

Effecten bodem- en structuurverbeteraars

Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond
Resultaten 2014

Auteurs:

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

© 2014 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:

Ministerie van Economische zaken via de PPS-bodem

Provincie Flevoland

Provincie Groningen

Provincie Drenthe

Provincie Friesland

Europese Unie

Arcadis

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.....	6
1 INLEIDING	10
1.1 Aanleiding	10
1.2 Doel van onderzoek	10
1.2.1 Algemeen.....	10
1.2.2 Bodemstructuur	10
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	15
2.2 Onderzoek per proeflocatie	16
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 2014	25
3.1 Kollumerwaard.....	25
3.1.1 Uitvoering najaar 2013.....	25
3.1.2 Uitvoering groeiseizoen 2014	25
3.1.3 Bemesting.....	26
3.1.4 Waarnemingen.....	28
3.1.5 Opbrengst.....	28
3.1.6 Na de oogst	29
3.2 Lelystad	30
3.2.1 Uitvoering najaar 2013.....	30
3.2.2 Groeiseizoen 2014	30
3.2.3 Bemesting.....	31
3.2.4 Waarnemingen.....	32
3.2.5 Opbrengst en kwaliteit.....	33
3.2.6 Na de oogst	34
3.3 Westmaas	35
3.3.1 Uitvoering najaar 2013.....	35
3.3.2 Groeiseizoen 2014	35
3.3.3 Bemesting.....	36
3.3.4 Waarnemingen.....	37
3.3.5 Opbrengst en kwaliteit.....	37
3.3.6 Na de oogst	38
3.4 Valthermond	39
3.4.1 Uitvoering najaar 2013.....	39
3.4.2 Groeiseizoen 2014	39
3.4.3 Bemesting.....	39
3.4.4 Waarnemingen.....	41
3.4.5 Opbrengst en kwaliteit.....	41
3.4.6 Na de oogst	42
3.5 Vredepeel.....	42
3.5.1 Uitvoering najaar 2013.....	42

3.5.2	Uitvoering groeiseizoen 2014	42
3.5.3	Bemesting.....	42
3.5.4	Waarnemingen.....	44
3.5.5	Opbrengst en kwaliteit.....	45
3.5.6	Na de oogst	45
3.6	Gewasresultaten proeflocaties 2014	46
BIJLAGE: COMMUNICATIE.....		48

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, niet meer ingezet vanaf 2012)

In 2010 is op alle proeflocaties de Ausgangssituatie van de bodem bepaald (nulmeting), zowel chemisch, fysisch als biologisch. In 2013 zijn de bodemeigenschappen opnieuw bepaald. In 2015 staat een herhaling van deze bemonsteringen gepland.

Resultaten 2014

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 3.30 in paragraaf 3.6. 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 2014.**

Bodemverbeteraar	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	Valthermond	Vredepeel
	wintertarwe	zomertarwe	uien	suikerbieten	vroege teelt dopewten
Kunstmest 1)	b	b	bc	abc	b
Agrigyps	ab	cd	bc		

BactoFil		a	ab		a
Betacal carbo	ab	bcd	abc		
Biochar ECN				ab	
Biochar Edinburgh				d	
Biochar hout		bcd			
Biochar hout	ab	d		ab	
Biochar norit	ab			cd	
Brandkalk	ab	bc	abc		
Condit	ab	bc	ab	abc	ab
Groencompost	b	bcd	c	a	ab
PRP-SOL	ab	cd	bc	bc	ab
Steenmeel				bc	ab
Varkensdrijfmest	ab	bcd	abc	bc	ab
Xurian Optimum ¹⁾	a	bc	a	abc	a

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 opzichte 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 2010-2014

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 BactoFil de laagste, gevolgd door Condit. 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 2010-2014 over alle locaties gemiddeld en gemiddeld per grondsoort en gewas. Gemiddelden zonder gemeenschappelijke letter zijn significant verschillend bij onbetrouwbaarheid van 5%.**

Bodem-verbeteraar	Alle gronden		Kleigrond		Zand- en dalgrond		Locaties
<i>Kalk en calciummeststoffen</i>							
Agripyps	100,5	c	101,5	b			LS,KW,WM
Brandkalk	99,1	bc	100,1	b			LS,KW,WM
Betacal Carbo	98,4	bc	99,4	b			LS,KW,WM
PRP-SOL	100,3	c	101,6	b	98,62	a	alle
<i>Bodemverbeteraars met micro-organismen of die bodemleven stimuleren</i>							
Condit 7%N	96,4	b	97,9	b	94,89	a	alle
Xurian Optimum	97,6	bc	98,4	b	96,96	a	alle
BactoFil	91,7	a	91,5	a	93,64	a	LS,WM, VP
<i>Overige producten: biochar en steenmeel</i>							
Biochar ECN	98,8	bc			97,27	a	VM
Biochar norit	98,8	bc	99,5	b	97,69	a	VM
Biochar Edinburgh	100,3	bc			98,77	a	VM, KW
Biochar hout 2,5 ton	98,3	bc	99,5	b			LS
Biochar hout 5 ton	98,3	bc	100,6	b	94,56	a	LS,VM,KW
Steenmeel	97,0	bc			95,89	a	VM,VP

<i>Referenties</i>							
Groencompost	98,7	<i>bc</i>	99,7	<i>b</i>	97,46	<i>a</i>	alle
Varkensdrijfmest	98,2	<i>bc</i>	99,9	<i>b</i>	95,95	<i>a</i>	alle
Kunstmest	98,9	<i>bc</i>	99,2	<i>b</i>	98,61	<i>a</i>	alle

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

Op de kleigronden heeft BactoFil een betrouwbaar lagere opbrengst ten opzichte van de andere objecten. Tussen de andere objecten is er geen statistisch betrouwbaar verschil. De kalkmeststoffen doen het gemiddeld genomen vrij goed, maar niet statistisch betrouwbaar.

Op de zand- en dalgronden is er geen statistisch betrouwbaar verschil tussen de objecten.

Bodem (metingen 2010 en 2012)

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
 - 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 verschilden niet van de referentie kunstmest. Op de zandlocaties was er geen duidelijk verschil tussen behandelingen.
 - Op de kleilocaties is de indringingsweerstand bij Betacal Carbo en drijfmest hoger dan bij de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschilden niet van de referentie kunstmest. Op de zandlocaties was er geen duidelijk verschil tussen behandelingen.
 - 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 verschilden 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 verschilden niet van de referentie kunstmest.
 - Bij de spadetest 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
 - 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.
 - 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, dat leidde tot een stijging van de Mg-bezetting van 5 naar 10%. De andere behandelingen verschilden niet van elkaar met een Ca-bezetting van 91-92%. Op de zandgronden hadden de behandelingen geen effect op de Ca- en Mg-bezetting.
 - 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.
 - 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 echter op de kleilocaties voor vrijwel alle behandelingen hoger dan van de referentie kunstmest. Op de zandlocaties was er geen duidelijk verschil met de referentie.
- Bodembiologisch
 - De schimmel-bacterieverhouding liet geen consistent beeld van verschillen zien tussen behandelingen, zowel op de kleilocaties als op de zandlocaties.

Conclusies 2010-2014

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 juist 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 (verkoelde 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 2013 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 (tot en met 2013) en leveranciers van bodemverbeteraars (IRS, Pype BVBA, Triferto, 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.

