



Organische stof management in de sierteelt met speciale aandacht voor (duin)zandgrond

Resultaten 2007-2011

Annette Pronk, Paul van Leeuwen & Henk van den Berg





Organische stof management in de sierteelt met speciale aandacht voor (duin)zandgrond

Resultaten 2007-2011

Annette Pronk¹, Paul van Leeuwen² & Henk van den Berg³

¹ Plant Research International

² Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

³ Henk van den Berg Teelt en Bedrijfsadvies

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Business Unit Agrosysteemkunde.

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

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Dit project is mede gefinancierd door:



PT projectnummer: 12890

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus 616, 6700 AP Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 - 48 04 78
Fax : 0317 - 48 10 47
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doelstelling	6
1.3 Aanpak van het onderzoek	6
2. Materiaal en methode	7
2.1 De behandelingen	7
2.2 De veldproef	8
2.2.1 De vruchtwisseling	8
2.2.2 Gewaswaarnemingen	8
2.2.3 Compensatiebemesting	8
2.2.4 Fysische metingen	9
2.2.5 Chemische metingen	10
2.2.6 Biologische metingen	11
2.3 Vakkenproef	11
2.3.1 Keuze van de gronden	11
2.3.2 Chemische bepalingen	11
2.3.3 Biologische metingen	11
2.3.4 Metingen van de bodemtemperatuur	11
2.4 Metingen in het laboratorium	12
2.5 Berekeningen	12
2.5.1 De rekenmodule	12
2.5.2 Berekening van de parameters	13
2.5.3 Praktijkgegevens	13
3. Resultaten	15
3.1 De behandelingen	15
3.2 Resultaten veldproef	16
3.2.1 Fysische metingen	16
3.2.2 Chemische metingen	17
3.2.3 Biologische metingen	18
3.2.4 Teeltresultaten	19
3.3 Resultaten vakkenproef	20
3.3.1 Fysische metingen	20
3.3.2 Chemische metingen	21
3.3.3 Biologische metingen	24
3.3.4 Metingen van de bodemtemperatuur	26
3.4 Metingen in het laboratorium	26
3.4.1 Incubatie onderzoek	26
3.5 De rekenmodule	27
3.5.1 Het vaststellen van de afbraakparameters voor bodemorganische stof	27
3.5.2 Het vaststellen van de afbraakparameters voor de organische producten	29
3.5.3 De bedrijfsregistraties	30

	pagina
4. Discussie en conclusies	31
4.1 De veldproef	31
4.2 De vakkenproef	31
4.3 De aanvoer van organische producten	32
4.4 Conclusies	35
Literatuur	37
Bijlage I. Methode voor het bepalen van de CO ₂ -afbraak in het laboratorium voor grondmonsters met kalk	2 pp.
Bijlage II. Gemiddelde samenstelling van de organische producten compost en stalmest	1 p.
Bijlage III. Gemiddelde samenstelling van de organische producten stro en Astilbe	1 p.
Bijlage IV. Resultaten veldproef	15 pp.
Teeltseizoen 2007-2008	
Teeltseizoen 2008-2009	
Teeltseizoen 2009-2010	
Teeltseizoen 2010-2011	
Bijlage V. Resultaten van de C-afbraak na 24 weken bepaald in het laboratorium, gecorrigeerd voor kalk en omgerekend naar 9°C.	1 p.
Bijlage VI. Invoergegevens rekenmodule	1 p.
Bijlage VII. Gerealiseerde output	1 p.

Samenvatting

Organische stof in (duin)zandgrond is onmisbaar vanwege het nutriëntenleverend vermogen, vochtvasthoudend vermogen en de bodemweerbaarheid. Organische stof in de bodem breekt af en wordt aangevuld vanuit verschillende bronnen zoals gewasresten en de aanvoer van organische producten. Organische stof in de bodem wordt onderscheiden in een gedeelte bodemorganische stof en een gedeelte jonge organische stof. De bodemorganische stof is het gedeelte dat al langer in de bodem aanwezig is en moeilijker afbreekbaar is door het bodemleven. Het wordt daarom de stabiele organische stof genoemd. Jonge organische stof is recentelijk in de bodem gebracht en breekt sneller af.

Duinzandgronden hebben doorgaans een lager percentage organische stof dan andere Nederlands zandgronden. Voor de teelt van siergewassen wordt het percentage organische stof verhoogd tot 1 à 1,5%. Een duinzandgrond, die net in gebruik is genomen na omzanden, heeft een percentage organische stof van ongeveer 0,3 tot 0,7%. Een gedeelte van deze organische stof breekt na omzanden snel af omdat het aandeel stabiele organische stof laag is. In bemeste duinzandgronden is het aandeel jonge organische stof groot in vergelijking met andere zandgronden. De organische stof in duinzandgrond zal dan ook sneller afbreken dan de organische stof in andere zandgronden zoals bijvoorbeeld dekzand.

Deze studie heeft vastgesteld hoe groot de afbraak is van organische stof in een met siergewassen beteelde duinzandgrond en in veldjes zonder gewas, braakveldjes en hoe groot de bijdrage is van compost, stalmest en een combinatie van beide producten aan de organische stofvoorziening. In de veldjes zonder gewas is de afbraak van organische stof in drie duinzandgronden vergeleken met die in dekzandgrond. De drie duinzandgronden hadden een verschillende achtergrond: (1) een goed bemeste duinzandgrond, (2) een niet bemeste duinzandgrond, en (3) een duinzandgrond met een natuurlijke vegetatie. De dekzandgrond was afkomstig van een vaste plantenteeltbedrijf. In deze veldjes is tevens de bijdrage van stro en de gewasrest Astilbe aan de organische stofvoorziening onderzocht.

In de veldproef werd de afbraak van organische stof onderzocht in een vruchtwisseling met bloembollen, vaste planten en zomerbloemen, waarin waar mogelijk groenbemesters werden geteeld. De behandelingen van verschillende hoeveelheden organische stof van verschillende stabiliteit zijn voor het planten of zaaien van het gewas jaarlijks toegediend. De hoeveelheid organische stof die werd toegediend varieerde tussen de 5 en 20 ton per ha per jaar. Om effecten van nutriënten door de bemesting met organische producten uit te sluiten, hebben alle behandelingen dezelfde hoeveelheid werkzame stikstof, fosfaat en kali gekregen. Het gewas is visueel beoordeeld tijdens de groei en de opbrengsten van de gewassen zijn bepaald.

In de behandelingen waarbij geen organische stofproducten werden toegediend, veranderde het beginpercentage organische stof van 1% niet aantoonbaar. Het nam niet af en het nam niet toe gedurende de vier proefjaren. De gewasresten, groenbemester en stroresten waren voldoende om het verlies van organische stof te compenseren. De ploegdiepte was 30 cm diep. Als 43 ton compost per ha per jaar werd gegeven, nam het percentage organische stof toe. De gift van 23 ton stalmest per ha per jaar verhoogde het percentage organische stof niet.

Een hoger percentage organische stof had weinig effect op de gewasproductie. De toename van het percentage organische stof had een positief effect op het vochtgehalte bij veldcapaciteit en daarmee op de hoeveelheid water die het gewas ter beschikking heeft om te groeien. Het gewas heeft zonder beregenen meer water ter beschikking. Als beregenen nodig is voor een optimale vochtvoorziening maar niet mogelijk is of onwenselijk is vanuit de beheersing van ziekten en plagen, draagt dit bij aan een betere gewasproductie.

In de proef met drie verschillende duinzandgronden en dekzandgrond, zonder gewas, nam het percentage organische stof af als er geen organische stof werd toegediend. De afbraak van organische stof in dekzand was 3,7% in het eerste jaar dat geen organische stof meer werd toegediend. De afbraak van organische stof in de bemeste duinzandgrond bedroeg 6,4% en in de duinzandgrond met de oorspronkelijke vegetatie was de afbraak van organische stof ongeveer 6%. Beiden zijn hoger dan de afbraak van organische stof in dekzand. In de jaren erna stabiliseert de afbraak van organische stof in dekzand, terwijl de afbraak in bemeste duinzand wel wat minder groot is maar nog steeds hoger is dan in dekzand. In de vier proefjaren verdween ruim 16% van de beginhoeveelheid organische stof in de bemeste duinzand.

In deze proef nam het percentage organische stof gedurende de vier jaar toe als 43 ton compost per ha per jaar werd toegediend. Dit resultaat is vergelijkbaar met het resultaat van de veldproef. Het percentage organische stof nam ook toe als deze compostgift werd aangevuld met 23 ton stalmest per ha per jaar. De hoeveelheid organische stof die een jaar na toedienen nog over was op duinzand, de zogenaamde hoeveelheid effectieve organische stof, was voor stalmest vergelijkbaar met de standaardwaarde voor Nederland. Van compost werd 68% van de organische stof teruggevonden, hetgeen lager is dan de standaardwaarde van 75%.

Voor een bemeste duinzandgrond wordt een verlies van organische stof berekend van ongeveer 2600 tot ongeveer 5700 kg organische stof per ha per jaar bij een uitgangsperscentage organische stof tussen de 1 en 1,6%. Gewasresten, groenbemesters en stro dragen bij aan de organische stofvoorziening. Op grond van de resultaten van deze proeven zou het haalbaar moeten zijn om een percentage van ongeveer 1% voor een bouwvoordiepte van 30 cm te handhaven binnen de wettelijke mogelijkheden om organische stof aan te voeren uitsluitend via compost. Het handhaven van 1,6% organische stof bij een bouwvoordiepte van 40 cm, vraagt om een jaarlijkse aanvoer van ongeveer 5700 kg effectieve organische stof. Die hoeveelheid kan niet via stalmest en niet via compost aangevoerd worden binnen de huidige regelgeving. Voor het handhaven van 1,6% organische stof is het noodzakelijk om naast de aanvoer van compost, groenbemesters te telen en stro onder te werken. Niet alle teeltsystemen zijn geschikt om deze extra maatregelen te nemen voor het onderhouden van het percentage organische stof. De teelt van vaste planten en zomerbloemen lenen zich minder goed om groenbemesters in de rotatie op te nemen. De mogelijkheden om nieuwe gronden in gebruik te nemen met een laag percentage organische stof (0,3%) en deze naar 1 à 1,5% organische stof te brengen, zijn zeer beperkt. De jaarlijkse wettelijk toegestane aanvoer van organische stof via stalmest of compost zijn onvoldoende om dit percentage binnen enkele jaren te realiseren.

Op basis van deze studie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De afbraak van organische stof in duinzandgrond verloopt sneller dan in dekzandgrond bij eenzelfde percentage organische stof, vooral in het eerste jaar dat gestopt wordt met de toediening van organische producten.
- Na het in gebruik nemen van een duinzandgrond met een natuurlijke vegetatie, is de afbraak van organische stof hoog, vooral in het eerste jaar. Deze afbraak is vergelijkbaar met de afbraak van organische stof in de bemeste duinzandgrond. In de jaren daarna verloopt de afbraak van organische stof rustiger en is vergelijkbaar met de afbraak van organische stof in dekzandgrond.
- De afbraak van organische stof in duinzandgrond die na omzanden geruime tijd braak heeft gelegen, is vergelijkbaar met de afbraak van organische stof in dekzandgrond.
- Van de toediening van compost op duinzandgrond is een jaar na toediening 68% van de organische stof over. Voor Nederland wordt een standaardwaarde van 75% gehanteerd. Op duinzandgrond blijft minder organische stof uit compost over dan met de standaardwaarde berekend wordt. Voor dekzandgrond voldeed de standaardwaarde voor compost.
- Van de toediening van stalmest op duinzand, is 48% van de organische stof over. Dit is vergelijkbaar met de standaardwaarde van 50%. Voor dekzandgrond voldeed de standaardwaarde voor stalmest.
- Van de toediening van Astilbe en stro is 20%, respectievelijk 35% van de organische stof over. Beide waarden zijn in overeenstemming met de standaardwaarden.
- De hoge dosering compost van 43 ton per ha per jaar, verhoogt de hoeveelheid gemakkelijk beschikbaar water voor de gewasgroei. Beregenen kan hierdoor met ongeveer 2 dagen worden uitgesteld.
- Een hoger percentage organische stof, waarbij voor de bemestende waarde van de organische stoftoediening met kunstmest is gecompenseerd, heeft een beperkt effect op de gerealiseerde opbrengsten.
- Het verlies van organische stof in duinzandgrond met een uitgangssituatie van 1,6% organische stof en een bouwvoordiepte van 40 cm, niet kan worden gecompenseerd door de aanvoer van stalmest, compost of een combinatie van deze producten binnen de huidige wettelijke mogelijkheden. Voor het compenseren van het verlies zal een ondernemer consequent en met veel discipline alle mogelijkheden voor de aanvoer van organische stof moeten benutten. Gezien de complexiteit van de bedrijfsvoering stelt dit hoge eisen aan de ondernemer. Het risico op bodemdegradatie is aanwezig en de mogelijkheden tot repareren zijn beperkt.

- Het verlies van organische stof in duinzandgrond met een uitgangssituatie van 1,2% organische stof en een bouwvoordiepte van 40 cm kan niet gecompenseerd worden met de aanvoer van uitsluitend stalmest binnen de wettelijke mogelijkheden.
- Er bestaat een spanningsveld tussen de kaderrichtlijn bodem en de kaderrichtlijn water in het westelijk zandgebied met betrekking tot het handhaven van een percentage organische stof van 1,6% bij een bouwvoordiepte van 40 cm en het beperken van emissies naar het oppervlaktewater.

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Organische stof in (duin)zandgrond is onmisbaar vanwege het nutriëntenleverend vermogen, vochtvasthoudend vermogen en bodemweerbaarheid. Duinzandgronden hebben doorgaans een lager percentage organische stof dan andere Nederlands zandgronden, doordat deze gronden geologisch gezien jong zijn zodat bodemvorming nog beperkt heeft plaatsgevonden (De Bakker & Steur 1990). Deze gronden worden in gebruik genomen voor de teelt van siergewassen. Het landgebruik voorafgaande aan de teelt van siergewassen kent grofweg drie vormen: meerjarig grasland, natuurlijke en gevarieerde beplanting en omzanden, het naar boven halen van grond uit diepere lagen. Op duinzandgronden waar meerjarig grasland wordt gescheurd, kan het percentage organische stof van ruim 3% tot zeer lage waarden dalen, tot ongeveer 0,3% (Anoniem 2000). Gronden die worden omgezand, hebben eveneens een laag percentage organische stof, van ongeveer 0,7 tot 1,0% (Bruin & Van der Valk 1993). Vanuit de praktijk wordt aangegeven dat het percentage organische stof van deze 'nieuwe' gronden snel daalt tot ongeveer 0,3%. Praktijkgegevens van het percentage organische stof van deze nieuw gevormde gronden van 0,2% zijn voorhanden. Deze praktijkervaringen, demonstraties en onderzoeksresultaten voeden de gedachte dat organische stof op duinzandgrond sneller afbreekt dan op andere zandgronden. Hoeveel sneller de afbraak verloopt, blijft echter onduidelijk (Pronk 2007).

