

Effecten bodem- en structuurverbeteraars

Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond
Resultaten 2013

Auteurs:

C.G. Topper, Ing. D. van Balen, Ing. H. Verstegen & Ir. J.J. de Haan (PPO-agv)
Ir. M.J.G. de Haas, Ing. G. J. Doppenberg & Dr. Ir. D.W. Bussink (NMI)

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Businessunit, Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO publicatienummer: 597
Projectnummer: 3250159600

Financiers:

Productschap Akkerbouw
Provincie Flevoland
Provincie Groningen ism Kiemkracht
Europese Unie
Arcadis
De Wulf Agro
PRP Benelux
Agrobio
IRS

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
Tel. : 0320-291111
Fax : 0320-230479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	10
1.1 Aanleiding	10
1.2 Doel van onderzoek	10
1.2.1 Algemeen.....	10
1.2.2 Bodemstructuur.....	11
1.3 Uitvoerders en financiers.....	11
1.4 Leeswijzer.....	11
2 MATERIAAL EN METHODEN	12
2.1 Beschrijving bodemverbeteraars.....	12
2.1.1 Calcium- en/of kalkmeststoffen	12
2.1.2 Op basis van micro-organismen	14
2.1.3 Overige producten	16
2.2 Onderzoek per proeflocatie	17
2.2.1 Kollumerwaard.....	18
2.2.2 Lelystad	19
2.2.3 Westmaas	20
2.2.4 Valthermond	21
2.2.5 Vredepeel.....	22
2.3 Waarnemingen.....	23
2.3.1 Bodem (NMI/PPO).....	23
2.3.2 Teelt (PPO).....	23
3 UITVOERING EN RESULTATEN 2013	26
3.1 Kollumerwaard	26
3.1.1 Uitvoering najaar 2012.....	26
3.1.2 Uitvoering groeiseizoen 2013.....	27
3.1.3 Bemesting.....	27
3.1.4 Waarnemingen.....	29
3.1.5 Opbrengst.....	30
3.1.6 Na de oogst	30
3.2 Lelystad.....	31
3.2.1 Uitvoering najaar 2012.....	31
3.2.2 Groeiseizoen 2013	31
3.2.3 Bemesting.....	32
3.2.4 Waarnemingen.....	34
3.2.5 Opbrengst en kwaliteit.....	35
3.2.6 Na de oogst	36
3.3 Westmaas	37
3.3.1 Uitvoering najaar 2012.....	37
3.3.2 Groeiseizoen 2013	37
3.3.3 Bemesting.....	37
3.3.4 Waarnemingen.....	39
3.3.5 Opbrengst en kwaliteit.....	39
3.3.6 Na de oogst	40
3.4 Valthermond.....	41
3.4.1 Uitvoering najaar 2012.....	41
3.4.2 Groeiseizoen 2013	41

3.4.3	Bemesting.....	42
3.4.4	Waarnemingen.....	43
3.4.5	Opbrengst en kwaliteit.....	44
3.4.6	Na de oogst	45
3.5	Vredepeel	46
3.5.1	Uitvoering najaar 2012.....	46
3.5.2	Uitvoering groeiseizoen 2013.....	46
3.5.3	Bemesting.....	46
3.5.4	Waarnemingen.....	47
3.5.5	Opbrengst en kwaliteit.....	49
3.5.6	Na de oogst	49
3.6	Gewasresultaten proeflocaties 2013.....	50
BIJLAGE: COMMUNICATIE.....		52

Samenvatting

Aanleiding voor project

In de praktijk lopen telers steeds vaker tegen problemen aan van een slechte bodemkwaliteit. Intensieve bouwplannen, steeds zwaardere mechanisatie, uitloging (Ca-uitspoeling), piekneerslagen en de schaalvergroting in de landbouw leiden tot vermindering van de fysische bodemvruchtbaarheid en de structuur van de bodem. Dit veroorzaakt:

- Toenemende problemen bij de bewerkbaarheid van de bodem
- Minder efficiënt gebruik van meststoffen
- Verhoogd risico van uit- en afspoeling van nutriënten
- Wateroverlast
- Verlaging van de opbrengst.

Om de bodemstructuur te verbeteren worden door industrie en handel zogeheten bodemverbeteraars en kalkmeststoffen aangeboden. Er is een grote variatie in type producten, de wijze waarop ze werken en de mate waarin ze een directe dan wel indirecte invloed op de bodemvruchtbaarheid hebben. Objectieve informatie over het effect van de aanbevolen producten op gewasopbrengsten en fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid ontbreekt. Uit eerdere proeven blijkt dat de effecten binnen 1 of 2 groeiseizoenen vaak afwezig zijn. Veel fabrikanten geven aan dat pas op langere termijn effecten te verwachten zijn.

Doel en opzet van project

Om het effect van bodemverbeteraars op opbrengst en bodemeigenschappen op de langere termijn te toetsen, zijn proeven aangelegd op drie kleilocaties (Westmaas, Kollumerwaard en Lelystad), één dalgrond (Valthermond) en één zandlocatie (Vredepeel). In deze proeven worden bouwplannen toegepast die gangbaar zijn voor de betreffende regio. In deze proeven worden de ontwikkeling van de gewasopbrengst, de gewaskwaliteit en de bodemeigenschappen gevolgd over een periode van zes jaar (2010-2015) bij toepassing van de bodemverbeteraars. Deze wordt vergeleken met 3 referenties: alleen kunstmest, drijfmest met kunstmest en groencompost met kunstmest.

De volgende producten worden getest:

- Kalk en calciummeststoffen
 1. Agrigyps (calciummeststof)
 2. Betacal Carbo (kalkmeststof)
 3. Brandkalk (calciummeststof)
 4. PRP-SOL (met sporenelementen verrijkte calciummeststof)
- Bodemverbeteraars met micro-organismen of met bodemleven stimulerende eigenschappen
 5. Condit (gehydroliseerde eiwitten en zeolieten die bodemleven stimuleren)
 6. Xurian Optimum (micro-organismen die bodemleven stimuleren).
 7. BactoFil (bacteriepreparaat ter verbetering van de bodemstructuur, vanaf 2012)
- Overige producten
 8. Biochar (verkoalde organische stof, van diverse producten/oorsprong)
 9. Steenmeel (gemalen vulkanisch gesteente)

In 2010 is op alle proeflocaties de uitgangssituatie van de bodem bepaald (nulmeting), zowel chemisch, fysisch als biologisch. In 2012 zijn de bodemeigenschappen opnieuw bepaald. In 2015 staat een herhaling van deze bemonsteringen gepland.

Resultaten 2013

Dit jaar zijn er alleen waarnemingen gedaan in het gewas en in de stikstofvoorraad in de bodem in voor en najaar (najaarsbemonstering alleen op de kleilocaties).

In gewasstand waren er gedurende het seizoen verschillen te zien in gewasstand (oa lengte, kleur) maar deze waren niet altijd significant verschillend en resulteerden niet altijd in een afwijkende opbrengst.

Een overzicht van opbrengsten staat in tabel 3.33 in paragraaf 3.6. In onderstaande tabel is een vereenvoudigde weergave van deze tabel.

Tabel 0.1. **Vergelijking van de opbrengst van een bodemverbeteraar t.o.v alleen kunstmest in 2013.**

Proeflocatie	Kollumerwaard		Lelystad	Westmaas	Valthermond	Vredepeel
Gewas	Suikerbieten		Winterpeen	Wintertarwe	Zetmeel aard.	Mais
	suiker ton/ha	€/ha				
Opbrengst Kunstmest 1)	15.8	3692	61	11.2	59.7	18.1
Bodemverbeteraar						
Agrigyps						
BactoFil B10						
Betacal carbo						
Biochar ECN						
Biochar Edinburgh						
Biochar hout						
Biochar hout						
Biochar Norit						
Brandkalk						
Condit						
PRP-SOL						
Steenmeel						
Xurian Optimum						
Referentie						
Groencompost						
Varkens/Rundvee-drijfmest						

Verklaring van de tabel

1)	De opbrengst van het object waar alleen kunstmest gegeven is
	Geen betrouwbaar verschil in opbrengst van de bodemverbeteraar ten opzichte van kunstmest
	Betrouwbaar hogere opbrengst van bodemverbeteraar ten opzichte van kunstmest
	Betrouwbaar lagere opbrengst van bodemverbeteraar ten opzicht van kunstmest
	Bodemverbeteraar is niet getest op deze locatie

De opbrengsten tussen de verschillende behandelingen op locatie Kollumerwaard waren niet significant verschillend terwijl er in Lelystad, Westmaas, Valthermond en Vredepeel wel grote verschillen in opbrengst werden gevonden. Over alle locaties heen waren er geen objecten die een hogere of lagere relatieve opbrengst gaven dan de standaardbehandeling kunstmest.

Resultaten 2010-2012

Opbrengsten

In tabel 0.2 staan de relatieve opbrengsten van de bodemverbeteraars gemiddeld over alle locaties en gemiddeld over de locaties op kleigrond en zand- en dalgrond. Er zijn verschillen aanwezig maar deze zijn over het algemeen statistisch nog niet betrouwbaar.

Dit is het geval als over alle locaties heen gekeken wordt. Met Agrigyps worden de hoogste opbrengsten gehaald en met Biochar Norit de laagste. Deze zijn statistisch betrouwbaar verschillend van elkaar. Ten opzichte van de andere bodemverbeteraars is er, gekeken over alle locaties, geen statistisch verschil.

Tabel 0.2. **Relatieve opbrengsten van de bodemverbeteraars over 2010-2012 over alle locaties gemiddeld en gemiddeld per grondsoort en gewas. Gemiddelden zonder gemeenschappelijke letter zijn significant verschillend bij onbetrouwbaarheid van 5%.**

verschillen bij onbetrouwbaarheid van 5%.

Bodemverbeteraar	Alle gronden		Kleigrond		Zand- en dalgrond		Locaties ¹
Kalk en calciummeststoffen							
Agrigyps	103.4	<i>b</i>	104.4	<i>c</i>			LS, KW, WM
Brandkalk	100.8	<i>ab</i>	101.8	<i>abc</i>			LS, KW, WM
Betacal Carbo	100.7	<i>ab</i>	101.6	<i>abc</i>			LS, KW, WM
PRP-SOL	102.1	<i>ab</i>	103.7	<i>bc</i>	100.7	<i>ab</i>	Alle
Bodemverbeteraars met micro-organismen of die bodemleven stimuleren							
Condit7%N	99.8	<i>ab</i>	100.4	<i>ab</i>	99.8	<i>ab</i>	Alle
Xurian Optimum	100.3	<i>ab</i>	102.0	<i>abc</i>	98.7	<i>a</i>	Alle
BactoFil	99.2	<i>ab</i>	100.5	<i>abc</i>			LS, WM
Overige producten: biochars en steenmeel							
Biochar ECN	101.9	<i>ab</i>			101.0	<i>ab</i>	VM
Biochar Edinburgh	100.0	<i>ab</i>			99.1	<i>ab</i>	VM
Biochar Norit	98.4	<i>a</i>	101.1	<i>abc</i>	96.0	<i>a</i>	VM,KW
Biochar hout 2,5 ton	100.0	<i>ab</i>	101.0	<i>abc</i>			LS
Biochar hout 5 ton	100.0	<i>ab</i>	101.7	<i>abc</i>	98.0	<i>a</i>	LS, VM, KW
Steenmeel	100.9	<i>ab</i>			100.4	<i>ab</i>	VM, VP
Referenties							
Groencompost/GFT	100.8	<i>ab</i>	99.9	<i>a</i>	102.9	<i>b</i>	Alle
Varkens-/rundveedm	100.5	<i>ab</i>	102.6	<i>abc</i>	98.4	<i>a</i>	Alle
Kunstmest	99.7	<i>ab</i>	100.0	<i>a</i>	100.5	<i>ab</i>	Alle

¹ LS = Lelystad (klei), KW = Kollumerwaard (klei), WM = Westmaas (klei), VM = Valthermond (dal), VP = Vredepeel (zand)

Op de kleigronden hebben de Agrigyps en PRP-SOL een betrouwbaar hogere opbrengst dan de kunstmest en de groencompost. Ten opzichte van de andere objecten is er geen statistisch betrouwbaar verschil. De kalkmeststoffen doen het gemiddeld genomen vrij goed, maar niet statistisch betrouwbaar. Opvallend is dat de variatie in de opbrengsten op Westmaas erg hoog is. Zo heeft PRP-SOL een 9% hogere opbrengst dan kunstmest maar is dit niet statistisch betrouwbaar. In Lelystad zijn de verschillen juist klein.

