

Heidebeheer met behulp van bodemverbeteraars

Een onderzoek naar het effect van Dolokal, biochar en maaisel uit de Bruuk op de biodiversiteit van de Schaijkse heide



has
hogeschool



DE MAASHORST

Auteurs:

Hendriks, Willem

Heuvel, van den, Huib

Olthof, Wim

Pilanen, Ellen

Onderzoeksrapport

Heidebeheer met behulp van bodemverbeteraars

Een onderzoek naar het effect van Dolokal, Biochar en maaisel uit de Bruuk op de biodiversiteit van de Schaijkse heide

Datum: 10 juli 2018

Auteurs:

Ellen Pílanen

Huib van den Heuvel

Willem Hendriks

Wim Olthof

Jaarprojectbegeleider: Henco Vonk Noordegraaf

Opdrachtgever: Nico Ettema

Foto voorpagina: Ellen Pílanen

Jaar 2 – Toegepaste Biologie

HAS Hogeschool Den Bosch



Voorwoord

Dit project was een ervaring voor ons allemaal. Als je een jaar met elkaar optrekt kom je toch veel over elkaar te weten. In een jaarproject leer je veel over werken met andere mensen maar ook met dieren. Het laatste hebben wij niet zo goed volbracht. Wij willen dit voorwoord gebruiken als in memorial voor de veldkrekels die zijn overleden tijdens de pilot van deze proef. Moge zij rusten op een betere plaats. Gelukkig zijn wij niet als de krekels en hebben we ook dit jaar weer overleefd. Na een tijd zwoegen hebben we het toch voor elkaar gekregen om een product af te werken om trots op te zijn. Maar dit hebben wij natuurlijk niet alleen gedaan. Dit project was nooit mogelijk geweest zonder de kundige inzichten van Nico Ettema onze opdrachtgever en Henco Vonk Noordegraaf onze begeleider in dit project. Beide zijn cruciaal geweest in de vorming van dit verslag. Wij hopen dat we met ons project de Maashorst kunnen helpen naar een Bio diverse toekomst.

's-Hertogenbosch, 07-07-2018

Hendriks, Willem

Heuvel, van den, Huib

Olthof, Wim

Pilanes, Ellen

Abstract

Heathland is a vulnerable type of vegetation, which has existed since time immemorial in the Netherlands. Heathland contributes to biodiversity because of its distinctive species community. However, the characteristic flora and fauna are decreasing over the last decades due to acidification, eutrophication and desiccation. This is a result nitrogen deposition and damaging water management. This study took place in the heathland in Schaijk, which is located in the nature reserve “De Maashorst” and was focused on the revival of biodiversity of key species. To investigate the effects on biodiversity, soil amendments like Dolokal, biochar, and clippings of vegetation out of nature reserve “De Bruuk”, were added on the top of the soil in 12 different plots. These 12 plots had a treatment of clippings with Dolokal or Biochar, only with Dolokal or Biochar and 2 plots left untreated as controls. During this study the diversity of plant species were observed under the different treatments and parameters of the soil like nitrogen, pH and phosphate were determined in the laboratory with soil samples. To determine the influence on the biomass, the different treatments, with a seed composition and hay to imitate the clippings, were done in a greenhouse, on soil taken from the heathland. After 17 weeks the vegetation was weighted to determine the fresh weight. The plots with Dolokal and clippings show the most plant species diversity. The devils-bit scabious had an average flowering percentage of 13 % on the plots with clippings. The treatment in the greenhouse with hay and seeds showed the most plant species. But there were no significant differences between the treatments. Nitrogen levels were the highest with the Biochar treatment and lowest with the clippings. Dolokal and Biochar had no significant influence on the biodiversity and biomass of the heathland but it is suggested that Dolokal and Biochar does have an effect on the biodiversity but in combination with clipping this effect is enhanced.

Samenvatting

Heide is een kwetsbaar vegetatietype wat al van oudsher in Nederland voorkomt. Het heidelandschap draagt bij aan de biodiversiteit vanwege zijn unieke soortengemeenschappen. Helaas is er de laatste decennia een afname in karakteristieke flora en fauna te zien. Dit is te wijten aan verzuring, eutrofiëring en verdroging, welke weer het gevolg zijn van een verhoogde stikstofdepositie in Nederland en verkeerd landbeheer zoals bijvoorbeeld machinaal pluggen. Dit onderzoek vond plaats op de Schaijkse heide, in het natuurgebied "De Maashorst". De nadruk van dit onderzoek ligt op het herstellen van de biodiversiteit en sleutelsoorten in het gebied. Om erachter te komen of bodemverbeteraars bijdragen aan het biodiversiteitsherstel zijn er deze toegevoegd aan onderzoekplots. Dit waren Dolokal en biochar, aangevuld met maaisel uit natuurgebied "De Bruuk". Deze behandelingen werden tijdens een eerder project op 12 vakken uitgestrooid in 6 verschillende combinaties, maaisel, maaisel met Dolokal of Biochar, geen maaisel met Dolokal of Biochar en geen behandeling als controle.

Tijdens dit onderzoek werd diversiteit van plantensoorten bij de verschillende behandelingen bepaald. Ook werden de bodemparameters stikstof, pH en fosfaat bepaald in het laboratorium. Om het effect op de kieming en biomassa te kunnen bepalen zijn de verschillende behandelingen op heidegrond, met een zaadmengeling en hooi als vervanging van het maaisel, in de kas uitgevoerd. Na 17 weken is de vegetatie gewogen om het vers gewicht te bepalen. De vakken met Dolokal en maaisel lieten de meeste soortendiversiteit zien. De Blauwe knoop *Succissa pratensis* had een gemiddeld bloeipercentage van 13% op de met maaisel behandelde proefvlakken. De behandeling met hooi en zaden lieten de meeste plantensoorten zien. Maar er waren geen significante verschillen tussen de behandelingen. Stikstofgehalten waren het hoogst bij de Biochar behandeling en het laagst met het maaisel. Er kan geconcludeerd worden dat Dolokal en Biochar geen significante invloed op de biodiversiteit hadden. Hoewel het niet significant is, is het niet uitgesloten dat Dolokal en Biochar hebben op de biodiversiteit en dat in combinatie met maaisel dit effect nog meer versterkt werd

