

Het effect van steenmeel op de vegetatie van droge heide.



Het effect van steenmeel op de vegetatie van droge heide.

Auteurs: Robin van Iersel, Piet Witzier en Ahmed Karim

Begeleider: Henco Vonk Noordegraaf

Datum: 26-6-2015



Hogeschool HAS Den Bosch
Onderwijsboulevard 221
5223 DE 's-Hertogenbosch



Stuurgroep de Maashorst
Hoofdmonitor binnen de stuurgroep Maashorst en
opdrachtgever: Nico Ettema

Inhoudsopgave

Abstract	6
Samenvatting.....	6
1. Inleiding	7
2. Materiaal en Methode	9
Veldexperiment.....	9
Opzet	9
Bodemonderzoek	9
Vegetatie onderzoek	10
Data analyse	10
Transplantatie experiment.....	10
Opzet	10
Metingen van transplantatie experiment	11
Data analyse	11
3. Resultaten	12
Bodemonderzoek	12
Transplantatie experiment.....	13
Stengel lengte.....	13
Blad lengte.....	13
Wortel lengte.....	14
Temperatuur	14
Vegetatie onderzoek	12
4. Discussie	15
Bodemonderzoek	15
Veldexperiment.....	15
Transplantatie experiment.....	16
5. Conclusie	17
Bijlagen.....	18
Bijlage 1	18
pH bepaling pH-H ₂ O.....	20
Fosfaat volgens PAL extractie methode	22
Het C/N-quotient van de organische stof	24

Bijlage 2	29
Bronnenlijst.	30

Abstract

Acidification, mineral washout and eutrophication have taken its toll on heathland in the Netherlands. Because of this, the land has become unfit for all sorts of plants, including Red List species. The same goes for the Schaijkse heide, a nature reserve which consists of heathland. The goal of this research is to find out how to restore heath and bring back red list species which have disappeared. In order to do this, a field experiment was designed and executed one year ago, in this experiment a part of the Schaijkse heide was made bare and divided into sixteen quadrants. Four different treatments were used for each group of four quadrants: Rock dust, seeds, rock dust and seeds and a blank. This year we observed the results of these treatments by counting the vegetation in each quadrant. Additionally we analysed the ground of the treated quadrants. A transplantation experiment was executed as well. Soil around the quadrants was taken and combined with a fertilizer: Eifelgold (a fertilizer brand of rock dust), Basabox, Dolocal or a blank. The soil was placed into pots and two types of seeds were added (*Thymus serpyllum* and *Agrostemma githago*). The growth of the plants was measured for each treatment. The results of the field experiment show a slight increase in biodiversity when seeds were added. Lab analyses showed, that while most values were higher for the quadrants where rock dust was used, only phosphate showed a significant increase ($p=0,036$). For the transplantation experiment a significant difference was found when using Dolocal ($p<0,05$), which caused the biggest difference in both stem and leaf growth, the roots seemed to do better when Basabox was used. In general plants treated with Dolocal seem to show the best response, this means that it would be best to use Dolocal in order to restore heathland and bring back Red List species.

Samenvatting

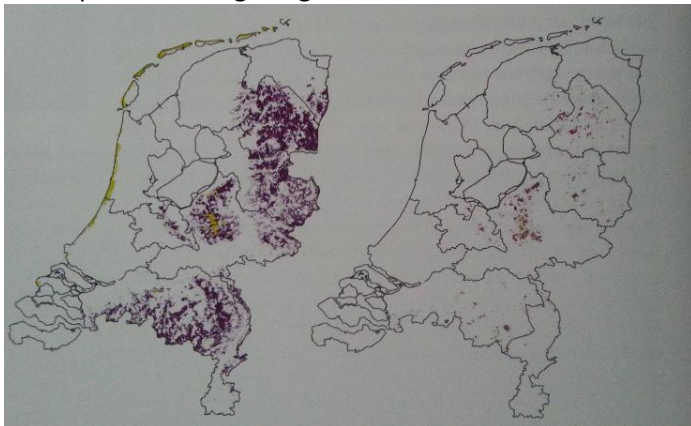
Verzuring, uitspoeling van mineralen en eutroficatie zijn processen die de heide in Nederland aangetast hebben. Als gevolg van deze processen zijn de heidegebieden ongeschikt geworden voor verschillende soorten planten, inclusief Rode Lijst soorten. Dit geldt ook voor de Schaijkse heide, een natuurgebied waarin onder andere heide voorkomt. Het is mogelijk om deze heide weer te herstellen naar haar oorspronkelijke staat en soortenrijkdom. Hier zijn verschillende mogelijkheden voor, onder andere door steenmeel toe te voegen aan de bodem, wat de chemische samenstelling van de bodem mogelijk geleidelijk kan verbeteren voor de verdwenen plantensoorten. Om het effect van steenmeel te onderzoeken zijn er in maart 2014 zestien kwadranten aangelegd met vier verschillende behandelingen per vier verschillende kwadranten, namelijk blanco, toevoeging van steenmeel, toevoeging van zaden en toevoeging van zaden én steenmeel. In dit onderzoek is de vegetatie en de chemische samenstelling van de bodem onderzocht aan de hand van vegetatieopnamen en chemische testen. Om het effect van verschillende soorten steenmeel, namelijk Eifelgold, Basabox en Dolocal te testen is een transplantatie experiment ontworpen. Hiervoor is grond uit het onderzoeksgebied op de Schaijkse heide gebruikt, en zijn de bodemverbeteraars toegevoegd. Na vier maanden is de bladlengte, wortellengte, stengellengte en kiempercentage gemeten. De resultaten van het veldonderzoek wezen uit dat de diversiteit aan plantensoorten wel vooruitgaat met toevoeging van zaden, maar er zijn geen verschillen gevonden tussen kwadranten met of zonder steenmeel. De chemische samenstelling van de bodem bleek naast het fosfaatgehalte ook niet significant verschillend tussen de behandelingen. Fosfaat was meer aanwezig in de bodem als deze met steenmeel behandeld was ($p=0,036$). Uit de resultaten van het transplantatie experiment kan geconcludeerd worden dat Dolocal het meest positieve effect heeft op de gebruikte plantensoorten. De planten die met steenmeel behandeld waren, bleken significant ($p<0,05$) beter te groeien dan de planten die behandeld waren met andere soorten steenmeel, of blanco. Hieruit kan geconcludeerd worden dat Dolocal de beste soort steenmeel is voor heideherstel.

1. Inleiding

In de zesde eeuw trokken er boeren naar de Maashorst die het gebied volop gebruikte voor agrarische activiteiten. Door de toenemende bevolkingsgroei in die periode moesten de boeren oerbossen kappen om akkers te kunnen aanleggen (Natuurgebied de Maashorst, z.d). Vanaf 1915 zijn de ontstane heidevelden omgezet in bos om hout te kunnen produceren (Gemeente Oss, 2012). Als gevolg van al die maatregelen is de Maashorst nu een versnipperd gebied geworden dat bestaat uit bos, heide, akkers en graslanden. Daarnaast heeft ook de vroegere landbouw een negatief effect gehad op de natuurwaarden. De grootste negatieve gevolgen zijn vooral de verdroging en de vermesting (van der Lans & Ruyten, 2009).

Problemen zoals de verdroging, vermesting, atmosferische depositie van zwavel- en stikstofverbindingen, verzuring en mineraaluitspoeling zijn in Nederland verantwoordelijk voor de afnemende diversiteit van planten in heidegebieden (Van Dam *et al.*, 1986; Berendse & Aerts, 1987; Roelofs *et al.* 1996). De heidegebieden in Nederland zijn waarschijnlijk afgenomen (figuur 1.1) door de veranderingen in de chemische status van de bodem door de beschikbaarheid van stikstof, bodemverzuring en mobilisatie van giftige metaal ionen (Bobbink, Hornung & Roelofs, 1998).