Organische stof in de bodem wordt verdeeld in een gedeelte bodemorganische stof en een gedeelte jonge organische stof. De bodemorganische stof is het gedeelte dat al langer in de bodem aanwezig is en moeilijker afbreekbaar is door bodemleven. Het wordt daarom de stabiele organische stof genoemd. Jonge organische stof is recentelijk in de bodem gebracht en breekt sneller af. Het aandeel jonge organische stof in duinzand is groot in vergelijking met het aandeel jonge organische stof in dekzand, waardoor de organische stof in de bodem sneller zal afbreken. Een snellere afbraak van organische stof heeft grote gevolgen voor het beheren van deze gronden volgens goede landbouwkundige praktijk voor een goede gewasproductie maar ook voor het beheren van deze gronden voor de komende generaties. In 2006 heeft de Europese commissie de EU bodemstrategie gepresenteerd. Deze bodemstrategie voorziet in de verplichting voor EU lidstaten om bodems adequaat te beschermen tegen bodemdegradatie. De strategie kent 7 'bedreigingen' waarvoor ieder land zelf actieprogramma's dient op te stellen. De procedure is, dat allereerst criteria geformuleerd moeten worden om vast te stellen of er sprake is van een bedreiging. Daarna worden de gronden beoordeeld, aan de hand van de criteria, om vast te stellen of er wel of geen bedreigingen zijn en daarna wordt een actieprogramma opgesteld om de bedreigingen te ondervangen. Een belangrijke bedreiging is 'verandering in gehalten en voorraden van organische stof'. Er zijn criteria opgesteld voor het identificeren van risicogebieden (Smit *et al.* 2007), de basisgegevens voor de beoordeling van gebieden zijn samengebracht (Hack-ten Broeke *et al.* 2009) en er zijn enkele studies uitgevoerd naar de veranderingen van het percentage organische stof voor Nederland (Hanegraaf *et al.* 2009; Reijneveld *et al.* 2009). De algemene conclusies uit de wetenschappelijk literatuur is dat het percentage organische stof op zandgrond niet daalt maar juist licht stijgt (Reijneveld *et al.* 2009) en dat de bedreigingen, het dalen van het percentage organische stof, vooral op veengrond optreedt. Kenmerkend voor al deze studies is echter, dat er weinig aandacht is voor duinzandgrond en de specifieke kenmerken van duinzandgrond, zoals landgebruik, een laag lutumgehalte en een laag percentage organische stof. Het is daardoor wel degelijk mogelijk dat de bedreiging 'verandering in gehalten en voorraden van organische stof' reëel zijn voor duinzandgronden. De wettelijke mogelijkheden om het percentage organische stof te handhaven, zijn mogelijk onvoldoende zodat de bedreiging 'verandering in gehalten en voorraden van organische stof' van toepassing wordt.

Voor de teelt van gewassen is een minimum percentage organische stof gewenst voor een goede productie. Hoewel het minimale percentage organische stof van vele factoren afhangt, wordt in de internationale literatuur een streefgehalte van rondom de 3,4% gesuggereerd (Loveland & Webb 2003).

Afhankelijk van de afbraak van de bodemorganische stof is het daarom noodzakelijk een hoeveelheid organische stof toe te voegen aan de bodem. De afbraak van een product treedt vooral op in het eerste jaar na toedienen. De hoeveelheid organische stof die na dat eerste jaar nog over is, wordt de 'hoeveelheid effectieve organische stof' of

de humificatiecoëfficiënt genoemd, omdat dat gedeelte langer dan 1 jaar in de bodem verblijft. Omdat de gedachte is, dat de organische stof op duinzand sneller afbreekt dan op andere zandgronden, is het eveneens mogelijk dat de hoeveelheid effectieve organische stof of de humificatiecoëfficiënt van een toegediend product op duinzand ook lager is dan op andere zandgronden.

De twee hierboven genoemde mogelijkheden, de hogere afbraak van organische stof en de lagere hoeveelheid effectieve organische stof van een toegediend product, maken het moeilijker om de voorraad organische stof in de bouwvoor op een gewenst niveau te houden. De streefwaarde voor landbouwkundig gebruik van 3,4% (Loveland & Webb 2003) behoort op duinzand niet tot de mogelijkheden. Hoeveel organische stof wordt afgebroken en hoe groot de bijdrage is van organische producten, zijn daarom onderwerp van deze studie. Met de resultaten van deze studie kan een inschatting gemaakt worden wat binnen de huidige en toekomstige wettelijke beperkingen tot de mogelijkheden behoort.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is tweeledig:

1. Vaststellen wat de afbraak is van de organische stof in de bodem van duinzandgrond en dit vergelijken met een dekzandgrond.
2. Vaststellen wat de bijdrage is van stalmest, compost, een combinatie van stalmest en compost en de gewasresten stro en Astilbe aan de organische stofvoorziening op duinzandgrond en dit vergelijken met de bijdrage aan de organische stofvoorziening op dekzandgrond.

De resultaten van de afbraak van de bodemorganische stof en de bijdrage van de organische producten aan de organische stof in de bodem (punt 1 en 2) worden verwerkt tot een rekenmodule. Ondernemers kunnen hiermee een schatting maken van het verloop van het organische stofpercentage voor de komende 20 jaar bij de verschillende regimes van organische stofaanvoer.

1.3 Aanpak van het onderzoek

De afbraak van organische stof en de bijdrage van de verschillende producten aan de organische stofvoorziening, worden zowel in een bedrijfsrotatie (Topsoil+ (Van Reuler & Dubbeldam 2010)) als in kleine vakjes met verschillende grondsoorten (zonder gewas) vastgesteld. Daarnaast wordt de afbraak gemeten in het veld en in het laboratorium. Voor een verdere beschrijving van het onderzoek wordt het deel van het onderzoek in het bedrijfssysteem de 'veldproef' genoemd en het deel met meerdere grondsoorten zonder gewas de 'vakkenproef'. Beide proeven liggen op de onderzoeklocatie van PPO-Lisse.

In het veld worden de behandelingen jaarlijks uitgevoerd. De behandelingen bestaan uit verschillende hoeveelheden organische stof en de organische stof verschilt in stabiliteit. De organische producten zijn compost en stalmest in de veldproef, waarbij vanuit de gewasrotatie gewasresten, groenbemesters en stroresten worden ingewerkt. In de vakkenproef worden naast compost en stalmest ook stro en gewasrest van Astilbe toegediend. Een jaar na de toediening wordt het percentage organische stof vastgesteld, zodat de bijdrage van de organische stoftoediening een jaar na toedienen kan worden berekend. Ook worden grondmonsters onderzocht op biologische activiteit en worden enkele fysische kenmerken onderzocht, het luchtgehalte en vochtgehalte bij veldcapaciteit ($pF=2$).

De gegevens worden statistisch geanalyseerd en daarna gebruikt voor het ontwikkelen van de rekenmodule.

De rekenmodule berekent het verloop van de organische stof gedurende de komende 20 jaar, voor de afbraak van de bodemorganische stof en de bijdrage van compost, stalmest, stro en gewasresten. De organische producten drijfmest rund, drijfmest varken, tuinturf en champost zijn eveneens in de rekenmodule opgenomen. De afbraak van deze producten vormden geen onderdeel van deze studie en wordt berekend met standaard parameters.

2. Materiaal en methode

2.1 De behandelingen

Om de effecten van organische stoftoedieningen te onderzoeken zijn twee type proeven aangelegd. De eerste is een veldproef (zie ook paragraaf 2.2), waarin de bijdrage van de organische producten stalmest en compost zijn onderzocht in een vruchtwisseling met bloembollen, vaste planten en zomerbloemen. De compost was een GFT-compost product, verder aangeduid als compost. De tweede proef is een vakkenproef (zie ook paragraaf 2.3) waarin in kleinere vakken in de buitenlucht de verandering in het percentage organische stof wordt onderzocht zonder dat daar een gewas op geteeld wordt. In de vakkenproef zijn verschillende soorten duinzand opgenomen en een dekzand ter vergelijking.

De behandelingen in beide proeven zijn gericht op het creëren van verschillende toestanden in organische stof binnen de relatief korte termijn van de proef. Daarom zijn er in de veldproef verschillende hoeveelheden organische stof toegevoegd van twee producten die veel in de praktijk worden toegediend: stalmest en compost (Tabel 1). Dezelfde behandelingen zijn ook in de vakkenproef gelegd. Om ook de bijdrage van stro en gewasresten te onderzoeken zijn hiervoor twee behandelingen aangelegd in de vakkenproef.

Tabel 1. De aangelegde behandelingen van de veldproef en de vakkenproef. De hoeveelheden zijn uitgedrukt in ton product/ha. De behandelingen worden jaarlijks (in totaal 4 maal) uitgevoerd.

Behandeling	Veldproef		Vakkenproef			
	Compost	Stalmest	Compost	Stalmest	Astilbe gewasrest	Stro
A	0	0	0	0		
B	21	0	21	0		
C	43	0	43	0		
D	0	12	0	12		
E	0	23	0	23		
F	21	12	21	23		
G	43	12	43	23		
H	21	23	0	0	40	
I	43	23	0	0		30

In de veldproef wordt de organische stof toegediend voor het planten van het gewas. Bij de vaste planten en de zomerbloemen is dit in het voorjaar. Bij de teelt van bloembollen is dit voor het inzaaien van de groenbemester in de zomer. Als de voorvrucht zomerbloemen was, kon dit echter niet. Dan is de organische stof toegediend na het oogsten van de zomerbloemen.

In de vakkenproef wordt de organische stof toegediend in de eerste week van maart.

De samenstelling van stalmest, compost, stro en Astilbe wordt jaarlijks vastgesteld. Aan compost wordt eveneens de Oxitop waarde vastgesteld. Oxitop is een analyse van het Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasanalyse (BLGG) waarmee de stabiliteit van het product wordt voorspeld.

2.2 De veldproef

2.2.1 De vruchtwisseling

Het onderzoek naar organische stof is ondergebracht in het geïntegreerd bedrijfssysteem Topsoil+ (Van Reuler & Dubbeldam 2010). De behandelingen zijn grondgebonden en worden op de achterste helft van het veld aangelegd. De behandelingen liggen in een vruchtwisselingsschema met de gewassen bloembollen, vaste planten en zomerbloemen (Tabel 2). De organische producten worden voor het planten ondergewerkt. Bij de bolgewassen zijn ze voor 1 september ingewerkt zoals wettelijk is verplicht. Voor de vaste planten en zomerbloemen is de organische stof in maart respectievelijk eind april - begin mei ingewerkt kort voor het planten dan wel zaaien. De objecten waren 4 bedden breed en 3 meter lang (6 bij 3 meter). De waarnemingen zijn in het midden van de objecten verricht om randeffecten uit te sluiten.

Tabel 2. Vruchtwisselingsschema van de blokken in Topsoil+ (Pronk & Van Reuler 2011).

Jaar	Blok		
	A	B	E
2008	Hyacint - Tagetes	Narcis - Gele mosterd	Phlox
2009	Phlox	Hyacint - Tagetes	Zonnebloemen
2010	Zonnebloemen	Phlox	Tulp-Bladrammenas
2011	Hyacint	Zonnebloemen	Phlox

2.2.2 Gewaswaarnemingen

Indien tussengewassen gezaaid zijn, zijn daar alleen algemene indrukken van tijdens de groei weergegeven. Van de geteelde bolgewassen, vaste planten en zomerbloemen zijn naast algemene indrukken over de gewasstand ook oogstwaarnemingen verricht. Voor de bollen betrof dit aantallen bollen, gewichten en maten, voor de vaste planten het aantal planten, gewicht en de maat en bij de zomerbloemen de aantallen bloemstelen, gewicht en kwaliteit. Van alle gewassen is per behandeling de samenstelling aan stikstof (N) en fosfor (P) bepaald.

2.2.3 Compensatiebemesting

De behandelingen met de hoge dosering compost + stalmest ontvangen naast meer organische stof ook nutriënten met deze organische stof zoals stikstof, fosfaat (P_2O_5) en kali (K_2O). Omdat het onderzoek zich niet richt op de bemestende waarde van het organisch product maar op de organische stof, worden de hoeveelheden fosfaat en kali in alle behandelingen in dezelfde hoeveelheden toegediend voorafgaande aan de teelt. Kunstmest stikstof wordt tijdens de teelt gegeven en de totale gift wordt afgestemd op de behoefte volgens de adviesbasis en de hoeveelheden die vrij komen uit de organische producten.

De compensatiebemesting van fosfaat is gebaseerd op de maximaal gegeven hoeveelheid werkzame fosfaat, d.w.z. de hoeveelheid fosfaat gegeven bij de hoogste dosering organische bemesting. Voor de werkingscoëfficiënt van fosfaat in compost en stalmest is 0,6 aangehouden (Van Dam & Ehlert 2008). De compensatiebemesting is gegeven via tripelsuperfosfaat.

De compensatiebemesting van kali is, net als bij fosfaat, gebaseerd op de maximale hoeveelheid werkzame kali gegeven met de hoogste dosering organische bemesting. De werkingscoëfficiënt van kali uit organische bemesting is 1, alle kali komt in principe beschikbaar. Omdat het bij de hoogste dosering gaat om een grote hoeveelheid kali is de gegeven dosering beperkt tot de maximaal geadviseerde hoeveelheid die in 1 gift kan worden gegeven uit de Adviesbasis voor de bemesting van bloembollen (Van Dam *et al.* 2004), in verband met mogelijke zoutschade. Deze hoeveelheid is 250 kg K_2O per ha. De compensatiebemesting is gegeven via patentkali.

Tabel 3. Compensatiebemesting (kg/ha) voor fosfaat en kali per behandeling.

Behandeling	Jaar							
	2008		2009		2010		2011	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
A	173	250	768	250	182	250	173	250
B	118	250	637	250	116	250	118	250
C	60	250	499	250	47	163	60	219
D	142	250	508	250	158	250	142	250
E	113	250	269	250	136	250	113	250
F	87	250	376	250	92	250	87	250
G	29	105	239	250	22	78	29	105
H	58	201	138	201	70	216	58	201
I	0	0	0	0	0	0	0	0

De compensatiebemesting voor stikstof is op een andere manier berekend dan voor fosfaat en kali. Als uitgangspunt zijn de adviezen voor de betreffende gewassen gehanteerd van de desbetreffende adviesbasis, voor een goede stikstofbemesting (Aendekerk 2000; De Kreij 1999; Van Dam *et al.* 2004). Daarnaast is berekend hoeveel stikstof er uit de organische bemesting vrijkomt. Als dit minder was dan de geadviseerde gift noodzakelijk voor een goede teelt, zijn alle behandelingen bijbemest tot de gewenste gift (Tabel 4). De giften zijn conform het bemestingsadvies gesplitst in deelgiften. Op advies van de begeleidingscommissie is de eerste N-bemesting van zonnebloemen vanaf 2010 gegevens tijdens het zaaien van het gewas en niet na opkomst zoals in de eerste twee proefjaren.

