

# Effecten bodem- en structuurverbeteraars

Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2011

Ing. J.G.M. Paauw, Ing. D. van Balen & Ir. J.J. de Haan (PPO-agv)  
Ir. M.J.G. de Haas, Ing. H. van der Draai & Dr. Ir. D.W. Bussink (NMI)

© 2012 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.

**Financiers:**

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

Projectnummer: 3250159600

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

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
1.1 Aanleiding .....	7
1.2 Doel van onderzoek .....	7
1.3 Uitvoerders en financiers.....	8
1.4 Leeswijzer.....	8
2 MATERIAAL EN METHODEN .....	9
2.1 Beschrijving bodemverbeteraars.....	9
2.1.1 Calcium- en/of kalkmeststoffen.....	9
2.1.2 Op basis van micro-organismen .....	11
2.1.3 Overige producten .....	12
2.2 Onderzoek per locatie .....	13
2.2.1 Kollumerwaard.....	14
2.2.2 Lelystad.....	15
2.2.3 Westmaas.....	15
2.2.4 Valthermond.....	16
2.2.5 Vredepeel.....	17
2.3 Waarnemingen 2011.....	17
3 UITVOERING EN RESULTATEN 2011 .....	19
3.1 Kollumerwaard .....	19
3.1.1 Uitvoering najaar 2010.....	19
3.1.2 Groeiseizoen 2011 .....	19
3.1.3 Bemesting.....	20
3.1.4 Waarnemingen.....	23
3.1.5 Opbrengst en kwaliteit.....	24
3.1.6 Na de oogst .....	27
3.2 Lelystad.....	28
3.2.1 Uitvoering najaar 2010.....	28
3.2.2 Groeiseizoen 2011 .....	29
3.2.3 Bemesting.....	30
3.2.4 Waarnemingen.....	32
3.2.5 Opbrengst en kwaliteit.....	33
3.2.6 Na de oogst .....	34
3.3 Westmaas.....	35
3.3.1 Uitvoering najaar 2010.....	35
3.3.2 Groeiseizoen 2011 .....	36
3.3.3 Bemesting.....	36
3.3.4 Waarnemingen.....	38
3.3.5 Opbrengst en kwaliteit.....	38
3.3.6 Na de oogst .....	39
3.4 Valthermond.....	40
3.4.1 Uitvoering .....	40
3.4.2 Bemesting.....	40
3.4.3 Waarnemingen.....	43
3.4.4 Opbrengst en kwaliteit.....	43
3.5 Vredepeel .....	45
3.5.1 Uitvoering .....	45

3.5.2	Bemesting.....	45
3.5.3	Waarnemingen.....	48
3.5.4	Opbrengst en kwaliteit.....	49
3.5.5	Na de oogst.....	49
4	RESULTATEN OVER ALLE LOCATIES.....	51
5	DISCUSSIE EN CONCLUSIES NA HET TWEEDE JAAR.....	53
5.1	Resultaten teelt.....	53
5.2	Resultaten opbrengsten 2011.....	53
5.3	Doorkijk 2012 en verder.....	53
6	COMMUNICATIE.....	55

# Samenvatting

In de praktijk loopt men 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. Ook is onbekend wat de effecten op langere termijn zijn. Bij gebruik van kalkmeststoffen is ook informatie nodig over het effect op het gehalte aan calcium in het bodemvocht van de grond. Een bijkomende vraag is hoe het resultaat van deze producten uitvalt ten opzichte van het resultaat dat met compost of met dierlijke mest bereikt wordt.

Om de invloed van bodemverbeteraars op verschillende grondsoorten te toetsen, zijn proeven aangelegd op drie kleilocaties (Westmaas, Kollumerwaard en Lelystad), één dalgrond (Valthermond) en één zandlocatie (Vredepeel). In deze proeven wordt een bouwplan toegepast dat gangbaar is voor de betreffende regio. Omdat de verwachte effecten vooral na langere tijd duidelijk worden, vindt het onderzoek over een periode van zes jaar plaats (2010-2015). In deze proeven worden de ontwikkeling van de gewasopbrengst, de gewaskwaliteit en de bodemeigenschappen gevolgd.

In 2010 is op alle proeflocaties de uitgangssituatie van de bodem bepaald (nulmeting).

Bij de gewasopbrengsten waren er in 2010 geen of nauwelijks betrouwbare verschillen tussen de diverse bodemverbeteraars. Per locatie leken er wel verschillen in effecten te zijn van bodemverbeteraars.

In 2011 waren er op de locaties Kollumerwaard, Lelystad, Westmaas en Vredepeel geen betrouwbare verschillen tussen de bodemverbeteraars en Kunstmest. Op Valthermond gaven Condit7%N, PRP-SOL, Groencompost/GFT en Drijfmest betrouwbaar hogere opbrengsten dan Kunstmest.

De komende jaren wordt het onderzoek voortgezet. In 2012 worden per locatie onderstaande gewassen geteeld:

Kollumerwaard	: wintertarwe
Lelystad	: zaaiuien
Westmaas	: suikerbieten
Valthermond	: zomergerst
Vredepeel	: zomergerst



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

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

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

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

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

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

## 1.2 Doel van onderzoek

Doel van het onderzoek is het vaststellen of bodem- en structuurverbeteraars een positief effect hebben op de bodemstructuur, de gewasopbrengst en het risico van af- en uitspoeling van mineralen. Daarvoor worden in een 6-jarig onderzoek 7 producten onderzocht op 3 kleilocaties (Lelystad, Westmaas en Kollumerwaard), een zandlocatie (Vredepeel) en een zanddalgrond locatie (Valthermond). De volgende producten zijn getest:

1. Xurian Optimum (micro-organismen die bodemleven stimuleren).
2. PRP-SOL (met sporenelementen verrijkte calciummeststof)
3. Condit 7%N (gehydroliseerde eiwitten en zeolieten die bodemleven stimuleren)
4. Brandkalk (calciummeststof)
5. Agrigyps (calciummeststof)
6. Betacal Carbo (kalkmeststof)
7. Biochar (verkoelde organische stof)
8. Steenmeel (gemalen steenachtig product)

Alle producten claimen de fysieke en chemische bodemvruchtbaarheid te verbeteren. De producten worden allen toegepast in een vruchtwisseling met gebruik van varkensdrijfmest (behalve de Biochar). Ze worden vergeleken met drie “gangbare” bemestingsstrategieën:

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

## 1.3 Uitvoerders en financiers

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

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

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

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

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

## 1.4 Leeswijzer

Dit rapport geeft de integrale resultaten weer van het onderzoek in 2011 van alle in de proeven opgenomen bodem- en structuurverbeteraars. In hoofdstuk 2 is uitgelegd hoe het onderzoek is vormgegeven: de bodem- en structuurverbeteraars zijn beschreven, evenals de locaties van de proeven met bouwplan, behandelingen en de uitgevoerde waarnemingen aan bodem en gewas. Hoofdstuk 3 behandelt de teeltresultaten van 2011 inclusief de bemesting en opbrengsten. In hoofdstuk 4 zijn de opbrengstresultaten over alle locaties beschreven. Het rapport sluit af met een korte discussie en conclusie naar aanleiding van de activiteiten in 2011. In de bijlage zijn diverse resultaten in meer detail gepresenteerd en is een overzicht van de communicatie gegeven.



## 2 Materiaal en methoden

Dit hoofdstuk beschrijft de algemene informatie van het onderzoek, zoals

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

### 2.1 Beschrijving bodemverbeteraars

Naast de bodemverbeteraars die in deze paragraaf zijn beschreven, zijn ook Kunstmest, Varkensdrijfmest (of rundveedrijfmest) en Groencompost/GFT als bodemverbeteraar ingezet.

Van de onderzochte bodem- en structuurverbeteraars is in dit hoofdstuk een korte omschrijving gegeven. Zo wordt duidelijk wat voor type product het is en op welke manier het bijdraagt aan een goede bodemstructuur. Deze productinformatie is gebaseerd op informatie welke door de productleverancier is aangeleverd. Aan de hand van uitgevoerde grondonderzoeken wordt later geanalyseerd hoe de bodemverbeteraars de bodemstructuur en/of de chemische samenstelling van de bodem hebben beïnvloed. De bodemverbeteraars zijn onder te verdelen in de volgende typen producten:

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

#### 2.1.1 Calcium- en/of kalkmeststoffen

##### 2.1.1.1 Agrigyps

Agrigyps (foto 1) is een **calciummeststof** met 29 procent CaO. De calcium is hierbij gebonden aan sulfaat. Deze calciummeststof heeft geen pH-verhogend effect. Het wordt jaarlijks toegediend in een dosering van 500 kg CaO per ha wat neer komt op 1700 kg Agrigyps per ha. Het product bevat veel zwavel. Met deze dosering wordt de grenswaarde van het zwavelgehalte in het oppervlaktewater vrijwel zeker overschreden. Deze grenswaarden zijn er nog niet, maar komen er waarschijnlijk wel. De dosering kan dan mede bepaald worden door de zwavelaanvoer.



Foto 1. Agrigyps.

##### 2.1.1.2 Betacal Carbo

Betacal Carbo (foto 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 die is ontstaan bij de zuivering van ruwsap uit bieten. Door de fijne neerslag en de gemakkelijke vertering van de organische stof heeft het een snelle werking. Betacal Carbo bevat tevens nutriënten, zoals stikstof, fosfaat en kalium. In de praktijk

wordt een kalkmeststof één keer in de bouwplancycclus toegepast. In dit onderzoek is hiervan afgeweken om deze kalkmeststof vanaf de start zijn werking te laten doen. Om dit te bereiken is in het voorjaar van 2010 1000 kg CaO per ha toegepast en in dat najaar 500 kg CaO per ha. De andere jaren wordt in het voorjaar 500 kg CaO per toegediend en bij de zaai- en pootbedbereiding ingewerkt.



Foto 2. **Betacal Carbo.**

#### 2.1.1.3 **Brandkalk**

Brandkalk (foto 3) is een goed in water oplosbare **calciummeststof** (60% CaO) en bevat daarnaast veel magnesium (tot 35% MgO). Verder bevat het geen andere mineralen. Met Brandkalk wordt de hoeveelheid vrij calcium en de magnesiumvoorziening in de bouwvoor verhoogd. Brandkalk werkt dan tijdelijk licht pH verhogend. Het is daarmee geen kalkmeststof. Door een verhoging van reageerbaar  $\text{CaCO}_3$  wordt de bewerkbaarheid en de aggregaatstabiliteit van de bodem verbeterd. De plant kan daarnaast meer calcium opnemen en dat verbetert de kwaliteit van het product. Calcium is namelijk net als kalium belangrijk voor een goede celwandopbouw van het gewas. Brandkalk wordt jaarlijks in het voorjaar toegepast in een dosering van 500 kg CaO per ha. Bij de zaai- en pootbedbereiding wordt het ingewerkt.



Foto 3. **Brandkalk.**

#### 2.1.1.4 **PRP-SOL**

PRP-SOL(bodem) (foto 4) is een **calcium** magnesiumcarbonaat. Door verhitting wordt een deel van de magnesium vervangen door minerale zouten en spoorelementen. De elementen die worden toegevoegd zijn specifiek bedoeld om micro-organismen te voeden. Het is daarmee geen kalkmeststof. In de bodem stimuleert PRP-SOL de microflora, met de bedoeling op deze wijze de bodemvruchtbaarheid en bodemstructuur te verbeteren. Dit zal uiteindelijk de plantengroei ten goede komen. PRP-SOL wordt in het najaar toegediend in een dosering van 200 kg per ha. De eerste twee jaar was de dosering hoger.



Foto 4. **PRP-SOL.**

## 2.1.2 Op basis van micro-organismen

### 2.1.2.1 Condit 7% N

Condit (foto 5) combineert de eigenschappen van een plantenvoedingsmiddel met een bodemverbeteraar. Deze meststof stimuleert de ontwikkeling van goede bacteriën en schimmels in de grond. Het is tevens een bron van organische stof. Condit is een product dat bestaat uit o.a. gehydraliseerde eiwitten en zeolieten. Condit bevat geen schadelijke stoffen en is vrij van onkruidzaden. Condit 7%N bevat 7% stikstof, 1% fosfaat en 2% kalium. Bij een toediening van 1 ton per ha moet rekening worden gehouden met een stikstofwerking van 70 kg per ha. De dosering van Condit is volgens de leverancier gebaseerd op de stikstofbehoefte van het gewas en de vruchtbaarheid van de bodem. Zo krijgen granen 1 ton per ha, aardappelen en suikerbieten 1,5 ton en koolgewassen 2 ton per ha.

