.

Het aantal soorten van de heidefauna verschilde afhankelijk van het uitvoeren van aanvullend plaggen naast de schapenbegrazing (Figuur 11.2). De soortenrijkdom van soorten van jonge heidestadia was hoger na recent plaggen (Merskenheide) en op de ontgronde en drukbegraasde locatie (Schaopedobbe). Tussen de plagplekken van minimaal 5 jaar oud en ongeplagde plekken, was er alleen een gradueel, niet aantoonbaar verschil. Voor de soorten van oudere heidestadia gold het omgekeerde, met de hoogste soortenrijkdom op niet-geplagde plekken of op oude plagstroken. Alleen op de ontgronde delen van de Schaopedobbe was het aantal heidesoorten hoger. Dit kwam vooral door de aanwezigheid van soorten van droge, jonge heide. Voor de soortenrijkdom van niet aan heide gebonden soorten gold hetzelfde patroon.



Figuur 11.2: Gemiddeld aantal ($\pm$ s.e.) waargenomen soorten van de heidefauna per transectsectie (50 m) voor soorten van jonge en oude heidestadia in Friese heideterreinen met schapenbegrazing in relatie tot aanvullende maatregelen.

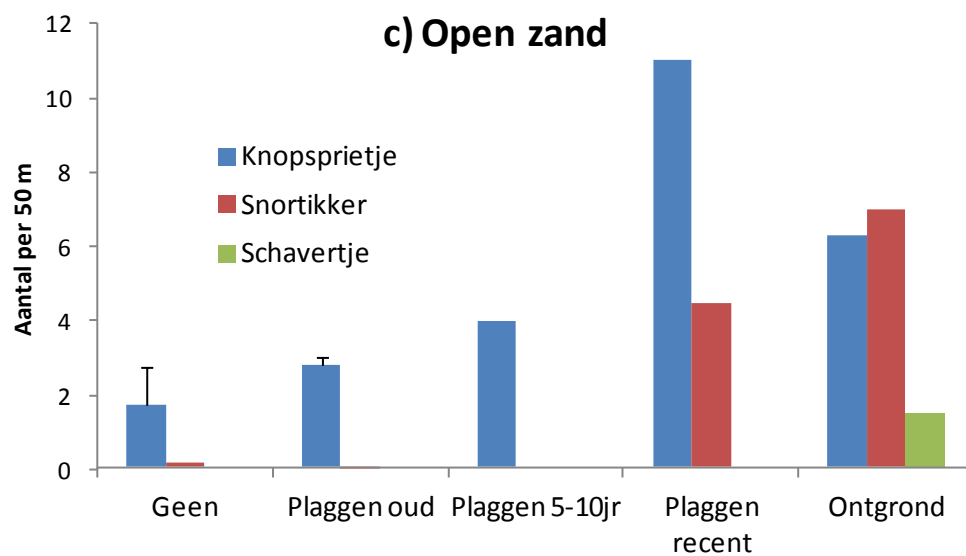
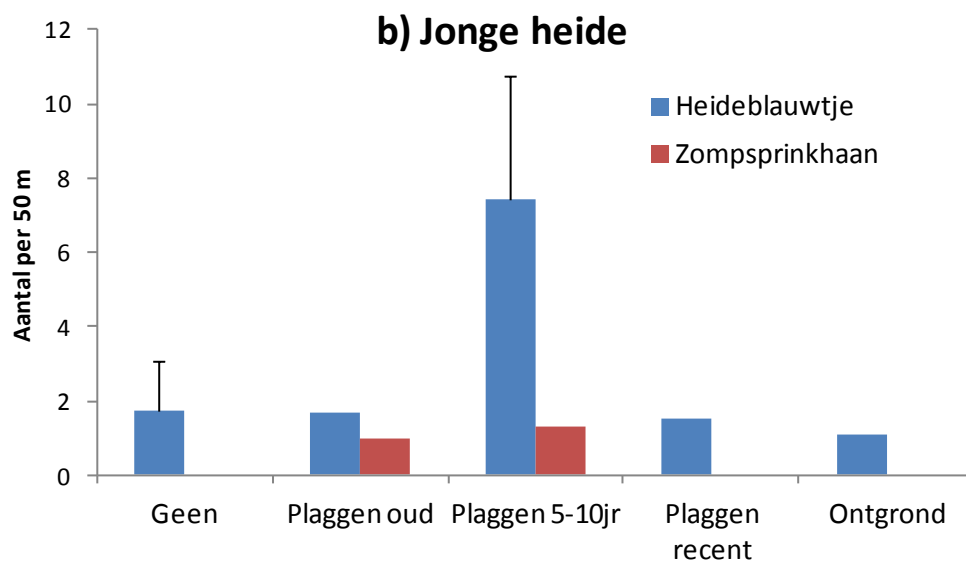
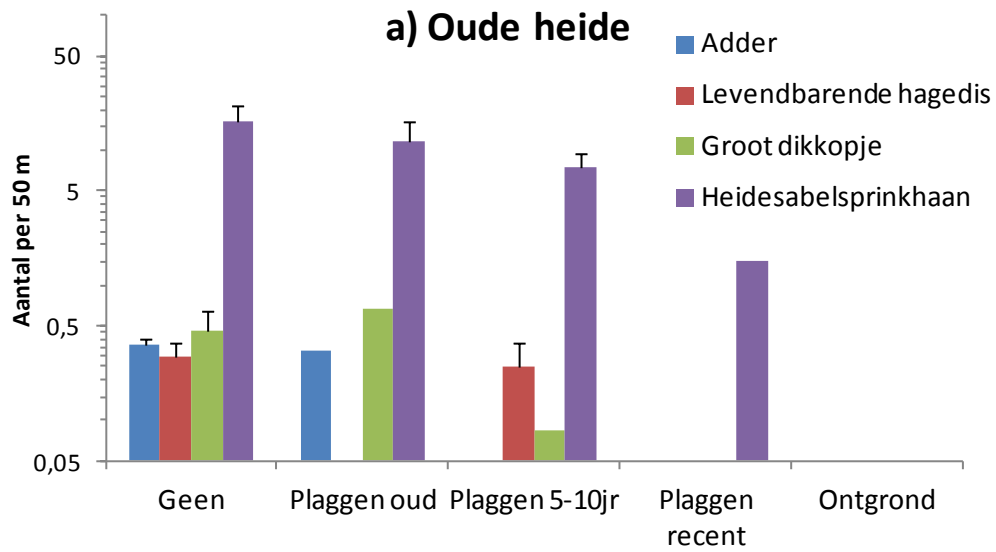
11.3 Afzonderlijke soorten

Behalve de verschillen in het totale aantal heidesoorten waren er ook duidelijke verschillen in het voorkomen van soorten die gebonden zijn aan oude heide, jonge heide en open zand tussen locaties met een verschillend aanvullend beheer (Figuur 11.3).

Van de soorten van oude heide, kwam de Adder alleen voor in niet aanvullend beheerde of lang geleden geplagde plekken. Het Groot dikkopje (*Ochlodes sylvanus*) werd alleen incidenteel ook op jongere plagstroken gezien, maar Levenbarende hagedis (*Zootoca vivipara*) en Heidesabelsprinkhaan werden daar wel in redelijke aantallen gezien. Op de ontgronde plekken ontbraken deze soorten geheel, terwijl de Heidesabelsprinkhaan in lage aantallen wel op de recent geplagde plek op de Merskenheide werd geteld. De gevoeligheid van de Heidesabelsprinkhaan voor plaggen werd ook in het experimentele onderzoek in het Blauwe Bos gevonden (§7.3) en de gevoeligheid voor drukbegrazing is in het evaluerende OBN-onderzoek eveneens geconstateerd (Wallis de Vries *et al.*, 2014). De Levenbarende hagedis is vooral zeer gevoelig voor intensieve begrazing en dus ook voor drukbegrazing (Wallis de Vries *et al.*, 2013).

Heideblauwtje en ook Zompsprinkhaan (*Chorthippus montanus*) – maar deze soort alleen met enkele exemplaren – werden vooral op plagplekken geteld. Van het Heideblauwtje is de binding met jonge, vitale heide bekend en ook de positieve reactie op begrazing (Wallis de Vries *et al.*, 2013). In het experiment leek de Zompsprinkhaan te profiteren van drukbegrazing (§7.3).

De soorten van open zand en korte vegetatie werden, zoals mocht worden verwacht, vooral gevonden op de recent geplagde en ontgronde locaties. Voor Knosprietje en Snortikker werd een soortgelijke respons gevonden in het OBN-onderzoek en ook een toename na drukbegrazing op Strabrecht (§7.3 en Wallis de Vries *et al.*, 2014). Voor de Snortikker werd de positieve respons op intensieve begrazing ook op andere locaties op en rond Strabrecht gevonden (Wallis de Vries *et al.*, 2013).



Figuur 11.3: Gemiddeld aantal individuen (per 50 m) van soorten die gebonden zijn aan a) oude heide (let op de logaritmische schaal!), b) jonge heide en c) open zand (foutenbalken geven de standaardfout in aantallen tussen terreinen weer).

11.4 Kernpunten

- De heideterreinen in Zuidoost-Friesland herbergen ondanks de grote mate van versnippering een opmerkelijk groot aantal kenmerkende soorten van de heidefauna.
- Er waren geen verschillen in soortenrijkdom van de heidefauna tussen terreinen met gescheperde begrazing of schapenbegrazing in een permanent raster, hoewel het aantal onderzochte terreinen te gering is voor harde uitspraken.
- Wel zijn er duidelijke aanwijzingen gevonden dat drukbegrazing de soorten van jonge heide bevoordeelt en die van oude heide benadeelt.
- De combinatie van schapenbegrazing met aanvullende maatregelen kan de soortenrijkdom op het niveau van het gehele terrein ten goede komen. Plaggen in combinatie met schapenbegrazing bevordert de soorten van jonge heidestadia. Drukbe­grazing na ontgronding behoudt de pioniersoorten op de Schaopedobbe. Gescheperde begrazing kan worden ingezet om de soorten van oudere heidestadia te ontzien.
- Een aantal soorten van de heidefauna is kwetsbaar voor intensieve begrazing en voor plaggen. Daartoe behoren met name Adder, Levenbarende hagedis, Heidesabelsprinkhaan en Gentiaanblauwtje. Voor deze soorten is het belangrijk dat delen van terreinen niet of zelden begraasd worden, en dan buiten de activiteitsperiode van deze soorten. Bij aanvullend plaggen moet – via een zeer kleinschalige uitvoering – rekening worden gehouden met de soorten van oudere heidestadia. Het Gentiaanblauwtje is inmiddels uit alle begraasde terreinen in Zuidoost-Friesland verdwenen en nog slechts op twee kleine locaties aanwezig. De schapenbegrazing is een factor om zorgvuldig te sturen bij een eventuele terugkeer van de soort. Met behulp van populatiemodellen is onlangs voorspeld dat een succesvol herstel in de regio alleen in combinatie met actieve bijplaatsing kansrijk is (Radchuk *et al.*, 2012).
- Naast de kwetsbare soorten zijn er ook kenmerkende heidesoorten die profiteren van intensieve begrazing en maatregelen als plaggen. Daartoe behoren vooral warmteminnende soorten van grazige of jonge vegetatie, zoals diverse sprinkhanen en het Heideblauwtje. Voor sommige soorten, zoals Zandloopkevers, Heivlinder en de Kommavlinder (aanwezig in Schaopedobbe en Delleboerster heide), is het zelfs de vraag of begrazing zonder aanvullende maatregelen voor voldoende warme, open plekken en kaal zand kan zorgen voor een optimaal leefgebied.
- De soortspecifieke respons van de heidefauna op begrazing en plaggen, met positieve reacties voor pioniersoorten en negatieve reacties voor soorten van oudere heidestadia, benadrukt het belang van differentiatie in begrazingsdruk en in de uitvoering van aanvullende maatregelen in het heidebeheer. De gescheperde begrazing en het kleinschalig uitvoeren van aanvullend plaggen bieden de mogelijkheid om daar invulling aan te geven; of dit ook met chopperen mogelijk is, moet nog worden afgewacht, omdat alleen de effecten op korte termijn nog goed zijn onderzocht (zie Deel I).

12 Functionele analyse van faunagroepen

In een deel van de locaties uit het retrospectieve onderzoek zijn door middel van potvallen verschillende faunagroepen bemonsterd voor een functionele analyse (toelichting in Hoofdstuk 3). Hiervan zijn de loopkevers en spinnen uitgesorteerd en tot op soort gebracht. De vangmethode met behulp van potvallen is semi-kwantitatief. De hoeveelheid gevangen individuen is zowel afhankelijk van de dichtheid aan individuen als de activiteit van deze individuen tijdens de bemonsteringsperiode op de vangstlocatie. Voor loopkevers is bekend dat er een goede relatie bestaat tussen dichtheid en gemeten activiteit, wanneer andere factoren gelijk blijven (Baars, 1979). Wanneer de individuen een hoge activiteit vertonen, neemt de vangkans per individu toe en zullen er meer individuen in een potval terecht komen. Een hoge vegetatieweerstand leidt tot een verlaging van de vangkans doordat deze de mobiliteit van soorten afremt (Melbourne, 1999). Hierdoor zijn absolute aantallen bemonsterde individuen niet zomaar één op één bruikbaar om uitspraken te kunnen doen over dichtheden van soorten. Om deze reden wordt het aantal gevangen individuen in deze rapportage aangeduid als de "*activity density*", in plaats van dichtheid. In het bemonsteringsseizoen van 2012 is de relatie tussen vangkans en activiteit duidelijk merkbaar geweest. De nat en koud verlopen periode tussen april en juni van dat jaar heeft er toe geleid dat er beduidend minder individuen dan normaal zijn bemonsterd, een fenomeen dat bij meerdere studies met potvallen uit dit jaar is waargenomen. Een laag aantal bemonsterde individuen heeft ook tot gevolg dat het aantal in de vallen aangetroffen soorten ook relatief laag is gebleven. In het voorjaar van 2012 zijn op vier locaties in totaal zeven potvalseries uitgezet. De vangperiode verliep tussen 26 april en 22 september, met in totaal zes leegdata. De locaties die zijn bemonsterd zijn:

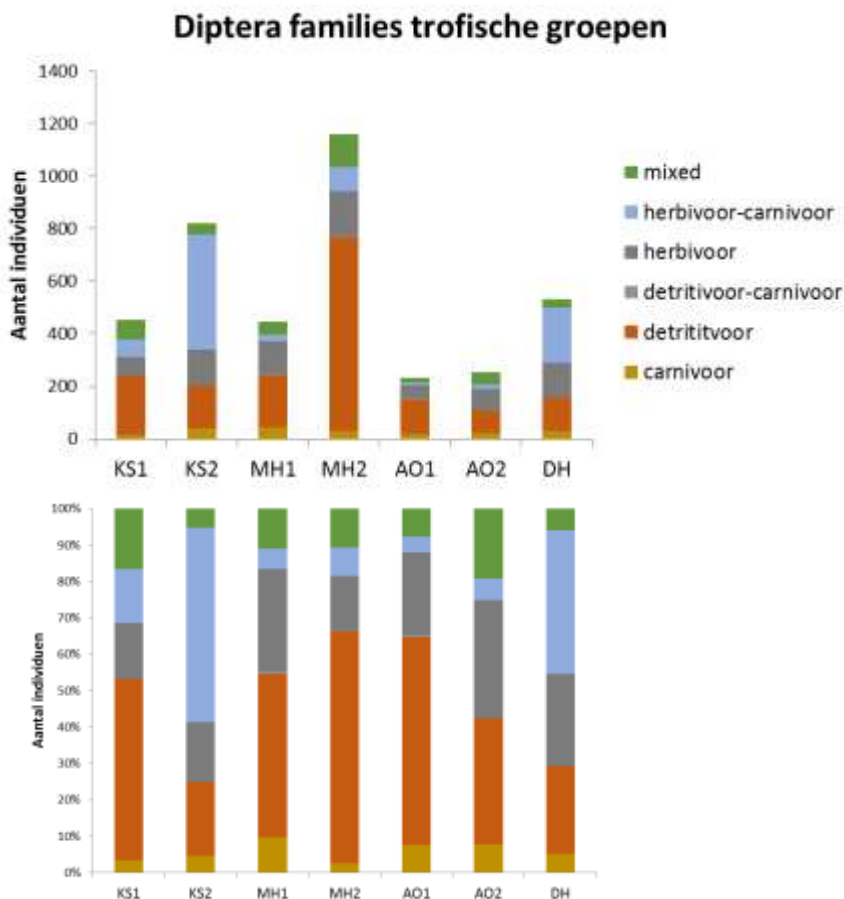
- Katlijker schar (KS 1 en 2; geschepende begrazing)
- Merskenheide (MH 1 en 2; geschepende begrazing)
- Allardsoog (AO 1 en 2; ingerasterde begrazing)
- Duurswouderheide (DH; ingerasterde begrazing)

12.1 Tweevleugeligen

De bemonsterde Tweevleugeligen zijn tot familieniveau op naam gebracht en onderverdeeld naar voedselgilde volgens Beuk (2002). De grootste verschillen in abundanties tussen de gebieden waren te vinden in de herbivoor-carnivore groep en in de detritivore groep (Figuur 12.1). Daar waar de detritivore soorten de hoogste abundanties halen, zijn de herbivore Diptera eveneens het talrijkst. De verschillen tussen herbivore abundanties zijn echter gering en veel minder groot dan bij de detritivoren.

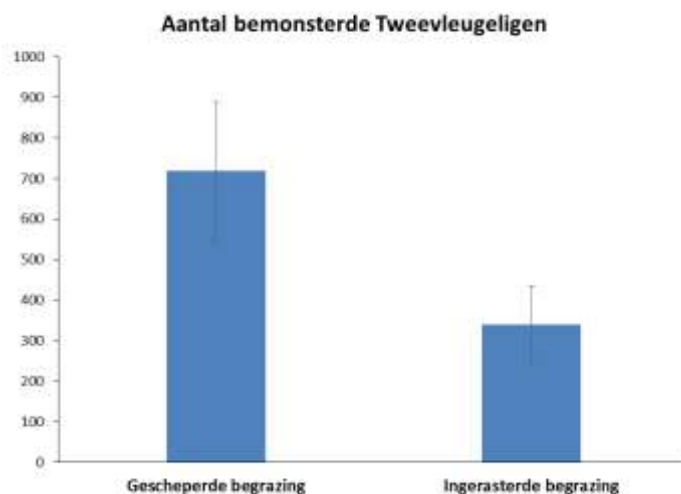
De hoge abundanties van de herbivoor carnivore groep is toe te schrijven aan de hoge abundanties van *Chironomidae* (Dansmuggen) in deze monsters. Dansmuggenlarven zijn in de regel aquatisch levende organismen, dus dit effect zal eerder een gevolg zijn van de plaatselijke hydrologische situatie. Met name het Katlijker schar is een zeer nat terrein, wat de hoge abundanties van deze trofische groep kan verklaren. De hoge abundanties van detritivore Diptera in Merskenheide 2, een geschepend begraasd gebied indiceert wellicht

dat hier een dikke organische laag aanwezig is, waardoor de condities voor detritivore soorten hier optimaal zijn (zowel voor de ontwikkeling: sterk gebufferd, als in de vorm van voedsel). Deze abundanties zijn in de andere gescheperd begraasde gebieden niet beduidend hoger dan de ingerasterde begrazingsvorm, dus dit zal eerder een locatie-specifiek verschil zijn. Opvallend is de lage algehele abundantie van Tweevleugeligen in de ingerasterd begraasde gebieden (Figuur 12.2; met name Allardsoog, maar ook de Duurswouderheide als de uit *Chironomidae* bestaande groep herbivoor-carnivoor buiten beschouwing wordt gelaten).



Figuur 12.1: Absolute(links) en relatieve (rechts) abundanties van bemonsterde Tweevleugeligen onderverdeeld per voedselgilde in de verschillende locaties.

Figuur 12.2: Gemiddeld ($\pm$ S.E.) aantal individuen van bemonsterde Tweevleugeligen in potvallen in de monsterpunten. Ingerasterde begrazing = ingerasterde (permanent) begraasde terreinen (Allardsoog; Duurswouderheide; $n=3$) Gescheperde begrazing = Gescheperde (seizoens) begrazing (Katliker schar, Merskenheide; $n=4$).



12.2 Loopkevers

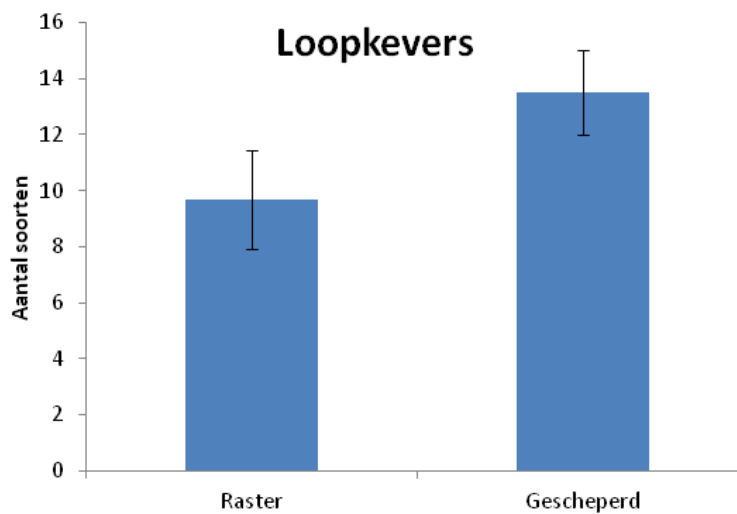
De soortsaamenstelling van de loopkevers is per locatie geanalyseerd op basis van habitatspecificiteit (naar Turin, 2000). Deze verdeling levert een eerste indicatie op van de habitatkwaliteit voor de aanwezige loopkevers. Soorten die karakteristiek zijn voor (natte) heide zijn door Turin onderverdeeld in groep A1 (specifiek voor heide en hoogvenen). De overige coderingen geven een specificiteit voor andere terreintypen weer, zoals bossen (D2 en D3), ruderaal terreinen (G), en rietlanden en jonge polders (H). Soorten met een brede ecologische amplitude zijn als eurytoop aangemerkt (EU).

Het nadeel van deze karakterisering is dat zij vrij streng is toegewezen; veel soorten die wel enige voorkeur voor bepaalde habitattypen hebben, maar ook in relatief hoge dichtheden in andere habitattypen voor kunnen komen zijn in deze verdeling als eurytoop gekarakteriseerd. Daarnaast geeft deze classificatie geen verdere informatie over de eigenschappen van de soorten en kan daardoor ook geen verdere informatie leveren over de sturende processen die verantwoordelijk zijn voor de saamenstelling van de gemeenschap. Het geeft dus alleen een eerste indicatie van de kwaliteit van een locatie voor heidekarakteristieke soorten.

Om ook uitspraken te kunnen doen over verschillen in (a)biotische sturende processen is dezelfde loopkevergemeenschap ook geanalyseerd op basis van (combinaties van) soortspecifieke eigenschappen. Deze soorteigenschappen zijn gebaseerd op de eigenschappen-database van Hans Turin (Turin, 1991; later aangevuld en bijgewerkt door dezelfde auteur, 2000). Een aantal van de eigenschappen in de database zijn in deze analyse aan elkaar gekoppeld om tot een relevante analyse van soorteigenschappen te komen. In deze rapportage zijn de reproductiestrategieën, zoals eerder beschreven in Vogels *et al.* (2011) gebruikt om meer inzicht te krijgen in mogelijke verschillen in seizoensafhankelijke omgevingsvariabelen.