Tabel 4. N-bemesting (kg/ha) per behandeling waarop de mineralisatie van stikstof uit de organische bemesting in mindering is gebracht. De giften zijn gedeeld gegeven.

Behandeling	Hyacint	Narcis	Tulp	Phlox	Zonnebloem
A	210	140	180	140	90
B	199	129	169	129	79
C	187	117	157	117	67
D	197	127	167	127	77
E	185	115	155	115	65
F	186	116	156	116	66
G	174	104	144	104	54
H	174	104	144	104	54
I	162	92	132	92	42

2.2.4 Fysische metingen

Een 'goede' landbouwgrond bestaat voor ongeveer de helft uit vaste bestanddelen en voor de helft uit poriën. De helft van dit poriënvolume is gevuld met lucht en de andere helft met water (Kuipers 1976). Niet alleen het totale poriënvolume is van belang maar ook de grootte van de poriën en de verdeling van de poriën over grotere en kleinere. Voor plantengroei is het belangrijk dat er zowel voldoende water als lucht aanwezig is gedurende het groeiseizoen. Organische stof heeft invloed op zowel dit luchtgehalte als het vermogen tot het vasthouden van water

bij veldcapaciteit ($pF=2$). Bij zandgronden is de grond doorgaans luchtig genoeg en levert organische stof vooral een bijdrage aan het vergroten van het vochtvasthoudend vermogen.

De zeeffractieverdeling

De zeeffractie wordt alleen bepaald aan de minerale delen van de grond en de grootte van de korrels bepaalt in hoge mate de eigenschappen van de grond. Een grondmonster wordt ontdaan van de organische stof en daarna worden de gewichtsfracties van deeltjes bepaald in vooraf vastgestelde klassen. De zeeffractie is een grondgebonden eigenschap die door het menselijk handelen nauwelijks beïnvloed wordt. Daarom is de variatie in de zeeffractie betrekkelijk klein, anders gezegd de zeeffractie is representatief voor grotere grondoppervlakken onder de voorwaarde dat het dezelfde grond is. De zeeffractie wordt daarom in 2 blokken bepaald aan het begin van de proef, blokken B en E in behandeling A.

Het volume percentage vocht bij veldcapaciteit

Het volumepercentage vocht tussen veldcapaciteit en verwelkingspunt is de hoeveelheid water die gemakkelijk beschikbaar is voor gewasgroei. Het volumepercentage bij veldcapaciteit wordt bepaald aan ongestoorde grondmonsters, gestoken in het veld op 12-17 cm diep in blok B en blok E tijdens de teelt. Een ring van een bekend volume wordt in de grond gestoken (Figuur 1), daarna zorgvuldig op maat gesneden en in een bak geplaatst. De ringen worden daarna in het laboratorium op een pF -bak geplaatst bij vochtspanning van $pF=2$. Nadat het vochtgehalte in de ringen zich heeft aangepast het niveau van de pF -bak, wordt het vochtgehalte bepaald. Vanuit deze bepaling wordt tevens het luchtgehalte bij veldcapaciteit berekend. Deze bepaling wordt in het eerste teeltseizoen en in het laatste teeltseizoen van de veldproef uitgevoerd in de behandelingen A (geen organische bemesting), C (maximale dosering compost), E (maximale dosering stalmest) en I (maximale dosering compost en stalmest, Tabel 1). In 2008 zijn de behandelingen 1 maal toegediend, in 2011 zijn de behandelingen 4 maal toegediend op hetzelfde veld.



Figuur 1. Het steken van de ringmonsters voor de bepaling van het vocht- en luchtgehalte bij veldcapaciteit ($pF=2$).

2.2.5 Chemische metingen

De jaarlijks gestoken grondmonsters worden geanalyseerd op het percentage organische stof (gloeiverlies), het percentage kalk, de totale hoeveelheid koolstof (C-elementair) en stikstof (N) door het BLGG te Oosterbeek. C-elementair bestaat uit de C in de organische delen (C-org) en de C in de anorganische delen, d.w.z. de hoeveelheid C in kalk. Vanuit de totaalmetingen (C-elementair) wordt het percentage C-org berekend en de verhouding tussen C-org en N, het zogenaamde C:N-quotiënt. Het C:N-quotiënt geeft aan of er bij de afbraak van organische stof stikstof wordt vastgelegd of juist vrij komt. De afbraak van organische stof wordt geremd als er stikstof nodig is en deze niet beschikbaar is. Dit treedt op als het C:N-quotiënt groter is dan 20.

2.2.6 Biologische metingen

Een selectie van de jaarlijks gestoken grondmonsters wordt geanalyseerd op de zogenaamde BFI (Bacterium Fungus Indicator, mg N/kg grond) door het BLGG te Oosterbeek. De BFI staat voor de hoeveelheid stikstof die aanwezig is in het actieve bodemleven. De behandelingen zijn A (geen organische stoftoediening), C (maximale dosering compost), E (maximale dosering stalmest) en I (maximale dosering compost en stalmest, zie ook Tabel 1).

2.3 Vakkenproef

2.3.1 Keuze van de gronden

De gronden die in de vakkenproef onderzocht worden, zijn 3 duinzandgronden en 1 dekzandgrond. De duinzandgronden zijn zo gekozen dat ze een breed inzicht geven in de afbraak van verschillende typen bodemorganische stof. Duinzand 1 en 3 zijn in principe dezelfde gronden waarbij duinzand 1 na omzetten geen organische stof heeft gekregen en duinzand 3 volgens de praktijk op het gewenste niveau is gebracht en daarbij goed voorzien is van organische stof. Het betreft hier dus een duinzand met veel jonge organische stof en dezelfde grond waarin alleen stabiele, 'oude' bodemorganische stof zit. Op duinzand 2 heeft langer bodemvorming plaatsgevonden, hoewel dit op een geologische schaal eigenlijk verwaarloosbaar klein is. De organische stof bestaat voor een gedeelte uit bodemorganische stof met een beperkt gedeelte jonge organische stof. De dekzandgrond is afkomstig van een regulier betoeld perceel van een vaste plantenteler uit Brabant.

2.3.2 Chemische bepalingen

In de vakkenproef worden jaarlijks grondmonsters gestoken voorafgaande aan de toediening van de organische stof. De grondmonsters worden geanalyseerd op het percentage organische stof (gloeiverliesmethode), de hoeveelheid koolzure kalk, de totale hoeveelheid koolstof (C-elementair) en de totale hoeveelheid stikstof (N) door het BLGG te Oosterbeek. C-elementair bestaat uit de C in de organische delen (C-org) en de C in de anorganische delen, d.w.z. de hoeveelheid C in kalk. Vanuit deze metingen wordt het percentage C-org berekend en de verhouding tussen C-org en N, het zogenaamde C:N-quotiënt.

2.3.3 Biologische metingen

Een selectie van de jaarlijks gestoken grondmonsters wordt geanalyseerd op de zogenaamde BFI (Bacterium Fungus Indicator, mg N/kg grond) door het BLGG te Oosterbeek. De BFI staat voor de hoeveelheid stikstof die aanwezig is in het actieve bodemleven. De behandelingen zijn A (geen organische stoftoediening), C (maximale dosering compost), E (maximale dosering stalmest) en G (maximale dosering compost en stalmest, zie ook Tabel 1).

2.3.4 Metingen van de bodemtemperatuur

De afbraak van organische stof wordt beïnvloed door de bodemtemperatuur. De gemiddelde bodemtemperatuur van Nederland is 9°C. Bij een hogere gemiddelde temperatuur zal de afbraak sneller gaan terwijl bij een lagere gemiddelde temperatuur de afbraak langzamer verloopt. Grove zandgronden kunnen sneller opwarmen dan kleigronden, mede doordat de grond minder water vasthoudt. De bodemtemperatuur wordt daarom gemeten in alle gronden in behandelingen A en G op 15 cm diep met een tijdsinterval van 20 minuten.

De formule waarmee de afbraak voor temperatuur wordt gecorrigeerd is (Janssen 1986; 2002):

$f = 2^{(T-9)/9}$	indien de temperatuur T ligt tussen 9 en 27 °C,
$f = 0,1^{(T+1)}$	indien de temperatuur ligt tussen -1 en 9 °C en
$f = 0$	indien de temperatuur lager is van -1 °C.

waarin f de correctiefactor is en T de jaarlijkse gemiddelde bodemtemperatuur. Voor een verhoging van de jaarlijkse gemiddelde temperatuur van 9°C van 1°C wordt een correctiefactor berekend van 1,08. Deze correctiefactor staat in de exponent van formule 1 (paragraaf 2.5.1) waardoor een effect op de afbraak niet direct is af te lezen. Voor de standaard modelparameters neemt de afbraak met minder dan 0,5% toe.

2.4 Metingen in het laboratorium

In het laboratorium wordt de afbraak van organische stof bepaald door periodiek de koolstofdioxide (CO₂) die vrij komt uit de grond, te bepalen, gedurende 6 maanden. Deze CO₂ is afkomstig van de activiteit van het bodemleven. Het bodemleven breekt organische verbindingen af en produceert daarbij CO₂. Echter, in gronden met een hoog kalkgehalte kan ook CO₂ vrijkomen uit kalk (Bertrand *et al.* 2007). In bodems zonder of met erg weinig kalk, wordt de totale hoeveelheid CO₂ die vrijkomt toegeschreven aan de afbraak van organische stof door het bodemleven. Als ook CO₂ vrijkomt uit kalk en hiervan wordt aangenomen dat het uit de organische stof afkomstig is, wordt de afbraak van de organische stof overschat. In dit onderzoek wordt hier rekening mee gehouden. Daarom wordt een speciale techniek gehanteerd voor de bepaling van de CO₂ die vrijkomt uit het bodemleven (Bijlage I).

De afbraak van de organische stof bepaald via incubatieonderzoek wordt van een beperkt aantal behandelingen bepaald van alle grondsoorten, in 2008, 2010 en 2011. De behandelingen zijn A (geen organische stoftoediening), C (maximale dosering compost), E (maximale dosering stalmest) en G (maximale dosering compost en stalmest, zie ook Tabel 1).

2.5 Berekeningen

2.5.1 De rekenmodule

De rekenmodule is gebaseerd op de afbraak van organische stof beschreven door Yang (1996). De knelpunten met de verouderde berekeningsmethode van Minip zijn beschreven door Pronk (2007). Volgens Yang verloopt de afbraak van organische stof volgens de exponentiële afbraakcurve:

$$Y_t = Y_0 * e^{(-R_9 * (t * f)^{(1-S)})} \quad 1$$

waarin Y_t de hoeveelheid organische stof in de bouwvoor is op tijdstip t , Y_0 de hoeveelheid organische stof is bij de start van de berekening en R_9 en S parameters zijn om de afbraak van de organische stof te beschrijven en f de correctiefactor is voor een eventueel afwijkende jaarlijkse gemiddelde temperatuur van 9°C. De standaardwaarden voor de berekening van de afbraak van organische stof in de bodem zijn volgens Yang (1996) $R_9 = 0,057$ en $S = 0,46$. Voor Nederland zijn de standaardwaarden $R_9 = 0,046$ en $S = 0,315$ (Janssen 2002). De standaardwaarden voor de parameters voor de berekening van de afbraak van organische materialen staan in Tabel 5. Hierin zijn ook de standaardwaarden opgenomen voor de organische producten stalmest en compost, en de overige producten tuinturf, champost, drijfmest rund en drijfmest varkens. De parameters van deze laatste 4 producten zijn afgeleid van de afbraak berekend met Minip (Janssen 1984) voor een periode van 20 jaar. R_9 is berekend als de negatieve natuurlijke logaritme van de humificatoecoëfficiënt en daarna is S gefit.

Tabel 5. De standaard Yang parameters voor de berekening van de afbraak van organische materialen en de humificatiecoëfficiënt.

Organische materialen	R_9 (jaar ^{S-1})	S	Humificatiecoëfficiënt
Stalmest	0,71	0,60	0,60
Compost	0,28	0,31	0,75
Stro	1,12	0,62	0,35
Groenbemester	1,39	0,64	0,25
Gewasresten ¹	1,61	0,63	0,20
Drijfmest rund ¹	0,69	0,52	0,70
Drijfmest varken ¹	1,11	0,59	0,33
Tuinturf ¹	0,12	0,30	0,89
Champost ¹	0,69	0,52	0,50

¹ Parameters berekend voor een periode van 20 jaar met behulp van de parameters van Minip.

De rekenmodule berekent de afbraak van de organische stof voor een periode van 20 jaar. De organische stof in de bodem is hiervoor opgedeeld in een 'oude' hoeveelheid organische stof en een hoeveelheid organische stof die recentelijk is toegediend, gedurende de afgelopen 15 tot 20 jaar. De 'oude' hoeveelheid organische stof breekt langzamer af doordat de organische stof stabiel is dan de recentelijk toegediende hoeveelheid.

Een bijzondere situatie is in de rekenmodule opgenomen voor een net in gebruik genomen duinzandgrond. Het kan voorkomen dat een perceel na een groot aantal jaren grasland in gebruik wordt genomen voor de teelt van siergewassen. Het startpercentage organische stof zal vermoedelijk rond de 3% liggen. Net als bij andere in gebruik genomen graslandpercelen daalt dit percentage snel na ingebruikname voor de teelt van eenjarige gewassen (lit). De andere bijzondere situatie is dat een perceel na omzetten in gebruik genomen wordt. Het percentage organische stof na omzetten varieert aanzienlijk, 0,3 tot 0,7% organische stof. Het percentage van ongeveer 0,3% verandert weinig terwijl het percentage organische stof van 0,7% in een korte tijd, 2 teeltjaren van bloembollen, daalt tot 0,3% en zich na meerdere jaren (in deze studie 4 jaar) weer herstelt tot ongeveer 0,5 - 0,7% (Bruin & Van der Valk 1993).