Inhoud

Voorwoord	III
Abstract	IV
Samenvatting.....	V
1 Inleiding	3
2 Materiaal & Methode.....	5
2.1 Gebiedsbeschrijving en proefopzet veld	5
2.2 Veldonderzoek.....	6
2.2.1 Bodemparameters.....	6
2.2.2 Flora inventarisatie en blauwe knoop telling	6
2.3 Het effect van Dolokal, Biochar en hooi op kieming, droog -en vers gewicht in de kas	6
2.3.1 Proefopzet	6
2.3.2 Dataverzameling.....	7
2.3.3 Data-analyse	7
3 Resultaten.....	8
3.1 Veldonderzoek.....	8
3.1.1 Bodemparameters.....	8
3.1.2 Flora inventarisatie.....	8
3.1.3 Inventarisatie blauwe knoop.....	8
3.2 Kasproef.....	10
3.2.1 kieming	10
3.2.2 Versgewicht	11
3.2.3 Drooggewicht	11
4 Discussie & Conclusie	12
Bibliografie	14
Bijlagen	16
Bijlage I	16
Bijlage II	17
Bijlage III	18
Bijlage IV	20
Bijlage V	21

1 Inleiding

De heide is een cultuurlandschap die door de eeuwen heen ontstaan is. De eerste nederzettingen stonden op de hogere zandgronden. De invloed van mensen op de vegetatie was hier nog erg klein. Pas vanaf het late Neolithicum en het begin van de bronstijd (2800-1300 voor Christus) werd het landgebruik intensiever en werden de heidevelden vaker geplagd. Hierdoor kon er geen successie meer plaatsvinden, dit en de intensivering van de landbouw destijds heeft voor een toename aan heideterreinen gezorgd. Op den duur verschoven de nederzettingen naar lagere delen, hoogstwaarschijnlijk door de voortgaande bodemdegradatie door overexploitatie & overbegrazing. Doordat Nederland nauwelijks verbonden was traden er regionale verschillen op in de mate van landgebruik. Dat leidde tot kwaliteitsverschillen in de heide die nog lang zichtbaar waren. Zo waren soorten als de Blauwe knoop (*Succisa pratensis*) en Valkruid (*Arnica montana*) tot 1980 erg talrijk in Drentse heidelandschappen maar nauwelijks aanwezig op Brabantse heiden (Vogels, et al., 2011)

Het totale heide oppervlak is verminderd van 600.000ha in 1833 tot 43.000ha (Compendium voor de Leefomgeving, 2008). Hiervan is nu 1000ha vochtige heide waarin voornamelijk de gewone dopheide (*Erica tetralix*) associatie domineert (van der Linden, et al., 1994). Dit type heide wordt gevoed met regenwater en is erg gevoelig voor verdroging. Hierdoor vindt er meer mineralisatie plaats waardoor er meer stikstof in de bodem vrij komt. Dat zorgt voor sterke vergrassing van onder andere Pijpenstro (*Molinia caerulea*) waarbij uiteindelijk de heide weg kan worden geconcurrereerd door het gras. Ook verdwijnen zwak gebufferde delen waardoor soorten als klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) en de gevlekte orchis (*Dactylorhiza maculata ssp. Maculata*) zeldzaam zijn geworden. Het andere heide type dat voorkomt in Nederland is droge heide, waarbij vooral struikheide (*Calluna vulgaris*) aanwezig is (Beije, et al., g.d.).

Beide heidentypen hebben last van vermesting en verzuring. Door deze bedreigingen is er al jaren een dalende trend te zien in het voorkomen van karakteristieke flora en fauna. Door vermesting in combinatie met verzuring treedt er een verlaging van de pH op waardoor de ammonium concentratie toxisch hoog wordt, daarnaast verlaagd de microbiologische afbraak snelheid. Dit zorgt er voor dat er uitspoeling van mineralen optreedt (Stuijzand, et al., 2004). Ook verkeerde beheersmaatregelen zoals grootschalig machinaal plaggen zijn de heideontwikkeling niet ten goede gekomen. Door verkeerd beheer zijn de heide minder divers geworden en hebben ze ook minder structuurvariatie gekregen (van der Wijst & Ettema, 2012).

Enkele beheersmaatregelen die tegenwoordig op heidegebieden worden uitgevoerd zijn kleinschalig plaggen, baggeren, maaisel afvoeren en begrazen waarbij de heide voldoende tijd krijgt om te herstellen. Bij de eerdergenoemde beheersmaatregelen lag de focus vooral op het weghalen van de ongewenste vegetatie met de gedachte dat de karakteriserende flora en fauna volgde (Siepel & Smits, 2009). Maar voor optimaal herstel is het ook van belang dat de plant-stoichiometrie, de chemische verhoudingen in planten zoals de N/P verhouding wordt verbeterd, aangezien dit een grotere invloed heeft op de flora en fauna dan eerder werd verwacht. Zo heeft een hogere N:P ratio een nadelig effect op de faunadiversiteit. Om deze verhoudingen te herstellen moeten eerst de biogeochemische bodemcondities worden hersteld. Met name bodemverzuring moet worden tegengegaan (Vogels, et al., 2016).

Een van de gebieden waar hard gewerkt wordt om de biodiversiteit op de heide te verbeteren is in de Maashorst. De landelijke afname van biodiversiteit op de heide is ook terug te zien in de Maashorst. Het is van belang dat de biodiversiteit hersteld wordt (van der Wijst & Ettema, 2012).

De Schaijkse heide heeft zowel natte en droge heide. Deze heide is verdroogd door de ontwateringsgreppels in het gebied, en ook hier heeft vermesting en verzuring plaatsgevonden,

waardoor de heide sterk is vergrast. Maatregelen die hier tegen al genomen zijn plaggen, begrazen en de ontwateringsgreppels dempen, maar met nog onvoldoende resultaat (Gemeente Landerd, 2014). Op de heide wordt er geëxperimenteerd 2 bodemverbeteraars, Dolokal en biochar. De met deze bodemverbeteraars behandelde bodem wordt verder behandeld met maaisel uit het natuurgebied De Bruuk. Hierin zitten zaden, nutriënten en bodemleven die de heide ten goede komen (van Noppen, et al., 2015).