Dit is ook in de Maashorst een groot probleem (Smits & Noordijk, 2013). Door het verdwijnen van de oude landbouw-cultuur is het habitat voor vele bijzondere soorten ongeschikt geworden (Ettema, 2012). Als gevolg hiervan zijn de natuurgebieden als het ware eilanden in natuurarme landbouwgebieden. Het transport van zaden kan hierdoor alleen nog maar door vogels, trekkende schaapskudden en maaimachines plaatsvinden. Maar omdat het gebied ook last heeft van droogte en een gebrek van variatie in structuur verdwijnen er veel dieren. Zo zijn er geen nestgelegenheden meer voor de vogels, is er minder voedsel voor insecten en hebben de dagvlinders minder nectar en waardplanten. Het gevolg hiervan is dus dat de biodiversiteit enorm afneemt (Ettema, 2012).



Figuur 1.1: Afname van heide en hoogvenen. De linkse kaart toont aan dat er ongeveer 14% heide was in 1900 en de tweede kaart toont aan dat er nog maar 2% heide en hoogvenen in 2005 was (Smits & Noordijk, 2013).

Om een heide naar zijn oorspronkelijke staat te herstellen is actief beheer nodig en er zijn verschillende manieren om dat aan te pakken. Bij begrazing van de heide bijten grazers zoals schapen en paarden het gras vlak boven het bodemoppervlakte af wat zorgt voor goede groeiplekken. Plaggen is bedoeld om vermoste, verruigde of vergraste heide op te ruimen, en de bodem te verarmen. Hierdoor komt kale grond vrij en kan de heidevegetatie zich herstellen. Bij het maaien van droge heide blijft de aanwezige hoeveelheid fosfaat in de bodem achter (wat niet gebeurt bij plaggen) wat uitbundige bloeiende struikhei kan opleveren (Smits & Noordijk, 2013).

Andere opties om de huidige vegetatie terug in het gebied te krijgen is door het gebruik van steenmeel en bekalking. Fijngemalen stenen en grind zijn natuurlijke bodemverbeteraars. Gletsjers en vulkanen zijn de bronnen van deze bodemverbeteraars. Maar omdat dit proces heel langzaam gaat worden er tegenwoordig machines gebruikt om poeder te maken van grind zodat het bodemleven gemakkelijker en sneller bij de mineralen kan die in de stenen zitten. Wanneer deze producten aan de bodem afgegeven worden “verteren” microben in de bodem de poeder en extraheren ze de belangrijke elementen. De planten extraheren dan weer dezelfde elementen van deze microben. Vanwege de stoffen aanwezig in dit poeder wordt het bodemleven gestimuleerd, dit bodemleven zorgt dan voor veel tunnels waardoor planten meer toegang hebben tot zuurstof. Een hogere beschikbare hoeveelheid zuurstof zorgt er dan weer voor dat de plant grote wortelsystemen ontwikkeld die goed tegen droogte kunnen. (Campe, 2010). Zo zijn er meerdere studies (Knapik, 2005; Nunes, 2012; Theodoro & Leonardos, 2006) die het gebruik van mineralen als bodembewerker vergroot hebben voor pH correctie, alternatieven om agriculturele kosten te verminderen en om de afhankelijkheid van geïmporteerde ruwe materialen te verminderen terwijl ook de impact op de omgeving voorkomen wordt (Fyfe *et al*, 2006).

In dit onderzoek word er gekeken naar de invloed van steenmeel (Eifelgold en Basabox) en het gebruik van Dolocal om de bodem te verbeteren. Bekalking zorgt voor een toename aan calcium en magnesium in de bodem (Boxman, 2006). Het is bekend dat bekalking een stijging in de pH van de bodem veroorzaakt wat er voor zorgt dat nutriënten zoals zink, fosfaat en koper beschikbaar worden voor de planten (Jaskulska, 2014). Dolocal is een stof die op dezelfde wijze werkt als kalk wat inhoudt dat het zowel calcium als magnesium aan de bodemsamenstelling toevoegt. Het voordeel van Dolocal over kalk is dat de calcium en in mindere mate de magnesium in de humus laag behouden wordt, wat kan zorgen voor een langduriger effect (Boxman, 2006). Eifelgold lavameel is een vorm van steenmeel en is een vulkanisch gesteente dat is fijngemalen. De samenstelling is rijk aan silicium, calcium, magnesium en sporenelementen. Dankzij de rijkdom aan deze stoffen wordt Eifelgold gebruikt in de landbouw (Vital Earth, 2014; Servaplant BV, 2014). Basabox strooisel bestaat uit fijn gemalen basalt en is rijk aan sporenelementen. Het word gebruikt als vervanger voor kalk omdat het de pH verhoogd en vocht opneemt (Belliard, 2014).

Het doel van dit onderzoek is om erachter te komen of het mogelijk is om verdwenen plantensoorten te herintroduceren met behulp van steenmeel of bekalking. Met een transplantatie experiment wordt er gekeken of de verschillende bodemverbeteraars daadwerkelijk een effect hebben op de verdwenen rode lijst soorten en met een vegetatie onderzoek is er gekeken wat de situatie is in de kwadranten in de Schaijkse heide. Met deze informatie kan dan vervolgens de onderzoeksvraag beantwoord worden.

2. Materiaal en Methode

Veldexperiment

Opzet

Het onderzoeksgebied is een stuk grond van ± 80 meter lang en ± 50 meter breed in de Schaijkse heide. Dit gebied is voorafgaand aan het onderzoek kaal gemaakt (figuur 2.1). In dit gebied zijn zestien kwadranten afgezet. De kwadranten bestaan ieder uit een kwadrant van 100 x 100 centimeter, met daar midden in een kleiner kwadrant van 25 x 25 centimeter (zie figuur 2.2). Deze kwadranten zijn op vier verschillende manieren behandeld. Iedere behandeling is op vier willekeurige kwadranten uitgevoerd. De kwadranten zijn op de volgende manieren behandeld: toevoeging van alleen steenmeel, toevoeging van alleen zaden (tabel 2.1), toevoeging van zaden én steenmeel, en geen toevoeging van zaden of steenmeel.



Figuur 2.1 Impressie onderzoeksgebied.



Figuur 2.2 Onderzoek perceel met de twee kwadranten.

Tabel 2.1 Overzicht van zaden die toegevoegd zijn aan verschillende kwadranten.

Triviale naam	Wetenschappelijke naam
Stijve ogentroost	<i>Euphrasia stricta</i>
Blauwe knoop	<i>Succisa pratensis</i>
Dophei	<i>Erica tetralis</i>
Kleine tijm	<i>Thymus serpyllum</i>
Klokjesgentiaan	<i>Gentiana pneumonanthe</i>
Tormentil	<i>Potentilla erecta</i>

Bodemonderzoek

Om de effecten van de verschillende behandelingen in het veld te onderzoeken en te verklaren heeft er halverwege januari 2015 een bodemonderzoek plaats gevonden. Van elk kwadrant is er ± 100 gram bodemonsters van de bovenste laag grond meegenomen. Deze monsters zijn vervolgens 24 uur in de droogoven bewaard bij 55 °C. De bodemonsters werden vervolgens, voor kwadranten wel en kwadranten niet behandeld met steenmeel, onderzocht op de bodemsamenstelling, waarbij er is

gekeken naar de pH, kalium, magnesium, calcium en fosfaatgehalten. De pH werd berekend met de pH-KCl en de pH-H₂O methode, uiteindelijk is er gekozen voor de KCl methode omdat deze in Nederland gebruikelijk is (Huijbregts, 2003). Voor de kalium, calcium en magnesiumgehalten zijn sneltesten gebruikt. Het fosfaatgehalte is bepaald met de PAL-methode. Zie bijlage 1 voor de gebruikte protocollen.