2.5.2 Berekening van de parameters

De parameters R_9 en S zijn berekend aan de hand van de veldgegevens. Hiervoor is een schematische procedure gevolgd met de procedure special van het statistisch verwerkingsprogramma Genstat, speciaal aangepast voor deze berekening door J. Withagen (PRI). De afname van organische stof is omgerekend als percentage van de beginhoeveelheid. Allereerst zijn alle parameters geschat, zowel de startwaarde, R_9 en S. Hierna is de beginwaarde op 100% gesteld en zijn R_9 en S berekend. Aan de hand van de uitkomst is gekozen voor een vaste waarde van S, de standaardwaarde van 0,46 en is alleen R_9 berekend.

2.5.3 Praktijkgegevens

Voor een laatste test van de rekenmodule is gebruik gemaakt van verzamelde praktijkgegevens. De praktijkgegevens zijn verkregen van ondernemers op duinzand die gedurende een langere periode een bedrijfsregistratie hebben bijgehouden en de grond regelmatig hebben laten analyseren op het percentage organische stof. Er is gebruik gemaakt van vijf perceelsregistraties.

3. Resultaten

3.1 De behandelingen

De totale hoeveelheid organische stof die is aangevoerd met de behandelingen in de veldproef varieerde van geen organische stof tot ongeveer 20 ton per ha (6). Daarnaast worden door de gewasrotatie ook gewas- en wortelresten aangevoerd en na het bollengewas wordt een groenbemester geteeld (Tabel 2). De samenstelling van de organische producten compost en stalmest staat in Bijlage II. De samenstelling van stro en de gewasrest Astilbe, staat in Bijlage III.

Tabel 6. Behandelingen van de veldproef en de bijbehorende totale aanvoer van organische stof (ton/ha) in 2008, 2009, 2010 en 2011.

Behandeling	Dosering (ton product/ha)		Aanvoer organische stof (ton/ha)			
	Compost	Stalmest	2008	2009	2010	2011
A	0	0	0	0	0	0
B	21	0	5	6	7	5
C	44	0	12	13	15	12
D	0	12	2	2	3	2
E	0	23	3	4	5	3
F	21	12	7	8	10	7
G	21	23	9	10	12	9
H	44	12	13	15	17	13
I	44	23	15	17	20	14

De toegediende hoeveelheid organische stof in de vakkenproef varieerde van geen organische stof tot een totaal van 27 ton/ha (7). Door omstandigheden zijn in 2008 de behandelingen niet conform het beoogde schema toegediend. Behandelingen H en I hebben zowel gewasresten als compost en stalmest gekregen. De behandelingen F en G hebben ten opzichte van het schema te weinig organische stof toegediend gekregen.

Tabel 7. Behandelingen in de vakkenproef en de bijbehorende aanvoer van organische stof in 2008, 2009, 2010 en 2011.

Behandeling	Dosering (ton product/ha)				Aanvoer organische stof (ton/ha)			
	Compost	Stalmest	Astilbe ¹	Stro	2008	2009	2010	2011
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	21	0	0	0	6	6	7	5
C	44	0	0	0	12	13	15	11
D	0	12	0	0	2	2	3	2
E	0	23	0	0	3	4	5	3
F	21	12	0	0	7	8	10	7
G	44	23	0	0	9	17	20	14
H	0	0	40	0	16	3	3	²
I	0	0	0	30	27	10	13	-

¹ Stro en Astilbe worden in het najaar toegediend.

² In 2011 niet toegediend.

De gemiddelde waarde voor Oxitop is 6,2 mmol O₂/kg os/uur en varieerde tussen de 2,9 en 8,9 mmol O₂/kg os/uur. Dit is het zuurstofverbruik van de compost door de bacteriën in de compost en daarmee een maat voor de biologische activiteit van het product. Een grote activiteit gaat samen met een weinig stabiel product, waarvan in theorie de vertering in het eerste jaar van toedienen snel zou moeten verlopen. Een compost met een hoge activiteit draagt daardoor minder bij aan de opbouw van organische stof dan een compost met een lage activiteit.

3.2 Resultaten veldproef

3.2.1 Fysische metingen

De zeeffractieverdeling

De zeeffractieverdeling geeft aan dat het hier om een grove, leemarme zandgrond gaat, veel deeltjes groter dan 210 µm en de leemfractie (<50 µm) is lager dan 10% (Tabel 8). De mediaan is bijna 200 µm.

Tabel 8. De zeeffractieverdeling van de blokken B en E uit het bedrijfssysteem Topsoil+.

Klasse (µm)	Eenheid	Blok B	Blok E
0-2	%	2,0	2,6
2-16	%	0,5	0,4
16-50	%	0,6	1,0
50-105	%	2,2	3,7
105-150	%	17,2	19,4
150-210	%	36,4	34,9
210-300	%	34,3	31,7
300-420	%	6,5	6,0
420-600	%	0,3	0,3
600-2000	%	0	0,1
M50	micrometer	198	193

Het volumepercentage vocht en lucht bij veldcapaciteit

Het volumepercentage vocht bij veldcapaciteit (pF=2) tijdens het eerste teeltseizoen van de proef, varieerde tussen de 8 en 9% (Tabel 9). Dit is iets hoger dan gebruikelijk voor duinzandgrond (Kuipers 1976). Verschillen tussen de behandelingen zijn er niet.

In 2011 is het volumepercentage vocht bij veldcapaciteit toegenomen tot ruim 12% bij de hoogste dosering organische stof, behandeling I. Dit betekent dat er in de bouwvoor meer water beschikbaar is voor de gewasgroei en beregenen iets minder snel nodig is. De toename is ongeveer 2,5%. In een bouwvoor van 30 cm diep is daardoor 75 m³ meer water beschikbaar voor de gewasgroei dan in de behandeling zonder organische stoftoediening. Op een mooie zonnige zomerdag is de verdamping van de bodem en het gewas ongeveer 4 mm, of 4 L/m² of 40 m³ per ha. Een berekening zou hierdoor met 1 à 2 dagen kunnen worden uitgesteld.

Het volumepercentage lucht bij veldcapaciteit verandert nauwelijks door de toediening van de organische stof.

Tabel 9. *Het volumepercentage water en lucht bij veldcapaciteit (pF = 2) in 2008 en 2011.*

Blok	Beh	Water		Lucht	
		2008	2011	2008	2011
B	A	8,5	9,5	35,3	34,9
	C	8,7	11,4	35,3	34,2
	E	8,8	11,6	35,2	34,2
	I	8,8	12,3	36,0	34,2
Gemiddelde		8,6		35,5	
E	A	8,3	9,5	35,6	35,7
	C	8,3	10,7	36,0	36,9
	E	9,0	12,4	36,2	35,9
	I	9,0	12,8	36,3	37,2
Gemiddelde		8,7		36,0	

3.2.2 Chemische metingen

Het percentage organische stof van de blokken varieerde van 0,9 tot 1,0% (Tabel 10) voordat de eerste dosering organische stof werd ondergewerkt. Wegens omstandigheden zijn er geen grondmonsters geanalyseerd in 2009. De bemonsteringsdata van de grond zijn aangepast aan het opbrengen van de organische bemesting. Vlak voor het inwerken is het grondmonster gestoken. Doordat de teelt van de gewassen niet ieder jaar hetzelfde ritme heeft, is de bemonstering onregelmatig, soms 2 maal per jaar en soms wordt een jaar overgeslagen.

De veranderingen in de veldjes zonder organische bemesting (behandeling A) zijn beperkt. In blok A en B is er een lichte toename maar deze is te klein om aan te tonen. In blok E zijn er geen verschillen.

Het percentage organische stof neemt bij deze vruchtwisseling bij behandeling A niet aantoonbaar af. Een duidelijke toename is er evenmin, zodat het percentage organische stof bij deze vruchtwisseling nagenoeg gelijk blijft.

Tussen 2008 en 2011 is het percentage organische stof toegenomen bij de behandeling met de hoge dosering compost. Dit verschil werd aangetoond voor 2010 en 2011 voor de blokken A en E. Stalmest heeft bij deze doseringen geen verhogend effect op het percentage organische stof. Ook neemt bij dit teeltsysteem het percentage organische stof niet af als er geen organische bemesting wordt toegediend. De gewasresten, samen met de stroresten en de groenbemesters, zijn in dit teeltsysteem voldoende om op deze grond en bij dit percentage de afbraak van de organische stof te compenseren.

Tabel 10. *Het percentage organische stof op verschillende tijdstippen in de veldproef.*

Blok	Datum	Behandeling								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	25-Jul-07	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
	1-Mar-09 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-Mar-10	1,1	1,4	1,20	1,3	1,9	1,3	1,4	1,7	1,4
	19-Aug-10	1,2	1,4	1,40	1,3	1,8	1,3	1,3	1,8	1,2
B	25-Jul-07	1,1	1,0	0,80	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	0,8
	22-Jul-08	1,0	0,9	1,00	0,9	0,9	1,0	1,1	0,8	0,9
	2-Mar-10	1,4	1,6	1,30	1,6	1,4	1,3	1,4	1,2	1,4
	2-Mar-11	1,2	1,1	1,30	1,2	1,8	1,3	1,2	1,1	1,8
E	13-Feb-08	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	0,7
	1-Mar-09 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1-Aug-09 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-Mar-11	1,0	1,2	1,2	1,3	2,0	1,3	1,2	1,8	1,8

¹ In 2009 zijn wegens omstandigheden geen monsters geanalyseerd.

De andere gemeten bodemkenmerken staan in Tabel 11. Het percentage C-org varieert tussen de blokken maar er zijn geen grote verschillen in uitgangssituatie. Ook N-totaal en het C:N-quotiënt vertonen een gewone spreiding.

Tabel 11. *Het percentage kalk en C-organische, N-totaal en het C:N-quotiënt in de veldproef bij de start.*

Behandeling	Blok A				Blok B				Blok E			
	% kalk	% C-org	N-tot	C:N	% kalk	% C-org	N-tot	C:N	% kalk	% C-org	N-tot	C:N
A	3,8	0,44	350	13	4,6	0,45	330	14	6,8	0,18	300	6
B	4,3	0,28	360	8	4,4	0,37	380	10	6,1	0,37	230	16
C	4,1	0,61	440	14	4,0	0,42	340	12	5,2	0,48	320	15
D	4,3	0,48	380	13	4,2	0,30	440	7	5,7	0,52	410	13
E	4,1	0,51	410	12	4,2	0,60	410	15	4,9	0,41	360	11
F	4,2	0,40	390	10	4,8	0,52	450	12	5,4	0,55	390	14
G	4,0	0,52	430	12	4,0	0,62	400	16	6,1	0,47	430	11
H	4,3	0,48	480	10	4,7	0,24	310	8	5,7	0,52	290	18
I	4,0	0,32	290	11	4,5	0,56	440	13	5,6	0,43	350	12

3.2.3 Biologische metingen

De BFI heeft een grote spreiding (Tabel 12). Dit is af te leiden uit de eerste bepaling die gedaan is aan de grond-monsters zonder dat organische stof was toegediend. Op blok A en B varieert de BFI respectievelijk van 27 tot 42 en van 17 tot 34 mg N/kg grond (Tabel 12). Dit maakt het moeilijk om over de andere meetresultaten een uitspraak te doen. Opvallend is de lage waarde voor behandeling A in blok B na 4 jaar geen organische stoftoediening, terwijl behandeling C (jaarlijkse dosering 43 ton compost/ha) een hele hoge waarde heeft.

De gevonden BFI-waarden zijn veel hoger dan werd gevonden door Postma (2006). Zij vond tussen de 7,2 en 12,0 mg N/kg grond. Dit duidt erop dat er meer bodemleven in deze grond zit dan in de gronden onderzocht door Postma. De gevonden positieve relatie tussen een hogere BFI en een hoger percentage organische stof of

een hoger totaal stikstofgehalte in de bodem, zoals gesuggereerd door Postma, wordt niet bevestigd door de resultaten.

Tabel 12. De activiteit van het bodemleven op verschillende tijdstippen in de veldproef.

Blok	Datum	Behandeling			
		A	C	E	I
A	25-Jul-07	27	26	30	42
	1-Mar-09 ¹	-	-	-	-
	2-Mar-10	15	51	41	51
	19-Aug-10	29	42	34	48
B	25-Jul-07	17	35	19	34
	22-Jul-08 ²	-	-	-	-
	2-Mar-10	25	52	37	35
	2-Mar-11	28	55	39	40
E	13-Feb-08	30	35	26	32
	1-Mar-09 ¹	-	-	-	-
	1-Aug-09 ¹	-	-	-	-
	2-Mar-11	16	56	26	42

¹ In 2009 zijn wegens omstandigheden geen monsters geanalyseerd.

² Aan deze grondmonsters is alleen het percentage organische stof bepaald.

3.2.4 Teeltresultaten

Over het algemeen zijn tijdens de teelt van zowel de bollen, vaste planten als zomerbloemen slechts kleine verschillen in gewasstand waargenomen (Figuur 2).

In de eerste twee jaren waren die bij de vaste planten en zomerbloemen te wijten aan het toedienen van de eerste stikstofcompensatiegift. Tijdens de eerste twee jaren is niet direct bij planten stikstof als compensatiebemesting gegeven maar op tijdstippen waarop dat in de praktijk ook plaatsvindt. De behandelingen waar organische stof was toegediend konden wel direct over stikstof beschikken waardoor deze vlotter van start gingen.

De behandelingen met veel organische stof lieten soms een groter of donkerder groen gewas zien. Soms was alleen de behandeling die geen organisch stof had gehad iets kleiner of bleker van kleur.

Bij de gewasopbrengsten zijn veelal geen of kleine verschillen waargenomen. Indien er verschillen zijn waargenomen leidde het gebruik van organische bemesting tot een iets hogere opbrengst in gewicht, stuks, maat of kwaliteit. Of het 'niet-doseren van' organische stof leidde tot iets minder gewicht, stuks, maat of kwaliteit. De waargenomen verschillen waren niet elk jaar hetzelfde. Bijvoorbeeld het niet-toedienen van compost leidde bij Phlox in het eerste jaar tot lichter planten maar in het laatste jaar juist tot zwaardere planten.

Over het algemeen lijkt het erop dat de gegeven compensatiebemesting voldoende was om verschillen in gewasgroei te voorkomen die veroorzaakt worden door nutriënten. De samenstelling van stikstof en fosfor verschilde niet tussen de behandelingen (Bijlage IV, Tabel IV.19). Wel was het stikstofgehalte bij Phlox tussen de jaren erg verschillend. In het eerste proefjaar was dat gemiddeld 12,7 g/kg drogestof en dat liep op tot 19,5 g/kg drogestof in 2010. Verschillen tussen de behandelingen binnen hetzelfde jaar waren er echter niet.

De details van de gewasopbrengsten en de samenstelling van de geoogste gewassen zijn weergegeven in Bijlage IV.