In 2010 is in het onderzoek Condit5%N gebruikt. Vanaf 2011 is er Condit7%N gebruikt omdat de leverancier dit product in de markt wil promoten. Omdat de stikstofbasisproducten en de –werking hetzelfde zijn, was dit geen probleem. Met Condit7%N wordt echter wel meer stikstof gegeven aan het gewas wat bemestingstechnisch tot problemen kan leiden, afhankelijk van het gewas.

Condit wordt in het onderzoek in het voorjaar toegediend en bij de zaai- en pootbedbereiding ingewerkt. In wintertarwe wordt het in het voorjaar over het gewas gestrooid en niet ingewerkt.



Foto 5. **Condit 7%N.**

### 2.1.2.2 Xurian Optimum

Xurian Optimum (foto 6) is een meststof met borium, zink en een Pseudomonasbacterie voor de omzetting van verse organische stof. Het product wordt toegepast met een veldspuit. Het eerste jaar is de dosering 1,35 kg per ha in het voorjaar. De jaren erna wordt 0,9 kg per ha in zomer of najaar gegeven. De beste werking wordt verkregen als Xurian Optimum gespoten wordt na de oogst van het gewas voor de inzaai van een groenbemester of in het najaar kort voor het ploegen op een groenbemester.



Foto 6. **Xurian Optimum (sputpoeder).**

## 2.1.3 Overige producten

### 2.1.3.1 Biochar

Biochar ontstaat door verhitting van biomassa onder zuurstofloze omstandigheden. Die biomassa is bijvoorbeeld bermgras of houtsnippers. Maar ook snoeiafval, energiegewassen en reststromen van verwerkende industrieën zijn geschikt als grondstof. Bij de verhitting ontstaat er een gas, die als biobrandstof gebruikt kan worden. Daarnaast blijft er verkoold materiaal achter die Biochar wordt genoemd. Deze Biochar bestaat voor het grootste deel uit koolstof. Omdat er verschillende bronnen van biomassa zijn, ontstaan er ook verschillende soorten Biochar. In het onderzoek zijn de Biochar hout en Biochar norit opgenomen. Van de Biochar hout verschilt de grofheid sterk. Zo zijn er partijen die de grofheid van foto 7 hebben, terwijl er ook partijen zijn die poederfijn zijn en bij de toepassing erg stuifgevoelig zijn. Foto 8 laat de Biochar norit zien.



Foto 7. **Grove Biochar hout.**



Foto 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 mest. Zo wordt het zuivere effect van de Biochar te meten.

Koolstof is in staat om allerlei stoffen aan zich te binden. Biochar doet in de bodem eigenlijk hetzelfde als norit. Door een groot specifiek oppervlak kan Biochar bijdragen aan een betere structuur en kan Biochar nutriënten vasthouden zodat ze beschikbaar blijven voor de plant. Bovendien houdt elke ton Biochar een ton vocht vast. De bodem wordt daardoor minder gevoelig voor droogte. Biochar kan vele honderden tot duizenden jaren in de bodem aanwezig blijven. Dat maakt het effect op de bodemvruchtbaarheid langdurig. Daarnaast is Biochar een alternatieve manier om CO<sub>2</sub> voor zeer lange tijd in de grond vast te leggen.

### 2.1.3.2 Steenmeel

Steenmeel (foto 9) is een gemalen steenachtig product van deeltjes kleiner dan 0,1 mm. Steenmeel wordt gemaakt van vulkanisch gesteenten met een laag silica gehalte en het levert Ca, Mg, K, Na en diverse sporelementen. Op Valthermond en Vredepeel is gekozen voor twee gesteenten afkomstig uit Zuid Duitsland en Noord Noorwegen. Door de kleine deeltjesgrootte neemt het aantal snel drainerende poriën in de bodem af. De reactiviteit van de mineralen zorgt voor stabilisatie van de organische stof en stimuleert het bodemleven. Steenmeel moet worden beschouwd als onderhoudsbemesting ter compensatie van de versnelde slijtage van de bodemmineralogie door intensief agrarisch gebruik. Omdat steenmeel zelf kali levert, zal vanaf begin 2012 geen kali kunstmest meer worden toegepast.



Foto 9. **Steenmeel.**

## 2.2 Onderzoek per locatie

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

In het onderzoek zijn bij de start diverse grondonderzoeken uitgevoerd. Daarmee is bodemkwaliteit bij aanvang van het onderzoek vastgelegd. De resultaten van dit bodemonderzoek staan beschreven in hoofdstuk 4 van de rapportage van 2010.

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

Omdat de praktijk veel varkens-/rundveedrijfmest gebruikt, worden bijna alle bodemverbeteraars gecombineerd met een drijfmestgift. Per locatie is dit aangegeven. Alleen groencompost, kunstmest en Biochar krijgen geen mest. Groencompost, drijfmest (varkens- en rundveedrijfmest) en kunstmest zijn de referenties. Aan de Biochar wordt op Kollumerwaard en Valthermond geen mest gegeven om zo de zuivere werking van dit product te kunnen meten. De Biochar in Lelystad krijgt wel mest om de werking in combinatie met mest te meten.

Door de giften van de bodemverbeteraars en de dierlijke mest verschilt de mineralenaanvoer per object. Om het zuivere effect van de bodemverbeteraar te meten, wordt de mineralenaanvoer van werkzame stikstof, fosfaat en kali voor alle objecten tot een zelfde niveau aangevuld met kunstmest. Voor Groencompost/GFT wordt 0 of 10% N-werking aangehouden afhankelijk van de aard van de organische stof.

Per proeflocatie staan in de tabel de bodemverbeteraars en hun giften beschreven. Sommige bodemverbeteraars kregen in 2010 zowel een voorjaars- als een najaarsgift. Daar is voor gekozen om op zo kort mogelijke termijn binnen dit onderzoek de bodemverbeteraar goed gemengd in de bouwvoor te krijgen. Deze toepassing is overlegd met de leveranciers van de bodemverbeteraars.

Op de kleilocaties (Kollumerwaard, Lelystad en Westmaas) wordt onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de bodemverbeteraar op de stikstofvoorraad bij de oogst en zes weken na de oogst. De N-min voorraad wordt gemeten in de laag 0-30 en 30-60 cm. Daarnaast worden op de kleilocaties gewasmonsters genomen bij de oogst voor analyse op stikstof en fosfaat. Zo wordt de afvoer van stikstof en fosfaat gemeten per bodemverbeteraar.

Per bodemverbeteraar wordt zo een beeld verkregen van de volgende factoren:

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

Deze resultaten worden beschreven in de rapportage van het erop volgende jaar. De provincie Flevoland financiert dit aanvullende onderzoek.

### 2.2.1 Kollumerwaard

De proeflocatie Kollumerwaard is een kleigrond met 27% lutum en 3,5% organische stof in het noorden van ons land op de grens van Friesland en Groningen. Het P-AL getal is 42 (berekend Pw-getal 47) en het K-getal is 22 (voorjaar 2010). In 2009 groeiden er suikerbieten op het perceel. In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: zomertarwe

2011: pootaardappelen

2012: wintertarwe

2013: suikerbieten

2014: graan

2015: pootaardappelen

In tabel 2.1 zijn de hoeveelheden bodemverbeteraars in de objecten weergegeven. Groencompost/GFT, Kunstmest en de bodemverbeteraars Biochar norit en Biochar hout krijgen geen varkensdrijfmest als er mest gebruikt wordt. In de andere objecten wordt dan, naast de bodemverbeteraar, wel mest gebruikt. Zo zijn de zuivere effecten van deze objecten beter te meten.

Tabel 2.1. **Toepassing bodemverbeteraars op Kollumerwaard in najaar 2010 en voorjaar 2011 en of varkensdrijfmest is toegepast.**

Bodemverbeteraar	Eenheid	Najaar 2010	Voorjaar 2011	Varkensdrijfmest voorjaar 2011
Agrigyps	kg/ha	0	1730	Nee
Betacal Carbo	kg/ha	1790	1790	Nee
Brandkalk	kg/ha	840	840	Nee
PRP-SOL	kg/ha	0	250	Nee
Condit7%N	kg/ha	0	1500	Nee
Xurian Optimum	kg/ha	0,9	0	Nee
Biochar norit	ton/ha	0	5	Nee
Biochar hout	ton/ha	0	5	Nee
Groencompost/GFT	ton/ha	9	0	Nee
Varkensdrijfmest	m <sup>3</sup> /ha	0	0	Nee
Kunstmest				Nee

### 2.2.2 Lelystad

In Lelystad is de proef aangelegd op een kleigrond met 18% lutum en 2 % organische stof. Het P-AL getal is 42 (berekend Pw getal 31) en het K-getal is 16. In 2009 groeiden er pootaardappelen op het proefperceel.

In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: zomergerst

2011: suikerbieten

2012: zaaiuien

2013: winterpeen

2014: zomergraan

2015: consumptieaardappelen

In tabel 2.2 zijn de bodemverbeteraars beschreven die in Lelystad worden ingezet. In Lelystad krijgen de objecten Biochar hout 2,5 en 5 ton per ha wel mest als dat wordt toegediend. Alleen in Lelystad mag mest worden gegeven aan de Biochar om zo het effect van de combinatie met mest te meten.

Tabel 2.2. **Toepassing bodemverbeteraars in Lelystad in najaar 2010 en voorjaar 2011 en of varkensdrijfmest is toegepast.**

Bodemverbeteraar	Eenheid	Najaar 2010	Voorjaar 2011	Varkensdrijfmest najaar 2010 *)
Agrigyps	kg/ha	0	1730	Ja
Betacal Carbo	kg/ha	1790	1790	Ja
Brandkalk	kg/ha	840	840	Ja
PRP-SOL	kg/ha	0	250	Ja
Condit7%N	kg/ha	0	1500	Ja
Xurian Optimum	kg/ha	0,9	0	Ja
Biochar hout 2,5 ton	ton/ha	0	2,5	Ja
Biochar hout 5 ton	ton/ha	0	5	Ja
Groencompost/GFT	ton/ha	9	0	Nee
Varkensdrijfmest	m <sup>3</sup> /ha	15	0	Ja
Kunstmest				Nee

\*) In de objecten waarin mest wordt toegediend, is 15 m<sup>3</sup> varkensdrijfmest ingezet in het najaar.

### 2.2.3 Westmaas

De proeflocatie Westmaas is een kleigrond met 20% lutum en 2,3% organische stof. Het P-AL getal is 49 (berekend Pw-getal 40) en het K-getal is 21. In 2009 groeiden er suikerbieten op het proefperceel. In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: zomergerst

2011: consumptieaardappel

2012: suikerbiet

2013: wintertarwe

2014: zaaiuien

2015: aardappel

In tabel 2.3 staan de bodemverbeteraars die in Westmaas worden ingezet. Per bodemverbeteraar is de gift per ha weergegeven en de eventuele mestgift in het na- of voorjaar.

Tabel 2.3. Toepassing bodemverbeteraars op Westmaas in najaar 2010 en voorjaar 2011 en of varkensdrijfmest is toegepast.

Bodemverbeteraar	Eenheid	Najaar 2010	Voorjaar 2011	Varkensdrijfmest voorjaar 2011
Agrigyps	kg/ha	0	1730	Nee
Betacal Carbo	kg/ha	1790	1790	Nee
Brandkalk	kg/ha	840	840	Nee
PRP-SOL	kg/ha	0	250	Nee
Condit7%N	kg/ha	0	1500	Nee
Xurian Optimum	kg/ha	0,9	0	Nee
Groencompost/GFT	ton/ha	9	0	Nee
Varkensdrijfmest	m <sup>3</sup> /ha	0	0	Nee
Kunstmest				Nee

Groencompost en kunstmest krijgen geen varkensdrijfmest als er mest gebruikt wordt. In de andere objecten wordt dan, naast de bodemverbeteraar, wel mest gebruikt. Uit de tabel is af te lezen dat er in 2011 op Westmaas geen dierlijke mest is ingezet.

#### 2.2.4 Valthermond

De proeflocatie Valthermond is een dalgrond met 11,6% organische stof. Het P-AL getal is 30 (berekend Pw-getal 30) en het K-getal is 8. In 2009 groeiden er zetmeelaardappelen op het proefperceel.

In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: suikerbieten

2011: zetmeelaardappelen

2012: zomergerst

2013: zetmeelaardappelen

2014: suikerbieten

2015: zetmeelaardappelen

In tabel 2.4 zijn de bodemverbeteraars beschreven die op Valthermond worden ingezet.

Groencompost/GFT, de Biochar producten en Kunstmest krijgen geen varkensdrijfmest. Het object Biochar Edinburgh wordt in najaar 2011 aangelegd.

Tabel 2.4. Toepassing bodemverbeteraars op Valthermond in 2010 en of varkensdrijfmest en kunstmest is toegepast.

