

Heideherstel van de Schaijkse heide

Het effect van Dolokal en biochar op de biodiversiteit



Van den Bosch, Pepijn
Odendaal, Mari-lee
Stravers, Jarin

Vrijdag 23 oktober 2015
Eindverslag

has
hogeschool



NATUURGEBIED
DE MAASHORST

Heideherstel van de Schaijkse heide

Het effect van Dolokal en Biochar op de biodiversiteit

HAS hogeschool 's-Hertogenbosch
vrijdag 23 oktober 2015

Van den Bosch, Pepijn
Odendaal, Mari-lee
Stravers, Jarin

HAS hogeschool 's-Hertogenbosch

In opdracht van Nico Ettema, werkzaam in de monitoring van de Maashorst

Onder begeleiding van Henco Vonk Noordegraaf

Omslag foto gemaakt door Jarin Straver



Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksverslag 'Heideherstel van de Schaijkse heide.' Het onderzoek naar heideherstel in de Schaijkse heide is uitgevoerd in het gebied zelf en op HAS hogeschool. Dit verslag is geschreven in het kader van ons jaarproject aan de opleiding Toegepaste Biologie aan de HAS Hogeschool Den Bosch en in opdracht van Nico Ettema, in samenwerking met natuurbeheer de Maashorst, van september 2016 tot en met juli 2017. Onder begeleiding van Henco Vonk Noordegraaf en Nico Ettema. Verder hebben wij ook hulp gehad van lab- en kaspersooneel van HAS Hogeschool Den Bosch.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Pepijn van den Bosch, Mari-Lee Odendaal en Jarin Straver

Den Bosch, 24 juni 2016

Inhoudsopgave

Abstract: Heathland conservation.....	6
Samenvatting.....	7
1. Inleiding	8
2. Materiaal en Methode	10
2.1. Gebiedsbeschrijving	10
2.2. Veldexperiment	11
2.2.1. Proefopzet veld	11
2.2.2. Veldwaarnemingen	12
2.3. Transplantatie-experiment.....	13
2.3.1. Proefopzet transplantatie-experiment.....	13
2.3.2. Dataverzameling en verwerking.....	13
3. Resultaten.....	15
3.1. Abiotiek van de bodem	15
3.2. Vegetatie-opname veldexperiment	16
3.2.1. Toename en afname van soorten	16
3.2.2. Bedekkingsgraad nieuwe soorten	16
3.3. Transplantatie experiment.....	17
3.3.1. Kieming, overleving en lengte	17
3.3.2. Vitaliteit	18
4. Discussie en advies	19
4.1. Veldexperiment	19
4.2. Transplantatie-experiment.....	19
4.3. Algemene discussie	Error! Bookmark not defined.
4.4. Advies vervolgonderzoek	20
Literatuurlijst	21

Abstract: Heathland conservation

Heathlands are widespread across the globe but they are fast disappearing and considered a rare habitat in Europe. The heathland of Schaijk in the Netherlands is situated in nature reserve the Maashorst. Since 1980, the number of species in this area have significantly declined and the purple moor (*Molinia caerulea*) has come to dominate in the area. Because of past events, the nitrogen concentration of the soil increased, making the heathland too acidic for most plants. In order to increase the biodiversity of the area, new plant species of de Bruuk nature reserve were introduced. Dolokal (lime soil supplement) and biochar (Charcoal soil supplement) were used to counter the acidification of the soil. The hypothesis is that: Dolokal and biochar will increase the pH and enrich the soil with minerals and favor the growth of new species. To determine the effectiveness of Dolokal and biochar two different experiments were conducted: a field-experiment and a transplantation experiment. During the field experiment, the pH and N were measured two times to compare the results of the different treatments. The transplantation experiment was carried out to secure the Dolokal concentration of the heathland of the Maashorst. The concentration used in the field was 2200 kg/ha. The vitality, length and germination of devil's-bit scabious (*Succisa pratensis*) and Breckland thyme (*Thymus serpyllum*) were tested in soil treated with two different Dolokal concentrations (2200 kg/ha and 4400 kg/ha) and a control group. The used sample size was 30 pots each containing four seeds. In the field experiment Dolokal showed a significantly better effect in raising the pH than biochar. One explanation is that it takes longer for biochar to be absorbed by the soil. No significant differences were observed between nitrogen levels of the treatments. Seeds of devil's-bit scabious did not germinate in the transplantation experiment. If devil's-bit was given a longer cold period, the outcome might have been different. Breckland thyme that grew in the soil with the highest Dolokal concentration had the highest vitality, length and germination percentage.

Samenvatting

Sinds 1980 is er een sterke afname in heide geweest. Ook de Schaijkse heide van de Maashorst is de afgelopen jaren achteruit gegaan. Het gebied is momenteel te zuur, wat er voor heeft gezorgd dat de biodiversiteit sterk is afgenomen. Heidesoorten nemen af, terwijl pijpenstrootje steeds meer is gaan domineren. Gebruik van een kalkmengsel zou de pH moeten verhogen om zo weer plek te bieden aan nieuwe en oude heide soorten. Om dit te bepalen is er gebruik gemaakt van twaalf kwadranten behandeld met de bodemverbeteraars Dolokal en biochar. Daarnaast is er op de helft van de kwadranten maaisel uit blauwgrasland de Bruuk gestrooid om zo nieuwe soorten te introduceren. In alle kwadranten werden twee vegetatieopnames gemaakt en is de pH en stikstof van de bodem twee keer gemeten. Om een uiteindelijke uitspraak te kunnen doen over de ideale Dolokal-concentratie is er naast het veldexperiment ook een transplantatie-experiment uitgevoerd. In dit experiment is er gekeken wat voor effect de in het veld uitgevoerde Dolokal-concentratie, een dubbele concentratie en een controle hadden op de groei- en kiemsucces van de planten kleine tijm en blauwe knoop. Hiervoor werd voor elke behandeling de lengte, overleving, kieming en vitaliteit bepaald van de planten verspreid over zes zaaitrays met elk ongeveer 30 hokjes gevuld. Uit het resultaat bleek de dubbele Dolokal een beter effect te hebben op de geteste voorwaarden. Ook in het veld bleek dat de Dolokal-behandeling het beste effect had op de pH. Wellicht kan het vermalen van biochar de opname versnellen en dat er zo een groter effect te zien is. Het hoogste stikstofgehalte werd gevonden bij de biocharbehandelingen. Om ook de eventuele negatieve effecten van teveel Dolokal te bepalen moet er een langduriger monitoring worden uitgevoerd. Er wordt momenteel aangeraden om door te gaan met plaggen en om een dubbele dosis Dolokal te strooien in de gebieden waar dit nodig mogen zijn. Ook moet het onderzoeksgebied verder worden gemonitord om eventuele nadelige effecten waar te nemen, mochten deze opspelen.