Dolokal is een calcium en magnesium bevattende kalkstof die wordt ingezet om de verzuring van de heide tegen te gaan. Door te bekalken stijgt de pH en zullen verschillende voedingsstoffen waaronder fosfor beter opgenomen worden (Wallis de Vries, et al., 2013).

Biochar is het eindproduct van een proces dat pyrolyse wordt genoemd. Dat is verhitting van organisch materiaal onder zuurstofloze omstandigheden. Biochar heeft de eigenschap dat het langzaam afgebroken wordt en daardoor lang koolstof kan vastleggen in de grond. Verder heeft Biochar een neutraliserende werking op de zuurgraad en helpt om de bodemvruchtbaarheid te verbeteren (Verheijen, et al., 2009).

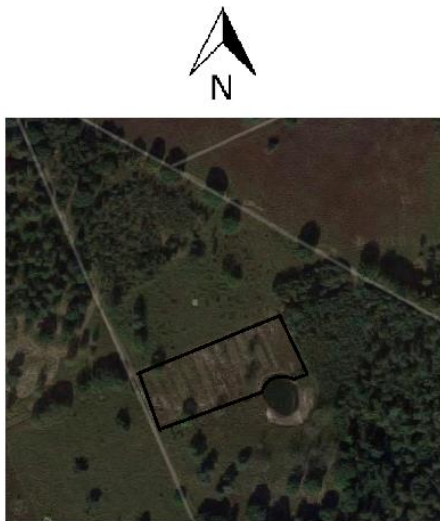
In dit onderzoek worden de effecten van de bodemverbeteraars op de Schaijkse heide onderzocht. 12 proefvlakken zijn in 2016 behandeld met Dolokal en Biochar. Aan een deel is ook maaisel toegevoegd bovenop de behandeling. In deze proefvlakken zijn bodemparameters gemeten en vegetatieopnamen gemaakt. Daarnaast zijn de bloeipercentages van de blauwe knoop bijgehouden. In de kas zijn simulatieproeven opgesteld waarbij onbehandelde zandbodems uit de heide zelf zijn behandeld met de bodemverbeteraars en hooi als equivalent van maaisel. Uiteindelijk zijn hiervan ook het droog en vers gewicht bepaald.

2 Materiaal & Methode

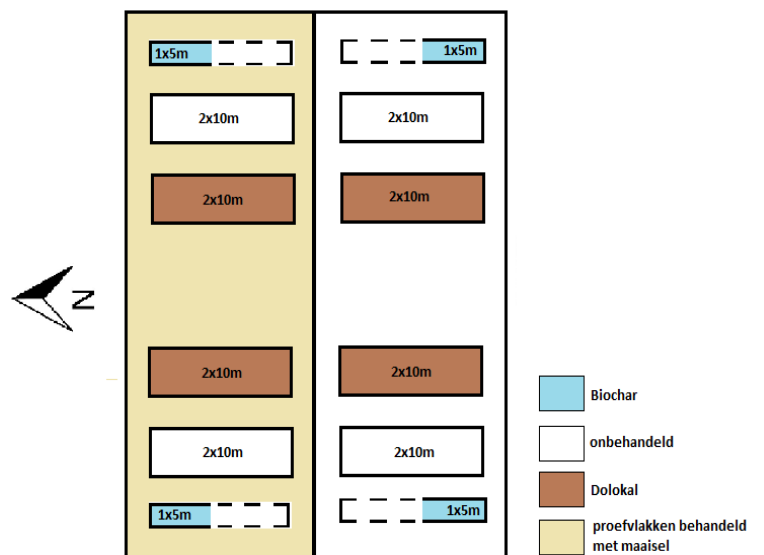
2.1 Gebiedsbeschrijving en proefopzet veld

De Schaijkse heide bestaat uit droge en natte heide en bevindt zich in natuurgebied de Maashorst. Het onderzoeksgebied grenst oostelijk aan een loofbos. Er zijn ook enkele poelen aanwezig, waarvan er één pool zuidelijk aan het onderzoeksgebied grenst (Figuur 1).

In 2015 is er gestart met een onderzoek naar de effecten van Biochar, Dolokal en maaisel uit blauwgraslandgebied de Bruuk (Groesbeek) op de heide. Destijds zijn er 12 proefvlakken uitgezet die elk 2x10m bedroegen. De proefvlakken lagen in 2 rijen van 6 langs elkaar. Per helft waren er 2 vlakken behandeld met Dolokal, 2 met Biochar en 2 controlevlakken bleven onbehandeld. Door een tekort aan Biochar is ervoor gekozen om niet het hele vlak te behandelen, waardoor 1x5 m is behandeld (Figuur 2). De noordelijke helft van de vlakken waren naast de behandeling met bodemverbeteraars behandeld met maaisel.



Figuur 1. De ligging van het onderzoeksgebied met de proefvlakken binnen de zwarte lijnen



Figuur 2. De opzet van de veldproef in de Schaijkse heide

2.2 Veldonderzoek

2.2.1 Bodemparameters

Om de bodemparameters te bepalen zijn er doormiddel van een steekboor monsters genomen in de verschillende proefvlakken. Om het stikstofgehalte te bepalen zijn de monsters geanalyseerd met de Kjeldahl-methode. De pH werd gemeten met de pH-water methode. Het fosfaatgehalte werd bepaald met de P-Olsen methode.

2.2.2 Flora inventarisatie en blauwe knoop telling

Om de soortenrijkdom onder invloed van de verschillende behandelingen te bepalen hebben er in de proefvlakken flora inventarisaties plaatsgevonden in september 2017 en in mei 2018. Bij deze inventarisaties zijn alle soorten binnen de verschillende proefvlakken gedetermineerd. Daarnaast is in de proefvlakken waaraan maaisel was toegevoegd het aantal rozetten van de Blauwe knoop geteld en het percentage rozetten dat bloeistengels bevatte bepaald.

