



Effecten bodem- en structuurverbeteraars

Onderzoek op kleigrond 2010-2014

Eindrapportage voor de Provincie Flevoland

Auteurs:

D. van Balen, C.G. Topper, W.C.A. van Geel & J.J. de Haan (PPO-agv)

M.J.G. de Haas & D.W. Bussink (NMI)



WAGENINGEN UR

For quality of life

Effecten bodem- en structuurverbeteraars

Onderzoek op kleigrond 2010-2014

Eindrapportage voor de Provincie Flevoland

Auteurs:

D. van Balen, C.G. Topper, W.C.A. van Geel & J.J. de Haan (PPO-agv)

M.J.G. de Haas & D.W. Bussink (NMI)

© 2015 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: 659
Projectnummer: 3250159600

Financiers:

Productschap Akkerbouw
Ministerie van Economische zaken via de PPS-bodem
Provincie Flevoland
Provincie Groningen
Provincie Drenthe
Provincie Friesland
Europese Unie
Kiemkracht
PRP Benelux
IRS
Agrobio
De Wulf Agro
Triferto

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	7
2 OPZET VAN HET ONDERZOEK EN UITVOERING	8
2.1 Bodemverbeteraars	8
2.2 Proeflocaties	8
2.3 Waarnemingen.....	10
3 RESULTATEN	12
3.1 Bodemkwaliteit	12
3.2 Gewasontwikkeling en opbrengst	15
3.3 Interactieve kennisoverdracht naar de praktijk.....	20
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	21
4.1 Effecten op de bodem.....	21
4.2 Effecten op de gewasopbrengst	21
4.3 Interactieve kennisoverdracht naar de praktijk.....	22
4.4 Conclusies	22
LITERATUUR.....	23
BIJLAGE 1. BESCHRIJVING VAN DE GETESTE BODEMVERBETERAARS	24
B-1.1 Calcium- en/of kalkmeststoffen	24
B-1.2 Producten met micro-organismen of bodemleven stimulerende eigenschappen.....	26
B-1.3 Biochar	28
BIJLAGE 2. TOEGEPASTE BODEMVERBETERAARS PER LOCATIE EN JAAR	29
B-2.1 Kollumerwaard.....	30
B-2.2 Lelystad	31
B-2.3 Westmaas	32
BIJLAGE 3. GEWASOPBRENGSTEN, KWALITEIT EN MINERALENAFVOER.....	33
B-3.1 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2010	33
B-3.2 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2011	35
B-3.3 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2012	38
B-3.4 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2013	41
B-3.5 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2014	44
BIJLAGE 4. AANVOER EN AFVOER N EN P2O5 IN KG/HA	47
BIJLAGE 5. N-MIN VOORJAAR (KG N PER HA)	48
BIJLAGE 6. CA IN BODEMVOCHT (MMOL PER L)	49
BIJLAGE 7. HOT WATER EXTRACTABLE CARBON (HWC) (µG C/G GROND).....	50
BIJLAGE 8. AGGREGAATSTABILITEITSINDEX (-).....	51
BIJLAGE 9. INFILTRATIE IN TIJDSINTERVAL 12,5-15 MINUTEN (MM PER SEC).....	52
BIJLAGE 10. BEREKENDE BULKDICHTHEID (GRAM PER CM3).....	53

BIJLAGE 11. RESULTATEN BODEMBIOLOGISCH ONDERZOEK 2010 EN 2012	54
BIJLAGE 12. OVERZICHT COMMUNICATIE-ACTIVITEITEN	60

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 (Kollumerwaard, Lelystad en Westmaas). In deze proeven zijn bouwplannen toegepast die gangbaar zijn voor de betreffende regio. In deze proeven zijn 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 zijn vergeleken met 3 referenties: alleen kunstmest, drijfmest met kunstmest en groencompost met kunstmest.

De volgende producten zijn getest op de betreffende kleilocaties:

- 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), twee soorten:
 - Biochar hout,
 - Biochar norit

In 2010 is op alle proeflocaties de uitgangssituatie van de bodem bepaald (nulmeting), zowel chemisch, fysisch als biologisch. In 2013 zijn de bodemeigenschappen opnieuw bepaald. In 2015 zijn deze bemonsteringen herhaald.

In een aanpalend project zijn een aantal van deze middelen ook getest op een dalgrond- (Valthermond) en een zandgrond (Vredepeel).

Resultaten

Effecten op de bodem

Over de jaren heen zijn er slechts beperkte effecten gevonden van bodemverbeteraars op de gemeten fysische, chemische en biologische bodemparameters. Van de fysische parameters lijken de verzadigde

doorlatendheid en aggregaatstabiliteit het meest onderscheidend te zijn. Bulkdichtheid en indringingsweerstand gaven geen verschillen tussen de behandelingen te zien. Bij de bodemchemische metingen is de CEC-bezetting de meest onderscheidende parameter evenals het Ca-gehalte in het bodemvocht en HWC. Oorzaak van gebrek aan verschillen in de gemeten parameters kan zijn dat de bodemkwaliteit op de proeflocaties relatief goed was en/of dat de gebruikte producten weinig invloed hebben op de bodemkwaliteit.

Tussen de objecten traden er beperkte verschillen op in N-min-voorraad na de oogst. In deze proef is conform de huidige bemestingsadviezen bemest. Dit leidde gemiddeld tot N-min gehalten na de oogst <35 kg N/ha (laag 0-60 cm). Bij deze niveaus blijft N-uitspoeling meestal duidelijk beneden 50 mg nitraat per liter.

Effecten op de gewasopbrengst

De effecten op de gewasopbrengst waren niet eenduidig. In sommige proeven werd een significante opbrengstverhoging of -verlaging gevonden van bepaalde bodemverbeteraars, maar deze effecten waren niet structureel. Veelal was er geen duidelijk effect op de opbrengst. Ook waren er geen tot geringe verschillen in gewasstand.

Bij Bactofil en Condit was er sprake van een verstrengeling met stikstofbemesting. Daardoor kan het effect van deze producten als bodemverbeteraar niet goed worden afgeleid van de gewasgroei- en opbrengst. Om na te gaan in hoeverre de stikstofbemesting bij toepassing van deze producten moet worden aangepast, zijn gedetailleerde bemestingsproeven nodig.

Conclusies

Een goede bodemstructuur is zeer belangrijk voor een goede opbrengst en een goede bewerkbaarheid en sponswerking van gronden. Daarmee neemt de droogtegevoeligheid af en is er minder risico op piekafvoeren van water.

Er zijn veel producten op de markt die claimen de bodemstructuur te verbeteren. In deze zes jaar durende proef zijn diverse producten getoetst en vergeleken ten opzichte van de reguliere landbouwpraktijk. Na vijf jaar kon van geen van de bodemverbeteraars betrouwbaar worden aangetoond dat deze een meerwaarde hebben voor opbrengst of bodemkwaliteit.

1 Inleiding

Intensieve bouwplannen, steeds zwaardere mechanisatie, uitloging (zoals calciumuitspoeling), piekneerslagen en de schaalvergroting in de landbouw leiden tot vermindering van de fysische bodemvruchtbaarheid en de structuur van de bodem. Dit leidt tot 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 de 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 speelt 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 zijn daarom getoetst op drie kleilocaties en in een aanpalend project op een dal- en een zandlocatie. Door de specifieke problemen per grondsoort en het te verwachten effect van een bodemverbeteraar is er per locatie bekeken welke objecten er aangelegd dienden te 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 meewerkten en meefinancierden aan dit langjarig onderzoek, waaronder de Provincie Flevoland.

Doel van het onderzoek was om vast te stellen of bodem- en structuurverbeteraars een positief effect hebben op de bodemstructuur, de gewasopbrengst en het risico van af- en uitspoeling van mineralen. Daarvoor zijn in een zesjarig onderzoek acht producten onderzocht op drie kleilocaties (te Lelystad, Westmaas en Kollumerwaard). Een overzicht van deze producten en de opzet van het onderzoek staat in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek samengevat. In hoofdstuk 4 worden de resultaten bediscussieerd en worden conclusies getrokken.

In dit rapport wordt het onderzoek van de jaren 2010 t/m voorjaar 2015 in het kort beschreven. Een uitgebreide rapportage per jaar en proeflocatie is weergegeven in de jaarverslagen van het onderzoek (Paauw et al. 2010, Paauw et al. 2011, Paauw et al. 2012, Paauw et al. 2013 en Topper et al. 2014). Verder is n.a.v. de bodemmetingen nog een stageverslag verschenen (Van der Spek 2015).

2 Opzet van het onderzoek en uitvoering

2.1 Bodemverbeteraars

In een zesjarig onderzoek zijn acht producten onderzocht op drie kleilocaties (Lelystad, Westmaas en Kollumerwaard). De volgende producten zijn 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 opgenomen, niet in Kollumerwaard)
- Overige producten
 8. Biochar (verkoold organische stof van diverse oorsprong)
 - Biochar hout 2,5 ton/ha/jaar (Lelystad)
 - Biochar hout 5 ton/ha/jaar (Lelystad en Kollumerwaard)
 - Biochar Norit (Kollumerwaard)

De producten zijn allen toegepast in een vruchtwisseling met gebruik van (varkens)drijfmest en kunstmest (behalve de Biochar en BactoFil en sinds 2013 Condit, deze zijn zonder organische mest toegepast).

De producten zijn vergeleken met drie “gangbare” bemestingsstrategieën:

9. Toepassing van alleen kunstmest
10. Varkens-/rundveedrijfmest (+ kunstmest)
11. Groencompost/GFT (+ kunstmest)

In 2015 zijn er minder bodemmetingen aan de behandelingen Xurian, Biochar en Condit uitgevoerd omdat de financiële bijdrage van de leveranciers van deze producten voortijdig is gestopt. In Bijlage 1 is een uitgebreide beschrijving van de bodemverbeteraars opgenomen.

2.2 Proeflocaties

Het onderzoek is uitgevoerd op drie verschillende proeflocaties:

- Lelystad (centrale zeekleigebied): een matig lichte, kalkrijke zavelgrond met 2,0% organische stof. De grond is matig slempgevoelig en onder de bouwvoor van het proefveld zit een in enige mate verdichte laag (een ploegzool).
- Kollumerwaard (noordelijk zeekleigebied): een kalkrijke, lichte kleigrond met 3,5% organische stof. Ondanks het vrij hoge gehalte aan organische stof is deze grond matig slempgevoelig.
- Westmaas (zuidwestelijke kleigebied): een zandige, kalkrijke, zware zavelgrond met 2,3% organische stof. De grond op het proefveld is enigszins moeilijk bewerkbaar (stug).

De in het onderzoek opgenomen bodemverbeteraars verschilden per proeflocatie. De leveranciers van de bodemverbeteraars hebben aangegeven op welke grondsoort hun producten een goede werking hebben. In bijlage 2 is een overzicht opgenomen van toegepaste producten en giften per locatie per jaar. In een aantal gevallen zijn de bodemverbeteraars gecombineerd met een drijfmestgift, omdat dit aansluit bij het gebruik in de praktijk. Ook dit is nader aangegeven in bijlage 2.

Omdat een aantal bodemverbeteraars nutriënten voor de plant bevat en andere niet, is de nutriëntenaanvoer van werkzame stikstof, fosfaat en kali bij alle objecten voor zover mogelijk tot eenzelfde niveau aangevuld met kunstmest. Er zijn echter ook leveranciers van bodemverbeteraars die dit expliciet niet wilden (Condit,

Bactofil). De leveranciers van Condit en Bactofil claimen een betere stikstofwerking door toepassing van hun product. De leverancier van Bactofil claimt tevens een betere fosfaat- en kalibeschikbaarheid.

De totale hoeveelheid bodemverbeteraar die in de periode 2010 tot en met 2015 is toegepast is niet voor alle locaties gelijk (tabel 1). Zo zijn niet alle middelen op alle locaties beproefd en ook bepaalde het betreffende gewas de hoeveelheid bodemverbeteraar die werd gebruikt. In de praktijk worden er soms grotere hoeveelheden van een product toegepast. In deze proef werd rekening gehouden met aanvoer van overige mineralen (bv zwavel in Agrigyps) of het spreiden van een gift over de jaren (compost). De hoeveelheid drijfmest die is toegepast in Lelystad en Westmaas is door omstandigheden en gewassenkeuze achtergebleven ten opzichte van de planning bij aanvang van de proef.

Tabel I. De cumulatieve hoeveelheid product over de periode 2010 tot en met 2015

Bodemverbeteraar	eenheid	Lokatie		
		Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas
Agrigyps	kg/ha	10380	10380	10380
Bactofil	kg/ha		3	2
Betacal carbo	kg/ha	14310	14310	14310
Biochar hout 2,5 ton/ha	kg/ha		15000	
Biochar hout 5 ton/ha	kg/ha	30000	30000	
Biochar Norit	kg/ha	25000		
Brandkalk	kg/ha	6710	6710	6710
Condit 7%N	kg/ha	7500	8000	8000
GFT	kg/ha	54000	54000	54000
Kunstmest	kg/ha	0	0	0
PRP-SOL	kg/ha	1350	1350	1350
Varkensdrijfmest	m ³ /ha	70	15	15
Xurian Optimum	kg/ha	6.75	5.85	5.85

2.3 Waarnemingen

Op de drie onderzoekslocaties zijn verschillende waarnemingen en metingen gedaan aan bodem en gewas. In bijlage 12 is gedetailleerd weergegeven hoe deze zijn uitgevoerd. Voor een gedetailleerde beschrijving van de proefuitvoering en de waarnemingen wordt verwezen naar de jaarrapporten (zie literatuurlijst).

Bodemonderzoek

In 2010, 2012 en 2015 zijn zowel fysische, chemische als biologische bodemmetingen uitgevoerd om de uitgangssituatie vast te leggen en de ontwikkeling in de tijd te volgen van de verschillende toepassingen van bodem- en structuurverbeteraars. Eventuele veranderingen in de bodemparameters zijn onderzocht. Daarnaast is ook het N-min gehalte gemeten na de oogst. In Tabel 1 is weergegeven welke parameters zijn onderzocht. Tussentijds zijn er bijstellingen geweest in de uit te voeren bodemmetingen bijvoorbeeld omdat in 2012 bleek dat bepaalde parameters geen zeggingskracht hadden, te hoge kosten hebben of tussentijds niet veranderen zoals textuur. De fysische metingen kunnen een indruk geven of de structuur wijzigt door de opgelegde benadelingen. Een goede bodemstructuur wordt gekenmerkt door een goede doorlatendheid, geen hoge indringingsweerstand (belemmeren wortelgroei) een kruimelige structuur (foto 1) en stabiele bodemaggregaten. Met chemische metingen is vast te stellen of er bodemvruchtbaarheidsverschillen zijn ontstaan en of de randvoorwaarden voor een goede bodemstructuur zijn verbeterd zoals een hoge Ca-bezetting aan het adsorptiecomplex, het organisch stofgehalte en de stabiliteit van organische stof en de pH. De bodembioïologie (zoals aanwezigheid van schimmels, bacteriën en wormen) heeft eveneens invloed op de bodemstructuur. Echter bodembioïologische metingen zijn vaak geen routine metingen, relatief duur en nog niet eenduidig te interpreteren.