1. Inleiding

Heide is een plantengemeenschap waarbij het landschap wordt gekenmerkt door dwergstruiken, met struikheide (*Calluna vulgaris*) al de dominante soort. De bodem waarop heide voorkomt bestaat uit zure, voedselarme zand- en leemgrond (Smits & Noordijk, 2013). Heide is een cultuurlandschap dat ontstaat bij begrazing en plaggen, vaak in combinatie met afvoer van de uitwerpselen van het vee zoals bij het gebruik van potstallen. Door de overmatige begrazing wordt de bodem voedselarm. Hierdoor krijgen successiesoorten zoals struikheide en dopheide (*Erica sp.*) de kans om te domineren (VBNE, augustus 2007). Om de heide plantengemeenschap in stand te houden is het noodzakelijk om het landschap te onderhouden. Voor het onderhouden van het heide landschap zijn er verschillende technieken. De meest gebruikte maatregelen zijn plaggen, maaien, begrazen en branden (Smits & Noordijk, 2013). Bij deze technieken is het doel om voedingsstoffen af te voeren en de zuurtegraad te behouden op een pH van 4,5 tot 5,0. Met plaggen verwijdert men de bovenlaag van de bodem van een deel van het gebied. Bij maaien worden alle kruidachtige planten gemaaid. Hierbij is het belangrijk om in de juiste periode te maaien, zodat de heidesoorten zich kunnen voortplanten. Bij begrazing worden grazers in het gebied uitgezet. Het is belangrijk om de juiste type grazer uit te zetten om de juiste begrazingintensiteit te gebruiken op het gebied. De grootste problemen bij het in stand houden van heide zijn verzuring, verdroging en vermesting (Smits & Noordijk, 2013). Verzuring van heide ontstaat voornamelijk door zure regen, hierdoor wordt de effectiviteit van de natuurlijke buffer aangetast. Verdroging wordt veroorzaakt doordat het gebied geïsoleerd of versnipperd raakt door omliggende landbouw, in combinatie met de drainage van grondwater om het grondwaterpeil te behouden op de nabije landbouwgronden. Ook vermesting wordt veroorzaakt door intensieve landbouw, hierdoor wordt een onnatuurlijk hoge hoeveelheid stikstof afgezet in het gebied (Van Turnhout & Nooren, 2007).

De Schaijkse heide is een heidegebied gelegen in het midden van het natuurgebied De Maashorst (figuur 2.1). Sinds 1980 is het aantal soorten in dit gebied gehalveerd en is het pijpenstrootje in het heidegebied gaan domineren (Ettema, 2012). Er zijn verschillende oorzaken voor de achteruitgang van het natuurgebied. Het onderzoeksgebied ondervindt ook overlast van twee frequente problemen, verzuring en vermesting. Het gebied heeft aanzienlijk geleden door de hoge hoeveelheid zure regen die in het verleden op het gebied is gevallen, hier is het gebied nog steeds niet volledig van hersteld (Ettema, 2012). Ook heeft het gebied veel overlast van de intensieve landbouw in de omgeving, hierdoor is er in de loop van de tijd een hoge hoeveelheid stikstof in de grond afgezet, waardoor grassoorten zoals het pijpenstrootje de kans kregen om te gaan overheersen (Ettema, 2012). Pijpenstrootje is beter in staat om gebruikt te maken van de verhoogde hoeveelheid stikstof dan struiken-en dopheide en zo beide soorten verdringen (Van Turnhout & Nooren, 2007). Ten slotte is de bodem van het gebied sterk verzuurd, waardoor de natuurlijke buffer niet meer optimaal functioneert en dreigt te worden vervangen door een toxische buffer op basis van aluminium. Dit gebeurt wanneer de buffer van een pH van 4,5 tot 5 verlaagt naar een pH van 4 of lager (De Graaf *et al.*, 2004).

Om de pH te verhogen, de biodiversiteit van het gebied te herstellen naar een traditioneel heidelandschap en om verdere achteruitgang van het gebied te voorkomen werden er verschillende maatregelen getroffen. Enkele jaren geleden is een groot deel van het gebied geplagd, dit heeft ervoor gezorgd dat struikheide terug in het gebied is gekomen. Vroeger begon men met het begrazen met schapen, die later worden vervangen met Schotse hooglanders. Door het verhogen van de begrazingsdruk werden de grassoorten zoals het pijpenstrootje bestreden. Deze maatregelen bleken

echter onvoldoende. De successie van pijpenstrootje duurde voort door de verhoogde stikstofgehalte en verzuring van de bodem. In relatie met eerder gefaalde maatregelen werd er gekozen door Natuurbeheer de Maashorst om te onderzoeken naar andere maatregelen, waaronder mineralen supplementen zoals steenmeel. In opdracht van Nico Ettema wordt er al twee jaar door verschillende studenten van de HAS onderzoek gedaan in het gebied naar het effect van de steenmeel Eifelgold om de pH van het gebied te herstellen. Dit type mineralensupplement voor de bodem wordt al langere tijd gebruikt in de landbouw voor het herstellen van verarmde bodems (in: Althuizen et al., 2014). Dolokal is een vergelijkbaar steenmeelproduct en heeft vergelijkbare effecten met als belangrijkste verschil de concentratie van kalk en magnesium. Uit eerder onderzoek is gebleken dat Dolokal langdurige positieve effecten heeft op de pH van de bodem en de biodiversiteit van o.a. droge heide (De Graaf et al., 2004).