Pype BVBA, Triferto doen niet meer mee met de financiering van dit project vanaf teeltjaar 2013, waardoor bij deze objecten geen najaars N-min monstername en fosfaat en stikstof analyse zijn uitgevoerd.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport geeft de integrale resultaten weer van het onderzoek in 2014 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 2014 inclusief de bemesting en opbrengsten. Het rapport sluit in hoofdstuk 4 af met een korte discussie en conclusie naar aanleiding van de activiteiten in 2014. In de bijlage is een overzicht van de communicatie in 2014 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);
- 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 SO_4 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 bouwplancycclus 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 toegediend 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. gehydraliseerde 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 7%N bevat 7% stikstof, 1% fosfaat en 2% kalium. 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 meestal Condit 7%N gebruikt. Indien stikstofvoorraden hoog waren is de dosering van de Condit er op aangepast. Omdat de basisproducten en de –werking hetzelfde zijn, is dit geen probleem. 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 en 2014 heeft Condit wel aanvullende stikstof bemesting gekregen.



Foto 2.5. **Condit .**

2.1.2.2 Xurian Optimum

Xurian Optimum (foto 2.6) is een meststof met borium, zink en een Pseudomonasbacterie 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 2013 is het product BactoFil opgenomen in het onderzoek. Dit product is aangelegd op de proeflocaties Westmaas en Lelystad en in 2014 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 spoorelementen. 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 vijf 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. 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 2013 krijgt Condit ook geen drijfmest meer. Over het algemeen krijgt Biochar geen drijfmest, met uitzondering in Lelystad indien wordt toegediend. 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.

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.

Tabel 2.1. Toepassing bodemverbeteraars op Kollumerwaard vanaf voorjaar 2010 t/m najaar 2014 en de toepassing van varkensdrijfmest.

Kollumerwaard		2010 zomertarwe			2011 pootaardappel			2012 wintertarwe			2013 suikerbiet			2014 wintertarwe			Totaal gift
Bodemverbeteraar	eenheid	voorjaar	najaar	mest voorjaar ¹⁾	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar ¹⁾	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar ¹⁾	
Agrigyps	kg/ha	1730	0	+	1730	1730	0	0	0	+	1730	1730	0	0	0	+	8650
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790	+	1790	1790	0	0	0	+	1790	1790	0	0	0	+	12520
Biochar hout	ton/ha	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	25
Biochar Norit	ton/ha	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	25
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	840	0	0	0	+	840	840	0	0	0	+	5870
Condit 7%N ²⁾	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1000	0	0	1500	0	0	1000	0	0	6000
GFT	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	54
Kunstmest	kg/ha	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	0	0	0	0
PRP-SOL ³⁾	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	0	+	200	200	0	0	200	+	1350
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	20	0	+	0	0	0	25	0	+	0	0	0	25	0	+	70
Xurian Optimum ⁴⁾	kg/ha	1.35	0.9	+	0	0.9	0	0	0.9	+	0	0.9	0	0.9	0.9	+	6.75

1) + => 25 m³ varkensdrijfmest per ha (object drijfmest is in 2014 maar 2 van de 3 veldjes drijfmest uitgereden).

2) Condit, in 2010 Condit 5%, overige jaren Condit 7% N toegediend.

3) PRP-SOL is in het voorjaar 2013 toegediend in plaats van najaar 2012.

4) Xurian Optimum is najaar 2013 zonder grondbewerking en voorjaar 2014 aansluitend met grondbewerking toegediend.

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 20.

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.

Tabel 2.2. Toepassing bodemverbeteraars in Lelystad vanaf voorjaar 2010 t/m najaar 2014 en de toepassing van varkensdrijfmest.

Lelystad		2010 zomergerst			2011 suikerbieten			2012 zaaiuien			2013 peen			2014 zomertarwe			Totaal gift
		voorjaar	najaar	mest najaar ¹⁾	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	
Bodemverbeteraar	eenheid	voorjaar	najaar	mest najaar ¹⁾	voorjaar	najaar	mest voorjaar	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	1730	0	0	8650
BactoFil ³⁾	l/ha	0	0	+	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0.5	0	0	2.5
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790	+	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	12520
Biochar hout 2,5 ton	ton/ha	2.5	0	+	2.5	0	0	2.5	0	0	2.5	0	0	2.5	0	0	2510
Biochar hout 5 ton	ton/ha	5	0	+	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5020
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	0	0	840	0	0	840	0	0	840	0	0	5870
Condit ²⁾	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1500	0	0	1500	0	0	1000	0	0	6500
Groencompost	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	54
Kunstmest	kg/ha	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	200	0	0	200	0	0	200	0	1350
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	0	15	+	0	0	0	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	0	0.9	0	5.85

1) + => 15 m³ varkensdrijfmest per ha

2) Condit, in 2010 condit 5%N, in 2013 Condit 2,5% N, in 2012 en 2014 Condit 7%N.

3) BactoFil, in 2014 2x in het voorjaar toegediend vanwege twijfel over kwaliteit van het product van 1^e levering.

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. 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 2014 en de toepassing van varkensdrijfmest.

Westmaas		2010 zomergerst			2011 consumptie aard.			2012 suikerbieten			2013 wintertarwe			2014 zaaiuien			Totaal gift
		voorjaar	najaar	mest voorjaar ¹⁾	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	
Bodemverbeteraar	eenheid																
Agrigyps	kg/ha	1730	0	+	1730	0	0	1730	0	0	1730	0	0	1730	0	0	8650
BactoFil ³⁾	l/kg/ha	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	1.5
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790	+	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	12520
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	0	0	840	0	0	840	0	0	840	0	0	5870
Condit ²⁾	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1500	0	0	1000	0	0	1500	0	0	6500
Groencompost	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	54
Kunstmest	kg/ha	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	200	0	0	200	0	0	200	0	1350
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	15	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	0	15
Xurian Optimum	kg/ha	1.35	0.9	+	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.9	0	5.85

1) + = 15 m³ varkensdrijfmest per ha

2) Condit, in 2010 Condit 5% N, overige jaren Condit 7% N.

3) BactoFil, in 2014 2x in het voorjaar toegediend vanwege twijfel over kwaliteit van het product van 1^e levering.

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.

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 2014 en de toepassing van varkensdrijfmest.

Valthermond		2010 suikerbieten			2011 zetmeelaardappel			2012 zomergerst			2013 zetmeelaardappel			2014 suikerbieten			Totaal gift
		Voorjaar	Najaar	mest voorjaar ¹⁾	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar ¹⁾	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar ¹⁾	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar ¹⁾	
Bodemverbeteraar	eenheid																
Biochar ECN	ton/ha	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Biochar Edinburgh	ton/ha	0	0	0	0	24.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.5
Biochar hout	ton/ha	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	25
Biochar norit ³⁾	ton/ha	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0	20
Condit ²⁾	kg/ha	1500	0	+	1500	0	+	1000	0	0	1500	0	0	1500	0	0	7000
Groencompost	ton/ha	18	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	54
Kunstmest	kg/ha	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	0	+	200	0	0	200	0	+	200	0	+	1150
Steenmeel	ton/ha	20	0	+	15	0	+	10	0	0	0	0	+	0	0	+	45
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	20	0	+	20	0	+	0	0	0	20	0	+	0	x	+	60
Xurian Optimum	kg/ha	1.35	0.9	+	0	0.9	+	0	0.9	0	0	0.9	+	0	0.9	+	5.85

1) + = 20 m³ varkensdrijfmest per ha

2) In 2010 Condit 5% N, overige jaren Condit 7% N.