In 2015 zijn bodemmetingen aan de behandelingen Xurian, Biochar en Condit veelal niet uitgevoerd, omdat de financiële bijdrage van de toeleveranciers voortijdig is gestopt.

Tabel 1. Uitgevoerde bodemmetingen op de locaties Lelystad, Westmaas en Kollumerwaard

	2010	2012	2015
Fysisch			
Textuur	X		
Bulkdichtheid	X		x*
Doorlatendheid		x	x
Indringingsweerstand	X	x	x
Visuele waarneming bodemstructuur (Spade test)	X	x	
Aggregaatstabiliteit		x	x
Chemisch			
Algemeen chemisch grondonderzoek	X	x	x**
Ca in bodemvocht		x	x
CEC grootte en bezetting, pH, EC	X	x	x
Fractie hydrofoob organische stof;	X	x	
Heet water extraheerbaar koolstof (HWC)	X	x	x
Minerale stikstof na de oogst	X	x	x
Biologisch			
Schimmel- en bacteriehoeveelheid	x	x	

* is alleen uitgevoerd op de locatie Lelystad

** wordt uitgevoerd herfst 2015



Figuur 1. Kruimelige bodemstructuur.

N-min metingen

Naast bovenstaande bepalingen zijn N-min metingen gedaan. Direct na oogst en circa zes weken na de oogst is de voorraad N-min in de laag 0-60 cm bepaald om na te gaan of de N-bemesting op het goede niveau was en in hoeverre stikstof beschikbaar is voor uitspoeling. Ook is de N-min voorraad in het voorjaar bepaald. De N-bemesting is hier op afgestemd.

Gewasontwikkeling, opbrengst en kwaliteit

Tijdens het groeiseizoen zijn per object de kleur en stand van het gewas beoordeeld. Bij de oogst zijn de opbrengst en kwaliteit van het gewas bepaald.

Afvoer stikstof en fosfaat met geoogst product

Op de kleilocaties is gemeten hoeveel stikstof en fosfaat er in het geoogste product is opgenomen c.q. is afgevoerd (inclusief de eventuele afvoer met het bijproduct zoals stro). Aan de hand hiervan is het effect van de bodemverbeteraar op de stikstofefficiëntie beoordeeld en is het stikstof- en fosfaatoverschot berekend.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de verschillende locaties en jaren samengevat. Een uitgebreid overzicht van de resultaten van de bodemmetingen staan in bijlage 5 t/m 12 en een uitgebreid overzicht van de gewasopbrengsten, de kwaliteit en de stikstof- en fosfaatafvoer staan in bijlage 3 en 4. In bijlage 12 is een overzicht van de communicatie-activiteiten gegeven.

3.1 Bodemkwaliteit

In het algemeen laten de bodemmetingen per parameter (zie tabel 1) slechts 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:

Bodemfysische parameters

De resultaten van de textuurmetingen en van de spadeproef zijn niet in de resultaten meegenomen. Veranderingen in textuur zijn niet te verwachten met de toegepaste bodemverbeteraars. De spadeproef bleek niet geschikt om subtiele verschillen in bodemgesteldheid in kaart te brengen. Er is gekeken naar een alternatieve meetmethode maar deze was alleen geschikt voor onbewerkte bodems.

Doorlatendheid

De doorlatendheid verschilt sterk per locatie en ook komen er grote schommelingen voor per behandeling over de locaties. Na 5 jaar lijkt op de doorlatendheid bij gebruik van Agrigyps en Brandkalk beter te zijn dan de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschilden niet duidelijk van de referentie kunstmest. In 2012 was het beeld nog gevarieerder (Bijlage 9). Daar leek de doorlatendheid met Agrigyps en PRP-Sol beter te zijn dan ten opzichte van de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschilden niet met die van de referentie kunstmest. In beide meetjaren lijkt Agrigyps positief uit te werken op de doorlatendheid.

Tabel 2. De gestandaardiseerde doorlatendheid ten opzichte van de kunstmestbehandeling in 2015.

Behandeling	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	Gemiddeld
Agrigyps	2,4	0,5	1,8	1,6
Betacal Carbo	1,1	0,9	1,0	1,0
Brandkalk	2,0	0,9	0,8	1,3
PRP-SOL	1,7	1,1	0,5	1,1
Bactofil	0,0	0,8	0,5	0,6
<i>Kunstmest</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>
Drijfmest	1,4	0,7	1,3	1,1
Groencompost	1,4	0,5	0,8	0,9



Aggregaatstabiliteit

De metingen in 2015 (tabel 3) laten zien dat gemiddeld de behandelingen die in drievoud zijn gemeten nauwelijks afwijken (minder dan 10% verschil) van de referentiebehandeling kunstmest, hoewel er per locatie wel verschillen kunnen zijn tussen de behandeling en referentie. De resultaten van de relatieve aggregaat stabiliteitsindex (ASI) bepaling (zie bijlage 8) laat zien dat op Kollumerwaard en Westmaas voor veel behandelingen er sprake is van een toename in aggregaatstabiliteit.

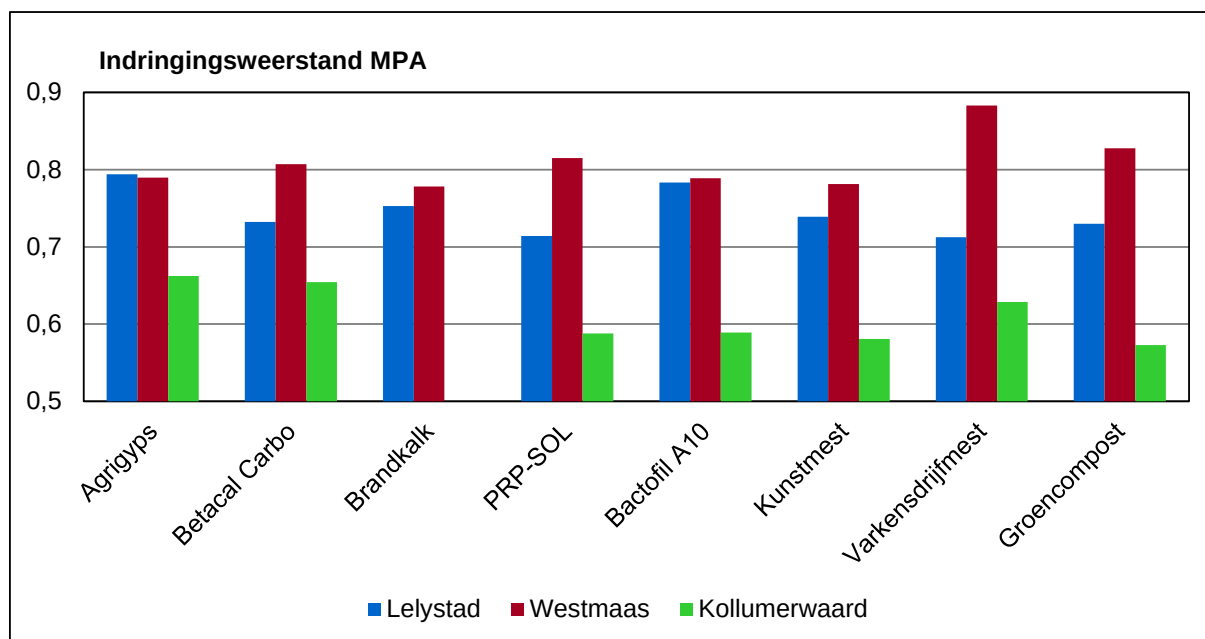
Tabel 3: De relatieve aggregaat stabiliteitsindex ASI in 2015 ten opzichte van kunstmest (%).

Behandeling	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	Gemiddeld
Agrigyps	93	113	124	107
Betacal carbo	104	99	107	104
Brandkalk	92	101	97	96
PRP-SOL	93	101	111	101
BactoFil		104	118	94
<i>Kunstmest</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Drijfmest	100	93	124	105
Groencompost	101	91	107	100

Indringingsweerstand

De indringingsweerstand dient duidelijk onder de 3,0 MPa te blijven voor een goede wortelgroei. Het bepalen van de indringingsweerstand lijkt onvoldoende onderscheidend te zijn om de effecten van bodemverbeteraars te kunnen meten. Bovendien is de veldvariatie erg groot. In 2012 lijkt de indringingsweerstand bij Betacal Carbo en drijfmest hoger te zijn dan bij de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschillen niet van de referentie kunstmest. Metingen in 2015 (figuur 2) laten in de top laag (0-30cm) geen structurele verschillen zien tussen de behandelingen, gemiddeld over de drie kleilocaties. De indringingsweerstand blijft ruim onder de 1,0 MPa. Per locatie zijn er ook geen consistente verschillen tussen de behandelingen. Wel worden per locatie incidenteel verschillen tussen behandelingen gevonden. De verschillen kunnen worden toegeschreven aan de ruimtelijke variatie. Het mogelijk effect van de bodemverbeteraars op de indringingsweerstand kan worden gemaskeerd door de uitgevoerde grondbewerkingen (poten, rugopbouw).

Over de laag 30-70 zijn per locatie geen verschillen tussen behandelingen gemeten. Gemiddeld bedraagt de indringingsweerstand over deze laag voor de locaties Lelystad, Westmaas en Kollumerwaard respectievelijk 1,7, 2,3 en 2,3 MPa.



Figuur 2. Gemiddelde indringingsweerstand 0-30 cm in voorjaar 2015, MPa.

Bulkdichtheid

In 2010 bedroeg de bulkdichtheid (dichtheid stoofdrome grond) gemiddeld over de drie locaties over de laag 12-27cm ongeveer 1,37 g/cm³ met maar kleine verschillen tussen locaties. In 2015 is de bulkdichtheid alleen op de locatie Lelystad gemeten. Deze was ongeveer 0,2 g/cm³ hoger dan in 2010. Tussen de behandelingen was er geen significant verschil. De laagste bulkdichtheid werd gemeten bij Agrigyps en PRP-sol. Opvallend was wel dat in 2015 de ondergrond een lagere bulkdichtheid werd gemeten dan in de bouwvoor. Deze dichtheid was gelijk aan die van 2010 (zie bijlage 10).

Bodemchemisch

Het grondonderzoek in 2015 vindt plaats na de aardappeloogst van 2015. Daarom worden alleen de resultaten van 2010 en 2012 besproken, met uitzondering van Hot Water extractable Carbon (HWC) en Ca in bodemvocht die wel in het voorjaar van 2015 zijn gemeten. HWC bestaat voor een groot deel uit polysacchariden van microbiële oorsprong (mucagel, slijm). Polysacchariden hebben een kittende werking en dragen zo bij aan aggregaatstabiliteit (J. Bloem, pers med., 2012). Polysacchariden zijn tevens voedingsbron voor microbiële bodemleven en kunnen op deze manier ook bijdragen aan de bodemstructuur. In 2015 is de HWC voor de behandeling groencompost op alle drie de locaties hoger dan de referentie kunstmest. Gemiddeld zijn de behandeling groencompost, Betacal Carbo en PRP-Sol respectievelijk 30%, 10% en 10% hoger dan de referentie kunstmest. De andere behandelingen verschilden niet van die van kunstmest met uitzondering van brandkalk. Met brandkalk was de HWC op twee van de drie locaties ongeveer 20% lager (zie bijlagen 6 en 7).

De Ca-extractie liet voor de behandelingen met Agrigyps, Brandkalk en Betacal Carbo hogere analyse waarden zien dan de referentie kunstmest. Dit is ook te verwachten daar bij deze behandelingen gemakkelijk beschikbaar kalk wordt toegevoerd. De andere behandelingen verschilden niet systematisch van de referentie.

In het algemeen zijn geen duidelijke verschillen tussen de jaren 2010 en 2012 vastgesteld.

Op basis van de gegevens van 2012 is de pH bij Betacal Carbo licht gestegen ten opzichte van de referentie kunstmest. Dit was de verwachting aangezien bekend is dat dit product een pH verhogend effect heeft. Bij Brandkalk is geen pH-stijging gemeten. Op de andere behandelingen is deze ongeveer gelijk aan die van de referentie kunstmest.

De CEC-waarden zijn vrijwel gelijk aan die van 2010 en verschillen niet tussen behandelingen binnen een locatie. De Ca-bezetting op de kleilocaties is gedaald bij de behandeling met Brandkalk door een groot aandeel MgO in Brandkalk, hetgeen 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%. In het algemeen geldt dat een hogere Ca-bezetting een betere bodemstructuur oplevert. Het Ca-gehalte in het bodemvocht was op de behandeling met Agrigyps hoger dan voor de andere behandeling, die ongeveer eenzelfde niveau vertoonden. Meer Ca in het bodemvocht is gunstig voor de structuur, echter vanuit bemestingsoogpunt kan een hoog Ca-gehalte nadelig werken op de opname van andere nutriënten.

Hydrofobe organische stof is in verband gebracht met aggregaatstabiliteit en daarmee is meer hydrofobe organische stof dus gunstig voor de bodemstructuur. De waterafstotende werking zorgt er voor dat aggregaten minder snel uiteenvallen door indringend water. Op de drie kleilocaties was er geen consistent verschil tussen de behandelingen. De hoeveelheid hydrofiële organische stof was echter voor vrijwel alle behandelingen hoger dan van de referentie kunstmest.

Bodembiologisch

De schimmel-bacterieverhouding liet in 2012 geen consistent beeld van verschillen zien tussen behandelingen, op de drie kleilocaties. Deze meting is in 2015 niet herhaald.

N-min metingen

Een betere bodemstructuur kan leiden tot een betere groei en daarmee tot een betere nutriëntenbenutting. N-min metingen in het najaar geven een indruk of stikstof beter benut is mits de stikstofbemesting exact gelijk geweest is over alle behandelingen. Dat laatste is bij gebruik van organische producten zoals mest en compost niet met zekerheid vast te stellen.

De N-min metingen die in het najaar zijn uitgevoerd direct na de oogst en 1-2 maanden na de oogst laten gemiddeld over alle jaren weinig verschillen zien tussen de behandelingen (Tabel 4). Het niveau schommelt tussen 20-30 kg per ha per laag van 60 cm. Gemiddeld blijft de hoeveelheid N-min duidelijk beneden de 35 kg N/ha. De hoogste waarden zijn gevonden bij de inzet van Groencompost en Betacal Carbo. Deze bevatten mineraliseerbare organische stikstof, waarbij de mineralisatie ook na de oogst nog doorgaat.