Soortspecifieke informatie over vliegvermogen (langvleugelige soorten zijn mobieler dan dimorfe soorten en kortvleugelige soorten), gecombineerd met grootte (grote soorten zijn mobieler dan kleine soorten) zijn gebruikt om de soorten onder te verdelen in drie mobiliteitsklassen (hoog/matig/laag). De verdeling van deze mobiliteitsklassen levert inzicht op in de mate waarop storingsinvloeden optreden in een terrein; waarbij bij hoge mate van verstoring hoog mobiele soorten een hoger aandeel zullen innemen dan matig mobiele en laagmobiele soorten. Verdeling van de loopkevergemeenschap over grootteklassen is gebruikt om een indicatie te krijgen van storingsinvloeden, waarbij kleine soorten minder gevoelig worden geacht voor continue verstoring dan grote soorten. De verdeling over de verschillende klassen is steeds gegeven voor zowel *activity density* als aantal soorten en zowel voor de relatieve als de absolute verdeling.

Ten slotte is nagegaan of er een verband aanwezig is tussen de gemeten plant kwaliteit (uitgedrukt in N:P ratio; zie § 10.1) en het aantal bemonsterde soorten loopkevers, zowel over het totaal als over verschillende trofische groepen (herbivoor, carnivoor, omnivoor). Aangezien het aantal monsterpunten in dit project onderdeel relatief laag is en correlaties nog geen oorzakelijke verbanden hoeven te betekenen, moeten de resultaten van deze analyse wel met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.



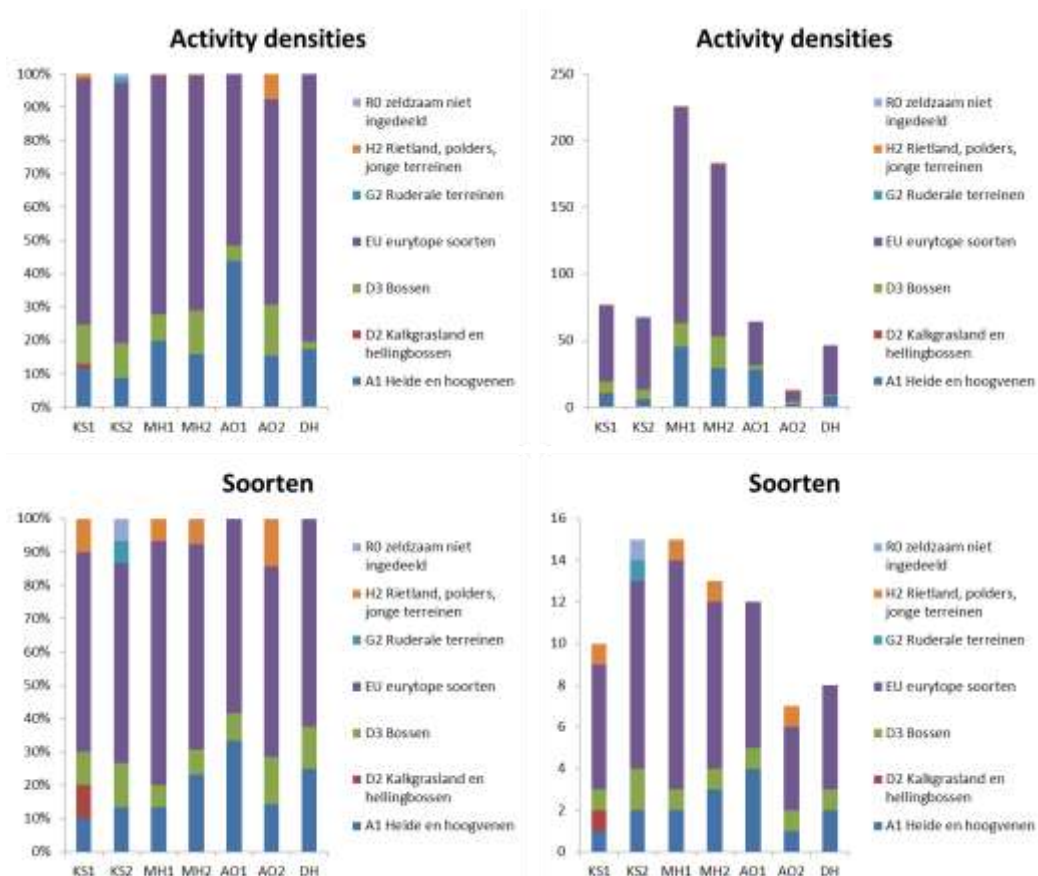
Figuur 12.3: Gemiddeld ($\pm$ S.E.) aantal bemonsterde soorten loopkevers in potvallen in de monsterpunten. Raster = ingerasterde (permanent) begraasde terreinen (Allardsoog; Duurswouderheide; $n=3$) Gescheperd = Gescheperde (seizoens) begrazing (Katlijker schar, Merskenheide; $n=4$). Door het lage aantal monsters ($n=3$ of 4) zijn significantietoetsen tussen behandelingen niet zinvol.

12.2.1 Algemeen overzicht

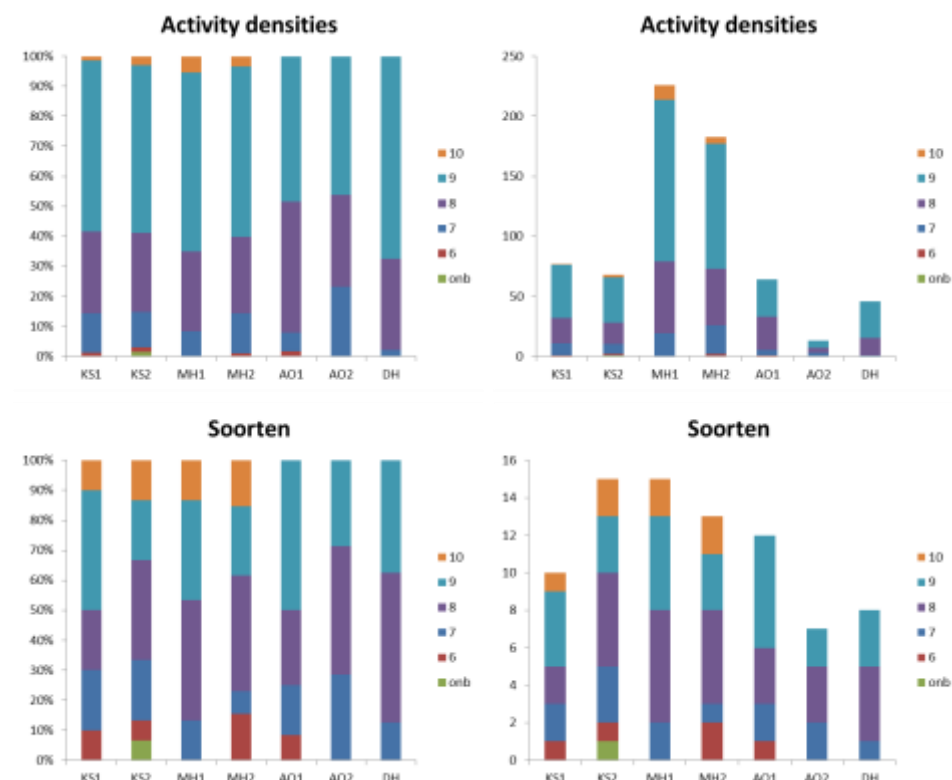
In totaal zijn 677 individuen gevangen, verdeeld over 32 soorten. Het soortenrijkst waren de locaties in de gebieden Merskenheide, met 13 resp. 15 soorten en Katlijker schar (2^e locatie) met eveneens 15 soorten. Duidelijk soortenarmer zijn de locaties in de Duurswouderheide en Allardsoog. De bemonsterde locaties zijn relatief arm aan loopkever soorten. In een eerder (in 2008) uitgevoerd onderzoek in een vergelijkbaar type heide op het Dwingelderveld werden over een vergelijkbare bemonsteringsperiode met dezelfde bemonsteringsintensiteit meer soorten aangetroffen per monsterpunt: gemiddeld 16,5 (minimaal 9 en maximaal 31 soorten) (Vogels *et al.*, 2011). Het gemiddeld aantal bemonsterde individuen per potval serie was in deze studie ook hoger (97 in deze studie en 231 in de eerder genoemde studie), wat het lager aantal bemonsterde soorten deels verklaart. Gemiddeld zijn in de locaties met gescheperde begrazing 13,5 soorten aangetroffen, tegen 9,7 soorten in de ingerasterd begraasde gebieden (Figuur 12.3). De aantallen loopkevers (*activity density*) verschilden eveneens sterk tussen locaties. Deze waren beduidend hoger in de vangstlocaties op de Merskenheide, en opvallend laag in de monsterlocatie 2 op Allardsoog (AO2) (zie voor een overzicht bijvoorbeeld *Figuur 12.4*).

12.2.2 Habitatspecificiteit

Het aandeel van heidekarakteristieke soorten was het hoogst in de vangstlocaties op een van de twee locaties op Allardsoog, met ruwweg 30% (4 soorten) van de soorten behorende tot een heidekarakteristieke soort (Figuur 12.4). Het absolute aantal heidekarakteristieke soorten was laag in de locaties op het Katlijker schar en Allardsoog 2, met 1 tot 2 karakteristieke soorten. Het merendeel van de soorten is volgens de Turin-classificatie een eurytope soort. Het aandeel specifieke soorten van andere terreinen is overal niet erg hoog, waarbij boskarakteristieke soorten nog het hoogste aandeel innemen. In *Figuur 12* is hetzelfde overzicht gegeven, maar dan op basis van de erytopiegraad. Dit is een schaal van 1 tot 10, waarbij soorten met een 1 sterk



Figuur 12.4: Verdeling van de bemonsterde loopkevers op basis van in Turin (2000) beschreven habitatspecificiteit. Boven: op basis van aantal gevangen individuen (activity density); Onder: op basis van aantal aangetroffen soorten. Links: relatieve verdeling; rechts: absolute verdeling.



Figuur 12.5: Verdeling van de bemonsterde loopkevers op basis van in Turin (2000) beschreven eurytopiegraad (1 sterk stenotoop; 10 sterk eurytoop; onb=onbekend) Boven: op basis van aantal gevangen individuen (activity density); Onder: op basis van aantal aangetroffen soorten. Links: relatieve verdeling; rechts: absolute verdeling.

stenotope soorten zijn en soorten met een eurytopiegraad van 10 uitermate eurytope soorten zijn. Uit de figuur is op te maken dat de gemeenschap van loopkevers uitsluitend uit matig tot zeer eurytope soorten bestaat. De matig eurytope soorten (graad 6) bestaan uit soorten die hun zwaartepunt kennen in Heide en hoogvenen (*Poecilus lepidus*, *Harpalus solitaris*), Kalkgrasland en hellingbossen (*Stomis pumicatus*), Bossen (*Cychrus caraboides*) en Rietland, polders en jonge terreinen (*Chlaenius nigricornis*).

12.2.3 Reproductiestrategieën

Om meer inzicht te krijgen in de geschiktheid van een habitat door het jaar heen is een analyse op reproductiestrategieën uitgevoerd. Over het algemeen kan worden gesteld dat de meest kwetsbare periode voor loopkevers de larvale periode is. In dit stadium is de soort slechter in staat om ongunstige condities te vermijden, zoals perioden van extreme droogte, overstroming, extreme verstoring, etc. Ruwweg zijn er twee wijzen van jaarcyclus: soorten die als larve overwinteren, en soorten die als adult overwinteren. Hier zijn een aantal afgeleide vormen in te onderscheiden, die meestal relatie houden met de duur van de stadia (zoals langlevende adulten (en/of larven), en een klein aantal soorten met specifiek bijsturingsgedrag (zoals strategie C4 in onderstaande tabel). In Tabel 12.1 zijn de in dit onderzoek aangetroffen strategieën in een tabel bijgevoegd, met de hierbij behorende karakteristieken.

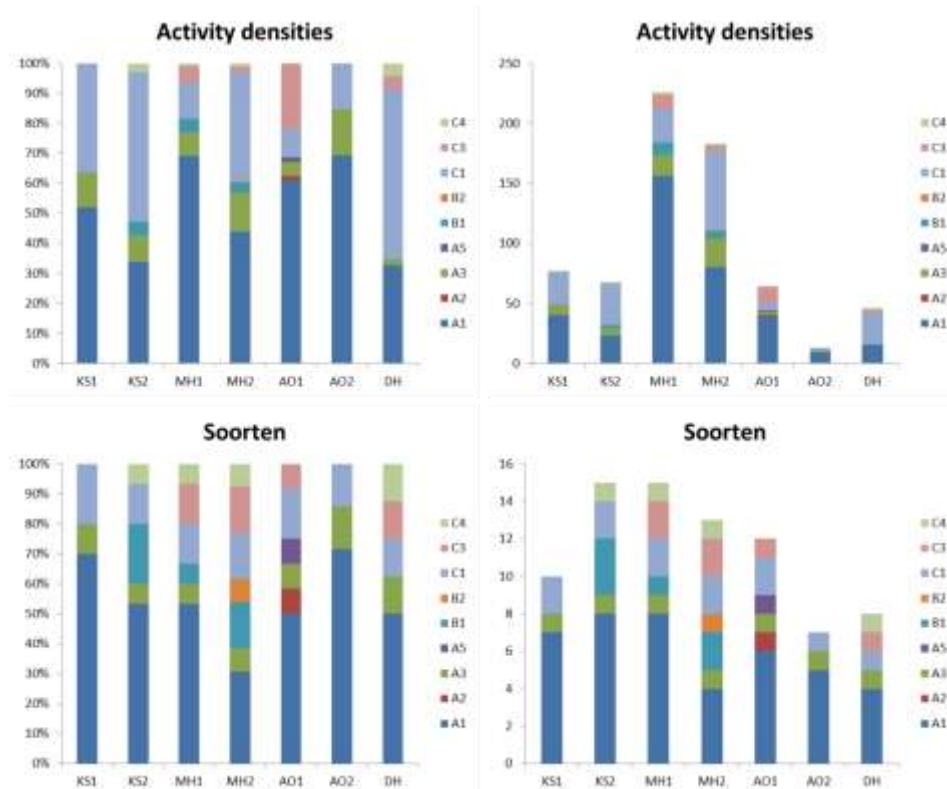
De meeste soorten loopkevers in Nederland behoren tot strategie A1. Deze soorten zijn univoltien (één generatie per jaar), overwinteren als adult en planten zich in het voorjaar voort. Larven ontwikkelen in de zomer en verpoppen in het najaar tot adult. Hier van afgeleid zijn een aantal strategieën die van elkaar verschillen door een ander tijdstip van de reproductieve periode. Groep A2 en A5 verschillen in feite weinig van A1: reproductie vindt wat eerder of later in het seizoen plaats. Soorten met strategie A3 kennen langlevende adulten die pas na een langere periode tot

Tabel 12.1 Overzicht van de verschillende reproductiestrategieën van de in dit onderzoek bemonsterde soorten loopkevers (naar Vogels et al., 2011).

strategie	overwintering	voortplanting	larve	adult	opmerkingen
A1	adult	voorjaar	zomer	voor en najaar	
A2	adult	winter	voorjaar en zomer	voor en najaar	
A3	adult	herfst	voorjaar en zomer	jaarrond	langlevende adulten
A5	adult	voorjaar en herfst	voorjaar en zomer	voor en najaar	
B1	larve	herfst	herfst tot lente	zomer-herfst	
B2	larve	voorjaar en herfst	winter en zomer	voorjaar tot najaar	langlevende larven?
C1	adult en larve	herfst	winter en voorjaar	jaarrond	langlevende adulten
C3	adult en larve	voorjaar en herfst	winter en zomer	voor en najaar	langlevende adulten?
C4	adult en larve	voorjaar	zomer-herfst en zomer tot winter	voor en najaar	gedeeltelijke overwintering larven of lange larvale periode

reproduceren komen. Deze groep reproduceert in de herfst, larven ontwikkelen zich net als de andere soorten in het voorjaar en de zomer.

Soorten behorende tot groep B1 kennen een omgekeerde levensloop: hier overwinteren de larven. Deze verpoppen in het voorjaar tot adult, de adulten overwinteren en planten zich in het najaar voort. Soorten behorende tot groep B2 kennen waarschijnlijk langlevende larven, waarbij de larve van 1 generatie langer dan een jaar over haar ontwikkeling doet voordat deze adult wordt. Soorten van groep C overwinteren zowel als larve als adult. Soortgroep C1 en C3 zijn vergelijkbaar met groep B, maar kennen beide langlevende adulten. De enige soort die tot groep C4 gerekend is, kent een facultatieve overwintering van de larve. Een deel van de larven verpopt in het najaar tot adult en reproduceert in het vroege voorjaar. Wanneer een larve in het najaar nog niet voldoende heeft kunnen groeien om tot het adulte stadium te komen, overwintert deze en ontwikkelt verder in het voorjaar. Deze larven verpoppen in de zomer, de adulten overwinteren en planten zich voort in het daaropvolgende voorjaar. Deze soort kan hierdoor suboptimale omstandigheden in de zomerperiode ondervangen door de larvale ontwikkelingsduur te verlengen. De basisstrategie voor deze soort is derhalve een A1 strategie.

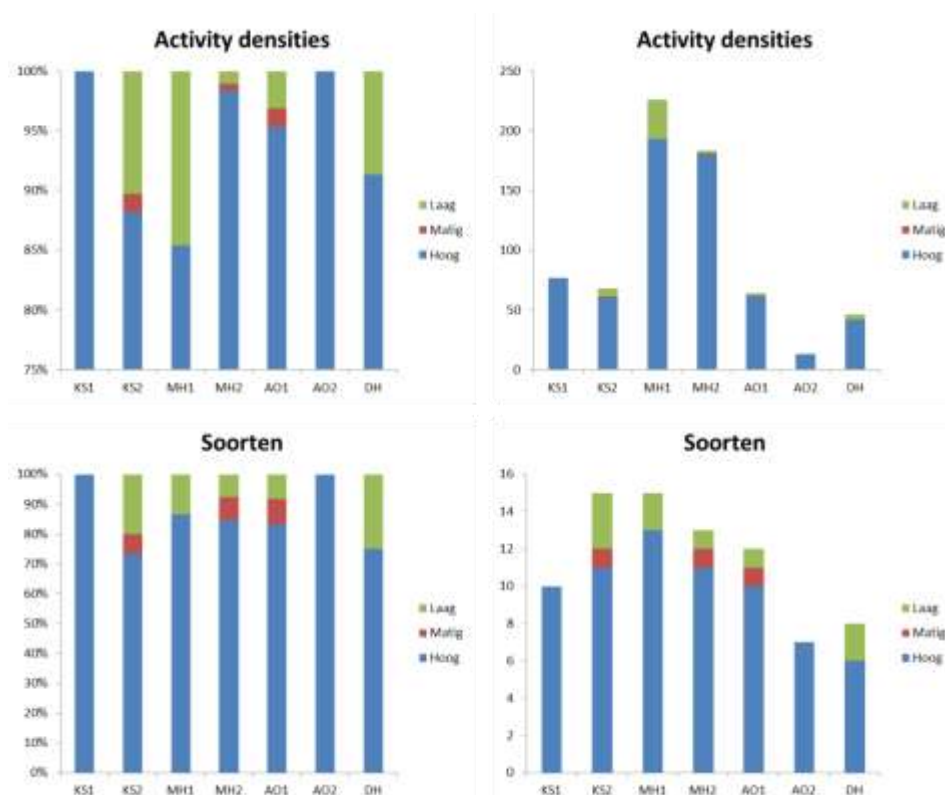


Figuur 12.6: Verdeling van de bemonsterde loopkevers op basis van in Vogels et al. (2011) beschreven reproductiestrategieën. Boven: op basis van aantal gevangen individuen (activity density); Onder: op basis van aantal aangetroffen soorten. Links: relatieve verdeling; rechts: absolute verdeling.

In *Figuur 12.6* valt op dat in de meeste locaties soorten met een B-strategie zeer weinig zijn bemonsterd. Zowel de *activity density* als het aantal soorten behorende tot deze strategieën zijn weinig vertegenwoordigd. Het aantal soorten varieerde tussen 0 en 3. Alleen in de Merskenheide locaties en Katlijker schar locatie 2 zijn B-strategen gevangen. Soorten die eveneens een larvale overwintering kennen, maar daarnaast langlevende adulten hebben

(C1) zijn vaker aangetroffen in de vallen. Het aantal soorten was relatief laag 1-2, maar deze haalden wel een hoge *activity density*, met name in Merskenheide en Katlijker Schar. A1-strategen waren in alle locaties goed vertegenwoordigd. Voor heide is het vrij gangbaar dat meer dan de helft van het aantal soorten tot deze strategie behoort met de hoogste abundanties.

Het lage aandeel aan univoltiene winteroverwinteraars is een indicatie dat de condities voor larvale overwintering in de winter in de meeste gebieden niet tot nauwelijks geschikt is. Mogelijk speelt de hydrologische situatie van de terreinen hier een rol in. In goed ontwikkelde natte heide treden langdurige inundaties in de winter en het vroege voorjaar regelmatig op. Dit beperkt de mogelijkheden voor B-strategen om hun levenscyclus in deze terreinen te voltooien, aangezien zij die periode als larve deze condities moeten overleven. Voor het Katlijker Schar zou dit de afwezigheid van deze soorten kunnen verklaren, maar voor Allardsoog, een relatief droge heide, ligt dit minder voor de hand. Voor dit gebied zou de inzet van ingerasterde begrazing een mogelijke rol kunnen spelen. Negatieve effecten van begrazing op loopkevers zijn vooral te verwachten bij soorten die ten tijde van begrazing in het larvale stadium aanwezig zijn, aangezien de larven het meest kwetsbaar zullen zijn voor verstoring als gevolg van betreding. Deze effecten treden normaliter alleen op bij een hoge graasdruk over langere periodes, zoals in het drukbegraste gebied de Kogelvanger nabij Breda (Wallis de Vries *et al.*, 2014). In Allardsoog leek de graasdruk niet uitzonderlijk hoog, dus de lage activiteit van loopkevers is voor dit gebied niet goed verklaarbaar.