3) In 2015 kon Biochar norit niet geleverd worden.

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.

In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: snijmais

2011: suikerbiet

2012: zomergerst

2013: snijmais

2014: erwt vroeg / stamslaboon nateelt

2015: aardappel

In tabel 2.5 staan de bodemverbeteraars die in Vredepeel worden ingezet.

Tabel 2.5. Toepassing bodemverbeteraars op Vredepeel vanaf voorjaar 2010 t/m voorjaar 2014 en de toepassing van rundveedrijfmest.

Vredepeel		2010 snijmais			2011 suikerbiet			2012 zomergerst			2013 snijmais			2014 dubbelteelt erwt/boon			Totaal gift
		Voorjaar	Najaar	mest voorjaar ¹⁾	voorjaar	najaar	mest voorjaar ²⁾	voorjaar	najaar	mest voorjaar	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar ¹⁾	Voorjaar	Najaar	mest voorjaar ¹⁾	
BactoFil ⁵⁾	l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.5	0	0	1.5
Condit ³⁾	kg/ha	1000	0	+	1500	0	+ ⁴⁾	1000	0	0	1000	0	0	1000	0	0	5500
Groencompost	ton/ha	18	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	54
Kunstmest	kg/ha	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	0	+	200	0	0	200	0	+	200	0	+	1150
Dierlijke mest	m ³ /ha	0	0	+	40	0	+	0	0	0	40	0	+	15	x	+	95
Steenmeel	ton/ha	20	0	+	15	0	+	10	0	0	0	0	+	0	0	+	25
Xurian Optimum	kg/ha	1.35	0.9	+	0	0.9	+	0	0.9	0	0	0.9	+	0	0.9	+	5.85

1) + = rundveedrijfmest per ha

2) + = zeugenmest per ha; 40 m³ zeugenmest per ha

3) Condit, in 2010 Condit 5% N, 2011, 2012, 2013 Condit 7% N, 2014 Condit 2,5% N toegediend.

4) +⁴⁾ = zeugenmest per ha; 20 m³ zeugenmest per ha

5) BactoFil, in 2014 2x in het voorjaar toegediend vanwege twijfel over kwaliteit van het product van 1^e levering.

2.3 Waarnemingen

Op de vijf onderzoekslocaties 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 circa 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 verstuiven.

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 en 2014 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. In de tabel zijn naast de bemestingen van groeiseizoen 2014 ook de bemestingen van najaar 2013 meegenomen.

Per object (bodemverbeteraar + kunstmest) is de berekende werkzame en totale hoeveelheid stikstof, fosfaat en kali niet overal gelijk. Bij BactoFil 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 2014 worden meegenomen in de rapportage van 2015.

Bij het opstellen van het bemestingsplan voor het teeltjaar 2014 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 een percentage wordt gerekend dan wordt dit in het tabel aangegeven.

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

Gewasontwikkeling

De kleur en stand van het gewas zijn daarnaast beoordeeld om de stikstofwerking van de bodemverbeteraar en/of een efficiëntere stikstopname 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 2014 werden geteeld over de locaties 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
- Zaauien: 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 bijproduct. 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 2014

Per proeflocatie is de opzet en uitvoering van 2014 beschreven. De uitvoering begint vanaf oogst 2013. 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 2014.

3.1 Kollumerwaard

3.1.1 Uitvoering najaar 2013

Na de oogst van de suikerbieten op 10 oktober 2013 is op 14 oktober het perceel met woeler losgetrokken. Op 13 oktober zijn de 1e najaar N-min monsters genomen. Op 18 oktober is Compost gestrooid en op 22 oktober PRP-SOL gestrooid. Gelijk aansluitend op 22 oktober is het perceel geploegd en ingezaaid met wintergraan, ras Henrik met zaaihoeveelheid 190 kg/ha. Op 25 oktober is Xurian Optimum gespoten. Op 16 december zijn de 2^e najaar N-min monsters genomen. De resultaten van beide monsternames staan in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Stikstofvoorraden per object (kg N/ha) in de lagen 0-30 en 30-60 cm op 13 oktober en 16 december 2013.

Kollumerwaard	Mest najaar	N-min 15 oktober 2013			N-min 16 december 2013		
		0-30	30-60	0-60	0-30	30-60	0-60
Agrigyps	Nee	11	7	19	5	10	15
Betacal Carbo	Nee	6	5	11	x	9	9
Biochar hout 5 ton	Nee	7	5	11	5	9	14
Biochar norit	Nee	6	4	10	6	7	13
Brandkalk	Nee	8	3	11	7	10	17
Condit	Nee	7	3	10	x	x	x
Groencompost	Nee	13	5	18	7	11	18
Kunstmest	Nee	5	4	10	7	6	13
PRP-SOL	Nee	5	4	9	6	8	14
Varkensdrijfmest	Nee	6	3	9	7	10	16
Xurian Optimum	Nee	5	7	13	7	8	14

3.1.2 Uitvoering groeiseizoen 2014

3 maart zijn N-min grondmonsters gestoken in laag van 0-100 cm. De resultaten hiervan staan in tabel 3.2. 12 maart zijn bodemverbeteraars Condit en Xurian toegediend. Xurian is nogmaals in het voorjaar toegediend omdat deze in het najaar 2013 niet ingewerkt is geweest.

Tabel 3.2. Stikstofvoorraden per object (0-100 cm, kg N/ha), Kollumerwaard 3 maart 2014.

Bodemverbeteraar	Kg N per ha
Agrigyps	17
Betacal carbo	19
Biochar hout	21
Biochar Norit	13
Brandkalk	19
Condit	19
Groencompost	19
Kunstmest	18
PRP-SOL	22
Varkensdrijfmest	19
Xurian Optimum	18

3.1.3 Bemesting

10 maart zijn zwavelhoudende stikstof meststoffen gestrooid in de vorm van 24% N + 15% SO₃.

2 april is er drijfmest uitgereden. Bij object drijfmest zijn 2 van 3 velden met mest uitgereden.

2 mei is kunstmest, KAS 27%, gestrooid bij objecten waar geen drijfmest is uitgereden. 28 mei 3^e gift in de vorm van KAS 27%.

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

Tabel 3.3. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Kollumerwaard najaar 2013 + voorjaar 2014.

Kollumerwaard	Bodemverbeteraar				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
	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	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	47	79	29	108	161	161	0	0	225	240	29	108
Betacal Carbo	0	6	21	2	47	79	29	108	159	159	0	0	225	243	50	109
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	204	204	0	0	225	204	0	0
Biochar norit	0	0	0	0	0	0	0	0	212	212	0	0	225	212	0	0
Brandkalk	0	0	0	0	47	79	29	108	159	159	0	0	225	238	29	108
Condit	70	70	10	20	0	0	0	0	136	136	0	0	225	206	10	20
Groencompost	0	77	33	58	0	0	0	0	206	206	0	0	225	283	33	58
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	207	207	0	0	225	207	0	0
PRP-SOL	0	0	0	0	47	79	29	108	156	156	0	0	225	235	29	108
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	47	79	29	108	159	159	0	0	225	238	29	108
Xurian Optimum	0	0	0	0	47	79	29	108	160	160	0	0	225	239	29	108

3.1.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Na het zaaien zijn geen waarnemingen uitgevoerd naar bodemstructuur.