2.3 Het effect van Dolokal, Biochar en hooi op kieming, droog -en vers gewicht in de kas

2.3.1 Proefopzet

Om te bepalen of de behandelingen met bodemverbeteraars effect heeft op de kieming werd voor de kiemproof in de kas grond verzameld uit de Schaijkse heide. Deze grond werd buiten de proefvlakken verzameld. Hierbij is de toplaag verwijderd en vervolgens tot een diepte van 10cm grond afgegraven. Vervolgens werd deze grond behandeld met 6 verschillende behandelingen (Tabel 1) . Elke behandeling bevatte 4 herhalingen en werd gepositioneerd door middel van de volledig gewarde proef (Bijlage I).

Tabel 1 De inhoud van de verschillende behandelingen van de kiemproof

Behandeling	Zaden	Hooi	Dolokal	Biochar
1	X	X	X	
2	X	X		X
3	X		X	
4	X			X
5	X	X		
6	X			

Alle behandelingen zijn over het grondoppervlak in de proefbakken uitgestrooid. Elke proefbak bevatte 120 cm³ grond. Voor de opzet met Dolokal is er 0,39 mg/cm² Dolokal gebruikt. Voor de opzet met Biochar is er 0,17 mg/cm² Biochar gebruikt. Van het hooi is er 89 mg/cm² gebruikt. De hoeveelheid zaden gebruikte zaden was 4 gram waarvan er 0,9 mg/cm² werd verdeeld.

2.3.2 **Dataverzameling**

Van de gegroeide planten is wekelijks het aantal gekiemde planten geteld. Met behulp van een rooster was het mogelijk om te bepalen welke planten nieuw gekiemd waren, eventueel verdwenen en kon de groei van individuele planten gevolgd worden. Dit is gedurende 10 weken bijgehouden. Ook werd er gedurende deze 10 weken het aantal soorten bijgehouden. Na de proefperiode van 10 weken is het versgewicht gemeten. Na een droog periode van 2 weken bij 22 °C is ook het drooggewicht bepaald.

2.3.3 **Data-analyse**

Om te testen of de behandelingen effect hadden op het aantal gekiemde plantjes en het drooggewicht van de volgroeide planten zijn deze getest met een Two way ANOVA. (SPSS v.24) met als verklarende variabelen wel/geen maaisel en Dolokal/Biochar/geen bodemverbeteraar.

3 Resultaten

3.1 Veldonderzoek

3.1.1 Bodemparameters

De stikstofgehalten (N in massa %) zijn het hoogst bij de behandeling met Biochar en Dolokal, respectievelijk 0,06 en 0,05. Het maaisel bij Biochar en Dolokal lijkt tot een verlaging van het stikstofgehalte te zorgen in vergelijking met de Biochar en Dolokal situaties zonder maaisel. Het stikstofgehalte blijft het laagst in de onbehandelde vakken en in onbehandeld met maaisel. Deze hebben beide een waarde van 0,03 stikstof in mg/gram.

Alle behandelingen hebben een pH verhogend effect. Dit effect is het grootst bij de behandelingen met Dolokal, Dolokal + maaisel (pH 4,6) en bij Biochar met maaisel (pH 4,58).

Aalle behandelingen hebben eveneens een fosfaat verhogend effect (Tabel 2).

Tabel 2: Bodemparameters veldproef

<i>Behandeling</i>	<i>Gemiddelde N Mg/gram</i>	<i>Gemiddelde P Mg/gram</i>	<i>Gemiddelde pH</i>
<i>Onbehandeld</i>	0,03	0,6	4,44
<i>Onbehandeld+ Maaisel</i>	0,03	0,72	4,55
<i>Dolokal</i>	0,05	0,8	4,6
<i>Dolokal + Maaisel</i>	0,04	0,8	4,6
<i>Biochar</i>	0,06	0,8	4,51
<i>Biochar + Maaisel</i>	0,04	0,72	4,58

3.1.2 Flora inventarisatie

De meeste soorten worden waargenomen in de proefvlakken waaraan maaisel is toegevoegd. In beide jaren is het aantal in Dolokal + maaisel het hoogst, net respectievelijk 20 en 25 plantensoorten. De minste soorten zijn gevonden in de biochar en onbehandelde vakken (Tabel 3) (Bijlage I).

Tabel 3 gemiddeld aantal waargenomen soorten

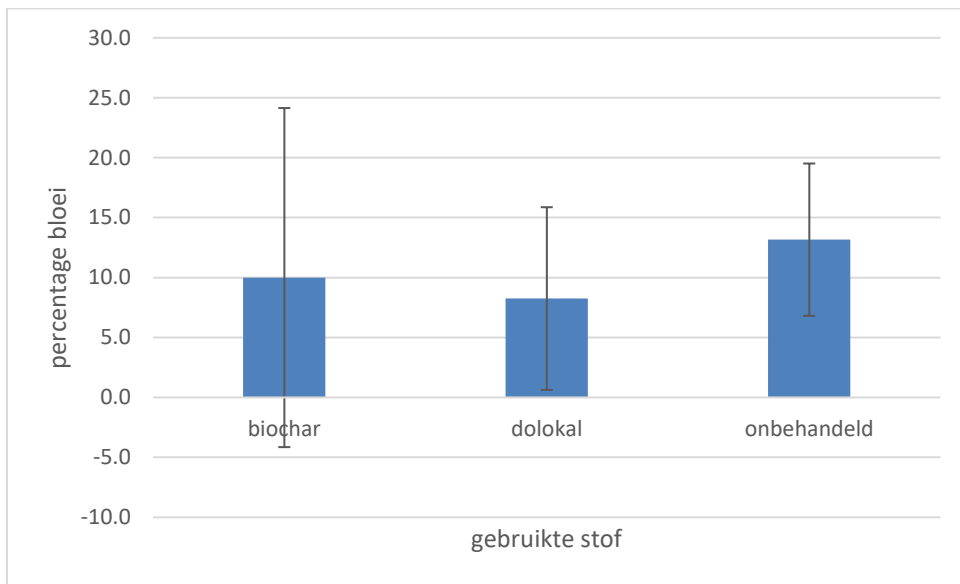
	Aantallen najaar 2017	Aantallen voorjaar 2018
Onbehandeld	13	6
Onbehandeld + maaisel	17	16
Dolokal	16	7
Dolokal + maaisel	20	25
Biochar	14	6
Biochar + maaisel	18	15

3.1.3 Inventarisatie blauwe knoop

De meeste aantallen blauwe knoop werden gevonden in de vlakken zonder bekalkering, gemiddeld 51 planten. Hier werd ook het hoogste bloeipercentage gevonden van 13%.