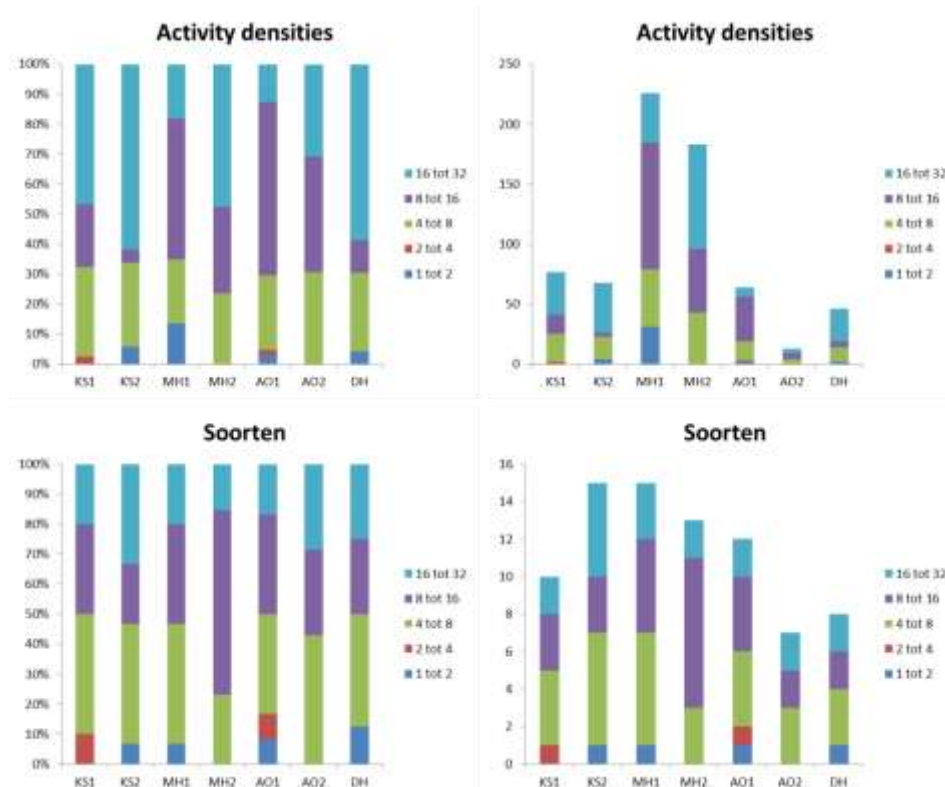
Figuur 12.7: Verdeling van de bemonsterde loopkevers over de drie gedefinieerde mobiliteitsklassen. Boven: op basis van aantal gevangen individuen (*activity density*); Onder: op basis van aantal aangetroffen soorten. Links: relatieve verdeling; rechts: absolute verdeling.

12.2.4 Mobiliteit en grootteklassen

Het aandeel hoog mobiele loopkevers was in ieder bemonsterd terrein opvallend hoog (Figuur 12.7). De laag-mobiele loopkevers waren nagenoeg

afwezig in de meeste locaties, met uitzondering van Katlijker Schar 1 en Merskenheide 1. Dit is deels een gevolg van een relatief hoog aandeel van grote soorten (zowel in *activity density* als in soorten aantal). Tot 70% van de bemonsterde soorten was groter dan 8 millimeter. Soorten die groter zijn dan 16 millimeter zijn in de mobiliteitsklasse gerekend tot hoog-mobiele soorten. Veel van deze soorten hebben geen vliegcapaciteit meer, maar zijn in staat om lopend grote afstanden af te leggen. Deze resultaten indiceren dat de bemonsterde locaties voor loopkevers veelal temporeel van karakter zijn; het lijkt er op dat de onderzochte locaties zijn niet jaarrond geschikt zijn. Een hoge mate van adulte mobiliteit stelt die soorten in staat om gedurende de perioden met ongunstige condities (waarschijnlijk de wintermaanden) geschiktere locaties op te zoeken om te overwinteren.

Ook hier is er geen reden om aan te nemen dat begrazing een belangrijke rol speelt in de mate van geschiktheid, zoals in de OBN-rapportage (Wallis de Vries *et al.*, 2014) in een aantal recent in drukkbegrazing opgenomen terreindelen waarschijnlijk wel het geval is. Als begrazing hier een rol speelt, dan zijn dit in deze studie de gebieden waar gekozen is voor een begrazingsvorm met ingerasterd vee, en niet met gescheperde schaapskuddes. Een tweede verklaring is dat de condities in de winterperiode ongunstig zijn voor loopkevers en soorten uit de nabijgelegen locaties het gebied jaarlijks moeten koloniseren.



Figuur 12.8: Verdeling van de bemonsterde loopkevers over de grootteklassen. Boven: op basis van aantal gevangen individuen (*activity density*); Onder: op basis van aantal aangetroffen soorten. Links: relatieve verdeling; rechts: absolute verdeling.

12.3 Spinnen

Van spinnen zijn veel minder gegevens over ecologie bekend dan voor loopkevers. Wel is de fenologie van de meeste soorten vrij goed bekend, waardoor in ieder geval een overzicht gemaakt kan worden op basis van

fenologietypen (naar Schaefer, 1976, 1977). Voor de goed met de Nederlandse lijst en zeldzaamheid vergelijkbare Vlaamse spinnensoorten is daarnaast een rode lijst opgesteld van kwetsbare, bedreigde en ernstig bedreigde soorten (Maelfait *et al.*, 1998). Van deze Vlaamse Rode lijst soorten is tevens aangegeven wat het optimum habitat is voor deze soort. Door een overzicht te maken van de aantallen gevonden Rode lijst-soorten en de verdeling van de optimale habitat kan nagegaan worden of er sterke verschillen bestaan in het voorkomen van habitatspecialisten per locatie.

De vangsten van spinnen zijn ingedeeld in vijf fenologische groepen volgens Schaefer (1976; 1977). De indeling is op basis van de periode in het jaar waarop soorten adult/reproductief zijn. De groepen zijn:

- *Eurychrone soorten en/of bi-multivoltiene soorten*

Deze soorten kennen geen synchronisatie in voortplanting; adulten en juvenielen komen jaarrond voor. Veel van deze soorten kennen meerdere generaties per jaar (multivoltien), anderen hebben een continue, graduele generatiewisseling, waarvan de individuen een langere ontwikkelingsduur kennen.

- *Diplochrone soorten*

Deze soorten overwinteren als adult of in het voorlaatste nymfenstadium. Eieren worden in het voorjaar geproduceerd, maar paring kan al in het najaar plaatsvinden. Nymfen ontwikkelen zich in de zomerperiode, maar overwinteren vaak als halfwas nymfe. Deze nymfen worden adult in het daaropvolgende seizoen (meestal in de zomer/najaar) en paren pas in het najaar. Deze individuen overwinteren een tweede jaar als adult en planten zich voort in het voorjaar. Waarschijnlijk zijn de grote soorten van dit type meerjarig diplochroon (en kennen dus zowel nymfe als adult overwintering) en kleinere soorten eenjarig diplochroon (de gehele nymfenontwikkeling wordt in de zomerperiode doorlopen en adulten overwinteren).

- *Stenochrone soorten met voorjaarsreproductie*

Deze soorten overwinteren als halfwasnymf, en wisselen van generatie in het voorjaar en/of zomer. De meeste soorten behoren tot deze groep. Jonge nymfen zijn in vanaf de zomer tot in het najaar aanwezig, en ontwikkelen zich in het najaar tot halfwasnymf. Van een aantal soorten worden de jonge stadia nymfen actief bewaakt door de moeder of meegedragen op de rug, zoals bij alle in Nederlandse soorten wolfspinnen (Lycosidae).

- *Stenochrone soorten met najaarsreproductie*

Deze soorten reproduceren in het najaar. Veel webbouwende soorten behoren tot deze groep, en kennen dan een ei-overwintering. In dit onderzoek worden nauwelijks webbouwende soorten gevangen, de soorten die in dit onderzoek zijn gevangen zijn actieve jagers die ofwel een meerjarige ontwikkelingscyclus kennen of langlevende adulten hebben. Van deze soorten zijn in het hele jaar zowel nymfen als adulten actief.

- *Stenochrone soorten met winterreproductie*

Deze soorten zijn adult in de winterperiode (najaar tot voorjaar). Paring vindt plaats in de winter, en eieren worden geproduceerd en afgezet in de winter en het vroege voorjaar. Nymfen ontwikkelen zich in de zomerperiode. Deze soorten komen met name voor in habitats met een sterk gebufferd microklimaat zoals bossen, in meer open habitats zoals heide komen zij vaak in situaties met een goed ontwikkelde dikke strooisellaag voor. De strooisellaag levert hier zowel bescherming tegen vorst van actieve adulten in de winter als bescherming tegen uitdroging van nymfen in de zomer op. De in Nederland voorkomende spinnensoorten zijn niet evenredig verdeeld over de verschillende fenologische typen. Verreweg de meeste soorten behoren tot de stenochrone soorten met voorjaarsreproductie. Er zijn veel minder bodemactieve soorten die tot stenochrone najaarsreproduceerders (hoofdzakelijk webbouwers) of diplochrone reproduceerders gerekend kunnen worden. Stenochroe winterreproduceerders bestaan hoofdzakelijk uit

Linyphiidae, terwijl de voorjaarsreproduceerders in nagenoeg alle spinnenfamilies vertegenwoordigd zijn. Vergelijkingen op basis van absolute aantallen binnen een monsterpunt zijn derhalve niet erg informatief, het is belangrijker om te kijken naar de absolute en relatieve verschillen in soortenrijkdom/*activity density* per strategie tussen de verschillende locaties. Naast de onderverdeling in reproductiestrategieën zijn de spinnen ook op basis van de in Maelfait *et al.* (1998) voorgestelde habitatkarakteristieken onderverdeeld. Alleen soorten die in deze publicatie op de Rode Lijst van Vlaanderen zijn geplaatst, zijn door de auteurs ingedeeld naar hun optimale habitat. De soorten die niet op de Rode Lijst zijn geplaatst omvat zeker niet alleen eurytope soorten, dus dit overzicht is verre van volledig.

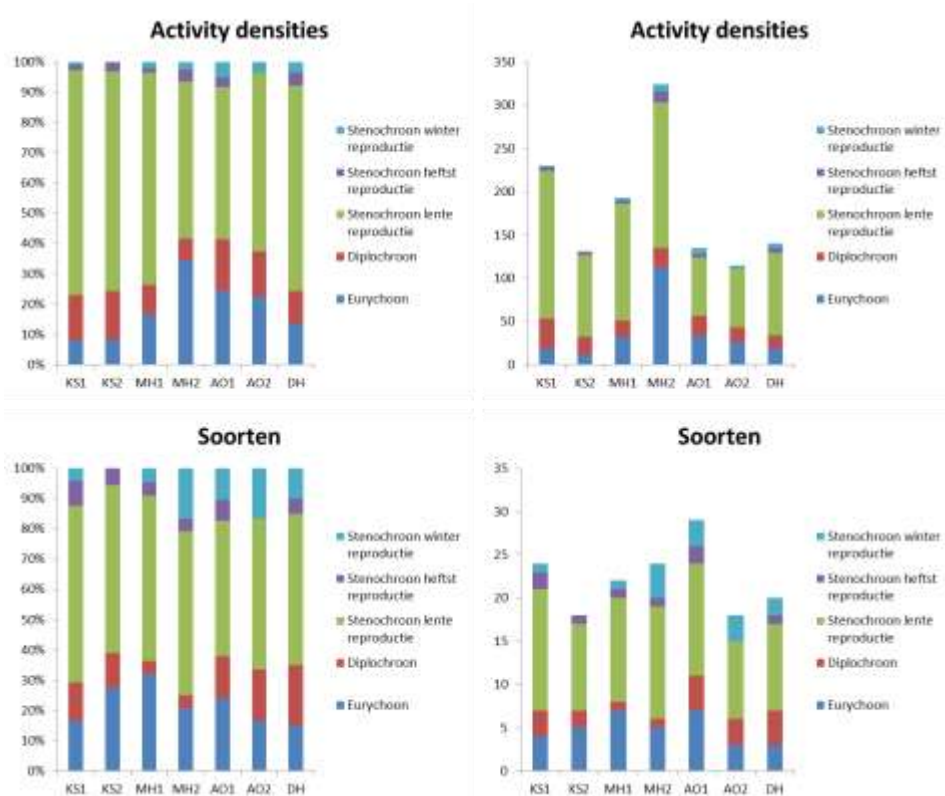
12.3.1 Algemeen overzicht

In totaal zijn 1269 individuen bemonsterd, verdeeld over 57 soorten. Het hoogste aantal soorten (29) is in het monsterpunt Allardsoog (AO1) aangetroffen, maar het laagste eveneens in hetzelfde gebied (AO2) met slechts 18 soorten over de gehele monsterperiode. Het aantal bemonsterde soorten was opvallend laag. In een eerder (in 2008) uitgevoerd onderzoek in een vergelijkbaar type heide op het Dwingelderveld werden in over een vergelijkbare bemonsteringsperiode met dezelfde bemonsteringsintensiteit beduidend meer soorten aangetroffen per monsterpunt: gemiddeld 34,2 (minimaal 23 en maximaal 43 soorten) (Vogels *et al.*, 2011). Het gemiddeld aantal bemonsterde individuen per potval serie was in deze studie ook hoger (181 in deze studie en 223 in de eerder genoemde studie); wat het lager aantal bemonsterde soorten ten dele kan verklaren. Gemiddeld was er geen verschil tussen het aantal soorten in de ingerasterde begraasde gebieden en de gescheperd begraasde gebieden (22,3 vs. 22,2).

12.3.2 Fenologische typen

Tussen de verschillende monsterpunten waren de verschillen in verhoudingen en absolute aantallen gevonden soorten behorende tot een van de vijf fenologische typen klein (Figuur 12.3). In Allardsoog en Duurswouderheide was het aandeel diplochrone soorten wat hoger dan in Merskenheide en Katlijker Schar. Stenochrone soorten met winterreproductie waren meer vertegenwoordigd in Merksenheide (2) en in beide onderzochte gebieden in Allardsoog. In Katlijker schar waren deze soorten duidelijk minder talrijk aanwezig. Het aantal stenochrone voorjaarsreproducerende soorten verschilde nauwelijks tussen de monsterpunten en de stenochrone herfstreproducerende soorten waren met 1 tot 2 soorten zeer sporadisch vertegenwoordigd.

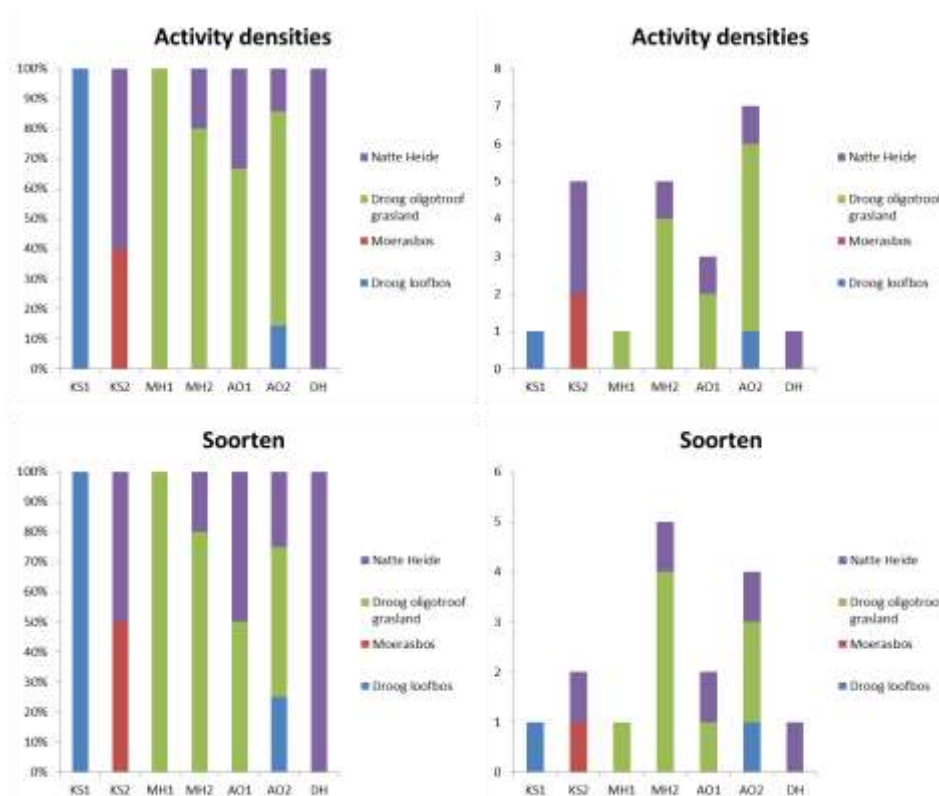
Habitats die gekarakteriseerd worden door een sterke mate van verstoring hebben vaak een groot aandeel eurychroon reproducerende soorten. Pioniersoorten (bij spinnen veel soorten dwerg- en hangmatspinnen) vallen vaak onder deze groep. Dit zijn soorten met een zeer sterk ontwikkeld dispersievermogen in zowel het nymfale stadium als het adulte stadium. Dispersie verloopt vaak massaal en obligaat door middel van 'ballooning'; een vorm van passieve dispersie waarbij een spin zich door middel van een losse gesponnen spinseldraad door de lucht laat bewegen. De ook in dit onderzoek aangetroffen soorten *Erigone atra*, *Erigone dentipalpis* en *Tiso vagans* behoren tot deze groep. Beide soorten zijn echter slechts incidenteel aangetroffen (1 tot 3 individuen). In sterk gestoorde habitats kunnen deze soorten zeer hoge dichtheden behalen en tot de algemeenste soorten behoren.



Figuur 12.3. Verdeling van de bemonsterde spinnen over de verschillende fenologische typen. Boven: op basis van aantal gevangen individuen (activity density); Onder: op basis van aantal aangetroffen soorten. Links: relatieve verdeling; rechts: absolute verdeling.

12.3.3 Rode lijst soorten en habitat karakteristieken

Het aantal aangetroffen Rode Lijst-soorten (totaal 10 soorten) was in de meeste gebieden relatief laag, vergeleken met het simultaan uitgevoerde onderzoek in Zuid Nederland (gepubliceerd in Wallis de Vries *et al.*, 2014). In geen van de gebieden zijn ernstig bedreigde soorten aangetroffen (Figuur 12.4). Het hoogste aantal Rode Lijst-soorten werd aangetroffen in Allardsoog (monsterpunt 2), met zeven soorten van de Vlaamse Rode Lijst. Verreweg de meeste van deze soorten zijn echter karakteristiek voor drogere situaties; zoals droge schraalgraslanden (*Agyneta affinis*, *Drassodes pubescens*, *Euryopis flavomaculata*, *Hahnina nava*, *Pholcomma gibbum* en *Zelotes electus*) en bossen en bosranden (*Pardosa saltans*). Deze soorten zijn dus verantwoordelijk voor de hoge aantallen Rode Lijst-soorten in Allardsoog en Merskenheide, beide locaties met relatief droge varianten van natte heide (in feite zijn dit overgangssituaties tussen natte heide en droge heide). *Agyneta affinis* heeft een voorkeur voor korte (begraasde) grazige vegetaties (Maelfait *et al.*, 1998), maar is ook sporadisch in droge heide aan te treffen. In deze studie is ze eenmaal aangetroffen in een van de gebieden in Merskenheide.



Figuur 12.4: Verdeling Vlaamse Rode Lijst soorten per optimumhabitat over de bemonsteringslocaties. Boven: op basis van aantal gevangen individuen (activity density); Onder: op basis van aantal aangetroffen soorten. Links: relatieve verdeling; rechts: absolute verdeling.

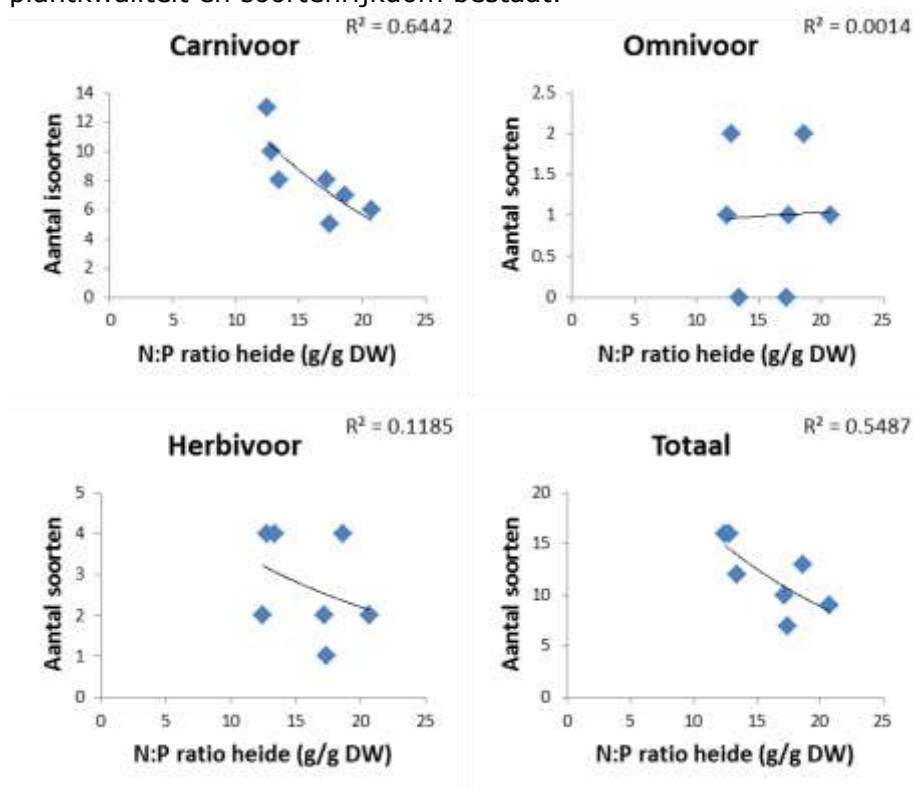
Twee van de tien aangetroffen Rode Lijst-soorten zijn karakteristiek voor natte heide (*Gnaphosa leporina* en *Taraxacum setosus*). De laatste is zeer stenotoop en is tot nu toe enkel in venige heide en natte heidevegetaties gevonden. In dit onderzoek is ze in Duurswouderheide en Katlijker Schar gevonden. Beide gebieden behoren dan ook tot de meest natte heidetypen die onderzocht zijn. In de andere gebieden (Allardsoog en Merskenheide was *Gnaphosa leporina* de enige karakteristieke natte heide soort. In Katlijker schar is daarnaast ook een karakteristieke soort van moerasbossen aangetroffen (*Pachygnatha listeri*). Aangrenzend aan het onderzochte natte heide perceel is hier een broekbos gelegen, wat deze vondst verklaart.

Een opvallend verschil tussen de onderzochte natte heide gebieden in Friesland met de gebieden in Zuid-Nederland (Kampina en Strabrecht; Wallis de Vries *et al.*, 2014) is de afwezigheid van soorten van oligotroof moeras en nat oligotroof grasland. Buiten deze habitats komen deze soorten vaak voor in vegetatierijke venige heide en aan de randen van zure heidevennen. Vanuit de hydrologie gezien zou het Katlijker Schar een geschikt habitat moeten vormen voor deze soorten.

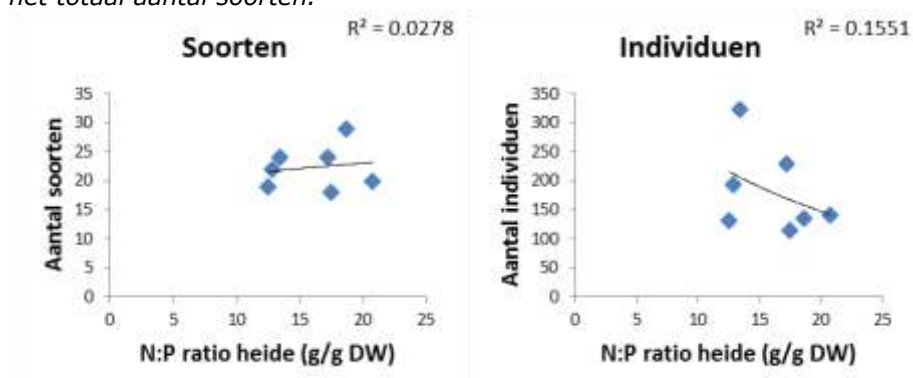
12.4 Plantkwaliteit en soortenrijkdom

Naar aanleiding van een aantal recent uitgevoerde studies in Nederlandse heidegebieden is een nieuwe, alternatieve hypothese voor de achteruitgang van faunistische biodiversiteit van heideterreinen geformuleerd (Vogels *et al.*, 2011, Vogels, 2013, Vogels *et al.*, 2013). Hierin speelt het effect van verzuring en vermessing een meer directe rol in de achteruitgang van de habitatkwaliteit, via een verslechtering van het habitat in de vorm van voedselkwaliteit. In paragraaf 10.1 is de plantkwaliteit van de verschillende terreinen ten opzichte van elkaar vergeleken. Deze verschillen significant tussen de twee onderzochte vormen van begrazing. Mogelijk speelt niet de

vorm van begrazing, maar de biochemische variatie een doorslaggevende rol in het bepalen van habitatkwaliteit. Het effect van veranderde voedselkwaliteit zou vooral van invloed moeten zijn op herbivore soorten, en niet of in mindere mate op carnivore soorten (deze kunnen, wanneer zij met name op herbivore soorten prederen, indirect als gevolg van verminderd prooiaanbod ook afnemen in soortenrijkdom). Van generalistische predatoren, zoals spinnen is het onwaarschijnlijk dat er een direct of indirect verband tussen plantkwaliteit en soortenrijkdom bestaat.