Bodemverbeteraar	Eenheid	Najaar 2010	Voorjaar 2011	Varkensdrijfmest voorjaar 2011 *)
PRP-SOL	kg/ha	0	250	Ja
Condit7%N	kg/ha	0	1500	Ja
Xurian Optimum	kg/ha	0,9	0	Ja
Biochar ECN	ton/ha	0	0	Nee
Biochar norit	ton/ha	0	5	Nee
Biochar Edinburgh (v.a 2011)	ton/ha	0	0	Nee
Biochar hout	ton/ha	0	5	Nee
Steenmeel	ton/ha	0	15	Ja
Groencompost/GFT	ton/ha	0	9	Nee
Varkensdrijfmest	m <sup>3</sup> /ha	0	20	Ja
Kunstmest				Nee

\*) In de objecten waarin mest wordt toegediend, is 20 m<sup>3</sup> varkensdrijfmest ingezet.



Groencompost/GFT, Kunstmest en de Biochar bodemverbeteraars krijgen geen varkensdrijfmest als er mest gebruikt wordt. In de andere objecten wordt dan, naast de bodemverbeteraar, wel mest gebruikt.

### 2.2.5 Vredepeel

In Vredepeel ligt de proef op een zandgrond met 3,9% organische stof. Het P-AL getal is 49 (berekend Pw getal 71) en het K-getal is 26. In 2009 groeide er waspeen op het proefperceel. In de proefperiode worden de volgende gewassen geteeld:

2010: snijmaïs

2011: suikerbiet

2012: zomergerst

2013: snijmaïs

2014: erwt vroeg / stamslaboon nateelt

2015: aardappel

In tabel 2.5 staan de bodemverbeteraars beschreven die op Vredepeel worden ingezet. Groencompost en kunstmest krijgen geen drijfmest maar de andere objecten krijgen dat wel. Daar wordt de bodemverbeteraar gecombineerd met mest. Op Vredepeel wordt rundveedrijfmest gebruikt omdat dat voldoende beschikbaar is, maar zeugenmest kan ook gebruikt worden.

Tabel 2.5. **Toepassing bodemverbeteraars op Vredepeel in 2010 en of varkensdrijfmest en kunstmest is toegepast.**

Bodemverbeteraar	Eenheid	Najaar 2010	Voorjaar 2011	Zeugenmest voorjaar 2011 *)
PRP-SOL	kg/ha	0	250	Ja
Condit7%N	kg/ha	0	1500	Ja
Xurian Optimum	kg/ha	0,9	0	Ja
Steenmeel	ton/ha	0	15	Ja
Groencompost/GFT	ton/ha	0	9	Nee
Zeugendrijfmest	m <sup>3</sup> /ha	0	40	Ja
Kunstmest				Nee

\*) In de objecten waarin mest is toegediend, is 40 m<sup>3</sup> zeugenmest ingezet. In Condit7%N is dit 20 m<sup>3</sup>.

## 2.3 Waarnemingen 2011

In 2010 is het project gestart met een karakterisering van de uitgangssituatie van de bodem op de vijf proeflocaties (zie jaarrapport 2010). Deze metingen worden in 2012 en 2015 herhaald.

In 2011 zijn vooral waarnemingen en metingen gedaan aan het gewas en beperkt aan de bodem. In deze paragraaf is kort beschreven welke bodem- en gewasgerichte waarnemingen in 2011 zijn uitgevoerd.

Tijdens de groei worden op alle locaties waarnemingen verricht aan het gewas en de bodem. Dit wordt meerdere keren in het groeiseizoen uitgevoerd.

Bij de bodem wordt gekeken naar de invloed van de bodemverbeteraar op de mate van verslemping, de mate van stuifgevoeligheid en de mate van waterdoorlatendheid. Daarnaast zijn de drie kleilocaties na de oogst bemonsterd op minerale N.

Bij het gewas wordt de kleur en de stand beoordeeld om b.v. de stikstofwerking van een bodemverbeteraar te beoordelen. Ook wordt het gekeken naar het optreden van gebreksziekten en de aantasting door schimmel- en bacterieziekten.

Omdat de stikstofopname bepaald kan worden door de beworteling en bodemstructuur wordt bij granen de legering opgenomen. Bij aardappelen wordt de mate van afsterving waargenomen.

Bij de oogst wordt per proeflocatie de opbrengst en kwaliteit van het gewas bepaald.

- Van de suikerbieten wordt bepaald het suikergehalte, de grond- en koptarra, het kalium-, natrium-, amino-N gehalte en de winbaarheid. Aan de hand van de opbrengst en de kwaliteit wordt de financiële opbrengst berekend.
- Van de consumptieaardappelen wordt de opbrengst, de maatsortering en de schurftindex bepaald. Daarnaast wordt ook het onderwatergewicht bepaald en de uitval.
- Bij de zetmeelaardappelen wordt naast de opbrengst het onderwatergewicht en uitbetalingsgewicht bepaald. Ook de knolgebreken worden bepaald.
- Van de pootaardappelen wordt naast de opbrengst ook de maatsortering bepaald, het aantal knollen per sortering en de uitval.

## 3 Uitvoering en resultaten 2011

Per proeflocatie is de opzet en uitvoering van 2011 beschreven. De uitvoering begint vanaf oogst 2010. Na de oogst zijn er, afhankelijk van de proeflocatie, bodemverbeteraars toegediend, is er mest uitgereden of is er een groenbemester gezaaid. Op de kleilocaties (Kollumerwaard, Lelystad en Westmaas) zijn na de oogst en zes weken na de oogst stikstofvoorraden bepaald per bodemverbeteraar. Zo wordt gekeken naar de invloed van de bodemverbeteraar op de hoeveelheid achtergebleven stikstof. De N-min voorraad in het profiel wordt gemeten op 0-30 en 30-60 cm. Provincie Flevoland financiert dit onderzoek. De gewaswaarnemingen en de resultaten hebben betrekking op groeiseizoen 2011. De objecten zijn per locatie beschreven in hoofdstuk 2.

### 3.1 Kollumerwaard

#### 3.1.1 Uitvoering najaar 2010

Na de oogst van de zomergerst kon door het stro door het slechte weer pas begin september worden geperst. Half september kon er een groenbemester worden gezaaid, maar is dat achterwege gebleven omdat de groeiperiode te kort was.

Na de oogst en kort voor het ploegen zijn N-min metingen uitgevoerd. Omdat er bij de N-min meting na de oogst N-totaal is gemeten in plaats van N-mineraal, kunnen deze resultaten niet gepresenteerd worden. Bij de N-min meting voor het ploegen is er voor gekozen om alleen te meten in objecten waar in het voorjaar wel en geen dierlijke mest is toegepast. De resultaten hiervan staan in tabel 3.1.

Tabel 3.1 **Stikstofvoorraden wel/geen mest (kg N/ha) 0-30 en 30-60 cm, Kollumerwaard 15-11-2010.**

Mest 1 juni 2010	N-mineraal	
	0-30	30-60
Ja	5	11
Nee	6	10

De mestgift op 1 juni heeft geen verschillen in N-min bij het ploegen opgeleverd. Enerzijds is er bij de bemesting rekening gehouden met de stikstof in de mest, anderzijds kan er door de vele neerslag stikstof zijn gedenitrificeerd en/of uitgespoeld naar diepere lagen.

Na de N-min monsternamen zijn op 22 september nog enkele bodemverbeteraars toegediend:

- Brandkalk 500 kg CaO per ha
- Betacal Carbo 500 kg CaO per ha
- Groencompost/GFT 9 ton per ha

Voor de toediening is de stoppel eerst licht bewerkt. Na de toediening zijn de bodemverbeteraars 10-15 cm diep ingewerkt met een vaste tandcultivator. Kort voor het ploegen, op 10 november, is Xurian Optimum gespoten waarna op 18 november het proefperceel is geploegd.

#### 3.1.2 Groeiseizoen 2011

Op 23 februari is de bodemvoorraad stikstof gemeten in de laag 0-60 cm per object. De resultaten hiervan staan in tabel 3.2. Alleen de objecten Biochar hout en Biochar norit zijn niet bemonsterd.

Tabel 3.2. **Stikstofvoorraden per object (0-60 cm, kg N/ha), Kollumerwaard 23-02-2011.**

Bodemverbeteraar	Mest voorjaar 2010	Kg N per ha 0-60 cm
<b>Agrigyps</b>	Ja	29
<b>Betacal Carbo</b>	Ja	23
<b>Brandkalk</b>	Ja	25
<b>PRP-SOL</b>	Ja	28
<b>Condit7%N</b>	Ja	22
<b>Xurian Optimum</b>	Ja	25
<b>Biochar norit 5 ton</b>	Ja	Niet gemeten
<b>Biochar hout 5 ton</b>	Ja	Niet gemeten
<b>Groencompost/GFT</b>	Nee	28
<b>Varkensdrijfmest</b>	Ja	24
<b>Kunstmest</b>	Nee	28

De verschillen tussen de objecten zijn klein. De N-min voorraden zijn niet meegenomen in de stikstofbemesting van de pootaardappelen. Bij pootaardappelen is het advies niet afhankelijk van de stikstofvoorraad maar van het ras.

De bodemverbeteraars zijn op 11 april handmatig over de ploegsnede toegediend (foto 10). De kunstmestgiften stikstof, fosfaat en kali zijn na het poten gegeven en via de freesbewerking ingewerkt.



Foto 10. **Toepassing van bodemverbeteraars.**

Na de toedieningen van de bodemverbeteraars zijn de aardappelen gepoot. Het uitgepote ras was Spunta en de plantafstand van de potmaat 35-50 mm was 16 cm. De bodemverbeteraars zijn circa 10 cm diep ingewerkt met de rotorkopeg.

### 3.1.3 Bemesting

Het uitgangspunt bij de bemesting is om de mineralenvoorziening (werkzaam) op alle objecten gelijk te houden. Dan worden opbrengst- en/of kwaliteitsverschillen niet of beperkt beïnvloed door de bemesting. De stikstof, fosfaat en kali in de bodemverbeteraars, de dierlijke mest en de groencompost zijn daarom verrekend in de kunstmestgift.

Bij de toegepaste bemesting in dit onderzoek is echter een fout opgetreden. Over de gehele proef is een

verkeerde meststof gestrooid. Met deze meststof is op alle objecten 80 kg N, 80 kg fosfaat en 100 kg kali per ha gegeven. Met betrekking tot de stikstof was er op Condit7%N geen stikstof nodig. Of deze ruime stikstofvoorziening bij Condit7%N invloed heeft gehad op de opbrengst en de maatsortering komt naar voren in & 3.1.5. Bij fosfaat werd er 80 kg per ha gegeven terwijl er over de objecten 50-70 kg had moeten worden gegeven. Bemestingstechnisch levert dit geen problemen op. Bij kali werd er 30 kg K<sub>2</sub>O per ha minder gegeven dan het advies. Bij Condit7%N werd daarentegen het advies gegeven.

Op 10 mei zijn er aanvullende bemestingen gegeven. Alle objecten, exclusief Condit7%N, kregen 30 kg N en 30 kg K<sub>2</sub>O per ha als bijbemesting.

In tabel 3.3 is de bemesting met stikstof, fosfaat en kali vermeld. Naast de werkzame giften is ook de totaalgift per mineraal vermeld. Door deze jaarlijkse totaalgiften bij elkaar op te tellen, wordt een beeld verkregen van de totale aanvoer van mineralen per object gedurende dit project. Bij N-totaal zijn er binnen één jaar al verschillen te zien (tabel 3.3). In deze tabel zijn naast de bemestingen van groeiseizoen 2011 ook de bemestingen van najaar 2010 meegenomen. De bemestingen van najaar 2011 worden meegenomen in de rapportage van 2012.

Uit de tabel komt naar voren dat de totale aanvoer van fosfaat en kali iets verschilt per object. Bij het opstellen van het bemestingsplan was de samenstelling van de mest nog niet bekend. Er is toen gerekend met een andere analyse van dezelfde mestsoort. Groencompost geeft de hoogste aanvoer van stikstof, fosfaat en kali.

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

- Condit7%N : 100%
- Groencompost/GFT : 0%
- Varkensdrijfmest : 40%
- Betacal Carbo : 0%

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

Tabel 3.3. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Kollumerwaard najaar 2010 + voorjaar 2011.