Vegetatie onderzoek

De vegetatie binnen de kwadranten in het onderzoeksgebied zijn op drie verschillende momenten geïventariseerd, 8 oktober 2014, 8 mei 2015 en 6 juni 2015.

Data analyse

De data die verkregen is uit de vegetatie-opnamen is verwerkt in Excel, en in een tabel gezet. De data is niet getoetst in SPSS, maar de conclusies zijn getrokken aan de hand van de figuren en opvallende data.

Transplantatie experiment

Opzet

In begin februari 2015 is er een transplantatie experiment ingezet om de effecten van de verschillende bodemverbeteraars te kunnen beoordelen. In juni is het experiment beëindigd. Buiten de percelen is er van de bovenste laag heidegrond (0-10cm) grond meegenomen. Deze grond werd vervolgens verdeeld over 30 ronde potten van doorsnee 10cm. Aan deze potten zijn vervolgens de bodemverbeteraars (en een blanco (geen bodemverbeteraar)) toegevoegd (zie tabel 2.2). De gebruikte bodemverbeteraars zijn Dolocal, Basabox en Eifelgold. Aan iedere pot zijn tien zaden toegevoegd van de kleine tijm (*Thymus serpyllum*) of de bolderik (*Agrostemma githago*), deze soorten zijn gekozen omdat deze oorspronkelijk in het gebied voorkwamen (Ettema, 2012). Daarnaast zijn er zes potten waarbij vijf zaden van de stekelbrem (*Genista anglica*) zijn toegevoegd, waarvan er twee behandeld zijn met Dolocal, twee met Eifelgold en twee zonder behandeling (blanco). De potten zijn gerandomiseerd onder een acryl doek geplaatst, om de zaadjes tegen forse weersomstandigheden te beschermen en de overige variabelen zo uniform mogelijk te houden (figuur 2.3). De planten kregen drie keer per week water.



Figuur 2.3 Transplantatie experiment

Tabel 2.2 Opzet transplantatie experiment

Geen bodemverbeteraar	Dolocal	Basabox	Eifelgold
10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>
10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>
10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>	10x <i>Thymus Serpyllum</i>
10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>
10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>
10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>	10x <i>Agrostemma Githago</i>
5x <i>Genista Anglica</i>	5x <i>Genista Anglica</i>	-	5x <i>Genista Anglica</i>

Metingen van transplantatie experiment

Bij elke plant is er gekeken naar het kiempingspercentage door de zaadjes die zijn gaan kiemen elke week te tellen. Daarnaast is de grootte van de bladeren gemeten door het grootste blad in lengte te meten. Ook is er gekeken naar de lengte van de stengel door deze vanaf de grond tot aan de top te meten. Aan het einde van het transplantatie experiment is er ook nog gekeken naar de lengte van de wortels door de planten uit de potten te verwijderen en deze op te meten.

Om een indicatie te verkrijgen van de abiotische factoren die van invloed kunnen zijn geweest op het transplantatie experiment, is er een datalogger geplaatst. Deze datalogger houdt de temperatuur bij gedurende het experiment, en met behulp van een computer kan deze data gelezen worden.

Data analyse

De gegevens van het transplantatie experiment zijn ingevoerd in SPSS (20^e versie). Hiermee is getoetst of er verschillen tussen zijn in bladlengte, stengel lengte en wortel lengte van planten die met de verschillende soorten steenmeel behandeld zijn. De toetsen werden uitgevoerd aan de hand van gemiddelden per behandeling, waarbij het kiempingspercentage als weegfactor werd gebruikt. Er is niet getoetst op verschillen in kiempingspercentage omdat dit naast de nutriënten in de bodem vooral sterk beïnvloed wordt door de kwaliteit van zaden.

3. Resultaten

Bodemonderzoek

Het aanbod van nutriënten in kwadranten met steenmeel is in de meeste gevallen hoger dan in de kwadranten zonder steenmeel, met uitzondering van Calcium (tabel 3.1). De waarden van magnesium vielen buiten het meetbereik van de test (0,5-50mg/L), aangezien alle waarden negatief waren. Er is een verschil in de kalium gehalten tussen de twee behandelingen, dit verschil is echter niet significant ($p=0,067>0,05$). De waarden van calcium, pH en C/N liggen dicht bij elkaar, en zijn dus niet significant met een significantie tussen de $p=0,2$ en $p=0,6$. Het fosfaat gehalte verschilt als enigste significant tussen de twee behandelingen met een significantie van $p=0,036$ ($p<0,05$).

Tabel 3.1 Waarden van aanwezige stoffen per behandeling inclusief significantie.

**valt buiten meetbereik.*

	Met steenmeel	Zonder steenmeel	Significantie (p)
Kalium (mg/L)	2,25	0,525	0,067
Magnesium (mg/L)	-4,023*	-4,5*	0,884
Calcium (mg/L)	5,896	6,039	0,455
Fosfaat (mg/L)	0,303	0,167	0,036
pH – KCL	4,106	4,090	0,433
C/N gehalte (mg/g)	0,603	0,599	0,216

Vegetatie onderzoek

De kwadranten waar zaden aan de bodem zijn toegevoegd, zijn duidelijk te herkennen. Hier groeit Blauwe knoop en Stijve ogentroost. Voor de rest van de soorten is onderscheid in behandelingen niet goed te zien. Vrijwel alle planten hebben verder ongeveer dezelfde aantallen per behandeling. Zie tabel 3.2. Voor een lijst van alle planten per kwadrant zie bijlage 2.

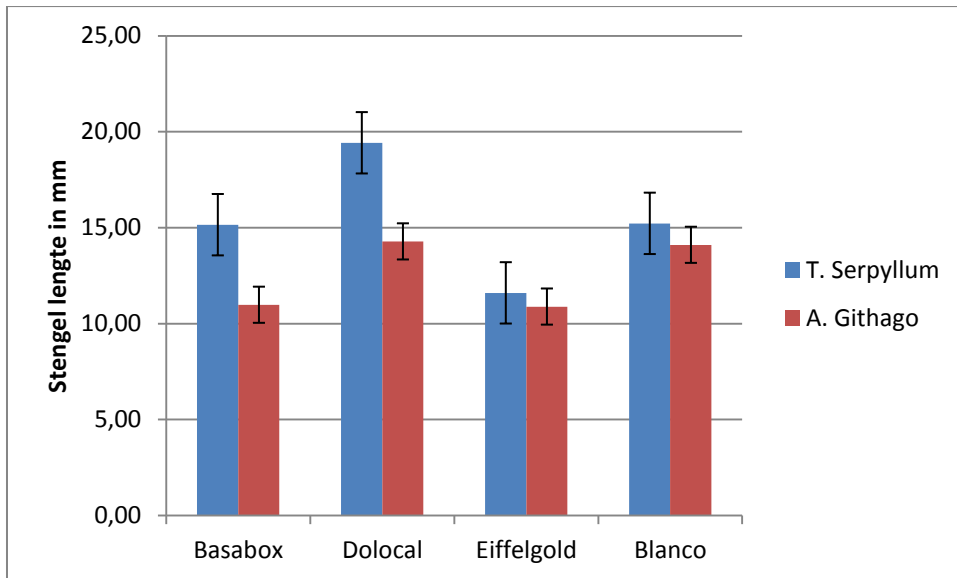
Tabel 3.2 Aantal planten per behandeling.