Figuur 12.5: Verband tussen aantal bemonsterde soorten loopkevers en N:P ratio van de heide in de monsterpunten, verdeeld over verschillende trofische groepen en over het totaal aantal soorten.



Figuur 12.6: Verband tussen het aantal bemonsterde soorten spinnen en de activity density van spinnen (rechts) met de N:P ratio van de vegetatie.

In *Figuur 10.9* is het verband tussen plant N:P ratio en het aantal soorten loopkevers weergegeven. Er lijkt een vrij sterk negatief verband aanwezig te zijn tussen het aantal bemonsterde soorten en plant N:P ratio ($R^2=0,549$). Anders dan verwacht is dit verband veel sterker aanwezig bij de soorten met een carnivore levenswijze ($R^2=0,644$) dan bij soorten met een herbivore levenswijze ($R^2=0,128$). Voor spinnen (*Figuur 12.6*) was geen correlatie

aanwezig tussen soortenrijkdom en de N:P ratio in de plant. *Activity density* liet een licht negatief verband met de N:P ratio zien, maar de spreiding was te groot voor een duidelijke relatie (Figuur 12.6; $R^2=0,029$ voor de soortenrijkdom, $R^2=0,155$ voor *activity density*).

12.5 Kernpunten

- Relevante verschillen tussen de onderzochte gebieden tussen de trofische groepen behorende tot de Diptera (Tweevleugeligen) zijn gevonden in de detritivore groep, deze was beduidend telrijker in één van de gescheperd begraasde gebieden. Dit verschil betrof echter waarschijnlijk een gebiedsspecifiek effect, want het was niet terug te vinden voor de andere locaties met gescheperde begrazing.
- Het aantal bemonsterde Tweevleugeligen in de ingerasterd begraasde terreinen was lager dan in de begraasde terreinen. Het lage aantal monsterpunten maakt het niet mogelijk om dit verschil statistisch te kunnen toetsen. Mogelijk speelt de vorm van begrazing hierin een rol, maar andere verklaringen (gebied-specifieke verschillen) kunnen niet worden uitgesloten.
- Zowel het aantal bemonsterde soorten loopkevers als spinnen was opvallend laag in vergelijking tot andere onderzoeken in de regio. Deels kan dit het gevolg zijn van seizoenseffecten, maar de versnippering en isolatie van de gebieden spelen hier waarschijnlijk ook een belangrijke rol in.
- In de gescheperd begraasde gebieden kwamen meer soorten loopkevers voor dan in de ingerasterd begraasde gebieden. Het lage aantal monsterpunten maakt het niet mogelijk om dit verschil statistisch te kunnen toetsen.
- Heidekarakteristieke loopkeversoorten zijn met name in Merskenheide (gescheperd) en Allardsoog (ingerasterd) gevonden, maar over het algemeen bestond de loopkevergemeenschap uit matig tot sterk eurytope soorten. Sterk stenotopie, aan heide gebonden soorten loopkevers ontbraken in de gebieden.
- Loopkevers met winterlarven zijn opvallend weinig in de monsters aangetroffen. In de meest natte heide (Katlijker Schar) kan dit het gevolg zijn van langdurige winterinundaties, maar voor het relatief droge gebied Allardsoog kan dit niet de verklaring zijn.
- In alle gebieden zijn vooral hoog-mobiele loopkeversoorten aangetroffen. Het lijkt er op dat de meeste habitats voor loopkevers slechts tijdelijk geschikt zijn als habitat.
- Voor de spinnen waren diplochrone soorten (soorten met een lange ontwikkelingsduur) meer aanwezig in Allardsoog en winteractieve soorten meer in de gebieden Merskenheide en Allardsoog. Deze laatste groep heeft een sterke voorkeur voor gebieden met een sterk ontwikkeld humuspakket en dikke strooisellaag.
- Bij spinnen zijn wel een aantal matig tot sterk stenotopie soorten aangetroffen. Het aantal zeldzame Rode Lijst-soorten was het hoogst in Merskenheide en Allardsoog, maar dit betroffen met name soorten die karakteristiek zijn voor droge schraalgraslanden. Karakteristieke soorten van natte heide kwamen in alle gebieden voor en vertoonden geen duidelijk patroon ten opzichte van de begrazingsvorm.
- Naast verschillen in begrazingsvorm zijn ook verschillen aanwezig in de nutriëntsamenstelling van de vegetatie. Er zijn aanwijzingen gevonden voor een negatieve correlatie tussen het aantal aangetroffen soorten loopkevers en plant N:P ratio. Bij generalistisch predatore spinnen is geen correlatie gevonden.

13 Synthese

Doel van dit onderzoek was om de effecten van een gescheperde kudde op de ontwikkeling van de natuurdoelen voor heidegebieden inzichtelijk te maken.

Daarbij stonden de volgende vragen centraal:

- Wat zijn de effecten van begrazing met een gescheperde kudde op de nutriëntenrijkdom van de bodem?
- Wat zijn de effecten van begrazing met een gescheperde kudde op de flora en de fauna?
- Wat zijn de consequenties van de veterinaire aspecten zoals het ontsmetten van de dieren?
- Hoe kan een heideterrein door middel van begrazing met een gescheperde kudde het beste in stand worden gehouden?

Deze vragen zijn onderzocht door een combinatie van literatuuronderzoek, een enquête naar praktijkervaringen, evaluerend veldonderzoek en experimenteel onderzoek naar effecten op bodem, vegetatie en fauna.

Elk van deze informatiebronnen heeft sterke en zwakke kanten.

Literatuuronderzoek geeft wetenschappelijk betrouwbare informatie, maar die is meestal niet toegesneden op de regionale situatie in Friesland.

Praktijkervaringen zijn bijzonder leerzaam, maar vaak ook subjectief en geënt op specifieke voorbeelden. Evaluerend veldonderzoek geeft inzicht in de actuele waarden van bepaalde beheervormen, maar berust in dit geval op een steekproef uit een klein aantal terreinen, waarvan de uitgangssituatie onbekend blijft, waardoor het effect van het toegepaste beheer tot op zekere hoogte onduidelijk blijft. Het experimentele onderzoek, tenslotte, biedt wel de mogelijkheid tot een betrouwbare vaststelling van oorzaak en gevolg, maar de ruimtelijke schaal was beperkt en de looptijd van het experiment was slechts twee jaar, zodat alleen nog de effecten op korte termijn bekend zijn. Niettemin biedt de combinatie van informatiebronnen een behoorlijk uitgebreide basis om tot antwoorden op de onderzoeksvragen te komen.

13.1 Effecten op bodemchemie en plantkwaliteit

13.1.1 Begrazingsvormen

Begrazing heeft een minder sterke invloed op de bodemchemie dan plaggen of chopperen. Binnen het terrein zorgt de vraat voor een lichte afvoer op de begraasde delen en het deponeren van mest en urine voor een lokale concentratie van nutriënten. Vertrapping zorgt voor plaatselijke afbraak van strooisel en mineralisatie. En bij een schaapskudde zorgt de afvoer van biomassa via de lammeren voor een netto-afvoer van voedingsstoffen. Uit Duits onderzoek op de Lüneburgerheide (Härdtle *et al.*, 2009) bleek dat gescheperde schapenbegrazing (1,1 schaap/ha/jaar) vanuit een schaapskooi leidde tot een afvoer van 25,6 kg N/ha/jaar bij een input via mest en urine van 3,5 kg N/ha/jaar. Voor P bedroeg de afvoer 1,9 en de input 0,2 kg P/ha/jaar. De netto-afvoer, rekening houdende met depositie en uitloging, bedroeg 1,5 kg N en 1.6 kg P per ha per jaar. Bij drukbegrazing met 1000 graasdagen /ha/jaar zou dat 2,5 keer zoveel zijn, wat slechts een fractie is van de afvoer bij plaggen, maar toch beduidend meer dan bij eenmaal per 10

jaar maaien of branden, waarbij er eerder een netto-toename van stikstof plaatsvond.

De eenmalige drukkbegrazing in het huidige experiment zorgde (nog) niet voor veranderingen in de bodemchemie (Hoofdstuk 4). Op langere termijn kunnen de effecten van drukkbegrazing wel ingrijpend zijn voor de biomassa-productie. De productiviteit van Pijpenstrootje neemt bij intensieve begrazing sterk af, zoals is gebleken uit onderzoek in de Mariapeel, waar de jaarlijkse productie in weinig of niet begraasde vegetatie 300-400 g/m² bedroeg en 120-170 g/m² bij intensieve begrazing (Wallis de Vries, 1989). Dit vergt voor schapen wel een drukkbegrazing over een reeks van jaren (Van Beek, 2005).

Een negatief effect van begrazing op de P-gehalten in planten is op de lange termijn wel mogelijk, omdat langdurige begrazing op de lange termijn leidt tot een netto P-verwijdering uit het systeem en bijgevolg sterkere P-limitatie (Fottner *et al.*, 2007; zie hierboven). Dit is waarschijnlijk alleen voor droge heide een probleem, omdat op natte heide de P-voorraad in de bodem veel groter is.

De chemische kwaliteit van de heideplanten in de onderzochte gebieden, zoals afgemeten aan de N:P ratio, was significant hoger in de gescheperd begraasde gebieden (§10.3). Het verband tussen de concentraties van Al en Fe met P in de planten geven aan dat deze verschillen eerder aan verschillen in bodemchemie van de terreinen zijn toe te schrijven dan aan de verschillen in begrazingsvorm. Gemeten stikstofgehalten in de plant waren opvallend laag ten opzichte van planten gemeten in het midden en zuiden van Nederland. Dit kan een effect van lagere depositieniveaus zijn, maar seizoenseffecten zijn ook niet uit te sluiten.

Verzuring leidt in heidesystemen uiteindelijk tot een lagere opname van fosfaat door de plant en tot hogere N:P ratio's in het blad (Vogels *et al.*, 2013). Voor het systeem als geheel leidt dit tot een relatieve schaarste aan P voor hogere trofische niveaus, en tot een afname van vooral herbivore soorten (Vogels *et al.*, 2013). Dit effect heeft overigens niet alleen implicaties voor de faunistische biodiversiteit. Ook voor de begrazing van heidegebieden is al eerder aangetoond dat er deficiënties optreden in Na, Ca en P als dieren uitsluitend van heidevegetatie moeten leven. Voor P was dit ook meetbaar in het bloedserum en de botontkalking van koeien (Wallis de Vries, 1994).

In het evaluerende onderzoek bleek er een significant verband tussen het aantal gevonden soorten loopkevers en de N:P ratio (§12.4). Dit was vooral het geval voor carnivore soorten en in mindere mate voor herbivore soorten. Voor spinnen is geen relatie tussen soortenaantallen en plant N:P ratio gevonden. Voor de interpretatie van dit soort correlaties moet worden opgemerkt dat het aantal monsterpunten in deze studie erg laag was (n=7), waardoor de kans op toevallige, niet-oorzakelijke verbanden vrij groot is. In een eerder uitgevoerde uitgebreidere studie (n=60) werd evenwel een vergelijkbaar patroon gevonden bij loopkevers van heideterreinen, maar dit effect was daar echter sterker bij herbivore soorten (Vogels *et al.*, 2013). In die studie zijn evenwel meer herbivore soorten aangetroffen, en was de N:P ratio in veel van de onderzochte gebieden beduidend hoger (in de range 20-30) dan in dit onderzoek.

Op basis van de resultaten uit dit onderzoek is er vooralsnog dus geen reden om aan te nemen dat gescheperde begrazing negatieve effecten heeft op de omgevingskwaliteit voor loopkevers of spinnen. Integendeel, in de gescheperde begraasde terreinen kwamen meer soorten voor dan in de ingerasterde begraasde terreinen. Op de vraag of de lagere soortenrijkdom bij ingerasterde begrazing een gevolg is van de vorm van begrazing of van

verschillen in plantkwaliteit of een wisselwerking tussen beide, is op basis van deze beperkte set gegevens geen eenduidig antwoord te geven.

13.1.2 Aanvullende bekalking

Omdat begrazing op zich geen oplossing biedt voor de problemen van verzuring op de heide is ook de werking van bekalking (met dologran) in het experimentele deel onderzocht. De toepassing ervan was tot nu toe alleen voor plaggen bekend (o.m. De Graaf *et al.*, 2004). In alle behandelingen nam de hoeveelheid basische kationen in de bodem aantoonbaar toe (Hoofdstuk 4), wat vooral in de toplaag van de bodem duidelijk was te zien. De pH van de bodem nam door bekalking alleen toe na chopperen en, het sterkst, na plaggen. De N- en P-concentraties werden niet aantoonbaar beïnvloed door bekalking, maar in de planten werd na chopperen en plaggen in combinatie met bekalking wel een verlaging van de N/P-verhouding gemeten (naast een toename van de gehalten basische kationen), wat de verhoging in N/P-verhouding zonder bekalking compenseerde.

Bekalking had weinig effect op de vegetatiestructuur, behalve een snellere kolonisatie van de kale bodem na chopperen en plaggen (Hoofdstuk 5). De effecten van bekalking waren het grootst op de planten, mossen en paddenstoelen (Hoofdstuk 6). Er waren na bekalking meer soorten van licht gebufferde bodem en schrale graslanden aanwezig. Ook soorten van pioniermilieus vestigden zich meer na bekalking, maar dan vooral na plaggen en chopperen, echter nauwelijks in combinatie met drukkbegrazing. Deze toename vond vooral plaats onder de topkapselmossen en met mos geassocieerde paddenstoelen. Voor de paddenstoelen leidde de combinatie van plaggen of chopperen met bekalking tot een aanvulling van de heidesoorten van zure, voedselarme strooisellagen met grasland- en pioniersoorten van basenrijkere, voedselarme bodem. Bekalken op ongestoorde bodem leidde eveneens tot een toename van basenminnende soorten. Maar ook namen hier en daar nitrofiele soorten toe, of in elk geval soorten die wijzen op een versterkte humusafbraak. De toekomst moet uitwijzen of de invloed van bekalking op de humeuze bodem na chopperen – en ook na drukkbegrazing positief zal blijken door de toegenomen buffering of negatief door eutrofiëring en verruiging. De verwachting is dat de negatieve effecten bij deze betrekkelijk lage dosering met dologran beperkt zullen blijven, zoals bij eerdere bekalkingsproeven ook is geconstateerd (De Graaf *et al.*, 2004).

Bij de fauna was er alleen bij de pissebedden en bij de loopkevers die kunnen vliegen en zich in het voorjaar voortplanten een positief effect van bekalking (Hoofdstuk 8). De toename van basische kationen en de versnelde afbraak van organisch materiaal kan voor deze soortengroep zorgen voor een belangrijke verbetering van de het aanbod of de kwaliteit van het voedsel. De significante positieve interactie tussen bekalking en het verschil tussen nul- en effectmeting voor met name hoog-mobiele soorten (carnivore) loopkevers wijst erop dat bekalking voor deze soortgroep heeft geleid tot een groter prooiaanbod. Of dit ook doorwerkt naar de soortgroepen op andere trofische niveaus, zal nog moeten blijken. Op deze korte termijn waren er daarvoor nog geen aanwijzingen.

13.2 Effecten op flora en fauna

Selectieve begrazing door schapen leidt tot heterogeniteit en patroonvorming op verschillende schaalniveaus (§1.2). Op kleine schaal ontstaan mozaïeken van kortgrazige vegetatie en van ruigere vegetatie, waarbij de niet of minder begraasde plekken hetzij uit minder smakelijke soorten bestaan hetzij door veroudering van de planten minder aantrekkelijk worden. Het patroon versterkt zichzelf dus (Bakker, 1998). Op grotere schaal kan, vooral bij gescheperde kuddes die vanuit een centrale stal of parkeerweide worden geweid, een gradiënt ontstaan van intensieve naar extensieve begrazing, met bijbehorende verschillen in structuur en samenstelling van de vegetatie. De sturing van de herder vormt een verdere selectiefactor in het terreingebruik, hoewel deze ook kan worden ingezet om juist tot een gelijkmatiger begrazing van een heel gebied te komen. Voorts kan de verplaatsing van de kudde over grotere afstanden leiden tot het transport en de uitwisseling van grote hoeveelheden plantenzaden – en zelfs insecten – tussen terreinen (§1.2). Bij begrazing in permanente rasters vervalt de grootschalige differentiatie van de afstand tot de stal en van de sturing door de herder. De selectiviteit vindt dan vooral plaats door de differentiatie in het terrein zelf op basis van onder meer voedselaanbod, water en beschutting.

Bij drukbegrazing wordt de begrazingsdruk op grote schaal gezien geconcentreerd op een klein gebied, maar binnen het drukbegrasde deel wordt de selectiviteit juist beperkt door de hoge graasdruk. Afhankelijk van de situering van de drukbegrazing kan de heterogeniteit in het terrein als geheel afnemen, wanneer de drukbegrazing wordt gericht op het terugbrengen van de vergrassing tot het gemiddelde over het hele gebied. Om dit te voorkomen zou de drukbegrazing slechts op een deel van het vergraste areaal moeten worden toegepast.

De verwachting op basis van deze selectiviteit is dat gescheperde begrazing tot een grotere variatie in de soortensamenstelling van flora en fauna leidt, dan begrazing in een permanent raster en dat de soortenrijkdom het minst is na recente drukbegrazing. Omdat drukbegrazing met schapen steeds over een reeks van jaren wordt uitgevoerd, gaan de veranderingen geleidelijk en kan het zijn dat de soortenrijkdom relatief stabiel blijft, maar er wel een verschuiving optreedt van soorten van vergraste heide naar soorten van pioniermilieus en jonge heidestadia.

13.2.1 Vegetatie en flora

De met schapenbegrazing beheerde terreinen in Zuidoost-Friesland herbergen een behoorlijk gevarieerde heidevegetatie (Hoofdstuk 10; zie ook Verhaegen *et al.*, 2003). De sterke vergrassing met Pijpenstrootje wordt met alleen schapenbegrazing echter niet makkelijk doorbroken. Met drukbegrazing of gescheperde begrazing lijkt dit iets beter te lukken dan met begrazing in permanente rasters (Hoofdstuk 10; Verbeek *et al.*, 2006). In het Blauwe Bos heeft gescheperde begrazing geresulteerd in een mozaïek van korte en ruige vegetatie, waar bijvoorbeeld ook de Klokjesgentiaan zich succesvol verjongt. De sturing van de begrazingsdruk door de gescheperde kudde lijkt daarbij een belangrijke factor.

Voor de flora was er over het geheel echter geen duidelijk verschil in de soortenrijkdom van kenmerkende heidesoorten tussen terreinen met gescheperde begrazing, schapenbegrazing binnen een permanent raster en drukbegrazing zonder aanvullend te plaggen. Wel was het opvallend dat er zonder aanvullend plaggen bij begrazing in een permanent raster geen Rode Lijst-soorten gevonden werden, in tegenstelling tot de gescheperde begrazing

en drukbegrazing. Het kleine aantal onderzochte terreinen maakt het echter niet mogelijk om hier vergaande conclusies aan te verbinden.

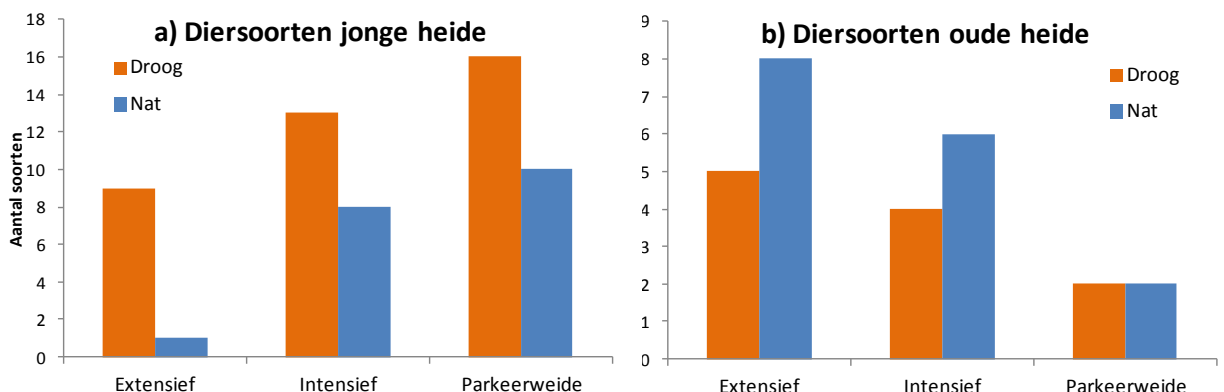
13.2.2 Kenmerkende heidefauna

De heideterreinen in Zuidoost-Friesland herbergen ondanks de grote mate van versnippering een opmerkelijk groot aantal kenmerkende soorten van de heidefauna. Er waren geen verschillen in soortenrijkdom van de heidefauna tussen terreinen met geschepde begrazing of schapenbegrazing in een permanent raster, hoewel het aantal onderzochte terreinen ook hier te gering is voor harde uitspraken. Wel zijn er duidelijke aanwijzingen gevonden dat drukbegrazing een relatief sterke verstoring veroorzaakt, wat zich uit in een groter aantal soorten van jonge heide en een kleiner aantal soorten van oude heide dan bij geschepde of rasterbegrazing. Dit is in overeenstemming met de bevindingen uit het onderzoek van Wallis de Vries *et al.* (2013) naar de Brabantse heidefauna onder invloed van begrazing.

Op de Strabrechtse heide werd door Wallis de Vries *et al.* (2013) een gradiënt onderzocht van parkeerweide tot onbegraasde heide. Zowel in de droge als in de natte heide bleken de soorten van oude heidestadia kwetsbaar voor intensieve begrazing, terwijl de soorten van droge heide juist overwegend profiteerden (Figuur 13.1).

Levendbarende hagedis, Groot dikkopje, Heidecicade (*Ulopa reticulata*), Gewoon spitskopje, Heidesabelsprinkhaan en Moerassprinkhaan kwamen bij een hoge begrazingsintensiteit niet meer voor en dit gold ook voor de Prachtlynxspin (*Oxyopes ramosus*). In Friesland zou dat zeker ook voor de Adder gelden. Heivlinder, Hooibeestje, Kleine vuurvinder, Gewoon doortje, Ratelaar, Snortikker, Veldkrekel en diverse mierensoorten (m.n. Buntgrasmier *Lasius psammophilus*, Diefmier *Solenopsis fugax* en Rode baardmier) kwamen juist meer bij de intensievere begrazing voor.