Figuur 2. Geen verschil in gewasstand op 20 augustus 2010 bij Phlox (links) en een beperkt verschil in gewasstand bij zonnebloemen (rechts) waarbij links op de foto behandeling A (geen organische stoftoediening) iets achter blijft ten opzichte van rechts op de foto, behandeling C met de hoge dosering compost.

3.3 Resultaten vakkenproef

3.3.1 Fysische metingen

De zeeffractieverdeling

De zeeffractieverdeling geeft aan dat het bij alle gronden gaat om grove, leemarme zandgronden. De meeste deeltjes zitten in de fractie 125 tot 250 μm , waar de mediaan ook in valt (Tabel 13). De leemfractie (<50 μm) is bij alle gronden lager dan 10%.

Tabel 13. De zeeffractieverdeling van de verschillende zandgronden.

Klasse (μm)	Eenheid	Duinzand 1	Duinzand 2	Duinzand 3	Dekzand
0-2	%	1,0	0,4	1,3	0,5
2-16	%	1,0	0,9	0,5	1,1
16-50	%	0,8	0,3	0,4	0,9
50-63	%	0,7	0,4	0,2	0,2
63-125	%	18,8	15,6	4,2	4,8
125-180	%	40,8	28,9	36,4	30,1
180-250	%	24,9	39,9	33,8	46,3
250-355	%	9,4	12,4	21,5	15,3
355-500	%	1,6	0,8	1,7	0,8
500-1000	%	0,5	0,1	0,1	0,1
10100-2000	%	0,1	0,1	0,1	0,1
M50 mediaan	Micrometer	164	187	197	201

Het volumepercentage vocht en lucht bij veldcapaciteit

Het volumepercentage water bij veldcapaciteit ($pF = 2$) is bij behandeling A (geen organische stoftoediening) bij alle duinzandgronden lager dan bij behandelingen C (maximale dosering compost) en G (maximale dosering compost en stalment, Tabel 14). De toevoeging van compost verhoogt bij alle gronden het volumepercentage vocht bij veldcapaciteit. Beregenen is hierdoor iets minder snel nodig (zie ook paragraaf 3.2.1). Bij de toediening van stalment neemt het volumepercentage vocht alleen toe bij duinzand 3 en dekzand. De gronden met het hoogste percentage

organische stof (duinzand 3 en dekzand), houden iets meer vocht vast bij veldcapaciteit, ook als er al een aantal jaren geen organische stof meer is toegediend (behandeling A).

Het luchtgehalte neemt nauwelijks af als er meer water in de grond zit bij de duinzandgronden. Bij dekzand neemt het zelfs licht toe.

Tabel 14. Het volumepercentage water en lucht bij veldcapaciteit (pF = 2) in 2011.

Beh	Water				Lucht			
	duinzand 1	duinzand 2	duinzand 3	dekzand	duinzand 1	duinzand 2	duinzand 3	dekzand
A	10,1	7,9	12,3	12,3	35,7	42,2	34,9	29,9
C	12,9	11,3	16,5	14,6	36,9	37,6	37,5	34,9
E	9,8	8,6	16,5	14,1	36,5	38,5	33,6	30,5
G	13,9	12,1	21,9	15,2	36,3	39,9	33,9	34,3

3.3.2 Chemische metingen

De samenstelling van de bodem

Het kalkgehalte van de duinzandgronden varieert van 4 tot 7% en er zijn geen verschillen tussen de beginwaarde in 2008 en de eindwaarde in 2011 (Tabel 15 en Tabel 16).

Er is een statistische analyse uitgevoerd waarbij het effect van de organische stoftoedieningen is gerelateerd aan de behandeling A, geen toevoeging. Deze analyse is uitgevoerd voor het percentage C-org, N-totaal en het C:N-quotiënt. Er is gekeken naar een effect van alle behandelingen.

Zowel het percentage C-org en als N-totaal nemen af als er geen organische stof of gewasresten van Astilbe worden toegevoegd (behandeling A en H). C-org en N-totaal nemen toe als 43 ton compost per ha per jaar wordt toegevoegd. Bij de toevoeging van stro (behandeling I) blijft C-org gelijk. Verder zijn er nauwelijks veranderingen vast te stellen. C-org is ongeveer de helft van het percentage organische stof maar varieert met de leeftijd van de organische stof en daarmee met de stabiliteit. Oudere en doorgaans stabielere organische stof heeft meer C-org dan jonge organische stof omdat het aandeel andere bestanddelen (fosfaat, stikstof) in jonge organische stof groter is dan in oudere organische stof.

Het C:N-quotiënt van dekzandgrond is hoger dan dat van de duinzandgronden. Een hoger C:N-quotiënt betekent dat de organische stof meer koolstof (C) ten opzichte van stikstof bevat. De organische stof is daardoor minder makkelijk afbreekbaar is, maar grote verschillen in afbraak treden pas op als het C:N-quotiënt hoger wordt dan 20. Duinzand heeft gemiddeld een C:N-quotiënt van 11 terwijl dat van dekzandgrond ongeveer 15 is.

Tabel 15. Het percentage kalk en C-organisch, N-totaal (mg N/kg grond) en het C:N-quotiënt bij de verschillende behandelingen in de vakkenproef maart 2008.

Grondsoort		Behandeling								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Duinzand 1	% kalk	6,2	6,8	6,9	6,4	6,6	6,2	6,6	7,1	6,4
	% C-org	0,66	0,48	0,57	0,63	0,61	0,66	0,61	0,55	0,53
	N-totaal	480	460	500	550	510	640	490	520	290
	C:N	14	11	11	12	12	10	12	11	18
Duinzand 2	% kalk	5,0	4,3	4,4	4,6	4,7	4,0	4,7	4,7	4,4
	% C-org	0,40	0,78	0,57	0,35	0,64	0,62	0,44	0,54	0,57
	N-totaal	360	580	420	440	470	390	440	470	360
	C:N	11	14	14	8	14	16	10	11	16
Duinzand 3	% kalk	4,4	4,3	3,6	3,5	4,0	4,3	4,0	4,3	4,0
	% C-org	1,17	1,08	0,97	1,38	1,22	1,18	1,12	0,98	1,02
	N-totaal	950	980	840	1020	1040	1030	970	850	810
	C:N	12	11	12	14	12	12	12	12	13
Dekzand	% kalk	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0
	% C-org	0,80	0,90	1,10	0,90	1,00	0,80	0,90	1,20	1,10
	N-totaal	490	570	640	590	660	590	590	850	690
	C:N	16	16	17	15	15	14	15	14	16

Tabel 161. Het percentage kalk en C-organisch, N-totaal (mg N/kg grond) en het C:N-quotiënt bij de verschillende behandelingen in de vakkenproef maart 2011.

Grondsoort		Behandeling								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Duinzand 1	% kalk	6,8	7,1	6,6	6,9	6,8	6,5	6,2	7,0	7,3
	% C-org	0,08 ¹	0,45	0,21	0,67	0,48	0,52	0,96	0,46	0,42
	N-totaal	400	340	260	520	490	410	730	340	400
	C:N	2	13	8	13	10	13	13	14	11
Duinzand 2	% kalk	4,6	4,8	4,6	4,7	4,2	4,5	4,5	5,0	4,7
	% C-org	0,35	0,22	0,35	0,34	0,60	0,36	0,66	0,30	0,34
	N-totaal	290	250	240	350	400	380	460	290	350
	C:N	12	9	15	10	15	9	14	10	10
Duinzand 3	% kalk	4,3	4,2	4,0	3,8	4,1	4,1	4,1	4,3	3,8
	% C-org	0,78	0,90	0,92	0,84	1,51	0,91	1,51	0,98	1,04
	N-totaal	610	680	730	740	1111	770	1250	800	870
	C:N	13	13	13	11	14	12	12	12	12
Dekzand	% kalk	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2
	% C-org	0,80	1,30	0,90	1,50	1,24	1,40	1,30	1,00	1,40
	N-totaal	450	730	530	860	760	810	810	550	800
	C:N	18	18	17	17	16	17	16	18	18

¹ Bijna alle C zit volgens de analyse in kalk. Het percentage C-org is daardoor onwaarschijnlijk laag, evenals het C:N-quotiënt.

Tabel 17. Het percentage organische stof van de vakkenproef tussen 2008 en 2011.

Grondsoort	Jaar	Behandeling								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Duinzand 1	2008	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
	2009	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,5	1,5	1,4	1,6
	2010	1,3	1,7	1,6	1,2	1,2	1,5	1,7	1,6	1,9
	2011	1,3	1,6	1,8	1,3	1,2	1,3	1,9	1,0	1,5
Duinzand 2	2008	1,1	1,2	1,4	1,4	1,2	1,2	1,3	0,9	1,3
	2009	1,0	1,2	1,4	1,2	1,2	1,4	1,3	1,2	1,3
	2010	1,1	1,0	1,6	1,7	1,2	1,4	1,6	1,1	1,0
	2011	1,0	1,3	1,6	0,9	1,2	1,2	1,6	1,1	1,3
Duinzand 3	2008	2,3	2,8	2,5	2,7	2,3	2,4	2,3	2,3	2,1
	2009	2,3	2,0	2,6	2,2	2,4	2,1	2,4	2,3	2,5
	2010	2,2	3,1	2,9	2,2	2,5	2,4	3,2	2,1	2,3
	2011	2,1	1,9	2,8	2,0	2,4	2,1	3,4	2,1	2,3
Dekzand	2008	2,1	2,1	2,0	1,4	2,2	1,5	2,1	2,2	2,0
	2009	2,0	1,7	2,1	2,1	1,9	2,3	2,1	2,5	2,6
	2010	2,0	2,2	2,2	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,1
	2011	2,0	2,1	2,5	1,6	2,2	2,6	2,5	2,1	2,5

De afbraak van de bodemorganische stof

Het percentage organische stof aan het begin van de vakkenproef varieerde tussen 0,9% tot 2,7% (Tabel 17). Om beter inzicht te krijgen in mogelijke veranderingen, is een statistische analyse uitgevoerd van de veldjes waar geen organische stof aan wordt toegevoegd, behandeling A. Voor duinzand 3 daalt het percentage organische stof aantoonbaar, terwijl dit bij de andere veldjes nog niet met zekerheid kan worden vastgesteld. Gemiddeld voor de projectperiode daalt het percentage organische stof op duinzand 3 met ongeveer 7% per jaar (Tabel 17).

Tabel 18. De resultaten van de statistische analyse voor de afbraak van bodemorganische stof. De lineaire afbraak (% per jaar, de richtingscoëfficiënt) per behandeling volgens de statistische analyse voor de verschillende grondsoorten.

Grondsoort	Behandeling							
	A		C		E ²		G	
Duinzand 1	-0,08	a ¹	18,5	c	5,7	b	24,5	b
Duinzand 2	-1,56	a	17,6	c	0,1	a	17,3	b
Duinzand 3	-6,95	b	9,6	b	5,4	b	19,0	b
Dekzand	-2,02	a	15,1	c	3,2	b	14,1	b

¹ Richtingscoëfficiënten in dezelfde kolom gevolgd door de letter a, verschillen niet van nul (geen verandering bij 5% overschrijdingskans), een negatief cijfer met de letter b betekent een significante afname, een positief cijfer gevolgd door de letter b of c betekent een significante toename waarbij c aangeeft dat de toename groter is dan bij grondsoorten met de letter b.

² Significant bij een overschrijdingskans van 10%.

De bijdrage van de organische toedieningen

De toevoeging van 21 ton compost per ha per jaar en 12 ton stalmest per ha per jaar (behandeling B en D) hebben geen effect op het percentage organische stof. Ook kan geen verandering worden vastgesteld voor het percentage organische stof als er stro of gewasresten van Astilbe worden toegevoegd (resultaten niet in opgenomen Tabel 18). Bij de toevoeging van 43 ton compost per ha per jaar, behandeling C, neemt bij alle gronden het percentage organische stof toe met 10 tot ongeveer 20% per jaar. De toename is bij duinzand 3 minder dan bij de andere gronden, waarschijnlijk omdat de afbraak van de aanwezige organische stof in deze grond hoger is en dit verlies eerste met de compost moet worden gecompenseerd voordat een verhoging gemeten kan worden. Een toediening van 23 ton stalmest per ha per jaar (behandeling E) heeft veel minder effect, hier is de toename ongeveer 5%. Op duinzand 2 is er geen toename. De combinatie van compost en stalmest, behandeling G, resulteert eveneens in een toename van het percentage organische stof van 15 tot maximaal 25%. Deze toename is voor alle gronden gelijk. Er zijn twee belangrijke verschillen tussen compost en stalmest: (1) bij compost wordt veel meer organische stof toegediend dan bij stalmest en (2) de organische stof in compost breekt minder snel af dan de organische stof in stalmest.

3.3.3 Biologische metingen

Alle BFI-waarden zijn hoger dan voor andere zandgronden werd gevonden (Postma 2006). Dit resultaat is hetzelfde als bij de veldproef. De activiteit zoals hier bepaald is daarmee hoger dan eerder werd vastgesteld door Postma (2006).

Er is een statistische analyse uitgevoerd voor de BFI. Hieruit blijkt dat bij de behandelingen waarbij geen organische stof wordt toegediend, A, de BFI in 2011 lager is dan de overige jaren. De biologische activiteit neemt dus af als gedurende een aantal jaren geen organische producten of organische stof wordt toegediend.

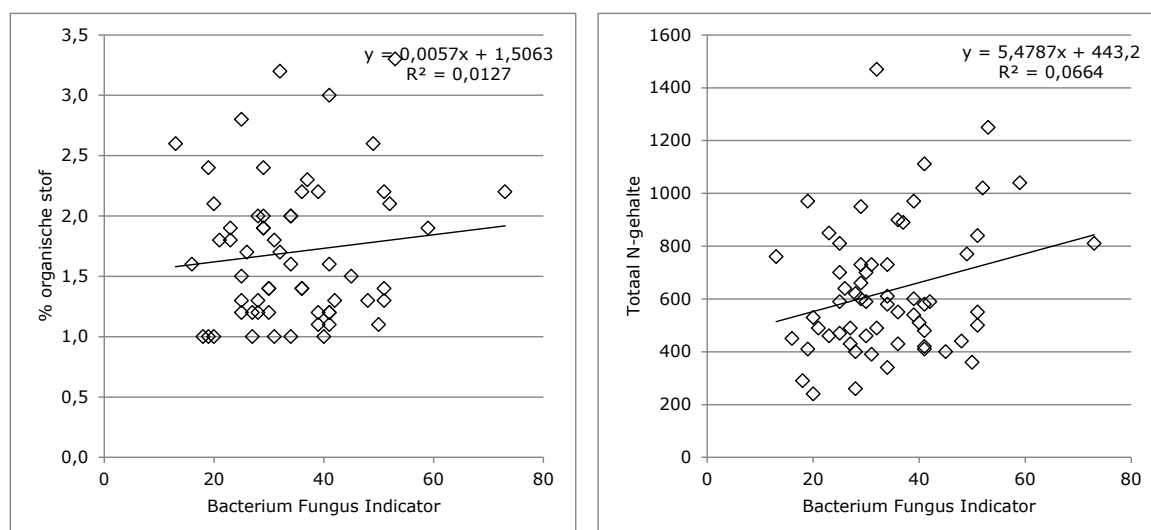
Verder komt naar voren dat de compost toedienen de biologische activiteit stimuleert bij duinzandgrond, maar niet bij dekzand. Bij dekzand verandert de BFI niet als stalmest of compost wordt toegediend. Bij de toediening van compost neemt de BFI op duinzand toe. Bij duinzand 3 is de BFI bij de toediening van 43 ton compost/ha ook nog hoger dan bij de andere duinzandgronden bij dezelfde composttoediening.