Dolokal is een gemalen kalkmengsel verrijkt met mineralen en heeft alkalische eigenschappen. Het gaat verzuring in de bodem tegen en kan de balans van verschillende mineralen zoals kalk herstellen zonder dat de bodem wordt bemest (De Graaf et al., 2004). Biochar is een speciaal type houtskool die de bodem verrijkt met organisch materiaal en de pH verhoogt (Brinkhof et al., 2015). Door de pH te verhogen en de bodem te verrijken met mineralen wordt er de kans geboden aan gevoelige plantensoorten zoals blauwe knoop (*Succisa pratensis*) en kleine tijm (*Thymus serpyllum*) om zich te kunnen vestigen. Er werd ook in het gebied maaisel uitgestrooid van de Bruuk. Hierin zitten zaden van gewenste plantensoorten. In opdracht van Nico Ettema werd de effectiviteit van Dolokal en biochar op het gebied onderzocht. De huidige hypothese luidt dat Dolokal en biochar de biodiversiteit verhoogt door de groei en ontwikkeling van struik- en dopheide te ondersteunen en zo de mogelijkheid biedt aan zeldzame soorten zoals valkruid (*Arnica montana*), blauwe knoop en de klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) om zich hier te vestigen. Om de effectiviteit van Dolokal en biochar op het gebied te bepalen werden er twee verschillende proeven opgesteld. In het gebied zelf werden twaalf proefvlakken uitgezet. Deze vlakken werden over een periode van een jaar gemonitord om de effectiviteit van de materialen waar te nemen. Hierbij werd de Tansley methode gebruikt om vegetatieopnames te maken. Ook werden er monsters van de bodem genomen om later de pH en stikstofdepositie te meten in de bodem. Daarnaast is de biodiversiteit aangetast door de dominantie van pijpenstrootje. Om diverse soorten te (her)introduceren werd er gekozen om maaisel van de Bruuk uit te strooien over enkele proefvlakken. Ook werd er een proef opgezet naar de groei en kiemsucces van kleine tijm en blauwe knoop bij verschillende concentraties van Dolokal. Er werd gekozen voor deze soorten omdat ze een hoog kiemsucces hebben. In de kassen werden er potjes gevuld met bodem van het gebied met toevoeging van verschillende concentraties Dolokal. In een helft hiervan werd kleine tijm geplant en in de andere helft werd beplant met blauwe knoop. Vervolgens werd in de loop van de proef de kieming, het aantal gekiemde planten, de vitaliteit en de lengte van de planten gemeten. De kasproef werd uitgevoerd van 30 maart 2016 tot 17 mei 2016. Op basis van de resultaten werd de juiste concentratie Dolokal bepaald voor de behandeling van het gebied.

2. Materiaal en Methode

2.1. Gebiedsbeschrijving

Het onderzoeksgebied bestaat uit tien percelen die onderverdeeld zijn door middel van gedempte greppels, die te herkennen zijn aan de groei van het pijpenstrootje over de gehele strook (figuur 2.1). Het pijpenstrootje is zeer prominent aanwezig in de percelen die het afbakent. Zo is de bedekkingsgraad ongeveer 50% in het hele gebied. Tussen de stroken met pijpenstrootje bevinden zich afgeplagde stukken veld. Deze percelen zijn in 2014 afgeplagd. Dit heeft gezorgd voor een situatie waarin de struik- en dopheide nu meer aanwezig zijn. De droge heide wat het gebied veelal beslaat bevat stukken waar in soorten, zoals de bruine snavelbies (*Rhynchospora fusca*), voorkomen die typerend zijn voor natte heide. De natte stukken heide zijn onregelmatig verdeeld over het gebied en komen het meeste voor langs de aanwezige vennen. Er zijn een paar uitzonderingen waarin grotere gebieden duidelijk natter of droger zijn dan de omgeven heide. De nattere gebieden zijn te vinden in de buurt van het zuidoostelijk liggende ven (figuur 2.1). De drogere gebieden liggen aan de westelijke kant van het gebied, wat langs het voetpad ligt. Deze worden gekenmerkt met de aanwezigheid van de pilzegge.

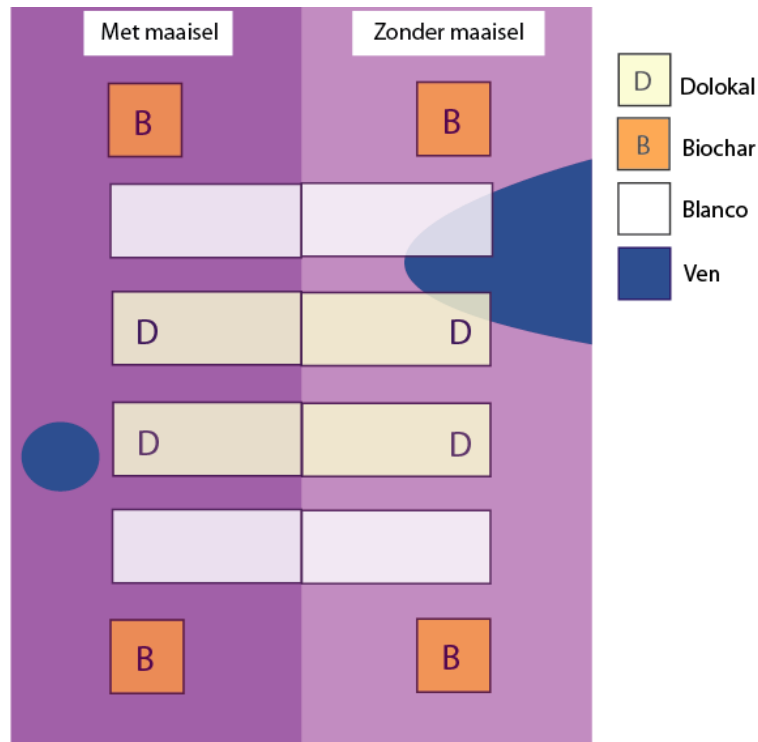


Figuur 2.1: Satellietfoto van het onderzoeksgebied met de nattere gebieden liggend aan de Oostkant en de drogere aan de Westkant (google earth, 2015)

2.2. Veldexperiment

2.2.1. Proefopzet veld

Het gebied werd verdeeld in twee helften, een helft met maaisel en een helft zonder maaisel (figuur 2.2). De proefvlakken werden verdeeld in zes kwadranten van 5 X 10 meter. De kwadranten werden behandeld met Dolokal, biochar en een blanco als controle. Er werden voor elke behandeling vier velden ingedeeld. Hiervan waren er twee velden met maaisel en twee zonder maaisel.