	Blanco	Alleen steenmeel	Alleen zaden	Steenmeel en zaden
Struikhei	32	25	23	18
Dophei	43	69	102	86
Gras	40	40	44	26
Blauwe knoop	0	0	485	600
Stijve ogentroost	0	0	35	20
Grove Den	4	10	12	6
Zonnedauw	0	2	0	0
Haarmos (%)	1	5	1	1
Ruwe berk	1	1	0	3
Kleine tijm	1	0	10	1

Transplantatie experiment

Stengel lengte

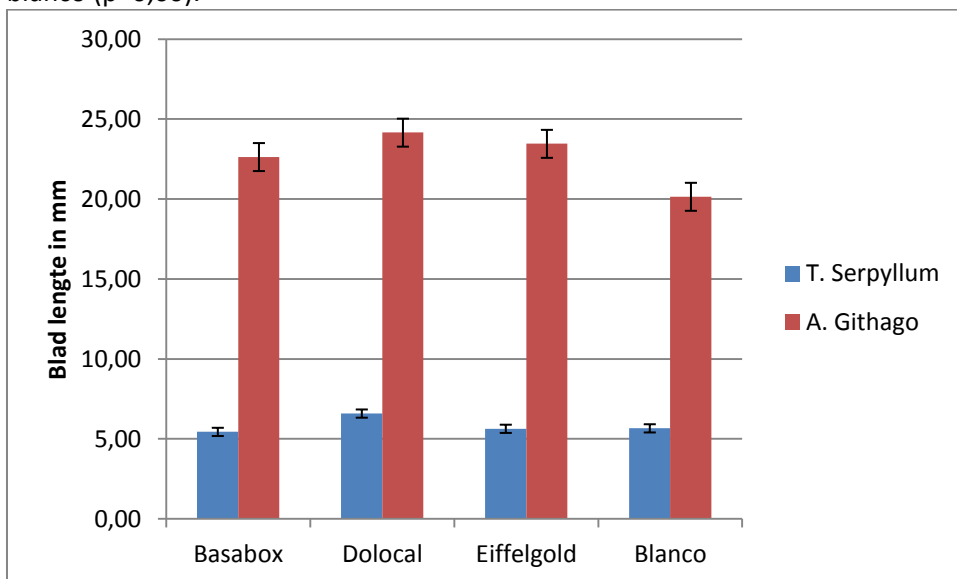
De gemiddelde stengel lengte per behandeling voor de twee plantensoorten, is te zien in figuur 3.1. Voor de kleine tijm (*Thymus serpyllum*) was de stengel lengte bij Dolocal significant hoger dan Eiffelgold ($p=0,00$) en Basabox ($p=0,00$). Voor bolderik (*Agrostemma githago*) was de stengel lengte bij Dolocal ook significant hoger dan Eiffelgold ($p=0,035$), Basabox ($p=0,023$) en de blanco ($p=0,018$).



Figuur 3.1 De stengel lengte voor *Thymus serpyllum* en *Agrostemma githago* bij de verschillende behandelingen.

Blad lengte

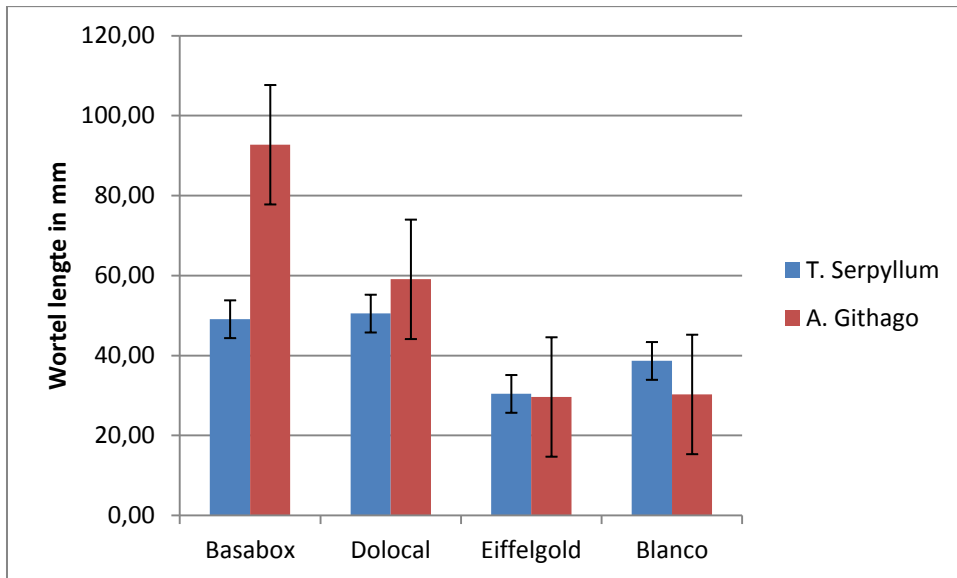
De gemiddelde bladlengte per behandeling voor de twee plantensoorten, is te zien in figuur 3.2. Het verschil tussen de behandelingen was voor zowel *Thymus serpyllum* als *Agrostemma githago* significant. Bij *Thymus serpyllum* was de bladlengte bij Dolocal significant hoger dan bij Eiffelgold ($p=0,011$) en Basabox ($p=0,006$). Bij *Agrostemma githago* was de bladlengte bij Dolocal significant hoger dan bij de blanco ($p=0,00$), en de bladlengte was bij Eiffelgold significant hoger dan bij de blanco ($p=0,00$).



Figuur 3.2 De blad lengte voor *Thymus serpyllum* en *Agrostemma githago* bij de verschillende behandeling.

Wortel lengte

De uiteindelijke wortellengte per behandeling voor de twee plantensoorten, is te zien in figuur 3.3. De wortel lengte van *Thymus serpyllum* behandeld met Basabox was significant hoger dan die behandeld met Eiffelgold ($p=0,002$). Ook was de wortel lengte van *Thymus serpyllum* die behandeld waren met Dolocal significant hoger dan deze behandeld met Eiffelgold ($p=0,000$) en de blanco ($p=0,029$). De wortel lengte van *Agrostemma githago* behandeld met Basabox was significant hoger dan andere behandelingen ($p=0,000$). De wortel lengte van planten behandeld met Dolocal waren significant hoger dan deze behandeld met Eiffelgold en de blanco ($p=0,000$).



Figuur 3.3 De wortel lengte voor *Thymus serpyllum* en *Agrostemma githago* bij de verschillende behandeling.

Temperatuur

De temperatuur fluctueerde over de gehele periode niet abnormaal. Er was een geleidelijke stijging in temperatuur tijdens de onderzoeksperiode.