De Biochar behandeling geeft een bloeipercentage van 10% met gemiddeld 4 planten. En de Dolokal

behandeling geeft een gemiddeld bloeipercentage van 8,2% met daarbij gemiddeld 28 planten (Figuur 3) (Bijlage II).



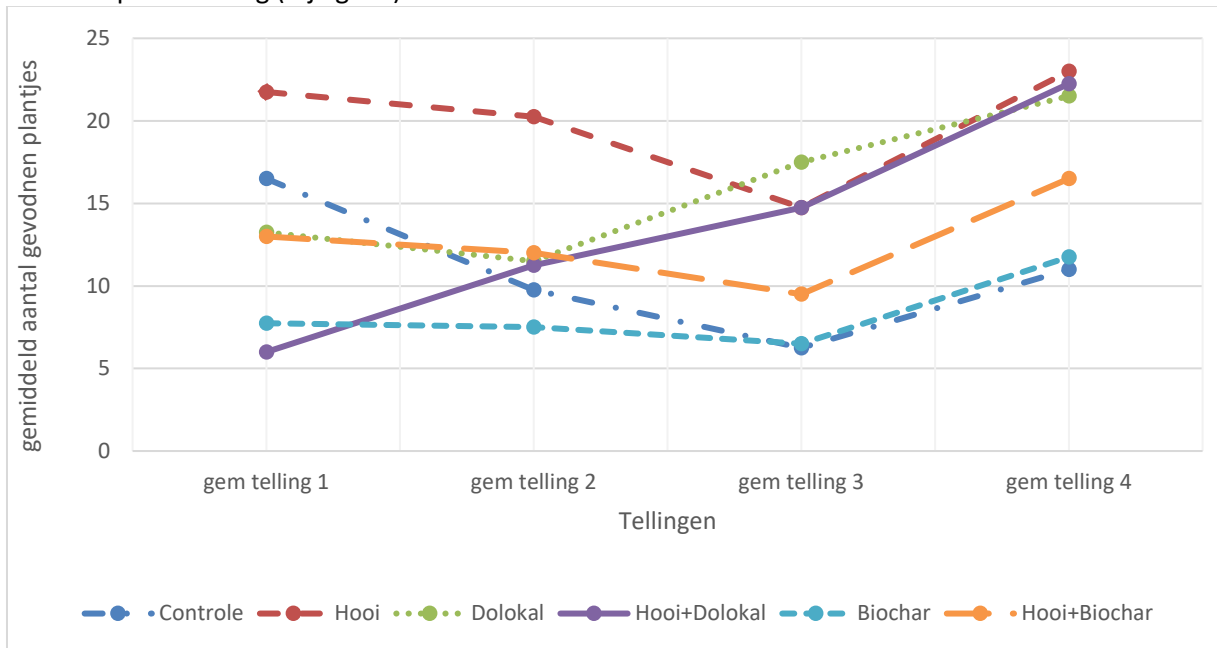
Figuur 3 Het bloeipercentage van Blauwe knoop per behandeling, weergegeven in gemiddelde bloei. Met de balken wordt de standaarddeviatie weergegeven.

3.2 Kasproef

3.2.1 kieming

De behandeling met hooi liet in de eerste week het hoogste aantal kiemplanten zien (22). Ook in de laatste week had deze behandeling de hoogste aantal kiemplanten(23). De behandeling met hooi en Dolokal en Dolokal alleen waren hierna de hoogste met beide 22 kiemplanten.

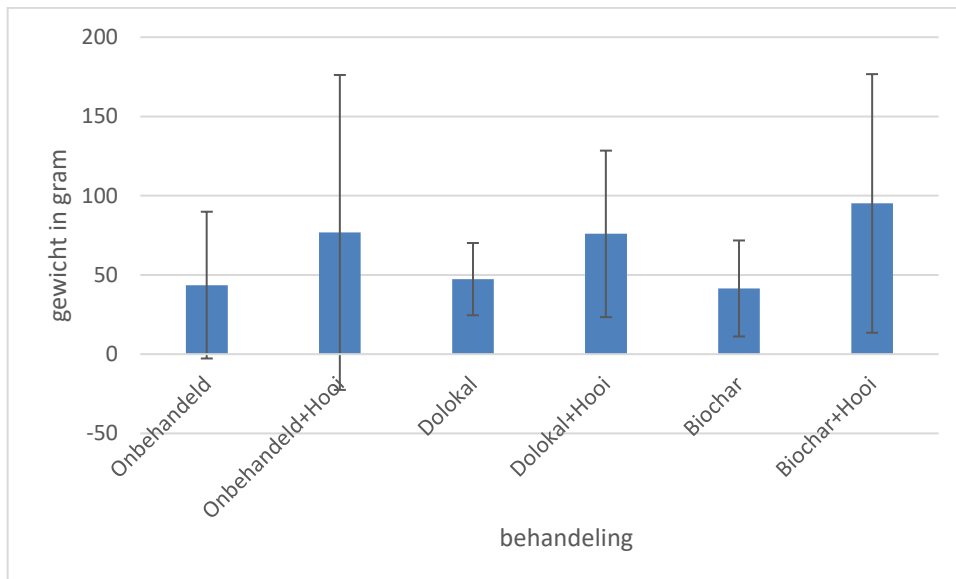
De laagste aantallen worden gevonden in de controle bakken en met Biochar (12 & 11) (Figuur 4). De behandeling met Dolokal of Biochar en de toevoegingen van hooi hadden allen geen significante invloed op de kieming (Bijlage III).



Figuur 4 Het aantal gemeten kiemplantjes per week over 8 weken. Met op de y-as het gemiddeld aantal kiemplantjes per behandeling en op de x-as de tellingen.