Figuur 2.2: Proefopzet veldexperiment onderzoeksgebied

Het maaisel dat werd gebruikt in dit onderzoek is afkomstig van de Bruuk. Dit is een blauwgrasland gelegen in Groesbeek. Dit maaisel bevat soorten die nog niet in het gebied zijn gevonden zoals: Grote wederik (*Lysimachia vulgaris L.*), Blonde zegge (*Carex hostiana DC.*) en Kleine valeriaan (*Valeriana dioica L.*). Het maaisel kan ook zorgen voor de herintroductie van oude soorten zoals: Veenpluis (*Eriophorum angustifolium Honck*), Tormentil (*Potentilla erecta*) en Blauwe knoop (*Succisa pratensis Moench*). Hierbij is er gekeken naar de vegetatietype Blauwgraslanden voor het maaisel en vegetatietype associatie van Gewone dophei als doelttype (databank, 2001).

De Dolokal in het veldexperiment bedroeg 19% $MgCO_3$ en 80% $CaCO_3$. Na het uitvoeren van de berekening en het toepassen van de juiste correctie was er besloten om Dolokal te strooien met een hoeveelheid van 2200 kg/ha. Op vier percelen werd elf kilogram Dolokal gestrooid.

Er is gebruik gemaakt van 1,5 kilogram biochar per perceel op vier percelen (figuur 2.3). Door gebrek aan biochar zijn de percelen van vijftig vierkante meter (5 x 10) voor maar zes vierkante meter (5 x 1,3) bedekt. De bedekkingsgraad hierbij is 0,25 kg/m².



Figuur 2.3: Biochar (links) en Dolokal (rechts) gestrooid in het gebied. Bronnen foto's: biochar ,Ettema, 2015; Dolokal, vreeken.nl, 2016.

2.2.2. Veldwaarnemingen

Om de ontwikkeling in biodiversiteit te bepalen werd er elke maand, beginnend in kalenderweek 7, een vegetatieopname gemaakt. Bij het uitvoeren van de vegetatieopname werd gebruik gemaakt van de Tansley-methode. Aangezien het toegepast wordt op een groot gebied is een globale aanpak als deze toepasselijk op de grote verscheidenheid aan plantensoorten die voor kan komen op een gebied van deze omvang.

Om de bodem te analyseren werden in september en april per proefveld één mengmonster door middel van 25 steken met een gutsboor genomen. Deze opzet werd gebruikt voor de 0-meting in september en de meting in april. Om de bodemkwaliteit te bepalen werden de mengmonsters getest op de pH-H₂O en pH-KCl. Ook werd er een Kjeldahl-bepaling op de bodemmonsters uitgevoerd.

2.3. Transplantatie-experiment

2.3.1. Proefopzet transplantatie-experiment

Om de invloed van Dolokal op het kiem- en groeisucces van blauwe knoop (*Succisa pratensis*) en kleine tijm (*Thymus serpyllum*) te bepalen werd er een transplantatie-experiment uitgevoerd. Zo kon worden bepaald of de concentratie in het veld voldoende was of dat een hogere of lagere concentratie beter resultaat zou hebben geleverd.

In het transplantatie-experiment werd de bodem van het onderzoeksgebied in de Schaijkse heide getransplanteerd naar een meer gecontroleerde omgeving in de kassen van HAS Hogeschool in Den Bosch. Op 2 februari 2016 werd 27 kilogram grond verzameld en gemengd met verschillende Dolokal-concentraties. De gebruikte concentraties Dolokal waren 2200 kg/ha (veldconcentratie) en 4400 kg/ha. Als controle werd onbehandelde grond gebruikt. De mengsels hebben gedurende twee weken de Dolokal opgenomen voordat de zaden werden gezaaid. Na het opnemen werd de grond verdeeld over zes verschillende zaaitrays waarin 30 potjes werden gevuld. Vervolgens werd van drie zaaitrays elk hokje gevuld met vijf tot zes zaden van kleine tijm. Bij de overige drie zaaitrays werd elk hokje gevuld met drie zaden van blauwe knoop.

2.3.2. Dataverzameling en verwerking

Wekelijks vanaf 30 maart tot 17 mei 2016 (een periode van zeven weken) werd het kiemsucces en groeisucces van de planten bepaald. Hierbij werd per hokje gekeken of er sprake was van kieming en zo ja werd ook de hoeveelheid gekiemde planten geteld. Met deze gegevens werd het kiemingspercentage per plant en behandeling berekend. Naast het kiemsucces werd per potje de lengte van de bovengrondse apicale stengel en de vitaliteit bepaald. De bovengrondse apicale stengel werd gemeten in centimeters vanaf de bodem tot de hoogste top van de langste plant. De vitaliteit werd onderverdeeld in de drie klasse: dood, matige vitaliteit en zeer vitaal (figuur 2.4). Planten met vitaliteitsklasse dood hebben bruine uitgedroogde bladeren en zien er verschrompeld uit (figuur 2.4 A). Matig vitale planten hebben licht groene bladeren en weinig stengels. Daarnaast zijn vitamine en mineralen tekorten te zien op de bladeren als bruin gekleurde vlekken (figuur 2.4 B). Planten zonder bruine vlekken, met veel uitlopende stengels en donker groen gekleurde dikke bladeren behoren tot de zeer vitale klasse (figuur 2.4 C) (Virginia cooperative extensions, 2015). Ten slotte is de vochtigheid van elk potje bepaald, dit werd verdeeld in vochtig of droog.