	Bodemverbeteraars				Drijfmest				Kunstmest				Totaal			
	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha
Agripyps	0	0	0	0	0	0	0	0	105	105	80	130	105	105	80	130
Betacal Carbo	0	6	21	2	0	0	0	0	105	111	80	128	105	117	101	130
Brandkalk	0	0	0	0	0	0	0	0	105	105	80	130	105	105	80	130
PRP-SOL	0	0	0	0	0	0	0	0	105	105	80	130	105	105	80	130
Condit7%N	105	105	15	30	0	0	0	0	80	80	80	100	185	185	95	130
Xurian Optimum	0	0	0	0	0	0	0	0	105	105	80	130	105	105	80	130
Biochar norit	0	0	0	0	0	0	0	0	105	105	80	130	105	105	80	130
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	105	105	80	130	105	105	80	130
Groencompost/GFT	0	77	33	58	0	0	0	0	105	105	80	100	105	182	113	158
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	0	0	0	0	105	105	80	130	105	105	80	130
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	105	105	80	130	105	105	80	130

### 3.1.4 Waarnemingen

In het groeiseizoen zijn diverse waarnemingen aan grond en gewas uitgevoerd om te beoordelen of de bodemverbeteraar invloed heeft gehad op de bodemstructuur en/of de groei van het gewas. Na het poten en frezen zijn er geen bijzonderheden waargenomen aan de bodem ten gevolge van de neerslag. De neerslag was onvoldoende om korstvorming te laten optreden.

Op 6 en 22 juni waren er geen verschillen tussen de bodemverbeteraars zichtbaar. Op 12 juli waren die er wel (tabel 3.4). De stand is beter bij een hoger cijfer. Een hoger cijfer voor de groenheid betekent een groener gewas. De waardering voor de groenheid van het gewas laat een relatie zien met de beschikbaarheid en opneembaarheid van de gegeven stikstof.

Tabel 3.4. **Waarnemingen op 12 juli, Kollumerwaard 2011.**

<b>Bodemverbeteraar</b>	<b>Stand</b>	<b>Groen</b>	<b>Gewas hangt</b>
<b>Brandkalk</b>	8.0	7.0	0 veldjes
<b>PRP-SOL</b>	8.0	6.8	0 veldjes
<b>Xurian Optimum</b>	7.5	6.7	0 veldjes
<b>Agripyps</b>	7.8	6.8	1 veldje
<b>Condit7%N</b>	7.8	7.8	1 veldje
<b>Betacal Carbo</b>	8.0	7.0	0 veldjes
<b>Groencompost/GFT</b>	7.7	7.2	1 veldje
<b>Varkensdrijfmest</b>	7.2	6.0	1 veldje
<b>Biochar norit</b>	7.3	7.0	3 veldjes
<b>Kunstmest</b>	8.0	7.0	1 veldje
<b>Biochar hout 5 ton</b>	7.7	7.0	1 veldje
<b>LSD 1)</b>	0.82	0.67	

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

Tabel 3.4 laat zien dat de verschillen in stand op 12 juli klein waren. Er waren geen betrouwbare verschillen. Varkensdrijfmest en Biochar norit laten een wat mindere stand zien. Bij Varkensdrijfmest gaat dat gecombineerd met een minder groen gewas. Dat zou kunnen betekenen dat de stikstofvoorziening van het gewas bij Varkensdrijfmest minder optimaal was. Bij de stikstofbemesting is echter geen rekening gehouden met een stikstofnalevering van de drijfmest die 1 juni 2010 is gegeven aan de zomertarwe. De minder goede stand en minder groene kleur is daarom niet te verklaren.

Bij de bemesting was al opgemerkt dat Condit7%N 80 kg N per ha te veel had gekregen bij de bemesting. Deze ruime stikstofvoorziening is in de stand op 12 juli niet terug te vinden (foto 11). Wel in de groenheid van het gewas. De Condit7%N had het meest groene gewas van alle bodemverbeteraars. Bij deze bodemverbeteraar ging slechts in één veldje het gewas hangen. In Biochar norit ging het gewas in alle veldjes hangen terwijl de stand en groenheid niet overdreven was in vergelijking met de andere bodemverbeteraars.

Misschien is het droge weer nadelig geweest voor een goede beschikbaarheid en opneembaarheid van de gegeven kunstmeststikstof en de stikstof in Condit7%N.



Foto 11. **Stand op 12 juli.**

### 3.1.5 Opbrengst en kwaliteit

Op 14 juli is de gehele proef doodgespoten. Er is niet gekeken naar het optimale moment van dood maken per bodemverbeteraar. Dan zijn er per bodemverbeteraar meerdere proefrooiingen nodig zodat ook het netto veldje veel groter moet zijn. Op eenzelfde moment dood maken laat veel duidelijker de verschillen zien tussen de bodemverbeteraars.

Na het dood maken zijn binnen de netto veldjes het aantal stengels geteld. Het aantal stengels wordt mede beïnvloed door de bodemstructuur. Ook is het een indicatie voor het aantal aangelegde knollen. Op 17 augustus, na een periode van regen, kon de proef worden geoogst.

#### **Opbrengst**

Bij de oogst is naast de opbrengst ook de sortering bepaald. Bij het sorteren is van elke potmaat het gewicht bepaald en zijn aantal knollen geteld. Daarnaast is er van elke bodemverbeteraar een representatief monster genomen die geanalyseerd is op stikstof en fosfaat. Zo wordt een beeld verkregen van de opgenomen stikstof en fosfaat per bodemverbeteraar.

In tabel 3.5 staan de opbrengstgegevens vermeld.

Uit de statische analyse komt naar voren dat er bij veel pootgoedmaten geen betrouwbare verschillen voorkomen tussen de bodemverbeteraars. In de maten 25-28, 28-35, 35-45, 50-55 en groter dan 55 mm zitten geen betrouwbare verschillen. In de maten 0-28 en 45-50 mm zitten wel een paar betrouwbare verschillen.

Bij de totaal opbrengst zit één opvallend betrouwbaar verschil. Alleen Condit7%N heeft een betrouwbaar lagere opbrengst ten opzichte van alle andere bodemverbeteraars.

Bij de bemesting is opgemerkt dat Condit7%N te veel stikstof heeft gekregen. Stikstof heeft een grote invloed op het tijdstip en de mate van knolzetting. Of deze stikstofovermaat een negatief effect heeft gehad op de knolzetting en daarmee de opbrengst, komt naar voren in tabel 3.6.



Tabel 3.5. Opbrengsten van Spunta pootaardappelen, 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
<b>Agrigyps</b>	0.1	0.4	1.3	9.5	17.2	14.3	6.5	49.3	102	42.3	102
<b>Betacal carbo</b>	0.2	0.5	1.3	9.9	14.7	16.3	5.9	48.8	101	42.2	101
<b>Brandkalk</b>	0.2	0.5	1.3	9.5	17.0	15.6	5.0	48.9	101	43.3	104
<b>PRP-SOL</b>	0.1	0.6	1.3	10.5	17.7	13.4	4.8	48.4	100	42.9	103
<b>Condit7%N</b>	0.1	0.5	1.3	8.1	12.3	14.2	7.6	44.0	91	35.9	86
<b>Xurian Optimum</b>	0.2	0.5	1.2	10.0	17.0	14.6	5.5	49.0	101	42.8	103
<b>Biochar Norit</b>	0.1	0.5	1.5	9.3	17.4	14.4	5.0	48.2	99	42.6	103
<b>Biochar hout</b>	0.2	0.6	1.4	9.4	17.1	14.4	6.0	48.9	101	42.2	102
<b>Groencompost/GFT</b>	0.2	0.6	1.3	10.2	16.5	16.0	4.5	49.1	101	43.9	106
<b>Varkensdrijfmest</b>	0.1	0.4	1.1	11.5	17.1	14.6	4.3	49.2	101	44.3	107
<b>Kunstmest</b>	0.2	0.5	1.4	9.9	16.0	14.3	6.2	48.5	100	41.6	100
<b>Lsd ,1)</b>	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

### Knol en stengelaantal

Evenals bij de knolopbrengst zijn er ook bij de knolaantallen weinig betrouwbare verschillen. Deze zien we alleen in de maten 0-25, 45-50, 28-55 mm en het totaal aantal knollen. Deze verschillen worden vooral veroorzaakt door Condit7%N. In de maten 0-25, 45-50, 28-55 mm en het totaal aantal knollen laat Condit7%N een betrouwbaar lager aantal knollen zien ten opzichte van de meeste andere bodemverbeteraars.

De te ruime stikstofvoorziening van Condit7%N zal de minder goede knolzetting veroorzaakt hebben. Deze minder goede knolzetting is dan ook de oorzaak van de lagere opbrengst van deze bodemverbeteraar. Omdat het negatieve resultaat van Condit7%N veroorzaakt is door een fout in de uitvoering van het onderzoek, is het niet reëel dit resultaat te presenteren in publicaties. Het resultaat van Condit7%N wordt daarom leeg gelaten in de publicaties.

Het aantal stengels per m<sup>2</sup> is bij Condit7%N overigens niet beïnvloed door de stikstofvoorziening. Alleen Biochar hout laat een betrouwbaar lager aantal stengels zien ten opzichte van Betacal Carbo en Varkensdrijfmest.

Tabel 3.6. Knol- en stengelaantallen van Spunta pootardappelen, 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 <sup>2</sup>
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

### Gewasanalyse

Na de oogst zijn per bodemverbeteraar representatieve knolmonsters geanalyseerd op stikstof- en fosfaatgehalte. In tabel 3.7 staan de resultaten en deze laten zien dat Condit7%N het hoogste N-totaal en hoogste fosfaatgehalte heeft. Bij stikstof zal dit veroorzaakt zijn door de te ruime stikstofvoorziening. De overige verschillen in stikstof- en fosfaatgehalte zijn moeilijk te verklaren uit de gemeten gehalten. Bij Groencompost/GFT en Betacal Carbo is het stikstofgehalte ook wat hoger. Van Groencompost/GFT is dat te verklaren uit de stikstofaanvoer met Groencompost/GFT, maar in Betacal Carbo zit erg weinig stikstof. Misschien hebben bodemverbeteraars invloed gehad op de stikstofopname o.a. door een actiever bodemleven en/of intensievere beworteling.

De fosfaat- en stikstofafvoer per ha laten verschillen zien tussen de bodemverbeteraars. Bij fosfaat gaf Betacal Carbo de hoogste fosfaatafvoer en PRP-SOL de laagste. Bij de stikstofafvoer gaf Condit7%N de hoogste afvoer en Biochar hout de laagste. Condit7%N had het hoogste stikstofgehalte in de knol. Dit zal veroorzaakt zijn door de te hoge N-bemesting.

Tabel 3.7. Stikstof- en fosfaatafvoer van representatieve knolmonsters van Spunta pootardappelen, Kollumerwaard 2011.

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N-totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> afvoer	Stikstof- afvoer
Bodemverb.	gr/kg ds	gr/kg ds	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

### 3.1.6 Na de oogst

Op 23 augustus zijn er N-min monsters gestoken voor het meten van de stikstofvoorraad bij de oogst. Zo wordt duidelijk of de bodemverbeteraar invloed heeft op de N-min bij de oogst. Deze resultaten worden in de rapportage van 2012 beschreven.

Op 1 september is het gehele proefperceel bewerkt met een woeler met 4 tanden. Aan elke tand zat een ganzenvoet. De werkdiepte was 20-25 cm. Met deze bewerking wordt voorkomen dat er water in de sporen blijft staan als er weer veel regen valt. In het najaar van 2011 wordt er wintertarwe ingezaaid. Voor het zaaien worden dan eerst een groot aantal bodemverbeteraars toegediend.

## 3.2 Lelystad

### 3.2.1 Uitvoering najaar 2010

Na de oogst van de zomergerst in 2010 kon het stro pas begin september worden geperst en afgevoerd. Daarna is begonnen met de N-min monsternamen na de oogst. Zes weken daarna is de tweede monsternamen uitgevoerd. De monsternamen van half januari lukte niet in verband met de bevroren grond. In tabel 3.8 staan de uitslagen van de monsternamen beschreven.

Tabel 3.8 **Stikstofvoorraden per object (kg N/ha) in de lagen 0-30 en 30-60 cm (8 september 2010).**

Bodemverbeteraar	Mest najaar	N-min na de oogst			N-min 1 november		
		0-30	30-60	0-60 cm	0-30	30-60	0-60 cm
Agrigyps	Ja	10	8	20	10	8	18
Betacal Carbo	Ja	9	8	17	7	9	16
Brandkalk	Ja	10	8	18	8	8	16
PRP-SOL	Ja	10	8	18	18	10	28
Condit7%N	Ja	10	9	19	8	9	17
Xurian Optimum	Ja	13	9	22	5	11	16
Biochar hout 2,5 ton	Ja	10	8	18	5	8	13
Biochar hout 5 ton	Ja	11	10	21	7	7	14
Groencompost/GFT	Nee	12	8	20	5	13	18
Varkensdrijfmest	Ja	9	10	19	8	11	19
Kunstmest	Nee	11	12	23	5	13	19

Uit tabel 3.8 komt naar voren dat de stikstofvoorraden direct na de oogst relatief laag waren. Na een graangewas is dat niet vreemd omdat deze gewassen altijd een lage stikstofvoorraad achterlaten. In november waren de voorraden ook niet hoog. Bij de meeste bodemverbeteraars is de voorraad in de laag 0-30 cm afgenomen en in de laag iets 30-60 cm toegenomen. De neerslag na de oogst heeft dit veroorzaakt. Bij de meeste bodemverbeteraars is de voorraad in de laag 0-60 cm iets afgenomen. Dit is overigens minimaal. Alleen bij Biochar hout gaat het om wat meer kilogrammen stikstof per ha. Het is opvallend dat PRP-SOL een vrij hoge voorraad in de laag 0-30 cm laat zien op 1 november. De vraag is waarom de voorraad hoger was dan na de oogst.