Tabel 4. De N-min waarden gemiddeld over de laag 0-60 cm en op 2 meettijdstippen na de oogst over 5 meetjaren en de maximumwaarde die gemeten over 5 meetjaren in de laag 0-30 of 30-60 cm.

Behandeling	Gemiddeld				Maximum			
	Kol	Lely	West	Gem	Kol	Lely	West	Gem
Agrigyps	30	19	25	25	36	48	29	38
Betacal Carbo	50	20	27	32	157	55	40	84
Brandkalk	30	19	26	25	18	44	35	32
PRP-SOL	26	19	23	23	19	44	29	31
Condit 5%	29	18	21	23	11	27	5	14
Xurian	27	26	22	25	16	44	11	24
Bactofil A10	24	14	22	20	20	26	23	23
Biochar hout 2.5		20				46		
Biochar hout 5.0	25	22			19	53		
Kunstmest	24	22	24	23	12	53	29	31
Drijfmest	24	21	27	24	16	47	33	32
Groencompost	37	19	27	28	58	39	32	43

3.2 Gewasontwikkeling en opbrengst

Veelal waren er geen tot geringe verschillen in gewasstand tussen de toegepaste bodemverbeteraars. Bij Condit en Bactofil was de gewasstand of –kleur soms minder goed door een lagere N-bemesting. Bij Condit is verder de indruk dat de gewasstand ook wel eens slechter was doordat de stikstof niet snel genoeg vrij kwam voor het gewas.

In tabellen 6 t/m 10 staan de relatieve opbrengsten van de verschillende bodemverbeteraars per locatie en jaar ten opzichte van het referentieobject kunstmest (opbrengst 100). Voor suikerbieten is de financiële opbrengst weergegeven. In tabel 5 zijn de effecten op de opbrengst samengevat. Tabel 11 bevat een overzicht met de gemiddelde opbrengsten per object over de jaren en locaties over alle locaties en specifiek voor kleigrond en zandgrond.

Tabel 5. **Samenvatting van de effecten van de bodemverbeteraars op de marktbaar opbrengst ten opzichte van de referentieobjecten met kunstmest en drijfmest**

Jaar	Gewas	Betrouwbare opbrengstverschillen ten opzichte van			
		kunstmest		drijfmest	
		Hoger	lager	Hoger	lager
Kollumerwaard					
2010	zomertarwe	Agrigyps Brandkalk PRP-SOL Condit Xurian Drijfmest	geen	Geen	Biochar hout, kunstmest groencompost
2011	pootaardappel ¹	Drijfmest	geen	Geen	kunstmest
2012	wintertarwe	Agrigyps Betacal carbo	geen	Geen	groen compost
2013	suikerbiet ²	Geen	geen	Geen	geen
2014	wintertarwe	Xurian	geen	Geen	geen
Lelystad					
2010	zomergerst	Geen	geen	Geen	geen
2011	suikerbiet ²	Geen	geen	Geen	geen
2012	zaaiui	Geen	geen	Geen	geen
2013	winterpeen	Geen	geen	Geen	geen
2014	zomertarwe	Agrigyps PRP-SOL Biochar hout	Bactofil	Geen	Bactofil
Westmaas					
2010	zomergerst	Agrigyps PRP-SOL Xurian	geen	Geen	geen
2011	cons. aardappel	Geen	geen	Geen	geen
2012	suikerbiet	Geen	geen	Geen	geen
2013	wintertarwe	Geen	geen	Geen	geen
2014	zaaiui	Geen	Xurian	Geen	geen

¹ opbrengst in de maat 28-55 mm

² financiële opbrengst

Tabel 6. **Relatieve opbrengsten per proeflocatie in 2010.**

Bodemverbeteraar	Kollumerw. zomertarwe	Lelystad zomergerst	Westmaas Zomergerst
Agrigyps	108	101	119
Betacalcarbo	104	103	110
Brandkalk	107	97	114
PRP-SOL	108	98	121
Condit5%N	107	101	112
Xurian Optimum	106	97	116
Biochar hout 2,5 ton		98	
Biochar hout 5 ton	102	99	
Biochar norit	105		
Kunstmest	100	100	100
Groencompost	98	98	99
Varkens-/rundveedrijfmest	108	101	108
Lsd	4,8	7,1	15,2
100 = ... per ha	8 ton	9,2 ton	6,6 ton

Tabel 7. **Relatieve opbrengsten per proeflocatie in 2011.**

Bodemverbeteraar	Kollumerw	Lelystad	Westmaas
	Pootaard¹	Suikerbiet	Cons. Aard
Agrigyps	102	106	101
Betacalcarbo	101	101	98
Brandkalk	104	98	104
PRP-SOL	103	102	108
Condit7%N	*	104	100
Xurian Optimum	103	101	99
Biochar hout 2,5 ton		101	
Biochar hout 5 ton	102	105	
Biochar norit	103		
Kunstmest	100	100	100
Varkens-/rundveedmest	107	100	106
Groencompost/GFT	106	98	101
Lsd	6.7	7.7	n.s.
100 = ... per ha	41.6 ton	€4391	72.2 ton

¹ opbrengst in de maat 28-55 mm

Tabel 8. **Relatieve opbrengsten per proeflocatie in 2012.**

Bodemverbeteraar	Kollumerw.	Lelystad	Westmaas
	wintertarwe	zaaiuien	Suikerbiet
Agrigyps	103	98	103
Betacalcarbo	103	98	97
Brandkalk	101	101	93
PRP-SOL	100	99	98
Condit7%N	97 ¹	91 ²	103 ³
Xurian Optimum	101	100	98
BactoFil		98	98
Biochar hout 2,5 ton		99	
Biochar hout 5 ton	99	99	
Biochar norit	99		
Kunstmest	100	100	100
Varkens-/Rundveedrijfmest	101	98	100
Groencompost/GFT	98	97	108
Lsd	2.5	5.5	11.9
100 = ... per ha	13.4 ton	85 ton	€4318

¹ De N-gift bij het Condit-object was 100 kg per ha lager dan bij het kunstmestobject. Bij gelijk N-gift was de opbrengst bij Condit waarschijnlijk hoger geweest. Aangezien het opbrengstverschil waarschijnlijk een bemestingseffect betreft, wordt niet geoordeeld dat Condit minder goed presteerde.

² De N-gift bij het Condit-object was 65 kg per ha lager dan bij het kunstmestobject en dit heeft geresulteerd in een lagere opbrengst. Vanwege dit bemestingseffect kan geen oordeel worden gegeven over het effect van Condit als bodemverbeteraar op de opbrengst; wordt derhalve niet geoordeeld dat Condit minder goed presteerde.

³ De N-gift bij het Condit-object was 35 kg per ha lager dan bij het kunstmestobject.

⁴ De N-gift bij het Condit-object was 15 kg per ha lager dan bij het kunstmestobject.

Tabel 9. **Relatieve opbrengsten per proeflocatie in 2013.**

Proeflocatie	Kollumerw.	Lelystad	Westmaas
Gewas	Suikerbieten	Winterpeen	Wintertarwe
Agrigyps	95	94	102
Betacal carbo	99	97	101
Brandkalk	101	101	100
PRP-SOL	100	96	98
Condit	98	99 ¹	95 ²
Xurian Optimum	97	97	98
BactoFil B10		102	100 ³
Biochar hout 2,5 ton		95	
Biochar hout 5 ton	102	97	
Biochar Norit	98		
Kunstmest	100	100	100
Varkens/Rundveedrijfmest	99	93	98
Groencompost	97	99	100
Lsd	7,8	7,1	3,7
100 = ... per ha	€3692	81,5 ton	11,2 ton

¹ De N-gift bij het Condit-object was 40 kg per ha lager dan bij het kunstmestobject.

² De N-gift bij het Condit-object was 70 kg per ha lager dan bij het kunstmestobject. Door het verschil in N-bemesting kan het effect van Condit als bodemverbeteraar op de opbrengst niet worden beoordeeld.

³ Objecten 2013 niet toegediend.

Tabel 10. **Relatieve opbrengsten per proeflocatie in 2014.**

Proeflocatie	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas
Gewas	wintertarwe	zomertarwe	Zaaiuien
Agrigyps	97	109	100
Betacal carbo	98	103	91
Brandkalk	98	103	95
PRP-SOL	99	109	101
Condit	97	101	89
Xurian Optimum	95	103	81
BactoFil		62	87
Biochar hout 2,5 ton		107	
Biochar hout 5 ton	98	111	
Biochar Norit	99		
Kunstmest	100	100	100
Varkens/Rundveedrijfmest	97	107	95
Groencompost	100	108	105
Lsd	4,1	7,8	14,5
100 = ... per ha	12,4 ton	8,8 ton	65,5 ton

*) Objecten 2014 niet toegediend

Tabel 11. **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%.**

Significante verschillen bij onderzochte bodem van 0-10 cm							
Bodem-verbeteraar	Alle gronden		Kleigrond		Zand- en dalgrond		Locaties
Kalk en calciummeststoffen							
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
Bodemverbeteraars met micro-organismen of die bodemleven stimuleren							
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
Overige producten: biochar en steenmeel							
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
Referenties							
Groencompost	98.7	bc	99.7	b	97.46	a	Alle
Varkensdrijfmest	98.2	bc	99.9	b	95.95	a	Alle
Kunstmest	98.9	bc	99.2	b	98.61	a	Alle

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

Van de gewassen die op de locaties met kleigrond zijn geteeld is er alleen bij zomertarwe een significant effect in opbrengst te zien. Het object met Bactofil had een beduidend lagere opbrengst dan de overige objecten (tabel 12). Dit is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan een stikstofeffect. Zomertarwe is in 2010 op Kollumerwaard geteeld en in 2014 in Lelystad. In 2010 lag het object Bactofil nog niet in de proef. Bij de stikstofbemesting is ervan uitgegaan dat Bactofil in staat is stikstof uit de lucht te binden. In een koud en droog voorjaar zal er waarschijnlijk te weinig bacterie-activiteit zijn met als gevolg te weinig stikstof beschikbaar voor de plant. Een groeiachterstand in het begin van deze teelt kan niet meer ingehaald worden bij zomertarwe met als gevolg een lagere opbrengst. De groeiachterstand kwam vroeg naar voren en in overleg met de leverancier is besloten om dit niet te corrigeren.

Tabel 12. **Relatieve opbrengsten van de bodemverbeteraars over 2010-2014 over alle locaties gemiddeld per gewas.**

Bodemverbeteraar	Gewas									
	Suikerbiet		Zaai		Wintertarwe		Zomergerst		Zomertarwe	
Kalk en Calciummeststoffen										
Agrigyps	100.9	a	98.9	ab	100.4	bc	108.7	a	108.3	c
Brandkalk	97.1	a	97.7	ab	99.9	bc	104.4	a	104.7	bc
Betacal carbo	98.8	a	94.4	ab	100.7	c	105.5	a	103.7	bc
PRP-sol	99.1	a	100.3	ab	98.9	abc	105.2	a	108.3	c
Bodemverbeteraars met micro-organismen of die bodemleven stimuleren										
Condit	100.6	a	89.8	a	96.1	a	100.9	a	104.0	bc
Xurian optimum	98.0	a	90.7	ab	98.0	ab	104.1	a	104.4	bc
Bactofil	98.6	a	92.5	ab	99.8	abc	101.3	a	61.7	a
Overige producten: biochar en steenmeel										
Biochar ECN	99.6	a					101.1	a		
Biochar norit	98.6	a			98.7	abc	104.5	a	104.7	bc
Biochar Edinburgh	100.2	a					100.8	a		
Biochar hout 2,5 t	99.2	a	97.0	ab			99.3	a	107.2	bc
Biochar hout 5 t	100.8	a	97.5	ab	98.2	abc	97.1	a	106.3	bc
Steenmeel	100.7	a					98.0	a		
Referenties										
Groencompost	101.0	a	101.2	b	99.3	abc	97.5	a	103.0	bc
Drijfmest	99.4	a	96.8	ab	98.7	abc	99.9	a	107.3	c
Kunstmest	100.1	a	100.0	ab	100.0	bc	100.0	a	100.0	b
F pr.	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		<0.001	

3.3 Interactieve kennisoverdracht naar de praktijk

Doel van het project was ook om de praktijk regelmatig te informeren over de bevindingen van deze proef en andere ontwikkelingen op het gebied van bodembeheer, zodat bedrijven snel met bodemverbeterende maatregelen aan de slag kunnen. In tabel 13 staat een overzicht van het aantal communicatie-activiteiten per type activiteit. In bijlage 12 is een overzicht van alle activiteiten opgenomen. Met de uitgevoerde activiteiten is voldaan aan de vraag op gebied van interactieve kennisoverdracht zoals verwoord in de overeenkomst. Met de definitieve afronding van het project eind 2015 zullen nog enkele vakbladartikelen geschreven worden en zal een definitieve eindrapportage opgeleverd worden. Ook zullen resultaten in lezingen aan boeren en anderen gepresenteerd worden.

Tabel 13. **Overzicht aantal communicatie-activiteiten per type activiteit in totaal voor de kleilocaties en specifiek gericht op Flevoland**

Type activiteit	Aantal	Aantal specifiek voor Flevoland
Excursie	2	2
Open dag	8	5
Lezing	11	4
(Vakblad)artikel	7	
Nieuwsbrief	7	7
Rapport	5	
<i>Totaal</i>	40	18

4 Discussie en conclusies

4.1 Effecten op de bodem

Bij de start in 2010 en in 2012 en 2015 zijn uitgebreide bodemmetingen uitgevoerd. Doel was om vast te stellen of een verbetering/verslechtering van de bodemstructuur door het toevoegen van een bodemverbeteraar tot veranderingen in de bodem leidt. Om dit te kunnen monitoren is gekeken naar enkele bodemparameters. Het blijkt dat er over de jaren heen slechts beperkte effecten zijn gevonden van bodemverbeteraars op deze bodemparameters.

Van de fysische parameters lijken de verzadigde doorlatendheid en aggregaatstabiliteit het meest onderscheidend te zijn. Bulkdichtheid en indringingsweerstand gaven geen verschillen tussen de behandelingen te zien.

Bij de bodemchemische metingen zijn de CEC-bezetting, het Ca-gehalte in het bodemvocht en HWC de meest onderscheidende parameter. De andere parameters lieten over een periode van 3 jaar nog nauwelijks verschillen zien (de 2015 analyses moeten nog worden uitgevoerd).