Gewaswaarnemingen

Gedurende het seizoen zijn er gewaswaarnemingen uitgevoerd. In Tabel 3.4 zijn deze waarnemingen weer gegeven.

Tabel 3.4. **Waarnemingen wintertarwe, Kollumerwaard 2014.**

Bodemverbeteraar	stand 06 mei	stand 18 juni	kleur 18 juni	Septoria 18 juni
Agrigyps	7,8	8,0	7,7	8,0
Betacal Carbo	8,0	7,7	8,0	8,0
Biochar hout 5 ton	7,2	7,3	8,0	8,0
Biochar norit	7,3	8,0	8,0	8,0
Brandkalk	7,7	7,3	8,0	7,3
Condit	8,0	7,7	8,0	7,3
Groencompost	7,5	7,3	8,0	8,0
Kunstmest	7,8	8,0	8,0	8,0
PRP-SOL	8,0	7,7	8,0	8,0
Varkensdrijfmest	7,7	8,0	8,0	7,7
Xurian Optimum	8,0	8,0	8,0	8,0
Lsd ¹⁾	0,644	0,919	0,296	0,756
F pr.	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 wintertarwe is op 5 augustus geoogst. Van een oppervlakte van 3 bij 8 meter is een opbrengst en vochtbepaling uitgevoerd. Hierna zijn er monsters verzameld voor analyse op stikstof- en fosfaatgehalte. Dit om de stikstof en fosfaat afvoer te kunnen berekenen (zie tabel 3.6). Het stro is verhakseld.

Tabel 3.5. Opbrengst en kwaliteit van Wintertarwe, Kollumerwaard 2014.

Bodemverbeteraar	opbr. bij 15 % (ton/ha)	
Agrigyps	12,0	ab
Betacal Carbo	12,1	ab
Biochar hout 5 ton	12,1	ab
Biochar norit	12,3	ab
Brandkalk	12,2	ab
Condit	12,0	ab
Groencompost	12,4	b
Kunstmest	12,4	b
PRP-SOL	12,3	ab
Varkensdrijfmest	12,0	ab
Xurian Optimum	11,8	a
Lsd ¹⁾	0,511	
F pr.	n.s.	

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

Tabel 3.6. Stikstof en fosfaatgehalten en- berekende afvoer wintertarwe, Kollumerwaard 2014.

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	3,8	18,1	41	197
Betacal Carbo	3,8	18,1	41	197
Biochar hout 5 ton	3,7	17,6	41	194
Biochar norit	3,5	17,2	40	199
Brandkalk	3,5	17,1	39	191
Condit	*	*	*	*
Groencompost	3,6	18,3	42	213
Kunstmest	3,5	16,9	41	197
PRP-SOL	3,8	17,2	44	199
Varkensdrijfmest	3,7	17,2	42	194
Xurian Optimum	*	*	*	*

*) er zijn geen gewasmonsters in Condit en Xurian genomen om budgettaire redenen

3.1.6 Na de oogst

Na de oogst van wintertarwe op 1 augustus, is op 6 augustus stro op 15 cm diepte ingewerkt met Vogel&Noot grondbewerkingsmachine. Op 7 augustus is de gele mosterd gezaaid. Op 12 augustus is de 1^e najaar N-min monsternamen genomen. Op 19 augustus is er 80 kg N gestrooid. Op 24 september is de 2^e najaar N-min monsternamen genomen. De resultaten van beide bemonsteringen worden in de rapportage van 2015 beschreven.

Op 7 november zijn bodemverbeteraars Compost, PRP-sol en Xurian Optimum opgebracht. Aansluitend is op 7 november het perceel geploegd.

3.2 Lelystad

3.2.1 Uitvoering najaar 2013

Na de oogst van de peen op 21 oktober is op 30 oktober de 1^e najaar N-min monstername uitgevoerd. 4 december is de 2^e najaar N-min monstername uitgevoerd. In tabel 3.7 staan de uitslagen van de monsternames beschreven.

Op 15 November zijn PRP-SOL en Compost gestrooid. Op 12 december is Xurian gespoten en aansluitend is het perceel geploegd.

Tabel 3.7 **Stikstofvoorraden per object (kg N/ha) in de lagen 0-30 en 30-60 cm najaar 2013.**

Lelystad	Bodemverbeteraar	Mest najaar	N-min 30 oktober 2013			N-min 4 december 2013		
			0-30	30-60	0-60	0-30	30-60	0-60
	Agripyps	Nee	3	6	9	5	3	8
	BactoFil	Nee	3	3	6	9	3	12
	Betacal carbo	Nee	3	8	11	5	3	8
	Biochar hout 2,5 ton	Nee	7	3	10	6	9	15
	Biochar hout 5 ton	Nee	3	4	7	7	5	13
	Brandkalk	Nee	3	15	18	3	9	12
	Condit	Nee	x	x	x	x	x	x
	Groencompost	Nee	5	3	8	8	5	13
	Kunstmest	Nee	3	5	8	6	4	10
	PRP-SOL	Nee	3	8	11	7	3	10
	Varkensdrijfmest	Nee	3	4	7	8	4	11
	Xurian Optimum	Nee	x	x	x	x	x	x

3.2.2 Groeiseizoen 2014

4 maart is de bodemstikstofvoorraad in de laag 0-60 cm gemeten. De gemeten stikstofvoorraden staan in tabel 3.8. Op 14 maart zijn de bodemverbeteraars gestrooid en op 17 maart is BactoFil gespoten. Aansluitend is op 17 maart het perceel gezaaid 150 kg/ha zomertarwe, ras Tibalt. Op 8 april is nogmaals BactoFil gespoten, omdat er twijfel over kwaliteit van het product was ontstaan.

Tabel 3.8 **Stikstofvoorraden per object (0-60 cm, kg N/ha), in Lelystad op 4 maart 2014.**

Bodemverbeteraar	kg N per ha
Agripyps	12
BactoFil	10
Betacal Carbo	14
Biochar hout 2,5 ton	12
Biochar hout 5 ton	14
Brandkalk	12
Condit	11
Groencompost	14
Kunstmest	10
PRP-SOL	12
Varkensdrijfmest	11
Xurian Optimum	11

3.2.3 Bemesting

11 april is de 1^e basisbemesting met stikstof uitgevoerd. In het groeiseizoen, zijn er geen aanvullende stikstofgiften gegeven.

Per object (bodemverbeteraar + kunstmest) is de totale hoeveelheid stikstof, fosfaat en kali niet overal gelijk. Bij BactoFil 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 2014.**

Lelystad	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
	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	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	0	0	120	108	0	0
BactoFil	80	40	30	30	0	0	0	0	30	30	0	0	120	70	30	30
Betacal Carbo	0	6	21	2	0	0	0	0	106	106	0	0	120	112	21	2
Biochar hout 2,5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	108	108	0	0	120	108	0	0
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	106	106	0	0	120	106	0	0
Brandkalk	0	0	0	0	0	0	0	0	108	108	0	0	120	108	0	0
Condit	70	70	10	20	0	0	0	0	39	39	0	0	120	109	10	20
Groencompost	0	60	28	60	0	0	0	0	106	106	0	0	120	166	28	60
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	110	110	0	0	120	110	0	0
PRP-SOL	0	0	0	0	0	0	0	0	108	108	0	0	120	108	0	0
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	0	0	0	0	109	109	0	0	120	109	0	0
Xurian Optimum	0	0	0	0	0	0	0	0	109	109	0	0	120	109	0	0

3.2.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Na de zaaibedbereiding zijn geen waarnemingen uitgevoerd naar bodemstructuur.