4. Discussie

Bodemonderzoek

Wat opvalt is dat de hoeveelheid calcium lager lijkt te zijn, dit komt mogelijk doordat de bodem al voldoende verzadigd was, waardoor deze niet meer calcium zal opnemen (Akter & Akagi, 2009). Er is geen magnesium waargenomen bij de bodemanalyse, dit betekent dat deze niet of in hele lage hoeveelheden aanwezig is. Magnesium is echter wel een belangrijke stof voor zowel de ontwikkeling van de plant als bepaalde processen in de plant zelf. Zoals het aanmaken van bladgroen, het omzetten van stikstof en de “ademhaling” van de plant (Paauw, 2002). De reden dat er na een behandeling met steenmeel geen toename van magnesium en een afname van calcium waar te nemen was, is mogelijk omdat deze twee processen met elkaar in verband staan. De afgifte aan de bodem en opname van deze nutriënten is van elkaar afhankelijk (Akter & Akagi, 2009). Daarnaast is er ook bekend dat er minder calcium wordt vrijgelaten indien deze al aanwezig is. Als de bodem dus al verzadigd was met calcium, kan dit er voor zorgen dat er geen magnesium vrijgelaten werd ondanks dat hier een tekort aan was. Wat opvalt is dat hoewel er voor de stikstof, pH en kalium geen significante verschillen te zien zijn tussen de behandelingen, de waardes bij de kwadranten behandeld met steenmeel toch altijd gemiddeld hogere waardes geven dan de kwadranten zonder steenmeel. Dit betekent dus mogelijk dat hoewel er geen significantie gevonden is, er wel verschil zou zijn in de bodemsamenstelling na een behandeling van steenmeel, dit is waarschijnlijk niet als significant aangetoond vanwege de lage hoeveelheid herhalingen. De hoeveelheid fosfaat was echter wel significant hoger bij de kwadranten behandeld met steenmeel. Dit is zeer opvallend aangezien steenmeel de tegenovergestelde functie behoort te hebben en juist de hoeveelheid fosfaat in de bodem hoort te verlagen (Steenmeel.info, 2014).

Veldexperiment

In de kwadranten is een duidelijke toename van dophei te zien nadat er steenmeel en zaden toegevoegd is. Dophei doet het echter ook al goed zonder toevoeging van steenmeel en zaden. Dit is te verwachten aangezien dophei goed groeit op voedselarme grond. Dat er veel meer dophei aanwezig is na de toevoeging van alleen zaden valt te verklaren doordat deze juist het beste groeit op een arme bodem, en hoewel hij na toevoeging van steenmeel wel kan groeien, dit minder zal gebeuren (Flora van Nederland, z.d.). De hoeveelheid struikhei daarentegen lijkt af te nemen bij de behandelingen met zaden en/of steenmeel. Aangezien het verschil echter klein is, is het aannemelijk dat dit aan toeval te wijten is. Ook bij gras is er geen groot verschil te zien tussen de behandelingen. Blauwe knoop is alleen aanwezig bij behandelingen waar zaden zijn toegevoegd aan de bodem, maar hij doet het ook goed in de kwadranten zonder steenmeel. Dit is waarschijnlijk omdat de het gebied wel voldoet aan de eisen van blauwe knoop, maar niet meer in de zaadbank aanwezig is. Blauwe knoop doet het namelijk goed op een matig arme grond met een pH rond de 4.2 (Flora van Nederland, z.d.). Dit komt overeen met de gevonden pH uit het bodemonderzoek. Daarnaast is er te zien dat de blauwe knoop het wel iets beter doet bij de kwadranten behandeld met steenmeel, dit zal komen doordat de steenmeel de voedselrijkdom van de bodem enigszins verhoogd. Ook stijve ogentroost groeit alleen in de kwadranten waarbij zaden zijn toegevoegd. Het is dus aannemelijk dat ook stijve ogentroost wel kan groeien op de bodem van het gebied, maar dat ook deze soort uit de zadenbank verdwenen is. De grove den doet het beter bij een toevoeging van steenmeel of zaden, aangezien hij het bijna even goed doet bij de blanco kwadranten als bij de kwadranten behandeld met zowel steenmeel als zaden is het waarschijnlijk dat deze verschillen slechts toeval zijn. Zonnedauw groeit slechts op één kwadrant, zonnedauw heeft een hogere vochtgraad nodig dan andere heide planten, het kwadrant zal dus natter geweest zijn dan de rest van de kwadranten (Flora van Nederland, z.d.). Voor zowel haarmos als de ruwe berk geldt dat de verschillen tussen de behandelingen te klein is om conclusies uit te trekken. Kleine tijm groeide vooral bij de kwadranten waar zowel steenmeel als zaden toegevoegd waren, het is mogelijk dat deze nog schaars aanwezig is in de zaadbank maar wel baat heeft bij de toevoeging van steenmeel.

Transplantatie experiment

Dolocal leverde ten opzichte van de andere behandelingen het beste resultaat. Dolocal is erg rijk aan magnesium, wat een rol speelt bij de fotosynthese en er voor zorgt dat bepaalde enzymen gevormd kunnen worden. Daarnaast bevat Dolocal ook veel calcium, wat een belangrijke rol speelt bij de vorming en effectiviteit van wortels (Yara, z.d.). Voor de grootte van de bladeren lijkt de behandeling geen verschil te veroorzaken, met uitzondering van de blanco die in alle gevallen significant kleiner was. De enige behandeling die Dolocal op één vlak overtreft is Basabox, er was bij de kleine tijd namelijk weinig verschil tussen de wortel lengte bij Dolocal en Basabox. Bij bolderik zorgde Basabox zelfs voor een significant langere wortel dan bij Dolocal. Dat zowel Dolocal als Basabox een langere wortel krijgen is te danken aan het feit dat ze beiden veel calcium bevatten, wat de wortelontwikkeling bevordert (Yara, z.d.).

Hoewel het onderzoek significante resultaten oplevert is het raadzaam om in het vervolg de zaden in de potten duidelijker te scheiden, zodat één individueel zaadje beter gemeten kan worden en er niet met gemiddeldes gewerkt hoeft te worden, wat zorgt voor meer data. Dit zou bijvoorbeeld gedaan kunnen worden door simpelweg een soort van raster te plaatsen tussen de zaden in, en elk raster te nummeren.

Als er bij een vervolg onderzoek gekeken wordt naar de ontwikkeling van individuele zaadjes, is het aan te raden om de zaadjes duidelijk te scheiden. Dit kan gedaan worden met behulp van een raster dat tussen de zaden in geplaatst wordt, waarna elk rasterhokje genummerd wordt. Op deze manier verzamel je concretere data betreffende de kiemsnelheid.

5. Conclusie

Uit het bodemonderzoek blijkt dat steenmeel zorgt voor een positieve trend bij zowel Kalium, fosfaat, stikstof en de pH-KCL. Er blijkt echter wel uit het transplantatie experiment dat Dolocal over het algemeen beter is dan zowel Eifelgold als Basabox. Verder blijkt uit het veld onderzoek dat de toevoeging van zaden zorgt voor een grotere diversiteit aan soorten, omdat bepaalde soorten uit de zaadbank verdwenen zijn. Voor het herstel van de heide wordt dus aangeraden om gebruik te gaan maken van Dolocal, omdat dit zorgt voor een betere groei in de planten. En daarbij nog een mengsel van zaden toe te voegen, om de verdwenen soorten terug te halen.



Voor een mogelijk vervolg onderzoek wordt er aangeraden om te kijken naar zowel kwadranten behandeld met Eifelgold en Basabox, als kwadranten behandeld met Dolocal aangezien het aannemelijk is, aan de hand van de resultaten van het transplantatie experiment, dat Dolocal betere resultaten zal opleveren. Daarnaast is het aan te raden om een grotere steekproef op te zetten voor het veld onderzoek, omdat er dan eerder blijkt of de trend die in de resultaten van dit onderzoek gevonden zijn, ook echt significant zijn.

Bijlagen

Bijlage 1

pH bepaling pH-KCl



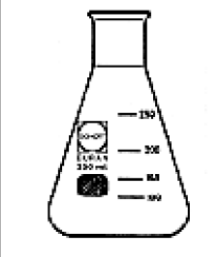
Toepassing: Grasland, Akkerbouw, Fruitteelt, Vollegrondstuintbouw, Glastuintbouw en groene sector.