3.2.2 Versgewicht

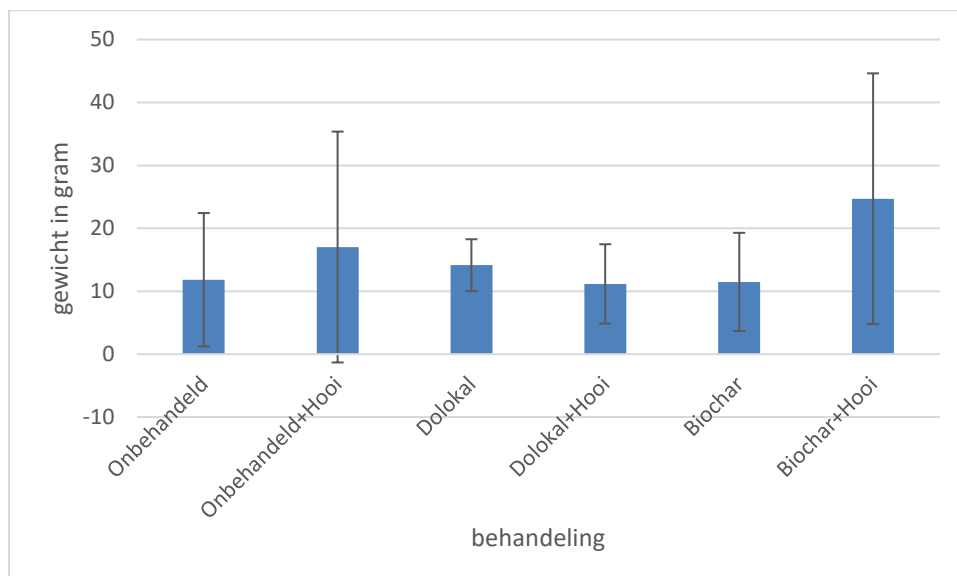
De behandeling met Biochar+hooi geeft het hoogste gemiddelde versgewicht met 95,1 gram. Onbehandeld (43,6 gram), Dolokal (47,4) en Biochar (41,5) geven het laagste gemiddelde versgewicht (Figuur 5). Na toetsing in SPSS bleek het verschil niet significant te zijn (Bijlage IV).



Figuur 5 het gemiddelde versgewicht in gram bij de verschillende behandelingen. De foutbalken staan voor de standaarddeviatie.

3.2.3 Drooggewicht

De behandeling met Biochar+hooi geeft het hoogste drooggewicht met 24,7 gram. Het laagste drooggewicht werd gevonden bij Dolokal+hooi (11,2 gram), Onbehandeld (11,8 gram) en Biochar (11,5 gram) (Figuur 6). Na toetsing in SPSS bleek het verschil niet significant te zijn (Bijlage V).



Figuur 6 het gemiddelde drooggewicht in gram bij de verschillende behandelingen. De foutbalken staan voor de standaarddeviatie.

4 Discussie & Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat verschillende bodemverbeteraars mogelijk een positief effect hebben gehad op de biodiversiteit. Bij de bodem parameters in het veld zijn tussen de verschillende proefvlakken minimale verschillen tussen de fosfaat waardes en pH waardes gevonden. De met Biochar behandelde vlakken vertonen het hoogste N-gehalte echter blijven de met Dolokal behandelde vlakken niet ver achter. De onbehandelde vlakken leidde juist tot een verlaging van N-gehalte. Dit kan worden verklaard door de fysische en chemische eigenschappen van Biochar. Biochar zorgt ervoor dat meststoffen en nutriënten minder snel uitspoelen. Ook verbetert Biochar de opneembaarheid van anorganische stikstof doormiddel van organische substraten. Biochar zorgt ook voor een betere bodemstructuur en dichtheid wat op haar beurt weer invloed heeft op de bodemverluchting en waterbergingsvermogen (Vervisch, 2013). De planten hebben zo een betere beschikking tot vocht en nutriënten in de bodem met als gevolg een hogere biomassa. Dit verklaart eveneens waarom het versgewicht wat hoger lijkt te zijn bij de bakken behandeld met Biochar.

De pH-waarde die ook belangrijk is voor het streven naar de gewenste flora en fauna is het beste verbeterd onder invloed van Dolokal. Ook lijkt het maaisel een verhogend effect te hebben op de pH. Zodra de pH rond de 5 of hoger uitkomt worden nutriënten zoals fosfaat, stikstof en calcium beter opneembaar. Een juiste pH is dan ook van belang voor een goede benutting van mineralen en nutriënten (Philipsen, 2013). Sinds de start van de behandeling met Dolokal is het pH echter alleen nog gedaald. Waar de met Dolokal behandelde vlakken in het voorgaande onderzoek uit 2015/2016 nog een pH van 5,4 hadden is deze nu gedaald naar 4,6. Dit betekent dat de bodem zuurder is geworden (van den Bosch, et al., 2016). De zuurgraad ligt echter nog wel binnen de streefwaarden (zeer zuur tot zwak zuur) (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2018), maar omdat we het verzuren tegen willen gaan is dit geen goed teken. Een betere monitoring van de pH is dan ook nodig.

Bij de situaties met Biochar is een geleidelijke kieming te zien, waarbij de combinatie met maaisel meer kieming geeft. Dit kan komen doordat de toevoeging van maaisel de bodem condities voor kieming verbeterd (Bekker, et al., 2005). De betere kieming zou kunnen komen doordat maaisel ervoor zorgt dat water en voedingsstoffen vastgehouden worden in de bodem en hierdoor beter beschikbaar blijven voor de planten (de Boer, et al., 2016). Gelijke effecten zien we ook tijdens de flora inventarisatie in het veld. In de proefvlakken met maaisel worden meer verschillende planten gevonden dan in de proefvlakken zonder maaisel. Ook zijn er in de bakken met Dolokal het hoogste aantal kiemplanten geteld. Deze positieve effecten worden nauwelijks in het veld teruggevonden. In sommige gevallen leidt bekalking tot verlaging van de fosfaatbeschikbaarheid doordat de adsorptie van fosfaat aan ijzer en aluminium hydroxiden toeneemt en hierdoor slechter opneembaar is (Russchen, et al., 2011). Bodems die behandeld zijn met Dolokal en Biochar laten een hoger fosfaatgehalte zien dan bij de onbehandelde bodems. In onderzoek van (Vogels, et al., 2016) kwam naar voren dat een bekalkte bodem waarbij een hogere fosfaatwaarde aanwezig is positieve effecten laat zien in kiemingspercentages. Als we dit vergelijken met het aantal verschillende soorten die voorkomen per proefvlak in het veld, dan is ook hier te zien dat Dolokal in soortenrijkdom een geringe voorsprong heeft. Hoewel Biochar wel een hogere massa opbrengst lijkt te geven in de kasproef.