Gewaswaarnemingen

Gedurende het groeiseizoen zijn er gewaswaarnemingen uitgevoerd. Tabel 3.10 zijn deze waarnemingen weer gegeven.

Tabel 3.10. Gewas waarnemingen zomertarwe, Lelystad 2014

Bodemverbeteraar	kleur 16 april	stand 1 mei	kleur 1 mei	stand 23 mei	kleur 23 mei	stand 20 juni	kleur 20 juni	Septoria 20 juni	graan haantje 20 juni	stand 4 juli	kleur 4 juli	groen 17 juli	legeren 17 juli	legeren 4 aug
Agrigyps	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,8	8,7	2,0	11,7	8,0	7,0	11,7	0,0	3,0
BactoFil	7,0	7,0	6,3	4,0	5,0	4,3	3,7	0,5	3,7	3,0	1,0	1,7	0,0	3,0
Betacal Carbo	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,8	8,7	2,3	13,3	7,8	6,8	10,0	0,0	3,0
Biochar hout 2,5 ton	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,7	8,7	2,3	10,7	8,0	7,0	8,7	0,0	3,0
Biochar hout 5 ton	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,8	8,5	2,3	8,0	8,0	7,0	13,3	0,0	3,0
Brandkalk	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,2	8,5	2,3	11,7	8,2	6,8	10,0	0,0	3,0
Condit	9,0	10,0	9,0	7,0	7,7	8,3	7,0	2,7	9,0	6,7	6,2	15,0	0,0	3,0
Groencompost	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,7	8,7	2,3	13,3	8,2	6,8	11,7	0,0	3,0
Kunstmest	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,7	8,5	2,7	15,0	7,8	6,8	10,0	0,0	3,0
PRP-SOL	7,0	8,0	8,0	7,7	8,0	8,5	8,3	2,3	8,3	8,0	6,8	11,7	0,0	3,0
Varkensdrijfmest	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,8	2,3	13,3	8,0	7,0	13,3	0,0	3,0
Xurian Optimum	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,2	8,3	3,0	10,0	8,0	6,7	10,0	0,0	3,0
Lsd ¹⁾	*	*	0,282	0,282	0,282	0,655	0,583	1,049	3,806	0,31	0,875	4,218	*	*
F pr.	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	n.s.	n.s.

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). Opmerkelijk was stand van de Condit, die begin van het groeiseizoen erg donkergroen van kleur was en later in het seizoen duidelijk lichter van kleur en onregelmatig in stand werd ten opzichte van andere objecten. BactoFil was hele seizoen erg licht van kleur en bleef erg achter in de groei.

Foto 2.1.1 en 2.1.2: **Gewas verkleuring**



Foto 2.1.1. Kleur en hoogte verschillen.



Foto 2.1.2. Luchtfoto met kleurverschillen in het proefperceel.

3.2.5 Opbrengst en kwaliteit

Het proefveld is geoogst op 5 augustus; 1,5 x 12 meter per plot. Hierna is direct opbrengst en vochtbepaling uitgevoerd (zie tabel 3.11). Vervolgens zijn er monsters verzameld voor analyse op stikstof- en fosfaatgehalte in de droge stof. Dit om de stikstof en fosfaat afvoer te kunnen berekenen (zie tabel 3.12). Bruto veldjes zijn 7 augustus geoogst en het stro is verhakseld.

Tabel 3.11. **Opbrengst zomertarwe, Lelystad 2014 in ton/ha bij 15 % vocht.**

Bodemverbeteraar	opbr. bij 15 % (ton/ha)	
Agrigyps	9,6	cd
BactoFil	5,5	a
Betacal Carbo	9,1	bcd
Biochar hout 2,5 ton	9,5	bcd
Biochar hout 5 ton	9,8	d
Brandkalk	9,0	bc
Condit	8,9	bc
Groencompost	9,5	bcd
Kunstmest	8,8	b
PRP-SOL	9,6	cd
Varkensdrijfmest	9,4	bcd
Xurian Optimum	9,1	bc
Lsd ¹⁾	0,684	
F pr.	<0,001	

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

Tabel 3.12. **Stikstof en fosfaatgehalten en- berekende afvoer zomertarwe, Lelystad 2014**

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	3.7	15.2	30	121
Bactofil	4	13.6	18	62
Betacal Carbo	3.9	15.1	30	114
Biochar hout 2,5 ton	3.9	15.5	31	123
Biochar hout 5 ton	4	15.4	32	125
Brandkalk	3.9	15.3	29	115
Condit	*	*	*	*
Groencompost	3.9	15.4	31	122
Kunstmest	3.9	15.2	29	113
PRP-SOL	3.9	15.4	32	124
Varkensdrijfmest	3.9	15.3	31	121
Xurian Optimum	*	*	*	*

*)er zijn geen gewasmonsters in Condit en Xurian genomen om budgettaire redenen.

3.2.6 Na de oogst

Op 7 augustus zijn de 1^e najaar N-min monsters gestoken en zijn groencompost en PRP-SOL gestrooid. Op 28 augustus is Xurian Optimum toegediend. Aansluitend is op het hele perceel KAS gestrooid en gele mosterd gezaaid. Op 3 november zijn de 2^e najaar N-min grondmonsters gestoken en op 4 november is het perceel geploegd.

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

3.3 Westmaas

3.3.1 Uitvoering najaar 2013

Na de oogst van de wintertarwe op 21 augustus is het stro verhakseld. Op 22 augustus zijn de 1^e najaar N-min grondmonsters gestoken. Op 2 december zijn de 2^e najaar N-min grondmonsters gestoken. De resultaten van beide monsternames staan in tabel 3.13.

Op 18 Oktober zijn de bodemverbeteraars PRP-SOL, Xurian Optimum en groencompost toegediend en ondergewerkt.

Tabel 3.13. **Stikstofvoorraden per object (kg N/ha) 0-30 en 30-60 cm, Westmaas najaar 2013.**

Westmaas	Bodemverbeteraar	N-min 22 augustus 2013			N-min 2 december 2013			
		0-30	30-60	0-60	0-30	30-60	0-60	
	Mest najaar							
	Agrigyps	Nee	10	7	17	4	5	9
	BactoFil	Nee	*	*	*	*	*	*
	Betacal Carbo	Nee	13	7	19	4	6	10
	Brandkalk	Nee	11	6	17	5	8	14
	Condit	Nee	*	*	*	*	*	*
	Groencompost	Nee	16	5	21	6	5	11
	Kunstmest	Nee	11	6	15	5	5	10
	PRP-SOL	Nee	7	5	13	6	7	13
	Varkensdrijfmest	Nee	9	6	15	7	8	14
	Xurian Optimum	Nee	*	*	*	*	*	*

3.3.2 Groeiseizoen 2014

Op 25 februari is per object de N-min monstername uitgevoerd. De stikstofvoorraden staan in tabel 3.14.