Evenals voor de veldproef, is er geen positieve relatie tussen de BFI en het percentage organische stof of het totaal N-gehalte in de bodem (Figuur 3).

Tabel 19. De activiteit van het bodemleven (mg N/ kg grond) op verschillende tijdstippen in de vakkenproef.

Grondsoort	Behandeling	2008	2009	2010	2011
Duinzand 1	A	41	39	19	28
	C	40	30	25	34
	E	51	34	30	32
	G	27	42	39	28
Duinzand 2	A	50	27	36	20
	C	25	36	41	23
	E	41	41	30	45
	G	48	51	31	18
Duinzand 3	A	29	37	19	29
	C	59	49	32	53
	E	51	52	36	41
	G	39	73	23	34
Dekzand	A	21	31	- ^a	20
	C	29	34	-	25
	E	26	29	-	13
	G	25	28	-	16

^a Meting niet uitgevoerd.



Figuur 3. Relatie tussen gemeten Bacterium Fungus Indicator (BFI) en het percentage organische stof (links) en het totale N-gehalte in de bodem (rechts).

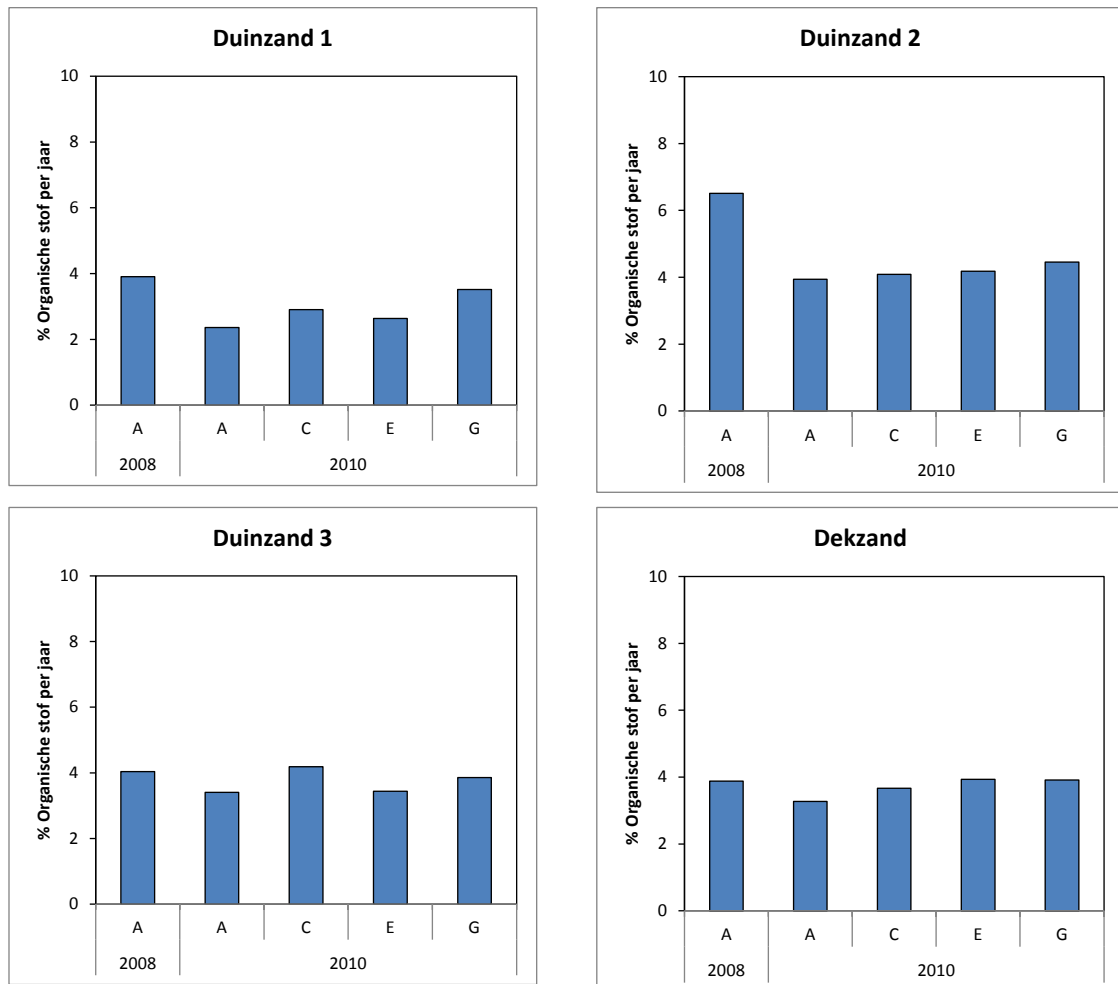
3.3.4 Metingen van de bodemtemperatuur

De gemiddelde bodemtemperatuur in 2009 was 11,3 in 2010 10,6 en in 2011 12,2°C (tot 15 september). De bodemtemperatuur was daarmee iets hoger gedurende de projectperiode dan het langjarig gemiddelde van Nederland van 9°C. De gemeten temperatuur is vergeleken met de gemeten luchttemperatuur op 1,50 m van het KNMI-meetstation Valkenburg. De samenhang is goed. In 2009 werd het grootste verschil gevonden, de gemiddelde temperatuur in de bodem lag 1°C boven de gemeten temperatuur van Valkenburg. Bij lage temperaturen neemt de afwijking toe. In de bodem zijn tijdens de projectperiode nauwelijks temperaturen onder nul vastgesteld, terwijl dat in de lucht wel optreedt. Een afwijking bij lage temperaturen heeft geen effect op de afbraak van organische stof, omdat die bij lagere temperaturen erg klein is. Een afwijking van ongeveer 1°C in het teeltseizoen heeft een beperkt effect op de afbraak (zie ook paragraaf 2.3.4).

3.4 Metingen in het laboratorium

3.4.1 Incubatie onderzoek

De afbraak van organische stof in het laboratorium is bepaald bij 20°C gedurende een half jaar en dit is omgerekend de afbraak bij de gemiddelde bodemtemperatuur van 9°C per jaar (Figuur 4). In 2008 varieerde de afbraak tussen de 3,9 en 7% per jaar. De hoogste afbraak werd gevonden bij duinzand 2. Ook in 2010 is de afbraak bij behandeling A op duinzand 2 het hoogste, 4%. De afbraak in de andere zandgronden varieert tussen de 2,4 en 3%. De afbraak van organische stof in duinzand 3 is vrijwel gelijk aan de afbraak van organische stof in duinzand 1 en dekzand. Dit resultaat is opvallend, omdat duinzand 3 meer jonge organische stof heeft die snel af zou moeten breken. Bij de toevoeging van organische stof neemt de afbraak van organische stof toe. De verschillen tussen de organische producten zijn klein. Wel blijkt dat compost alleen of in combinatie met stalmest de afbraak en daarmee de activiteit van het bodemleven stimuleert ten opzichte van geen organische stof toediening. De toediening van stalmest stimuleert de afbraak vooral in dekzandgrond en in mindere mate in duinzandgrond. De resultaten van 2011 zijn bij de afronding van het project nog niet gecorrigeerd voor de koolstof die vrijkomt uit kalk (zie paragraaf 2.4) en zijn daarom hier niet opgenomen. De gegevens staan in Bijlage V.



Figuur 4. De afbraak van organische stof per jaar, bepaald in het laboratorium bij 9°C bij de start van de vakkenproef in 2008 (A) en in 2010 van de behandelingen zonder toevoeging (A), met de hoge dosering compost (C) of stalmest (E), en de combinatie (G).

3.5 De rekenmodule

3.5.1 Het vaststellen van de afbraakparameters voor bodemorganische stof

De parameters R_9 en S voor het berekenen van de afbraak van organische stof is uitgevoerd voor de verschillende duinzandgronden en voor dekzandgrond. De verschillende duinzandgronden zijn representatief voor de verschillende typen organische stof. De goed bemeste duinzand 3 heeft veel jonge en recentelijk toegediende organische stof. Duinzand 2, afkomstig van het proefveld te Lisse, heeft enkele decennia lang aan de rand van proefpercelen gelegen en is daar bebouwd geweest met hagen en ondergroei (zie ook paragraaf 3.2.1).

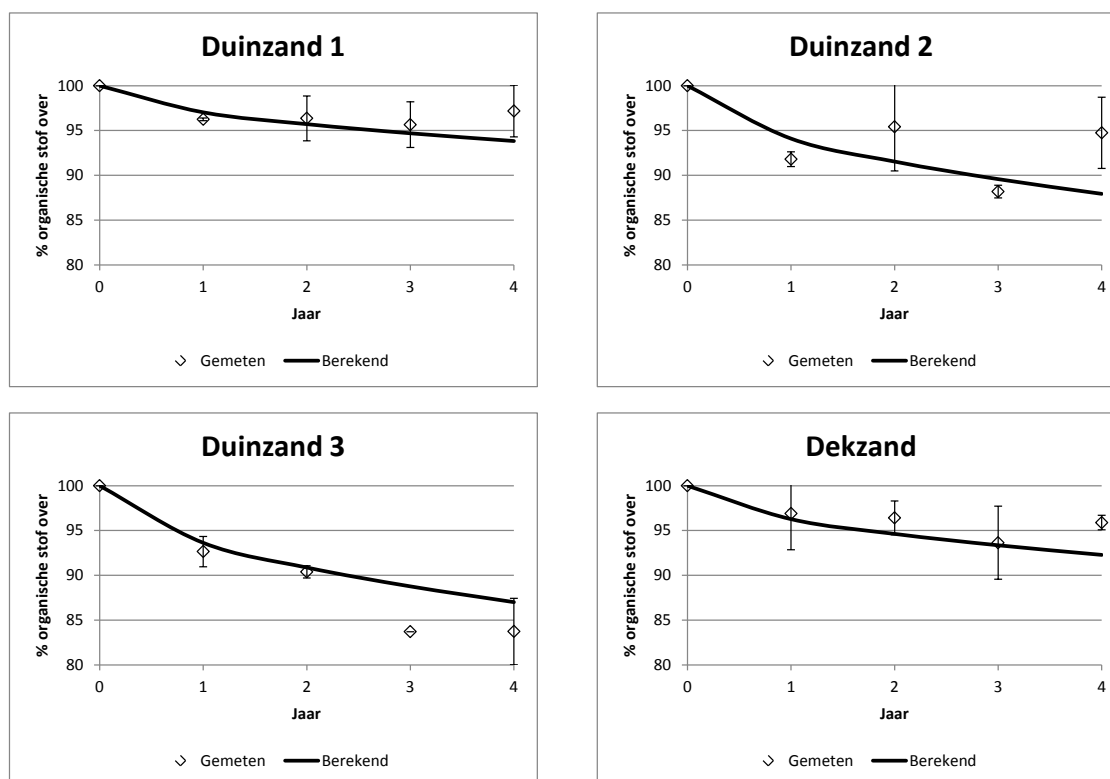
Er is een schematische procedure gevolgd voor het berekenen van de parameters R_9 en S . Dit is gedaan met de procedure special van het statistisch verwerkingsprogramma Genstat, speciaal aangepast voor deze berekening door J. Withagen (PRI).

De parameter S was niet verschillend per grondsoort en ook niet anders dan de standaardwaarde van Yang (1996). Daarom is voor S dezelfde waarde aangehouden. Vervolgens is de parameter R_9 berekend (Tabel 20). Voor duinzand 1 en dekzand is R_9 gelijk aan de standaardwaarde voor Nederland. Voor duinzand 2 en 3 ligt de waarde hoger, hetgeen betekent dat de afbraak van organische stof sneller verloopt dan bij de andere twee gronden.

Tabel 20. De berekende afbraakparameters voor de verschillende typen bodemorganische stof en het percentage organische stof dat in het eerste jaar wordt afgebroken als geen organische stof meer wordt aangevoerd.

Grondsoort	Bodemorganische stof	R_9 (jaar ^{S-1})	Standaard fout	S	% afbraak
Duinzand 1	Oorspronkelijk/oud	0,030	0,0092	0,46	3,0
Duinzand 2	Na omzetten	0,061	0,0094	0,46	5,9
Duinzand 3	Jong/recent toegediend	0,066	0,0094	0,46	6,4
Dekzand		0,038	0,0092	0,46	3,7

In Figuur 5 de berekende afbraak van organische stof is uitgezet tegen de gemeten afbraak van organische stof, gerelateerd aan de startwaarde in 2008. Hieruit komt naar voren dat de afbraak van organische stof in duinzand 2 en duinzand 3 vooral in het eerste jaar sneller verloopt dan in duinzand 1 en in dekzand. Na 20 jaar wordt berekend dat de organische stof in duinzand 2 en 3 tot ongeveer 72% van de beginwaarde wordt afgebroken terwijl de organische stof in duinzand 1 en dekzand tot ongeveer 85% van de beginwaarde afbreekt.



Figuur 5. De relatieve afbraak van organische stof berekend met de modelparameters uit Tabel 19 (lijn) en gemeten (symbolen) van de verschillende zandgronden in de vakkenproef. De balkjes zijn de standaardfout van de metingen.