Vervolgonderzoek naar het gebruik van Biochar en Dolokal wordt om eerder genoemde redenen geadviseerd. Volgens onderzoek zou Biochar mychorriza groei verbeteren en daarmee de

ontwikkeling van planten bevorderen (Verheijen, et al., 2009). Dit resulteert vaak in duidelijkere resultaten op zowel de korte als de lange termijn van de bodemverbeteraars. Ook is het aan te raden om in een vervolgonderzoek te kijken naar het effect van verschillende stoffen en concentratie verschillen op hetzelfde plot omdat het alleen toevoegen van één stof/concentratie niet genoeg lijkt te zijn om het gewenste effect te krijgen en concrete conclusies te trekken. Er zal ook gekeken moeten worden naar de gewenste plantgemeenschappen en de daarbij horende bodemwaardes. Waarna er gekeken kan worden welke stoffen kunnen voorzien in deze parameters en kan gekeken worden of deze stoffen invloed hebben op elkaars werking. Voor het herstel van de biodiversiteit wordt aangeraden om door te blijven gaan met de toevoegingen van maaisel. Ook kan afplaggen en meteen behandelen met maaisel en mogelijke bodemverbeteraars een uitkomst bieden.

Bibliografie

Beije, H., de Waal, R. & Smits, N., g.d.. *Herstelstrategieen H4030: Droge heiden*. [Online]

Available at:

<https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/Documenten/Pas/Herstelstrategieen/Deel%20IIH/H4030.pdf>

[Geraadpleegd 29 juni 2018].

Bekker, R., van den Berg, L., Stryktra, R. & Verhagen, R., 2005. Maaisel opbrengen: het recept voor een snel herstel van heidevegetaties. *De Levende Natuur*, 106(5), pp. 214-218.

Compendium voor de Leefomgeving, 2008. *Heide- en hoogveenareaal*. [Online]

Available at: <http://www.clo.nl/indicatoren/nl113303-areaal-heide-en-hoogveen>

[Geraadpleegd 29 juni 2018].

de Boer, S. et al., 2016. *Biomassa: Groen goud voor het oprapen*, sl: Waterschap Zuiderzeeland.

Gemeente Landerd, 2014. *Heideherstel in de Maashorst*. [Online]

Available at: https://www.landerd.nl/over-landerd/nieuwsoverzicht_42079/item/heideherstel-in-de-maashorst_68537.html

[Geraadpleegd 17 september 2017].

Linden van der M.(CML), Blokland. K.A. (LB&P), Ek van R. (RIZA), Runhaar J., CML 1994. *Herstel van natte en vochtige ecosystemen*.

Philipsen, B., 2013. *Bemestingsadvies*, Wageningen: Commissie bemesting grasland en voedergras.

Russchen, H., Wander, J. & Malda, J., 2011. *Benutting van fosfaat in landbouwgrond, Hoe kan het aanwezige fosfaat in akkerbouwgronden worden vrijgemaakt voor benutting door het gewas?*, Dronten: DLV Plant BV.

Siepel, H. & Smits, J., 4 juni 2009. *Heidebeheer en fauna: verslag veldwerkplaats Droog Zandlandschap Stabrechtse Heide*. [Online]

Available at: <https://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-333932343932>

[Geraadpleegd 29 juni 2018].

Stuijzand, S., van Turnhout, C. & Esselink, H., januari 2004. *Gevolgen van verzuring, vermesting en verdroging en invloed van herstelbeheer op heidefauna*. Expertisecentrum LNV.

van den Bosch, P., Odendaal, M. & Straver, J., 2016. *Heideherstel van de Schaijkse heide: Het effect van Dolokal en Biochar op de biodiversiteit. BSc onderzoek*, Den Bosch: HAS hogeschool.

van der Wijst, J. & Ettema, N., 2012. *Stand van de natuur in De Maashorst - Met adviezen voor inrichting en beheer*. sl:Natuur- en milieuverenigingen De Maashorst in opdracht van Stuurgroep De Maashorst.

van Noppen, F. et al., 2015. *Afgraven, bodemtransplantaties en uitstrooien van maaisel op voormalige landbouwgronden: Het Reijerscamp experiment*. *De Levende Natuur*, 116(5), pp. 222-227.

Verheijen, F., Bastos, A., van der Velde, M. & Diafas, I., 2009. *Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions*. EUR 24099 EN, Luxemburg: Office for the Official Publications of the European Communities, 149pp.

Vervisch, B., 2013. *Het effect van Biochar op bodem biologische parameters: een analyse van verschillende veldexperimenten*. MSc Scriptie, Bio-ingenieurswetenschappen, België: Universiteit Gent.

Vogels, J., Bijlsma, R. & Verbaarschot, R., 2016. *Fosfaattoevoeging Heide, OBN rapport*, Vereniging van Bos en Natuurterreineigenaren.

Vogels, J., van den Burg, A., Remke, E. & Siepel, H., 2011. *Effectgerichte maatregelen voor het herstel en beheer van faunagemeenschappen van heideterreinen*. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economie.