Tabel 3.14. **Stikstofvoorraden per object (0-60 cm kg N/ha), Westmaas 25 februari 2014.**

Bodemverbeteraar	kg N per ha
Agrigyps	17
BactoFil	13
Betacal carbo	12
Brandkalk	19
Condit	12
Groencompost	14
Kunstmest	16
PRP-SOL	17
Varkensdrijfmest	16
Xurian Optimum	13

Op 11 maart zijn de bodemverbeteraars Brandkalk, Agrigyps, Condit en Betacal Carbo gestrooid en BactoFil verspoten. Na toepassing zijn alle objecten bewerkt met een sneeg. 20 maart is de proef gezaaid met uien van het ras Hytech in een zaaihoeveelheid van 3,9 eenheden per hectare. 7 April is nogmaals BactoFil gespoten, omdat er twijfel over kwaliteit van het product was ontstaan. Op 1 juli is proef beregend; 20 mm.

3.3.3 Bemesting

De stikstofbemesting is in de vorm van KAS, in drie giften gegeven; op 18 maart, 12 juni en 7 juli. Hierbij is rekening gehouden met de toevoer vanuit de bodemverbeteraars. Op 18 maart is ook kali-60 gestrooid en 10 juli Patenkali. Op 20 maart fosfaat in Tripelsuperfosfaat.

Tabel 3.15 is de bemesting met stikstof, fosfaat en kali beschreven. Naast werkzame giften, is ook de totaalgift per mineraal vermeld.

Tabel 3.15. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Westmaas 2014.

Westmaas	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
	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	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
Bodemverbeteraar																
Agripyps	0	0	0	0	0	0	0	0	158	158	120	220	175	158	120	220
BactoFil	80	40	30	30	0	0	0	0	82	82	95	225	175	122	125	225
Betacal Carbo	0	6	21	2	0	0	0	0	163	163	95	222	175	169	116	222
Brandkalk	0	0	0	0	0	0	0	0	156	156	120	220	175	156	120	220
Condit	105	105	15	30	0	0	0	0	58	58	0	225	175	163	15	225
Groencompost	0	77	33	58	0	0	0	0	161	161	95	220	175	238	128	220
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	159	159	120	220	175	159	120	220
PRP-SOL	0	0	0	0	0	0	0	0	158	158	120	220	175	158	120	220
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	0	0	0	0	159	159	120	220	175	159	120	220
Xurian Optimum	0	0	0	0	0	0	0	0	162	162	120	220	175	162	120	220

3.3.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Er zijn geen waarnemingen naar bodemstructuur uitgevoerd.

Gewaswaarnemingen

Gedurende het seizoen zijn er diverse waarnemingen uitgevoerd. Zie tabel 3.16

Tabel 3.16. Gewaswaarnemingen uien, Westmaas 2014.

Bodemverbeteraar	stand 16 juni	kleur 16 juni	stand 21 juli	kleur 21 juli	kleur 29 juli	gewas 29 juli	strijken% 29 juli	strijken% 8 augustus
Agrigyps	6,7	5,8	6,8	7,3	6,8	6,8	0,0	15,0
BactoFil	6,5	5,8	5,2	5,0	4,3	4,3	0,7	15,0
Betacal carbo	7,3	7,0	7,3	7,8	7,3	7,3	16,7	76,7
Brandkalk	7,0	6,3	6,7	6,5	7,7	7,3	8,3	53,3
Condit	8,2	8,8	7,8	7,8	7,0	7,3	3,3	68,3
Groencompost	7,3	6,8	7,0	6,8	7,3	7,3	5,0	43,3
Kunstmest	7,2	6,5	6,8	7,2	7,5	7,5	1,0	38,3
PRP-SOL	7,5	6,5	6,8	7,0	7,3	7,3	4,3	28,3
Varkensdrijfmest	6,3	6,3	7,2	7,2	7,0	6,7	2,0	43,3
Xurian Optimum	6,2	6,2	5,8	6,8	6,7	6,7	1,3	30,0
Lsd ¹⁾	1,0	1,1	1,0	0,6	1,3	1,4	12,88	36,22
F pr.	<0,05	<0,001	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	n.s.	<0,05

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

3.3.5 Opbrengst en kwaliteit

Op 15 september zijn de veldjes van 1,5 meter breed en 12 meter lang geoogst. Naast de opbrengst per maatsortering (zie tabel 3.17), zijn de monsters onderzocht op stikstof en fosfor om de mineralenafvoer per ha te kunnen berekenen. (zie tabel 3.18).

Tabel 3.17. Opbrengst uien, Westmaas 2014.

Bodemverbeteraar	0-40mm ton/ha	40-60mm ton/ha	60-70mm ton/ha	>70mm ton/ha	opbrengst ton/ha	
Agrigyps	2,9	40,4	17,0	4,7	65,1	bc
BactoFil	2,4	35,7	15,2	3,7	57,0	ab
Betacal carbo	2,1	30,0	17,8	9,3	59,3	abc
Brandkalk	2,2	36,2	18,6	4,9	61,9	abc
Condit	1,3	29,2	18,7	9,2	58,3	ab
Groencompost	1,9	34,4	22,2	10,2	68,7	c
Kunstmest	2,1	35,8	21,7	5,8	65,5	bc
PRP-SOL	2,6	38,4	18,4	7,0	66,4	bc
Varkensdrijfmest	2,3	37,7	17,8	4,5	62,4	abc
Xurian Optimum	2,6	33,3	13,3	4,0	53,2	a
Lsd ¹⁾	0,937	7,244	6,367	5,950	9,468	
F pr.	<0,10	<0,10	n.s.	n.s.	<0,10	

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

Tabel 3.18. Stikstof en fosfaatgehalten en- afvoer uien, Westmaas 2014

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	17.8	22	130
Bactofil	3.2	13.2	21	86
Betacal carbo	2.9	17.4	20	121
Brandkalk	3.1	16.4	22	119
Condit7%N	*	*	*	*
Groencompost	3.4	16.2	26	125
Kunstmest	3.7	18.2	28	136
PRP-SOL	3	17.1	23	133
Varkensdrijfmest	3	16.6	22	119
Xurian Optimum	*	*	*	*

*) Er zijn geen gewasmonsters in Condit en Xurian genomen om budgettaire redenen.

3.3.6 Na de oogst

Na de oogst van de netto velden, zijn op 16 september de bruto velden geoogst. 18 september zijn de 1^e najaar N-min grondmonsters genomen. Op 19 september is het perceel losgetrokken met een cultivator. Op 11 november zijn bodemverbeteraars Xurian optimum, PRP-SOL en groencompost gestrooid. Op 12 november is het perceel geploegd.

Op 2 december zijn de 2^e najaar N-min grondmonsters gestoken. De resultaten van de najaars N-min monsternamen worden beschreven in de rapportage van 2015.

3.4 Valthermond

3.4.1 Uitvoering najaar 2013

Na de oogst van zetmeel aardappelen op 29 oktober, is op 26 november Xurian Optimum opgebracht en alleen object Xurian Optimum bewerkt met een vaste tandcultivator met aandrukrol.

3.4.2 Groeiseizoen 2014

Op 3 maart is de bodemstikstofvoorraad in de laag 0-30 cm gemeten. De stikstofvoorraden staan in tabel 3.19.

Tabel 3.19 **Stikstofvoorraad per object (0-30 cm,kg/ha) , Valthermond 3 maart 2014.**

Bodemverbeteraar	kg N per ha
Biochar ECN	9
Biochar Edinburgh	11
Biochar hout	9
Biochar norit	20
Condit	15
Groencompost	7
Kunstmest	19
PRP-SOL	15
Steenmeel	19
Varkensdrijfmest	16
Xurian Optimum	17

Op 2 april is compost gestrooid en op 3 april Biochar Norit, Biochar hout en Condit. Op 9 april is varkensdrijfmest uitgereden en op 22 april PRP-SOL toegegend.