Figuur 2.4: Vitaliteitsklasse van kleine tijm: A) Dode kleine tijm, B) Matig vitale kleine tijm en C) Zeer vitale kleine tijm.

De gebruikte ratiovariabelen waren lengte en aantal gekiemde zaden. Vitaliteit was een ordinale schaal en het kiemsucces een binaire schaal. Met een ANOVA toets werd bepaald of er significante verschillen waren. Verder werd er gekeken of er correlatie was tussen vochtigheid en de andere variabelen.

3. Resultaten

3.1. Abiotiek van de bodem

Bij het gebruik van Dolokal en biochar werd een toename in pH waargenomen ten opzichte van de 0-meting. In vijf maanden is de pH gestegen van 4,3 naar 5,2. Bij Dolokal is de pH meer gestegen dan bij de biochar in een periode van 3 maanden (tabel 3.1).

Van de hoogst genomen resultaten is de mg stikstof per g monster het hoogst bij de percelen met biochar. Bij de percelen met biochar en maaisel was de mg stikstof per g monster het hoogst, met een waarde van 1,82. De Dolokal en controle kwamen de resultaten vrijwel overeen met een meting van 1 mg stikstof per g monster (tabel 3.2).

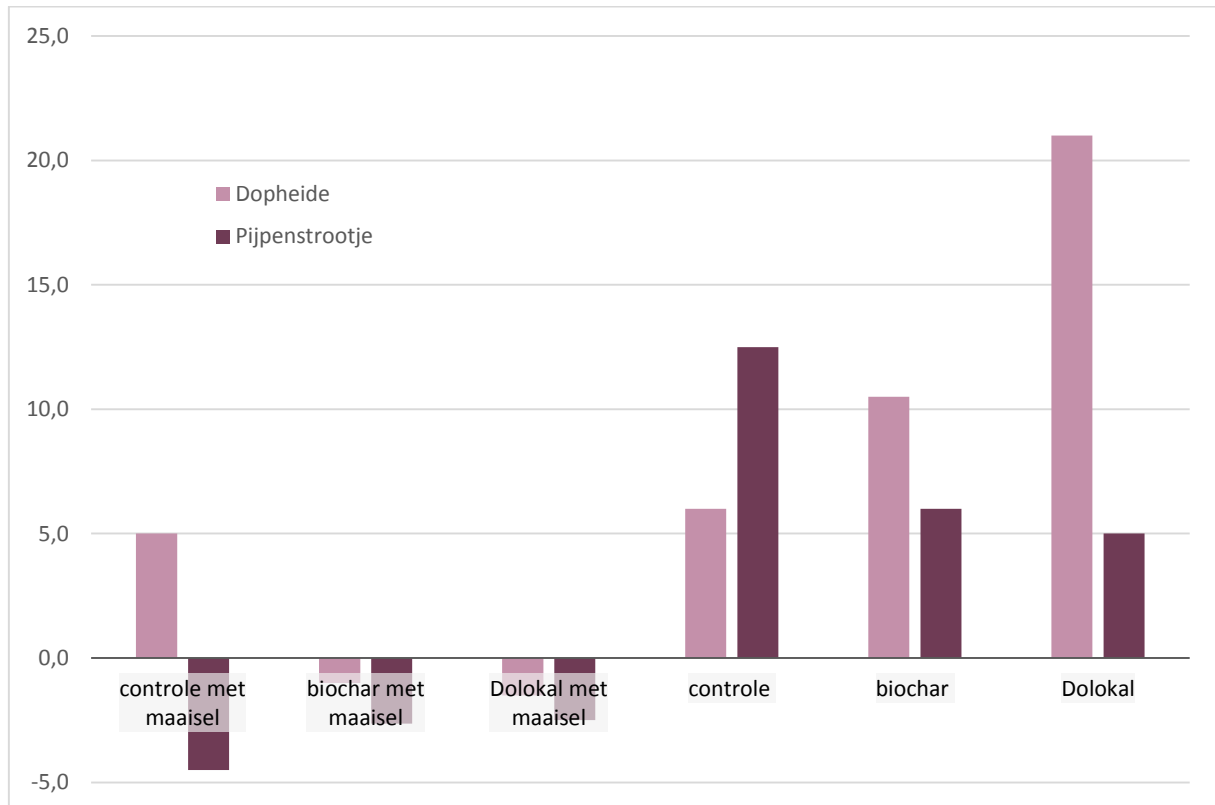
Tabel 3.1: pH-H₂O en milligram stikstof aanwezig per gram van het monster bij de verschillende behandelingen.

Behandeling	pH-H ₂ O	mg N/g monster
Nulmeting	4,4	
Dolokal met maaisel	5,8	1,00
Dolokal zonder maaisel	5,3	0,93
Biochar met maaisel	5,0	1,82
Biochar zonder maaisel	4,8	1,75
Controle met maaisel	4,8	1,00
Controle zonder maaisel	4,5	1,01