Op de zand- en dalgronden heeft de groencompost een betrouwbaar hogere opbrengst dan de Xurian Optimum, Biochar Norit, Biochar hout en de drijfmest. Ten opzichte van de andere objecten is er geen statistisch betrouwbaar verschil. Opvallend is dat op Vredepeel het kunstmest object gemiddeld het beste scoort en het drijfmestobject het slechtste. Op Valthermond heeft Groencompost de hoogste gemiddelde opbrengst en ook steenmeel en Biochar ECN scoren goed.

Bodem aanvang 2009-okt/nov 2011

Samengevat laten de bodemmetingen per parameter incidenteel verschillen zien. Geen van de behandelingen vertoont bij meerdere bepalingen een afwijkend gedrag ten opzichte van de referentie. Per parameter zijn de belangrijkste bevindingen weergegeven:

- Bodemfysisch
 - o De doorlatendheid verschilt sterk per locatie. Op de kleilocaties lijkt de doorlatendheid bij Agrigyps en PRP-Sol beter te zijn dan de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschiden niet van de referentie kunstmest. Op de zandlocaties was er geen duidelijk verschil tussen behandelingen.
 - o Op de kleilocaties is de indringingsweerstand bij Betacal Carbo en drijfmest hoger dan bij de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschiden niet van de referentie kunstmest. Op de zandlocaties was er geen duidelijk verschil tussen behandelingen.
 - o De aggregaatstabiliteit verschilde tussen locaties, waarbij die te Valthermond (dalgrond) het laagst was. Binnen de kleilocaties lijkt de aggregaatstabiliteit Xurian Optimum lager te zijn de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschiden niet van de referentie. Op de zandlocaties lijken de behandelingen PRP-SOL, Condit en Groencompost een lagere aggregaatstabiliteit te hebben dan de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschiden niet van de referentie kunstmest.
 - o Bij de spatetest lijken de Biocharbehandelingen op klei een meer kruimelige structuur te geven ten opzichte van de overige behandelingen. Op de zandlocaties lieten PRP-SOL en Condit de minst kruimelige structuur zien.
- Bodemchemisch
 - o De pH is licht gestegen sinds 2010. Op de kleilocaties is de pH bij de Betacal Carbo behandeling licht gestegen ten opzichte van de referentie kunstmest. Op de andere behandelingen is deze ongeveer gelijk aan die van de referentie kunstmest. Op de zandlocaties is de pH licht gestegen bij de behandelingen PRP-SOL, Condit, Xurian Optimum, drijfmest en steenmeel ten opzichte van kunstmest.
 - o De CEC-waarden zijn ongeveer gelijk aan die van 2010 en verschillen niet tussen behandelingen binnen een locatie. De Ca-bezetting op de kleilocaties is sterk gedaald bij de behandeling met Brandkalk als gevolg van een groot aandeel MgO in Brandkalk, hetgeen leidde tot een stijging van de Mg-bezetting van 5 naar 10%. De andere behandelingen verschiden niet van elkaar met een Ca-bezetting van 91-92%. Op de zandgronden hadden de behandelingen geen effect op de Ca- en Mg-bezetting.
 - o De Hot Water extractable Carbon (HWC) verschilt op de kleilocaties niet duidelijk tussen behandelingen. Op de zandlocaties hebben Condit, Xurian Optimum en Groencompost een lagere HWC dan het referentieobject kunstmest.
 - o Meer hydrofobe organische stof is gunstig voor de bodemstructuur. Zowel op de zand als kleilocaties was er geen consistent verschil tussen behandelingen. De hoeveelheid hydrofiele organische stof was daarentegen op de kleilocaties voor vrijwel alle behandelingen hoger dan van de referentie kunstmest. Op de zand locaties was er geen duidelijk verschil met de referentie.
- Bodembologisch
 - o De schimmel-bacterieverhouding liet geen consistent beeld van verschillen zien tussen behandelingen, zowel op de kleilocaties als op de zandlocaties.

Conclusies 2010-2012

Er zijn verschillen tussen de bodemverbeteraars in hun effecten op opbrengst echter deze zijn over het algemeen nog niet betrouwbaar. De kalkmeststoffen lijken een positief effect op opbrengst te hebben op de kleigronden.

De bodemmetingen laten per bodemparameter incidenteel verschillen zien. Geen van de behandelingen vertoont bij meerdere bepalingen een afwijkend gedrag ten opzichte van de referentie. Daarmee zijn er vooralsnog geen sterke aanwijzingen dat de behandelingen een duidelijk effect hebben op de bodemstructuur.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Intensieve bouwplannen, steeds zwaardere mechanisatie, uitloging (calciumuitspoeling), piekneerslagen en de schaalvergroting in de landbouw leiden tot vermindering van de fysische bodemvruchtbaarheid en de structuur van de bodem. Dit veroorzaakt toenemende problemen bij de bewerkbaarheid van de bodem, een minder efficiënt gebruik van meststoffen, een verhoogd risico op uit- en afspoeling van nutriënten, wateroverlast en uiteindelijk een verlaging van de (financiële) opbrengst.

Om deze problemen aan te pakken, biedt de handel bodemverbeteraars en kalkmeststoffen aan. Objectieve informatie over het effect van de aanbevolen producten op fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid en gewasopbrengsten ontbreekt. Ook is niet bekend wat de effecten van deze producten zijn op de langere termijn en hoe de werking is ten opzichte van kunstmest, dierlijke mest en compost.

Knelpunten op het gebied van bodemstructuur verschillen per grondsoort: slempgevoeligheid speelt vooral op lichte zavelgronden, een slechte bewerkbaarheid vooral op de zwaardere gronden, terwijl stuifschade op de zand- en dalgrond voorkomt. Bodemverdichting en een slechte waterdoorlatendheid kunnen op alle gronden voorkomen. De bodemverbeteraars worden daarom getoetst op drie kleilocaties, één dal- en één zandlocatie. Door de specifieke problemen per grondsoort en het te verwachten effect van een bodemverbeteraar is er per locatie bekeken welke objecten er aangelegd worden.

Zo zijn het organische stofgehalte, gehalte aan koolzure kalk en het gehalte aan calcium in het bodemvocht factoren die invloed hebben op de bodemstructuur van kleigronden. Vandaar dat de kalkhoudende bodemverbeteraars niet op de zandlocaties te vinden zijn. Steenmeel is daarentegen wel te vinden op de zandlocaties.

Om de effecten te kunnen beoordelen heeft het Productschap Akkerbouw langjarig onderzoek geïnitieerd naar de effecten van bodem- en structuurverbeteraars. Naast Productschap Akkerbouw zijn er nog meer partijen die meewerken en –financieren aan dit langjarig onderzoek (zie 1.3).

1.2 Doel van onderzoek

1.2.1 Algemeen

Doel van het onderzoek is het vaststellen of bodem- en structuurverbeteraars een positief effect hebben op de bodemstructuur, de gewasopbrengst en het risico van af- en uitspoeling van mineralen. Daarvoor worden in een 6-jarig onderzoek 8 producten onderzocht op 3 kleilocaties (Lelystad, Westmaas en Kollumerwaard), een zandlocatie (Vredepeel) en een zanddalgrond locatie (Valthermond). De volgende producten zijn getest:

1. Xurian Optimum (micro-organismen die bodemleven stimuleren).
2. PRP-SOL (met sporenelementen verrijkte calciummeststof)
3. Condit (gehydroliseerde eiwitten en zeolieten die bodemleven stimuleren)
4. Brandkalk (calciummeststof)
5. Agrigyps (calciummeststof)
6. Betacal Carbo (kalkmeststof)
7. Biochar (verkoolde organische stof)
8. Steenmeel (gemalen steenachtig product)
9. BactoFil. Dit product is vanaf 2012 opgenomen.

Alle producten claimen de fysische en chemische bodemvruchtbaarheid te verbeteren. De producten worden allen toegepast in een vruchtwisseling met gebruik van (varkens)drijfmest (behalve de Biochar, en Bactofil en sinds 2012 Condit). Ze worden vergeleken met drie “gangbare” bemestingsstrategieën:

10. alleen kunstmest
11. varkens-/rundveedrijfmest + kunstmest
12. groencompost/GFT + kunstmest

1.2.2 Bodemstructuur

Bodemstructuur is één van de bepalende eigenschappen in het functioneren van de bodem op een akkerbouwbedrijf. Structuur is een bodemeigenschap die een belangrijke rol speelt bij de productiviteit en duurzaamheid van de akkerbouw (Kay en Munkholm, 2004). Voor de plant is het belangrijk dat er voldoende lucht en vocht in de bodem aanwezig zijn en dat de plant voldoende bij nutriënten kan komen. De bodemstructuur is een bepalende eigenschap bij de wortelontwikkeling van een gewas en het waterbergend vermogen, de doorlatendheid en porositeit van de bodem (Dexter, 1988). De effecten van bodemstructuur kunnen zichtbaar worden op verschillende schaalniveaus, van lokaal (perceel) tot regionaal (waterkwaliteit en -kwantiteit) en globaal (klimaatverandering).

1.3 Uitvoerders en financiers

Het project bodem- en structuurverbeteraars wordt uitgevoerd door PPO-AGV en NMI met medewerking van SPNA en IRS. Dit in opdracht van Productschap Akkerbouw en leveranciers van bodemverbeteraars (IRS, Pype BVBA, PRP Benelux, AgroBio).

De veldproeven worden uitgevoerd door regionale proefbedrijven onder begeleiding van PPO en NMI.

Metingen aan het veldgewas vallen onder de verantwoordelijkheid van PPO terwijl bodemmetingen door NMI worden gecoördineerd en uitgevoerd.

Hoofdfinancier is Productschap Akkerbouw. Daarnaast financieren toeleveranciers op verschillende locaties het onderzoek naar een aantal bodem- en structuurverbeteraars. Er wordt in dit project ook aanvullend onderzoek uitgevoerd op een aantal locaties. Deze hebben een aparte financiering.

- Het onderzoek naar Biochar in Lelystad, de nutriëntenverliezen per bodemverbeteraar en de communicatie rondom het project, worden gefinancierd door de provincie Flevoland.
- Het onderzoek naar de effecten van Biochar in Valthermond en Kollumerwaard wordt gefinancierd door provincie Groningen en Kiemkracht.
- Het onderzoek naar de effecten van steenmeel wordt mogelijk gemaakt door Arcadis.

In 2014 stopt de financiering van het Productschap Akkerbouw vanwege de opheffing van het productschap en de financiering van het onderzoek naar Biochar van de provincie Groningen en Kiemkracht vanwege het aflopen van het Interreg-project rond Biochar. Het project wordt in 2014 voortgezet met financiering vanuit de PPS-bodem (Ministerie van EZ), de provincies Flevoland, Friesland, Groningen en Drenthe en de productleveranciers.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport geeft de integrale resultaten weer van het onderzoek in 2013 van alle in de proeven opgenomen bodem- en structuurverbeteraars. In hoofdstuk 2 is uitgelegd hoe het onderzoek is vormgegeven: de bodem- en structuurverbeteraars zijn beschreven, evenals de locaties van de proeven met bouwplan, behandelingen en de uitgevoerde waarnemingen aan bodem en gewas. Hoofdstuk 3 behandelt de teeltresultaten van 2013 inclusief de bemesting en opbrengsten. Het rapport sluit in hoofdstuk 4 af met een korte discussie en conclusie naar aanleiding van de activiteiten in 2013. In de bijlage zijn diverse resultaten in meer detail gepresenteerd en is een overzicht van de communicatie in 2013 gegeven.

2 Materiaal en methoden

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet van het onderzoek:

- de beschrijving van de bodemverbeteraars (paragraaf 2.1);
- het bouwplan en uitvoering per proeflocatie (paragraaf 2.2); en
- waarnemingen en analyse aan bodem en gewas (paragraaf 2.3).

2.1 Beschrijving bodemverbeteraars

Naast de bodemverbeteraars die in deze paragraaf zijn beschreven, zijn ook kunstmest, varkensdrijfmest (of rundveedrijfmest) en groencompost/GFT als bodemverbeteraar ingezet.

Van de onderzochte bodem- en structuurverbeteraars is in dit hoofdstuk een korte omschrijving gegeven. Zo wordt duidelijk wat voor type product het is en op welke manier het bijdraagt aan een goede bodemstructuur. Aan de hand van uitgevoerde grondonderzoeken wordt later geanalyseerd hoe de bodemverbeteraars de bodemstructuur en/of de chemische samenstelling van de bodem hebben beïnvloed.