Het perceel is op 23 april losgetrokken met een vaste tand cultivator. Op 24 april is geploegd en daarna zijn de bieten gezaaid.

30 mei en 2 juni is het perceel geschoffeld en op 13 juni nog een keer aangeard.

3.4.3 Bemesting

15 April is het hele perceel bemest met NaKaMag, 17 April is er KAS gestrooid. Op 18 April zijn de objecten die geen drijfmest hebben gehad, bemest met Tripelsuperfosfaat en 22 april met Patentkali. 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

Tabel 3.21. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Valthermond 2014.

Valthermond	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
	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	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	146	146	55	250	155	146	55	250
Biochar Edinburgh	0	0	0	0	0	0	0	0	144	144	55	250	155	144	55	250
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	146	146	55	250	155	146	55	250
Biochar norit	0	0	0	0	0	0	0	0	135	135	55	250	155	135	55	250
Condit	105	105	15	30	0	0	0	0	35	35	0	220	155	140	15	250
Groencompost	7	74	32	69	0	0	0	0	141	141	23	181	155	215	55	250
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	136	136	55	250	155	136	55	250
PRP-SOL	0	0	0	0	83	118	56	108	57	57	0	142	155	175	56	250
Steenmeel	0	0	0	0	83	118	56	108	53	53	0	142	155	171	56	250
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	83	118	56	108	56	56	0	142	155	174	56	250
Xurian Optimum	0	0	0	0	83	118	56	108	55	55	0	142	155	173	56	250

3.4.4 Waarnemingen

Bodemstructuur

Er zijn geen waarnemingen naar bodemstructuur uitgevoerd.

Gewaswaarnemingen

Overige waarnemingen gedurende het groeiseizoen staan in tabel 3.22

Tabel 3.22. **Waarnemingen stand suikerbieten, Valthermond 2014.**

Bodemverbeteraar	stand 25 aug	stand 3 okt	stand 17 nov
Biochar ECN	7,667	8,000	8,000
Biochar Edinburgh	7,667	7,667	8,000
Biochar hout	8,000	7,667	8,000
Biochar norit	8,000	7,667	8,000
Condit7%N	6,667	7,667	8,000
Groencompost	8,000	8,000	8,000
Kunstmest	7,667	8,000	8,000
PRP-SOL	8,000	8,000	8,333
Steenmeel	6,000	7,000	8,000
Varkensdrijfmest	8,000	7,667	8,000
Xurian Optimum	8,000	8,000	8,000
Lsd ¹⁾	0,593	0,514	0,296
F pr.	<0,001	<0,05	n.s.

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

In het groeiseizoen zijn er geen grote verschillen waargenomen.

3.4.5 Opbrengst en kwaliteit

De suikerbieten zijn op 27 november geoogst. De opbrengstbepaling is gedaan op een oppervlakte van 3 bij 13 meter per plot. Naast opbrengst, zijn monsters onderzocht op bietkwaliteit. Alle resultaten van de opbrengst en kwaliteit staan in tabel 3.23.

Tabel 3.23. **Opbrengst en kwaliteit suikerbieten, Valthermond 2014.**

Bodemverbeteraar	bruto ton/ha	suiker		grond tarra %	K	Na	AminoN	WIN %	financ. €/ha
		%	ton/ha						
Biochar ECN	94,8	18,54	17,58	2,875	30,66	3,241	7,415	92,83	4362
Biochar Edinburgh	101,1	18,48	18,69	2,452	30,66	3,056	8,767	92,67	4622
Biochar hout	96,0	18,46	17,72	3,288	30,59	3,271	7,652	92,77	4376
Biochar norit	97,6	18,78	18,33	2,821	31,04	2,994	7,044	92,95	4571
Condit7%N	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Groencompost	95,8	18,32	17,55	3,433	28,63	3,796	7,821	92,81	4325
Kunstmest	96,7	18,56	17,95	2,577	30,82	3,117	7,686	92,80	4450
PRP-SOL	97,3	18,56	18,06	2,841	29,98	3,457	8,362	92,77	4478
Steenmeel	94,6	18,98	17,95	2,847	31,78	4,815	7,855	92,75	4478
Varkensdrijfmest	98,2	18,46	18,13	3,197	29,47	3,611	9,240	92,66	4471
Xurian Optimum	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Lsd ¹⁾	3,381	0,358	0,555	1,420	2,504	0,795	1,507	0,425	141,3
F pr.	<0,05	<0,05	<0,05	n.s.	n.s.	<0,01	n.s.	n.s.	<0,01

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

*) Er zijn geen opbrengstbepalingen in Condit en Xurian uitgevoerd

3.4.6 Na de oogst

18 november is Xurian optimum toegediend. Aansluitend is hele perceel bewerkt met een cultivator.

3.5 Vredepeel

3.5.1 Uitvoering najaar 2013

Na de oogst van snijmaïs op 16 oktober 2013, is 15 november het bruto veld geoogst. Op 18 november is Xurian Optimum gespoten. Het maïsstro van het proefveld is hierna ingewerkt met de frees en vervolgens is de groenbemester gezaaid.

3.5.2 Uitvoering groeiseizoen 2014

Er is een dubbelteelt van erwt en stamslabonen geweest. In de teelt van de erwten zijn waarnemingen en is een opbrengstbepaling uitgevoerd; in de bonenteelt zijn alleen twee waarnemingen uitgevoerd. In dit verslag staan alleen de resultaten van de teelt van de erwten. Op 19 februari zijn N-min monsters gestoken in 0-60 laag. De gemeten stikstofvoorraden staan in tabel 3.26.

Tabel 3.26. **Stikstofvoorraden per object (0-60 cm,kg N/ha), Vredepeel 19 februari 2014.**

Bodemverbeteraar	kg N per ha
BactoFil	4
Condit	18
GFT-compost	19
Kunstmest	4
PRP-SOL	23
Rundermest	17
Steenmeel	4
Xurian Optimum	18

Op 20 februari is GFT compost en PRP-SOL opgebracht. Hierna zijn beide objecten bewerkt met de frees. 10 maart zijn Condit en BactoFil toegediend en zijn beide objecten direct met een frees ingewerkt.

Op 10 en 13 maart is de basis bemesting uitgevoerd en deze is 17 maart ingewerkt met een vaste tand cultivator. 20 maart is de hoofdgrondbewerking uitgevoerd; ploegen met woelers (18-20 cm. diep) en vorenpakker. Op 24 maart zijn de erwten van het ras Somme gezaaid in een zaaihoeveelheid van 72 kg/ha. BactoFil is 8 april voor 2^e maal gespoten en ingeregend.

Op 19 juni is het perceel met 25-30mm beregend.

3.5.3 Bemesting

Op 20 februari is kali in de vorm van Patentkali gestrooid. 10 maart is de basis bemesting stikstof in de vorm van KAS uitgevoerd en op 13 maart de basis bemesting met dierlijke mest.

Tabel 3.27 is de bemesting met stikstof, fosfaat en kali beschreven. Naast werkzame giften, is ook de totaalgift per mineraal vermeld.

Tabel 3.27. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Vredepeel 2014.