3.2. Vegetatie-opname veldexperiment

3.2.1. Toename en afname van soorten

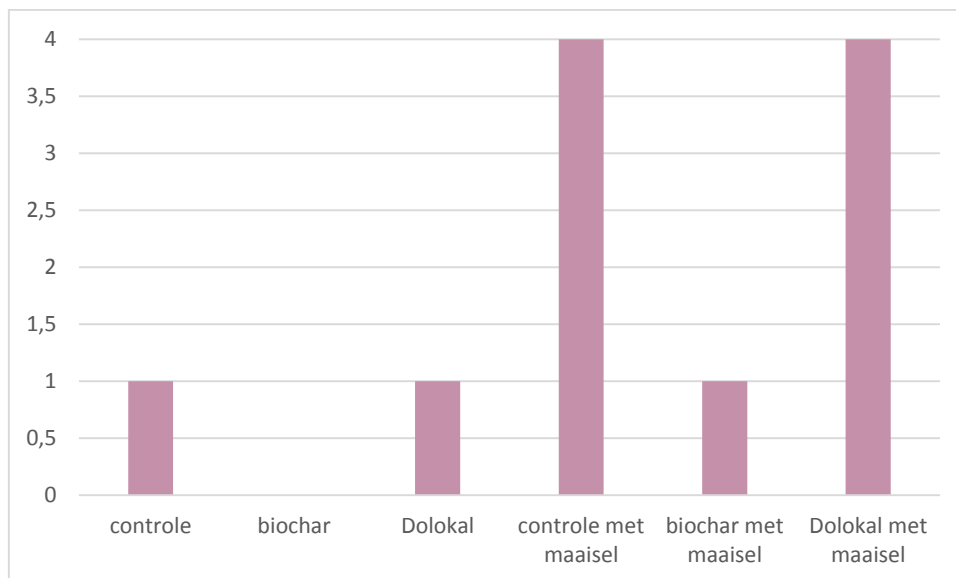
In de kwadranten met maaisel is pijpenstrootje in de tijdspanne van oktober tot april afgenomen. Ook de bedekkingsgraad van dopheide is in deze periode bij de kwadranten met maaisel en de behandelingen biochar en Dolokal verminderd. Bij de kwadranten zonder maaisel zijn beide plantensoorten toegenomen. De kwadranten zonder maaisel met de behandeling Dolokal laten de grootste vermeerdering van dopheide zien. De controle kwadrant laat de grootste toename van pijpenstrootje zien (Figuur 3.1).



Figuur 3.1: Het percentage verandering in bedekkingsgraad van dopheide en pijpenstrootje bij de behandelingen.

3.2.2. Bedekkingsgraad nieuwe soorten

In alle kwadranten met maaisel zijn nieuwe soorten gevestigd. In deze kwadranten werd er bij de Dolokal en de controle kwadranten vier nieuwe soorten waargenomen en in de kwadranten met biochar maar één nieuwe soort. In de kwadranten met alleen Dolokal en in de controle is één nieuwe soort gevestigd. In de kwadranten met alleen biochar zijn geen nieuwe soorten gevonden (figuur 3.2).



Figuur 3.2: Nieuwe plantensoorten bij de verschillende behandelingen met een tijdsperiode van een half jaar.

3.3. Transplantatie experiment

3.3.1. Kieming, overleving en lengte

In de eerste week na het zaaien waren de eerste zaden van kleine tijm (*Thymus serpyllum, L.*) gekiemd. Er trad geen kieming op van blauwe knoop (*Succisa pratensis*) tijdens de proef. Bij de 4400kg/ha behandeling met Dolokal was een hoger kiempercentage dan bij de 2200kg/ha Dolokal concentratie en bij controle was het kiempercentage het laagst. Bij de controle was het gemiddeld aantal gekiemde plantjes per potje het laagst, gevolgd door de 2200kg/ha Dolokal-behandeling. Bij de 4400kg/ha Dolokal-behandeling was het aantal gekiemde plantjes het hoogst. Er was een significant verschil tussen die kieming van de zaden ten opzichte van elke bandeling en de dag waarop ze kiemde ($p < 0,05$). Er was ook een significant verschil tussen het aantal overlevende planten bij de eindmeting tussen de drie behandelingen ($p < 0,05$) (tabel 3.3).

Tabel 3.2: Gemiddelde percentages kieming en percentage overleving van de planten per behandeling.

Concentraties (kg/ha)	Overleving (%)	Kieming (%)
0	0%	31%
2200	10%	53%
4400	46%	65%

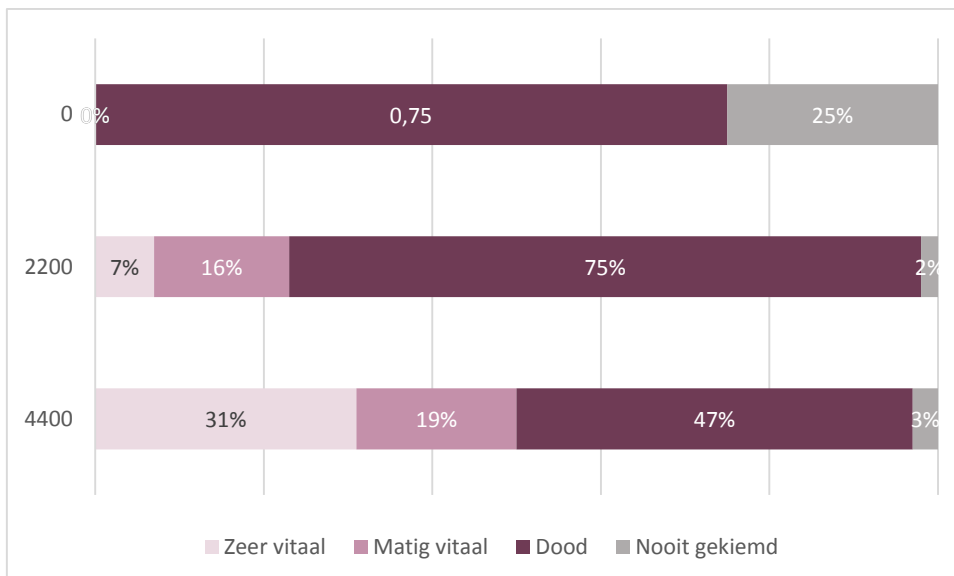
De gemiddelde lengte van de plantjes bij de 4400kg/ha Dolokal behandeling was het grootst, gevolgd door de 2200kg/ha Dolokal-behandeling. De planten van controle waren het kortst en vanaf 26 april 2016 waren er geen levende meer over. Er was echter geen significant verschil in de groeisnelheid tussen de verschillende behandelingen ($p > 0,05$) (tabel 3.4).

Tabel 3.3: Gemiddelde lengtes in mm van bij de verschillende concentraties op verschillende data.