Dat de soortengroep van jonge heidestadia onder intensievere begrazing gedijt heeft er deels ook mee te maken dat dit vaak warmteminnende soorten zijn die profiteren van de open, korte vegetatiestructuur en ook vaker te vinden zijn op de droge dan op de natte heide. Op de natte heide komen meer soorten voor die baat hebben bij hogere vegetatie en een gebufferd microklimaat. Deze hebben ook sneller te lijden van begrazing.



Figuur 13.1: Verschillen in de soortenrijkdom van de fauna van a) jonge en b) oude heidestadia in relatie tot de begrazingsintensiteit van de geschepde schaapskudde op droge en natte delen van de Strabrechtse heide (het totaal aantal soorten van jonge heide bedroeg 19 en van oude heide 14 en wel uit de volgende soortengroepen: dagvlinders, mieren, sprinkhanen, Heidecicade *Ulopa reticulata* en Levensbarende hagedis) (naar Wallis de Vries *et al.*, 2013).

Opmerkelijk was dat ook het Gentiaanblauwtje in het natte deel van de parkeerweide op de Strabrechtse heide tot voortplanting komt, terwijl de knoppen van de Klokjesgentianen waarop de eitjes worden afgezet erg kwetsbaar zijn voor begrazing. Dat de eiafzet hier toch succesvol kan zijn, is geheel te danken aan het uitrasteren van deze plek in de zomermaanden, maar buiten die periode zorgt de begrazing er wel voor dat de gentianen zich goed kunnen verjongen. De soort ontbrak overigens in het extensief begraasde deel. Niet alleen was de dichtheid aan de waardplant Klokjesgentiaan te laag, maar ook de waardmieren Bos- en Moerassteekmier werden hier bij de bemonstering niet aangetroffen en kwamen dus waarschijnlijk alleen in lage dichtheid voor. Voor het Gentiaanblauwtje is enige begrazing dus wel gewenst, wat ook uit andere data van Wallis de Vries *et al.* (2013) naar voren kwam.

De experimentele drukbegrazing had nog weinig effect op de fauna. Voor zover bij individuele diersoorten van een effect sprake was, was dat positief: voor het Heideblauwtje was dat significant en voor Bossteekmier, Wekkertje, Zompsprinkhaan en Gentiaanblauwtje waren er wel indicaties van een positief effect (§7.3). De positieve effecten zouden verband kunnen houden met een opwarming van het microklimaat door de opener vegetatiestructuur. In natte heiden in Vlaanderen vonden Maes *et al.* (2003) een optimum voor de dichtheid mierennesten in relatie tot de bedekking met Pijpenstrootje, met een maximum bij 40-50%. De drukbegrazing heeft mogelijk een eerste ontwikkeling in de richting van dat optimum veroorzaakt. Duidelijk is wel dat deze eenmalige drukbegrazing van 1000 graasdagen/ha/jaar geen schade heeft berokkend aan de fauna, ook niet voor de soorten van oudere heide waarvoor negatieve effecten verwacht mochten worden.

De effecten van drukbegrazing op de fauna voor de langere termijn konden door Wallis de Vries *et al.* (2014), bij gebrek aan voldoende vergelijkingsmateriaal, nog niet goed worden vastgesteld. Het beeld uit het evaluerende OBN-onderzoek was dat pioniersoorten het meest profiteren en dat soorten van oudere heide – zoals Heidesabelsprinkhaan – weliswaar in aantal achteruit gaan, maar wel aanwezig blijven mits de schaal van uitvoering gering blijft. Echter, zogenaamde 'beheerongelukjes', waarbij een lokale populatie Gentiaanblauwtjes weg gegraasd werd, zijn ook bekend (§9.2). En uit de vergelijking van de fauna van terreinen met verschillende vormen van schapenbegrazing komt wel naar voren dat er minder soorten van oudere heide bij drukbegrazing voorkomen en meer soorten van jonge heide. Dit betekent niet dat herstel na beëindiging van de drukbegrazing niet succesvol kan zijn, maar wel dat de soorten van oudere heide bij de uitvoering van drukbegrazing wel degelijk – als het goed is tijdelijk – te lijden hebben (zie ook de volgende paragraaf).

Ook voor de fauna is de dosering en sturing van de begrazing dus van groot belang om het hele soortenspectrum van soorten van jonge en oude heidestadia op grote schaal te kunnen behouden.

13.2.3 Functionele analyse van de fauna

Uit de analyse van eigenschappen van de fauna zijn geen harde bewijzen gevonden voor het optreden van verstoring of stress als gevolg van de inzet van begrazing, noch in de ingerasterde, noch in de gescheperd begraasde gebieden (Hoofdstuk 12). Wel zijn er zowel bij de groep van Tweevleugeligen als bij de loopkevers, respectievelijk, minder individuen en minder soorten gevonden in de terreinen die in ingerasterde begraasd worden. Toch kan dit

effect ook het gevolg zijn van gebiedsspecifieke verschillen. De hoge abundantie van detritivore Tweevleugeligen in een van de onderzoekslocaties is hier een voorbeeld van. Het is daarom niet mogelijk om harde conclusies uit dit gevonden verschil te trekken, behalve dat deze soorten zeker niet achteruit gaan als gevolg van gescheperde begrazing. Het tegendeel lijkt eerder het geval te zijn.

Het meest opvallende resultaat uit de eigenschappen analyse van loopkevers is het lage aandeel aan univoltiene larve-overwinteraars in de meeste van de bemonsterde gebieden, in combinatie met een hoog aandeel aan hoog mobiele soorten. In het Katlijker schar kan dit het gevolg zijn van (natuurlijke) peilfluctuaties, waarbij water in de wintermaanden tot boven maaiveld komt te staan. Soortgelijke effecten zijn ook gedocumenteerd voor loopkevers van overstromingsvlakten in uiterwaarden (Gerisch et al., 2006, Gerisch, 2011), waar de hoogteligging in het terrein sterk bepalend is voor het voorkomen van larvenoverwinteraars. Adulte (kleine) loopkevers kunnen een beperkte periode van inundatie overleven door in de bodem weg te kruipen. Grote, mobiele soorten kunnen langdurige inundaties ontwijken door uit het gebied te vertrekken. Inundatie vindt in natte heide geleidelijk en vaak voorspelbaar (in de winter) plaats, dus de adulten hebben alle kans om zich te verplaatsen om in het voorjaar weer terug te keren. De enige beperkende factor is dan de hoeveelheid geschikt winterhabitat. In de onderzochte Friese natte heidegebieden kan dit een probleem opleveren. De resterende gebieden zijn vaak klein tot zeer klein in oppervlakte, waardoor het aantal uitwijkmogelijkheden beperkt is. Mogelijk versterkt dit de effecten van verstoringen zoals winterinundatie. Ook kunnen storingseffecten van (met name intensieve en/of permanente) begrazing hierdoor een sterkere invloed uitoefenen dan in grote gebieden. Dit is een mogelijke verklaring voor het relatief lage aantal soorten loopkevers en spinnen dat is aangetroffen in vergelijking tot grotere natte heidegebieden, zoals het Dwingelderveld, en mogelijk is het ook een verklaring voor het relatief lage aantal bemonsterde soorten loopkevers in de permanent begraasde terreinen (Allardsoog en Duurswouderheide). De *activity density* en het aantal aangetroffen soorten spinnen gaf echter geen steun voor de hypothese dat in de permanent begraasde terreinen van een sterke storing sprake is.

Anders dan bij loopkevers het geval is, zijn halfwasnymphen en adulten van spinnen minder gevoelig voor het optreden van ongunstige condities, mede door hun ten opzichte van insecten veel tragere metabolisme (Foelix, 1996). Veel van deze soorten zijn daarnaast ook in hun nymfenstadium in staat om zich over relatief grote afstanden te verplaatsen. Soorten die met potvallen bemonsterd worden zijn hoofdzakelijk actieve jagers of soorten die zowel een web bouwen als actief jagen. Spinnen kunnen ongunstige condities ook vermijden door passieve dispersie (*ballooning* gedrag). Jonge nymphen van grotere soorten en adulten van een aantal zeer sterk r-geselecteerde pioniersoorten, laten zich door de wind meevoeren aan een enkele geproduceerde spinseldraad. Sterk stenotope soorten (soorten met een sterkere binding hebben aan een specifiek habitat) vertonen dit gedrag veel minder sterk dan eurytope en pioniersoorten (Bonte et al., 2003). Voor sterk stenotope soorten is habitatconnectiviteit en areaalgrootte van natuurgebieden daarom van groter belang dan voor generalistische soorten. Voor sterk eurytope pioniersoorten is *ballooning* haast een vast onderdeel van de levenscyclus; in de Schaefer-typologie worden deze gerekend tot de eurychrone groep. Wanneer sprake is van een hoge mate van verstoring, zijn dit veelal de enige overgebleven soorten in het terrein, of nemen zij een veel hoger aandeel in de totale gemeenschap in. Voorbeelden zijn laag gelegen weilanden in uiterwaarden, die frequent (maar weinig voorspelbaar!)

overstromen, en in de Nederlandse situatie ook in sterk bemeste en bewerkte weilanden en akkers. In heidegebieden indiceren zij het optreden van een hoge mate van stress of dynamiek, zoals in stuifzanden of het optreden van natuurbranden in heide (Vogels & Frazao, 2013). In dit onderzoek namen deze soorten slechts een zeer bescheiden positie in, waardoor het ook blijken de spinnenfauna niet aannemelijk is dat in een van de zeven onderzoekslocaties van een hoge mate van storing sprake was.

Drukbegrazing veroorzaakte in het experiment op korte termijn een toename van de detritivore fauna van Tweevleugeligen (§8.2), wat een indicatie is dat er de strooiselafbraak wel was versterkt. Een alternatieve verklaring is dat de kortere vegetatie leidde tot een hogere temperatuur van de bodem, wat zorgde voor gunstiger condities voor de groei en overleving van deze groep. Op langere termijn bleek uit de functionele analyse van de fauna onder druibegrazing in het evaluerende OBN-onderzoek (Wallis de Vries *et al.*, 2014) dat de dichtheid van zowel Tweevleugeligen als loopkevers en spinnen in de locaties met druibegrazing lager was dan in de controle. Bij loopkevers en spinnen was de soortenrijkdom bij druibegrazing relatief laag, waarbij pioniersoorten overheersten. In twee locaties bij Breda (de Kogelvanger in het Mastbosch), waar gedurende het onderzoek druibegrazing werd toegepast, was duidelijk sprake van een sterke verstoring, die een duidelijke negatieve invloed had op de aanwezigheid van karakteristieke soorten. Op het moment dat druibegrazing een sterke invloed op de vegetatie heeft, is dit voor de fauna dus eveneens het geval. De fauna lijkt alleen dan positief te reageren als de verstoring van de grazers zelf weer is verdwenen. De fauna reageert derhalve negatief op de inzet van de maatregel, maar kan na het stopzetten van druibegrazing wel herstellen. Wanneer druibegrazing heeft geleid tot de gewenste effecten – het tegengaan van vergrassing, verhoging van floristische diversiteit en heterogeniteit in de vegetatie – dan kan de karakteristieke fauna na het afbouwen ervan ook profiteren. Het succes van druibegrazing voor de fauna lijkt dus af te hangen van een goede dosering en fasering. Druibegrazing moet in die zin op dezelfde wijze worden beschouwd als plaggen en chopperen. Beide zijn ingrijpende herstelmaatregelen die als doel hebben om de situatie voor de toekomst te verbeteren.

Voor kleine gebieden is het al met al aan te raden om het beheer met meer voorzichtigheid te benaderen dan bij grote aaneengesloten gebieden. Een op de juiste wijze uitgevoerde gescheperde begrazingsvorm – met sturing van de graasdruk in ruimte en tijd – is in deze gevallen te verkiezen boven permanente begrazingsvormen of herhaaldelijk uitgevoerde druibegrazing in flexibele rasters.

13.3 Veterinaire aspecten

Er is geregeld discussie over de risico's van negatieve bij-effecten van preventieve veterinaire behandeling van schapen op de heidefauna. Met name gaat het om: ontworming, klauwbehandeling, behandeling van myiasis en toepassing van tekenwerende middelen. Navraag bij de herders en literatuuronderzoek hebben hier meer helderheid in gebracht (§9.3). Vooral de negatieve effecten van ontworming op de insectenfauna in de mest kunnen ernstig zijn. Preventieve ontworming is in principe echter onnodig en onwenselijk. Voor zover behandeling nodig blijkt, moet deze buiten het terrein plaatsvinden.

Ook verdere veterinaire behandeling, bijvoorbeeld tegen myiasis, moet buiten de natuurgebieden plaatsvinden. Toepassing van permethrin als tekenwerend middel lijkt geen risico voor de heidefauna met zich mee te brengen.

13.4 Heidebeheer door gescheperde begrazing

Gescheperde begrazing met schaapskuddes biedt veel mogelijkheden voor toepassing in het heidebeheer. Dit geldt zowel voor de recreatieve en cultuurhistorische waarden als voor de ecologische effecten. Door de sturing van de graasdruk op verschillende ruimtelijke schaalniveaus en in de tijd is het mogelijk om het effect van de begrazing te doseren. Daardoor kunnen oudere heidestadia met kwetsbare soorten worden gespaard en kan anderzijds ook herstelbeheer plaatsvinden op sterk vergraste heide door drukbegrazing toe te passen, met kansen voor soorten van pioniermilieus en jonge heide. Drukbegrazing kan plaatsvinden in tijdelijke rasters, maar ook via sturing door de herder; de herder zelf kan daarnaast ook zorgen voor aanvullende bestrijding van bosopslag. Door te grazen in plaats van te plaggen worden schadelijke effecten op de bodem en de fauna voorkomen.

In grote gebieden heeft de gescheperde begrazing de meerwaarde van de ontwikkeling van een gradiënt in begrazingsdruk van stal naar de uithoeken van het terrein. In de praktijk is de dosering van de begrazing nog niet eenvoudig. Dit is vooral een uitdaging in kleine gebieden. Daar is sprake van een logistieke opgave (§9.1), maar ook is het risico voor kwetsbare populaties er veel groter. Zelfs een kort bezoek van een schaapskudde kan dan al verkeerd uitpakken, mede omdat de kuddes tegenwoordig om bedrijfseconomische redenen aan de grote kant zijn. Kortdurende inzet van een kleiner aantal dieren in een tijdelijk raster kan dan een oplossing zijn.

Maar natuurbeheer komt vaak, net als het vroegere landgebruik op de heide, neer op goede combinaties van maatregelen. De gescheperde begrazing kan dan gelden als een basisbeheer voor de heide, maar daarnaast is er ruimte voor maatwerk. De meerwaarde daarvan komt ook uit dit onderzoek naar voren.

De heidesoorten van pioniermilieus en vegetatie met open plekken profiteren van maatregelen als plaggen en chopperen. Dit zijn voor de fauna vaak warmteminnende soorten van grazige of jonge vegetatie, zoals diverse sprinkhanen, mieren en het Heideblauwtje. Voor sommige soorten, zoals Zandloopkevers, Heivlinder en de Kommavlinder (aanwezig in Schaopedobbe en Delleboerster heide), is het zelfs de vraag of begrazing zonder aanvullende maatregelen voor voldoende warme, open plekken en kaal zand kan zorgen voor een optimaal leefgebied voor de larvale ontwikkeling. En hetzelfde geldt in natte milieus voor plantensoorten als Kleine zonnedauw, Moeraswolfsklauw en Bruine snavelbies. Bovendien kan kleinschalig plaggen wenselijk zijn om de verjonging van Klokjesgentianen op gang te brengen, waarvan het Gentiaanblauwtje kan profiteren.

Aanvullend plaggen of chopperen moet altijd zeer kleinschalig worden uitgevoerd. Omdat de uitwerking ervan ingrijpend is, moet de omvang beperkt worden gehouden. De locatie ervan moet goed worden gekozen om aanwezige soorten van oudere heide te sparen en de kansen voor doelsoorten te maximaliseren. Bovendien verloopt de kolonisatie voorspoediger bij een grote randlengte met de omringende heide. De effecten van chopperen zijn in Deel I van dit rapport behandeld (zie verder ook Wallis de Vries *et al.*, 2014). Chopperen lijkt een kansrijk alternatief voor plaggen, met wat minder ingrijpende effecten, maar de effecten ervan op langere termijn moeten nog worden onderzocht, voordat de maatregel op zijn merites kan worden beoordeeld.

In het experimentele onderzoek is ook aandacht besteed aan het tegengaan van de negatieve effecten van verzuring door bekalking met dologran (zie ook

§13.1). Ook zonder alle organische stof te verwijderen lijkt bekalking in lage dosis de buffercapaciteit goed te herstellen. Afgewacht moet nog worden of verzuuring uitblijft, maar wanneer dit inderdaad het geval is, dan kan dit (of wellicht de nog te onderzoeken toepassing van steenmeel) een goede optie zijn om de nog steeds ernstige effecten van verzuring door atmosferische depositie tegen te gaan.

De combinatie van geschepde schapenbegrazing met aanvullende maatregelen kan de soortenrijkdom op het niveau van het gehele terrein ten goede komen. Een belangrijk bezwaar wordt gevormd door de kosten ervan. Dat die kosten zoveel hoger zijn dan andere beheervormen met vergelijkbaar resultaat staat echter nog niet ondubbelzinnig vast. Het hangt ook af van de lokale situatie en mogelijkheden voor financiering. Daarom zou het nuttig zijn om nog eens een bedrijfseconomische kosten-baten analyse te maken van verschillende vormen van heidebeheer, waarbij varianten uit verschillende situaties worden doorgerekend.

13.5 Conclusie

In dit onderzoek is de waarde van schapenbegrazing in het heidebeheer onderzocht door een combinatie van literatuuronderzoek, enquêtes en zowel evaluerend als experimenteel veldonderzoek. Op deze manier is inzicht verkregen in de effecten van begrazing op de nutriëntenrijkdom van de bodem en op de flora en de fauna.

Begrazing heeft in vergelijking met plaggen en chopperen weinig effect op de nutriënthuishouding van de heide. Vooral vanwege de afvoer van voedingsstoffen via vlees en mest is er wel sprake van een netto-afvoer van stikstof en fosfor. Ten opzichte van de totale bodemvoorraad en de aanvoer vanuit de lucht is de afvoer van fosfor groter dan van stikstof. Dit is vooral voor de droge heide een potentieel probleem voor de lange termijn, omdat dit bij aanhoudende stikstofdepositie zorgt voor een steeds schevere verhouding tussen nutriënten. Op de natte heide is dat probleem kleiner door een grotere P-voorraad en invloed van grondwater. In dit onderzoek werden geen aanwijzingen gevonden voor grote verschillen tussen begrazingsvormen in hun invloed op de nutriëntenverhoudingen in de plant.

Aanvullende bekalking kan een oplossing voor verzuring bieden en daarmee ook voor een betere P-opname door de plant. De toegepaste bekalking – in een dosering van 2 ton dologran per hectare – in combinatie met chopperen, drukbegrazing of zonder verder beheer is in deze studie voor het eerst onderzocht. Overall is een toename van basische kationen opgetreden, maar de doorwerking in de bodem vergt enkele jaren. Of dit zich uiteindelijk vertaalt in een verbeterde habitatkwaliteit van karakteristieke soorten is nog niet duidelijk. Storingsindicatoren hebben zich nauwelijks gevestigd wanneer er geen verder vegetatiebeheer werd toegepast. Dit geeft aan dat bekalking met dologran mogelijk ook bij geschepde begrazing zonder aanvullend plaggen een gunstige herstelmaatregel tegen verzuring kan zijn. Verdere monitoring van het experiment zal duidelijk kunnen maken of de bekalking, al of niet in combinatie met andere maatregelen, alsnog tot verzuuring leidt of dat de toegepaste dosering juist leidt tot uitbreiding van flora, fungi en fauna van mineraalrijkere heiden en heischrale milieus.

De effecten op flora en fauna lijken weinig te verschillen tussen geschepde begrazing en begrazing in een permanent raster. Omdat de vergelijking maar op een klein aantal terreinen berust, was dit ook moeilijk vast te stellen. Er

waren wel aanwijzingen voor gunstige effecten van de sturing door de herder. Zo werd duidelijk dat gescheperde begrazing tot grotere variatie in microreliëf en vegetatiestructuur kan leiden, met zowel intensievere als extensievere begraasde delen. Zo heeft de intensievere begrazing de verjonging van Klokjesgentianen in het Blauwe bos mogelijk gemaakt, terwijl elders de Adder – net als op het Katlijker Schar – voorkomt op minder begraasde plekken. Het onderzoek van Wallis de Vries *et al.* (2013) naar de effecten van gescheperde begrazing op de Strabrechtse heide bevestigt dat beeld.

In het herstelbeheer kan gescheperde begrazing ook als drukbegrazing worden toegepast; bijvoorbeeld als aanvulling op extensieve runderbegrazing in het Katlijker Schar. Drukbegrazing wordt gewaardeerd omdat het een meer geleidelijke omvorming geeft met meer structuurvariatie en behoud van microreliëf dan plaggen of chopperen. Dit is bij het beheerexperiment ook gebleken: op korte termijn beperkten de veranderingen zich nog vooral tot de vegetatiestructuur en lichte verschuivingen in de fauna. Bij herhaalde toepassing kan drukbegrazing wel zorgen voor het doorbreken van vergrassing en veranderingen in de faunagemeenschap. Ook soorten van oudere heidestadia hebben dan te lijden, maar soorten van jonge heidestadia nemen juist toe en de verwachting is dat de andere soortengroep zich na beëindiging van de drukbegrazing, mits deze kleinschalig is toegepast, weer snel zal herstellen.

Het heidebeheer uit het verleden bestond niet alleen uit het hoeden van schapen. Ook in het moderne natuurbeheer zal een combinatie van maatregelen nodig blijven voor het behoud van de kenmerkende flora en fauna. Uit het beheerexperiment kwam naar voren dat zowel plaggen als chopperen, in combinatie met bekalking, effectief zijn in het herstel van een soortenrijkere heidevegetatie en het bevorderen van de vestiging van pioniersoorten onder de fauna. Ook in het evaluerende onderzoek bleek de meerwaarde van plaggen op de soortenrijkdom van flora en fauna; voor chopperen moeten de effecten op langere termijn nog worden vastgesteld. Omdat plaggen en chopperen ingrijpende maatregelen zijn, moet de toepassing ervan zeer kleinschalig blijven en gericht op de plekken met goede kansen op herstel en geringe kansen op averechtse effecten op kwetsbare soorten. Een combinatie van gescheperde begrazing en zeer lokaal aanvullend plaggen of chopperen biedt een goede basis voor de beheerder om flexibel in te spelen op de ontwikkelingen die zich lokaal binnen een terrein voordoen.

De risico's van de veterinaire aspecten rond het beheer van schaapskuddes voor de heide zijn kort verkend en afgewogen. Geconcludeerd is dat vooral ontwormingsmiddelen een sterke negatieve invloed op de mestafbrekende insectenfauna heeft, maar in de praktijk van de gescheperde kuddes is het besef gegroeid dat preventieve ontworming niet nodig is en dat voor zover veterinaire behandeling nodig is, deze buiten het heidegebied moet plaatsvinden. Wanneer de terreinbeheerder erop toeziet dat dit daadwerkelijk gebeurt, is de invloed op het heide-ecosysteem minimaal.