De bodemverbeteraars zijn onder te verdelen in de volgende typen producten:

- calcium- en/of kalkmeststoffen
- micro-organismen
- overige producten (Biochar en steenmeel)

2.1.1 Calcium- en/of kalkmeststoffen

2.1.1.1 Agrigyps

Agrigyps (foto 2.1) is een **calciummeststof** met 29 procent CaO. De calcium is hierbij gebonden aan sulfaat. Deze calciummeststof heeft geen pH-verhogend effect. Het wordt jaarlijks toegediend in een dosering van 500 kg CaO per ha wat neer komt op 1700 kg Agrigyps per ha. Het product bevat veel zwavel. In erg hoge doseringen (oorspronkelijke advies 12 ton Agrigyps/ha) zou de zwavel kunnen uitspoelen en zorgen voor een forse verhoging van het zwavelgehalte in het grond- en oppervlaktewater. In de proef is de dosering teruggebracht naar 1,7 ton per ha. Er zijn echter geen metingen verricht tav uitspoeling van zwavel. De maximale dosering van deze calciummeststof zou in de toekomst mede bepaald kunnen worden door maximaal toelaatbare SO₄ gehalte in grond en oppervlaktewater en de, daarmee samenhangende, maximaal toegelaten zwavelaanvoer. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.



Foto 2.1. Agrigyps.

2.1.1.2 Betacal Carbo

Betacal Carbo (foto 2.2) is een **kalkmeststof** die de bodemstructuur verbetert en de pH verhoogt. Het is een uiterst fijne neerslag van koolzure kalk gemengd met enige organische stof en is ontstaan bij de zuivering van ruwsap uit bieten. Door de fijne neerslag en de gemakkelijke vertering van de organische stof heeft het een snelle werking. Betacal Carbo bevat tevens nutriënten, zoals stikstof, fosfaat en kalium. In de praktijk wordt een kalkmeststof één keer in de bouwplancyclus toegepast. In dit onderzoek is hiervan afgeweken om deze kalkmeststof vanaf de start zijn werking te laten doen. Om dit te bereiken is in het voorjaar van 2010 1000 kg CaO per ha toegepast en in dat najaar 500 kg CaO per ha. De andere jaren wordt in het voorjaar 500 kg CaO per ha toegepast en bij de zaai- en pootbedbereiding ingewerkt. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.



Foto 2.2. **Betacal Carbo.**

2.1.1.3 Brandkalk

Brandkalk (foto 2.3) is een goed in water oplosbare **calciummeststof** (60% CaO) en bevat daarnaast veel magnesium (tot 35% MgO). Verder bevat het geen andere mineralen. Met Brandkalk wordt de hoeveelheid vrij calcium en de magnesiumvoorziening in de bouwvoor verhoogd. Brandkalk werkt dan tijdelijk licht pH verhogend. Het is daarmee geen kalkmeststof. Door een verhoging van reageerbaar CaCO_3 wordt de bewerkbaarheid en de aggregaatstabiliteit van de bodem verbeterd. De plant kan daarnaast meer calcium opnemen en dat verbetert de kwaliteit van het product. Calcium is namelijk net als kalium belangrijk voor een goede celwandopbouw van het gewas. Brandkalk wordt jaarlijks in het voorjaar toegepast in een dosering van 500 kg CaO per ha. Bij de zaai- en pootbedbereiding wordt het ingewerkt. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.



Foto 2.3. **Brandkalk.**

2.1.1.4 PRP-SOL

PRP-SOL(bodem) (foto 2.4) is een meststof op basis van mineralen zouten, sporenelementen en extracten van organische oorsprong op basis van **calcium** en magnesiumcarbonaat. Door verhitting wordt een deel van de magnesium vervangen door minerale zouten en spoorelementen. De elementen die worden toegevoegd zijn specifiek bedoeld om micro-organismen te voeden. Het is daarmee geen kalkmeststof. In de bodem stimuleert PRP-SOL de microflora, met de bedoeling op deze wijze de bodemvruchtbaarheid en bodemstructuur te verbeteren. Dit zal uiteindelijk de plantengroei ten goede komen. PRP-SOL wordt in het najaar toegediend in een dosering van 200 kg per ha. De eerste twee jaar was de dosering hoger. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.



Foto 2.4. PRP-SOL.

2.1.2 Op basis van micro-organismen

2.1.2.1 Condit

Condit (foto 2.5) combineert de eigenschappen van een plantenvoedingsmiddel met een bodemverbeteraar. Deze meststof stimuleert de ontwikkeling van goede bacteriën en schimmels in de grond. Het is tevens een bron van organische stof. Condit is een product dat bestaat uit o.a. gehydroliseerde eiwitten en zeolieten. Condit bevat geen schadelijke stoffen en is vrij van onkruidzaden. Er zijn verschillende Condit producten. Condit 2,5%N, 5%N en 7% N. Condit bevat 7% stikstof, 1% fosfaat en 2% kalium. Bij een toediening van 1 ton per ha moet rekening worden gehouden met een stikstofwerking van 70 kg per ha. De dosering van Condit is volgens de leverancier gebaseerd op de stikstofbehoefte van het gewas en de vruchtbaarheid van de bodem. Zo krijgen granen 1 ton per ha, aardappelen en suikerbieten 1,5 ton en koolgewassen 2 ton per ha. In 2010 is in het onderzoek Condit 5%N gebruikt. Vanaf 2011 is er Condit 7%N gebruikt omdat de leverancier dit product in de markt wil promoten. Omdat de basisproducten en de –werking hetzelfde zijn, is dit geen probleem. Met Condit 7%N wordt echter wel meer stikstof gegeven aan het gewas wat bemestingstechnisch tot problemen kan leiden, afhankelijk van het gewas. Condit 7%N wordt in het onderzoek in het voorjaar toegediend en bij de zaai- en pootbedbereiding ingewerkt. In wintertarwe wordt het in het voorjaar over het gewas gestrooid en niet ingewerkt. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.

Voor het groeiseizoen van 2012 was afgesproken met de leverancier dat geen aanvullende bemesting wordt gegeven naast de Conditgift. In groeiseizoen 2013 heeft Condit wel aanvullende stikstof bemesting gekregen.



Foto 2.5. **Condito**.

2.1.2.2 **Xurian Optimum**

Xurian Optimum (foto 2.6) is een meststof met borium, zink en een *Pseudomonas* bacterie voor de omzetting van verse organische stof. Het product wordt toegepast met een veldspuit. Het eerste jaar is de dosering 1,35 kg per ha in het voorjaar. De jaren erna wordt 0,9 kg per ha in zomer of najaar gegeven. De beste werking wordt verkregen als Xurian Optimum gespoten wordt na de oogst van het gewas voor de inzaai van een groenbemester of in het najaar kort voor het ploegen op een groenbemester. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.



Foto 2.6. **Xurian Optimum (spuitpoeder)**.

2.1.2.3 **BactoFil**

Met ingang van groeiseizoen 2012 is het product BactoFil opgenomen in het onderzoek. Dit product is aangelegd op de proeflocaties Westmaas en Lelystad en in 2013 ook op proeflocatie Vredepeel. BactoFil is een bacteriepreparaat die de bodemstructuur kan verbeteren. Verschillende bacteriën binden stikstof uit de bodemlucht waardoor de stikstofgift omlaag kan. Ook draagt BactoFil bij aan een makkelijkere opname van kalium en fosfaat uit de bodem. Het gebruik van BactoFil geeft zo een besparing op de bemesting van 80 kg N, 30 kg fosfaat en 30 kg kali per ha.

Er bestaan twee BactoFil producten. BactoFil A10 is specifiek ontwikkeld voor toepassing in monocotylen en BactoFil B10 voor dicotylen. Beide BactoFil producten zijn vloeistoffen die verspoten kunnen worden. De bespuiting dient 's morgens vroeg of later in de avond uitgevoerd te worden. Dan is de UV-straling gering. UV-straling doodt namelijk de bacteriën. Na de bespuiting moet de BactoFil direct tot zaai- of pootdiepte worden ingewerkt.

BactoFil moet 7-10 dagen vóór het zaaien of poten worden gespoten. Als er naast de BactoFil kunstmest en/of drijfmest wordt gebruikt, pas dan eerst de BactoFil toe en 7-10 dagen later de kunstmest en/of drijfmest.

Omdat bacteriën erg gevoelig zijn voor gewasbeschermingsmiddelen, moet de spuit zeer schoon zijn. De watertank mag niet van metaal zijn. Er moet zacht water gebruikt worden. Regenwater kan dan ook. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.

2.1.3 Overige producten

2.1.3.1 Biochar

Biochar ontstaat door verhitting van biomassa onder zuurstofloze omstandigheden. Die biomassa is bijvoorbeeld bermgras of houtsnippers. Maar ook snoeiafval, energiegewassen en reststromen van verwerkende industrieën zijn geschikt als grondstof. Bij de verhitting ontstaat er een gas, die als biobrandstof gebruikt kan worden. Daarnaast blijft er verkoold materiaal achter die Biochar wordt genoemd. Deze Biochar bestaat voor het grootste deel uit koolstof. Omdat er verschillende bronnen van biomassa zijn, ontstaan er ook verschillende soorten Biochar. In het onderzoek zijn de Biochar hout, Biochar norit, Biochar ECN en Biochar Edinburgh (later Romchar) opgenomen. Biochar hout verschilt vrij sterk in de mate van grofheid. Zo zijn er partijen die de grofheid van foto 2.7 hebben, terwijl er ook partijen zijn die poederfijn zijn en bij de toepassing erg stuifgevoelig zijn. Foto 2.8 laat de Biochar norit zien.



Foto 2.7. **Grove Biochar hout.**



Foto 2.8. **Biochar norit.**

Het idee om met Biochar de bodemkwaliteit te verbeteren is afgeleid van Terra Preta, organische stofrijke (tot 16%) vruchtbare, zwarte gronden in het Amazone-bekken in Brazilië.

In het onderzoek is de Biochar toegediend zonder de toepassing van dierlijke mest. Zo wordt het zuivere effect van de Biochar gemeten.

Koolstof is in staat om allerlei stoffen aan zich te binden. Biochar doet in de bodem eigenlijk hetzelfde als norit. Door een groot specifiek oppervlak kan Biochar bijdragen aan een betere structuur en kan Biochar nutriënten vasthouden zodat ze beschikbaar blijven voor de plant. Bovendien houdt elke ton Biochar een ton vocht vast. De bodem wordt daardoor minder gevoelig voor droogte. Biochar kan vele honderden tot duizenden jaren in de bodem aanwezig blijven. Dat maakt het effect op de bodemvruchtbaarheid langdurig. Daarnaast is Biochar een alternatieve manier om CO₂ voor zeer lange tijd in de grond vast te leggen. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.

2.1.3.2 Steenmeel

Steenmeel (foto 2.9) is een gemalen steenachtig product van deeltjes kleiner dan 0,1 mm. Steenmeel wordt gemaakt van vulkanisch gesteenten met een laag silica gehalte en het levert Ca, Mg, K, Na en diverse sporelementen. Op Valthermond en Vredepeel is gekozen voor twee gesteenten afkomstig uit Zuid Duitsland en Noord Noorwegen. Hierbij wordt specifiek gekeken naar de kaliumlevering. In deze proef wordt steenmeel op de zandgrond toegepast, maar biedt wellicht ook perspectieven op kleigrond. Steenmeel bevat geen stikstof en afhankelijk van de oorsprong varieert het fosfaatgehalte van 0,1 tot 2%. Omdat dit fosfaat aanwezig is in het slecht oplosbare mineraal apatiet zal dit fosfaat in de praktijk geen rol spelen.

Kali is aanwezig in silicaatmineralen en lost niet op maar 'verweert' en is daardoor niet afhankelijk van evenwichtsreacties. Uit informatie verkregen in de loop van dit experiment blijkt dat 20% van de kalium in het relatief snel verwerende mineraal nefelien aanwezig is, 80% van de opgebrachte kalium zit in het zeer slecht verwerende mineraal kaliveldspaat. Dat dit laatstgenoemde mineraal een veelvoorkomend resistent bodemmineraal is, zegt al genoeg over de reactiviteit. Dit betekent dat de Kali voorziening lager zal uitvallen dan vooraf voorzien. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd.