Concentraties (kg/ha)	13-4-2016	20-4-2016	26-4-2016	9-5-2016	17-5-2016
0	0	0,7	-	-	-
2200	1,6	9,4	12,2	25,9	38,0
4400	2,3	8,1	11,2	29,7	41,1

3.3.2. Vitaliteit

In week 5 werd de vitaliteit bepaald van kleine tijm. De vitaliteit van kleine tijm nam toe naarmate dat de concentratie van Dolokal toenam (figuur 3.5). Bij de behandeling met 4400kg/ha Dolokal waren de meeste planten vitaal tot zeer vitaal en was de sterfte het laagst. De vitaliteit van kleine tijm was bij de behandeling met 2200kg/ha Dolokal hoger dan bij de controle. Hierbij waren de meeste planten tussen matig vitaal en vitaal. De vitaliteit was bij de controle gemiddeld lager dan bij beide Dolokal behandelingen. Bij zowel de opnames van de vitaliteit en de verschillende behandelingen werd er een significant verschil aangetoond tussen alle factoren ($P < 0,05$). Ook was de sterfte bij de controle hoger dan bij beide Dolokal behandelingen (figuur 3.5).



Figuur 3.5: Vitaliteit kleine tijm bij de Dolokal-concentraties in kg/ha

4. Discussie en advies

4.1. Veldexperiment

De dopheide is sterk toegenomen in de gebieden met Dolokal zonder maaisel, tot wel 400% ten opzichte van de nulmeting. De percelen die maaisel bevatten zijn buiten beschouwing gelaten, omdat het gestrooide maaisel het planten moeilijk maakte om erdoorheen te groeien. De Tansley-methode is een subjectieve manier van meten en kan altijd anders worden geïnterpreteerd door verschillende mensen.

In de kwadranten waarbij maaisel is toegevoegd werden de meeste nieuwe soorten gevonden. Er zijn vier nieuwe soorten gevonden in deze kwadranten. Geen van de gevonden soorten zijn kenmerkend voor een blauw grasland. Deze soorten kunnen echter nog wel aanwezig zijn geweest in het maaisel, maar dit zou alleen kunnen worden bevestigd door het maaisel te analyseren op aanwezige zaden.

De Dolokal-behandelingen die werden getest als toepasselijke verrijkers van de bodem zorgde voor de hoogste toename in pH, namelijk van gemiddeld 4,4 naar 5,6. Het was wenselijk dat de pH boven de vijf steeg om de randvoorwaarden voor een goed schraal heideveld te behalen. Dit werd bekeken op langere termijn (Graaf et al., 2013). De resultaten kwamen overeen met dit onderzoek op de korte termijn. Het gebied moet nog verder worden onderzocht om overeenkomsten te vinden op langere termijn. Om de heidebedekking in het gebied te vergroten moest de pH omhoog. Te zien aan de verhoging in pH en bedekking van dopheide was Dolokal de effectiefste behandeling om de zuurtegraad te verlagen en consequent de bedekking van heide te vergroten.

De biochar die is gebruikt heeft voor een pH toename van 4,3 naar 4,9 gezorgd. Deze behandeling werd ook getest, omdat het een toegevoegde waarde heeft in de vorm van voedingsstoffen. Deze extra voedingsstoffen bieden ruimte voor soorten zoals valkruid (*Arnica montana*) en blauwe knoop (*Succisa pratensis*). De biochar heeft dus ook een pH verhogend effect op de bodem, maar in mindere mate.

Ook was het aantal mg stikstof per g monster het hoogst in de percelen met biochar. Dit wordt verklaard door de samenstelling van biochar. Het is een soort houtskool dat een grote hoeveelheid stikstof bevat (Vlaams infocentrum land-en tuinbouw, 2013). Deze wordt deels afgegeven aan de grond naarmate de biochar afbreekt en uitspoelt.

4.2. Transplantatie-experiment

Het transplantatie-experiment heeft aangetoond dat een dubbele Dolokal concentratie (4400 kg/ha) voor het beste kieming- en groeieresultaat zorgt. Bij de dubbele concentratie was 46 procent van de kleine tijm nog levend na een periode van zeven weken. Dit was significant hoger dan de tien procent van de normale concentratie en dan de nul procent van de controle. In de controle is daarnaast ook de laagste vitaliteit, kiemsucces en lengte waargenomen. De controle bevatte een bodem met een pH lager dan 4,5. Een bodem met een lage pH zorgt ervoor dat planten zoals kleine tijm niet alle voedingsstoffen op kunnen nemen. Een pH lager dan 4,2 zorgt er al voor dat kalium en magnesium niet opneembaar zijn (Heij en Schneider, 1991). Door het toevoegen van Dolokal wordt de bodem verrijkt met magnesium en zal de pH omhoog gaan. Dolokal zorgt er dus voor dat bepaalde nutriënten zoals kalium en magnesium makkelijker opneembaar worden voor kleine tijm, waardoor er sprake zal zijn van betere kieming en groei.

De blauwe knoop zaden zijn bij geen enkele concentratie gekiemd. Dit komt door de te hoge kas temperaturen. Blauwe knoop vereist graduele temperatuur verhoging terwijl de kassen een constante temperatuur van 26 graden hadden (Vergeer, et al., 2003). Ten slotte is er gevonden dat vochtigheid niet significant correleert met de kieming of vitaliteit van kleine tijm.

4.3. Toepassing van transplantatie-experiment op het velexperiment

Op basis van het gevonden resultaat blijkt een dubbele Dolokal concentratie beter effect te hebben op de kieming en groei van planten. Uit eerder onderzoek was al gebleken dat een dubbele concentratie effectiever was dan de normaal aangeraden dosering (Graaf, et al., 2014). Een te hoge Dolokal concentratie kan echter ook een nadelig effect hebben op lange termijn. Het eerste jaar na het toevoegen van kalk aan de bodem zal het lijken alsof grote hoeveelheden alleen maar een positiever effect hebben op plantengroei. Pas na drie jaar zullen er negatieve effecten van teveel kalkgebruik zichtbaar worden. Een te hoge pH als gevolg van teveel kalk zorgt er voor dat sporenelementen zoals koper, fosfaat en boor niet opneembaar zijn voor planten. Daarnaast zorgt te veel calcium ervoor dat de poriën van de bodem te groot worden. Deze grote poriën hebben als gevolg dat de grond sneller uit zal drogen (Kinsey, 2015). Om een exacte uitspraak te doen over het gebruik van een hogere Dolokal concentratie moet eerst verdere onderzoek worden verricht. Als dan blijkt dat de dubbele Dolokal concentratie geen negatieve effecten veroorzaakt, wordt er ten zeerste aangeraden deze te gebruiken in de Schaijkse heide.