Het uiteindelijke antwoord op de vraag hoe een heideterrein met gescheperde begrazing het beste in stand gehouden kan worden, is wellicht nooit te geven, omdat het een kwestie zal blijven van voortschrijdend inzicht in een steeds veranderende context van het natuurbeheer. Bovendien zorgt de noodzaak om de effecten van gescheperde begrazing op grote ruimtelijke schaal en over langere tijd te bezien ervoor dat wetenschappelijk onderzoek ernaar bijzonder lastig is en dan ook nauwelijks plaatsvindt. Ook in dit onderzoek was het een worsteling om, juist ook via de combinatie van experimenteel en evaluerend onderzoek en van informatie uit literatuur en praktijk, op dat pad verder te komen. Verder onderzoek naar de differentiatie van vegetatie, flora en fauna

binnen gescheperd begraasde terreinen is dringend gewenst om de ecologische meerwaarde van de sturing door de herder beter te onderbouwen.

De beheerpraktijk heeft laten zien dat er gunstige ervaringen zijn met de inzet van gescheperde schaapskuddes om de vergrassing van de heide terug te dringen en de structuurvariatie te vergroten. Groot voordeel van gescheperde begrazing is dat de cultuurhistorische meerwaarde beter kan worden benut. De nadelen van begrazing zonder herder in een permanent raster zijn vooral dat de graasdruk zowel in de ruimte als in de tijd niet goed af te stemmen valt en dat permanente aandacht voor de ingerasterde kudde toch nodig blijft.

Met een gescheperde kudde zijn de nadelen van rasterbegrazing voor een groot deel op te lossen, terwijl de financiële voordelen van rasterbegrazing waarschijnlijk worden overschat. Daarbij moet ook worden meegenomen dat een goed heidebeheer baten biedt in de vorm van belangrijke ecosysteemdiensten: naast biodiversiteit en schapenproducten ook toerisme, recreatie, aantrekkelijke woonomgeving, schone lucht en schoon grondwater. Dit zou heidebeheer met gescheperde schaapskuddes weleens tot een heel levensvatbare vorm van 'landgebruik' in heidegebieden kunnen maken (Siepel *et al.*, 2013).

14 Richtlijnen voor het beheer

Gescheperde begrazing met schaapskuddes is al eeuwenlang onlosmakelijk verbonden met het heidelandschap. De toeristen en de recreatiesector zullen het ook zeer waarderen wanneer dat in de toekomst zo blijft. Maar in het natuurbeheer staat de gescheperde begrazing ter discussie. In dit onderzoek zijn belangrijke stappen gezet voor een ecologische onderbouwing van de meerwaarde van gescheperde begrazing op de heide. De daaruit voortvloeiende praktische implicaties voor het beheer zijn hier in richtlijnen samengevat.

Heterogeniteit en terreingrootte

- Schapen grazen selectief. De sturing van de herder kan die selectiviteit in ruimte en tijd verder beïnvloeden. De contrasten tussen meer of minder begraasde plekken kunnen worden versterkt, door plekken niet of juist vaker te bezoeken. Of de contrasten worden afgezwakt door weinig begraasde delen juist extra te beweiden en kort gegraasde plekken met rust te laten. De uiteindelijk gerealiseerde graasdruk is een afweging van beheerdoelen, voedselbehoefte van de kudde en praktische uitvoerbaarheid.
- In grote terreinen kunnen door gescheperde begrazing soortenrijke gradiënten in graasdruk ontstaan van de stal tot aan de uithoeken van het gebied. Kleinere gebieden kunnen beter in rotatie worden begraasd, eventueel met een deel van een kudde. Kwetsbare terreindelen, met bijvoorbeeld Klokjesgentianen en Gentiaanblauwtjes, kunnen in de zomermaanden tijdelijk worden uitgerasterd.

Effecten op flora en fauna

- Bij de beoordeling van effecten van beheermaatregelen op flora en fauna is het belangrijk om onderscheid te maken tussen soorten van jongere heidestadia en soorten van oudere stadia. Voor een complete soortengemeenschap van de heide is de hele variatie van jonge tot oude en zelfs vergraste heide nodig.
- Soorten van jonge heidestadia profiteren van een intensiever beheer. Dit zijn bijvoorbeeld Kleine zonnedauw, Moeraswolfsklauw en Bruine snavelbies bij de planten en veelal warmteminnende soorten als Knosprietje, zandloopkevers, Heideblauwtje en Heivlinder bij de fauna.
- Soorten van oudere en zelfs vergraste heide zijn onder meer Adder, Levenbarende hagedis, Heidesabelsprinkhaan, Moerassprinkhaan en Gentiaanblauwtje, maar ook veenmossen en strooiselafbrekende paddenstoelen. Deze soorten zijn kwetsbaar voor intensieve begrazing en voor plagen. Voor deze soorten is het belangrijk dat delen van terreinen niet of zelden begraasd worden, en dan buiten de activiteitsperiode van deze soorten.
- Via de mest en de vacht transporteren schapen grote hoeveelheden zaden (en zelfs dieren). Dat zorgt voor uitwisseling van planten tussen gebieden. Dat is uiterst waardevol om de versnippering van populaties op te heffen, maar het kan ook lijden tot de onwenselijke aanvoer van soorten van voedselrijke milieus. Om dit te voorkomen is het belangrijk om de

volgorde van te begrazen terreinen goed af te stemmen, zodat er geen bloeiende voedselrijke weiden worden bezocht voordat een kudde op de heide gaat grazen.

Veterinaire behandeling

- Preventieve ontworming is in principe onnodig en onwenselijk. Voor zover behandeling nodig blijkt, moet deze buiten het terrein plaatsvinden.
- Ook verdere veterinaire behandeling moet in principe buiten de natuurgebieden plaatsvinden.

Combinaties met andere maatregelen

- Het heidebeheer van vroeger bestond niet alleen uit het hoeden van schapen, maar ook uit bijvoorbeeld plaggen, kappen en akkeren. Ook in het moderne natuurbeheer blijft een combinatie van maatregelen nodig voor het behoud van de kenmerkende flora en fauna.
- Binnen een gebied is het raadzaam om de schaal waarop de maatregelen worden uitgevoerd te verkleinen naarmate deze ingrijpender zijn. Zo kan bijvoorbeeld plaggen speciaal kleinschalig worden gericht op plaatsen waar verjonging van natte heide of Klokjesgentianen een knelpunt is. Chopperen kan eveneens op beperkte schaal worden uitgevoerd; wanneer blijkt dat herstel sneller optreedt dan na plaggen (wat nog moet worden aangetoond), dan kan deze maatregel op grotere schaal worden ingezet dan plaggen. Drukbegrazing kan vervolgens op nog grotere schaal worden toegepast, mits het terrein groot genoeg is om delen buiten de begrazing te houden.
- Plaggen van heide is een zeer ingrijpende maatregel. Chopperen is dat in iets mindere mate doordat de organische bodem deels behouden blijft. Drukbegrazing heeft minder impact op de aanwezige flora en fauna, maar heeft ten tijde van de uitvoering zeker ook negatieve effecten op de fauna. Herstel van faunagemeenschappen kan na druibegrazing echter beduidend sneller verlopen, aangezien hier geen vegetatiesuccessie aan vooraf hoeft te gaan.
- Aanvullende bekalking: wanneer heide geplagd wordt, is aanvullend eenmalig bekalken een gunstige maatregel. Dit lijkt ook zo te zijn voor gechopperde, vochtige heide. Mogelijk geldt dit eveneens voor alleen begraasde heide, maar daarvoor moeten eerst de lange termijn effecten uit lopend onderzoek worden afgewacht.
- Opslag verwijderen kan mede door de herder worden gedaan wanneer de kudde wat langer op eenzelfde plek verblijft. Het in de voorafgaande winter terugzetten van aanwezige opslag vergroot het effect van druibegrazing op de hergroei. Effect op opslag is er echter alleen wanneer er ook voldoende gras te eten is, omdat de schapen niet alleen van opslag kunnen leven.

Herstelbeheer

Bij een sterke mate van vergrassing kan herstelbeheer wenselijk zijn. Dan zijn verschillende opties mogelijk, in volgorde van minder tot meer ingrijpend:

- Druibegrazing: vooral wanneer kwetsbare soorten of archeologische en bodemkundige waarden nadrukkelijk gespaard moeten worden en een geleidelijker omvorming wenselijk is. Ten opzichte van reguliere begrazing is druibegrazing vooral wenselijk om vergrassing effectiever terug te dringen. Hieronder zijn nadere richtlijnen voor de toepassing van druibegrazing opgenomen.
- Maaien is in deze studie niet nader onderzocht, maar kan zeker als voorbereiding op druibegrazing in vergraste heide worden overwogen. De hergroei van de vegetatie is voor de schapen aantrekkelijk om te begrazen.

- Chopperen kan worden overwogen bij sterkere vergrassing en wanneer een grootschaliger uitvoering aan de orde is dan wenselijk is bij plaggen (>500 m²). Chopperen verlaagt de resterende buffering en mineralen minder dan plaggen, maar aanvullende bekalking is wenselijk om de verzuring van ammonium teniet te doen. De gevolgen van chopperen op natte heide zijn voor de langere termijn nog niet goed bekend, dus geldt het daar als experimentele maatregel die nog terughoudend moet worden toegepast.
- Plaggen is bij zeer soortenarme en verzuurde situaties effectief wanneer aanvullend wordt bekalkt en zeer kleinschalig wordt gewerkt. Dit kan machinaal maar ook met inzet van vrijwilligers (Blauwe brigades). Omdat plaggen zo'n ingrijpende maatregel is, is veel randlengte vereist om herkolonisatie door flora en fauna te bespoedigen en de gunstige effecten van de overgangen tussen oude en jonge heide uit te buiten. De organische laag kan vooral op wat drogere locaties beter niet geheel worden verwijderd omdat dit herstel bemoeilijkt en de gevoeligheid voor droogte vergroot. Ook heeft het de voorkeur om hoogtegradiënten in de plagstroken mee te nemen, wat niet alleen verzuring in 'badkuipjes' voorkomt maar ook calamiteiten kan opvangen in extreem natte of droge jaren. Zowel machinaal als met de hulp van vrijwilligers worden goede resultaten geboekt.

Richtlijnen voor druckbegrazing

Druckbegrazing is een vorm van begrazing waarbij – gescheperd of in een tijdelijk raster – een verruigde of vergraste vegetatie gedurende een korte periode volledig kort wordt afgegraasd in een dichtheid van minimaal 500 graasdagen/ha/jaar voor schapen.

- Druckbegrazing kan goed kleinschalig worden uitgevoerd op oppervlakten van een halve hectare tot enkele hectaren. Groter is niet wenselijk om negatieve effecten op soorten van oudere heidestadia te beperken en herkolonisatie te bevorderen. Bij gebruik van een gescheperde kudde kan de intensiteit sterker worden gestuurd.
- Probeer de inzet van druckbegrazing in een terrein in tijd en ruimte te variëren: neem jaarlijks hooguit steeds 1/3^e deel in druckbegrazing en verplaats de druckbegrazing, wanneer deze voldoende effect heeft opgeleverd, naar een ander deel van hooguit weer 1/3^e van het terrein. Het resterende deel dient gedurende deze reeks van jaren buiten de druckbegrazing te blijven: dit gebied komt pas aan de beurt wanneer het eerste druckbegraste deelgebied voldoende is hersteld. Op deze wijze is er in ieder jaar een voldoende refugium aanwezig voor soorten die kwetsbaar zijn voor druckbegrazing.
- Bij sterke vergrassing kan bij inzet van schapen een intensiteit van 1000 tot 1500 graasdagen/ha/jaar gedurende het groeiseizoen worden aangehouden. Die intensiteit kan over een reeks van jaren worden afgebouwd. De begrazing kan in één of twee rondes in een jaar worden uitgevoerd, maar de tweede beurt moet bij voorkeur plaatsvinden voordat Pijpenstrootje in bloei schiet (omdat de voedingswaarde dan vermindert en de schapen dan minder grazen).
- In gebieden met Gentiaanblauwtjes de belangrijke gentianenpopulaties zo nodig tijdelijk uitrasteren in het groeiseizoen (half juni-eind augustus). Uiteraard geldt eenzelfde boodschap voor andere kwetsbare en bedreigde soorten, zoals Valkruid (*Arnica montana*) en Heidekartelblad (*Pedicularis sylvatica*).
- Zorg als beheerder voor goede afspraken over uitvoering om druckbegrazing alleen uit te voeren op gekozen plekken, op afgesproken tijdstippen en met overeengekomen veebezetting.

- Het opnemen van enkele geiten (voor het bestrijden van opslag) of heidekoetjes (voor minder selectieve vraat aan Pijpenstrootje en meer vertrapping van een dichte grasmat) in een schaapskudde is een optie die aandacht verdient.

Inventarisatie en monitoring

- Een goed afgewogen terreinbeheer vereist voldoende kennis van de aanwezige natuurwaarden. Allereerst is het daarom aan te bevelen om de voorkomende soorten in beeld te brengen. De flora van hogere planten en (veen)mossen en de fauna van reptielen, dagvlinders en sprinkhanen vormen daarvoor vaak een goede ingang, omdat informatie van deze groepen hetzij reeds aanwezig is, hetzij makkelijk verkregen kan worden.
- Een goede terugkoppeling van monitoring van flora en fauna op het beheer is nodig voor 'beherend leren' en voor de keuze om al of niet bij te sturen.

15 Literatuur

- Arnolds, E. (1981). *Ecology and coenology of macrofungi in grasslands in Drenthe, The Netherlands*. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Arnolds, E.J.M. & Ommering, G. van (1996). *Bedreigde en kwetsbare paddestoelen in Nederland. Toelichting op de rode lijst*. IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Arnolds, E.J.M. & Berg, A.P. van den (2013). *Beknopte standaardlijst van de Nederlandse Paddenstoelen*. Nederlandse Mycologische Vereniging, Utrecht.
- Arnolds, E.J.M. & Veerkamp, M.T. (2008). *Basisrapport Rode Lijst Paddenstoelen*. Nederlandse Mycologische Vereniging, Utrecht.
- Baars, M. A. (1979). Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia* **41**, 25-46.
- Bakker, J.P. (1998). The impact of grazing on plant communities. In: *Grazing and Conservation Management*, (Wallis de Vries, M.F., J.P. Bakker & S.E. van Wieren, eds), pp. 137-184. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht / Boston / London.
- Beek, S. van (2005). Drukbegrazing met schapen als methode om vergraste droge heide om te vormen in structuurrijke heide. *Vakblad Natuur, Bos, Landschap* **2 (11)**, 6-9.
- Beuk, P.L.T. (2002). Checklist of the Diptera of the Netherlands. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Beynon, S.A. (2012). Potential environmental consequences of administration of anthelmintics to sheep. *Veterinary Parasitology* **189(1)**, 113-124.
- Bonte, D., N. Vandenbroecke, L. Lens, & J.-P. Maelfait (2003). Low propensity for aerial dispersal in specialist spiders from fragmented landscapes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **270**:1601-1607.
- Bos, F., Bosveld, M., Groenendijk, D., Swaay, C. van, Wynhoff, I. & De Vlinderstichting (2006). *De dagvlinders van Nederland : verspreiding en bescherming (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea)*. Nederlandse Fauna 7. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, Leiden; KNNV Uitgeverij, Utrecht & European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.
- Cosyns, E., Delporte, A., Lens, L. & Hoffmann, M. (2005). Germination success of temperate grassland species after passage through ungulate and rabbit guts. *Journal of Ecology* **93**, 353-361.

- Dobben, H.F. van (2010). *Lange-termijn effecten van bekalking op bosvegetatie - bruikbaarheid van oude experimenten*. Alterra-rapport 2098, Alterra, Wageningen.
- Dorland E., van den Berg, L.J.L., van den Berg, A.J., Vermeer, M.L., Bobbink, R. & Roelofs, J.G.M. (2004). The effects of sod cutting and additional liming on potential net nitrification in heathland soils. *Plant and Soil* **265**, 267-277.
- Douma, S. & Mulder, J. (2008). *Evaluatie van de eerste ervaringen met drukbegrazing in terreinen van It Fryske Gea*. Afstudeerrapport Van Hall / Larenstein, Leeuwarden.
- Elbersen, B.S., Kuiters, A.T., Meulenkamp, W.J.H. & Slim, P.A. (2003). *Schaapskuddes in het natuurbeheer: economische rentabiliteit en ecologische meerwaarde*. Alterra-rapport 735, Alterra, Wageningen.
- Floate, K.D. (2006). Endectocide use in cattle and fecal residues: Environmental effects in Canada. *Canadian Journal of Veterinary Research*, **70(1)**, 1-10.
- Floate, K.D., Wardhaugh, K.G., Boxall, A.B.A. & Sherratt, T.N. (2005). Fecal residues of veterinary parasiticides: Nontarget effects in the pasture environment. *Annual Review of Entomology*, **50**, 153-179.
- Foelix, R.F. (1996). *Biology of Spiders*. Second edition. Oxford University Press, New York.
- Fottner, S., Härdtle, W., Niemeyer, M., Niemeyer, T., von Oheimb, G. Meyer, H. & Mockenhaupt, M. (2007). Impact of sheep grazing on nutrient budgets of dry heathlands. *Applied Vegetation Science* **10**:391-398.
- Gerisch, M. (2011). Habitat disturbance and hydrological parameters determine the body size and reproductive strategy of alluvial ground beetles. *Zookeys* **100**, 353-370.
- Gerisch, M., Schanowski, A., Figura, W., Gerken, B., Dziock, F. & Henle, K. (2006). Carabid Beetles (Coleoptera, Carabidae) as Indicators of Hydrological Site Conditions in Floodplain Grasslands. *International Review of Hydrobiology* **91**:326-340.
- Graaf, M. de, Verbeek, P., Robat, S., Bobbink, R., Roelofs, J., de Goeij, S. & Scherpenisse, M. (2004). *Lange-termijn effecten van herstelbeheer in heide en heischrale graslanden*. Rapport EC-LNV nr. 2004/288-O, Ede.
- Graaf, M. de, Bobbink, R., Smits, N., van Diggelen, R., Roelofs, J. (2009). Biodiversity, vegetation gradients and key biogeochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* **42**, 2191-2201.
- Grasshoff, K., en Johannsen, H. (1977). A new sensitive method for the determination of ammonia in sea water. *Water Research* **2**, 516
- Grant, S.A., Milne, J.A., Barthram, G.T. & Souter, W.G. (1982). Effects of season and level of grazing on the utilization of heather by sheep III. Longer-term responses and sward recovery, *Grass and Forage Science* **37**, 311-320.
- Härdtle, W., Von Oheimb, G. Gerke, A.K., Niemeyer, M., Niemeyer, T. Assmann, T. Drees, C. Matern, A. & Meyer, H. (2009). Shifts in N and P

budgets of heathland ecosystems: Effects of management and atmospheric inputs. *Ecosystems* **12**, 298-310.

Jensen, J., Diao, X., Hansen, A.D. (2009). Single- and two-species tests to study effects of the anthelmintics ivermectin and morantel and the coccidiostatic monensin on soil invertebrates *Environmental Toxicology and Chemistry*, **28(2)**, 316-323.

Kamphake, L.J., Hannah, S.A. & Cohen J.M., (1967). Automated analysis for nitrate by hydrazine reduction. *Water Research*. **1**, 205-206

Kirkpatrick, A.H. & De Blust, G. (2013). Grazing and its impact on productivity and biodiversity in heathlands. In: *Economy and ecology of heathlands*, (H.H. Siepel, W.J. M. Heijman, N.R. Webb, & W.H. Diemont, eds.), pp.203-227, KNNV publishing, Zeist.

Kleijn, D., Bekker, R.M., Bobbink, R., de Graaf, M.C.C. & Roelofs, J.G.M. (2008). In search for key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands: a comparison of common and rare species. *Journal of Applied Ecology* **45**, 680-687.

Kleukers, R.M.J.C., Nieukerken, E. van, Odé, B., Willemse, L. & Wingerden, W. van (1997). *De sprinkhanen en krekels van Nederland (Orthoptera)*. Nederlandse Fauna 1. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, Leiden; KNNV Uitgeverij, Utrecht & European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.

Küer, A. & Fartmann, T. (2004). Prominent shoots are preferred: microhabitat preferences of *Maculinea alcon* ([Denis & Schiffermüller], 1775) in Northern Germany (Lycaenidae). *Nota Lepidopterologica* **27**, 309-319

Lucassen, E., Verheggen, G. & Brouwer, E. (2011). *Bekalking van de Lobeliabaai in het Beuven: rapportage onderzoek 2010*. Rapportnummer 2011.19, Onderzoekcentrum B-Ware, Nijmegen.

Maelfait, J.P., Baert, L. Janssen, M. & Alderweireldt, M. (1998). A Red list for the spiders of Flanders. *Bulletin van het Koninklijk Belgisch instituut voor Natuurwetenschappen* **68**:131-142.

Maes, D., Van Dijck, H., Vanreusel, W. & Cortens, J. (2003). Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) of Flemish (north Belgium) wet heathlands, a declining habitat in Europe. *European Journal of Entomology* **100**, 545-555.

Melbourne, B. A. (1999). Bias in the effect of habitat structure on pitfall traps: An experimental evaluation. *Australian Journal of Ecology* **24**, 228-239.

Mouissie, A.M., Vos, P., Verhagen, H.M.C. & Bakker, J.P. (2005a). Endozoochory by free ranging, large herbivores: ecological correlates and perspectives for restoration. *Basic and Applied Ecology* **6**, 547-558.

Mouissie, A.M., Lengkeek, W. & Van Diggelen, R. (2005b). Estimating adhesive seed-dispersal distances: field experiments and correlated random walks. *Functional Ecology* **19**, 478-486.

Mullekom, M. van, Smolders, F., Brouwer, E. & Roelofs, J. (2009). *Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling en -herstel in het Hierdense beekdal binnen Landgoed Staverden. Een biogeochemisch en hydrologisch onderzoek*. Rapportnummer 2008.44a, Onderzoekcentrum B-Ware, Nijmegen.