Foto 2.9. **Steenmeel.**

2.2 Onderzoek per proeflocatie

Per proeflocatie verschillen de in het onderzoek opgenomen bodemverbeteraars. De leveranciers van de bodemverbeteraars hebben aangegeven op welke grondsoort hun producten een goede werking hebben. Omdat kalkmeststoffen normaal op de zand- en dalgrond worden toegediend voor het verhogen van de pH, zijn ze binnen dit onderzoek alleen op de kleilocaties toegediend.

Bodemverbeteraars

Bij de beschrijving van de proeflocaties (2.2.1 t/m 2.2.5) is in een tabel de gift per bodemverbeteraar van de afgelopen vier jaar weergegeven. Per bodemverbeteraar is de gift per jaar per ha weergegeven en de eventuele mestgift in het na- of voorjaar.

Sommige bodemverbeteraars kregen in 2010 zowel een voorjaars- als een najaarsgift. Daar is voor gekozen om op zo kort mogelijke termijn binnen dit onderzoek de bodemverbeteraar goed gemengd in de bouwvoor te krijgen. De tijdstippen en hoogte van deze toepassingen is overlegd met de leveranciers van de bodemverbeteraars.

Voor elke locatie geldt dat de objecten groencompost, varkens-/rundveedrijfmest en kunstmest de referentieobjecten zijn. Dit betekent dat de werking van de bodemverbeteraars wordt vergeleken met deze objecten.

Inzet drijfmest

Omdat de praktijk veel varkens-/rundveedrijfmest gebruikt, worden bijna alle bodemverbeteraars gecombineerd met een drijfmestgift. Per locatie is dit aangegeven in tabel samen met bodemverbeteraar is dit aangegeven. Bij een aantal producten is in het begin wel drijfmest opgebracht en later niet meer. Door de giften van de bodemverbeteraars en de dierlijke mest verschilt de mineralenaanvoer per object. Om het zuivere effect van de bodemverbeteraar te meten, wordt de mineralenaanvoer van werkzame stikstof, fosfaat en kali in bijna alle objecten tot een zelfde niveau aangevuld met kunstmest.

Groencompost, Kunstmest en Bactofil krijgen geen drijfmest. Vanaf 2012 krijgt Condit ook geen mest meer. Over het algemeen krijgt Biochar geen drijfmest met uitzondering in Lelystad. Zo zijn de zuivere effecten van deze objecten beter te meten. Alleen in Lelystad krijgen de objecten Biochar hout 2,5 en 5 ton per ha wel mest, als dat wordt toegediend, om zo het effect van de combinatie met mest te meten.

2.2.1 Kollumerwaard

De proeflocatie Kollumerwaard is een kleigrond met 27% lutum en 3,5% organische stof. Het P-AL getal is 47 (berekend Pw-getal 40) en het K-getal is 20 (najaar 2012). In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: zomertarwe

2011: pootaardappelen

2012: wintertarwe

2013: suikerbieten

2014: wintertarwe

2015: pootaardappelen

In tabel 2.1 zijn de bodemverbeteraars beschreven die in Kollumerwaard worden ingezet. PRP-SOL is in het voorjaar 2013 toegediend in plaats van najaar 2012.

Tabel 2.1. **Toepassing bodemverbeteraars op Kollumerwaard vanaf voorjaar 2010 t/m voorjaar 2013 en de toepassing van varkensdrijfmest.**

Kollumerwaard		2010 Zomertarwe			2011 Pootaard. +groenbemester			2012 Wintertarwe			2013 Suikerbiet			Totaal gift
		voorjaar	najaar	mest voorjaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	
Bodemverbeteraar	eenheid													
Agri-gyps	kg/ha	1730	0	+	1730	1730	0	0	0	+	1730	1730	0	8650
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790	+	1790	1790	0	0	0	+	1790	1790	0	12520
Biochar hout	ton/ha	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0	25
Biochar Norit	ton/ha	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0	25
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	840	0	0	0	+	840	840	0	5870
Condit 7%N 2)	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1000	0	0	1500	0	0	5000
GFT	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	45
Kunstmest				0			0			0			0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	0	+	200	200	0	1150
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	20	0	+	0	0	0	25	0	+	0	0	0	45
Xurian Optimum	kg/ha	1,35	0,9	+	0	0,9		0	0,9	+	0	0,9	0	4,95

1) + => 25 m³ varkensdrijfmest per ha

2) In 2010 Condit 5%

2.2.2 Lelystad

In Lelystad is de proef aangelegd op een kleigrond met 18% lutum en 2% organische stof. Het P-AL getal is 42 (berekend Pw getal 30) en het K-getal is 19 (najaar 2012). In de proefperiode worden de volgende

gewassen geteeld:

2010: zomergerst

2011: suikerbieten

2012: zaaiuien

2013: winterpeen

2014: zomergraan

2015: consumptieaardappelen

In tabel 2.2 zijn de bodemverbeteraars beschreven die in Lelystad worden ingezet. Condit is in 2010 net als op andere locaties Condit 5%N ingezet. In 2011 en 2012 is Condit 7%N ingezet en 2013 is Condit 2.5%N vanwege het gewas (peen) en de hoge stikstofvoorraden in het voorjaar.

Tabel 2.2. Toepassing bodemverbeteraars in Lelystad vanaf voorjaar 2010 t/m voorjaar 2013 en de toepassing van varkensdrijfmest.

Lelystad		2010 Zomergerst			2011 Suikerbieten			2012 Zaaiuien			2013 Peen			
Bodemverbeteraar	eenheid	voorjaar	najaar	mest najaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	Totaal gift
Agrigyps	kg/ha	1730	0	+	1730	0	0	1730	0	0	1730	0	0	6920
Bactofil	L/ha	0	0	+	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790	+	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	10730
Biochar hout 2,5 ton	ton/ha	2.5	0	+	2.5	0	0	2.5	0	0	2.5	0	0	10
Biochar hout 5 ton	ton/ha	5	0	+	5	0	0	5	0	0	5	0	0	20
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	0	0	840	0	0	840	0	0	5030
Condit	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1500	0	0	1500	0	0	5500
Groencompost	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	45
Kunstmest				0			0			0			0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	200	0	0	200	0	1150
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	0	15	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Xurian Optimum	kg/ha	1,35	0,9	+	0	0,9	0	0	0,9	0	0	0,9	0	4,95

1) + => 15 m³ varkensdrijfmest per ha

2) In 2010 condit 5%, in 2012 Condit 2,5%

2.2.3 Westmaas

De proeflocatie Westmaas is een kleigrond met 20% lutum en 2,3% organische stof. Het P-AL getal is 49 (berekend Pw-getal 32) en het K-getal is 20 (najaar 2012). In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: zomergerst

2011: consumptieaardappel

2012: suikerbiet

2013: wintertarwe

2014: zaaiuien

2015: aardappel

Door omstandigheden zijn de Bodemverbeteraars in het voorjaar 2013 toegediend in plaats van in het najaar 2012 voor het zaaien van wintertarwe.

Tabel 2.3. **Toepassing bodemverbeteraars op Westmaas vanaf voorjaar 2010 t/m voorjaar 2013 en de toepassing van varkensdrijfmest.**

Westmaas		2010 Zomergerst			2011 Cons.aard.			2012 Suikerbieten			2013 Wintertarwe			
		voorjaar	najaar	mest voorjaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	Totaal gift
Bodemverbeteraar	eenheid													
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	0	0	840	0	0	840	0	0	5030
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	200	0	0	200	0	1150
Xurian Optimum	kg/ha	1.35	0.9	+	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.9	0	4.95
Agrigyps	kg/ha	1730	0	+	1730	0	0	1730	0	0	1730	0	0	6920
Condit 2)	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1500	0	0	1000	0	0	5000
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790	+	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	10730
Groencompost	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	45
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	15	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Kunstmest				0			0			0			0	0
Bactofil	L/ha	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2

1) + = 15 m³ varkensdrijfmest per ha

2) In 2010 Condit 5%

2.2.4 Valthermond

De proeflocatie Valthermond is een dalgrond met 11,3% organische stof. Het P-AL getal is 26 (berekend Pw-getal 42) en het K-getal is 6 (najaar 2012).

In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: suikerbieten

2011: zetmeelaardappelen

2012: zomergerst

2013: zetmeelaardappelen

2014: suikerbieten

2015: zetmeelaardappelen

In tabel 2.4 staan de bodemverbeteraars die in Valthermond worden ingezet. Romchar is in het najaar van 2011 aangelegd. Het gaat hier om een eenmalige gift. De Biochar ECN is in 2010 toegepast. Omdat er geen product meer beschikbaar was, gaat het hier ook om een eenmalige gift. De beide objecten draaien wel mee in het verdere onderzoek.

Tabel 2.4. **Toepassing bodemverbeteraars op Valthermond vanaf voorjaar 2010 t/m voorjaar 2013 en de toepassing van varkensdrijfmest.**

Valthermond		2010 Suikerbieten			2011 Zetmeelaard.			2012 Zomergerst			2013 Zetmeelaard.			
Bodemverbeteraar	eenheid	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar 1)	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar 1)	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar 1)	Totaal gift
Biochar ECN	ton/ha	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Biochar Romchar	ton/ha	0	0	0	0	24,5	0	0	0	0	0	0	0	24,5
Biochar hout	Ton/ja	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	20
Biochar norit	ton/ha	5	0	0	5		0	5	0	0	5	0	0	20
Condit 7%	kg/ha	1500	0	+	1500	0	+	1000	0	0	1500	0	0	5500
Groencompost	ton/ha	18	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	45
Kunstmest				0			0			0			0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	0	+	200	0	0	200	0	+	950
Steenmeel	ton/ha	20	0	+	15	0	+	10	0	0	0	0	+	45
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	20	0	+	20	0	+	0	0	0	20	0	+	60
Xurian Optimum	kg/ha	1,35	0,9	+	0	0,9	+	0	0,9	0	0	0,9	+	4,95

1) + = 20 m³ varkensdrijfmest per ha

2.2.5 Vredepeel

In Vredepeel ligt de proef op een zandgrond met 4,9% organische stof. Het P-AL getal is 101 (berekend Pw getal 91) en het K-getal is 21 (najaar 2012).

In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: snijmaïs

2011: suikerbiet

2012: zomergerst

2013: snijmaïs

2014: erwt vroeg / stamslaboon nateelt

2015: aardappel

In tabel 2.5 staan de bodemverbeteraars die in Vredepeel worden ingezet. Bactofil is in 2013 voor het eerst ingezet.

Tabel 2.5. Toepassing bodemverbeteraars op Vredepeel vanaf voorjaar 2010 t/m voorjaar 2013 en de toepassing van rundveedrijfmest.

Vredepeel		2010 Snijmaïs			2011 Suikerbiet			2012 Zomergerst			2013 Mais			
		Voorjaar	Najaar	mest voorjaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar 2)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar 1)	Totaal gift
Bodemverbeteraar	eenheid													
Bactofil	L/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Condit	kg/ha	1000	0	+	1500	0	+	1000	0	0	1000	0	0	4500
Groencompost	ton/ha	18	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	45
Kunstmest							0			0			0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	0	+	200	0	0	200	0	+	950
Dierlijke mest	m ³ /ha	0	0	+	40	0	+	0	0	0	40	0	+	80
Steenmeel	ton/ha	20	0	+	15	0	+	10	0	0	0	0	+	45
Xurian Optimum	kg/ha	1,35	0,9	+	0	0,9	+	0	0,9	0	0	0,9	+	4,95

1) + = 40 m³ rundveedrijfmest per ha

2) + = 40 m³ zeugenmest per ha; Condit7%N 20 m³ zeugenmest per ha

2.3 Waarnemingen

Op de vijf onderzoek locaties zijn verschillende waarnemingen gedaan aan bodem en gewas en zijn grond- en gewasmonsters verzameld voor verdere analyse. In deze paragraaf is kort beschreven welke bodem- en gewasgerichte waarnemingen zijn uitgevoerd.

2.3.1 Bodem (NMI/PPO)

N-min najaar

Op de kleilocaties (Kollumerwaard, Lelystad en Westmaas) wordt onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de bodemverbeteraar op de stikstofvoorraad. Er worden hiervoor op 2 momenten een mengmonster van alle objecten grondmonsters genomen 1^e najaarsbodemonderzoek vindt bij de oogst plaats en 2^e najaarsbemonstering ca. zes weken na de oogst. De N-min voorraad wordt gemeten in de laag 0-30 en 30-60 cm.

De resultaten m.b.t. de stikstof worden beschreven in de rapportage van het erop volgende jaar

Waarnemingen bodemstructuur

In het groeiseizoen is de bodemstructuur door de betrokken regionale onderzoekers van PPO en SPNA beoordeeld. Bij de bodemstructuur is gekeken naar zichtbare verslemping, korstvorming en verstuiwen. (In 2013 zijn beperkt waarneming uitgevoerd.)