3.5.2 Het vaststellen van de afbraakparameters voor de organische producten

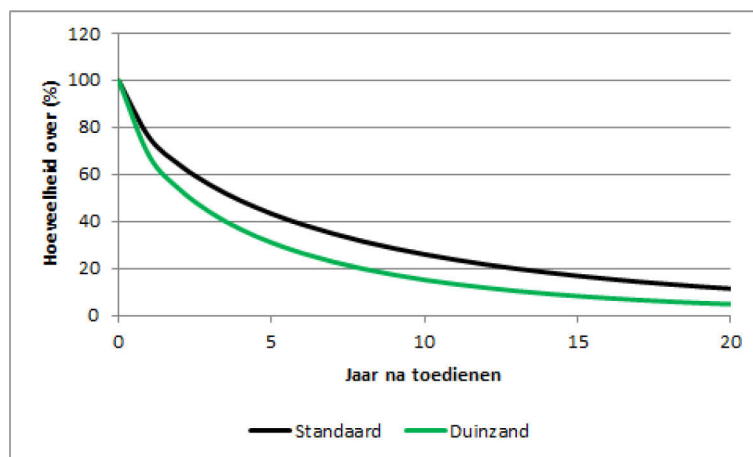
Voor de berekening van de bijdrage van de organische producten aan de organische stofvoorziening is een vergelijkbare aanpak gevolgd. Omdat het hier om verschillende giften gaat gedurende meerdere jaren is de berekening ingewikkeld en in Excel uitgevoerd m.b.v. van de SOLVER. Voor stalmest is de R_0 iets hoger is dan de standaardwaarde: 0,73 in plaats van 0,71 (Tabel 5). Door deze kleine verandering breekt stalmest in het eerste jaar op duinzand iets sneller af en is 48% van de organische stof na een jaar nog in de bouwvoor over in plaats van 50%. Voor dekzand is de standaardwaarde een goede waarde om de bijdrage van stalmest aan de organische stofbalans uit te rekenen.

De berekende R_0 voor compost is 0,39 en deze waarde is hoger dan de standaardwaarde van 0,28 (Tabel 5). Op duinzandgrond is een jaar na toedienen nog 68% van de organische stof over in plaats van 75% op andere gronden in Nederland (Figuur 6). Voor dekzand voldeed de standaardwaarde goed om de bijdrage van compost aan de organische stofvoorziening te berekenen.

Voor de toediening van de gewasrest Astilbe werd een R_0 van 1,59 uitgerekend en blijft 20% van de toegediende hoeveelheid organische stof na het eerste jaar over (Tabel 21). Dit verschilt niet van de standaard waarde voor Nederland (Tabel 5). De R_0 voor stro week eveneens niet af van de standaardwaarde voor Nederland.

Tabel 21. De berekende afbraakparameters voor de verschillende typen organische stoftoedieningen.

Organische materialen	R_0 (jaar ⁻¹)	S	Humificatiecoëfficiënt
Stalmest	0,73	0,60	0,48
Compost	0,39	0,31	0,68
Stro	1,12	0,62	0,35
Gewasresten	1,59	0,63	0,20



Figuur 6. De hoeveelheid compost die na toedienen nog is, berekend met de standaard R_0 en de waarde voor duinzand zoals bepaald in deze studie.

3.5.3 De bedrijfsregistraties

De bedrijfsregistraties illustreren dat een omgezaand perceel een zeer laag percentage organische stof heeft. Een tweede aspect dat naar voren komt, is dat het percentage organische stof nauwelijks toeneemt na grote doseringen tuinturf, in combinatie met stalmest, compost en/of stro. In Topsoil+ is eveneens door middel van tuinturf het percentage organische stof verhoogd (Pronk & Van Reuler 2006). Ook heeft Bruin (1993) de bijdrage van tuinturf aan het percentage organische stof onderzocht. Tuinturf verhoogt het percentage organische stof maar de gemeten verhoging is veelal lager dan de berekende verhoging. Pas na enkele jaren wordt het verschil tussen berekend percentage organische stof en gemeten percentage organische stof kleiner. Een mogelijke oorzaak voor deze discrepantie is de analysemethode voor het bepalen van de organische stof in de grondmonster. De grondmonsters ondergaan een voorbewerking en worden over 2 mm zeeffractie gezeefd. Recentelijk toegediende organische stof bestaat vaak uit deeltjes die nog groter zijn dan 2 mm en tuinturf kan gemakkelijk klonten in de bodem. Deze organische stof wordt daardoor niet mee geanalyseerd bij de bepaling van het percentage organische stof. Bruin (1993) geeft aan dat de hoge tuinturf dosering niet goed in de grond is gemengd. Het steken van een representatief grondmonster voor het uitvoeren van de organische stof bepaling wordt daardoor eveneens moeilijker. Een extra nadeel kan zijn dat de slecht gemengde tuinturf klonten vormt die een vergelijkbare grootte hebben als bloembollen. Bij het rooien vallen deze klonten niet door de zeef op het land terug maar kunnen van het land verwijderd worden.

4. Discussie en conclusies

4.1 De veldproef

Bij de behandelingen met de hoge dosering compost, ruim 40 ton per ha per jaar, nam het percentage organische stof toe bij deze vruchtwisseling. De toename had tot gevolg dat het percentage organische stof steeg van 1% naar ongeveer 1,5% na de vier proefjaren. Als geen organische producten worden toegevoegd, blijft desondanks het percentage van 1% gehandhaafd. De gewasresten, de groenbemesters en de stroresten in deze vruchtwisseling zijn voldoende om de afbraak van organische stof op dit perceel te compenseren. In de praktijk is een vruchtwisseling van zomerbloemen, vaste planten en bloembollen niet gebruikelijk. De afzonderlijke teelten lenen zich minder om de aanvoer van organische stof te realiseren.

Bij de teelt van vaste planten is er weinig ruimte om groenbemesters te telen en zal minder snel stro ondergewerkt worden. De aanvoer van organische stof via deze posten zal daardoor minder zijn. Bij de teelt van bloembollen is het gebruikelijk om tot ongeveer 40 cm diep te ploegen. De organische stof wordt zo met ruim 30% meer grond verdund, waardoor het gerealiseerde percentage organische stof lager zal zijn dan op grond van deze vruchtwisseling verwacht mag worden. Zomerbloemen kunnen in een aantal situaties meer gewasresten leveren dan bij bloembollen of vaste planten, doordat een aantal gewassen meerdere jaren staan en soms alleen bloemen gesneden worden en de overige gewasresten in de winter gemaaid worden en op het veld achterblijven. De teelt van groenbemesters en het inwerken van stro is ook bij zomerbloemen minder gebruikelijk.

Toch wordt duidelijk uit deze veldproef, dat bij een uitgekende combinatie van teeltmaatregelen en een optimalisatie naar organische stofaanvoer, een percentage van rond de 1% gehandhaafd kan worden.

De verhoging van het percentage organische stof had geen eenduidig effect op de gewasproductie. De gevonden verschillen tussen de behandelingen waren klein en niet ieder jaar hetzelfde. In de praktijk zal dit vaak anders zijn, omdat in deze studie voor de bemestende waarde van de organische producten is gecompenseerd. De verhoging van het percentage organische stof door de toevoeging van compost had wel een gunstig effect op het vochtbergend vermogen van de grond bij veldcapaciteit ($pF=2$). Beregenen kan hierdoor met 1 à 2 dagen uitgesteld worden. Dit is gunstig in situaties waarbij beregenen niet mogelijk is of waarbij beregenen vanuit andere overwegingen ongewenst is. Hyacint en narcis worden op duinzandgrond nooit beregend (Van Bakel & Stuyt 2011) omdat dit grote risico's met zich meebrengt voor de verspreiding van ziekten. Dit gunstige effect komt vooral naar voren in droge perioden en is daarmee sterk afhankelijk van het groeiseizoen.

4.2 De vakkenproef

Uit de vakkenproef komt naar voren dat de organische stof in bemeste duinzandgrond, d.w.z. duinzand met een percentage organische stof van 1,5% of meer, sneller afbreekt dan de organische stof in dekzandgrond en ook sneller dan voor Nederland wordt aangenomen. Dat het percentage organische stof van de bemeste duinzandgrond daadwerkelijk statistisch aantoonbaar daalt in de relatief korte periode van onderzoek (Tabel 18), is opmerkelijk en illustreert dat de afbraak aanzienlijk is. De gevonden afbraak van de organische stof van bemeste duinzandgrond was 6,4% in het eerste jaar en ligt daarmee lager dan de theoretisch berekende waarde van 9,5% (Ten Berge *et al.* 2007). Voor dekzandgrond werd een afbraak van 3,7% gevonden, dezelfde waarde als voor onbemeste duinzandgrond (Tabel 20). Deze 3,7% afbraak is in overeenstemming met het bereik dat voor Nederland gehanteerd wordt (Janssen 2002). De gevonden afbraak van organische stof van bemeste duinzand is bijna 2 maal hoger dan op dekzand. Het is aannemelijk dat de organische stof in bemeste duinzandgronden afbreekt met een vergelijkbare hoge snelheid als in deze studie werd gevonden. Traditioneel zijn deze gronden gedurende de laatste decennia door ondernemers van organische producten voorzien om zo het gewenste percentage organische stof te krijgen. Opvallend is, dat de duinzandgrond met de natuurlijke vegetatie, vooral in het eerste jaar een erg hoge afbraak had, vergelijkbaar met de afbraak van de organische stof in bemeste duinzandgrond. Dit is in overeenstemming met de beleving van telers dat het percentage organische stof snel daalt nadat een grond in gebruik nemen wordt.

De hoge dosering compost verhoogt ook in de vakkenproef het percentage organische stof. Bij de hoge dosering stalmest nam het percentage organische stof iets toe, ongeveer 5% per jaar (Tabel 18). Dit is anders dan in de

veldproef waar de hoge dosering stalmest geen effect had op het percentage organische stof. De grootste toename van het percentage organische stof werd gevonden bij de maximale aanvoer van organische stof, de hoge dosering compost plus de hoge dosering stalmest.

De resultaten van de veldproef en de vakkenproef laten dezelfde tendens zien voor de toediening van compost. Bij de hoge doseringen compost neemt het percentage organische stof toe. Maar ook bij de vakkenproef moet opgemerkt worden dat de organische stof tot maximaal 30 cm diep is ingewerkt en dat verwacht mag worden dat bij een bouwvoordiepte van 40 cm, de effecten van de organische stoftoediening op het percentage organische stof substantieel, ruim 30%, lager zullen zijn. Voor stalmest zijn er enkele verschillen. In de vakkenproef neemt het percentage organische stof iets toe bij de hoge stalmestdosering, terwijl dit in de veldproef niet aantoonbaar is. De grote spreiding in de metingen van het percentage organische stof, zowel in de veld- als in de vakkenproef, draagt hiertoe bij. Ook is de periode dat het onderzoek loopt, voor effecten op het percentage organische stof kort. De gevonden humificatiecoëfficiënten voor compost en stalmest zijn lager dan de standaardwaarden van Janssen (Ten Berge *et al.* 2007) (vergelijk Tabel 5 met Tabel 21). Hoewel de humificatiecoëfficiënt van stalmest in dezelfde orde van grootte ligt, is de humificatiecoëfficiënt voor compost lager. Dit betekent dat er minder organische stof uit compost over is een jaar na toedienen op duinzandgrond dan met de standaardparameters berekend wordt.

4.3 De aanvoer van organische producten

Beperkingen van de aanvoer van organische producten

De aanvoer van organische stof via organische producten is aan banden gelegd om aan de Nitraatrichtlijn (1991) te voldoen. In 2006 is het stelsel van gebruiksnormen van kracht geworden, omdat het Europese Hof van Justitie op 2 oktober 2003 had aangegeven dat het toenmalige Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) niet toereikend was om aan de Nitraatrichtlijn te kunnen voldoen. Met de gebruiksnormen wordt de aanvoer van stikstof en fosfaat gereguleerd en de komende jaren worden de gebruiksnormen aangescherpt. Het stelsel is een ingewikkeld systeem waarbij de meest knellende norm gevolgd dient te worden. In de praktijk is de maximale aanvoer van fosfaat, de fosfaatgebruiksnorm, doorgaans de meest beperkende norm voor de aanvoer van organische producten. Deze fosfaatgebruiksnorm is afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem (Tabel 22).

Tabel 22. Fosfaatgebruiksnormen (kg/ha) voor bouwland (Staatscourant nr. 8459, 17 mei 2011).

Pw	Categorie	2012	2013	2014	2015
<36	Laag	85	85	80	75
36 – 55	Neutraal	70	65	65	60
>55	Hoog	65	55	55	50

Voor fosfaatarme en fosfaatfixerende gronden geldt een fosfaatgebruiksnorm van 120 kg per hectare per jaar, zolang deze gronden aan de voorwaarden voor fosfaatarm of fosfaatfixerend voldoen. De voorwaarden staan op de website van het LNV-Loket (www.hetlnvloket.nl).

Alle fosfaat uit organische producten telt mee voor de berekening van de fosfaatgebruiksnorm met uitzondering van de fosfaat in compost. Fosfaat in compost telt voor de helft mee voor de berekening van de fosfaatgebruiksnorm, mits het totaalgehalte van fosfaat in de compost lager is dan 3,5 g/kg drogestof. De hoeveelheid fosfaat die boven deze grens wordt aangevoerd, telt volledig mee voor de berekening van de aanvoer van fosfaat met compost.

Benodigde organische stof voor behoud van het percentage

De afbraak van organische stof van een bemeste duinzandgrond is ongeveer 6,4% in het eerste jaar wanneer geen organische stof wordt toegediend (paragraaf 3.5.1). Deze gemeten waarde is lager dan de afbraak die op theoretische berekeningen is gevonden door Ten Berge *et al.* (2007). Het verschil wordt mede veroorzaakt door de beginwaarde die gekozen is voor de theoretische berekening, die is lager dan de beginwaarde in deze studie. Bij een bouwvoor van 30 cm diep en een dichtheid van de grond van 1,4 kg/L, een percentage van 1,6% organische

stof en de gevonden afbraaksnelheid van 6,4%, is het verlies ruim 4000 kg organische stof per ha (zie ook Tabel 24). Bij een grond met een percentage organische stof van 1,2% is het verlies ongeveer 3200 kg organische stof per ha.

De afbraak is niet voor alle onderzochte gronden ruim 6%. Duinzand 1, met veel oude/stabiele organische stof, breekt minder snel af en voor het behoud van een percentage organische stof is daardoor minder aanvoer nodig. De uitgangssituatie van deze duinzandgrond was ook lager, ongeveer 1%.

Opvallend is ook dat in de veldproef met een uitgangssituatie van ongeveer 1%, het percentage organische stof niet aantoonbaar stijgt of daalt als er geen organische stof wordt toegevoegd (paragraaf 3.2.2). De vruchtwisseling in de veldproef is een combinatie van bloembollen, zomerbloemen en vaste planten, met waar kan een groenbemester en stroresten. Ook blijkt dat met de toevoeging van stalmest tot 23 ton per ha het percentage organische stof niet verandert gedurende de proefperiode. Het handhaven van een percentage van ongeveer 1% is daarom haalbaar in een vruchtwisseling waar zorg is voor het behoud van organische stof door groenbemesters te telen, en gewasresten zoveel mogelijk op het land achter te laten. Een belangrijk aandachtspunt is dat de ploegdiepte voor zomerbloemen en vaste planten 30 cm is en de behoefte aan organische stof met 33% toeneemt als alle aanvoer tot een bouwvoordiepte van 40 cm wordt ingewerkt.