- Noordijk, J. & Boer, P. (2007). Mieren in Veluwebermen: soortenrijkdom en aanbevelingen voor beheer (Hymenoptera: Formicidae). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* **27**, 23-50.
- Noordijk, J., Wallis De Vries, M., Colijn, E., Smit, J. & Veling, K. (2013). Begrazingsintensiteit en insectenrijkdom in heideterreinen. *De Levende Natuur* **114(5)**, 204-211.
- O'Hea, N.M., Kirwan, L., Giller, P.S., Finn, J.A. (2010). Lethal and sub-lethal effects of ivermectin on north temperate dung beetles, *Aphodius ater* and *Aphodius rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae) *Insect Conservation and Diversity*, **3(1)**, 24-33.
- Orton, P.D. (1964). Notes on British Agarics II. *Notes from the Royal Botanical Garden Edinburgh* **26(1)**, 43-65.
- Pakeman, R.J., Digneffe, G. & Small, J.L. (2002). Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology* **16**, 296-304.
- Poschlod, P. & Wallis de Vries, M.F. (2002). The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands – lessons from the distant and recent past. *Biological Conservation* **104**, 361-376.
- Poschlod, P., Kiefer, S., Tränkle, U., Fischer, S. & Bonn, S. (1998). Plant species richness in calcareous grasslands as affected by dispersability in space and time. *Applied Vegetation Science* **1**, 75-90.
- Radchuk, V., Wallis de Vries, M.F. & Schtickzelle, N. (2012). Spatially and financially explicit population viability analysis of *Maculinea alcon* in the Netherlands. *PLoS ONE* **7(6)**, e38684.
- Schack-Kirchner, H. & Hildebrand, E.E. (1998). Changes in soil structure and aeration due to liming and acid irrigation. *Plant and Soil* **199**, 167-176.
- Schaefer, M. (1976). Experimentelle Untersuchungen zum Jahreszyklus und zur Überwinterung von Spinnen (Araneida). *Zool. Jb. Syst.* **103**:127-289.
- Schaefer, M. (1977). Winter ecology of spiders (Araneida). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **83**:113-134.
- Scohier, A. & Dumont, B. (2012). How do sheep affect plant communities and arthropod populations in temperate grasslands? *Animal* **6**, 1129-1138.
- Scohier, A., Ouin, A., Farruggia, A. & Dumont, B. (2013). Is there a benefit of excluding sheep from pastures at flowering peak on flower-visiting insect diversity? *Journal of Insect Conservation* **17**, 287-294.
- Seifert, B. (2007). *Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas*. Lutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft, Tauer.
- Siepel, H. (1994). *Structure and function of soil microarthropod communities*. Department of Animal Ecology of the DLO- Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO).
- Siepel, H., Diemont, H.m Heijman, W. & Webb, N. (2013). Towards a sustainable management of seminatural areas; the interdependence of

economy, ecology and governance in heathlands. In: *Economy and ecology of heathlands*, (H.H. Siepel, W.J. M. Heijman, N.R. Webb, & W.H. Diemont, eds.), pp.411-420, KNNV publishing, Zeist.

Smits, J. & Noordijk, J. (2013). *Heidebeheer – Moderne methoden in een eeuwenoud landschap*. KNNV Uitgeverij, Zeist.

Swaay, C.A.M. van, Termaat, T. & Plate, C.L. (2011). *Handleiding Landelijke Meetnetten Vlinders en Libellen*. Rapport VS2011.01, De Vlinderstichting, Wageningen & Centraal Bureau voor Statistiek (CBS), Den Haag.

Turin, H. (1991). *De loopkevers van de Nederlandse waddeneilanden (Coleoptera:Carabidae)*. Entomologische Berichten Amsterdam **51(6)**: 69-78.

Turin, H. (2000). *De Nederlandse loopkevers. Verspreiding en oecologie (Coleoptera: Carabidae)*. Leiden, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS-Nederland.

Van Dyck, H. & Regniers, S. (2010). Egg spreading in the ant-parasitic butterfly, *Maculinea alcon*: from individual behaviour to egg distribution pattern. *Animal Behaviour* **80**, 621-627

Verbeek, P.J.M., De Graaf, M. & Scherpenisse, M.C. (2006). *Verkennde studie naar de effecten van drukkbegrazing met schapen in droge heide : effectgerichte maatregel tegen vermessing in droge heide*. Rapport DK nr. 2006/dk038-O - Directie Kennis - Ministerie van LNV, Ede.

Verhagen, R., van Diggelen, R. & Bakker, J.P. (2003). *Natuurontwikkeling op minerale gronden: veranderingen in de vegetatie en abiotische omstandigheden gedurende de eerste tien jaar na ontgronden*. Rijksuniversiteit Groningen, Laboratorium voor Plantenoecologie, Haren & It Fryske Gea, Oldeberkoop.

Verstegen, M.A.J.M., Siepel, H., Stumpel, A.H.P. & van Wijnhoven, H.A.H. (1992). *Heide en heidefauna: indicaties voor het beheer*. Rapport no. 92/26, IBN-DLO, Arnhem

Vogels, J.J., van den Burg, A., Remke, E. & Siepel, H. (2011). *Effectgerichte maatregelen voor het herstel en beheer van faunagemeenschappen van heideterreinen – Evaluatie en ontwerp van bestaande en nieuwe herstelmaatregelen*. Rapport 2011/OBN152-DZ, DKI-LNV, Ede.

Vogels, J.J. (2013). *Voedsel van korhoenkuikens onder het vergrootglas - De relatie tussen plantkwaliteit en dichtheid van ongewervelde fauna op de Sallandse Heuvelrug*. Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Vogels, J.J. & Frazao, J. (2013). *De zomerbrand op de Strabrechtse Heide 2010-2013 - Monitoring van de korte en middellange termijn effecten op bodemchemie, vegetatie en fauna*. Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Vogels, J.J., Webb, N.R. & Siepel, H.H. (2013). Impact of changed plant stoichiometric quality on heathland fauna composition. In: *Economy and ecology of heathlands*, (H.H. Siepel, W.J. M. Heijman, N.R. Webb, & W.H. Diemont, eds.), pp.273-297, KNNV publishing, Zeist.

Wallis de Vries, M.F. (1989). Beperkende factoren in het voedselaanbod voor runderen en paarden in natuurgebieden op de hoge zandgronden. *De Levende Natuur* **90(3)**, 85-92.

Wallis de Vries, M. F. (1994). *Foraging in a Landscape Mosaic - Diet selection and performance of free-ranging cattle in heathland and riverine grassland*. Proefschrift, Wageningen Universiteit, Wageningen.

Wallis de Vries, M.F. & Ens, S. (2010). Effects of Habitat Quality and Isolation on the Colonization of Restored Heathlands by Butterflies. *Restoration Ecology* **18**, 390-398.

Wallis de Vries, M.F., Noordijk, J., Smit, J.T., Nijssen, M., Sierdsema, H. & Zollinger, R. (2013). *Effecten van begrazing op de fauna van Brabantse heidegebieden*. Rapport VS2012.007, De Vlinderstichting, Wageningen / EIS-Nederland, Leiden / SOVON Vogelonderzoek & Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Wallis de Vries, M.F., Bobbink, R., Brouwer, E., Huskens, K., Verbaarschot, E., Versluijs, R. & Vogels, J.J. (2014). *Drukbegrazing en Chopperen als Alternatieven voor Plaggen van Natte Heide: effecten op korte termijn en evaluatie van praktijkervaringen*. Rapport 2014/OBN-NZ, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag (*in druk*).

Bijlage 1: Onderzoekslocaties in Friesland

Het beheerexperiment (Deel I) is uitgevoerd in Blauwe Bos en Oosthoek. Het evaluerende onderzoek (Deel II) is uitgevoerd in een ander deel van het Blauwe Bos en in de andere vijf terreinen. Op de volgende pagina's zijn de veldlocaties voor het evaluerende onderzoek in detail weergegeven.



Routennummer: V1885
Aantal secties: 10 x 50 m

Routenaam: Heide Allardsoog
Vegetatieopnamen: Secties 1,4,6 (geplagd), 8

XY-start: 216.831 – 567.301
Faunavallen: Secties 4 en 8



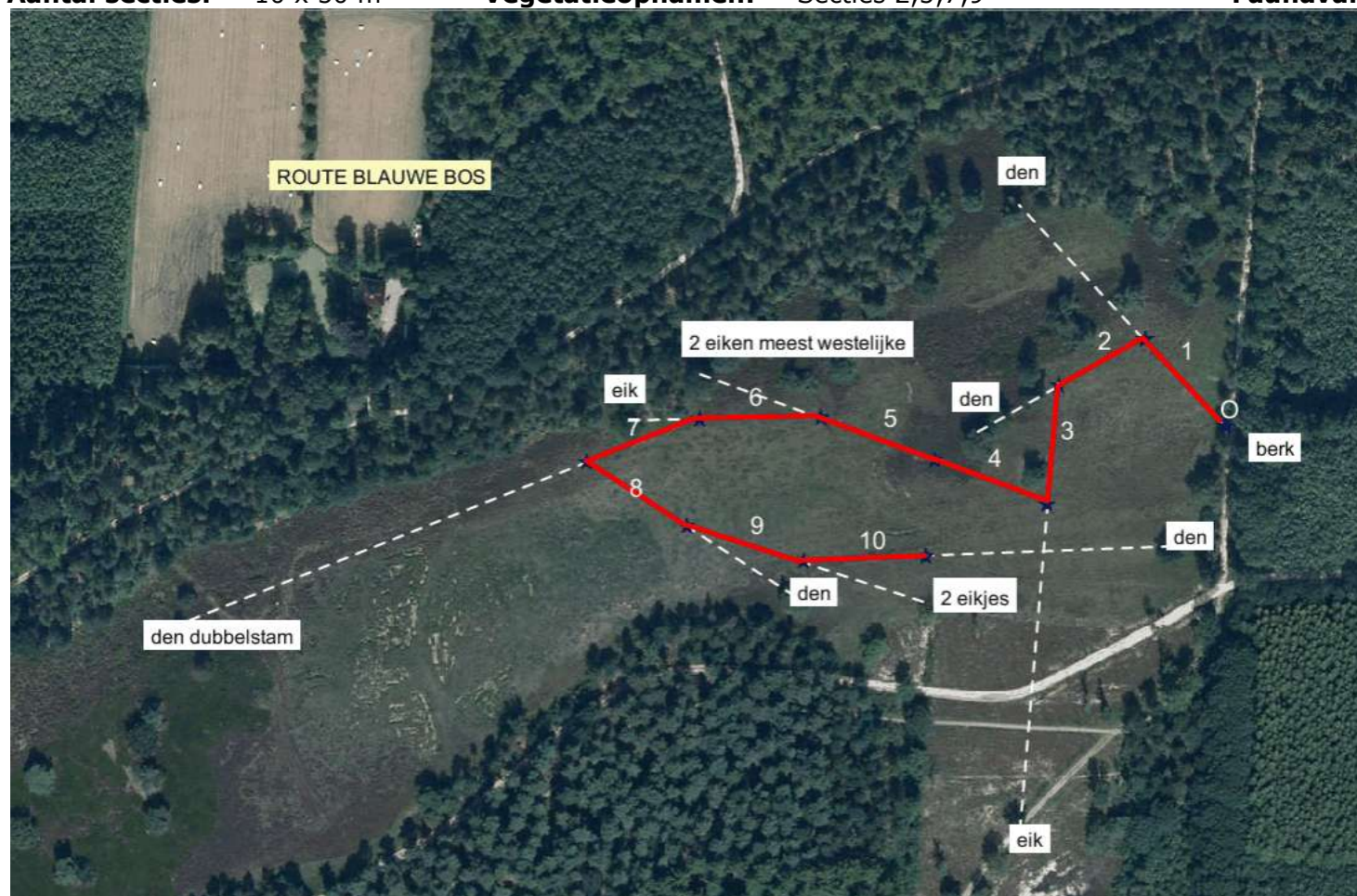
Routenaam: Blauwe Bos

Aantal secties: 10 x 50 m

Vegetatieopnamen: Secties 2,5,7,9

XY-start: 217.363 – 563.099

Faunavallen: –



Routenaam: Duurswouderheide

Aantal secties: 10 x 50 m

Vegetatieopnamen: Secties 2,4,6,9

XY-start: 211.847 – 563.353

Faunaval: Sectie 8



Routennummer: V1886
Aantal secties: 11 x 50 m

Routenaam: Ketlikerskar
Vegetatieopnamen: Secties 1,3,6,10

XY-start: 198.554 – 549.698
Faunavallen: Secties 3 en 10



Routenaam: Merskenheide

Aantal secties: 10 x 50 m

Vegetatieopnamen: Secties 1,3,6,10

XY-start: 208.708 – 566.280

Faunavallen: Secties 3 en 6



Routennummer: V1884
Aantal secties: 10 x 50 m

Routenaam: Schaopedobbe-3
Vegetatieopnamen: Secties 1,5,7,9

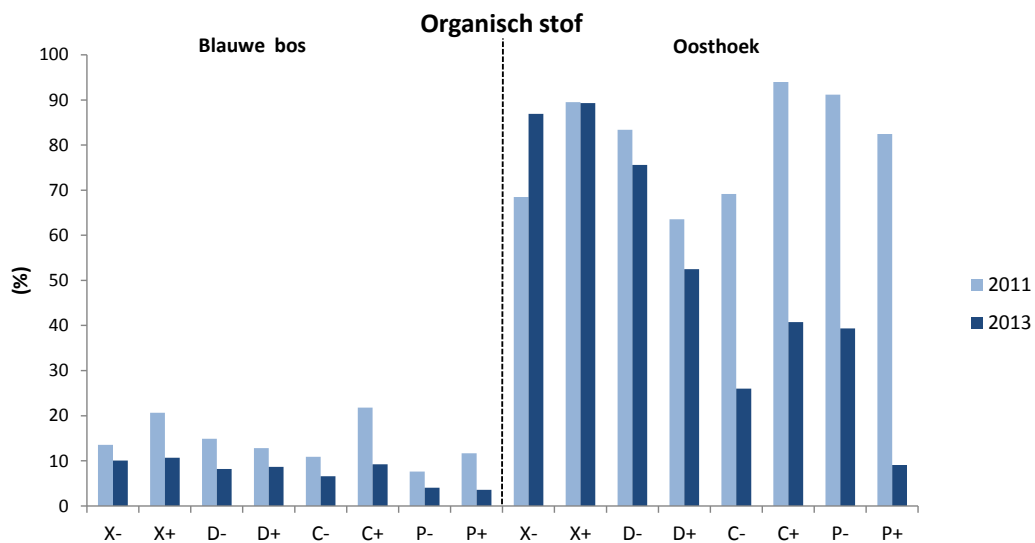
XY-start: 214.051 – 551.622
Faunavallen: –



Bijlage 2: Chemische analyses

15.1.1 Organische stof

Het percentage organisch stof in de bodem was in Oosthoek aanzienlijk hoger dan in het Blauwe bos met percentages boven de 50%, de bodem in Oosthoek is venig. Chopperen en plaggen van de bodem leidde tot lagere percentages organisch stof in de bodem, vergelijkbaar met de trends in de Brabantse gebieden.



Organisch stof percentage in de bodem (0-10 cm) per behandeling voor de gebieden in Friesland (X=controle, D= druk begrazing, C=chopperen, P= plaggen; zonder [-] en met [+] bekalken).

15.1.2 Buffering van de bodem

De pH-NaCl van de bodem in de onderzoeksgebieden was relatief laag voor goed ontwikkelde natte heide en varieerde in 2011, voor de start van de behandelingen, van 2,7 tot 3,0 in Oosthoek en van 3,2 tot 3,4 in het Blauwe bos. In het Blauwe bos was een trend te zien na bekalken, in de controle en geplagde behandeling was de pH-NaCl hoger na bekalken. In Oosthoek was een trend zichtbaar in pH-NaCl na drukbegrazen, chopperen en plaggen met bekalken, de pH-NaCl was hoger in de bekalkte plots ten opzichte van de niet bekalkte plots.

Het effect van bekalken was duidelijk terug te vinden in de concentratie basische kationen in de bodem. In de bekalkte proefvelden werd een hogere concentratie basische kationen (Ca + Mg + K) in de bodem gemeten dan in de niet bekalkte proefvelden, variërend van 11338 tot 17325 $\mu\text{eq/l}$ bodem in het Blauwe bos en van 19898 tot 35279 $\mu\text{eq/l}$ bodem in Oosthoek. De concentratie basische kationen in de bodem van de bekalkte proefvelden was hoger in de Friese gebieden dan gemiddeld in de Brabantse gebieden. Verder heeft bekalken een effect op de Al/Ca ratio in de bodem (Kleijn et al., 2008), deze was na bekalken in alle behandelingen lager dan 0,5. Bekalken had dus wel duidelijk effect op de buffering van de bodem. Chopperen en plaggen

leken in het Blauwe bos ook te leiden tot lagere concentraties basische kationen in de bodem. In beide gebieden werden in de gehopperde en geplagde proefvlakken hogere Al/Ca ratio's in de bodem gemeten dan in de controle en drukkbegraasde behandeling.

15.1.3 Fosfaat in de bodem

De Olsen-P concentraties in de bodem van de Friese gebieden lieten dezelfde trends zien als in de twee Brabantse gebieden, waarbij in de gehopperde en geplagde behandeling lagere Olsen-P concentraties in de bodem werden gemeten ten opzichte van de controle en drukkbegraasde behandeling. In het Blauwe bos leek ook drukkbegrazing enig effect te hebben op de Olsen-P concentratie in de bodem, $\pm 370 \mu\text{mol/l}$ ten opzichte van $603 \mu\text{mol/l}$ Olsen-P in de controle behandeling. Er waren geen trends te zien op de Olsen-P concentratie na bekalken.

In het Blauwe bos was een trend te zien in totaal-P concentratie in de bodem, na drukkbegrazen, chopperen en plaggen werd een lagere totaal-P concentratie gemeten dan in de controlebehandeling. In Oosthoek was dezelfde trend zichtbaar als in de Brabantse gebieden, na plaggen werd een lagere totaal-P concentratie gemeten dan in de controle. Er waren geen trends te zien op de totaal-P concentratie in de bodem na bekalken. Alleen in Oosthoek leek bekalken tot een lagere concentratie totaal-P te leiden in de gehopperde behandeling en een hogere concentratie in de controle behandeling.

15.1.4 Anorganisch N in de bodem

In goed ontwikkelde natte heide met meerdere doelsoorten worden ammoniumconcentraties van $100\text{--}200 \mu\text{mol/l}$ bodem gemeten, in vergraste, gedegradeerde natte heide worden ammoniumconcentraties rond $400\text{--}450 \mu\text{mol/l}$ bodem gemeten (de Graaf et al., 2009). In beide gebieden waren de gemeten ammoniumconcentraties in de meeste behandelingen veel hoger, met ammoniumconcentraties boven de $800 \mu\text{mol/l}$ bodem. In het Blauwe bos leek chopperen tot een hogere ammoniumconcentratie in de bodem te leiden, vergelijkbaar met de Brabantse gebieden. In Oosthoek leken bijna alle behandelingen tot hogere ammoniumconcentraties in de bodem te leiden ten opzichte van de controle, $\pm 1000 \mu\text{mol/l}$ ten opzichte van $\pm 300 \mu\text{mol/l}$ bodem in de controle. Alleen in de geplagde bekalkte behandeling was deze trend niet te zien. In het Blauwe bos werden in alle bekalkte behandelingen lagere ammoniumconcentraties gemeten dan in de betreffende onbekalkte behandelingen. Bekalken leidde tot meer nitrificatie in deze proefvlakken. In Oosthoek was dit niet het geval, mogelijk alleen na plaggen.

Nitraatconcentraties in de bodem waren in de meeste behandelingen laag tot zeer laag en vergelijkbaar met nitraatconcentraties in de Brabantse gebieden, variërend van 8 tot $223 \mu\text{mol/l}$ bodem. In het Blauwe bos werden in het drukkbegraasde en gehopperde bekalkte proefvlak hogere nitraatconcentraties gemeten van 624 en $290 \mu\text{mol/l}$ bodem. In deze behandelingen leek bekalken de nitrificatie te stimuleren waardoor lagere ammoniumconcentraties en hogere nitraatconcentraties in de bodem gemeten werden. In Oosthoek werd echter geen verhoogde nitraatconcentratie gemeten in het geplagde proefvlak, waarschijnlijk door snelle opname van nitraat door de vegetatie.

15.1.5 Plantchemie

De N-concentraties in Gewone dophei lagen rond de $10,2\text{--}12,4 \text{ mg/g}$ en waren daarmee vergelijkbaar met N-gehalten in Gewone dophei in de Brabantse gebieden. In Oosthoek was een trend zichtbaar in concentratie N in de

vegetatie, in behandelingen drukkbegrazen en chopperen was de concentratie N lager ten opzichte van de controle. In het Blauwe bos was dezelfde trend zichtbaar in de geplagde behandeling. Bekalken leek in beide gebieden alleen in de controle behandeling een verlagend effect op de N-concentraties in dophei te hebben.

De P-concentraties in de vegetatie waren in beide gebieden laag, tussen 0,3 en 0,6 mg/g. In het Blauwe bos was een trend te zien na chopperen en plaggen, in de vegetatie werden lagere P-concentraties in Gewone dophei gemeten dan in de controle, $\pm 0,06$ mg/g lager. In Oosthoek was deze trend na drukkbegrazen en chopperen te zien. Bekalken leek in beide gebieden in de controle behandeling een licht verlagend effect op de P-concentraties in dophei te hebben. Plaggen en bekalken in het Blauwe bos en drukkbegrazen en bekalken in Oosthoek lieten dezelfde trend zien.

In het Blauwe bos was een trend in N/P ratio te zien, deze was licht verhoogd na chopperen en plaggen. In Oosthoek was deze trend ook na drukkbegrazen te zien. Bekalken leek in het Blauwe bos tot een licht verhoogde N/P ratio na plaggen te leiden. In Oosthoek was dezelfde trend na drukkbegrazen en bekalken te zien.

Er was een trend te zien in de concentratie basische kationen in dophei, deze was licht verhoogd na chopperen en plaggen. Bekalken leek geen duidelijke effecten te hebben op de concentratie basische kationen in de vegetatie.

In Pijpenstrootje werden in beide gebieden hogere concentraties N gemeten dan in Gewone dophei, met concentraties van 9,1 tot 20,5 mg/g ten opzichte van 10,2-12,4 mg/g. Drukkbegrazen, chopperen en plaggen leken tot lagere N-concentraties in Pijpenstrootje te leiden, behalve chopperen in het Blauwe bos. Na bekalken was een trend zichtbaar in N-concentratie in de vegetatie in het Blauwe bos, deze was lager na bekalken in de controle, gehopperde en geplagde proefvlakken. In Oosthoek was het tegenovergestelde te zien, in bijna alle behandelingen leek bekalken een licht verhogend effect op de N-concentratie te hebben.

Ook in de P-concentratie in Pijpenstrootje was een trend te zien, in bijna alle behandelingen was de P-concentratie lager dan in de controle (behalve voor plaggen in Oosthoek). Bekalken leek alleen in de geplagde behandeling een verlagend effect te hebben. In het Blauwe bos was een trend in N/P ratio in Pijpenstrootje te zien, deze was lager na drukkbegrazen en plaggen. In Oosthoek was deze alleen na plaggen lager en juist hoger na drukkbegrazen en chopperen. In Oosthoek was na bekalken een duidelijke trend zichtbaar, de N/P ratio was in alle behandelingen hoger na bekalken. In het Blauwe bos leek de N/P ratio na bekalken juist wat lager te zijn.

Er was een trend te zien in de concentratie basische kationen in Pijpenstrootje, deze was licht verlaagd na drukkbegrazen en plaggen in het Blauwe bos. In Oosthoek was dezelfde trend te zien voor chopperen en drukkbegrazen. In beide gebieden leek bekalken tot lagere concentraties basische kationen in Pijpenstrootje te leiden, in bijna alle behandelingen vergelijkbaar met Dophei, behalve de behandeling drukkbegrazen in Oosthoek.