2.3.2 Teelt (PPO)

N-min voorjaar

In het voorjaar vindt er op alle locaties N-min monsternamen plaats. Over alle objecten wordt er een mengmonster genomen voor analyse.

De bemonsterde laag is afhankelijk van het te telen gewas en de regio.

Bemesting

De N-min voorraden in het voorjaar zijn meegenomen in de berekening van de 1^e N-gift. Uitgangspunt is dat de stikstofvoorziening in alle objecten gelijk is. De berekende werkzame stikstof, in de bodemverbeteraars, de dierlijke mest en de groencompost is daarom verrekend in de kunstmestgift. Van 2010 tot en met 2012 is de stikstof, fosfaat en kali toevoer per object aangepast aan de bodemvoorraden en de aanvoer met bodemverbeteraars. Zodat de opbrengst- en/of kwaliteitsverschillen niet of beperkt worden beïnvloed door de bemesting. In 2013 is fosfaat en kali gift zo veel mogelijk op 1 gift gehouden tenzij de afwijking van bodemvoorraad of aanvoer met de bodemverbeteraar te groot was.

Per locatie wordt in tabel *bemesting* de bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object beschreven. Naast de werkzame giften is ook de totaalgift per mineraal vermeld. Door deze jaarlijkse totaalgiften bij elkaar op te tellen, wordt een beeld verkregen van de totale aanvoer van mineralen per bodemverbeteraar gedurende dit project. Bij N-totaal zijn er binnen één jaar al verschillen te zien. In de tabel zijn naast de bemestingen van groeiseizoen 2012 ook de bemestingen van najaar 2011 meegenomen.

Per object (bodemverbeteraar + kunstmest) is de berekende werkzame en totale hoeveelheid stikstof, fosfaat en kali niet overal gelijk. In 2012 zijn er verschillen omdat Condit geen aanvullende bemesting meer heeft gehad. Bij BactoFil A10 is rekening gehouden met een hogere efficiëntie van stikstof, fosfaat en kali.

Van Biochar norit en Biochar hout zijn geen analysegegevens bekend. Van deze producten kon de mineralenaanvoer dus niet meegenomen worden.

De bemestingen na de oogst in het najaar van 2013 worden meegenomen in de rapportage van 2014.

Bij het opstellen van het bemestingsplan voor het teeltjaar 2013 was de samenstelling van de mest nog niet bekend. Er is gerekend met een andere analyse van dezelfde mestsoort. Groencompost geeft de hoogste aanvoer van stikstof, fosfaat en kali.

Er wordt gerekend met verschillende N-werkingscoëfficiënten van de gebruikte bodemverbeteraars:

- Condit : 100%
- Betacal Carbo : 0%
- Groencompost/GFT : 0% Zodra er in de regio wel met aantal percentage wordt gerekend dan wordt dit in het tabel aangegeven.

De fosfaat en kali in deze bodemverbeteraars zijn voor 100% meegerekend.

Gewas ontwikkeling

De kleur en stand van het gewas zijn daarnaast beoordeeld om de stikstofwerking van de bodemverbeteraar en/of een efficiëntere stikstopopname uit de bodem door de bodemverbeteraar te kunnen verklaren. Bij de gewasontwikkeling is gekeken naar legering, ziektes, plagen, kleurverschillen en gebrekziekten. Deze factoren kunnen eventuele opbrengstverschillen verklaren. Bij stand gaat het om gewasvolume. Een hoog cijfer betekent een betere stand en kleur.

Opbrengst

Bij de oogst is per proeflocatie de opbrengst en kwaliteit van het gewas bepaald. Deze kwaliteitsbepaling is per gewas verschillend en kan bestaan uit uitsplitsing naar sortering of bepalen van inhoudsstoffen. Voor de gewassen die in 2013 werden geteeld over de locatie zijn de volgende aanvullende bepalingen gedaan:

- Suikerbieten: suikergehalte, de grond- en koptarra, het kalium-, natrium-, amino-N gehalte en de winbaarheid en financiële opbrengst
- Wintertarwe: droge stof en hectolitergewicht
- Winterpeen: Sortering en uitval
- Zetmeelaardappelen: Onderwatergewicht en uitbetalingsgewicht
- Snijmais: Verse opbrengst en droge stof opbrengst

Voor de overige gewassen die binnen de proef geteeld worden, zijn de aanvullende bepalingen als volgt:

- Zomertarwe: N-totaal
- Pootaardappelen: stengelaantal, sortering, knolaantal, uitval
- Consumptieaardappelen: sortering, knolaantallen, onderwatergewicht en uitval
- Erwt: hardheid
- Stamslaboon: sortering
- Zaaiuien: sortering en uitval
- Zomergerst: N-totaal en volgerstpercentage

Gewas afvoer stikstof en fosfaat

Op de kleilocaties wordt van de geteelde gewassen het stikstof- fosfaat- en kaligehalte bepaald in het hoofd- en bij product. In het bijproduct is dat gemeten als deze werd afgevoerd. Zo kan de totale gewasafvoer stikstof en fosfaat berekend worden.

Per bodemverbeteraar wordt zo een beeld verkregen van:

- Mate van stikstofefficiëntie
- N-min bij en na de oogst
- De stikstof- en fosfaatafvoer van het gewas

3 Uitvoering en resultaten 2013

Per proeflocatie is de opzet en uitvoering van 2013 beschreven. De uitvoering begint vanaf oogst 2012. Na de oogst zijn er, afhankelijk van de proeflocatie, bodemverbeteraars toegediend, is er mest uitgereden of is er een groenbemester gezaaid. Op de kleilocaties (Kollumerwaard, Lelystad en Westmaas) zijn na de oogst en circa. zes weken na de oogst stikstofvoorraden bepaald per bodemverbeteraar. Zo wordt gekeken naar de invloed van de bodemverbeteraar op de hoeveelheid achtergebleven stikstof. De N-min voorraad in het profiel wordt gemeten op 0-30 en 30-60 cm. De gewaswaarnemingen en de resultaten hebben betrekking op groeiseizoen 2013.

3.1 Kollumerwaard

3.1.1 Uitvoering najaar 2012

Na de oogst van de wintertarwe in 2012 zijn op 23 augustus de 1e najaar N-min monsters genomen. Op 25 oktober zijn de 2^e najaar N-min monsters. De resultaten van beide monsternames staan in tabel 3.1. 22 november zijn de Compost en de Xurian optimum bodemverbeteraars toegediend. Hierna is het perceel geploegd.

Tabel 3.1 **Stikstofvoorraden per object (kg N/ha) in de lagen 0-30 en 30-60 cm op 23 augustus en 25 oktober 2012.**

Kollumerwaard		N-min 23 augustus 2012			N-min 25 oktober 2012		
Bodemverbeteraar	Mest najaar	0-30	30-60	0-60	0-30	30-60	0-60
Agrigyps	Nee	10	4	13	11	3	14
Betacal Carbo	Nee	10	4	13	7	3	10
Biochar hout 5 ton	Nee	10	4	14	4	3	7
Biochar norit	Nee	7	3	10	5	4	10
Brandkalk	Nee	13	5	19	18	5	23
Condit	Nee	11	3	14	6	4	10
Groencompost	Nee	11	8	19	10	7	17
Kunstmest	Nee	8	6	14	5	3	8
PRP-SOL	Nee	14	4	19	10	7	17
Varkensdrijfmest	Nee	11	6	17	9	8	17
Xurian Optimum	Nee	16	6	22	12	8	20

De verschillen in stikstofgehalte van de bodem van de verschillende objecten zijn te klein om conclusies uit te trekken.

3.1.2 Uitvoering groeiseizoen 2013

15 maart zijn N-min grondmonsters gestoken in laag van 0-60 cm. De resultaten hiervan staan in tabel 3.2.

8 april zijn bodemverbeteraars toegediend.

9 april zaaibed klaar gemaakt en is het perceel ingezaaid met suikerbieten van het ras Rhino.

Tabel 3.2. **Stikstofvoorraden per object (0-60 cm, kg N/ha), Kollumerwaard 15-03-2013.**

Bodemverbeteraar	Kg N per ha
Agrigyps	32
Betacal Carbo	47
Biochar hout 5 ton	36
Biochar norit	38
Brandkalk	37
Condit	28
Groencompost	34
Kunstmest	25
PRP-SOL	43
Varkensdrijfmest	32
Xurian Optimum	32

3.1.3 Bemesting

14 april zijn meststoffen gestrooid.

Tabel 3.3 is de bemesting met stikstof, fosfaat en kali beschreven. Naast werkzame giften is ook totaalgift per mineraal vermeld.

Tabel 3.3. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Kollumerwaard najaar 2012 + voorjaar 2013.

Kollumerwaard	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
Bodemverbeteraar	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha vj 2013	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
Agripyps	0	0	0	0	0	0	0	0	108	108	40	60	108	108	40	60
Betacal Carbo	0	6	21	2	0	0	0	0	93	93	20	60	93	99	41	62
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	104	104	40	60	104	104	40	60
Biochar norit	0	0	0	0	0	0	0	0	102	102	40	60	102	102	40	60
Brandkalk	0	0	0	0	0	0	0	0	103	103	40	60	103	103	40	60
Condit7%N	105	105	15	30	0	0	0	0	7	7	0	30	112	112	15	60
Groencompost	0	77	33	58	0	0	0	0	106	106	10	0	106	183	43	58
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	115	115	40	60	115	115	40	60
PRP-SOL	0	0	0	0	0	0	0	0	97	97	40	60	97	97	40	60
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	0	0	0	0	108	108	40	60	108	108	40	60
Xurian Optimum	0	0	0	0	0	0	0	0	108	108	40	60	108	108	40	60

3.1.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Na zaaien zijn er geen verschillen in bodemstructuur waargenomen.

Gewaswaarnemingen

Op 23 mei is een opkomststelling uitgevoerd van telkens 4 rijen van 15 meter lengte. Zie tabel 3.4
Overige waarnemingen zijn gedurende het seizoen uitgevoerd zie tabel 3.5.

Tabel 3.4. Aantal planten per ha, Kollumerwaard 2013.

Bodemverbeteraar	aantal planten /ha
Agrigyps	100.800
Betacal Carbo	100.700
Biochar hout 5 ton	102.300
Biochar norit	103.300
Brandkalk	103.900
Condit7%	94.000
Groencompost	102.600
Kunstmest	104.200
PRP-SOL	101.800
Varkensdrijfmest	103.000
Xurian Optimum	101.600
Lsd 1)	4.510
F pr.	<0.05

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Object Condit heeft significant minder planten. Een verklaring hiervoor is lastig te geven. De Condit is vóór het zaaien opgebracht en ingewerkt. Zoutschade is niet te verwachten gezien de samenstelling van Condit. Vraatschade door bietenkevers door het gebruik van Condit lijkt ook niet waarschijnlijk gezien het gebruik van insecticide gecoat zaad.

Tabel 3.5. Waarnemingen suikerbieten, Kollumerwaard 2013.

Bodemverbeteraar	% grondbed. 10 juni	stand 10 juni	kleur 10 juni	% grondbed. 25 juli	stand 25 juli	kleur 25 juli
Agrigyps	30,0	7,0	9	100	10	9
Betacal Carbo	35,0	7,3	9	100	10	9
Biochar hout 5 ton	35,0	6,7	9	100	10	9
Biochar norit	40,3	8,0	9	100	10	9
Brandkalk	45,0	7,7	9	100	10	9
Condit 7%	28,3	6,0	9	100	10	9
Groencompost	35,0	7,3	9	100	10	9
Kunstmest	40,0	8,3	9	100	10	9
PRP-SOL	30,0	7,0	9	100	10	9
Varkensdrijfmest	30,0	7,3	9	100	10	9
Xurian Optimum	35,0	7,0	9	100	10	9
Lsd 1)	11,54	1,494	*	*	*	*
F pr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

3.1.5 Opbrengst

De suikerbieten zijn op 9 oktober geoogst. Opbrengstbepaling is gedaan van een oppervlakte van 2 rij van 8 meter.

Naast opbrengst zijn monsters onderzocht op bietkwaliteit.

Alle resultaten van de opbrengst en kwaliteit staan in tabel 3.6.

Er zijn van de bieten geen analyses op stikstof en fosfor uitgevoerd om afvoer te kunnen berekenen.

Tabel 3.6. Opbrengst en kwaliteit van suikerbieten, Kollumerwaard 2013.