Wallis de Vries, M. et al., 2013. *Begrazing in Brabantse heidegebieden - Effecten op de fauna - Rapport VS2012.017*, De Vlinderstichting, Wageningen / EIS-Nederland, Leiden / SOVON Vogelonderzoek, Stichting RAVON en Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Bijlagen

Bijlage I

Eerste vegetatie-opname:

Plantenlijst Schaijkse heide

Proefvlak venzijde		Proefvlak wegzijde	
Naam:	Voorkomen	Naam:	Voorkomen
Amerikaanse eik	Vak I	Struikheide	Vak I
Kleine zonnedauw	Vak I	Dopheide	Vak I,II,III
Bruine snavelbies	Vak III	Grote ratelaar	Vak I
Pijpenstrootje	Vak I en II	Brunel	Vak I en III
Dopheide	Vak I en II	Rolklaver spec.	Vak I en III
Struikheide	Vak I en II	Echte koekoeksbloem	Vak I
Gewoon Struisgras	Vak I	Knoopkruid	Vak I en III
Scherpe Boterbloem	Vak III	Scherpe boterbloem	Vak I
Zuring	Vak III	Jacobskruid	Vak I en III
Tormentil	Vak I en II	Rode klaver	Vak I en III
wilde peen	Vak I	Smalle weegbree	Vak I en III
Gewimperde veldbies	Vak I	Bastaard wederik	Vak I
Blauwe Knoop	Vak I,II, III	Grove den	Vak I en III
knoopkruid	Vak III	Pilzegge	Vak I
Rolklaver	Vak III	Pijpenstrootje	Vak I, III
Smalle Weegbree	Vak III	Sint-Janskruid	Vak I
Gewone Hoornbloem	Vak I	Rood zwenk gras	Vak I
Kruip ganzerik	Vak I	Gewone hoornbloem	Vak I
Haarmos	Vak I,II,III	Haarmos	Vak I
Haarmos spec.	Vak III	Lijsterbes	Vak I
Berk	Vak I en II	Schapengras	Vak III
Grove den	Vak I en II	Witbol/glanshaver?	Vak I
Grote ratelaar	Vak III	Amerikaanse vogelkers	Vak II
Zomereik	Vak I	Gewoon struisgras	Vak I
Kale jonker	Vak I	Bruine snavelbies	Vak I en III
Grasmuur	Vak I	Blauwe knoop	Vak I en III
Jacobskruid	Vak II	Kleine veldbies	Vak III
Zwarte den	Vak II	Tormentil	Vak III
Duizendguldenkruid	Vak I	Kruip ganzerik	Vak III
Brunel	Vak I, II,III		

Bijlage II

Inventarisatie blauwe knoop

Bekalker	Aantal Blauwe knoop planten	Aantal planten in bloei	Percentage bloei
Biochar	5	1	20,0
Biochar	3	0	0,0
Dolokal	22	3	13,6
Dolokal	35	1	2,9
Geen	85	6	7,1
Geen	24	2	8,3
Geen	57	11	19,3
Geen	39	7	17,9

Stof	Gemiddeld bloeipercentage
Biochar	10,0
Dolokal	8,2
Onbehandeld	13,2

Stof	Standaarddeviatie
Biochar	14,14213562
Dolokal	7,622060109
Onbehandeld	6,354288422

Bijlage III

Spss output eerste telling

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kieming_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	662,375 ^a	5	132,475	,690	,637
Intercept	4134,375	1	4134,375	21,544	,000
behandeling	436,000	2	218,000	1,136	,343
maaisel	9,375	1	9,375	,049	,828
behandeling * maaisel	217,000	2	108,500	,565	,578
Error	3454,250	18	191,903		
Total	8251,000	24			
Corrected Total	4116,625	23			

a. R Squared = ,161 (Adjusted R Squared = -,072)

Spss output tweede telling

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kieming_2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	378,833 ^a	5	75,767	,751	,596
Intercept	3408,167	1	3408,167	33,800	,000
behandeling	130,083	2	65,042	,645	,536
maaisel	130,667	1	130,667	1,296	,270
behandeling * maaisel	118,083	2	59,042	,586	,567
Error	1815,000	18	100,833		
Total	5602,000	24			
Corrected Total	2193,833	23			

a. R Squared = ,173 (Adjusted R Squared = -,057)

Spss output derde telling

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kieming_3

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	463,708 ^a	5	92,742	1,084	,402
Intercept	3151,042	1	3151,042	36,824	,000
behandeling	291,583	2	145,792	1,704	,210
maaisel	45,375	1	45,375	,530	,476
behandeling * maaisel	126,750	2	63,375	,741	,491
Error	1540,250	18	85,569		
Total	5155,000	24			
Corrected Total	2003,958	23			

a. R Squared = ,231 (Adjusted R Squared = ,018)

Spss output vierde telling

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kieming_4

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	585,333 ^a	5	117,067	,872	,519
Intercept	7420,167	1	7420,167	55,271	,000
behandeling	260,083	2	130,042	,969	,399
maaisel	192,667	1	192,667	1,435	,246
behandeling * maaisel	132,583	2	66,292	,494	,618
Error	2416,500	18	134,250		
Total	10422,000	24			
Corrected Total	3001,833	23			

a. R Squared = ,195 (Adjusted R Squared = -,029)

Bijlage IV

SPSS output versgewicht.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Behandeling	0	onbehandeld	8
	1	Dolokal	9
	2	Biochar	7
Hooi	0	geen	12
	1	wel	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Versgewicht

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10011,390 ^a	5	2002,278	,526	,753
Intercept	93021,763	1	93021,763	24,453	,000
Behandeling	159,655	2	79,827	,021	,979
Hooi	9070,355	1	9070,355	2,384	,140
Behandeling * Hooi	896,212	2	448,106	,118	,890
Error	68473,726	18	3804,096		
Total	174840,470	24			
Corrected Total	78485,116	23			

a. R Squared = ,128 (Adjusted R Squared = -,115)

Bijlage V

SPSS output drooggewicht.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Behandeling	0	onbehandeld	8
	1	Dolokal	9
	2	Biochar	7
Hooi	0	geen	12
	1	wel	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Drooggewicht

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	531,953 ^a	5	106,391	,659	,659
Intercept	5301,036	1	5301,036	32,850	,000
Behandeling	160,733	2	80,366	,498	,616
Hooi	159,185	1	159,185	,986	,334
Behandeling * Hooi	197,947	2	98,974	,613	,552
Error	2904,715	18	161,373		
Total	8876,943	24			
Corrected Total	3436,668	23			

a. R Squared = ,155 (Adjusted R Squared = -,080)