Oorzaak van gebrek aan verschillen in de gemeten parameters kan zijn dat de bodemkwaliteit op de proeflocaties relatief goed was en/of dat de gebruikte producten weinig invloed hebben op de bodemkwaliteit. Dit was ook conform het doel van de proef: nagaan of van 'gewone' percelen door gebruik van de "bodemverbeteraars" de bodemkwaliteit en opbrengst is te verbeteren. Wanneer op percelen met een slechte bodemkwaliteit wordt gestart (slechte structuur, slechte chemische bodemvruchtbaarheid) kan mogelijk meer en/of sneller effect verwacht worden.

Wellicht zijn de problemen met bodemkwaliteit op kleigrond vooral in diepere bodemlagen te vinden en hebben de in deze proef geteste maatregelen te weinig effect hierop. In Flevoland zijn er verschillende oorzaken aan te wijzen voor de slechtere bodemkwaliteit die men vaststelt. Enerzijds is er in Zuid en Oostelijk Flevoland een proces van inklinking gaande. Hierdoor neemt niet alleen de dichtheid van de grond toe maar kunnen er lokaal ook problemen ontstaan met de ontwatering van de grond. Anderzijds is er door de van nature gemakkelijke bewerkbaarheid van de grond te weinig aandacht geweest voor het op peil houden van het organisch stofgehalte. Een stapeling van maatregelen, waaronder aanvoer van organische stof en toepassen van bodemverbeteraars, kan de verbetering van de bodemkwaliteit wellicht versnellen. Tussen de objecten traden verschillen op in N-min-voorraad na de winter. Deze waren echter niet consistent over de proeven heen: er waren geen producten die stevast een hogere of lagere N-min gaven dan andere. In deze proef is conform de huidige bemestingsadviezen bemest. Dit leidde gemiddeld tot N-min gehalten na de oogst <35 kg N/ha. Bij deze niveaus blijft N-uitspoeling meestal duidelijk beneden 50 mg nitraat per liter.

4.2 Effecten op de gewasopbrengst

De effecten van de bodemverbeteraars op de gewasopbrengst waren niet eenduidig. In sommige proeven is een significante opbrengstverhoging of -verlaging gevonden van bepaalde bodemverbeteraars, maar deze effecten waren niet structureel. Veelal was er geen duidelijk effect op de opbrengst.

Agrigyps is jaarlijks gebruikt in een hoeveelheid van 1700 kg/ha. Er is geen significante meeropbrengst aangetoond. Wel wordt met Agrigyps veel S (240 kg per ha) gegeven.

Bij Bactofil zou volgens de leverancier 80 kg N per ha kunnen worden bespaard door bacteriële luchtstikstofbinding. Deze 80 kg is in mindering gebracht op de stikstofgift. In de proeven van 2012 en 2013 resulteerde dat in gelijkwaardige gewasopbrengsten als bij de referentieobjecten, maar in 2014 waren de gewasopbrengsten bij het Bactofil-object lager. Het is daarom risicovol om op voorhand 80 kg N per ha in mindering te brengen. In de proeven van 2015 is ervoor gekozen om 40 kg N per ha in mindering te brengen. Er zijn gedetailleerde bemestingsproeven nodig om na te gaan hoeveel stikstof er per gewas is te besparen door toepassing van Bactofil, en in hoeverre dit wordt beïnvloed door de groeiomstandigheden (onder andere weersinvloeden).

Ook bij Condit is in een aantal proeven minder stikstof bemest. Dit resulteerde in een deel van de proeven in een lagere gewasopbrengst maar in een ander deel niet. In de proeven waarin niet minder stikstof was bemest, varieerde de opbrengst van gelijkwaardig aan de referentieobjecten tot soms lager. De indruk is

dat de stikstof uit Condit soms te langzaam beschikbaar komt voor het gewas.

De stikstof in Condit is in de proeven voor 100% meegeteld (dat wil zeggen als volledig werkzaam beschouwd). Blijkbaar mag men hier niet altijd vanuit gaan. Om de stikstofwerking van Condit nauwkeurig vast te stellen per gewas zijn gedetailleerde bemestingsproeven nodig.

Door de verstrengeling met stikstofbemesting is het lastig om de kwaliteiten van Condit als bodemverbeteraar te beoordelen op basis van het effect op de gewasgroei en –opbrengst.

Behalve dat de bodemverbeteraars geen verschillen onderling in opbrengst gaven waren er ook geen verschillen in opbrengst tussen de referentieobjecten terwijl dit wel de verwachting was. Uit andere proeven blijkt dat na een aantal jaar opbrengstverschillen gaan ontstaan tussen objecten die alleen met kunstmest bemest worden en objecten met dierlijke mest en/of compost. Meestal is dat na 5-10 jaar. Dit geeft aan dat de proef mogelijk nog niet lang genoeg heeft gelegen om de opbrengstverschillen zichtbaar te krijgen.

De opbrengsten uit het laatste jaar waarbij op alle locaties eenzelfde gewas (aardappelen) is geteeld, zijn nog niet meegenomen in de rapportage. Mogelijk komen hier nog nieuwe inzichten uit.

4.3 Interactieve kennisoverdracht naar de praktijk

De interactieve kennisoverdracht naar de praktijk heeft op diverse manieren plaatsgevonden zoals via nieuwsbrieven, excursies, lezingen, vakbladartikelen en open dagen, zowel specifiek voor akkerbouwers in de provincie Flevoland als voor geheel Nederland. De interesse in het onderwerp was groot. Via de nieuwsbrieven en artikelen hebben vrijwel alle akkerbouwers kennis kunnen nemen van de informatie rond het project. Discussie en verdieping heeft plaatsgevonden op de diverse open dagen en in lezingen en excursies.

4.4 Conclusies

Een goede bodemstructuur is zeer belangrijk voor en een goede opbrengst en een goede bewerkbaarheid van gronden en een goede sponswerking van gronden. Daarmee neemt de droogtegevoeligheid af en is er minder risico van piekafvoeren van water.

Er zijn veel producten op de markt die claimen de bodemstructuur te verbeteren. In deze 6 jaar durende proef zijn diverse producten getoetst en vergeleken ten opzichte van de reguliere landbouwpraktijk. Na 5 jaar kon van geen van de bodemverbeteraars betrouwbaar worden aangetoond dat deze een meerwaarde hebben voor opbrengst of bodemkwaliteit.

Literatuur

- Paauw, J.G.M., D. van Balen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, H van der Draai & D.W. Bussink (2010). Effecten bodem- en structuurverbeteraar. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2010. PPO nr. 3250159600, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 75 p.
- Paauw, J.G.M., D. van Balen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, H van der Draai & D.W. Bussink (2012). Effecten bodem- en structuurverbeteraar. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2011. PPO nr. 481, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 55 p.
- Topper, C.G., D. van Balen, H. Verstegen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, G.J. Doppenberg & D.W. Bussink (2013). Effecten bodem- en structuurverbeteraar. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond. Resultaten 2013. PPO nr. 481, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 108 p.
- Spek, K. van der (2015). De effecten van bodem- en structuurverbeteraars op de fysische bodemeigenschappen van kleigronden. Hogeschool VHL, Leeuwarden, 55 p. + bijlagen.
- Topper, C.G., D. van Balen, H. Verstegen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, G.J. Doppenberg & D.W. Bussink (2014). Effecten bodem- en structuurverbeteraar. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond. Resultaten 2014. PPO nr. 597, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 48 p.

Bijlage 1. Beschrijving van de geteste bodemverbeteraars

In deze bijlage wordt een korte beschrijving gegeven van de onderzochte bodem- en structuurverbeteraars om duidelijk te maken wat voor typen producten het zijn en hoe ze bijdragen aan een goede bodemkwaliteit. Aan de hand van uitgevoerde grondonderzoeken is 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;
- biochar.

B-1.1 Calcium- en/of kalkmeststoffen

B-1.1.1 Agrigyps

Agrigyps (foto B1-1) is een calciummeststof met 29 procent CaO. De calcium is hierbij gebonden aan sulfaat (CaSO_4). Deze calciummeststof heeft geen pH-verhogend effect. Het is 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 aan de 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.

Agrigyps heeft volgens de productleverancier (Zijderlaan) de volgende effecten op de fysische bodemvruchtbaarheid:

- betere waterdoorlatendheid van de bodem
- verbetering van de waterhuishouding
- betere bewerkbaarheid/verkruijmelbaarheid van de grond
- betere beschikbaarheid van nutriënten
- geen pH-verhoging
- meer calcium aan het kationenadsorbtiecomplex CEC
- toename van de voor de plant beschikbare calcium (hogere concentraties meetbaar in gewas/product)



Foto B1-1. Agrigyps.

B-1.1.2 Betacal Carbo

Betacal Carbo (foto B1-2) 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. Het IRS heeft de volgende effecten op de fysische bodemvruchtbaarheid aangegeven:

- meer calcium aan het kationenadsorbtiecomplex (CEC)
- meer vrije calcium in het bodemvocht
- lichte pH verhoging
- betere bewerkbaarheid van de grond

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 is in het voorjaar 500 kg CaO per toegepast en bij de zaai- en pootbedbereiding ingewerkt.



Foto B1-2. **Betacal Carbo.**

B-1.1.3 Brandkalk

Brandkalk (foto B1-3) is een goed in water oplosbare calciummeststof die 60% CaO bevat en 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. 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.

De leverancier (Agerland/Agrifirm) heeft de volgende effecten op de fysische bodemvruchtbaarheid aangegeven:

- verhoging van zowel calcium als magnesium aan het CEC
- meer vrije calcium in het bodemvocht
- werking afhankelijk van de uitgangssituatie van magnesium
- betere doorworteling

Brandkalk is jaarlijks in het voorjaar toegepast in een dosering van 500 kg CaO per ha. Bij de zaai- en pootbedbereiding is het ingewerkt.



Foto B1-3. **Brandkalk.**

B-1.1.4 PRP-SOL

PRP-SOL (foto B1-4) is een meststof op basis van minerale 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. 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.

Volgens de productleverancier (PRP Technologies) heeft PRP-SOL de volgende effecten op de bodemvruchtbaarheid:

- meer biologische activiteit in de bodem (voornamelijk schimmels)
- vergroting van het kationenadsorbtiecomplex CEC
- structuurverbetering van de ondergrond
- betere doorworteling
- betere vertering van gewasresten

PRP-SOL is in het najaar toegediend in een dosering van 200 kg per ha. De eerste twee jaar was de dosering hoger.



Foto B1-4. PRP-SOL

B-1.2 Producten met micro-organismen of bodemleven stimulerende eigenschappen

B-1.2.1 Condit

Condit (foto B1-5) 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. gehydrolyseerde eiwitten en zeolieten. Condit bevat geen schadelijke stoffen en is vrij van onkruidzaden. Volgens de productleverancier (eerst Triferto, later Mertens) heeft Condit de volgende effecten op de bodemvruchtbaarheid:

- vergroting van de CEC
- structuurverbetering
- betere waterdoorlatendheid
- betere beschikbaarheid van fosfaat
- verhoging van organische stof in de bodem

Er zijn verschillende Condit producten: Condit 2,5%N, 5%N en 7% N. Condit 7%N bevat 7% stikstof, 1% fosfaat (P_2O_5) en 2% kali (K_2O). 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, dat is verrijkt met ureum. Indien stikstofvoorraden hoog waren, is de dosering van de Condit er op aangepast. Condit 7%N is in het onderzoek in het voorjaar toegediend en bij de zaai- en pootbedbereiding ingewerkt. In wintertarwe is het in het voorjaar over het gewas gestrooid en niet ingewerkt.

Voor het groeiseizoen van 2012 was afgesproken met de leverancier dat geen aanvullende bemesting wordt gegeven naast de Condit-gift. In groeiseizoen 2013 en 2014 heeft het gewas naast Condit wel een

aanvullende stikstofbemesting gekregen.



Foto B1-5. **Condite** .

B-1.2.2 Xurian Optimum

Xurian Optimum (foto B1-6) 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. Volgens de productleverancier (Pype bvba) heeft Xurian Optimum de volgende effecten op de bodemvruchtbaarheid:

- betere doorworteling
- diepere beworteling
- alleen werking op gronden met een pH >7
- minder verslumping
- minder grondtarra bij rooivruchten



Foto B1-6. **Xurian Optimum (spuitpoeder)**.

B-1.2.3 BactoFil

Met ingang van groeiseizoen 2013 is het product BactoFil opgenomen in het onderzoek. BactoFil is een bacteriepreparaat dat 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. Verder geeft het een betere vertering van gewasresten. Deze product informatie is afkomstig van de productleverancier (Agro Bio / CZAV).

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 (bv regenwater) gebruikt worden.

B-1.3 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, dat 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 B1-7 hebben, terwijl er ook partijen zijn die poederfijn zijn en bij de toepassing erg stuifgevoelig zijn. Foto B1-8 laat de Biochar norit zien.



Foto B1-7. **Grove Biochar hout.**



Foto B1-8. **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 bodemstructuur 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. Te verwachten effecten op de fysische bodemvruchtbaarheid:

- betere bodemstructuur door verhoging percentage organische koolstof
- beter vochtvasthoudend vermogen en betere vochtlevering
- betere mineralenbeschikbaarheid / minder uitspoeling van mineralen
- verminderde slempgevoeligheid

Bijlage 2. Toegepaste bodemverbeteraars per locatie en jaar

B-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 zijn 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 zijn ingezet.

Tabel B-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			2015 Pootaardappel			
Bodemverbeteraar	eenheid	voorjaar	najaar	mest voorjaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	voorjaar	najaar	mest voorjaar	Totaal gift
Agrigyps	kg/ha	1730	0	+	1730	1730	0	0	0	+	1730	1730	0	0	0	+	1730	0	0	10380
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790		1790	1790	0	0	0	+	1790	1790	0	0	0	+	1790	0	0	14310
Biochar hout	ton/ha	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	0	0	30
Biochar Norit	ton/ha	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	25
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	840	0	0	0	+	840	840	0	0	0	+	840	0	0	6710
Condit 7%N ²⁾	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1000	0	0	1500	0	0	1000	0	0	1500	0	0	7500
GFT	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	0	0	54
Kunstmest	kg/ha	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	0	0	0
PRP-SOL ³⁾	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	0	+	200	200	0	0	200	+	0	0	0	1350
Varkensdrijfmest ¹⁾	m ³ /ha	20	0	+	0	0	0	25	0	+	0	0	0	25	0	+	0	0	0	70
Xurian Optimum ⁴⁾	kg/ha	1.4	0.9	+	0	0.9	0	0	0.9	+	0	0.9	0	0.9	0.9	+	0	0	0	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.

B-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 zijn 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 zijn ingezet.