Bodemverbeteraar	bruto	Suiker		%Tarra	mmol/kg		Amino	%	Financ.
	Ton/ha	%	Ton/ha	Grond	K	Na	N	WIN	€/ha
Agrigyps	84,2	17,5	14,8	6,6	38,9	1,6	7,3	91,9	3499
Betacal Carbo	89,5	17,4	15,6	7,6	40,0	1,7	7,5	91,7	3664
Biochar hout 5 ton	89,4	17,7	15,8	8,2	39,0	1,4	7,0	92,0	3757
Biochar norit	86,2	17,6	15,2	6,7	37,3	1,5	6,8	92,1	3620
Brandkalk	91,1	17,4	15,9	7,2	39,6	1,6	7,5	91,8	3733
Condit 7%	87,7	17,4	15,3	6,2	39,1	1,6	7,1	91,8	3607
Groencompost	88,9	17,4	15,4	9,0	39,6	1,6	8,0	91,7	3595
Kunstmest	90,7	17,4	15,8	8,5	39,2	1,6	7,3	91,8	3692
PRP-SOL	89,4	17,5	15,7	7,7	41,6	1,7	7,5	91,6	3682
Varkensdrijfmest	88,9	17,4	15,5	8,6	38,9	1,6	7,4	91,8	3636
Xurian Optimum	87,7	17,4	15,3	7,2	41,2	1,8	7,7	91,5	3590
Lsd 1)	7,06	0,27	1,19	2,48	2,05	0,17	0,43	0,29	287,3
F pr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	n.s.

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Het opvallend lage plantgetal van het Condit object (tabel 3.4) heeft niet geresulteerd in een lagere opbrengst.

3.1.6 Na de oogst

Op 18 oktober is compost gestrooid.

Op 22 oktober zijn de bodemverbeteraars toegediend met uitzondering van Xurian optimum en Condit 7%N.

Aansluitend is het perceel bewerkt door met een cultivator sporen los te trekken en vervolgens geploegd.

Op 25 oktober is Xurian optimum toegediend en niet meer ingewerkt. Condit wordt in het voorjaar toegediend.

15 oktober 1^e najaar N-min monsternamen genomen. Op 16 december is 2^e najaar N-min monsternamen uitgevoerd. De resultaten van beide bemonsteringen worden in de rapportage van 2014 beschreven.

3.2 Lelystad

3.2.1 Uitvoering najaar 2012

Na de oogst op 26 september van de uien is de 1^e najaar N-min monsternamen na de oogst uitgevoerd. 5 oktober is de 2^e najaar N-min monsternamen uitgevoerd. In tabel 3.7 staan de uitslagen van de monsternamen beschreven.

Tabel 3.7 Stikstofvoorraden per object (kg N/ha) in de lagen 0-30 en 30-60 cm najaar 2012.

Lelystad		N-min 26 september 2012			N-min 5 oktober 2012		
Bodemverbeteraar	Mest najaar	0-30	30-60	0-60	0-30	30-60	0-60
Agrigyps	Nee	9	38	47	11	48	59
Bactofil B10	Nee	5	26	31	5	23	28
Betacal carbo	Nee	11	38	49	16	55	71
Biochar hout 2,5 ton	Nee	10	46	56	14	35	49
Biochar hout 5 ton	Nee	10	53	64	15	40	55
Brandkalk	Nee	17	44	61	13	33	46
Condit	Nee	5	19	23	6	27	33
Groencompost	Nee	9	36	45	19	36	55
Kunstmest	Nee	12	53	65	16	46	62
PRP-SOL	Nee	15	38	53	11	44	56
Varkensdrijfmest	Nee	13	34	47	13	47	60
Xurian Optimum	Nee	10	32	41	12	44	56

Uit tabel 3.7 blijkt dat de bodemverbeteraars waaraan meer stikstofwerking wordt verwacht dan berekend (Condit en Bactofil) laag scoren in Nmin voor en najaar.

Op 22 oktober is Xurian optimum gespoten. Op 26 oktober zijn bodemverbeteraars compost en PRP-SOL toegediend. Op 28 oktober is het perceel geploegd.

3.2.2 Groeiseizoen 2013

10 april zijn de bodemverbeteraars toegediend en hele perceel bewerkt met rotorkoeg.

11 april is de bodemstikstofvoorraad in de laag 0-60 cm gemeten. De gemeten stikstofvoorraden staan in tabel 3.8. N-min monsternamen heeft 1 dag na het opbrengen van bodemverbeteraars plaatsgevonden dit zal geen tot weinig invloed hebben gehad op de resultaten.

23 april is het perceel bemest.

29 april zijn de ruggen gefreesd in één werkgang gekoegd. Voorop de trekker rotorkoeg en achter de trekker de frees. Tussen de veldjes is er geen verschil waar te nemen in bodemstructuur alleen in object Biochar zijn de stukjes hout nog terug te vinden.

Op 3 juni is peen gezaaid ras Nerac met 2×10^6 zaden per ha. Op 7 juni zijn de peen ruggen aangerold.

Tabel 3.8 Stikstofvoorraden per object (0-60 cm, kg N/ha), in Lelystad op 11 april 2013.

Bodemverbeteraar	Kg N per ha
Agrigyps	23
Bactofil A10	25
Betacal Carbo	26
Biochar hout 2,5 ton	26
Biochar hout 5 ton	23
Brandkalk	26
Condit5%	30
Groencompost	29
Kunstmest	26
PRP-SOL	25
Varkensdrijfmest	31
Xurian Optimum	23

3.2.3 Bemesting

23 april is de 1^e basisbemesting met stikstof, fosfaat en kali gegeven. In het groeiseizoen, op 22 juli, zijn de aanvullende stikstofgiftten gegeven om de stikstofefficiëntie te verhogen.

Per object (bodemverbeteraar + kunstmest) is de berekende werkzame en totale hoeveelheid stikstof, fosfaat en kali niet overal gelijk. In 2012 heeft Condit geen aanvullende bemesting gehad. Bij Bactofil A10 is rekening gehouden met een hogere efficiëntie van stikstof, fosfaat en kali.

Tabel 3.9 laat zien hoe groot die verschillen zijn.

Tabel 3.9. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Lelystad 2013.

Lelystad	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
Bodemverbeteraar	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha vj 2013	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
Agripyps	0	0	0	0	0	0	0	0	117	117	30	220	117	117	30	220
BactoFil A10	80	80	30	30	0	0	0	0	35	35	0	190	115	115	30	220
Betacal Carbo	0	6	21	2	0	0	0	0	114	114	9	220	114	120	30	222
Biochar hout 2,5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	114	114	30	220	114	114	30	220
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	117	117	30	220	117	117	30	220
Brandkalk	0	0	0	0	0	0	0	0	114	114	30	220	114	114	30	220
Condit2.5%N	38	38	15	30	0	0	0	0	72	72	0	190	110	110	15	220
Groencompost	0	60	28	60	0	0	0	0	111	111	0	160	111	171	28	220
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	114	114	30	220	114	114	30	220
PRP-SOL	0	0	0	0	0	0	0	0	115	115	30	220	115	115	30	220
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	0	0	0	0	109	109	30	220	109	109	30	220
Xurian Optimum	0	0	0	0	0	0	0	0	117	117	30	220	117	117	30	220

3.2.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Bij de zaaibedbereiding zijn geen verschillen in het zaaibed waargenomen door invloed van bodemverbeteraars.

Gewaswaarnemingen

Er is op 26 en 28 juni een opkomststelling uitgevoerd van 3 rijen van 1 meter lengte. Zie tabel 3.10. Overige waarnemingen uitgevoerd gedurende seizoen staan in tabel 3.11

Tabel 3.10. **Aantal planten per ha Winterpeen, Lelystad 2013**

Bodemverbeteraar	Aantal planten (x 10 ⁶)/ha
Agrigyps	1,52
Bactofil A10	1,54
Betacal Carbo	1,61
Biochar hout 2,5 ton	1,63
Biochar hout 5 ton	1,56
Brandkalk	1,60
Condit5%	1,56
Groencompost	1,57
Kunstmest	1,56
PRP-SOL	1,54
Varkensdrijfmest	1,59
Xurian Optimum	1,62
Lsd 1)	0,103
F pr.	n.s.

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de Lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Tabel 3.11. **Gewas waarnemingen winterpeen, Lelystad 2013**

Bodemverbeteraar	stand 25 sept	Kleur 25 sept	% grondbe- dekking 25 sept	Afster- ving 25 sept	Stand 9 okt	Kleur 9 okt	% grond bed. 9 okt	Afster- ving 9 okt
Agrigyps	9,0	9,0	100	1,667	9,0	8,8	95,0	9,0
Bactofil A10	9,0	7,3	100	3,667	9,0	7,0	96,7	16,7
Betacal Carbo	9,0	9,0	100	2,333	9,0	9,0	95,0	10,7
Biochar hout 2,5 ton	9,0	9,0	100	3,667	9,0	9,0	95,0	9,0
Biochar hout 5 ton	9,0	9,0	100	2,667	9,0	9,0	95,0	8,0
Brandkalk	8,3	9,0	100	1,667	9,0	9,0	95,0	9,0
Condit5%	9,0	9,0	100	2,333	9,0	8,7	95,0	13,3
Groencompost	9,0	9,0	100	3,000	9,0	9,0	95,0	11,7
Kunstmest	9,0	9,0	100	2,333	9,0	9,0	95,0	10,0
PRP-SOL	9,0	9,0	100	3,000	9,0	9,0	95,0	9,0
Varkensdrijfmest	9,0	9,0	100	1,000	9,0	9,0	95,0	9,0
Xurian Optimum	9,0	9,0	100	2,333	9,0	9,0	95,0	8,0
Lsd 1)	0,56	0,28	*	2,438	*	0,58	1,41	4,00
F pr.	n.s.	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	<0,001	n.s.	<0,01

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de Lsd zijn de verschillen betrouwbaar

In het veld waren er verschillen te zien tussen objecten wat betreft loofkleur (foto 2.1.1



Foto2.1 1: **Gewas verkleuring (9 oktober 2013)**

3.2.5 Opbrengst en kwaliteit

Een proefveldrooing van de winterpeen is op 21 oktober gedaan. Hierbij werd een oppervlakte van 2 rijen van 5 meter lengte opgerooid.

Na het spoelen zijn de monsters per veldje gesorteerd in 0-50 gr, 50-250 gr en groter dan 250 gram. En een sortering krom/groen/groeischeuren. Berekende opbrengsten staan in tabel 3.12.

Bij het sorteren zijn er monsters genomen voor analyse op stikstof- en fosfaatgehalte in de winterpeen. Om stikstof en fosfaat afvoer te kunnen berekenen (zie tabel 3.13)

Tabel 3.12. Opbrengst winterpeen per maatsortering, Lelystad 2013 in ton/ha

Bodemverbeteraar	Gew. <50	Gew. 50_250	Gew >250	Gew. krom	Opbrengst Ton/ha
Agrigyps	13281	57371	0.0	6235	76.495
Bactofil A10	11738	62196	0.0	4795	82.928
Betacal Carbo	12992	59412	93.7	4810	79.216
Biochar hout 2,5 ton	14120	58140	0.0	6174	77.52
Biochar hout 5 ton	14402	59103	0.0	6403	78.804
Brandkalk	14054	61956	304.0	4998	82.608
Condit5%	14461	60286	0.0	5575	80.381
Groencompost	13132	60386	83.3	5063	80.514
Kunstmest	12502	61094	0.0	6091	81.459
PRP-SOL	14913	58900	0.0	4278	78.533
Varkensdrijfmest	16276	56543	0.0	7675	75.391
Xurian Optimum	14056	59211	0.0	5571	78.948
Lsd 1)	3218	4320	276.7	2091	5.761
F pr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	ns

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de Lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Tabel 3.13. Stikstof en fosfaatgehalten en- berekende afvoer winterpeen, Lelystad 2013

Bodemverbeteraar	P2O5	N totaal	P ₂ O ₅	N totaal
	gr/kg ds	gr/kg ds	kg/ha	kg/ha
Agrigyps	1,9	9,4	15	73
Bactofil A10	2,0	7,4	19	69
Betacal Carbo	1,9	10,2	16	83
Biochar hout 2,5 ton	1,9	9,5	16	81
Biochar hout 5 ton	2,3	13,4	20	114
Brandkalk	2,2	9,6	18	80
Condit5%	2,0	8,7	17	75
Groencompost	2,0	9,4	16	77
Kunstmest	1,9	9,3	16	80
PRP-SOL	2,2	10,5	18	86
Varkensdrijfmest	1,9	9,2	14	69
Xurian Optimum	2,1	10,5	18	92

3.2.6 Na de oogst

Op 30 oktober zijn de 1^e najaar N-min monsters gestoken.