Vredepeel	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
	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	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	80	40	30	30	0	0	0	0	0	0	0	20	84	40	30	50
Condit	50	50	20	40	0	0	0	0	7	7	0	10	50	57	20	50
Dierlijke org. mest	0	0	0	0	37	53	15	63	0	0	0	0	54	53	15	63
GFT	8	77	20	64	0	0	0	0	23	23	0	0	50	101	20	64
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	46	46	0	50	50	46	0	50
PRP-SOL	0	0	0	0	37	53	15	63	0	0	0	0	60	53	15	63
Steenmeel	0	0	0	0	37	53	15	63	9	9	0	0	50	62	15	63
Xurian Optimum	0	0	0	0	37	53	15	63	0	0	0	0	55	53	15	63

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.

Tabel 3.28. **Gewaswaarnemingen van erwten, Vredepeel 2014.**

Bodemverbeteraar	18 april				5 mei				26 mei				24 juni				
	bodem- bedekking %	kleur	stand	ziekte	bodem- bedekking %	kleur	stand	ziekte	bodem- bedekking %	kleur	stand	ziekte	bodem- bedekking %	kleur	stand	ziekte	legering
BactoFil	5,0	8,0	7,5	9,0	20,0	7,5	7,7	9,0	75,0	7,5	7,7	9,0	100,0	8,0	7,7	9,0	77,7
Condit	5,0	8,0	7,5	9,0	25,0	7,5	8,0	9,0	76,7	7,5	7,8	9,0	100,0	8,0	7,7	9,0	89,3
GFT-compost	5,0	8,0	7,5	9,0	25,0	7,5	7,8	9,0	70,0	7,0	7,0	9,0	100,0	8,0	7,8	9,0	71,7
Kunstmest	5,0	8,0	7,5	9,0	21,7	7,5	8,0	9,0	75,0	7,5	7,7	9,0	100,0	8,0	8,0	9,0	40,0
PRP-SOL	5,0	8,0	7,5	9,0	25,0	7,5	8,0	9,0	75,0	7,5	7,5	9,0	100,0	7,8	7,7	9,0	67,7
Rundermest	5,0	8,0	7,5	9,0	26,7	7,5	8,0	9,0	71,7	7,2	7,3	9,0	100,0	8,0	7,7	9,0	66,0
Steenmeel	5,0	8,0	7,5	9,0	23,3	7,5	7,8	9,0	75,0	7,3	7,8	9,0	100,0	8,0	7,8	9,0	72,7
Xurian Optimum	5,0	8,0	7,5	9,0	25,0	7,5	8,0	9,0	76,7	7,5	7,8	9,0	100,0	8,0	7,5	9,0	90,3
Lsd ¹⁾	*	*	*	*	3,24	*	0,302	*	7,117	0,411	0,799	*	*	0,179	0,448	*	49,55
F pr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	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

3.5.5 Opbrengst en kwaliteit

De erwten zijn geoogst op 24 juni. Per plot is een oppervlakte van 1 meter x 2 meter geoogst voor de opbrengstbepaling. Voor de kwaliteitsbepaling is het duizendkorrelgewicht (DKG) en de TM-waarde bepaald. Tabel 3.29 laat de opbrengstcijfers zien. De opbrengsten zijn in vers gewicht en droge stof vermeld.

Tabel 3.29. **Opbrengst van erwten, Vredepeel 2014.**

Bodemverbeteraar	bruto ton/ha		DKG		TM		DS%	
BactoFil	7,3	a	157,0	a	95,0	a	19,8	a
Condit	8,0	ab	169,7	a	94,3	a	20,3	a
GFT-compost	8,1	ab	169,8	a	97,2	a	20,8	a
Kunstmest	10,2	b	167,5	a	96,4	a	20,7	a
PRP-SOL	9,6	ab	164,0	a	97,0	a	20,5	a
Rundermest	8,6	ab	164,9	a	100,0	a	20,8	a
Steenmeel	7,7	ab	153,8	a	92,2	a	20,2	a
Xurian Optimum	7,6	a	148,6	a	91,7	a	20,5	a
Lsd ¹⁾	2,578		27,17		10,38		1,199	
F pr.	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

3.5.6 Na de oogst

Op 26 juni is gewas geklepeld en is de grond met een hakenfrees bewerkt. 27 juni is het perceel geploegd met woelers en op 30 juni zijn stamslabonen gezaaid. 3 juli en 28 juli is stikstof bemest met KAS. Op 12 september zijn de stamslabonen geoogst. 16 september is een stoppelbewerking uitgevoerd. Op 29 september is Xurian Optimum toegepast. De groenbemester is 29 september gezaaid en Xurian Optimum is licht ingewerkt.

3.6 Gewasresultaten proeflocaties 2014

In tabel 3.30 staan de relatieve opbrengsten van de verschillende bodemverbeteraars in 2014 ten opzichte van het referentieobject kunstmest (opbrengst 100%). Voor suikerbieten is de financiële opbrengst weergegeven.

Tabel 3.30. Relatieve opbrengsten per proeflocatie in 2014.

Proeflocatie	Kollummerwaard		Lelystad		Westmaas		Valthermond		Vredepeel	
Gewas	wintertarwe		zomertarwe		uien		suikerbieten		erwten/boon	
Kunstmest	100,0	b	100,0	b	100,0	bc	100,0	abc	100,0	b
Bodemverbeteraar										
Agrigyps	96,8	ab	109,1	cd	99,5	bc				
BactoFil			62,0	a	87,1 *	ab			71,3	a
Betacal carbo	97,8	ab	103,1	bcd	90,6	abc				
Biochar ECN							98,0 *	ab		
Biochar Edinburgh							103,9 *	d		
Biochar hout			107,4	bcd						
Biochar hout	97,6	ab	110,6	d			98,3	ab		
Biochar Norit	98,8	ab					102,7	cd		
Brandkalk	98,1	ab	102,5	bc	94,6	abc				
Condit	96,8	ab	101,4	bc	89,0	ab	100,2	abc	78,7	ab
PRP-SOL	98,7	ab	109,1	cd	101,4	bc	100,6	bc	93,6	ab
Steenmeel							100,6 *	bc	75,2 *	ab
Xurian Optimum	95,3	a	102,7	bc	81,2	a	100,2	abc	74,5	a
Referentie										
Groencompost	99,6	b	107,6	bcd	105,0	c	97,2	a	79,7	ab
Varkens/ Rundveedrijfmest	96,7	ab	106,9	bcd	95,3	abc	100,5	bc	84,7	ab
Lsd 1)	4,115		7,763		14,47		3,174		25,25	
F pr.	n.s.		<0,001		<0,10		<0,01		n.s.	

*) Objecten 2014 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. Op de locaties Kollummerwaard, Westmaas en Vredepeel hebben de meeste bodemverbeteraars ten opzichte van de referentie kunstmest, in 2014 een lagere opbrengst.

Bijlage: Communicatie

Datum	Activiteit
12 februari 2014	Lezing telers Midden Beemster
8 juli 2014	Tussenstand Bodem- en structuurverbeteraars; leveranciersbijeenkomst
9 juli 2014	Artikel Nieuwe Oogst.nu; "Effect bodemverbeteraars moeilijk zichtbaar"
15 juli 2014	Lezing knolselderijtelers Westmaas
8 aug 2014	Artikel Groente en Fruit "Bodem en structuurverbeteraars verhogen de productie nog niet"
28 augustus 2014	Praktijkdag Bodem en verdichting Valthermond
3 september 2014	Biologische velddag Lelystad
december 2014	Nieuwsbrief Bodemverbeteraars nr 7
december 2014	Rapportage bodemverbeteraars 2014