Tabel B-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			2015 Cons. Aardappel			
Bodemverbeteraar	eenheid	voorjaar	najaar	mest najaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	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	1730	0	0	10380
Bactofil ³⁾	L/ha	0	0	+	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	3
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790	+	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	14310
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	2.5	0	0	15
Biochar hout 5 ton	ton/ha	5	0	+	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	30
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	0	0	840	0	0	840	0	0	840	0	0	840	0	0	6710
Condit ²⁾	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1500	0	0	1500	0	0	1000	0	0	1500	0	0	8000
Groencompost	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	0	0	54
Kunstmest		x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	0	0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	200	0	0	200	0	0	200	0	0	0	0	1350
Varkensdrijfmest ¹⁾	m ³ /ha	0	15	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	0	0	0	0	15
Xurian Optimum	kg/ha	1.4	0.9	+	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0	0	5.85

1) + => 15 m³ varkensdrijfmest per ha

2) Condit, in 2010 condit 5%N, in 2013 Condit 2,5% N, in 2011, 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. In 2012 is een vloeibare- en in 2014 een poederformulering toegepast.

B-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 zijn 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 B-2.3. Toepassing bodemverbeteraars op Westmaas vanaf voorjaar 2010 t/m voorjaar 2014 en de toepassing van varkensdrijfmest.

Westmaas		2010 Zomergerst			2011 Cons.aard.			2012 Suikerbieten			2013 Wintertarwe			2014 Zaaiuien			2015 Cons. aardappel			
Bodemverbeteraar	eenheid	voorjaar	najaar	mest voorjaar 1)	voorjaar	najaar	mest voorjaar	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	1730	0	0	10380
Bactofil ³⁾	L/kg/ha	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	2
Betacal carbo	kg/ha	3570	1790	+	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	1790	0	0	14310
Brandkalk	kg/ha	1670	840	+	840	0	0	840	0	0	840	0	0	840	0	0	840	0	0	6710
Condit ²⁾	kg/ha	1000	0	+	1500	0	0	1500	0	0	1000	0	0	1500	0	0	1500	0	0	8000
Groencompost	ton/ha	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	0	0	54
Kunstmest		X	x	0	x	x	0	x	x	0	x	X	0	x	x	0	x	0	0	0
PRP-SOL	kg/ha	300	0	+	250	200	0	0	200	0	0	200	0	0	200	0	0	0	0	1350
Varkensdrijfmest ¹⁾	m ³ /ha	15	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	0	0	0	0	15
Xurian Optimum	kg/ha	1.4	0.9	+	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0	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. In 2012 is een vloeibare- en in 2014 een poederformulering toegepast.

Bijlage 3. Gewasopbrengsten, kwaliteit en mineralenafvoer

B-3.1 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2010

In de proef met zomertarwe in 2010 te Kollumerwaard gaf groencompost de laagste opbrengst. Een mogelijk verklaring is dat de vertering van de groencompost stikstof aan de bodem heeft onttrokken (tijdelijk immobilisatie van stikstof). Ook de stikstof- en fosfaatafvoer waren bij groencompost wat lager dan bij de andere objecten. Vergeleken met kunstmest gaven alle producten, behalve Betacal Carbo en Biochar Hout betrouwbaar hogere opbrengsten.

Tabel B-3.1. **Relatieve opbrengsten en afvoer van stikstof en fosfaat van zomertarwe Kollumerwaard 2010.**

Bodemverbeteraar	Opbrengst relatief 100 = 8 ton/ha	Afvoer mineralen (kg/ha)					
		N-korrel	P ₂ O ₅ korrel	N- stro	P ₂ O ₅ stro	N- totaal	P ₂ O ₅ totaal
Agrigyps	108	149	63	12	4	162	67
Betacal Carbo	104	146	66	12	4	157	70
Brandkalk	107	149	65	12	4	161	69
PRP-SOL	108	155	61	12	4	167	65
Condit5%N	107	156	62	11	4	167	66
Xurian Optimum	106	151	62	12	4	163	66
Biochar norit 5 ton	105	144	60	13	4	157	64
Biochar hout 5 ton	102	148	58	13	4	161	63
Groencompost	98	135	57	13	4	148	61
Varkensdrijfmest	108	152	63	14	5	166	68
Kunstmest	100	145	60	13	5	158	65
Lsd ¹⁾	4.8	14	4.4	3.9²⁾	1.3 ²⁾	14.1²⁾	4.7

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

²⁾ niet significant (niet betrouwbaar)

In de proef met zomergerst te Lelystad waren er geen betrouwbare verschillen tussen de objecten ten aanzien van opbrengst, kwaliteit en stikstof- en fosfaatafvoer.

Tabel B-3.2. **Relatieve opbrengsten en afvoer van stikstof en fosfaat van zomergerst Lelystad 2010.**

Bodemverbeteraar	Opbrengst relatief 100 = 9,2 ton/ha	Afvoer mineralen (kg/ha)					
		N- korrel	P ₂ O ₅ korrel	N- stro	P ₂ O ₅ stro	N- totaal	P ₂ O ₅ totaal
Agrigyps	101	125	63	11	3	136	66
Betacal Carbo	103	127	64	11	3	138	67
Brandkalk	97	119	60	11	3	130	63
PRP-SOL	98	118	59	11	3	129	62
Condit5%N	101	121	62	11	3	132	65
Xurian Optimum	97	119	60	11	3	130	63
Biochar hout 2,5 ton	98	122	61	11	3	133	64
Biochar hout 5 ton	99	124	61	11	3	135	64
Groencompost	98	115	61	11	3	126	64
Varkensdrijfmest	101	122	59	11	3	133	62
Kunstmest	100	126	63	11	3	137	66
Lsd ¹⁾	7.1	12.1	6.7 ²⁾	n.s. ²⁾	n.s. ²⁾	12.1	6.7 ²⁾

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

²⁾ niet significant (niet betrouwbaar)

Tabel B-3.3. **Volgerstpercentage zomergerst Lelystad 2010.**

Bodemverbeteraar	%doorval<2.2	%2.2-2.5	%2.5-2.8	%>2.5
Agrigyps	0.4	1.9	8.9	97.7
Betacal Carbo	0.6	1.5	8.7	97.9
Brandkalk	0.4	1.2	6.8	98.4
PRP-SOL	0.5	1.6	9.6	97.9
Condit5%N	0.3	0.7	6.8	99.0
Xurian Optimum	0.5	1.4	6.7	98.1
Biochar hout 2,5 ton	0.5	1.3	8.4	98.2
Biochar hout 5 ton	0.3	0.8	6.3	98.9
Groencompost	0.5	1.2	7.0	98.3
Varkensdrijfmest	0.6	1.8	9.1	97.6
Kunstmest	0.5	1.5	7.6	98.0
Lsd ¹⁾	0.3	1.4 ²⁾	4.5 ²⁾	1.6 ²⁾

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

²⁾ niet significant (niet betrouwbaar)

In zomergerstproef te Westmaas gaven PRP-SOL, Xurian Optimum en Agrigyps een betrouwbaar hogere opbrengst dan kunstmest. Brandkalk, PRP-SOL en Xurian Optimum gaven een betrouwbaar hoger volgerstpercentage (% >2,5 mm) dan kunstmest en groencompost.

Er waren geen betrouwbare verschillen tussen de objecten ten aanzien van de afvoer van stikstof en fosfaat.

Tabel B-3.4. **Relatieve opbrengsten en afvoer van stikstof en fosfaat van zomergerst Westmaas 2010.**

Bodemverbeteraar	Opbrengst relatief 100 = 6,6 ton/ha	Afvoer mineralen (kg/ha)					
		N- korrel	P ₂ O ₅ korrel	N- stro	P ₂ O ₅ stro	N- totaal	P ₂ O ₅ totaal
Agrigyps	119	77	52	20	11	97	63
Betacal Carbo	110	77	51	20	11	97	62
Brandkalk	114	76	51	20	11	96	62
PRP-SOL	121	79	51	20	11	99	62
Condit5%N	112	76	50	20	11	96	61
Xurian Optimum	116	83	55	20	11	103	66
Groencompost	99	73	54	20	11	94	65
Varkensdrijfmest	108	86	57	20	11	106	68
Kunstmest	100	76	53	20	11	96	64
Lsd (relatief) ¹⁾	15.2	13 ²⁾	7.5	²⁾	²⁾	13 ²⁾	7.5 ²⁾

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

²⁾ niet significant (niet betrouwbaar)

Tabel B-3.5. **Volgerstpercentage zomergerst Westmaas 2010.**

Bodemverbeteraar	%doorval<2.2	%2.2-2.5	%2.5-2.8	%>2.5
Agrigyps	0.3	1.0	6.3	92
Betacal Carbo	0.3	0.7	6.7	92
Brandkalk	0.3	1.0	5.7	93
PRP-SOL	0.0	1.0	6.0	93
Condit5%	0.3	1.3	6.0	92
Xurian Optimum	0.0	1.0	5.3	94
Groencompost	0.3	1.0	8.7	90
Varkensdrijfmest	0.3	1.0	6.3	92
Kunstmest	0.7	0.7	8.3	90
Lsd ¹⁾	0.9 ²⁾	0.6 ²⁾	2.1	2.6

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

²⁾ niet significant (niet betrouwbaar)

B-3.2 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2011

In de proef met poot aardappel te Kollumerwaard kwamen in de maten 25-28, 28-35, 35-45, 50-55 en >55 mm geen betrouwbare opbrengstverschillen naar voren tussen de bodemverbeteraars. In de maten 0-28 en 45-50 mm zaten wel een paar betrouwbare verschillen. Qua knolaantal kwamen er alleen in de maten 0-25, 45-50, 28-55 mm en bij het totaal aantal knollen betrouwbare verschillen vor.

De totale opbrengst en het totaal aantal knollen was bij Condit lager ten opzichte van alle andere bodemverbeteraars. Door een bemestingsfout had het Condit-object teveel stikstof gekregen. Dit heeft waarschijnlijk de knolzetting en opbrengst van het pootgoed nadelig beïnvloed. Het object is derhalve niet representatief geweest om het effect van Condit te kunnen beoordelen. De stikstofopname in de knollen was bij Condit hoger dan bij de andere objecten.

Tabel B-3.8. **Opbrengsten van Spunta poot aardappelen, Kollumerwaard 2011.**

	0-25	25-28	28-35	35-45	45-50	50-55	> 55	totaal	totaal	28-55	28-55
Bodemverb.	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	relatief	ton/ha	relatief
Agrigyps	0.1	0.4	1.3	9.5	17.2	14.3	6.5	49.3	102	42.3	102
Betacal carbo	0.2	0.5	1.3	9.9	14.7	16.3	5.9	48.8	101	42.2	101
Brandkalk	0.2	0.5	1.3	9.5	17.0	15.6	5.0	48.9	101	43.3	104
PRP-SOL	0.1	0.6	1.3	10.5	17.7	13.4	4.8	48.4	100	42.9	103
Condit7%N	0.1	0.5	1.3	8.1	12.3	14.2	7.6	44.0	91	35.9	86
Xurian Optimum	0.2	0.5	1.2	10.0	17.0	14.6	5.5	49.0	101	42.8	103
Biochar Norit	0.1	0.5	1.5	9.3	17.4	14.4	5.0	48.2	99	42.6	103
Biochar hout	0.2	0.6	1.4	9.4	17.1	14.4	6.0	48.9	101	42.2	102
Groencompost/GFT	0.2	0.6	1.3	10.2	16.5	16.0	4.5	49.1	101	43.9	106
Varkensdrijfmest	0.1	0.4	1.1	11.5	17.1	14.6	4.3	49.2	101	44.3	107
Kunstmest	0.2	0.5	1.4	9.9	16.0	14.3	6.2	48.5	100	41.6	100
Lsd ,1)	0.07	0.15	0.29	1.90	2.63	2.45	2.35	1.81	3.7	2.79	6.7

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

Tabel B-3.9. **Knol- en stengelaantallen van Spunta pootaardappelen, Kollumerwaard 2011.**

	0-25	25-28	28-35	35-45	45-50	50-55	> 55	totaal	28-55	stengels
Bodemverb.	per are	per are	per are	per are	per are	per are	per are	per are	per are	per m ²
Agrigyps	89	231	458	1331	1481	933	336	4858	4203	16
Betacal carbo	142	322	464	1419	1278	1050	333	5008	4211	17
Brandkalk	150	275	436	1314	1456	1008	289	4928	4214	16
PRP-SOL	117	333	433	1458	1517	861	264	4983	4269	16
Condit7%N	86	281	431	1175	1086	900	400	4358	3592	16
Xurian Optim.	144	264	458	1386	1486	928	294	4961	4258	16
Biochar Norit	117	294	500	1300	1500	931	264	4906	4231	15
Biochar hout	142	319	453	1344	1489	917	319	4983	4203	16
Groencomp/GFT	147	311	517	1411	1414	1036	236	5072	4378	16
Varkensdr.mest	136	286	364	1594	1453	950	239	5022	4361	17
Kunstmest	158	292	481	1408	1403	942	336	5019	4233	16
Lsd 1)	50	104	161	265	235	161	119	340	415	1.4

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

Tabel B-3.10. **Stikstof- en fosfaatafvoer van representatieve knolmonsters van Spunta pootaardappelen, Kollumerwaard 2011.**

Bodemverb.	P ₂ O ₅	N-totaal	P ₂ O ₅	Stikstof-
	gr/kg ds	gr/kg ds	afvoer	afvoer
			kg/ha	kg/ha
Agrigyps	7.3	14.0	56	108
Betacal carbo	8.2	14.9	63	113
Brandkalk	7.8	15.9	58	118
PRP-SOL	6.9	15.3	52	116
Condit7%N	8.5	19.9	57	135
Xurian Optimum	7.3	16.2	56	123
Biochar Norit	8.0	14.9	60	112
Biochar hout	7.6	13.7	59	107
Groencompost/GFT	8.2	15.8	61	117
Varkensdrijfmest	7.1	14.8	54	114
Kunstmest	7.6	16.3	58	125

In de suikerbietenproef te Lelystad gaf Agrigyps een betrouwbaar hogere suikeropbrengst en financiële opbrengst dan Brandkalk en Groencompost/GFT.

De verschillen in stikstof- en fosfaatafvoer tussen de bodemverbeteraars waren zijn over het algemeen klein.