Op 15 november zijn groencompost en PRP-SOL toegediend. Op 12 december is Xurian Optimum verspoten. Vervolgens is het gehele proefperceel geploegd.

Op 4 december zijn de 2^e najaar N-min grondmonsters gestoken.

De resultaten van het bodemstikstofonderzoek worden beschreven in de rapportage van 2014.

3.3 Westmaas

3.3.1 Uitvoering najaar 2012

Na de oogst van de suikerbieten zijn op 9 oktober de 1^e najaar N-min grondmonsters gestoken. Op 14 december zijn de 2^e najaar N-min grondmonsters gestoken. De resultaten van beide monsternames staan in tabel 3.14.

Op 13 november zijn de bodemverbeteraars PRP-SOL, Xurian Optimum en groencompost toegediend. Deze zijn ondergewerkt met een Lemken Smaragd cultivator.

Op 15 november is het perceel ingezaaid met wintertarwe van het ras Tabasco.

Tabel 3.14. **Stikstofvoorraden per object (kg N/ha) 0-30 en 30-60 cm, Westmaas najaar 2012.**

Westmaas		N-min 9 oktober 2012			N-min 14 december 2012		
Bodemverbeteraar	Mest najaar	0-30	30-60	0-60	0-30	30-60	0-60
Agrigyps	Nee	7	3	10	7	7	13
Bactofil B10	Nee	3	11	14	4	4	8
Betacal Carbo	Nee	3	7	10	3	4	7
Brandkalk	Nee	4	3	7	3	3	6
Condit	Nee	3	8	11	3	3	6
Groencompost	Nee	3	10	13	3	3	6
Kunstmest	Nee	4	4	8	4	4	7
PRP-SOL	Nee	4	3	7	3	3	6
Varkensdrijfmest	Nee	4	8	13	3	3	6
Xurian Optimum	Nee	4	11	14	3	7	10

3.3.2 Groeiseizoen 2013

Op 4 maart is per object de N-min monstername uitgevoerd. De stikstofvoorraden staan in tabel 3.15.

Tabel 3.15. **Stikstofvoorraden per object (0-100 cm kg N/ha), Westmaas 4 maart 2013.**

Bodemverbeteraar	Kg N per ha
Agrigyps	6
Bactofil B10	6
Betacal carbo	6
Brandkalk	22
Condit	6
Groencompost	12
Kunstmest	6
PRP-SOL	24
Varkensdrijfmest	16
Xurian Optimum	20

Op 2 april zijn de bodemverbeteraars Brandkalk, Agrigyps, Condit en Betacal Carbo opgebracht. Bactofil is dit jaar niet toegediend omdat dit vóór het zaaien van de wintertarwe had moeten gebeuren. Na toepassing zijn alle objecten bewerkt met een wiedeeg om de kans van beschadiging aan het gewas, over alle objecten gelijk te houden.

3.3.3 Bemesting

De stikstofbemesting is in de vorm van KAS in twee giften gegeven. Op 8 maart is de basisbemesting stikstof uitgevoerd. Op 2 mei is de 2^e bemesting stikstof gegeven. Een 3^e bemesting is niet uitgevoerd omdat dit in de praktijk ook niet plaats vindt. Condit heeft de eerste bemesting wel aanvullende stikstof gekregen omdat product in het voorjaar word toegediend en de mineralen na verloop van tijd vrij komen. Bij de 2^e bemesting heeft Condit geen meststoffen gehad.

Tabel 3.16. **Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Westmaas 2013.**

Westmaas	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
Bodemverbeteraar	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha vj 2013	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
Agripyps	0	0	0	0	0	0	0	0	214	214	0	0	214	214	0	0
BactoFil B10	0	0	0	0	0	0	0	0	214	214	0	0	214	214	0	0
Betacal Carbo	0	6	21	2	0	0	0	0	214	214	0	0	214	220	21	2
Brandkalk	0	0	0	0	0	0	0	0	198	198	0	0	198	198	0	0
Condit7%N	70	70	10	20	0	0	0	0	144	144	0	0	214	214	10	20
Groencompost	0	77	33	58	0	0	0	0	208	208	0	0	208	285	33	58
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	214	214	0	0	214	214	0	0
PRP-SOL	0	0	0	0	0	0	0	0	196	196	0	0	196	196	0	0
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	0	0	0	0	204	204	0	0	204	204	0	0
Xurian Optimum	0	0	0	0	0	0	0	0	200	200	0	0	200	200	0	0

3.3.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Er zijn geen verschillen in bodemstructuur waargenomen.

Gewaswaarnemingen

Gedurende het seizoen zijn er diverse waarnemingen uitgevoerd op 6 augustus zijn er over 1 m² aantal aren geteld. Zie tabel 3.17

Tabel 3.17. Gewaswaarnemingen wintertarwe, Westmaas 2013.

Bodemverbeteraar	Stand 28 juni	septoria 28 juni	lengte 6 aug	aantal aren 6 aug
Agrigyps	8,0	8,0	75,0	133
Bactofil A10	7,8	8,0	74,7	123
Betacal carbo	8,0	8,2	74,7	119
Brandkalk	8,0	8,2	73,3	124
Condit7%N	8,0	7,8	78,7	143
Groencompost	8,0	8,0	73,3	123
Kunstmest	7,8	7,8	74,3	119
PRP-SOL	7,8	8,2	75,3	115
Varkensdrijfmest	8,0	7,8	72,3	123
Xurian Optimum	7,8	8,3	75,0	126
Lsd 1)	0,30	0,65	2,86	19,6
F pr.	n.s.	n.s.	<0,05	n.s.

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

3.3.5 Opbrengst en kwaliteit

Op 21 augustus zijn veldjes geoogst van 3 meter breed 16 meter lang. Naast de opbrengst en bepaling hectoliter gewicht (zie tabel 3.18) zijn de monsters onderzocht op stikstof en fosfor om de mineralenafvoer per ha te kunnen berekenen. (zie tabel 3.19)

Tabel 3.18. Opbrengst wintertarwe, Westmaas 2013.

Bodemverbeteraar	Ton per ha bij 15% vocht	
Agrigyps	11.376	b
Bactofil A10	11.184	b
Betacal carbo	11.359	b
Brandkalk	11.234	b
Condit7%N	10.595	a
Groencompost	11.214	b
Kunstmest	11.216	b
PRP-SOL	10.980	ab
Varkensdrijfmest	11.001	ab
Xurian Optimum	10.964	ab
Lsd 1)	416	
Fpr.	<0,05	

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Tabel 3.19. Stikstof en fosfaatgehalten en- afvoer wintertarwe, Westmaas 2013

Bodemverbeteraar	P ₂ O ₅ gr/kg ds	N-totaal gr/kg ds	P ₂ O ₅ afvoer kg/ha	N afvoer kg/ha
Agrigyps	3.2	17.9	31	171
Bactofil A10	*	*	*	*
Betacal carbo	3.2	17.6	31	168
Brandkalk	3.9	17.9	37	169
Condit7%N	*	*	*	*
Groencompost	3.4	17.4	32	164
Kunstmest	3.4	17.7	32	167
PRP-SOL	3.5	17.3	32	159
Varkensdrijfmest	3.7	17.9	34	166
Xurian Optimum	*	*	*	*

*) Geen Bactofil ingezet in 2013 en er zijn geen gewasmonsters in Condit en Xurian genomen om budgetaire redenen.

3.3.6 Na de oogst

Stro is verhakseld over het perceel er is geen groenbemester ingezaaid. Kort na de oogst op 22 augustus is de 1^e najaar N-min grondmonster genomen en op 2 december de 2^e najaar N-min grondmonsternamen. Deze resultaten worden beschreven in de rapportage van 2014.

Op 18 oktober zijn bodemverbeteraars Xurian optimum, PRP-SOL en groencompost gestrooid.

3.4 Valthermond

3.4.1 Uitvoering najaar 2012

Bij de oogst van de voorvrucht (zomergerst) is het stro verhakseld voor een goede organische stofvoorziening. Op 4 september is Xurian Optimum toegediend hierna is het stro ingewerkt met een stoppelcultivator. Vervolgens is het perceel gespit en ingezaaid met Japanse haver als groenbemester. Voor de groei van de groenbemester en de vertering van het stro is er nog 70 kg stikstof (kunstmest) gestrooid. Door de wat lagere N-gift zal de Japanse haver zich normaal kunnen ontwikkelen waardoor de eventuele verschillen tussen de bodemverbeteraars beter zichtbaar worden.

3.4.2 Groeiseizoen 2013

Op 15 maart is de bodemstikstofvoorraad in de laag 0-30 cm gemeten.

Tabel 3.20 **Stikstofvoorraad per object (0-30 cm,kg/ha) , Valthermond 15 maart 2013.**

Bodemverbeteraar	Kg N per ha
Biochar ECN	46
Biochar Edinburgh (Romchar)	42
Biochar hout 5 ton	38
Biochar norit	52
Condit5%	36
Groencompost	23
Kunstmest	47
PRP-SOL	42
Steenmeel	38
Varkensdrijfmest	31
Xurian Optimum	50

9 april compost gestrooid

29 april is varkensdrijfmest uitgereden en PRP-SOL toegediend.

29 april stikstof gestrooid

1 mei fosfaat en kali gestrooid.

2 mei Biochar Norit, Biochar Hout en Condit toegediend

6 mei zijn de zetmeelaardappelen van het ras Novano gepoot.

3.4.3 Bemesting

Tabel 3.21. **Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object vanaf oogst 2012, Valthermond 2013.**

Valthermond	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
Bodemverbeteraar	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha vj 2013	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
Biochar ECN	0	0	0	0	0	0	0	0	192	192	80	200	192	192	80	200
Biochar Edinburgh (Romchar_	0	0	0	0	0	0	0	0	199	199	80	200	199	199	80	200
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	207	207	80	200	207	207	80	200
Biochar norit	0	0	0	0	0	0	0	0	181	181	80	200	181	181	80	200
Condit7%N	105	105	15	30	0	0	0	0	105	105	0	170	210	210	15	200
Groencompost	7	74	30	48	0	0	0	0	226	226	50	152	234	300	80	200
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	190	190	80	200	190	190	80	200
PRP-SOL	0	0	0	0	91	130	64	120	108	108	16	80	199	239	80	200
Steenmeel	0	0	0	0	91	130	64	120	115	115	16	80	207	246	80	200
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	91	130	64	120	128	128	16	80	219	258	80	200
Xurian Optimum	0	0	0	0	91	130	64	120	94	94	16	80	185	224	80	200

Per object (bodemverbeteraar + kunstmest) is de totale aanvoer van stikstof verschillend. Hoe groot die verschillen zijn, laat de kolom N-totaal zien (tabel 3.21).

De toepassing van Groencompost/GFT gaf de hoogste aanvoer van N-totaal.

Als N-werkingscoëfficiënt van Groencompost/GFT word hier gerekend met 10% werking

3.4.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Op 10 mei is er een waarneming op kans op stuiven waargenomen. De objecten zijn hierop beoordeeld.

Tabel 3.22. **Waarnemingen stuifgevoeligheid zetmeelaardappel, Valthermond 2013.**

Bodemverbeteraar	Stuif 10 mei
Biochar ECN	7,0
Biochar Edinburgh (Romchar)	7,3
Biochar hout 5 ton	6,1
Biochar norit	7,0
Condit5%	7,6
Groencompost	7,6
Kunstmest	6,6
PRP-SOL	7,5
Steenmeel	7,1
Varkensdrijfmest	7,5
Xurian Optimum	7,1
Lsd 1)	1,29
F pr.	n.s.