Na de N-monsternamen zijn enkele bodemverbeteraars toegediend:

- Brandkalk 500 kg CaO per ha
- Betacal Carbo 500 kg CaO per ha
- Groencompost/GFT 9 ton per ha

Direct na deze toepassingen is op bijna alle objecten 15 m<sup>3</sup> varkensdrijfmest toegediend met de zodenbemester (foto 12). In de objecten Kunstmest en Groencompost, waar volgens proefplan geen mest wordt toegediend, is 200 kg KAS per ha gegeven. Met de mest is ruim 50 kg werkzame stikstof per ha gegeven.

Daarna is de gehele proef bewerkt met de Lemken Kristall (foto 13). Dit werktuig gaf een erg goede menging van de stoppelresten met de bodem. De bodemverbeteraars zijn dan ook goed gemengd in de bewerkte laag.

Direct na deze grondbewerking is de gehele proef ingezaaid met gele mosterd als groenbemester. Door het natte weer ontwikkelde de gele mosterd zich matig. Vooral in de sporen van de zodenbemester. Vrij vlot na opkomst kleurde het gewas in de sporen geelgroen. Het gewas werd hierin niet groter dan 5-10 cm. Tussen de sporen bleef het wel groen en was de gewashoogte maximaal 15 cm.

Op 3 november, kort voor het ploegen, is Xurian Optimum over de groenbemester gespoten en later ondergeploegd.



Foto 12. Mesttoepassing in de zomergerststoppel met de zodenbemester.



Foto 13. Inwerken van de bodemverbeteraars met de Lemken Kristall.

### 3.2.2 Groeiseizoen 2011

Op 21 februari is de bodemstikstofvoorraad in de laag 0-60 cm gemeten. In bijna alle objecten was de N-min in deze laag 18 kg per ha. Alleen in de Betacal Carbo was de voorraad 25 kg per ha. Een verklaring voor dit verschil is niet te geven. Dit verschil is niet meegenomen bij de stikstofbemesting.

In maart zijn de bodemverbeteraars handmatig toegediend en zijn per object de meststoffen gegeven. Ze zijn ingewerkt bij de zaaibedbereiding van de suikerbieten. De zaaibedbereiding is uitgevoerd met een zes meter brede kopeg. De trekker reed op 65 cm brede voor- en achterbanden. Zowel de voor- als achterbanden waren dubbellucht zodat de totale bandbreedte 260 cm was. De voorbanden hadden een bandenspanning van 0,4 bar, de achterbanden 0,8 bar. Het uitgezaaide ras was Sabrina en de zaaifstand was 20 cm.

Op 6 april kwam de suikerbieten gelijkmatig boven. Na opkomst zijn er lange tijd geen verschillen waargenomen tussen de objecten.

### 3.2.3 Bemesting

In Lelystad is voor het zaaien en na de opkomst geen dierlijke mest toegepast. In het najaar van 2010 is er wel mest toegediend (tabel 2.2). In tabel 3.9 is de bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object weergegeven. In deze tabel is rekening gehouden met de mineralen in de mest en de bodemverbeteraars vanaf oogst 2010, de bodemstikstofvoorraad in februari, het Pw- en het K-getal van de bouwvoor. Per object (bodemverbeteraar + kunstmest) is de berekende werkzame hoeveelheid stikstof gelijk, evenals de aangevoerde hoeveelheid fosfaat en kali. De totale aanvoer van stikstof verschilt tussen enkele objecten omdat de totale stikstofgehalten van de basisproducten verschillend is. Tabel 3.9 laat zien hoe groot die verschillen zijn.

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

- Condit7%N : 100%
- Groencompost/GFT : 0%
- Betacal Carbo : 0%

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

Tabel 3.9. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Lelystad 2011.

	Bodemverbetersaars				Drijfmest 1)				Kunstmest				Totaal			
	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha
Agripyps	0	0	0	0	11	74	42	60	159	159	33	40	169	233	75	100
Betacal Carbo	0	6	21	2	11	74	42	60	147	147	13	38	158	227	75	100
Brandkalk	0	0	0	0	11	74	42	60	159	159	33	40	169	233	75	100
PRP-SOL	0	0	0	0	11	74	42	60	159	159	33	40	169	233	75	100
Condit7%N	105	105	15	30	11	74	42	60	54	54	18	10	169	233	75	100
Xurian Optimum	0	0	0	0	11	74	42	60	159	159	33	40	169	233	75	100
Biochar hout 2,5 ton	0	0	0	0	11	74	42	60	159	159	33	40	169	233	75	100
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	11	74	42	60	159	159	33	40	169	233	75	100
Groencompost/GFT	0	60	28	60	0	0	0	0	169	169	47	40	169	229	75	100
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	11	74	42	60	159	159	33	40	169	233	75	100
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	169	169	75	100	169	169	75	100

1) In het najaar van 2010 toegediend.

### 3.2.4 Waarnemingen

Vanaf het zaaien is er gekeken naar verschillen in de bodemstructuur. De bodemverbeteraar zou immers invloed kunnen hebben op de grofheid van het zaai-bed en/of de mate van verslemping ten gevolge van een regenbui. Bij de zaai-bedbereiding zijn geen verschillen in grofheid waargenomen (foto 14).



Foto 14. **Structuur zaai-bed eind maart.**

Het voorjaar van 2011 was droog zodat er geen structuurbederf is opgetreden ten gevolge van zware regenbuien. Ondanks het droge weer was de opkomst erg goed. De zaai-bedbereiding was zo uitgevoerd dat er op een vaste ondergrond kon worden gezaaid.

In het groeiseizoen zijn verschillende waarnemingen uitgevoerd (tabel 3.10).

**Tabel 3.10. Waarnemingen in de suikerbieten, Lelystad 2011.**

Bodemverbeteraar	planten/ha	stand 25 mei	% grondb. 8 juni	Bladvlekken/Cercospora 28 september
<b>Agri-gyps</b>	95.800	8.0	94	8
<b>Betacal Carbo</b>	101.200	7.9	94	8
<b>Brandkalk</b>	99.400	7.8	98	8
<b>PRP-SOL</b>	96.500	8.0	94	8
<b>Condit7%N</b>	94.000	7.8	96	8
<b>Xurian Optimum</b>	98.000	7.8	92	8
<b>Biochar hout 2,5 ton</b>	102.100	8.0	92	8
<b>Biochar hout 5 ton</b>	98.300	7.8	92	8
<b>Groencompost//GFT</b>	101.700	7.8	94	8
<b>Varkensdrijfmest</b>	98.000	8.0	92	8
<b>Kunstmest</b>	100.800	7.8	97	8
<b>Lsd</b>	n.s. <b>1)</b>	n.s.	n.s.	n.s.

1) n.s. = niet significant

De suikerbieten lieten in alle objecten een hoog plantaantal zien. De structuur van het zaai-bed was goed en de bieten zijn op een vochtige ondergrond gezaaid.

Op 25 mei waren de verschillen in stand minimaal. Bij de stand is gekeken naar de mate van grondbedekking en de kleur van het gewas. Een hoog cijfer betekent een goede waardering van de stand.



Omdat er vroeg was gezaaid, ontwikkelde het gewas zich erg goed. De foto's op 25 mei (foto 15) laten geen verschillen zien tussen de objecten Kunstmest, Brandkalk, Condit7%N en Xurian optimum. Op 8 juni, net voor het sluiten van het gewas, is de mate van grondbedekking gewaardeerd. De verschillen waren klein en daarmee niet betrouwbaar verschillend. Ook waren er geen verschillen in de aantasting van bladvlekkenziekte/Cercospora.



Foto 15.

**Linksboven** : Brandkalk  
**Linksonder** : Condit7%N

**Rechtsboven** : Kunstmest  
**Rechtsonder** : Xurian Optimum

### 3.2.5 Opbrengst en kwaliteit

De bieten zijn op 26 en 27 oktober geoogst. Bij de oogst zijn er monsters genomen voor analyse op de bietkwaliteit (IRS) en het stikstof- en fosfaatgehalte in de biet. De opbrengsten lagen in Lelystad op een hoog niveau (tabel 3.11). Bij de kg-opbrengst was er bij de bodemverbeteraars een betrouwbaar verschil tussen Agrigyps en Brandkalk.

Bij de suikeropbrengst en financiële opbrengst gaf Agrigyps een betrouwbaar hogere opbrengst dan Brandkalk en Groencompost/GFT.

Tabel 3.11. Opbrengst en kwaliteit van suikerbieten, Lelystad 2011.

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

De gewasanalyses zijn gebruikt om de stikstof- en fosfaatafvoer per bodemverbeteraar te berekenen. De resultaten hiervan staan in tabel 3.12.

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

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

De verschillen tussen de bodemverbeteraars zijn over het algemeen klein. Bij fosfaat heeft Kunstmest het laagste gehalte en de laagste afvoer per ha. Brandkalk heeft het hoogste gehalte maar niet de hoogste afvoer. Bij stikstof heeft kunstmest ook het laagste gehalte maar niet de hoogste afvoer per ha. Biochar hout 5 ton heeft de hoogste afvoer en samen met Agrigyps het hoogste gehalte.

### 3.2.6 Na de oogst

Na de oogst zijn de bodemstikstofmonsters gestoken en is het perceel tot 45 cm diepte gewoeld om wateroverlast te beperken. Na deze bewerking zijn er weer enkele bodemverbeteraars toegepast die ingewerkt zijn met een schijveneg. Op 1 november is het perceel geploegd.

De resultaten van het bodemstikstofonderzoek worden besproken in de rapportage van 2012.

## 3.3 Westmaas

### 3.3.1 Uitvoering najaar 2010

Na de oogst van de zomergerst kon het stro pas op 24 augustus worden geperst. Daarna is de bodemvoorraad stikstof gemeten en is in de gehele proef gele mosterd als groenbemester ingezaaid. Zes weken na de oogst is voor de tweede keer de N-min bepaald maar is de codering van de objecten niet goed ingevuld. Zo was niet te herleiden welk resultaat bij welk object hoorde. Zo konden alleen de resultaten van 24 augustus worden weergegeven. Deze staan tabel 3.13.

Tabel 3.13. **Stikstofvoorraden per object (kg N/ha) 0-30 en 30-60 cm, Westmaas 24-08-2010.**

Bodemverbeteraar	Varkensdrijfmest	N-min na de oogst		
	Voorjaar 2010	0-30	30-60	0-60 cm
<b>Agrigyps</b>	Ja	10	5	15
<b>Betacal Carbo</b>	Ja	9	7	16
<b>Brandkalk</b>	Ja	10	6	16
<b>PRP-SOL</b>	Ja	11	7	18
<b>Condit7%N</b>	Ja	8	7	15
<b>Xurian Optimum</b>	Ja	10	9	19
<b>Groencompost/GFT</b>	Nee	10	6	16
<b>Varkensdrijfmest</b>	Ja	11	8	19
<b>Kunstmest</b>	Nee	10	7	17

Tabel 3.13 laat zien dat de verschillen tussen de objecten klein zijn. De mesttoediening had in dit onderzoek geen invloed op de N-min in november.

Na de N-min monsternamen na de oogst heeft de groenbemester 60 kg N per ha als stikstofgift gekregen. Op 1 oktober stond de gele mosterd er mooi egaal op. De gewashoogte was 15 cm. Alleen in de sporen was de stand iets minder. Op 18 oktober was de groenbemester weliswaar nog wat gegroeid, maar de stand was nu erg onregelmatig. De gewashoogte varieerde van 10-25 cm.

Na de N-monsternamen direct na de oogst zijn weer enkele bodemverbeteraars toegediend:

- Brandkalk 500 kg CaO per ha
- Betacal Carbo 500 kg CaO per ha
- Groencompost/GFT 9 ton per ha

Na toediening zijn deze circa 10 cm diep ingewerkt.

Vlak voor het ploegen is 0,9 kg Xurian Optimum per ha gespoten over de groenbemester. Deze is niet in een extra bewerking ingewerkt. De inwerking gebeurde via het ploegen.

### 3.3.2 Groeiseizoen 2011

Op 3 maart is voor het bepalen van de stikstofgift per object de N-min monsternamen uitgevoerd. De resultaten hiervan staan in tabel 3.14.