Tabel B-3.11. **Opbrengst en kwaliteit van suikerbieten, Lelystad 2011.**

		Suiker		Percentage tarra		mmol/kg			Amino	WIN	Financ.
		%	Ton/ha	Grond	Kop	K	Na	K + Na	N		€/ha
Bodemverbeteraar	Ton/ha										
Agrigyps	117.5	17.01	20.0	9.3	2.2	31.6	1.9	33.5	9.5	92.0	4648
Betacal Carbo	114.2	16.71	19.1	8.9	1.7	29.8	2.0	31.8	8.4	92.1	4438
Brandkalk	109.0	16.98	18.5	9.8	2.3	32.1	1.9	33.9	8.9	92.0	4302
PRP-SOL	113.3	17.03	19.3	10.9	2.2	31.4	2.1	33.5	9.0	92.0	4470
Condit7%N	114.5	17.06	19.5	8.6	1.8	31.9	1.9	33.7	9.8	91.9	4553
Xurian Optimum	112.3	17.02	19.1	10.7	2.2	31.7	2.0	33.7	9.8	91.9	4419
Biochar hout 2,5 ton	114.8	16.91	19.3	9.4	2.1	30.8	1.9	32.7	8.8	92.1	4428
Biochar hout 5 ton	116.0	17.06	19.8	10.8	1.9	31.2	1.8	32.9	9.4	92.1	4595
Groencompost/GFT	109.6	16.96	18.5	10.5	1.4	30.7	1.9	32.6	8.4	92.2	4301
Varkensdrijfmest	112.6	16.87	19.0	11.2	2.7	30.0	1.9	31.9	8.8	92.1	4391
Kunstmest	111.5	17.03	19.0	10.2	2.9	31.8	1.8	33.6	9.7	91.9	4391
Lsd 1)	7.9	0.27	1.4	2.7	1.3	1.6	0.3	1.6	0.8	0.2	336

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

Tabel B-3.12. **Stikstof- en fosfaatafvoer per bodemverbeteraar, Lelystad 2011.**

	P ₂ O ₅	N-totaal	P ₂ O ₅ afvoer	Stikstof-afvoer
Bodemverbeteraar	gr/kg ds	gr/kg ds	kg/ha	kg/ha
Agrigyps	3.2	4.2	85	112
Betacal Carbo	3.0	4.1	76	105
Brandkalk	3.4	4.4	83	106
PRP-SOL	3.2	4.3	83	111
Condit7%N	3.2	3.9	83	101
Xurian Optimum	3.2	4.2	81	106
Biochar hout 2,5 ton	3.0	4.0	78	104
Biochar hout 5 ton	3.2	4.3	85	114
Groencompost/GFT	3.0	4.2	74	104
Varkensdrijfmest	3.0	4.0	76	102
Kunstmest	2.7	4.2	70	106

In de proef met consumptieaardappel te Westmaas waren er alleen betrouwbare opbrengstverschillen tussen de objecten in de maat >70 mm. Bij het uitval, de bruto en de netto opbrengst waren er geen betrouwbare verschillen. Ook bij de knolaantallen en het onderwatergewicht waren er weinig tot geen betrouwbare verschillen, behalve in de maat >70 mm.

Tabel B-3.13. **Knolopbrengsten consumptieaardappelen, Westmaas 2011.**

Bodemverbeteraar	0-40	40-50	50-70	> 70	uitval	bruto	bruto	netto	netto
	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	relatief	ton/ha	relatief
Agrigyps	0.4	1.2	23.3	48.1	2.7	75.7	100	73.0	101
Betacal Carbo	0.4	1.7	24.8	43.5	4.6	75.1	99	70.5	98
Brandkalk	0.3	1.4	23.0	50.6	3.4	78.6	104	75.2	104
PRP-SOL	0.3	1.6	24.5	51.7	2.2	80.3	106	78.2	108
Condit7%N	0.4	1.7	26.7	43.4	2.3	74.5	98	72.2	100
Xurian Optimum	0.5	1.7	25.6	43.6	3.4	74.7	98	71.3	99
Groencompost/GFT	0.4	1.0	22.9	48.8	2.5	75.6	100	73.1	101
Varkensdrijfmest	0.4	1.6	22.9	51.3	3.3	79.5	105	76.2	106
Kunstmest	0.2	1.6	21.7	48.8	3.6	75.9	100	72.2	100
Lsd 1)	n.s.2)	n.s.	n.s.	6.7	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

2) n.s.: niet significant (niet betrouwbaar)

Tabel B-3.14. **Knolaantallen per are en onderwatergewicht consumptieaardappelen, Westmaas 2011.**

Bodemverbeteraar	0-40	40-50	50-70	>70	totaal	owg
Agrigyps	100	167	1194	1175	2786	434
Betacal Carbo	142	222	1294	1058	2881	418
Brandkalk	86	181	1214	1247	2911	427
PRP-SOL	86	203	1292	1308	2986	427
Condit7%N	136	206	1342	1100	2889	425
Xurian Optimum	133	222	1325	1103	2950	429
Groencompost/GFT	108	136	1189	1222	2767	436
Varkensdrijfmest	111	217	1164	1233	2878	431
Kunstmest	61	197	1086	1172	2664	429
Lsd 1)	n.s. 2)	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

2) niet significant (niet betrouwbaar)

B-4.3 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2012

In de wintertarweproef te Kollumerwaard gaven Agrigyps en Betacal Carbo een betrouwbaar hogere opbrengst dan PRP-SOL, Condit7%N, Biochar norit, Biochar hout, groencompost en kunstmest.

In overleg met de leverancier is bij Condit7%N niet extra bijbemest met kunstmest, waardoor het gewas bij dit object 100 kg werkzame stikstof minder heeft gekregen dan het kunstmestobject. De opbrengst bij Condit was maar weinig lager dan bij de andere objecten. De N-opname in de korrel c.q. de N-afvoer was ook wat lager. Het stro is niet afgevoerd.

Wanneer wel was bijbemest bij Condit was de opbrengst waarschijnlijk hoger geweest.

Tabel B-3.18. **Opbrengst wintertarwe, Kollumerwaard 2012.**

Bodemverb.	Ton/ha
Agrigyps	13.8
Betacal carbo	13.8
Brandkalk	13.6
PRP-SOL	13.4
Condit7%N	13.0
Xurian Optimum	13.5
Biochar Norit	13.2
Biochar hout	13.2
Groencompost/GFT	13.1
Varkensdrijfmest	13.5
Kunstmest	13.4
Lsd 1)	0.3

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

Tabel B-3.19. **Stikstof- en fosfaatgehalten en -afvoer van de wintertarwe, Kollumerwaard 2012.**

	P ₂ O ₅	N-totaal	P ₂ O ₅ afvoer	Stikstof- afvoer
Bodemverb.	gr/kg ds	gr/kg ds	kg/ha	kg/ha
Agrigyps	7.6	18.6	89	219
Betacal carbo	8.0	19.0	94	224
Brandkalk	7.6	18.0	88	209
PRP-SOL	7.3	18.0	84	206
Condit7%N	7.8	16.9	87	189
Xurian Optimum	8.0	18.6	93	215
Biochar Norit	7.8	17.3	88	195
Biochar hout	7.6	17.5	86	199
Groencompost/GFT	7.8	17.7	88	200
Varkensdrijfmest	7.8	18.6	90	216
Kunstmest	8.0	17.7	92	204

In de proef met zaaiuien te Lelystad was de opbrengst bij Condit7%N betrouwbaar lager dan bij de andere bodemverbeteraars. Dit is toe te schrijven aan de beperkte stikstofvoorziening bij Condit7%N. Het object heeft geen aanvullende N-bemesting gehad, waardoor de totale N-gift 65 kg N per ha lager was dan bij de andere objecten.

Bij BactoFil is rekening gehouden met een hogere efficiëntie van stikstof, fosfaat en kali en is 80 kg N, 30 kg fosfaat en 30 kg kali per ha minder gegeven. Hier bleef de opbrengst niet betrouwbaar achter bij die van de andere objecten.

De stikstof- en fosfaatafvoer zijn niet gemeten.

Tabel B3-20. **Opbrengst zaaiuien per maatsortering, Lelystad 2012.**

Bodemverbeteraar	0-40 mm ton/ha	40-60 mm ton/ha	> 60 mm ton/ha	Totale Opbrengst ton/ha
Agrigyps	1,7	40,8	40,9	83,6
Betacal Carbo	2,0	42,0	39,1	83,4
Brandkalk	1,9	41,7	41,7	85,7
PRP-SOL	1,4	39,1	43,6	84,3
Condit7%N	1,5	29,8	45,4	77,0
Xurian Optimum	1,8	42,5	40,5	85,1
Biochar hout 2,5 ton	1,7	37,4	44,6	83,9
Biochar hout 5 ton	1,8	39,1	43,2	83,4
Groencompost/GFT	2,0	42,1	38,6	82,8
Varkensdrijfmest	1,4	36,0	45,9	83,5
Kunstmest	1,5	35,8	47,3	85,0
BactoFil A10	1,6	32,1	49,3	83,2
Lsd 1)	0,51	4,8	6,38	4,7

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

In de suikerbietenproef te Westmaas gaf groencompost de hoogste financiële opbrengst en brandkalk de laagste. Bij Condit had het gewas geen aanvullende N-bemesting gehad, waardoor de totale N-gift 35 kg N per ha lager was dan bij het kunstmestobject. Bij is 80 kg N per gekort op de N-gift. Bij beide objecten bleef de opbrengst niet betrouwbaar achter bij die van de andere objecten.

Tabel B-3.21. **Opbrengst en kwaliteit van suikerbieten, Westmaas 2012.**

Bodemverbeteraar		Suiker		% tarra	mmol/kg		Amino		Financ.
	Ton/ha	%	Grond	grond	K	Na	N	WIN	€ /ha
Agrigyps	97.4	19.4	18.9	22.1	36.1	1.6	7.8	92.8	4430
Betacal Carbo	92.8	19.2	17.8	20.3	37.5	1.5	6.7	92.8	4177
Brandkalk	92.1	19.2	17.7	27.2	37.3	1.4	7.0	92.7	4009
PRP-SOL	93.4	19.4	18.1	23.5	34.5	1.5	9.0	92.8	4229
Condit7%N	98.0	19.2	18.8	20.7	36.0	1.5	4.9	93.1	4460
Xurian Optimum	96.0	19.1	18.4	23.6	37.1	1.4	8.5	92.6	4240
Groencompost/GFT	103.6	19.2	19.9	21.9	35.1	1.6	6.2	93.0	4652
Varkensdrijfmest	96.6	19.4	18.8	26.1	35.0	1.5	6.6	93.1	4333
Kunstmest	95.5	19.3	18.5	23.2	36.6	1.4	5.4	93.0	4318
BactoFil B10	92.1	19.3	17.8	20.6	36.1	1.5	4.8	93.1	4222
Lsd 1)	9.02	0.22	1.82	5.70	1.35	0.15	4.3	0.44	506

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

Tabel B-3.22. Stikstof- en fosforafvoer per bodemverbeteraar, Westmaas 2012.

Bodemverbeteraar	Fosfor	N-totaal	P ₂ O ₅ afvoer	Stikstof- afvoer
	gr/kg ds	gr/kg ds	kg/ha	kg/ha
Agrigyps	1,2	3,7	29,8	91,9
Betacal Carbo	1,3	3,7	31,0	88,2
Brandkalk	1,4	4,0	33,0	94,3
PRP-SOL	1,2	4,4	29,5	108,0
Condit7%N	1,3	3,6	32,6	90,3
Xurian Optimum	1,5	3,8	36,6	92,7
Groencompost/GFT	1,2	4,1	32,2	110,0
Varkensdrijfmest	1,2	4,2	30,5	106,7
Kunstmest	1,2	4,9	30,6	124,9
BactoFil A10	1,2	3,9	28,8	93,7

B-3.4 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2013

In de suikerbietenproef te Kollumerwaard waren er geen betrouwbare verschillen qua financiële opbrengst tussen de objecten. De stikstof- en fosfaatafvoer is niet bepaald.

Tabel B-3.25. 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

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

In de proef met winterpeen te Lelystad is bij Condit-object geen extra kunstmest bijgegeven en was de stikstofbemesting 40 kg N per ha lager dan bij het kunstmestobject. Bij Bactofil is 80 kg N per ha minder gegeven, rekening houdend met de lucht-N-binding van Bactofil en is slechts 35 kg N per ha bemest. Het loof van het peengewas was bij Bactofil lichter groene kleur dan bij de overige objecten. Bij de oogst waren er geen betrouwbare opbrengstverschillen tussen de objecten.

Tabel B-3.26. **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	77.520
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

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

Tabel B-3.27. **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

In de wintertarweproef te Westmaas is bij het Condit-object de 2^e stikstofgift niet toegediend en was de totale stikstofbemesting 70 kg N per ha lager dan bij het kunstmestobject. De opbrengst was betrouwbaar lager dan bij het kunstmestobject.

Bactofil kon niet worden toegediend, omdat dit vlak vóór zaai moet gebeuren en er reeds wintertarwe op het veld stond (in het najaar gezaaid).

Tabel B-3.28. 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	

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

Tabel B-3.29. 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.

B-3.5 Opbrengst, kwaliteit en mineralenafvoer in 2014

Tabel B-3.33. 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	

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

Tabel B-3.34. 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

In de zomertarweproef te Lelystad was het gewas bij Bactofil hele seizoen erg licht van kleur en bleef erg achter in de groei. Er was hier 80 kg N per ha minder bemest, rekening houdend met de verwachte lucht-N-binding door Bactofil. De opbrengst bij Bactofil bleef sterk achter bij die van de andere objecten.

Tabel B-3.35. **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	

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

Tabel B-3.36. **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.

In de proef met zaai te Westmaas is bij BactoFil 80 kg N per ha minder bemest, rekening houdend met de verwachte lucht-N-binding door Bactofil. Het gewas was bij BactoFil lichter van kleur en de opbrengst was lager, maar niet betrouwbaar verschillend van die van kunstmest.

Tabel B-3.37. **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 B-3.38. **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.