Principe		<p>Grond wordt geschud met een kaliumoplossing. De kaliumionen zullen de plaats innemen van de waterstofionen die aan het adsorptiecomplex (klei en organische stof) zitten. Alle gebonden H-ionen komen in oplossing en worden gemeten met een elektrode. De zuurgraad (pH) wordt gedefinieerd als de negatieve logaritme van de activiteit van de H⁺-ionen in de suspensie. De pH-KCl wordt ook wel de absolute pH genoemd en daarom gebruikt voor het opstellen van een bemestingsadvies.</p>
Veldwerk	Monstername	Volgens NEN. Zie hoofdstuk monstername.
Voorbehandeling	Drogen	Na monstername wordt de grond gedroogd gedurende 24 uur bij 55 graden Celsius.
	Malen	Na drogen de grond malen c.q. zeven door een zeef van 2 mm.
	Wegen	<p>Roer de grond goed door en weeg af op een weegpapiertje 10,0 g luchtdroge grond</p> <p>Breng de grond mbv het weegpapiertje over in een erlenmeyer van 100 ml</p>

	<p>Dispenser</p>	<p>Voeg met een dispenser vervolgens 25 ml 1 molair kaliumchloride toe aan de erlenmeyer die gecodeerd is met pH-KCl en het grondmonsternummer.</p> <p>Sluit de erlenmeyers met een rubberstop af.</p>
<p>Schudden</p>	<p>Schudmachine 16 uur schudden 200 schudbewegingen</p>	<p>Plaats de erlenmeyers op het schudapparaat en klem de erlenmeyers tussen de spanstrippen. Zorg ervoor dat het glaswerk niet tegen elkaar komt. Schud de erlenmeyers gedurende 16 uur op het schudapparaat. (200 schudbewegingen per minuut)</p>
<p>Metten</p> 		<p>Steek de elektrode diep in de oplossing en meet de pH. Schud de erlenmeyer enkele malen om een goed contact te krijgen tussen elektrode en de vloeistof. Lees daarna de pH af (als de wijzer van de pH-meter niet meer beweegt). Spoel de elektrode af en droog de elektrode vervolgens af met een vloeipapiertje.</p>
<p>Resultaat</p>	<p>Verwerking</p>	<p>Raadpleeg de adviesbasis. Geef een bekalkingsadvies (reparatiebekalking c.q. onderhoudsbekalking)</p>

pH bepaling pH-H₂O

Toepassing: Akkerbouw, grasland en vollegrond tuinbouw.

Principe		<p>Grond wordt geschud met demi water. De waterstofionen zullen een evenwichtsreactie aangaan met de waterstofionen die aan het adsorptiecomplex (klei en organische stof) zitten. Niet alle gebonden H-ionen komen in oplossing (er is sprake van een evenwichtssituatie) en worden gemeten met een elektrode. De zuurgraad (pH) wordt gedefinieerd als de negatieve logaritme van de activiteit van de H⁺ - ionen in de suspensie.</p> <p>De pH-water kan niet worden gebruikt voor een bemestingsadvies.</p> <p>Met deze analyse willen we het verschil laten zien met de uitwisseling van waterstof of kaliumionen in relatie met het adsorptiecomplex.</p>
Veldwerk	Monstername	Volgens NEN. Zie hoofdstuk monstername.
Voorbehandeling	Drogen	Na monstername wordt de grond gedroogd gedurende 24 uur bij 55 graden Celcius
	Malen	Na drogen de grond malen c.q. zeven door een zeef van 2 mm.
Extractie	Volume afpassen	Weeg af op een weegpapiertje 10,0 g luchtdroge grond en breng de grond via de poedertrechter over in de erlenmeyer .
	Erlenmeyer 100 ml	Neem per monster een droge erlenmeyer van 100 ml en codeer de erlenmeyer met pH-H ₂ O en het nummer van het grondmonster.
	dispenser	

		<p>Voeg met een dispenser 25 ml demi water toe aan de erlenmeyer, die gecodeerd is met pH-H₂O. Sluit de erlenmeyers met een rubberstop af.</p>
<p>Schudden</p>	<p>Schudmachine 30 minuten schudden 200 schud- bewegingen</p>	<p>Schud de monsters elk zorgvuldig en plaats de erlenmeyers op het schudapparaat. De erlenmeyers schudden vervolgens een half uur op het schudapparaat. (200 schudbewegingen per minuut)</p>
<p>Metten</p> 		<p>Meet de pH van de monsters door de elektrode in de suspensie te steken. Vervolgens de oplossing even de schudden en daarna de pH af te lezen als de wijzer van de pH-meter niet meer beweegt. Spoel en droog de elektrode vervolgens af met demi water en een vloeipapiertje en meet het volgende monster.</p>
<p>Resultaat</p>	<p>Verwerking</p>	<p>Verklaar de verschillen tussen pH-water en pH-KCl.</p>


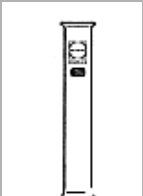
Fosfaat volgens PAL extractie methode

Voorbehande-ling	Drogen	Na monstername moet de grond worden gedroogd gedurende 24 uur bij 55 graden Celcius
	Malen	Na drogen de grond zeven door een zeef van 2 mm.
Extractie 	Grond afwegen Weegschaal	Roer de grond even goed door en weeg daarna 2,5 gram grond af. Leg een weegpapiertje op de weegschaal en stel het gewicht op nul.
	Erlenmeyer 100 ml	Deponeer de afgepaste hoeveelheid grond in de erlenmeyer.

Schudden	Schudmachine 240 minuten schudden 200 schud- bewegingen per minuut.	Voeg met een dispenser 50 ml P-AL extractievloeistof toe en laat dit gedurende 4 uur schudden.
Extraheren	Erlenmeyer Trekfles Vouwfilter 185 mm	Giet de suspensie over het vouwfilter. De eerste doorgelopen hoeveelheid filtraat even opnieuw over het filter gooien
Kleuren	Plastic bakje 25 ml Kleurreagens	Voeg met een dispenser 0,4 ml ijkoplossing bij 20 ml kleurreagens. Voer de handeling uit voor elk aanwezig ijkmonster. Voeg daarna met een dispenser 0,4 ml filtraat bij 20 ml kleurreagens en wacht 20 minuten.
Metten 	Spectrofotometer	Stel de golflengte van de spectrofotometer in op 650 nm. Volg de aanwijzingen op de gebruikershandleiding van de Spectrofotometer. Meet eerst de monsters waarvan je het fosfaatgehalte exact kent (ijkmonsters) Meet hierna je eigen monster.
Resultaat	Verwerking	Zet in een grafiek de absorptie van de ijkmonsters uit op de Y-as tegen de concentratie van fosfaat direct (in mg P ₂ O ₅ per 100 g grond) op de X-as. Het fosfaatgehalte is dus reeds omgerekend naar mg P ₂ O ₅ per 100 gram grond. De factor 2 houdt verband met de zogenaamde schudverhouding; de verhouding grond – extractiemiddel.(Ga na) Raadpleeg de adviesbasis voor de waardering van het PAL-cijfer.

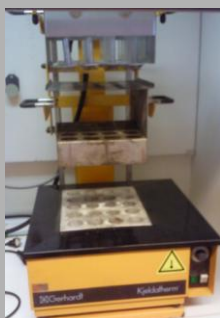
Het C/N-quotient van de organische stof

Toepassing: Grasland, Bouwland, Glas- en vollegrondstuinbouw, Natuurterreinen.