Tabel 3.14. **Stikstofvoorraden per object (kg N/ha), Westmaas 03-03-2011.**

<b>Bodemverbeteraar</b>	<b>Varkensdrijfmest voorjaar 2010</b>	<b>Kg N per ha 0-60 cm</b>
<b>Agrigyps</b>	Ja	13
<b>Betacal Carbo</b>	Ja	13
<b>Brandkalk</b>	Ja	18
<b>PRP-SOL</b>	Ja	16
<b>Condit7%N</b>	Ja	14
<b>Xurian Optimum</b>	Ja	14
<b>Groencompost/GFT</b>	Nee	11
<b>Varkensdrijfmest</b>	Ja	13
<b>Kunstmest</b>	Nee	12

Ook in deze proef zijn de verschillen tussen de objecten klein. Het niveau van de stikstofvoorraad is op Westmaas circa 10 kg N per ha lager dan op Kollumerwaard. Daar was de gemiddelde stikstofvoorraad in de laag 0-60 cm 25 kg per ha. Op Westmaas is dat maar 14 en deze voorraad is meegenomen in de berekening van het stikstofadvies.

Op 5 april zijn de bodemverbeteraars Brandkalk, PRP-SOL, Agrigyps, Condit7%N en Betacal Carbo handmatig toegediend. Op 6 april zijn deze ingewerkt met de rotorkoepel, waarna in één bewerking de aardappelen zijn gepoot. Het uitgepote ras is Agria, de potmaat 35-50 mm en de plantafstand 28 cm. De bandenspanning van de zowel de voor- als achterbanden van de trekker was 0,8 bar. De bemestingen met stikstof, fosfaat en kali zijn na het poten uitgevoerd.

### 3.3.3 Bemesting

Dit voorjaar was de bodemvoorraad stikstof op 3 maart gemiddeld 14 kg per ha in de laag 0-60 cm. De voorvrucht was zomergerst. In het najaar van 2010 en voorjaar van 2011 is er geen dierlijke mest toegepast. De basisbemestingen zijn na het poten toegediend. Bij de bemesting is rekening gehouden met de mineralen in de mest en de bodemverbeteraars die vanaf oogst 2010 zijn toegediend, de stikstofvoorraad in de bodem in februari/maart en het Pw- en K-getal van de bouwvoor. Per object is de berekende hoeveelheid werkzame stikstof per object gelijk maar verschilt de totale aanvoer van stikstof, fosfaat en kali. Hoe groot die verschillen zijn, laat tabel 3.15 zien.

Groencompost/GFT geeft de hoogste aanvoer van stikstof, fosfaat en kali. Dat komt door de najaarsgift van 9 ton per ha.

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

- Condit7%N : 100%
- Groencompost/GFT : 0%
- Betacal Carbo : 0%

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

De stikstof is in twee giften gegeven. Op 14 juni is de bijbemesting gegeven van 50 kg N per ha (KAS) aan bijna alle bodemverbeteraars, exclusief Condit7%N. Met Condit7%N werd 105 kg stikstof per ha gegeven. Deze stikstof is verrekend in zowel de basisgift als de bijbemesting.

Tabel 3.15. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Westmaas 2011.

Bodemverbeteraar	Aanvoer bodemverbeteraars				Aanvoer drijfmest				Aanvoer kunstmest				Aanvoer totaal			
	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P205 kg/ha	K20 kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P205 kg/ha	K20 kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P205 kg/ha	K20 kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P205 kg/ha	K20 kg/ha
Agripyps	0	0	0	0	0	0	0	0	250	250	85	480	250	250	85	480
Betacal Carbo	0	6	21	2	0	0	0	0	250	250	64	478	250	255	85	480
Brandkalk	0	0	0	0	0	0	0	0	250	250	85	480	250	250	85	480
PRP-SOL	0	0	0	0	0	0	0	0	250	250	85	480	250	250	85	480
Condit7%N	105	105	15	30	0	0	0	0	165	165	70	450	270	270	85	480
Xurian Optimum	0	0	0	0	0	0	0	0	250	250	85	480	250	250	85	480
Groencompost/GFT	0	77	33	58	0	0	0	0	250	250	52	422	250	326	85	480
Varkendrijfmest	0	0	0	0	0	0	0	0	250	250	85	480	250	250	85	480
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	250	250	85	480	250	250	85	480

### 3.3.4 Waarnemingen

Bij het poten is gekeken naar de grofheid van het pootbed en de mate van korstvorming ten gevolge van neerslag. Bij het poten was er geen verschil in grofheid tussen de bodemverbeteraars waar te nemen. Bij het frezen ook niet. Door het droge voorjaar is er geen korstvorming opgetreden in dit onderzoek.

Op 9 mei kwamen de eerste planten boven en op 19 mei was de opkomst 100%.

Op 10 juni werden verschillen in grondbedekking waargenomen (tabel 3.16). Een hoger cijfer betekent een betere grondbedekking. Op basis van niet afgeronde getallen waren er geen betrouwbare verschillen in de grondbedekking.

Tabel 3.16. **Grondbedekking consumptieaardappelen, Westmaas 2011.**

Bodemverbeteraar	Grondbedekking 10 juni
Agrigyps	58
Betacal Carbo	57
Brandkalk	58
PRP-SOL	63
Condit7%N	65
Xurian Optimum	55
Groencompost/GFT	62
Varkensdrijfmest	67
Kunstmest	62
Lsd 1)	11.7

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

Door het droge weer is er 2 keer beregend. Op 18 mei is er 25 mm beregend en op 26 mei 20 mm. Omdat de beschikbaarheid en opneembaarheid van mineralen afhankelijk is van de vochttoestand van de grond, is het de vraag in hoeverre het droge voorjaar van 2011 invloed heeft gehad op de beschikbaarheid van stikstof van groencompost en Condit7%N.

### 3.3.5 Opbrengst en kwaliteit

Op 9 en 16 september zijn de aardappelen dood gespoten en op 28 september geoogst. Bij de verwerking van de monsters is de totale opbrengst, de sortering, het uitval, het onderwatergewicht en het knolaantal bepaald. De opbrengstgegevens staan in tabel 3.17 en de knolaantallen en het onderwatergewicht in tabel 3.18. Van een representatief monster per bodemverbeteraar is het stikstof- en fosfaatgehalte bepaald.

Tabel 3.17. **Knolopbrengsten consumptieaardappelen, Westmaas 2011.**

	0-40	40-50	50-70	> 70	uitval	bruto	bruto	netto	netto
Bodemverbeteraar	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)

Bij de opbrengst zijn er alleen betrouwbare verschillen in de maat groter dan 70 mm. Bij het uitval, de bruto en de netto opbrengst zijn er geen betrouwbare verschillen. Het grote verschil tussen Betacal Carbo en PRP-SOL is niet betrouwbaar omdat de opbrengstverschillen tussen de veldjes erg groot was.

Tabel 3.18. **Knolaantallen per are en onderwatergewicht consumptieaardappelen, Westmaas 2011.**

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

Ook bij de knolaantallen en het onderwatergewicht zijn er weinig tot geen betrouwbare verschillen. Alleen in de maat >70 mm zijn deze verschillen er wel.

### 3.3.6 Na de oogst

Kort na de oogst en zes weken daarna zijn N-min metingen uitgevoerd om een beeld te krijgen van de achtergebleven stikstof. Deze resultaten staan in de rapportage van 2012.

## 3.4 Valthermond

### 3.4.1 Uitvoering

Na de oogst van de suikerbieten in 2010 is alleen de Xurian Optimum toegediend. Dit is over het gehakselde bietenblad gespoten en niet ingewerkt. Verder zijn er in de najaars- en winterperiode geen grondbewerkingen meer uitgevoerd.

Omstreeks half maart 2011 is de Groencompost/GFT toegediend. Op 6 april is er 20 kuub varkensdrijfmest toegediend volgens schema. De objecten die geen mest mogen krijgen, hebben zo ook geen mest gekregen. Rond half april zijn de overige bodemverbeteraars toegediend, evenals de bemestingen met stikstof, fosfaat en kali.

Op 22 april is het gehele proefperceel tot een diepte van 25 cm gespuit met een roterende spitmachine. De bodemverbeteraars en de mest zijn zo goed gemengd door de gehele bouwvoor. Op dezelfde dag zijn de aardappelen gepoot. Het uitgepote ras was Merano, de potmaat was 35/50 mm en de plantafstand 30 cm.

De aardappelen kwamen op 1 juni regelmatig boven. Na opkomst zijn er enkele stand verschillen naar voren gekomen. Dit is in & 3.4.3 besproken.

De aardappelen zijn op 30 september dood gespoten en op 27 oktober geoogst.

### 3.4.2 Bemesting

Eind februari 2011 is in alle objecten de N-min bepaald in de laag 0-30 cm. In tabel 3.19 staan de resultaten.

Tabel 3.19. **Stikstofvoorraad per object, Valthermond eind februari 2011.**

<b>Bodemverbeteraar</b>	<b>N-min 0-30 cm</b>
<b>PRP-SOL</b>	50
<b>Condit7%N</b>	28
<b>Xurian Optimum</b>	55
<b>Biochar ECN</b>	40
<b>Biochar norit</b>	34
<b>Biochar hout</b>	41
<b>Steenmeel</b>	50
<b>Groencompost/GFT</b>	27
<b>Varkensdrijfmest</b>	23
<b>Kunstmest</b>	48

Tussen de bodemverbeteraars zitten vrij grote verschillen in stikstofvoorraad in de laag 0-30 cm. Het is opvallend dat de bodemverbeteraars met stikstof; Condit7%N, Groencompost/GFT en Varkensdrijfmest, de laagste voorraden laten zien. Een deel van de verschillen kan verklaard worden uit de verschillen in bodemgesteldheid binnen het proefperceel.

De gemeten stikstofvoorraad per object was de basis voor het opstellen van het stikstofadvies per bodemverbeteraar.

De toegediende varkensdrijfmest bevatte per ton mest 7,2 kg stikstof, 4,3 kg fosfaat en 5,1 kg kali. Omdat de analyse pas bekend was na het strooien van de stikstof, fosfaat en kali, zitten er geringe verschillen in de totaalgift per mineraal tussen de objecten. In tabel 3.13 zijn de giften N-totaal, werkzame stikstof, fosfaat en kali per object vermeld. In deze tabel is rekening gehouden met de mineralen in de mest en de bodemverbeteraars vanaf oogst 2010, de bodemstikstofvoorraad in februari, het Pw- en het K-getal van de bouwvoor.



Per object (dierlijke mest + bodemverbeteraar + kunstmest) is de totale aanvoer van stikstof verschillend. Hoe groot die verschillen zijn, laat de kolom N-totaal zien (tabel 3.13).

De toepassing van 18 ton GFT-compost gaf de hoogste aanvoer van N-totaal.

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

- Condit7%N : 100%
- Groencompost/GFT : 10%
- Varkensdrijfmest : 70%

De fosfaat en kali in de bodemverbeteraars is voor 100% meegerekend.

Tabel 3.20. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object vanaf af oogst 2010, Valthermond 2011.

	Bodemverbeteraars				Drijfmest 1)				Kunstmest				Totaal			
	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha
PRP-SOL	0	0	0	0	97	139	81	118	88	88	0	97	185	227	81	215
Condit7%N	105	105	15	30	97	139	81	118	22	22	0	67	225	266	96	215
Xurian Optimum	0	0	0	0	97	139	81	118	79	79	0	97	176	218	81	215
Biochar ECN	0	0	0	0	0	0	0	0	203	203	70	200	203	203	70	200
Biochar norit	0	0	0	0	0	0	0	0	214	214	70	200	214	214	70	200
Biochar Edinburgh	0	0	0	0	0	0	0	0	180	180	70	200	180	180	70	200
Biochar hout 5 ton	0	0	0	0	0	0	0	0	201	201	70	200	201	201	70	200
Steenmeel	0	0	150	750	97	139	81	118	88	88	40	97	185	227	271	965
Groencompost/GFT	7	74	30	48	0	0	0	0	219	219	40	152	226	293	70	200
Varkensdrijfmest	0	0	0	0	97	139	81	118	136	136	0	97	234	275	81	215
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	189	189	70	200	189	189	70	200

### 3.4.3 Waarnemingen

Na opkomst van de aardappelen is de stand verschillende keren waargenomen (tabel 3.21). De verschillen tussen de objecten waren klein en op 14 juni niet betrouwbaar. Op 14 juli en 9 september waren er wel betrouwbare verschillen. Op beide data hadden Condit7%N, Biochar hout en Groencompost/GFT een betrouwbaar slechtere stand dan verschillende andere objecten. Bij Condit7%N en GFT-compost is de vraag of de stikstofwerking voldoende is geweest door het koude voorjaar en de droge weersomstandigheden. Steenmeel liet op 9 september een erg goede stand zien.