Bijlage 4. Aanvoer en afvoer N en P2O5 in kg/ha

N-balans

	Aanvoer (N werkzaam)						Afvoer						Overschot										Overschot	
	2010	2011	2012	2013	2014		2015	2010	2011	2012	2013		2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Gemiddeld 2010-2014	2010-2014		
Koll.waard																								
Agrigyps	140	105	183	108	225		162	108	219	*	197		-22	-3	-36		28			-8.25				
Betacal Carbo	140	105	187	93	225		157	113	224	*	197		-17	-8	-37		28			-9				
Brandkalk	140	105	165	104	225		161	118	209	*	194		-21	-13	-44		31			-12				
PRP-SOL	140	105	179	102	225		167	116	206	*	199		-27	-11	-27		26			-10				
Condit	140	185	70	103	225		167	135	189	*	191		-27	50	-119		34			-16				
Xurian Optimum	140	105	173	112	225		163	123	215	*	*		-23	-18	-42					-28				
Biochar norit	140	105	158	106	225		157	112	195	*	213		-17	-7	-37		12			-12				
Biochar hout 5 ton	140	105	166	115	225		161	107	199	*	197		-21	-2	-33		28			-7				
Compost	140	105	160	97	225		148	117	200	*	199		-8	-12	-40		26			-9				
Varkensdrijfmest	140	105	177	108	225		166	114	216	*	194		-26	-9	-39		31			-11				
Kunstmest	140	105	176	108	225		158	125	204	*	*		-18	-20	-28					-22				
Lelystad																								
Agrigyps	90	169	170	117	120		136	112	*	73	121		-46	57		44	-1			14				
Betacal Carbo	90	158	170	115	120		138	105	*	69	62		-48	53		46	58			27				
Brandkalk	90	169	170	114	120		130	106	*	83	114		-40	63		31	6			15				
PRP-SOL	90	169	170	114	120		129	111	*	81	123		-39	58		33	-3			12				
Condit	90	169	105	117	120		132	101	*	114	125		-42	68		3	-5			6				
Xurian Optimum	90	169	170	114	120		130	106	*	80	115		-40	63		34	5			16				
Biochar hout 2,5 ton	90	169	170	110	120		133	104	*	75	*		-43	65		35				19				
Biochar hout 5 ton	90	169	170	111	120		135	114	*	77	122		-45	55		34	-2			11				
Compost	90	169	170	114	120		126	104	*	80	113		-36	65		34	7			18				
Varkensdrijfmest	90	169	170	115	120		133	102	*	86	124		-43	67		29	-4			12				
Kunstmest	90	169	170	109	120		137	106	*	69	121		-47	63		40	-1			14				
Bactofil			170	117	120				*	*	*													
Westmaas																								
Agrigyps	90	250	163	214	175		97	238	92	171	130		-7	12	71	43	45			33				
Betacal Carbo	90	250	149	214	175		97	207	88	*	86		-7	43	61		89			47				
Brandkalk	90	250	158	214	175		96	218	94	168	121		-6	32	64	46	54			38				
PRP-SOL	90	250	120	198	175		99	206	108	169	119		-9	44	12	29	56			26				
Condit	90	270	105	214	175		96	214	90	*	*		-6	56	15					22				
Xurian Optimum	90	250	141	208	175		103	216	93	164	125		-13	34	48	44	50			33				
Compost	90	250	148	214	175		94	205	110	167	136		-4	45	38	47	39			33				
Varkensdrijfmest	90	250	132	196	175		106	219	107	159	133		-16	31	25	37	42			24				
Kunstmest	90	250	142	204	175		96	203	125	166	119		-6	47	17	38	56			31				
Bactofil			166	200	175				94	*	*		0	0	72					24				

P-balans

	Aanvoer					Afvoer					Overschot					Overschot				
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Gemiddeld 2010-2015	
Koll.waard																				
Agripyps	121	80	95	40	29		67	56	89	*	41		54	24	6		-12		18	
Betacal Carbo	122	101	115	41	50		70	63	94	*	41		52	38	21		9		30	
Brandkalk	121	80	95	40	0		69	58	88	*	41		52	22	7		-41		10	
PRP-SOL	121	80	95	40	0		65	52	84	*	40		56	28	11		-40		14	
Condit	131	95	10	40	29		66	57	87	*	39		65	38	-77		-10		4	
Xurian Optimum	121	80	95	15	10		66	56	93	*	*		55	24	2				27	
Biochar norit	130	80	0	43	33		64	60	88	*	42		66	20	-88		-9		-3	
Biochar hout 5 ton	130	80	0	40	0		63	59	86	*	41		67	21	-86		-41		-10	
Compost	133	113	33	40	29		61	61	88	*	44		72	52	-55		-15		14	
Varkensdrijfmest	121	80	95	40	29		68	54	90	*	42		53	26	5		-13		18	
Kunstmest	130	80	0	40	29		65	58	92	*	*		65	22	-92				-2	
Lelystad																				
Agripyps	40	75	75	30	0		66	85	*	15	30		-26	-10		15	-30		-13	
Betacal Carbo	41	75	75	30	30		67	76	*	19	18		-26	-1		11	12		-1	
Brandkalk	40	75	75	30	21		63	83	*	16	30		-23	-8		14	-9		-7	
PRP-SOL	40	75	75	30	0		62	83	*	16	31		-22	-8		14	-31		-12	
Condit	40	75	15	30	0		65	83	*	20	32		-25	-8		10	-32		-14	
Xurian Optimum	40	75	75	30	0		63	81	*	18	29		-23	-6		12	-29		-12	
Biochar hout 2,5 ton	40	75	75	15	10		64	78	*	17	*		-24	-3		-2			-10	
Biochar hout 5 ton	40	75	75	28	28		64	85	*	16	31		-24	-10		12	-3		-6	
Compost	38	75	75	30	0		126	74	*	16	29		-88	1		14	-29		-26	
Varkensdrijfmest	40	75	75	30	0		133	76	*	18	32		-93	-1		12	-32		-29	
Kunstmest	40	75	75	30	0		137	70	*	14	31		-97	5		16	-31		-27	
Onbekend			75	30	0						*									
Westmaas																				
Agripyps	88	85	40	0	120		63	80	30	31	22		25	5	10	-31	98		22	
Betacal Carbo	89	85	40	0	125		62	72	31	*	21		27	13	9		104		38	
Brandkalk	88	85	40	21	116		62	82	33	31	20		26	3	7	-10	96		24	
PRP-SOL	88	85	40	0	120		62	68	30	37	22		26	17	11	-37	98		23	
Condit	88	85	15	10	15		61	79	33	*	*		27	6	-18				5	
Xurian Optimum	88	85	40	33	128		66	77	37	32	26		22	8	3	1	102		27	
Compost	93	85	40	0	120		65	76	32	32	28		28	9	8	-32	92		21	
Varkensdrijfmest	88	85	40	0	120		68	78	31	32	23		20	7	10	-32	97		20	
Kunstmest	90	85	40	0	120		64	72	31	34	22		26	13	9	-34	98		22	
Onbekend/Bactofil			40	0	120				29	*	*		0	0	11				4	

Bijlage 5. N-min voorjaar (kg N per ha)

Hieronder zijn de N-min-voorraden aangegeven die per jaar, locatie en product zijn gemeten in de bodem na de winter ten behoeve van het vaststellen van de stikstofbemesting. De bemonsteringsdiepte was afhankelijk van het geteelde gewas en de grondsoort. Er zijn mengmonsters per object gemaakt.

	2011	2012	2013	2014	2015	Gemiddeld	
Kollumerwaard	0-60 cm	0-100 cm	0-60 cm	0-100 cm	0-60 cm	2011-2015	2012-2015
Agripyps	29	38	32	17	31	29	30
Betacal Carbo	23	34	47	19	34	31	34
Brandkalk	25	56	37	19	37	35	37
PRP-SOL	28	42	43	22	36	34	36
Condit	22	60	28	19	25	31	33
Xurian Optimum	25	48	32	18	32	31	33
Biochar norit		70	38	13	31	38	38
Biochar hout 5 ton		62	36	21	30	37	37
Compost	28	68	34	19	38	37	40
Varkensdrijfmest	24	44	32	19	30	30	31
Kunstmest	28	52	25	18	30	31	31

Lelystad	0-60 cm	0-60 cm	0-60 cm	0-60 cm	0-60 cm		
Agripyps	18	22	23	12	11	17	17
Betacal Carbo	25	24	26	14	8	19	18
Brandkalk	18	18	26	12	10	17	17
PRP-SOL	18	22	25	12	9	17	17
Condit	18	24	30	11	8	18	18
Xurian Optimum	18	22	23	11	11	17	17
Biochar hout 2,5 ton	18	24	26	12	13	19	19
Biochar hout 5 ton	18	24	23	14	9	18	18
Compost	18	24	29	14	15	20	21
Varkensdrijfmest	18	20	31	11	8	18	18
Kunstmest	18	24	26	10	10	18	18
Bactofil		24	25	10	11	18	18

Westmaas	0-60 cm	0-60 cm	0-100 cm	0-60 cm	0-60 cm		
Agripyps	13	16	6	17	11	13	13
Betacal Carbo	13	24	6	12	10	13	13
Brandkalk	18	19	22	19	16	19	19
PRP-SOL	16	41	24	17	13	22	24
Condit	14	30	6	12	14	15	16
Xurian Optimum	14	29	20	13	10	17	18
Compost	11	25	12	14	12	15	16
Varkensdrijfmest	13	34	16	16	11	18	19
Kunstmest	12	28	6	16	13	15	16
Bactofil		14	6	13	11	11	11

Bijlage 6. Ca in bodemvocht (mmol per l)

Kollumerwaard	2015	2012	2010
Agrigyps	0,90	1,1	
Betacal Carbo	0,97	1,2	
Bichar hout 5.0	0,60	0,8	
Biochar Norit	0,60	0,7	
Brandkalk	0,87	0,9	0,80
Condit 7%	1,00	0,9	
Drijfmest	0,83	0,9	
Groen /GFTcompost	0,87	0,9	
Kunstmest	0,87	0,8	
PRP-Sol	0,83	0,9	0,70
Xurian Optimum	0,70	0,9	
Grand Total	0,85	0,91	

Lelystad	2015	2012	2010
Agrigyps	0,67	3,2	
Bactofil A10	0,65	1,6	
Betacal Carbo	0,65	2,1	
Biochar hout 2.5	0,70	1,8	
Biochar hout 5.0	0,70	1,9	
Brandkalk	0,63	1,8	0,80
Condit 7%	0,70	1,4	
Drijfmest	0,63	1,9	
Groencompost	0,67	1,9	
Kunstmest	0,60	1,8	
PRP-Sol	0,70	1,7	0,70
Xurian Optimum	0,60	1,8	
Grand Total	0,65	1,9	

Westmaas	2015	2012	2010
Agrigyps	2,57	3,2	
Bactofil A10	0,90	1,2	
Betacal Carbo	1,00	1,7	
Brandkalk	0,90	1,7	0,70
Condit 7%		1,1	
Drijfmest	0,75	1,7	
Groencompost	0,83	1,4	
Kunstmest	0,97	1,6	
PRP-Sol	0,87	1,9	0,70
Xurian Optimum		1,7	
Grand Total	1,1	1,7	

Bijlage 7. Hot Water Extractable Carbon (HWC) (µg C/g grond)

Behandeling	Kollumerwaard			Lelystad			Westmaas			Gemiddeld	
	2010	2012	2015	2010	2012	2015	2010	2012	2015	2012	2015
Proefveld	450			287			304				
Agrigyps		584	489		224	224		244	255	105	323
Betacal carbo		502	481		195	257		268	263	101	334
Brandkalk		411	445		213	178		255	252	96	292
PRP-SOL		473	473		177	234		272	307	96	338
BactoFil A10					167	221		314	296	101	258
Bactofil B10										0	
Condit7%N *)		463	432		153	275		261	261	90	323
Xurian Optimum *)		429	479		203	222		236	223	93	308
Biochar hout 2,5 ton *)					174	220				91	220
Biochar hout 5 ton *)		609	420		197	207				114	314
Biochar ECN *)										0	
Biochar Norit *)		282	305							58	305
Biochar RomChar*)										0	
Steenmeel										0	
Groencompost		501	563		191	308		289	315	103	395
Drijfmest		523	421		207	220		310	275	109	305
Kunstmest		576	385		190	222		290	299	108	302

*) gemeten in enkelvoud, andere behandelingen gemeten in drievoud.

Bijlage 8. Aggregaatstabiliteitsindex (-)

	Klei				Westmaas
	Kollumerwaard		Lelystad		
	2012	2015	2012	2015	
Agrigyps	0,52	0,69	0,59	0,49	0,51
Betacal carbo	0,49	0,78	0,55	0,43	0,28
Brandkalk	0,66	0,68	0,15	0,44	0,27
PRP-SOL	0,17	0,70	0,59	0,44	0,42
BactoFil			0,20	0,45	0,32
Condit7%N *)	0,43	0,70	0,55	0,37	0,34
Xurian Optimum *)	0,48	0,72	0,15	0,42	0,20
Biochar hout 2,5 ton *)			0,43	0,37	
Biochar hout 5 ton *)	0,67	0,77	0,46	0,56	
Biochar Norit *)	0,62	0,68			
Groencompost	0,43	0,76	0,36	0,39	0,47
Drijfmest	0,36	0,74	0,55	0,40	0,36
Kunstmest	0,47	0,75	0,49	0,44	0,22

Bijlage 9. Infiltratie in tijdsinterval 12,5-15 minuten (mm per sec)

De bepaling van de (verzadigde) doorlatendheid is een afgeleide methode van de methode zoals omschreven in de Testkit Bodemkwaliteit (Koopmans en Brands, 2003). Er is in 2015 een dubbele ring gebruikt waarbij de meting is uitgevoerd in de binnenste ring. In 2012 is een enkele ring gebruikt. Per locatie is er per behandeling op de drie herhalingen op dezelfde dag een meting uitgevoerd. De hoeveelheid geïnfiltreerd water is over een periode van 900 seconden (15 minuten) gemeten. Op basis van de ervaringen in 2012 zijn de tijdstippen waarop het waterniveau is gemeten vastgesteld op 600, 750 en 900 seconden na start. In Kollumerwaard zijn door de hoge infiltratiesnelheid in 2015 metingen uitgevoerd met een korter interval. De resultaten van de infiltratiemetingen zijn uitgedrukt als de berekende doorlatendheid (infiltratiesnelheid) in het tijdsinterval (750-900 seconden). De doorlatendheid na 900 seconden geeft een indicatie van de verzadigde doorlatendheid van de bodem. De metingen zijn uitgevoerd kort na poten (Westmaas, Lelystad, Kollumerwaard). Alle metingen zijn uitgevoerd op de overgang tussen rug en voor (halverwege).

behandeling	Kollumerwaard		Lelystad		Westmaas	
	2012	2015	2012	2015	2012	2015
agrigyps	0,278	1,142	0,208	0,066	0,070	0,279
betacal						
carbo	0,232	0,536	0,122	0,122	0,003	0,144
brandkalk	0,243	0,983	0,013	0,133	0,018	0,118
prp-sol	0,317	0,825	0,148	0,150	0,037	0,081
condit	0,330		0,072		0,052	
xurian	0,373		0,117		0,022	
bactofil			0,074		0,173	
Biochar						
Norit	0,338					
biochar 2,5 t			0,122			
biochar 5t	0,245		0,102			
compost	0,338	0,697	0,137	0,072	0,003	0,116
drijfmest	0,211	0,657	0,142	0,092	0,012	0,197
kunstmest	0,201	0,485	0,172	0,141	0,018	0,151

Gemiddelde doorlatendheid na 900 seconden, relatief ten opzichte van kunstmest.