Principe		Organische stof bestaat voor ongeveer 58% uit koolstof (C). Na bepaling van het organische stofgehalte is het dus mogelijk om uit te rekenen hoeveel koolstof er in de bodem voorkomt. Daarnaast bepaal je de hoeveelheid totaal stikstof in de bodem, dmv een destructie van de organische stof, waardoor alle gebonden stikstof wordt omgezet.
Veldwerk	Monstername	Zie hoofdstuk: Het nemen van een grondmonster in de vollegrond.
Voorbehandeling	Drogen	Na monstername moet de grond worden gedroogd gedurende 24 uur bij 55 graden Celcius
	Malen	Na drogen de grond malen en/of zeven door een zeef van 2 mm.
Destructie	Grond afwegen Weegschaal	Roer de grond even goed door. Leg een weegpapiertje op de weegschaal en stel het gewicht op nul. Weeg af: 0,5 gram grond bij een geschat o.s hoger dan 40% 2,5 gram grond bij een geschat o.s tussen 20-40% 5,0 gram grond bij een geschat o.s. tussen 0-20%
	Destructiebus 50 ml	Deponeer de afgepaste hoeveelheid grond in de destructiebus.

Destrueren

Destructie-ap
paraat



1: Gerhardt Kjeldahltherm



2: Lift, 3: Stat 2, 4: Turbosog

Einde destructie

Trek eerst handschoenen aan pak met een pincet een seleentablet indien je 5 gram grond hebt ingewogen of voor 0,5 en 2,5 gram grond twee seleentabletten. Laat de tabletten via de wand in de kolf glijden.

Voeg met een dispenser –indien je 5 gram grond gebruikt- 20ml geconcentreerd 96-99% Zwavelzuur toe en bij 0,5 en 2,5 gram grond 10 ml geconcentreerd zwavelzuur toe.

Meng de grond voorzichtig met het zwavelzuur. Zorg ervoor dat er geen droge grond meer in de kolf voorkomt.

Plaats de destructiebuis in de houder.

Nadat alle buizen in de houder zijn geplaatst kan de houder in zijn geheel op het destructieblok worden geplaatst.

De buis mag maar max tot $\frac{1}{4}$ gevuld worden dit i.v.b.m. de destillatie later.

En vul alle 20 vakken aan met desnoods lege buizen. Dit om ervoor te zorgen dat de afzuiging goed werkt.

Breng de monsters doormiddel van de lift in het destructieblok en plaats de afzuiging erop.

Wanneer de vloeistof lichtgroen gekleurd is en tegen de gehele kolfwand geen donkergekleurde ongedestruerde deeltjes bespeurd worden, is de destructie beëindigd.

Breng de buizen omhoog doormiddel van de lift en zet de verwarming uit. Laat de afzuiging aanstaan tot alle gassen zijn afgezogen. Haal de afzuiging eraf en plaats het rek uit de lift in een zuurkast.

Laat de buizen afkoelen tot handwarm (dat de buizen vastgepakt kunnen worden) in een zuurkast.

Voer het volgende uit in de zuurkast. Voeg voorzichtig 20ml demiwater toe. Er kan een reactie optreden met het zuur als deze reactie te heftig is kan de buis overkoken of en het ammonium kan vervliegen. Het mengsel gaat borrelen en koken er ontstaat hitte laat deze reactie begaan en voeg hierna de rest van de 20ml voorzichtig

toe. Het kan voorkomen dat de vloeistof te ver afgekoeld en het zuur gestold is. Los dit in zijn geheel op doormiddel van zwenken. Niet gedestueerde deeltjes lossen niet op.

Destilleren

Vorbereiding



5: Vapodest 12

Sluit onder de tafel de 33% geconcentreerd loog aan door de slang in het Natriumhydroxide vat te hangen. Kijk of er genoeg loog is.

Check of er genoeg demiwater in het vat naast de loog zit. Dit demiwater is voor de vorming van de stoom

Zet de waterkraan open. Koeling voor de Vapodest.

Zet de Vapodest aan.

Wacht tot het lampje ready brand (dit duurt even i.v.m opwarmen)

Voorspoelen systeem: Breng in een lege destructiebuis 30ml demiwater.

Zet de buis in de Vapodest zorg ervoor dat de rubberen stop bovenaan goed afsluit.

Zet een erlenmeyer van minstens 250ml onder de rechterslang.

Sluit het luikje.

Voeg loog toe met de knop "add NaOH" tot het vloeistof niveau 90ml aangeeft aan de linkerzijkant.

Druk op "start".

Na 6 min zal er een piepsignaal klinken. De destillatie is voltooid.

Check of de afvalslang in een vat hangt voor kjeldahlafval en dat deze niet vol is.

Druk op "suction". De buis wordt leeggezogen.

Trek een warmte handschoen aan.

Open het luikje.

Verwijder de buis. Pas op deze is warm! En spoel deze goed om met water.

Verwijder de erlenmeyer. Spoel deze ook om.

Destilleren

Monster destillatie: Voeg in een erlenmeyer van minstens 250ml 50ml boorzuur (40g/l) en 2 druppels tashiro indicator.

Zet deze erlyenmeyer aan de rechterkant in de Vapodest

Breng de buis met monster in de Vapodest zorg ervoor dat de rubberen stop bovenaan goed afsluit.

Sluit het luikje.

Voeg loog toe met de knop "add NaOH" tot het vloeistof niveau 90ml aangeeft aan de linkerzijkant bij een laag organische stof monster en tot 100ml bij een hoog organische stof monster..

Druk op "start".

Je ziet de paarse kleur in de erlenmeyer omslaan naar groen.

Na 6 min zal er een piepsignaal klinken. De destillatie is voltooid.

Check of de afvalslang in een vat hangt voor kjeldahlafval en dat deze niet vol is.

Druk op "suction". De buis wordt leeggezogen.

Trek een warmte handschoen aan.

Open het luikje.

Verwijder de buis. Pas op deze is warm! En spoel deze goed om met water.

Zet de erlenmeyer naar beneden en spoel het slangetje af met demiwater.



Titreer de vloeistof met 0,1M HCl tot er een kleuromslag plaatsvindt van groen naar paars.

Noteer het verbruik.

Bereken het stikstof percentage in het monster:

$$\text{Stikstof(mg)} = (\text{verbruik(ml)} * \text{sterkte titer(mol/l)}) * 14$$

$$\text{Stikstof\%} = \frac{\text{Stikstof(mg)}}{\text{Inweeg(mg)}} * 100$$

De erlenmeyer met de paarse/zure

	Uitwerking	
	Berekening C/N en C/P	Van 5 gram grond is de hoeveelheid N gemeten. In 5 gram grond zit tevens een gemeten % OS * 58% C: de hoeveelheid C is dus ook bekend; C/N is dan te berekenen.

VERWERKING.

1. Bereken het stikstofgehalte (in de organische stof) van de grond, in %N van de grond. (Alle hier gebruikte stoffen hebben een waardigheid 1.)
Totaal ml HCl * molariteit HCl = A mmol HCl; dus 25,0 ml * 0,1 mol/L = 2,50 mmol
Nu is in zuur equivalenten 1 mmol HCl = 1 mmol NH₃ = 1 mmol N = 14 mg N.
2. Bereken het koolstofgehalte van de grond uit het eerder bepaalde organische stofgehalte, waarbij het C-gehalte van de organische stof op 58% wordt gesteld.
3. Bereken het C/N-quotiënt van de organische stof door het %C te delen door het %N.