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Gewaswaarnemingen

Overige waarnemingen gedurende het groeiseizoen staan in tabel 3.23

Tabel 3.23. **Waarnemingen standzetmeelaardappel, Valthermond 2013.**

Bodemverbeteraar	Stand 25 juni		Stand 24 juli		% groen 23 sept	
Biochar ECN	7.1	bcd	7.5	bc	68.3	bc
Biochar Edinburgh	8.0	de	9.1	d	76.6	c
Biochar hout 5 ton	6.8	abc	6.6	ab	56.6	abc
Biochar norit	8.5	e	8.3	cd	53.3	abc
Condit5%	6.0	a	5.8	a	33.3	a
Groencompost	7.1	bcd	6.6	ab	43.3	ab
Kunstmest	8.0	de	8.0	bcd	60.0	abc
PRP-SOL	8.0	de	8.3	cd	36.7	a
Steenmeel	6.5	ab	6.6	ab	56.6	abc
Varkensdrijfmest	7.8	cde	7.6	bcd	50.0	abc
Xurian Optimum	7.8	cde	7.8	bcd	76.6	c
Lsd	1.122		1.649		29.56	
F pr	<0.01		<0.05		<0.10	

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Het object Condit blijft gedurende de drie waarnemingen qua stand achter bij de rest van de objecten. De overige objecten scoren over het algemeen verschillend per waarnemingsmoment

3.4.5 Opbrengst en kwaliteit

Op 29 oktober zijn 2 rijen van 10 meter geoogst. Opbrengst en uitbetalingsgewicht staan in tabel 3.24. Kwaliteitswaarnemingen staan in tabel 3.25. Bij de kwaliteit is er verder gekeken naar knolgebreken, groen en schurft. Naast een afzonderlijke waardering van deze gebreken, is er ook een gezamenlijke verrekening. Daarvoor wordt de SCF berekend. SCF staat voor Stichting Controle Fabrieksaardappelen. Een partij kan hiervoor maximaal 100 punten krijgen. Een hoge waardering voor kwaliteit levert een hoge bijdrage aan de SCF-score.

Tabel 3.24. **Opbrengst en kwaliteit zetmeelaardappelen, Valthermond 2013.**

Bodemverbeteraar	Ton/ha		OWG		Uitbet.gew. ton/ha	
Biochar ECN	42,4	Bcd	510,7	abc	58,1	abcd
Biochar Edinburgh (Romchar)	47,1	d	499,5	a	62,5	cd
Biochar hout 5 ton	40,9	b	504,4	ab	55,2	abc
Biochar norit	47,6	d	512,5	abc	65,4	d
Condit5%	34,7	a	534,1	d	50,3	a
Groencompost	41,6	bc	517,1	bc	57,8	abcd
Kunstmest	43,0	bcd	516,3	abc	59,7	bcd
PRP-SOL	43,1	bcd	526,3	cd	61,3	bcd
Steenmeel	39,9	ab	508,3	ab	54,4	abc
Varkensdrijfmest	42,2	bcd	519,3	bcd	59,0	bcd
Xurian Optimum	46,7	cd	520,8	bcd	65,5	d
Lsd 1)	5,42		16,91		7,85	
F pr.	<0,01		<0,05		<0,05	

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Ondanks het lage onderwatergewicht van de Romchar kan dit object uiteindelijk door een hoge veldopbrengst toch een hoog uitbetaalgewicht realiseren.

Tabel 3.25. **Kwaliteit zetmeelaardappelen, Valthermond 2013.**

Bodemverbeteraar	Score SCF	Knolgebrek licht	Knolgebrek zwaar	groen	blauw	schurft
Biochar ECN	92	8,0	10,0	8,0	9	7,6
Biochar Edinburgh (Romchar)	92	8,0	10,0	9,0	9	6,3
Biochar hout 5 ton	94	8,0	10,0	9,6	9	7,6
Biochar norit	94	8,6	10,0	9,3	9	7,6
Condit5%	90	8,0	8,3	9,6	9	5,0
Groencompost	88	8,0	8,3	7,6	9	5,6
Kunstmest	94	8,0	10,0	8,0	9	9,0
PRP-SOL	94	8,0	10,0	9,3	9	7,6
Steenmeel	88	8,0	8,3	8,3	9	5,0
Varkensdrijfmest	92	8,0	10,0	9,3	9	6,3
Xurian Optimum	94	8,6	10,0	8,0	9	9,0
Lsd 1)	6,08	0,86	2,57	3,21	*	3,92
F pr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

3.4.6 Na de oogst

26 november is Xurian optimum toegediend. Hierna is alleen het object Xurian ingewerkt met een vaste tandcultivator en een vorenpakker aandrukrol.

3.5 Vredepeel

3.5.1 Uitvoering najaar 2012

Na de oogst van zomergerst in 2012 is op 8 augustus Xurian optimum gespoten. Voor de groei van de groenbemester en de vertering van het stro is er nog 80 kg stikstof gestrooid en is de stoppel ingewerkt. Op 15 augustus is de bladrammenas ras Contra gezaaid.

3.5.2 Uitvoering groeiseizoen 2013

Op 18 maart zijn N-min monsters gestoken in 0-30 laag. De gemeten stikstofvoorraden staan in tabel 3.26.

Tabel 3.26. **Stikstofvoorraden per object (0-30 cm,kg N/ha), Vredepeel 18 maart 2013.**

Bodemverbeteraar	Kg N per ha
Bactofil A10	35
Condit	37
GFT-compost	31
Kunstmest	42
PRP-SOL	33
Rundermest	39
Steenmeel	41
Xurian Optimum	43

20 maart GFT compost opgebracht.

4 april objecten PRP -SOL en Condit toegediend. Deze zijn gelijk met een frees ingewerkt.

10 april is Bactofil toegediend en apart met een frees ingewerkt.

10 april: basis bemesting rundveedrijfmest geïnjecteerd. De mest is ingewerkt met een cultivator.

16 april: overige objecten basis bemesting stikstof en kali gestrooid. 25 april is er geploegd met woeler en vorenpakker.

29 april is proefveld gezaaid met mais van het ras Torres. Alle objecten zijn bemest in de rij.

Het proefveld is op 3 momenten met 25-30 mm beregend op 10 juli, 23 juli en 27 augustus.

3.5.3 Bemesting

10 april basis bemesting rundveedrijfmest (voor objecten zie Tabel 3.27).

16 april basis bemesting stikstof en kali (zie tabel 3.27 voor objecten).

Tabel 3.27. **Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Vredepeel 2013.**

Vredepeel	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
Bodemverbeteraar	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha vj 2013	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
BactoFil A10	80	80	30	30	0	0	0	0	72	72	0	20	152	152	30	50
Condit7%N	70	70	10	20	0	0	0	0	78	78	0	30	148	148	10	50
GFT	0	77	33	58	0	0	0	0	132	132	0	0	132	209	33	58
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	132	132	0	50	132	132	0	50
PRP-SOL	0	0	0	0	96	160	58	164	61	61	0	0	157	221	58	164
Rundermest	0	0	0	0	96	160	58	164	56	56	0	0	152	216	58	164
Steenmeel	0	0	0	0	96	160	58	164	54	54	0	0	150	215	58	164
Xurian Optimum	0	0	0	0	96	160	58	164	53	53	0	0	149	213	58	164

3.5.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Er zijn geen verschillen in bodemstructuur (korstvorming) waargenomen

Gewaswaarnemingen

Gedurende het seizoen zijn er diverse gewas waarnemingen uitgevoerd zie tabel 3.28

Er is geen bladvlekkenziekte waargenomen.

Tabel 3.28. Gewaswaarnemingen van mais, Vredepeel 2013.

Bodem-verbeteraar	% grondbed. 14 mei	Kleur 14 mei	Stand 14 mei	% grondbed. 4 juni	Kleur 4 juni	Stand 4 juni	% grondbed. 9 juli	Kleur 9 juli	Stand 9 juli	% grondbed. 6 aug	Kleur 6 aug	Stand 6 aug	Gem. lengte in cm 10 sept
Bactofil A10	2,5	5	7	15	5	6,5	46,6	7,6	7,8	100	8,0	8,0	296,7
Condit7%N	2,2	5	7	15	5	6,5	48,3	8,0	8,0	100	8,0	7,6	290,0
GFT-compost	2,2	5	7	15	5	6,5	56,6	8,3	8,1	100	8,1	8,0	288,3
Kunstmest	2,2	5	7	15	5	6,5	51,6	8,1	8,3	100	8,0	8,0	296,7
PRP-SOL	2,3	5	7	15	5	6,5	38,3	6,6	6,5	100	8,0	8,3	298,3
Rundermest	2,3	5	7	15	5	6,5	43,3	7,3	7,3	100	8,0	8,1	293,3
Steenmeel	2,5	5	7	15	5	6,5	33,3	5,6	5,0	100	8,0	7,6	290,0
Xurian Optimum	2,3	5	7	15	5	6,5	41,6	7,1	7,0	100	8,0	8,1	303,3
Lsd 1)	0,42	*	*	*	*	*	8,0	0,728	1,112	*	0,179	0,796	16,37
F pr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

3.5.5 Opbrengst en kwaliteit

De mais is op 16 oktober is proefveld geoogst oppervlakte van 2 rijen van 15.5 meter. Tabel 3.29 laat de opbrengstcijfers zien. De opbrengsten zijn in vers gewicht en droge stof vermeld

Tabel 3.29. **Opbrengst van mais, Vredepeel 2013.**

Bodemverbeteraar	DS %	DS kg/ha
Bactofil A10	35,3	18.845
Condit7%N	36	18.993
GFT-compost	33,8	18.076
Kunstmest	33,7	18.068
PRP-SOL	33,7	18.347
Rundermest	33,3	18.426
Steenmeel	33,7	19.176
Xurian Optimum	34,3	20.03
Lsd 1)	3,542	1.950
F pr.	n.s.	n.s.

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

3.5.6 Na de oogst

18 november is Xurian toegediend. Hierna is het perceel gefreesd en is er een groenbemester gezaaid.

3.6 Gewasresultaten proeflocaties 2013

In tabel 3.33 staan de relatieve opbrengsten van de verschillende bodemverbeteraars in 2013 ten opzichte van het referentieobject kunstmest (opbrengst 100%). Voor suikerbieten is de financiële opbrengst weergegeven.

Tabel 3.33. Relatieve opbrengsten per proeflocatie in 2013.

Proeflocatie	Kollummerwaard		Lelystad		Westmaas		Valthermond		Vredepeel	
Gewas	Suikerbieten		Winterpeen		Wintertarwe		Zetmeel aard.		Mais	
Kunstmest	100,0	a	100,0	bc	100,0	bc	100,0	bcd	100,0	a
Bodemverbeteraar										
Agrigyps	94,8	a	93,9	ab	101,5	c				
BactoFil B10			101,8	c	99,7 *	bc			104,3	ab
Betacal carbo	99,3	a	97,2	abc	101,3	bc				
Biochar ECN							97,4 *	abcd		
Biochar Edinburgh							104,8 *	cd		
Biochar hout			95,2	abc						
Biochar hout	101,8	a	96,7	abc			92,5	abc		
Biochar Norit	98,1	a					109,7	d		
Brandkalk	101,1	a	101,4	c	100,2	bc				
Condit	97,7	a	98,7	abc	94,5	a	84,2	a	105,1	ab
PRP-SOL	99,7	a	96,4	abc	97,9	abc	102,7	bcd	101,6	ab
Steenmeel							91,1 *	ab	106,1 *	ab
Xurian Optimum	97,2	a	96,9	abc	97,7	ab	109,7	d	110,9	b
Referentie										
Groencompost	97,4	a	98,8	abc	100,0	bc	96,9	abcd	100,0	a
Varkens/Rundvee-drijfmest	98,5	a	92,5	a	98,1	abc	98,9	bcd	102,0	ab
Lsd 1)	7,783		7,073		3,709		13,15		10,80	
F pr.	n.s.		n.s.		<0,05		<0,05		n.s.	

*) Objecten 2013 niet toegediend

1) Is het verschil tussen twee resultaten groter of gelijk aan de lsd zijn de verschillen betrouwbaar

Het effect op de opbrengst van de verschillende bodemverbeteraars op de verschillende locaties is over het algemeen niet consistent. Condit geeft ten opzichte van de referentie kunstmest op 4 van de 5 locaties een lagere opbrengst. Het is niet duidelijk of dit met de stikstofbemesting te maken heeft. De in het middel aanwezige stikstof wordt voor 100% meegerekend in het lopende teeltjaar.

Bijlage: Communicatie

Datum	Activiteit
Juni 2013	Nieuwsbrief Bodemverbeteraars nr 5
April 2013	Tussentijdse rapportage bodemverbeteraars 2010-2012
29 augustus 2013	Bodemdag Valthermond
5 september 2013	Biovelddag Lelystad
14 november 2013	Lezing Stichting Veldleeuwerik Flevoland
12 december 2013	Lezing Stichting Veldleeuwerik Flevoland
16 november 2013	Artikel Nieuwe Oogst "Vergelijking bodemverbeteraars nog niet klaar"
23 november 2013	Artikel Akkermagazine "Effect bodemverbeteraars moeilijk te verklaren"