Tabel 3.21. **Waarnemingen zetmeelaardappelen Valthermond 2011.**

Bodemverbeteraar	Stand 14 juni	Stand 14 juli	Stand 9 september
PRP-SOL	7.8	8.3	8.5
Condit7%N	7.5	6.8	7.2
Xurian Optimum	8.0	7.8	8.7
Biochar ECN	7.2	7.7	8.7
Biochar norit	7.3	7.7	8.7
Biochar hout	7.2	6.5	7.8
Steenmeel	7.0	7.7	9.2
Groencompost/GFT	7.0	6.7	7.7
Varkensdrijfmest	7.5	7.5	8.3
Kunstmest	7.5	7.3	8.2
Lsd 1)	0.9	0.9	0.9

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

### 3.4.4 Opbrengst en kwaliteit

Naast de opbrengstbepaling is ook het onderwatergewicht bepaald voor de berekening van het uitbetalingsgewicht. Deze gegevens staan in tabel 3.22. Ook zijn diverse kwaliteiten van de aardappelen bepaald. Deze resultaten staan in tabel 3.23.

Tabel 3.22. **Opbrengst en onderwatergewicht van zetmeelaardappelen, Valthermond 2011.**

Bodemverbeteraar	Ton/ha	Onder- water gewicht	Uitbe- talings- gewicht ton/ha	Op- brengst Relatief	Onderwater gewicht Relatief	Uitbe- talings- gewicht Relatief
PRP-SOL	43.9	530	62.7	112	103	116
Condit7%N	45.2	540	66.4	115	105	123
Xurian Optimum	42.3	511	58.0	108	100	107
Biochar ECN	43.1	524	61.0	110	102	113
Biochar norit	40.6	504	54.7	104	98	101
Biochar hout	43.5	518	60.5	111	101	112
Steenmeel	43.6	515	60.3	111	100	112
Groencompost/GFT	46.3	538	67.7	118	105	125
Varkensdrijfmest	44.9	518	62.6	115	101	116
Kunstmest	39.2	513	54.1	100	100	100
Lsd 1)	4.3	22.2	7.3	11.1	4.3	13.5

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

Bij de totale opbrengst geven PRP-SOL, Condit7%N, Steenmeel, Groencompost/GFT en Varkensdrijfmest een betrouwbaar hogere opbrengst dan kunstmest. Bij slechts twee bodemverbeteraars wordt dit o.a. veroorzaakt door een hoger onderwatergewicht: Condit7%N en Groencompost/GFT. Dit alles geeft betrouwbaar hogere uitbetalingsgewichten van PRP-SOL, Condit7%N, Groencompost/GFT en Varkensdrijfmest ten opzichte van Kunstmest.

De minder goede stand van Condit7%N en Groencompost/GFT tijdens de groei hebben niet gezorgd voor lagere opbrengsten.

Tussen de bodemverbeteraars zitten enkele betrouwbare verschillen bij het onderwatergewicht. Dit kan veroorzaakt zijn door de stikstof maar ook door de kalium. Met steenmeel is in totaal veel kalium gegeven, die echter pas door bodemleven en gewas wordt aangesproken als de direct opneembare voorraden uit kunstmest en dierlijke mest op zijn. Omdat tot nu toe bij steenmeel evenveel kalium met dierlijke mest en kunstmest is gegeven als bij de andere bodemverbeteraars, is de levering van kalium uit steenmeel niet waar te nemen. Om een indruk van de kaliumlevering door steenmeel te krijgen, wordt vanaf 2012 geen kunstmest kali meer toegevoegd maar wel dierlijke mest.

Tabel 3.23. **Kwaliteit van de zetmeelaardappelen, Valthermond 2011.**

Bodemverbeteraar	score SCF	Knolgebreken licht	Knolgebreken zwaar	Waardering Groen	Waardering Schurft
PRP-SOL	92	8	10	5	9
Condit7%N	93	6	10	7.7	9.3
Xurian Optimum	97	8	10	9.3	9.3
Biochar ECN	95	8	10	9.3	7.7
Biochar norit	94	6	10	9.3	9.0
Biochar hout	94	7	10	7.7	9.3
Steenmeel	96	8	10	9.0	9.0
Groencompost/GFT	95	8	10	7.7	9.3
Varkensdrijfmest	94	7	10	9.3	7.7
Kunstmest	94	8	10	8.0	7.7
Lsd 1)	3.6	1.9	n.s. 2)	2.6	2.4

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

2) n.s. = niet significant

Bij de kwaliteit is er verder gekeken naar knolgebreken, groen en schurft. Naast een afzonderlijke waardering van deze gebreken, is er ook een gezamenlijke verrekening. Daarvoor wordt de SCF berekend. SCF staat voor Stichting Controle Fabrieksaardappelen. Een partij kan hiervoor maximaal 100 punten krijgen. Een hoge waardering voor een kwaliteit levert een hoge bijdrage aan de SCF-score.

PRP-SOL en Condit7%N laten een wat minder goede score zien, terwijl Xurian Optimum een erg goede score laat zien. Bij de lichte knolgebreken zijn Condit7%N en Biochar norit betrouwbaar slechter dan verschillende andere bodemverbeteraars.

Bij groene knollen is alleen PRP-SOL betrouwbaar slechter dan alle andere bodemverbeteraars. Schurft heeft geen betrouwbare verschillen opgeleverd.

## 3.5 Vredepeel

### 3.5.1 Uitvoering

In 2010 groeide er snijmaïs op dit perceel. Na de oogst zijn er geen bewerkingen meer uitgevoerd maar is wel Xurian Optimum toegediend. Omdat het zo nat was bij de oogst kon er nadien geen groenbemester meer worden gezaaid.

Omstreeks half februari 2011 zijn op verschillende data de bodemverbeteraars toegediend, is er mest uitgereden en zijn de kunstmestbemestingen toegediend. Na de toediening van Groencompost/GFT, Steenmeel, PRP-SOL en Condit7%N zijn deze bodemverbeteraars ingewerkt.

Half maart is in de proef zeugendrijfmest uitgereden. In object Condit7%N was dit 20 ton per ha, in de objecten PRP-SOL, Xurian Optimum, Zeugenmest en Steenmeel was dit 40 ton per ha. De mest is met een bouwlandinjecteur toegediend. In Condit7%N is maar 20 ton per ha toegediend omdat er met de Condit7%N al 105 kg N per ha werd gegeven. Bij 40 ton per ha zou de stikstofvoorziening veel te ruim zijn.

Op 23 maart is het perceel geploegd met onderwoelers en een vorenpakker. Op 24 maart zijn de suikerbieten gezaaid. Het uitgezaaide ras is Solana en de zaaiafstand was 18 cm. Zo zijn er ruim 111.000 zaden per ha gezaaid.

Het droge weer van voorjaar 2011 maakte berekening in de proef gewenst. Op 25 mei en 4 juni is er op beide dagen 25-30 mm water gegeven. De gehele proef is berekend.

### 3.5.2 Bemesting

Op 14 februari is de bodemvoorraad stikstof in de laag 0-60 cm bepaald (tabel 3.24). Op deze dag is tevens een basisbemesting met 10 kg Borax per ha gegeven over de gehele proef.

Tabel 3.24. **Stikstofvoorraden per object (kg N/ha, Vredepeel 2011).**

<b>Bodemverbeteraar</b>	<b>N-min (kg N/ha) 0-60 cm</b>
<b>PRP-SOL</b>	20
<b>Condit7%N</b>	19
<b>Xurian Optimum</b>	18
<b>Steenmeel</b>	18
<b>Groencompost/GFT</b>	18
<b>Zeugenmest</b>	18
<b>Kunstmest</b>	16

De verschillen in stikstofvoorraad tussen de bodemverbeteraars zijn klein. In de berekening van het N-advies is uitgegaan van een bodemvoorraad van 18 kg N per ha. De toegediende zeugendrijfmest bevatte 3,5 kg stikstof, 1,2 kg fosfaat en 3,2 kg kali per ton mest.

In tabel 3.25 is de bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object weergegeven. Hierbij is rekening gehouden met de mineralen in de mest en de bodemverbeteraars vanaf oogst 2010, de stikstofvoorraad in de bodem in februari, het Pw- en het K-getal van de bouwvoor.

Per object (bodemverbeteraar + kunstmest) is de werkzame hoeveelheid stikstof in bijna alle objecten gelijk. Bij Condit7%N is er totaal iets meer werkzame stikstof gegeven. Bij fosfaat en kali verschilt de aanvoer per ha. Dit komt o.a. door de verschillen in mestgift, het kaligehalte van steenmeel en de vaste gift van Groencompost/GFT. Naast de werkzame stikstof is ook de totaal aangevoerde hoeveelheid stikstof beschreven. Deze verschilt tussen de objecten omdat de stikstofgehalten van de bodemverbeteraars verschillend is en de mestgift afhankelijk is van de bodemverbeteraar.

Bij toepassing van Groencompost/GFT is de totaal aangevoerde hoeveelheid stikstof 77 kg per ha hoger dan bij Kunstmest.

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

- Condit7%N : 100%
- Groencompost/GFT : 0%
- Zeugenmest : 70%

De fosfaat en kali in de bodemverbeteraars is voor 100% meegerekend.

Op 16 mei vond er een bijbemesting plaats met stikstof. In het 4-6 bladstadium is in PRP-SOL, Xurian Optimum, Groencompost/GFT, Zeugenmest, Kunstmest en Steenmeel 47 kg N per ha gegeven met KAS.

Tabel 3.25. Bemesting met stikstof, fosfaat en kali per object, Vredepeel 2011.

Bodemverbeteraar	Aanvoer bodemverbeteraars				Aanvoer drijfmest				Aanvoer kunstmest				Aanvoer totaal			
	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P205 kg/ha	K20 kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P205 kg/ha	K20 kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P205 kg/ha	K20 kg/ha	N-werkz. kg/ha	N-totaal kg/ha	P205 kg/ha	K20 kg/ha
PRP-SOL	0	0	0	0	98	140	48	128	47	47	0	0	145	187	48	128
Condit7%N	105	105	15	30	49	70	24	64	0	0	0	0	154	175	39	94
Xurian Optimum	0	0	0	0	98	140	48	128	47	47	0	0	145	187	48	128
Steenmeel	0	0	0	38	98	140	48	128	47	47	0	0	145	187	198	878
Groencompost/GFT	0	77	33	58	0	0	0	0	145	145	0	70	145	222	33	128
Rundveedrijfmest	0	0	0	0	98	140	48	128	47	47	0	0	145	187	48	128
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	145	145	45	128	145	145	45	128

### 3.5.3 Waarnemingen

In 2011 zijn verschillende waarnemingen uitgevoerd om een beeld te krijgen van de bodemverbeteraar op de groei en ontwikkeling van het gewas. Er is gekeken naar de grondbedekking, de kleur van het gewas, de stand en de mate van ziekteaantasting. Een hoger cijfer is een betere waardering van de eigenschap. Per eigenschap zijn de resultaten beschreven in de tabellen 3.26 t/m 3.29.

Tabel 3.26. **Percentage grondbedekking, Vredepeel 2011.**

Bodemverbeteraar	Percentage bodembedekking			
	15-jul-11	11-aug-11	19-sep-11	17-nov-11
<b>PRP-SOL</b>	90	92	78	65
<b>Condit7%N</b>	95	95	87	72
<b>Xurian Optimum</b>	93	95	92	78
<b>Steenmeel</b>	93	93	87	72
<b>Groencompost/GFT</b>	88	92	85	72
<b>Zeugenmest</b>	93	93	88	70
<b>Kunstmest</b>	92	90	78	62
<b>Lsd</b>	n.s.1)	n.s.	8.6	9.8

1) n.s. = niet significant

Tabel 3.27. **Kleur van het gewas, Vredepeel 2011.**

Bodemverbeteraar	Kleur gewas			
	15-jul-11	11-aug-11	19-sep-11	17-nov-11
<b>PRP-SOL</b>	8.0	7.7	7.0	5.7
<b>Condit7%N</b>	8.7	8.0	8.0	6.7
<b>Xurian Optimum</b>	8.7	8.7	8.7	6.7
<b>Steenmeel</b>	8.3	8.0	8.0	6.3
<b>Groencompost/GFT</b>	7.7	7.3	7.3	6.0
<b>Zeugenmest</b>	8.3	8.3	7.7	5.7
<b>Kunstmest</b>	7.7	7.3	7.0	5.0
<b>Lsd</b>	n.s.1)	n.s.	1.43	1.6

1) n.s. = niet significant

Tabel 3.28. **Stand van het gewas Vredepeel 2011.**

Bodemverbeteraar	Stand			
	15-jul-11	11-aug-11	19-sep-11	17-nov-11
<b>PRP-SOL</b>	8.0	8.0	7.0	5.7
<b>Condit7%N</b>	8.3	8.0	8.0	7.0
<b>Xurian Optimum</b>	8.7	8.3	8.0	7.0
<b>Steenmeel</b>	8.3	8.0	8.0	7.0
<b>Groencompost/GFT</b>	7.7	7.7	7.7	6.0
<b>Zeugenmest</b>	8.7	8.3	7.7	6.0
<b>Kunstmest</b>	7.7	7.3	6.7	5.3
<b>Lsd</b>	n.s.1)	n.s.	1.07	1.2

1) n.s. = niet significant



Tabel 3.29. **Mate van ziekteaanastasing, Vredepeel 2011.**

Bodemverbeteraar	Ziekteaanastasing			
	15-jul-11	11-aug-11	19-sep-11	17-nov-11
PRP-SOL	9.0	8.8	7.8	4.7
Condit7%N	9.0	9.0	8.2	6.0
Xurian Optimum	9.0	8.8	8.3	5.7
Steenmeel	9.0	9.0	8.2	5.7
Groencompost/GFT	9.0	8.5	7.8	5.3
Zeugenmest	9.0	8.3	7.2	5.0
Kunstmest	9.0	8.7	7.2	4.3
Lsd	n.s.1)	n.s.	1.32	1.3

1) n.s. = niet significant

Bij de waarnemingen waren er op 15 juli en 11 augustus geen betrouwbare verschillen tussen de bodemverbeteraars. Op de andere data waren er enkele betrouwbare verschillen tussen sommige bodemverbeteraars.