Bijlage 2.1: Overzicht bodemchemische analyses

Nulmeting							Destructie															
Nr	Gebied	Behandeling	Diepte (cm)	Vocht gehalte (%)	Massa volume (kg droog/l bodem)	Orgstof (%)	Olen-P (mmol/FW)	Al (mmol/FW)	Ca (mmol/FW)	Fe (mmol/FW)	K (mmol/FW)	Mg (mmol/FW)	Mn (mmol/FW)	P (mmol/FW)	S (mmol/FW)	Si (mmol/FW)	Zn (mmol/FW)					
O1	Oosthoek	D+	0-10	73,53	0,27	63,58	912	30,4	6,5	13,6	2,1	2,6	0,1	3,8	16,0	2,8	0,2					
O2	Oosthoek	P+	0-10	84,04	0,16	82,47	370	14,5	5,7	4,2	1,2	2,4	0,0	1,9	15,9	1,3	0,1					
O3	Oosthoek	D-	0-10	79,56	0,19	83,41	370	19,2	3,7	8,5	1,3	1,7	0,0	2,2	9,6	1,6	0,1					
O4	Oosthoek	P-	0-10	87,44	0,11	91,17	366	13,1	3,4	2,7	1,1	1,5	0,0	2,2	14,9	1,2	0,1					
O5	Oosthoek	C+	0-10	86,98	0,13	93,98	534	9,4	5,7	3,2	0,8	3,5	0,0	2,3	20,6	1,3	0,1					
O6	Oosthoek	C-	0-10	83,59	0,17	69,18	180	20,6	2,5	3,9	1,1	1,2	0,0	1,3	5,4	2,3	0,1					
O7	Oosthoek	X+	0-10	80,56	0,19	89,51	462	33,4	5,3	12,0	1,4	1,8	0,0	2,7	13,9	1,8	0,1					
O8	Oosthoek	X-	0-10	71,42	0,29	68,47	388	43,8	8,2	11,3	2,2	3,6	0,0	3,3	20,6	2,5	0,2					
B1	Blauwe Bos	P+	0-10	34,39	0,72	11,66	429	78,4	3,9	24,0	4,9	6,5	0,2	3,6	11,2	11,0	0,3					
B2	Blauwe Bos	P+	0-10	31,45	0,92	7,62	592	87,8	5,1	22,2	7,2	8,3	0,2	3,8	14,5	13,0	0,4					
B3	Blauwe Bos	D-	0-10	43,85	0,73	14,88	817	68,2	14,7	17,7	5,9	9,7	0,5	5,4	18,5	9,3	0,4					
B4	Blauwe Bos	D+	0-10	47,51	0,74	12,80	752	105,8	4,9	16,2	6,1	6,7	0,1	5,3	23,0	9,7	0,4					
B5	Blauwe Bos	X+	0-10	37,72	0,68	20,64	376	35,9	2,2	11,3	2,7	3,0	0,1	1,5	5,2	9,0	0,2					
B6	Blauwe Bos	X-	0-10	39,23	0,80	13,54	455	67,8	5,5	16,5	4,5	4,9	0,2	3,9	14,8	11,6	0,4					
B7	Blauwe Bos	C+	0-10	45,66	0,67	21,82	365	61,3	7,2	22,2	5,0	6,0	0,2	4,4	17,9	9,3	0,4					
B8	Blauwe Bos	C-	0-10	37,76	0,74	10,87	379	90,0	8,2	25,7	7,6	8,9	0,3	5,8	20,0	11,5	0,4					

Effectmeting							Destructie															
Nr	Gebied	Behandeling	Diepte (cm)	Vocht gehalte (%)	Massa volume (kg droog/l verse bodem)	Orgstof (%)	Olen-P (mmol/FW)	Al (mmol/FW)	Ca (mmol/FW)	Fe (mmol/FW)	K (mmol/FW)	Mg (mmol/FW)	Mn (mmol/FW)	P (mmol/FW)	S (mmol/FW)	Si (mmol/FW)	Zn (mmol/FW)	C/N analyse (mg/gDW)				
O2	Oosthoek	P+	0-10	34,01	1,02	9,09	260	78,9	15,6	7,4	4,5	9,8	0,1	2,7	6,3	16,6	0,1	1,9	62,0			
O4	Oosthoek	P-	0-10	70,42	0,35	39,34	317	49,3	6,9	6,4	2,1	3,7	0,0	2,7	15,1	6,5	0,1	7,7	252,9			
O5	Oosthoek	C+	0-10	72,87	0,30	40,78	314	55,6	10,1	6,3	2,4	5,3	0,0	2,8	18,7	5,2	0,1	9,3	289,9			
O6	Oosthoek	C-	0-10	52,67	0,63	26,00	382	119,0	10,2	20,6	4,7	6,8	0,1	3,3	15,3	9,8	0,2	4,7	162,1			
O7	Oosthoek	X+	0-10	74,72	0,25	89,30	855	16,8	14,5	12,0	3,6	7,9	0,3	4,2	19,5	3,3	0,3	16,0	506,4			
O8	Oosthoek	X-	0-10	78,49	0,23	86,84	517	25,8	11,1	10,7	1,7	5,1	0,1	3,3	23,9	2,7	0,1	12,9	450,2			
O3	Oosthoek	D-	0-10	77,65	0,23	75,58	492	32,9	7,1	10,1	3,5	3,6	0,1	3,6	18,4	3,1	0,1	13,8	379,4			
O1	Oosthoek	D+	0-10	67,30	0,38	52,47	556	38,5	11,9	13,5	3,3	7,6	0,1	3,4	16,4	6,7	0,1	9,9	287,5			
B1	Blauwe Bos	P+	0-10	16,21	1,12	3,59	298	192,4	9,7	35,9	14,0	19,8	0,3	2,5	1,0	17,9	0,1	0,7	18,7			
B2	Blauwe Bos	P+	0-10	17,41	1,10	4,02	304	171,1	9,8	32,1	11,6	15,2	0,2	2,2	1,0	15,8	0,2	0,8	17,3			
B3	Blauwe Bos	D-	0-10	30,32	0,84	8,20	374	132,5	8,3	22,9	8,8	10,1	0,2	2,7	4,8	11,6	0,2	2,0	44,0			
B4	Blauwe Bos	D+	0-10	29,45	0,91	8,68	387	85,8	10,4	21,3	7,3	10,7	0,1	2,7	6,4	11,3	0,2	1,6	35,9			
B5	Blauwe Bos	X+	0-10	32,10	0,90	10,67	443	93,1	10,2	19,4	8,0	9,3	0,1	2,5	6,1	13,2	0,2	1,5	34,3			
B6	Blauwe Bos	X-	0-10	32,95	0,90	10,08	604	66,8	10,2	17,1	5,6	4,9	0,2	4,1	9,0	11,7	0,2	3,4	74,0			
B7	Blauwe Bos	C+	0-10	27,26	0,96	9,24	315	75,5	9,5	15,5	6,1	8,1	0,1	2,3	4,0	13,6	0,2	1,4	37,2			
B8	Blauwe Bos	C-	0-10	23,22	1,04	6,58	305	98,1	6,8	19,4	7,3	7,4	0,1	2,0	1,6	14,7	0,1	1,3	33,4			

Nulmeting			Zoutextract 0,2M NaCl																Base Cations	
Nr	Gebied	Behandelings Diepte (cm)	pH	Al (µmol/FW)	Ca (µmol/FW)	Fe (µmol/FW)	K (µmol/FW)	Mg (µmol/FW)	Mn (µmol/FW)	P (µmol/FW)	S (µmol/FW)	Si (µmol/FW)	Zn (µmol/FW)	NO3 (µmol/FW)	NH4 (µmol/FW)	Na (eq/FW)	K (eq/FW)			
O1	Oosthoek	D+	0-10	2,74	1536,7	2563,7	206,0	756,7	1299,4	15,2	16,7	103,4	89,9	24,6	15,5	242,3	848,3			
O2	Oosthoek	P+	0-10	2,88	1165,0	4514,8	7,8	234,4	2155,9	6,6	2,4	79,7	37,3	28,0	65,6	268,2	1357,6			
O3	Oosthoek	D-	0-10	3,00	940,6	2938,7	113,9	411,4	1239,1	7,8	2,6	78,9	132,8	25,6	6,9	301,7	896,7			
O4	Oosthoek	P-	0-10	2,83	846,3	3050,8	180,1	63,4	1233,8	5,7	2,4	66,6	47,8	33,7	6,2	423,8	863,3			
O5	Oosthoek	C+	0-10	2,92	422,6	4684,9	28,3	91,8	3590,1	6,0	12,9	124,8	55,0	29,3	37,4	143,2	1664,2			
O6	Oosthoek	C-	0-10	2,90	1973,1	3665,9	111,9	906,2	1566,5	43,4	1,5	69,8	105,8	49,8	50,1	34,9	1137,1			
O7	Oosthoek	X+	0-10	2,74	2907,5	4423,6	46,5	770,7	1718,9	22,8	3,4	74,3	94,0	33,4	129,7	231,6	1305,6			
O8	Oosthoek	X-	0-10	2,65	2246,4	5663,4	87,2	900,4	2838,9	19,1	9,1	92,4	45,2	42,2	223,2	182,5	1790,5			
B1	Blauwe Bos	P+	0-10	3,20	2138,4	1737,7	83,1	660,6	1057,0	33,5	0,9	78,7	74,6	33,7	76,4	567,8	625,0			
B2	Blauwe Bos	P+	0-10	3,21	1843,7	2323,3	40,2	642,9	1307,3	35,6	0,0	104,7	85,2	53,1	23,1	200,8	790,4			
B3	Blauwe Bos	D-	0-10	3,43	1894,1	2354,7	33,8	742,1	1163,9	66,9	0,0	103,2	62,4	34,8	83,8	598,1	777,9			
B4	Blauwe Bos	D+	0-10	3,43	2575,0	1788,8	37,8	628,6	884,3	15,0	0,5	137,5	80,6	45,5	35,8	343,6	597,5			
B5	Blauwe Bos	X+	0-10	3,34	1658,0	1577,3	22,6	703,7	985,1	50,7	0,0	69,8	48,0	28,3	39,4	867,1	582,8			
B6	Blauwe Bos	X-	0-10	3,27	2017,1	2345,9	30,2	741,7	1082,8	78,9	0,1	75,0	48,9	46,6	95,1	702,1	759,9			
B7	Blauwe Bos	C+	0-10	3,25	1389,9	2827,6	75,5	991,0	1581,1	36,9	0,3	81,7	50,7	48,2	23,2	974,9	980,8			
B8	Blauwe Bos	C-	0-10	3,44	1396,7	2012,2	20,8	645,0	1056,5	46,6	0,0	79,2	61,6	36,3	69,5	1090,1	678,2			

Effectmeting		Zoutextract 0,2M NaCl																Base Cations	
Nr	Gebied	Behandelings Diepte (cm)	pH	Al (µmol/l FW)	Ca (µmol/l FW)	Fe (µmol/l FW)	K (µmol/l FW)	Mg (µmol/l FW)	Mn (µmol/l FW)	P (µmol/l FW)	S (µmol/l FW)	Si (µmol/l FW)	Zn (µmol/l FW)	NO3 (µmol/l FW)	NH4 (µmol/l FW)	Na (µmol/l FW)	K (µmol/l FW)	Au/CA ratio	
O2	Oosthoek	P+	0-10	3,78	437,8	9307,1	9,8	422,5	8121,0	20,5	1,5	120,3	49,4	18,9	15,3	318,5	35279	0,0	
O4	Oosthoek	P-	0-10	3,03	2301,7	5192,6	334,6	541,1	2915,4	17,1	7,8	95,0	68,6	49,7	14,2	810,4	16757	0,4	
O5	Oosthoek	C+	0-10	3,35	939,5	6039,2	1399,8	622,1	3598,8	15,8	4,5	112,7	245,6	38,2	9,3	1001,0	19898	0,1	
O6	Oosthoek	C-	0-10	3,25	3144,8	4229,4	2967,5	855,0	2329,0	18,1	2,0	113,2	134,0	52,9	10,6	968,8	13972	0,7	
O7	Oosthoek	X+	0-10	2,81	890,1	10334,8	36,4	790,3	5577,6	52,9	2,0	139,4	49,2	88,1	56,7	299,6	32415	0,0	
O8	Oosthoek	X-	0-10	2,84	1477,1	6967,7	32,2	518,9	4189,5	40,7	33,5	133,9	79,7	52,8	70,1	264,5	22833	0,2	
O3	Oosthoek	D-	0-10	3,06	856,0	5219,0	144,7	953,0	3281,4	25,4	3,7	187,0	100,5	63,9	8,3	1074,8	17954	0,1	
O1	Oosthoek	D+	0-10	3,59	190,4	6950,6	32,7	1113,4	7064,8	45,4	3,0	190,9	237,9	22,4	14,4	975,8	29144	0,0	
B1	Blauwe Bos	P+	0-10	3,99	773,2	2936,5	15,0	288,1	2588,7	4,4	0,8	77,7	28,7	10,7	59,5	240,1	11338	0,0	
B2	Blauwe Bos	P+	0-10	3,65	1964,2	438,0	7,5	255,1	225,7	3,7	0,5	60,7	30,6	8,4	28,2	986,6	1643	4,4	
B3	Blauwe Bos	D-	0-10	4,37	1720,3	1979,0	45,3	535,0	1175,3	57,0	0,4	94,1	45,2	39,8	44,4	656,8	6844	0,8	
B4	Blauwe Bos	D+	0-10	3,75	856,3	4211,9	6,3	990,1	3985,8	19,8	1,7	248,7	121,0	26,0	623,8	486,4	17325	0,2	
B5	Blauwe Bos	X+	0-10	3,97	730,1	3113,0	3,5	632,7	3113,6	11,8	0,9	251,3	90,6	15,7	37,6	753,0	13086	0,2	
B6	Blauwe Bos	X-	0-10	3,41	2053,2	2419,4	43,7	642,0	1302,8	79,9	0,5	91,0	47,0	51,9	86,8	1056,7	8087	0,8	
B7	Blauwe Bos	C+	0-10	3,77	1004,6	2930,3	24,3	438,9	3526,6	19,5	0,7	93,3	46,7	24,2	289,9	927,8	13353	0,3	
B8	Blauwe Bos	C-	0-10	3,68	2576,4	836,8	11,0	479,1	563,3	11,2	1,2	63,1	31,4	19,2	71,0	1927,1	3279	3,0	

Effectmeting		Waterextract																		
Nr	Gebied	Behandelings Diepte (cm)	pH	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	NO3	NH4	PO4	Na	K	Cl	
O2	Oosthoek	P+	0-10	4,83	172,0	166,5	16,5	110,0	163,0	0,4	1,2	55,8	45,5	1,4	16,5	106,5	1,5	360,8	89,5	462,4
O4	Oosthoek	P-	0-10	3,88	187,9	139,7	27,3	83,7	22,4	0,5	5,6	65,0	63,0	1,2	19,4	122,8	6,3	360,5	63,2	399,3
O5	Oosthoek	C+	0-10	4,23	106,6	163,9	17,7	241,8	40,2	0,4	1,1	111,9	226,7	1,8	27,0	233,2	0,5	549,2	216,3	671,0
O6	Oosthoek	C-	0-10	3,98	181,2	61,5	47,5	467,3	45,7	0,4	2,3	106,2	118,6	1,3	6,9	297,3	2,6	538,4	440,7	1051,4
O7	Oosthoek	X+	0-10	3,71	35,7	103,3	15,9	396,2	33,7	0,4	4,0	87,9	57,1	1,1	45,9	90,9	3,6	473,9	389,7	1019,9
O8	Oosthoek	X-	0-10	3,68	39,2	143,9	21,2	489,1	36,2	0,3	13,0	103,3	86,0	1,4	170,6	35,5	11,8	332,1	488,4	725,2
O3	Oosthoek	D-	0-10	4,04	118,5	59,4	22,5	190,6	28,8	0,2	2,3	104,7	112,1	1,1	11,0	184,8	1,9	437,8	177,5	537,0
O1	Oosthoek	D+	0-10	4,27	47,1	109,2	22,9	362,2	21,2	0,2	2,9	89,6	221,8	1,2	17,1	200,4	3,0	193,6	333,5	476,8
B1	Blauwe Bos	P+	0-10	5,07	119,4	108,9	9,3	66,0	77,2	0,3	3,2	34,6	26,8	1,4	21,0	55,4	1,7	16,5	23,3	89,6
B2	Blauwe Bos	P+	0-10	4,95	105,3	15,8	5,5	466,9	9,5	0,1	0,0	30,9	24,4	0,5	20,6	301,3	0,1	58,5	414,4	517,9
B3	Blauwe Bos	D-	0-10	4,55	119,5	40,2	11,7	267,3	23,1	1,0	2,4	50,7	32,5	1,1	36,0	255,7	1,9	167,8	242,5	381,4
B4	Blauwe Bos	D+	0-10	4,64	170,1	108,5	21,0	279,1	125,5	0,4	2,8	58,3	66,6	1,1	410,9	160,3	2,1	156,7	234,0	227,7
B5	Blauwe Bos	X+	0-10	4,68	285,7	123,8	13,7	208,5	74,6	0,2	4,8	71,8	69,3	1,5	14,6	79,4	0,7	172,8	162,5	279,4
B6	Blauwe Bos	X-	0-10	4,23	78,6	42,3	30,3	1400,5	38,7	0,9	1,3	37,8	32,3	1,1	71,7	268,1	1,6	137,7	133,5	173,1
B7	Blauwe Bos	C+	0-10	4,26	127,5	121,3	11,0	1442,3	106,1	0,6	2,8	43,6	36,8	1,8	158,0	260,5	0,5	138,6	103,4	1530,8
B8	Blauwe Bos	C-	0-10	4,72	158,2	49,8	15,4	133,9	8,6	0,2	1,7	29,5	33,5	0,9	51,0	422,3	1,4	93,8	123,9	290,1

Bijlage 2.2: Overzicht plantchemische analyses

Nr	Code	Plant	Behandeling	Gebied	Destructie										C/N analyse	
					Al ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	Ca ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	Fe ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	K ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	Mg ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	Mn ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	P ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	S ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	Si ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	Zn ($\mu\text{mol/kg}$ DW)	N (mg/g DW)	C (mg/g DW)
48	o1	erica	D+	Oosthoek	2030	66542	1071	86063	57414	3633	12382	26167	9935	322	10,7	542,9
49	o1	calluna	D+	Oosthoek	1119	45267	677	76138	44056	3594	16597	21818	10384	230	10,8	522,8
50	o1	molinia	D+	Oosthoek	2146	40891	694	108445	52281	2231	13592	27105	10553	407	19,2	470,1
51	o2	erica	P+	Oosthoek	2612	62977	914	105939	59258	1426	13601	30645	9536	356	11,7	534,4
52	o2	calluna	P+	Oosthoek	3234	84991	1025	107063	69766	2696	17923	31444	12911	244	13,6	508,4
53	o2	molinia	P+	Oosthoek	1458	21537	493	122377	23703	1041	12554	24398	11959	391	13,3	465,5
54	o3	erica	D-	Oosthoek	2073	65011	863	106834	52405	5803	13832	30335	9782	340	10,7	540,4
55	o3	calluna	D-	Oosthoek	963	45184	537	67520	34200	6863	13434	20380	8833	217	12,8	523,6
56	o3	molinia	D-	Oosthoek	1324	21386	500	102723	23803	1808	13540	21120	9156	338	16,5	476,2
57	o4	calluna	P-	Oosthoek	2522	39364	1330	90202	38208	1985	18287	25982	7573	334	16,4	515,7
58	o4	molinia	P-	Oosthoek	1628	24782	824	178566	44002	1857	20542	29151	12376	509	12,3	474,0
59	o5	molinia	C+	Oosthoek	1600	32196	503	101183	26705	1655	11832	24561	12130	354	15,2	467,2
60	o6	erica	C-	Oosthoek	2036	99800	839	109655	60309	6570	12267	33127	10848	479	10,2	540,3
61	o6	calluna	C-	Oosthoek	1255	94694	584	82567	65421	5419	14189	24939	10594	288	12,7	505,6
62	o6	molinia	C-	Oosthoek	1412	20908	490	164086	21807	2300	10799	21669	9846	306	13,1	469,5
63	o7	erica	X+	Oosthoek	1563	71967	1024	105566	58316	4372	16859	32294	8242	412	10,7	542,6
64	o7	calluna	X+	Oosthoek	915	51641	534	85957	42014	2683	16740	22275	10852	258	12,3	516,1
65	o7	molinia	X+	Oosthoek	2877	31952	572	148933	28943	1954	13099	26564	11951	330	18,3	462,3
66	o8	erica	X-	Oosthoek	2870	63386	1117	121010	46637	6112	18401	35058	8375	411	12,4	538,7
67	o8	calluna	X-	Oosthoek	1923	61202	877	137636	52357	4700	21320	27205	9486	477	11,8	510,9
68	o8	molinia	X-	Oosthoek	1371	27737	576	181720	41949	2195	19720	32033	9895	501	19,3	473,1
69	b1	erica	P+	Blauwe bos	18925	99136	4024	86016	67985	1805	11565	30813	13259	425	11,1	489,2
70	b1	molinia	P+	Blauwe bos	2853	19450	982	150057	32918	702	14333	26015	14276	525	9,1	477,0
71	b2	erica	P-	Blauwe bos	9220	102375	2227	135963	45898	2734	12774	35977	13302	421	11,1	538,3
72	b2	calluna	P-	Blauwe bos	11201	103340	2244	151009	60173	3633	18923	36625	13501	339	14,0	493,8
73	b2	molinia	P-	Blauwe bos	2098	21344	652	154199	35405	1699	16907	32851	13587	618	11,5	478,7
74	b3	erica	D-	Blauwe bos	2732	83927	1105	128306	50766	8494	15735	36705	9876	557	11,8	549,7
75	b3	calluna	D-	Blauwe bos	2439	73078	1182	164278	50613	10434	29693	36351	11786	409	13,1	522,9
76	b3	molinia	D-	Blauwe bos	1775	40581	819	197979	41111	4264	24217	40637	12926	569	16,0	478,6
77	b4	erica	D+	Blauwe bos	2126	73685	1254	121040	53462	5151	15647	36048	11417	468	11,4	542,7
78	b4	calluna	D+	Blauwe bos	1813	77741	915	147237	58020	3407	23377	34136	11292	492	11,5	521,5
79	b4	molinia	D+	Blauwe bos	2278	32990	833	170245	43103	2145	29293	41198	18850	859	16,0	470,1
80	b5	erica	X+	Blauwe bos	2246	81288	1250	93806	53988	3950	13872	34588	10541	495	10,5	546,3
81	b5	calluna	X+	Blauwe bos	2268	69217	1392	122220	49337	4427	21575	34694	12152	481	11,2	524,5
82	b5	molinia	X+	Blauwe bos	3547	50283	828	182069	52160	3492	23048	39941	14440	716	16,2	471,2
83	b6	erica	X-	Blauwe bos	3163	90643	1155	151345	38195	13169	15072	37786	10327	553	12,4	539,1
84	b6	calluna	X-	Blauwe bos	1714	107726	906	153205	68335	17814	23377	41827	10702	531	11,8	512,2
85	b6	molinia	X-	Blauwe bos	2986	57016	848	230636	51297	6746	23977	47500	13779	982	20,4	478,1
86	b7	erica	C+	Blauwe bos	3608	92114	1188	159721	57253	8235	13683	33883	12456	525	11,2	534,9
87	b7	calluna	C+	Blauwe bos	2785	81620	1331	149037	55828	10055	24690	37575	10578	442	13,8	515,4
88	b7	molinia	C+	Blauwe bos	3142	36030	885	247651	37892	3738	19578	38472	15717	705	18,0	471,5
89	b8	erica	C-	Blauwe bos	2838	105610	1071	151235	51796	11260	13482	34705	10286	494	11,5	540,6
90	b8	calluna	C-	Blauwe bos	2447	104514	1039	160108	54737	15123	22719	35810	12677	459	13,8	513,3
91	b8	molinia	C-	Blauwe bos	2039	39792	874	265019	44859	6074	20700	45078	12928	981	20,5	478,1
92	b1	calluna	P+	Blauwe bos	13902	115861	3144	115556	72001	2083	20303	32945	14511	356	10,5	491,9