Waardering van het C/N-quotient

In de tabel is naast C/N ook het C/P genoemd, waarvoor wij in dit project P-AL hebben gekozen. N-min. staat voor de stikstof mineralisatie, het vrijkomen van stikstof uit de organische stof gerekend in kg per ha (wortelzone diep) per jaar. Mijnheer Ellenberg (E) heeft zelf een beoordelingsschaal ontwikkeld die geoefende ecologen in staat stelt om aan de vegetatie de eutrofiëgraad te zien. Als dat allemaal niet lukt kun je ook meten hoeveel droge stof er wordt geproduceerd op een ha in een jaar, dat geeft uiteraard ook een indicatie van de voedselrijkdom van het gebied.

Tabel : Indeling in klassen op basis van de nutriëntenhuishouding

Klasse	In de bodem				In gewas
	C/N	C/P	N-min. [kg/ha/jaar]	E	Productie [ton ds/ha/jaar]
Oligotroof	> 35	> 750	< 60	1 – 4	< 4
Mesotroof	20 – 35	300 – 750	60 – 180	5 – 6	4 – 8
Eutroof	< 20	< 300	> 180	7 – 8	> 8
Hypertroof	<< 20	<< 300	>> 180	9	>> 8

Bijlage 2

Tabel 1 Aantal planten per groot kwadrant.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Struikhei	5	4	3	3	6	9	2	2	4	4	3	15	1	19	11	7
Dophei	18	7	40	20	50	17	27	9	17	9	17	18	21	12	5	13
Gras	8	9	3	6	8	15	20	8	5	20	13	6	8	7	9	5
Blauwe knoop	150		200	150	70	90		-	-		175		150		100	
Stijve ogentroost	12		9	4	6	10		-	-		7		2		5	
Grove Den	3	1	1	2	4	5	1	1	6			2	3	2		1
Zonnedauw		2														
Haarmos (%)		5			1					1			1			
Ruwe berk				3					1					1		
Kleine tijm						6				1	4				1	

Tabel 2 Aantal planten per klein kwadrant.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Struikhei	1	2						2				2			1	
Dophei	1		18	4	6	6	1		2		3	1	5	2		1
Gras			1			10	1		2	2	3	1	1		4	2
Blauwe knoop	40		15	5	20	50					50		40		10	
Stijve ogentroost	1			2	3	3					1					
Grove Den				1		2		1	3				1			
Zonnedauw		1														
Haarmos (%)										1						
Ruwe berk																
Kleine tijm					1	3					1					

Tabel 3 Legenda voor planten per kwadrant.

	Blanco
	Met zaden
	Zaden en steenmeel
	Met steenmeel

Bronnenlijst.

Akter, M. en Akagi, T. (2009). 'Dependence of plant-induced weathering of basalt and an desite on nutrient conditions'. *Geochemical Journal*, Vol. 44, pp. 137 to 150, 2010.

Belliard, P., Hendriks, P. en Nusselder, M. (2014). 'The influence of soil conditions on soil microbiological activity and consequent rock dust fertilization effectiveness'.

Berendse, F. & Aerts, R. (1987) Competition between *Erica tetralix* L. and *Molinia caerulea* L. Moench as affected by the availability of nutrients. *Acta Oecologia Plantarum*, 5, 3–14.

Bobbink, R., Hornung, M. & Roelofs, J.G.M. (1998) The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *Journal of Ecology*, 86, 717–738.

Boxman, A.W. en Roelofs, J.G.M. (2006). 'Effects of liming, sod-cutting and fertilization at ambient and decreased nitrogen deposition on the soil solution chemistry in a Scots pine forest in the Netherlands'. *Forest Ecology and Management*, 237, p. 237-245.

Campe, J. 2010. Remineralearth. [www-document].

<<http://www.ibiblio.org/london/orgfarm/remineralization/remineralization.selected-writings>>. Geraadpleegd 12 juni 2015.

Ettema, N. (2012). *Flora van de Maashorst*. Uden: Stuurgroep de Maashorst.

Flora van Nederland (z.d.) Geraadpleegd op 26 juni 2015, van <http://www.floravannederland.nl/planten/>.

Gemeente Oss (2012) *Bestemmingsplan Vakantiepark en Recreatieve poort Herperduin*.

Geraadpleegd op 25 juni 2015, van http://bestemmingsplan.oss.nl/RO-online/0828/E0CE4D0D-25A4-42F6-BC0A-2A313364E184/t_NL.IMRO.0828.BPherperduinhrp-VO01.pdf.

H.E van der Lans. En P.G. Vos (2009). *Natuurplan de Maashorst*. Uden: Stuurgroep de Maashorst.

Huijbregts, A.W.M. (2003) *Kwaliteitsbewaking van coproducten*. Geraadpleegd op 25 juni 2015, van <http://www.irs.nl/userfiles/ccmsupload/ccmsalg/2003-16-02%20Samenstelling%20van%20Betacal%20JV.pdf>.

Jaskulska, I., Jaskulska, D. en Kobierski, M. (2014). 'Effect of liming on the change of some agrochemical soil properties in a long-term fertilization experiment'. *Plant soil Environ.*, 60, p. 146-150.

Knapik, J.G., 2005. Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa Scabrella* BENTH e *Prunus sellowii* KOEHNE, Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Paraná. <http://hdl.handle.net/1884/2213>, p. 163.

Natuurgebied de Maashorst (z,j). *Geschiedenis de Maashorst*. [www-document]. <<http://www.demaashorst.nl/over-de-maashorst/omschrijving-de-maashorst/geschiedenis-de-maashorst>>. Geraadpleegd: 10 oktober 2014.

Natuurgebied de Maashorst (z.j). 'Veelzijdig Brabants genieten'. *Natuurgebied de Maashorst*, p. 2

Nunes, J.M.G., 2012. Caracterização de resíduos e produtos da britagem de rochas basálticas e avaliação da aplicação na rochagem, Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração. Unilasalle, Canoas, p. 95.

Paauw, J.G.M (2002). 'Het belang van magnesium-, mangaan- en zwavelbemesting'. [www-document]. <http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/RAPPORT_MnMgS.pdf>. Geraadpleegd: 21-6-2015

Roelofs, J.G.M., Bobbink, R., Brouwer, E. & De Graaf, M.C.C. (1996) Restoration ecology of aquatic and terrestrial vegetation on non-calcareous sandy soils in the Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica*, 45, 517–541.

Servaplant BV (2014). 'Eifelgold Lavameel'. Productblad EIFELGOLD, p. 1.

Smits, J. en Noordijk, J. (2013). *Heidebeheer*. 1^{ste} druk. Zeist: KNNV Uitgeverij.

Steenmeel.info (2014) *Het nut van steenmeel bij de kaliumhuishouding*. Geraadpleegd op 16 juni 2015, van <http://www.steenmeel.info/het-nut-van-steenmeel-bij-de-kaliumhuishouding/>.

Theodoro, S.H., Leonardos, O.H., 2006. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. *An. Acad. Bras. Ciências* 78, 721e730.

Van Dam, H., Van Dobben, H.F., Ter Braak, C.F.J. & De Wit, T. (1986) Air pollution as a possible cause for the decline of some phanerogamic species in the Netherlands. *Vegetatio*, 65, 47–52.

Vital Earth (2014). Bodembeheer en weidebeheer. [www-document]. <<http://www.vitalearth.nl/bodembeheer-en-weidebeheer/natuurlijke-meststoffen/lava>>. Geraadpleegd: 9 oktober 2015

Yara (z.d.) *Secundaire elementen navigatie*. Geraadpleegd op 26 juni 2015, van http://www.yara.nl/fertilizer/fertilizer_facts/crop_nutrition/secondary_nutrients/index.aspx.