### 3.5.4 Opbrengst en kwaliteit

De bieten zijn op 19 oktober geoogst. Bij de oogst zijn er monsters genomen voor analyse op de bietkwaliteit (IRS). De opbrengsten lagen in Vredepeel op een hoog niveau (tabel 3.30). Alleen bij de grondtarra en het Na-gehalte aren er betrouwbare verschillen.

Bij de kg-opbrengst, de suikeropbrengst en de financiële opbrengst waren er echter geen betrouwbare verschillen.

Tabel 3.30. **Opbrengst en kwaliteit van suikerbieten, Vredepeel 2011.**

Bodemverbeteraar	Ton/ha	Suiker		Percentage tarra		mmol/kg			Amino	WIN	Financ.
		%	Ton/ha	Grond	Kop	K	Na	K + Na	N		€/ha
PRP-SOL	100.4	17.97	18.0	1.2	4.5	32.7	2.3	35.1	8.0	92.4	4431
Condit7%N	101.0	17.58	17.8	1.7	4.9	32.3	2.3	34.5	8.9	92.2	4309
Xurian Optimum	100.8	17.59	17.7	1.7	5.0	30.0	2.5	32.5	9.0	92.4	4315
Steenmeel	102.7	17.89	18.4	2.1	5.4	33.8	3.0	36.8	8.8	92.2	4475
Groencompost/GFT	102.0	17.82	18.2	1.6	5.7	31.9	2.2	34.1	7.8	92.5	4442
Zeugenmest	101.1	17.75	17.9	1.3	4.8	31.4	2.4	33.8	9.3	92.3	4383
Kunstmest	101.1	17.96	18.2	1.3	5.1	33.2	2.1	35.3	7.6	92.5	4456
Lsd 1)	n.s.2)	n.s.	n.s.	0.8	n.s.	n.s.	0.6	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

### 3.5.5 Na de oogst

Na de oogst van de suikerbieten is alleen Xurian Optimum gespoten en zijn er geen bewerkingen meer uitgevoerd.



## 4 Resultaten over alle locaties

Door de resultaten van alle proeflocaties in een tabel te zetten, wordt een totaaloverzicht van de resultaten per bodemverbeteraar verkregen. In tabel 4.1 staan de relatieve opbrengsten van 2011. Voor suikerbieten is ook de financiële opbrengst weergegeven.

Omdat het resultaat van Condit7%N op Kollumerwaard is beïnvloed door een strooifout, is het resultaat hier weggelaten.

Tabel 4.1. **Relatieve opbrengsten per proeflocatie in 2011.**

	Lelystad		Westmaas	Kollumerw	Valth.mond	Vredepeel	
	Suikerbiet		Cons aard	Pootaard	Zetm.aard	Suikerbiet	
Bodemverbeteraar	ton/ha	€/ha				ton/ha	€/ha
<b>Agrigyps</b>	105.4	105.8	106	102			
<b>Betacalcarbo</b>	102.4	101.1	101	101			
<b>Brandkalk</b>	97.7	98.0	98	101			
<b>PRP-SOL</b>	101.6	101.8	102	100	116	99	99
<b>Condit7%N</b>	102.7	103.7	104		123	100	97
<b>Xurian Optimum</b>	100.7	100.6	101	101	107	100	97
<b>Biochar ECN</b>					113		
<b>Biochar norit</b>				99	101		
<b>Biochar hout 2,5 ton</b>	103.0	100.8	101				
<b>Biochar hout 5 ton</b>	104.1	104.6	105	101			
<b>Steenmeel</b>					112	102	100
<b>Groencompost/GFT</b>	98.3	97.9	98	101	125	101	100
<b>Varkens-/rundveedm.</b>	101.0	100.0	100	101	116	100	98
<b>Kunstmest</b>	100.0	100.0	100	100	100	100	100
<b>Lsd (relatief)</b>	<b>7.1</b>	<b>7.7</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>13.5</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>
<b>100 = ... ton of €/ha</b>	<b>111.5</b>	<b>4391</b>	<b>72.2</b>	<b>48.5</b>	<b>60.3</b>	<b>101.1</b>	<b>4456</b>

Om een snelle indruk te krijgen van de effecten van de bodemverbeteraars op de opbrengst van het gewas is tabel 4.2 in deze rapportage opgenomen. De kleuren geven een scherper beeld of een bodemverbeteraar betrouwbaar beter was dan kunstmest. Deze tabel laat niet zien of de ene bodemverbeteraar betrouwbaar beter of slechter is dan de andere bodemverbeteraar.

Omdat het resultaat van Condit7%N op Kollumerwaard is beïnvloed door een strooifout, is dat resultaat hier weggelaten.

Tabel 4.2. **Vergelijking van de opbrengst van een bodemverbeteraar t.o.v. alleen kunstmest in 2011.**

	<i>Lelystad suikerbieten</i>	<i>Westmaas cons.aardappelen</i>	<i>Kollumerwaard pootaardappelen</i>	<i>Valthermond zetmeelaardappelen</i>	<i>Vredepeel suikerbieten</i>
<b>Opbr. kunstmest</b>	€ 4,391	72.2	48.5	54.1	€ 4,456
<b><i>Bodemverbeteraars</i></b>					
Condit7%N					
Xurian Optimum					
PRP-SOL					
Brandkalk					
Betacal Carbo					
Agri-gyps					
Biochar hout 2,5 ton					
Biochar hout 5 ton					
Biochar Norit					
Biochar ECN					
Steenmeel					
<b><i>Referenties</i></b>					
Varkens-/rundv. dm					
Groencompost/GFT					

*Boven in de tabel staat de opbrengst met alleen kunstmest. Geel geeft aan geen betrouwbaar verschil in opbrengst van de bodemverbeteraar met alleen kunstmest. Rood betekent een betrouwbaar lagere opbrengst en groen een betrouwbaar hogere opbrengst van de bodemverbeteraar. Wit betekent niet getest.*

## 5 Discussie en conclusies na het tweede jaar

Na het tweede jaar van onderzoek zijn er weer nieuwe ervaringen naar voren gekomen. In hoofdstuk 5 zijn deze kort samengevat.

### 5.1 Resultaten teelt

Bij de gewaswaarnemingen en bij de oogst zijn van de verschillende proeflocaties de volgende ervaringen naar voren gekomen:

- Structuurverval heeft zich in het voorjaar van 2011 niet voorgedaan door het droge voorjaar. De bodemverbeteraars zijn zo niet beoordeeld op de mate van structuurverval.
- De stikstofwerking van Groencompost/GFT en Condit 7%N kan in 2011 beïnvloed zijn door het droge weer. De resultaten laten echter geen negatieve effecten zien van deze bodemverbeteraars.
- Met mest en groencompost wordt elk jaar meer N-totaal aangevoerd ten opzichte van alleen kunstmest. Deze stikstof is opgeslagen in de organische stof. Deze objecten kunnen dan meer stikstof gaan naleveren in het groeiseizoen. Het inschatten van die extra nalevering is moeilijk omdat het weer (neerslag en temperatuur) er veel invloed op heeft.
- Op Kollumerwaard is, door een strooifout, de stikstofvoorziening in Condit7%N te hoog geweest waardoor de opbrengst betrouwbaar lager was t.o.v. de andere bodemverbeteraars. Omdat dit resultaat niet aan Condit7%N is toe te schrijven, wordt deze opbrengst in publicaties niet meegenomen.

### 5.2 Resultaten opbrengsten 2011

In tabel 4.2 staan alle resultaten van groeiseizoen 2011. In deze tabel is aangegeven in hoeverre de opbrengst van een object verschilt ten opzichte van kunstmest.

- Westmaas en Vredepeel gaven geen betrouwbare verschillen in opbrengst tussen de bodemverbeteraars en Kunstmest.
- In Lelystad gaf Agrigyps een betrouwbaar hogere (financiële) opbrengst dan Brandkalk en Groencompost/GFT.
- Op Kollumerwaard gaf alleen Condit7%N een betrouwbare lagere opbrengst dan Kunstmest. Dit zal veroorzaakt zijn door de te hoge stikstofgift ten gevolge van een strooifout en niet door het product Condit7%N.
- Op Valthermond gaven Condit7%N, PRP-SOL, Groencompost/GFT en Drijfmest betrouwbaar hogere opbrengsten dan Kunstmest.

### 5.3 Doorkijk 2012 en verder

In 2012 wordt het onderzoek op een vergelijkbare wijze als in 2010 en 2011 voortgezet. De volgende gewassen worden geteeld:

- Lelystad : zaaiuien
- Westmaas : suikerbieten
- Kollumerwaard : wintertarwe
- Valthermond : zomergerst
- Vredepeel : zomergerst

Bijzondere situaties en mogelijke productaanpassingen daargelaten worden onderstaande giften voor de komende jaren uniform gehanteerd over alle locaties om zo de resultaten goed te kunnen interpreteren.

Tabel 5.1. **Giften bodemverbeteraars in project in kg/ha.**

<b>Bodemverbeteraar</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
PRP-SOL <sup>2)</sup>	300	450	200	200	200	200
Xurian Optimum	2.25	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Condit7%N <sup>3)</sup>	1000/2000	1000/2000	1000/2000	1000/2000	1000/2000	1000/2000
Brandkalk	1670	840	840	840	840	840
Agrigyps	1730	1730	1730	1730	1730	1730
Betacal Carbo	3570	1790	1790	1790	1790	1790
Biochar hout 2,5 ton	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Biochar hout 5 ton	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Biochar norit	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Biochar ECN	15000	0	0	0	0	0
Biochar Edinburgh	0	20000	0	0	0	0
Groencompost/GFT	18000	9000	9000	9000	9000	9000
Varkensdrijfmest	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>
Rundveedrijfmest	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>
Steenmeel	20000	15000	10000	<sup>4)</sup>	<sup>4)</sup>	<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Mestgift is afhankelijk van de locatie en het gewas.

<sup>2)</sup> PRP-SOL krijgt op de kleilocaties in 2011 ook een najaarsgift van 200 kg/ha. De jaren erna alleen een najaarsgift.

<sup>3)</sup> Gift is afhankelijk van het gewas.

<sup>4)</sup> Gift is afhankelijk van de resultaten van het onderzoek: opbrengst en bodemonderzoek.

De bouwplannen van de onderzoeksjaren 2010-2015 zijn beschreven bij de afzonderlijke onderzoekslocaties in hoofdstuk 2.

## 6 Communicatie

In 2011 is er na het eerste jaar van onderzoek op diverse manieren aandacht besteed aan het project bodem- en structuurverbetersaars.

Tabel 6.1 **Overzicht communicatie activiteiten 2011.**

<b>Datum</b>	<b>Activiteit</b>	<b>Opmerking</b>
19 februari 2011	Artikel Nieuwe Oogst	
17 maart 2011	Nieuwsbrief1 voor Flevoland	Verzonden door LTO noord aan 800 akkerbouwers in Flevoland
	Nieuwsbrief2 voor Flevoland	Verzonden door LTO noord aan 800 akkerbouwers in Flevoland
29 juni 2011	Akkerbouwvelddag	
30 juni 2011	Open dag Kollumerwaard	400 bezoekers
1 september 2011	Posterpresentatie op Aardappelzetmeeldagen Valthermond	600 bezoekers
Juni 2011	Perspectieven bodem en structuurverbetersaars. In: Vruchtbare gronden, brochure PPO. PPO-publicatie nr 411.	