4.4. Advies vervolgonderzoek

Voor verder onderzoek naar het verbeteren van de huidige beheersmaatregelen zijn er enkele punten waar men op kan verbeteren. Er wordt aangeraden om gebruik te maken van soorten die beter kiemen dan blauwe knoop, hierbij kunnen planten worden gebruikt die in het veld gewild zijn zoals klokjesgentiaan (Vergeer, et al., 2003).

Bij het veldexperiment was het niet mogelijk om een representatieve metingen te maken doordat het proefvlak te klein was. Dit kwam doordat het niet mogelijk was om de biochar goed te strooien, verder vermalen van de biochar om de oppervlakte te vergroten kan dit verhelpen.

Om te bepalen of Dolokal en biochar langdurige positieve effect hebben op het gebied is het van belang om monitoringsplan op te stellen voor de komende jaren. Met lange termijn monitoring is het ook mogelijk om te bepalen of de nabije landbouw nog invloed heeft op de zuurtegraad en stikstofgehalte van de bodem. Hierbij worden niet alleen vegetatie opnames en lab-analyses gedaan naar stikstof en de pH, maar kan ook de fosfaat gehalte worden bepaald met de P-Olsen.

Voor het onderzoek dat hierop volgt is het transplantatie-experiment achtergehouden om een visuele indruk te krijgen van de resultaten die zijn gevonden.

Er wordt momenteel aangeraden om door te gaan met plaggen en om een dubbele dosis Dolokal te strooien in de gebieden waar dit nodig mogen zijn. Ook moet het onderzoeksgebied verder worden gemonitord om eventuele nadelige effecten waar te nemen, mochten deze opspelen.

Literatuurlijst

Althuizen, J., Hendriks, S., Beeckman, M., (2014). Steenmeel als bodemverbeteraar. Geraadpleegd in juni 2016 van

Brinkhof, H., & Lucassen, E. (2015). Biochar uit maaisel van natuurpercelen goed voor De Bruuk en de landbouw. Geraadpleegd op 21 oktober 2015 van <https://outlook.office.com>

Diggelen, J.M.H. de; Bense, I.H.M.; Brouwer, E.; Limpens, J.; Schie, J.M.M. van; Smolders, A.J.P. & Lamers, L.P.M. (2014). Restoration of acidified and eutrophied rich fens: Long-term effects of traditional management and experimental liming, Ecological Engineering 75 (2015) p. 208-216.

De Bruuk. (z.j.). Geraadpleegd in september 2015 van <http://www.natuurlandschap.nl>

Environmental. (z.j.). Geraadpleegd op 21 oktober 2015 van <http://www.congcal.com/markets/environmental/>

Ettema, N. (2012). Flora van De Maashorst. Geraadpleegd in september 2015 van <https://hao.blackboard.nl>

Ettema, N. (2012). Amfibieën van De Maashorst. Geraadpleegd in september 2015 van <https://hao.blackboard.nl>

Ettema, N., & Wijst, J. van de. (2012). Monitoringsplan natuurgebied De Maashorst. Geraadpleegd in september 2015 van <https://hao.blackboard.nl>

Ettema, N., & Wijst, J. van de. (2012). Stand van de natuur in De Maashorst. Geraadpleegd in september 2015 van <https://hao.blackboard.nl>

Graaf, M. de, Verbeek, P., Robat, S., Bobbink, R., Roelofs, J., Goeij, S. de, & Scherpenisse, M. (2004). Lange termijn effecten van herstelbeheer in de heide en heischrale graslanden. Geraadpleegd op 24 september 2015 van <https://hao.blackboard.nl>

Heij, G. J., Schneider T. (1991), Acidification Research in the Netherlands: Final Report of the Dutch. Gepubliceerd door Elsevier Science. Geraadpleegd op 20 mei 2016

Hennekens, S. M., Schaminee, J. P. J. (2001), SynBioSis Nederland 2.6.6. Geraadpleegd op 22 januari 2016

Kinsey, N. (2015), The danger of using too much lime. Geraadpleegd op 20 mei 2016 van <http://www.kinseyag.com/DangLime.html>

Lans, H. E. van der, Vos, P., & Gruyten, L. G. H. (2009). Natuurplan de Maashorst integraal inrichtings- en natuurbeheerplan De Maashorst-Herperduin. Geraadpleegd in september 2015 van <https://hao.blackboard.nl>

Smits, J., & Noordijk, J. (2013). Heidebeheer. Zeist, Nederland: KNNV uitgeverij. Geraadpleegd in september 2015
Slash and Char. (z.j.). Geraadpleegd op 21 oktober 2015 van <http://www.biochar.org>

VBNE. *Drogen Heide (N07) (2007)*. Geraadpleegd in september 2015 van <http://www.natuurkennis.nl>

Vlaams infocentrum land- en tuinbouw. (2013, 12 december). *Is biochar een tovermiddel voor een vruchtbare bodem?* Geraadpleegd op 16-6-2016 van http://www.vilt.be/Is_biochar_ee_n_tovermiddel_voor_ee_n_vruchtbare_bodem

Vergeer, P., et al. (2003), *The interacting effects of genetic variation, habitat quality and population size on performance of Succisa pratensis*. Nijmegen, Nederland: Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen. Geraadpleegd op 18 mei 2016.

Virginia cooperative extensions (2015), *Characteristics of Good Quality Transplants*, geraadpleegd in april van https://pubs.ext.vt.edu/2906/2906-1383/2906-1383_pdf.pdf

Van Turnhout, C., & Nooren, M. (2007). *Herstel en beheer van heideterreinen*. Geraadpleegd in juni 2016 van van <http://edepot.wur.nl/15892>