Behandeling	Klei		
	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas
Brandkalk	202,8	94,5	77,9
PRP-SOL	170,1	106,7	53,7
Agrigyps	235,5	46,6	184,6
Betacal Carbo	110,6	87,0	95,6
Groencompost	143,7	51,0	76,5
Varkensdrijfmest	135,4	65,2	130,1
Kunstmest	100,0	100,0	100,0
Steenmeel			
Bactofil		80,6	47,8

Bijlage 10. Berekende bulkdichtheid (gram per cm³)

In 2010 zijn van de lagen 2-7, 12-17 en 22-27 cm beneden maaiveld zijn 100 cm³ ringmonsters genomen (diameter 5 cm, hoogte 5,1cm) en is door middel van droging en weging de bulkdichtheid (dichtheid van stoofdroke grond) berekend. Per locatie zijn 6 plekken bemonsterd.

In 2015 is de bulkdichtheid alleen gemeten op de locatie Lelystad. Per object is er in elk van de drie herhalingen op drie dieptes een ongestoord ringmonster genomen: 12-17; 22-27 en 32-37 cm.

Droging van monsters is in 2010 uitgevoerd op 105 °C in 2015 is de droging uitgevoerd op 70 °C i.v.m. het gezamenlijk gebruik van ovens voor andere doeleinden.

Gemiddelde droge bulkdichtheid (g /cm³) per diepte en per locatie.

jaar	Locatie	behandeling	diepte, cm			
			2-7	12-17	22-27	32-37
2010	Kollumerwaard	proefveld	1,32	1,36	1,37	
2010	Lelystad	proefveld	1,37	1,40		
2015		agrigyps		1,62	1,50	1,45
		groencompost		1,63	1,59	1,43
		brandkalk		1,60	1,58	1,46
		PRP-Sol		1,60	1,51	1,39
		Kunstmest		1,60	1,60	1,42
		Bactofil-A		1,62	1,59	1,42
		Betacal-carbo		1,66	1,57	1,38
		drijfmest		1,64	1,56	1,47
		gemiddeld		1,62	1,56	1,43
2010	Westmaas	proefveld	1,37	1,34	1,36	

Bijlage 11. Resultaten bodembologisch onderzoek 2010 en 2012

2010

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bodemvoedselwebanalyses van de 3 kleilocaties. Per locatie zijn er 2 monsters geanalyseerd.

Locatie	Totale biomassa µg /g grond		Bacterie:schimmel verhouding, -	Diameter hyfen, µm
	Bacteriën	Schimmels		
Kollumerwaard	354	100	0,29	2,6
Lelystad	112	96	0,81	2,4
Westmaas	384	139	0,37	2,4

Wat opvalt is de spreiding in bacteriële biomassa tussen Lelystad en de andere locaties. Uitgaande van een referentietraject van 100 – 300 liggen de drie waarden van de drie kleilocaties in het referentietraject. De schimmel/bacterie verhouding laat een normaal beeld zien.

2012

De resultaten laten enorme schommelingen zien en leveren geen consistent beeld op. Op de locatie Kollumerwaard laten bijna alle behandelingen een hogere schimmel-bacterie verhouding zien dan de referentie. In Westmaas en Lelystad is het beeld bijna het tegenovergestelde. Niet duidelijk is waar deze grote schommelingen vandaan komen. Het beeld is ongeveer in lijn met dat van de hydrofobe organische stof.

Populaties van met name bacteriën kennen een grote dynamiek. De gemeten hoeveelheden bacteriën liggen voor alle locaties in of net boven het streeftraject van 100-300 µg /g, zoals dat is genoemd in de rapportage van 2010. De bacterie:schimmelverhouding ligt voor de meeste behandelingen in dezelfde orde van grootte als in 2010.

Totale bacteriële massa ug/g				
	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei
Agrigyps	355	285	211	284
Betacal Carbo	497	292	296	362
Brandkalk	327	257	308	297
PRP-sol	310	239	281	276
Condit	271	228	428	309
Xurian	379	220	340	313
Bactofil		250	314	282
BiocharECN				
BiocharNorit	405			405
BiocharRom				
Biochar2,5t		294		294
Biochar5t	289	266		277
Steenmeel				
compost	386	235	267	296
drijfmest	286	280	213	260
kunstmest	375	252	346	324

Actieve bacteriële massa				
	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei
Agrigyps	46,0	41,4	56,0	47,8
Betacal Carbo	53,5	44,6	37,7	45,3
Brandkalk	60,8	31,7	64,4	52,3
PRP-sol	41,2	34,4	49,1	41,6
Condit	50,1	22,0	74,8	49,0
Xurian	51,9	33,2	48,6	44,6
Bactofil		23,6	51,6	37,6
BiocharECN				
BiocharNorit	50,1			50,1
BiocharRom				
Biochar2,5t		32,7		32,7
Biochar5t	46,3	41,3		43,8
Steenmeel				
compost	66,9	39,0	34,4	46,7
drijfmest	52,9	37,8	68,2	53,0
kunstmest	47,1	38,0	55,6	46,9

actief:totaal bacterie				
	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei
Agrigyps	0,13	0,15	0,27	0,18
Betacal Carbo	0,11	0,15	0,13	0,13
Brandkalk	0,19	0,12	0,21	0,17
PRP-sol	0,13	0,14	0,18	0,15
Condit	0,18	0,10	0,17	0,15
Xurian	0,14	0,15	0,14	0,14
Bactofil		0,09	0,16	0,13
BiocharECN				
BiocharNorit	0,12			0,12
BiocharRom				
Biochar2,5t		0,11		0,11
Biochar5t	0,16	0,16		0,16
Steenmeel				
compost	0,17	0,17	0,13	0,16
drijfmest	0,18	0,14	0,32	0,21
kunstmest	0,13	0,15	0,16	0,15

Totale schimmel massa, ug/g				
	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei
Agrigyps	73	73	57	68
Betacal Carbo	85	68	72	75
Brandkalk	71	81	81	78
PRP-sol	100	89	40	76
Condit	98	63	46	69
Xurian	72	104	70	82
Bactofil		95	88	92
BiocharECN				
BiocharNorit	96			96
BiocharRom				
Biochar2,5t		61		61
Biochar5t	117	66		91
Steenmeel				
compost	46	90	118	85
drijfmest	84	49	72	69
kunstmest	62	93	110	88

actieve
schimmel massa

	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei
Agrigyps	17,4	21,9	18,3	19,2
Betacal Carbo	23,6	27,9	12,5	21,4
Brandkalk	20,1	11,2	16,1	15,8
PRP-sol	21,5	18,5	17,7	19,2
Condit	16,0	21,7	16,7	18,1
Xurian	16,5	21,6	31,7	23,3
Bactofil		23,6	21,0	22,3
BiocharECN				
BiocharNorit	18,6			18,6
BiocharRom				
Biochar2,5t		20,9		20,9
Biochar5t	18,2	17,2		17,7
Steenmeel				
compost	12,7	24,6	15,5	17,6
drijfmest	23,3	23,3	16,1	20,9
kunstmest	25,2	25,2	17,8	22,8

Actief:totaal schimmel

	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei
Agrigyps	0,24	0,30	0,32	0,29
Betacal Carbo	0,28	0,41	0,17	0,29
Brandkalk	0,28	0,14	0,20	0,21
PRP-sol	0,22	0,21	0,45	0,29
Condit	0,16	0,34	0,36	0,29
Xurian	0,23	0,21	0,45	0,30
Bactofil		0,25	0,24	0,24
BiocharECN				
BiocharNorit	0,19			0,19
BiocharRom				
Biochar2,5t		0,34		0,34
Biochar5t	0,16	0,26		0,21
Steenmeel				
compost	0,27	0,27	0,13	0,23
drijfmest	0,28	0,48	0,22	0,33
kunstmest	0,41	0,27	0,16	0,28

totale schimmel: bacterie verhouding 1:....				
	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei
Agrigyps	0,21	0,26	0,27	0,24
Betacal Carbo	0,17	0,23	0,24	0,22
Brandkalk	0,22	0,32	0,26	0,27
PRP-sol	0,32	0,37	0,14	0,28
Condit	0,36	0,28	0,11	0,25
Xurian	0,19	0,47	0,20	0,29
Bactofil		0,38	0,28	0,33
BiocharECN				
BiocharNorit	0,24			0,24
BiocharRom				
Biochar2,5t		0,21		0,21
Biochar5t	0,41	0,25		0,33
Steenmeel				
compost	0,12	0,38	0,44	0,31
drijfmest	0,30	0,17	0,34	0,27
kunstmest	0,17	0,37	0,32	0,28

actieve schimmel: bacterie verhouding 1:....				
	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei
Agrigyps	0,38	0,53	0,33	0,40
Betacal Carbo	0,44	0,63	0,33	0,47
Brandkalk	0,33	0,35	0,25	0,30
PRP-sol	0,52	0,54	0,36	0,46
Condit	0,32	0,99	0,22	0,37
Xurian	0,32	0,65	0,65	0,52
Bactofil		1,00	0,41	0,59
BiocharECN				
BiocharNorit	0,37			0,37
BiocharRom				
Biochar2,5t		0,64		0,64
Biochar5t	0,39	0,42		0,40
Steenmeel				
compost	0,19	0,63	0,45	0,38
drijfmest	0,44	0,62	0,24	0,39
kunstmest	0,54	0,66	0,32	0,49

hyfendiameter, um					
	Kollumerwaard	Lelystad	Westmaas	klei	
Agrigyps	1,7	1,7	1,8		1,7
Betacal Carbo	1,9	1,8	1,8		1,8
Brandkalk	1,8	1,9	1,9		1,9
PRP-sol	1,9	1,9	2,1		2,0
Condit	1,8	2,1	2,0		2,0
Xurian	1,9	1,8	1,9		1,9
Bactofil		1,8	1,9		1,9
BiocharECN					
BiocharNorit	1,9				1,9
BiocharRom					
Biochar2,5t		1,7			1,7
Biochar5t	1,9	1,8			1,9
Steenmeel					
compost	2,0	1,7	1,9		1,9
drijfmest	1,9	1,8	1,7		1,8
kunstmest	1,8	1,9	1,8		1,8
	1,9	1,8	1,9		1,8

Bijlage 12. Overzicht communicatie-activiteiten

Datum	Activiteit	Type	Opmerking
5 juli 2010	Veldexcursie van Tarwestudieclub Flevoland	Excursie	15 bezoekers
9 december 2010	Posterpresentatie op Biokennisdag	Open dag	70 bezoekers
2 februari 2011	Lezing voor bemestingsspecialisten DLV Plant	Lezing	10 bezoekers
18 februari 2011	Lezing Tarwestudieclub Flevoland	Lezing	15 bezoekers
19 februari 2011	Artikel Nieuwe Oogst	Vakbladartikel	
17 maart 2011	Nieuwsbrief 1 voor Flevoland	Nieuwsbrief	800 akkerbouwers in Flevoland
April 2011	Jaarrapportage bodemverbeteraars 2010	Rapport	
Juni 2011	Nieuwsbrief 2 voor Flevoland	Nieuwsbrief	800 akkerbouwers in Flevoland
29 juni 2011	Akkerbouwvelddag	Open dag	
30 juni 2011	Open dag Kollumerwaard	Open dag	400 bezoekers
Juni 2011	Perspectieven bodem en structuurverbeteraars. In: Vruchtbare gronden, brochure PPO. PPO-publicatie nr 411.	Artikel	Oplage 3000
Februari 2012	info-avonden in Munnekezijl (6 feb) , Swifterbant (13 feb) en Slootdorp (20 feb)	Lezingen	
April 2012	Jaarrapportage bodemverbeteraars 2011	Rapport	
April 2012	Nieuwsbrief 3	Nieuwsbrief	800 akkerbouwers in Flevoland
9 juni 2012	Artikel Nieuwe Oogst	Vakbladartikel	
20 juni 2012	Workshop op open dag proefbedrijf Rusthoeve	Lezing	50 workshop deelnemers
27 juni 2012	Akkervelddag/Biovelddag	Open dag	350 bezoekers
5 juli 2012	Open dag proefbedrijf Kollumerwaard	Open dag	
9 juli 2012	Avondexcursie Lelystad	Excursie	15 bezoekers
22 augustus 2012	Posterpresentatie op aardappeldemodag	Open dag	6000 bezoekers
15 september 2012	Nieuwsbrief 4	Nieuwsbrief	800 akkerbouwers in Flevoland
Juni 2013	Nieuwsbrief Bodemverbeteraars nr 5	Nieuwsbrief	800 akkerbouwers in Flevoland
April 2013	Tussentijdse rapportage bodemverbeteraars 2010-2012	Rapport	
5 september 2013	Biovelddag Lelystad	Open dag	
14 november 2013	Lezing Stichting Veldleeuwerik Flevoland	Lezing	
12 december 2013	Lezing Stichting Veldleeuwerik Flevoland	Lezing	
16 november 2013	Artikel Nieuwe Oogst "Vergelijking bodemverbeteraars nog niet klaar"	Vakbladartikel	
23 november 2013	Artikel Akkermagazine "Effect bodemverbeteraars moeilijk te verklaren"	Vakbladartikel	
12 februari 2014	Lezing telers Midden Beemster	Lezing	

Datum	Activiteit	Type	Opmerking
Maart 2014	Jaarrapportage Bodemverbeteraars 2013	Rapport	
8 juli 2014	Tussenstand Bodem- en structuurverbeteraars; leveranciersbijeenkomst	Lezing	
9 juli 2014	Artikel Nieuwe Oogst.nu; "Effect bodemverbeteraars moeilijk zichtbaar"	Vakbladartikel	
15 juli 2014	Lezing knolselderijtelers Westmaas	Lezing	
8 augustus 2014	Artikel Groente en Fruit "Bodem en structuurverbeteraars verhogen de productie nog niet"	Vakbladartikel	
3 september 2014	Biologische velddag Lelystad	Open dag	
December 2014	Nieuwsbrief Bodemverbeteraars nr 7	Nieuwsbrief	
Maart 2015	Jaarrapportage Bodemverbeteraars 2014	Rapport	

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR
Edelhertweg 1
Postbus 430
8200 AK Lelystad
T (+31)320 29 11 11
www.wageningenUR.nl/ppo

Report 659

Bij Wageningen UR proberen plantonderzoekers de eigenschappen van planten te benutten om problemen op het gebied van voedsel, grondstoffen en energie op te lossen. Zo worden onze kennis van planten en onze moderne voorzieningen ingezet om de kwaliteit van leven in het algemeen en de innovatiekracht van onze opdrachtgevers in het bijzonder te vergroten.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