Als alle fosfaatruimte benut wordt voor de aanvoer van organische producten, kan met stalmest of compost met een gemiddelde samenstelling, jaarlijks 950 (hoog fosfaatiniveau) tot ongeveer 1400 kg per ha (laag fosfaatiniveau) respectievelijk 3450 tot ongeveer 5000 kg per ha effectieve organische stof aangevoerd worden (Tabel 23).

Tabel 23. De aanvoer van stalmest en compost (ton/ha), de berekende bijbehorende hoeveelheid organische stof en effectieve organische stof (kg/ha) berekend volgens de humificatie-coëfficiënten van deze studie voor de fosfaatgebruiksnormen van 2015.

Pw- klasse	Stalmest			Compost		
	Ton product/ha	Organische stof	Effectieve organische stof	Ton product/ha	Organische stof	Effectieve organische stof
Laag	20	2961	1427	41	7703	5234
Neutraal	16	2368	1141	32	6000	4077
Hoog	13	1974	951	27	5135	3489

In Tabel 24 is het verlies van organische stof berekend voor verschillende uitgangspersentages organische stof, de gevonden afbraakpercentages en voor twee bouwvoordiepten. Het is niet waarschijnlijk dat alle combinaties in de praktijk voorkomen. Zo is het onwaarschijnlijk dat een duinzandgrond met een percentage organische stof van 2% met slechts 3% afbreekt, de afbraak zal hoger zijn. En de organische stof in een duinzandgrond met een percentage organische stof van 0,8% die al geruime tijd in productie is, breekt waarschijnlijk minder snel af dan 6,4%.

Voor enkele gebruikelijke situaties kan berekend worden of het verlies van organische stof kan worden gecompenseerd binnen de wettelijke mogelijkheden.

Voor een bouwvoordiepte van 30 cm en 6,4% afbraak (de bemeste duinzandgrond) is het verlies in van organische stof bij een beginsituatie van 1 à 1,4% in het eerste jaar 2900 tot ruim 4000 kg/ha. Als uitsluitend compost wordt toegediend, kan dit verlies worden gecompenseerd, met uitsluitend stalmest is dit niet mogelijk. Bij een bouwvoordiepte van 40 cm is de toediening van uitsluitend compost bij een uitgangssituatie van 1,4% organische stof onvoldoende. Stro en gewasresten leveren eveneens organische stof. De bijdrage van gewasresten aan de organische stofvoorziening in de gewasrotatie van de veldproef laat zien dat dit ongeveer 1300 kg effectieve organische stof per ha zal zijn. Het percentage organische stof van 1% veranderde immers niet gedurende de periode van de proef zodat de berekende afbraak wordt gecompenseerd. De aanvoer van organische stof met gewasresten, groenbemesters en stroresten zal in de praktijk lager zijn (zie paragraaf 4.1). Als een bijdrage van ongeveer 1000 kg per ha effectieve organische stof voor de vruchtwisseling wordt meegenomen in de berekening, lijkt het mogelijk om een percentage organische stof tot ongeveer 1,6% in combinatie van de aanvoer van compost

te realiseren. De totale aanvoer van effectieve organische stof wordt dan berekend op maximaal 6000 kg per ha per jaar.

Tabel 24. De berekende hoeveelheid organische stof die verdwijnt in het eerste jaar dat geen organische stof meer wordt toegediend bij de verschillende uitgangssituaties, de in deze studie vastgestelde afbraakpercentages en twee bouwvoordiepten.

Bouwvoor- diepte (cm)	Percentage organische stof								
	Afbraak ¹	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
30	3,0	801	1069	1336	1603	1870	2137	2404	2671
	3,7	1006	1342	1677	2013	2348	2684	3019	3355
	5,9	1593	2124	2655	3186	3717	4249	4780	5311
	6,4	1720	2294	2867	3440	4014	4587	5161	5734
40	3,0	1069	1425	1781	2137	2493	2849	3206	3562
	3,7	1342	1789	2237	2684	3131	3579	4026	4473
	5,9	2124	2832	3540	4249	4957	5665	6373	7081
	6,4	2294	3058	3823	4587	5352	6116	6881	7645

¹ In het eerste jaar nadat de organische stoftoediening is gestopt en zoals vastgesteld in deze studie (Tabel 15).

Oorzaken van de hogere afbraak van organische stof op duinzand

Duinzand heeft van nature een laag percentage organische stof omdat het geologisch gezien om jonge gronden gaat (De Bakker & Steur 1990). Bodemvorming heeft op deze gronden beperkt plaatsgevonden. Het is gebruikelijk dat bij het in cultuur brengen van gronden de recentelijk toegediende organische stof (meestal gewasresten) snel afbreekt. Een gedeelte van dit toch al lage percentage organische stof breekt daarom toch nog snel af, zoals ook blijkt uit de gemeten afbraak van organische stof van duinzand 2. Op dekzand heeft gedurende langere tijd bodemvorming plaatsgevonden. Het percentage organische stof is daardoor hoger en er zit meer stabiele organische stof in de bodem.

Om een duinzand geschikt te maken voor de teelt van gewassen, is in het verleden veel organische stof aangevoerd. De streefwaarde van 1,2% (Van Dam *et al.* 2004) is op veel gronden daardoor gerealiseerd hoewel lagere percentages regelmatig worden gevonden op recentelijk in gebruik genomen percelen. De organische stof, die na in gebruikname is aangevoerd, breekt sneller af dan stabiele bodemorganische stof. Duinzandgronden bestaan daardoor voor een groter gedeelte uit 'recentelijk' (15 tot 20 jaar) toegediende organische stof die sneller afbreekt. Deze hogere afbraak wordt door deze studie bevestigd. Het in stand houden van een percentage organische stof van 1,5% bij een bouwvoordikte van 30 cm, moet onder praktijkomstandigheden als het maximaal haalbare worden gezien binnen de huidige regelgeving voor een fosfaatneutrale grond. Er kan met compost jaarlijks ongeveer 4000 kg effectieve organische stof per ha op duinzand worden aangevoerd (Tabel 23). Samen met de aanvoer van gewasresten compenseert dit een afbraak van ongeveer 6% voor een bouwvoordiepte van 30 cm.

Implicaties voor de bedrijfsvoering, de kaderrichtlijn bodem en de kaderrichtlijn water

De aanvoer van organische stof via compost of mest is gebonden aan een maximum aanvoer van fosfaat. Per kg aangevoerde fosfaat kan met compost de meeste organische stof worden aangevoerd. Het is mogelijk om bij een uitgekiende vruchtwisseling het percentage organische stof te handhaven van ruim 1%. Dit stelt hoge eisen aan de ondernemer en de bedrijfsvoering. Een optimalisatie van teelthandelingen en teeltmaatregelen naar de organische stofvoorziening zal moeten worden ingevoerd. Het om welke reden dan ook 'missen' van de aanvoer van organische stof kan binnen de huidige regelgeving moeilijk opgevangen worden. Dit maakt duinzandgronden gevoelig voor bodemdegradatie en de bedreiging 'verandering in gehalten en voorraden van organische stof' wordt reëel. Echter, vanuit de kaderrichtlijn water worden maatregelen genomen om het grond- en oppervlakte water te beschermen tegen de uitspoeling van nitraat en fosfaat. Nitraat vormt in het westelijk zandgebied geen knelpunt (Velthof & Fraters

2007). Voor fosfaat ligt dat anders. De fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater in het westelijk zandgebied voldoen niet aan de geldende normen (MTR-normen). Emissies uit landbouwgronden en fosfaatrijk kwelwater dragen bij aan de overschrijding (Boers *et al.* 1997). Het terugdringen van de emissies heeft vanuit de kaderrichtlijn water een grote prioriteit en daarvoor is de aanvoer van fosfaat (landelijk) beperkt. De beperkte aanvoer resulteert op duinzand relatief snel in bodemdegradatie, indien geen alternatieven worden ontwikkeld. Aan alternatieven wordt gewerkt door de emissie van fosfaat naar oppervlaktewater terug te dringen via technische oplossingen (Chardon *et al.* 2009). Een andere mogelijkheid is het ontwikkelen van fosfaatarme organische producten. Deze studie maakt duidelijk dat er een spanningsveld ligt tussen de twee kaderrichtlijnen.

4.4 Conclusies

Organische stof in duinzand breekt sneller af dan de organische stof van de in deze studie onderzochte dekzand. De afbraak, zoals in deze studie is vastgesteld, resulteert in een aanzien verlies van organische stof per jaar. Bij een beginsituatie van 1% organische stof en een bouwvoordiepte van 40 cm, zoals bij de teelt van bloembollen gebruikelijk is, is het verlies ongeveer 3500 kg per ha per jaar tot ongeveer 7000 kg organische stof per jaar bij een beginsituatie van 2% organische stof (Tabel 24). Het handhaven van 2% organische stof is bij deze bouwvoordiepte binnen de huidige regelgeving via organische producten niet realiseerbaar. Het handhaven van een percentage van 1 tot 1,6% lijkt realiseerbaar mits alle mogelijkheden consequent worden aangewend om organische stof aan te voeren. Dat betekent de aanvoer van compost, het telen van groenbemesters en het onderwerken van gewasresten en stro.

Bij een bouwvoordiepte van 30 cm, zoals bij de teelt van vaste planten en zomerbloemen gebruikelijk is, zal het makkelijker zijn om het percentage organische stof tussen de 1 en 1,6% te handhaven doordat de organische stof tot 30 cm diep wordt ingewerkt. De teelt van zomerbloemen en vaste planten lenen zich echter minder voor de teelt van groenbemesters.

Op basis van deze studie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De afbraak van organische stof in duinzandgrond verloopt sneller dan in dekzandgrond bij eenzelfde percentage organische stof, vooral in het eerste jaar dat gestopt wordt met de toediening van organische producten.
- Na het in gebruik nemen van een duinzandgrond met een natuurlijke vegetatie, is de afbraak van organische stof hoog, vooral in het eerste jaar. Deze afbraak is vergelijkbaar met de afbraak van organische stof in de bemeste duinzandgrond. In de jaren daarna verloopt de afbraak van organische stof rustiger en is vergelijkbaar met de afbraak van organische stof in dekzandgrond.
- De afbraak van organische stof in duinzandgrond die na omzanden geruime tijd braak heeft gelegen, is vergelijkbaar met de afbraak van organische stof in dekzandgrond.
- Van de toediening van compost op duinzandgrond is een jaar na toediening 68% van de organische stof over. Voor Nederland wordt een standaardwaarde van 75% gehanteerd. Op duinzandgrond blijft minder organische stof uit compost over dan met de standaardwaarde berekend wordt. Voor dekzandgrond voldeed de standaardwaarde voor compost.
- Van de toediening van stalmest op duinzand, is 48% van de organische stof over. Dit is vergelijkbaar met de standaardwaarde van 50%. Voor dekzandgrond voldeed de standaardwaarde voor stalmest.
- Van de toediening van Astilbe en stro is 20%, respectievelijk 35% van de organische stof over. Beide waarden zijn in overeenstemming met de standaardwaarden.
- De hoge dosering compost van 43 ton per ha per jaar, verhoogt de hoeveelheid gemakkelijk beschikbaar water voor de gewasgroei. Beregenen kan hierdoor met ongeveer 2 dagen worden uitgesteld.
- Een hoger percentage organische stof, waarbij voor de bemestende waarde van de organische stoftoediening met kunstmest is gecompenseerd, heeft een beperkt effect op de gerealiseerde opbrengsten.

- Het verlies van organische stof in duinzandgrond met een uitgangssituatie van 1,6% organische stof en een bouwvoordiepte van 40 cm, niet kan worden gecompenseerd door de aanvoer van stalmest, compost of een combinatie van deze producten binnen de huidige wettelijke mogelijkheden. Voor het compenseren van het verlies zal een ondernemer consequent en met veel discipline alle mogelijkheden voor de aanvoer van organische stof moeten benutten. Gezien de complexiteit van de bedrijfsvoering stelt dit hoge eisen aan de ondernemer. Het risico op bodemdegradatie is aanwezig en de mogelijkheden tot repareren zijn beperkt.
- Het verlies van organische stof in duinzandgrond met een uitgangssituatie van 1,2% organische stof en een bouwvoordiepte van 40 cm, kan niet gecompenseerd worden met de aanvoer van uitsluitend stalmest binnen de wettelijke mogelijkheden.
- Er bestaat een spanningsveld tussen de kaderrichtlijn bodem en de kaderrichtlijn water in het westelijk zandgebied met betrekking tot het handhaven van een percentage organische stof van 1,6% bij een bouwvoordiepte van 40 cm en het beperken van emissies naar het oppervlaktewater.

Literatuur

- Aendekerk T.G.L., 2000. Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen: vollegrondsteelt. Boomteeltpraktijkonderzoek, Boskoop. 72 p.
- Anoniem, 2000. Evaluatieverslag van het project 'Toepassing van veen als organische stof in de Bloembollenteelt' 1997-2000, DLV Bloembollen, 14 pp.
- Anonymous, 1991. Directive of the Council of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/676/EEC). European Commission, Brussels.
- Bertrand I., O. Delfosse & B. Mary, 2007. Carbon and nitrogen mineralization in acidic, limed and calcareous agricultural soils: Apparent and actual effects. *Soil Biology and Biochemistry* 39, 276-288.
- Boers P.C.M., H.L. Boogaard & J. Hoogeveen, 1997. Huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat vanuit de landbouw: uitspoeling meststoffen uit landbouw. RIZA, Wageningen. 217 p.
- Bruin P.N.A. & G.G.M. Van der Valk, 1993. Voedingsaspecten van nieuwgevormde bloembollenzandgronden bij de teelt van tulpen. Rapport nr. 83, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse, 52 pp.
- Chardon W.J., N. Reijers & A.M. Van Dam, 2009. Mogelijkheden voor toepassing van fosfaatfilters in de bloembollenteelt. Alterra, Wageningen. 50 p.
- De Bakker H. & G.G.L. Steur, 1990. Zeekleigebieden. *In* Bodemkunde van Nederland. Deel 2: Bodemgeografie, Eds W.P. Locher & H. De Bakker. pp. 139-152. Malmberg, Den Bosch.
- De Kreijl C., 1999. Bemestingsadviesbasis buitenbloemen. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente Vestiging Naaldwijk, Naaldwijk. 21 p.
- Hack-ten Broeke M.J.D., C.L. Van Beek, T. Hoogland, M. Knotters, J.P. Mo-Dijkstra, R.L.M. Schils, A. Smit & F. De Vries, 2009. Kaderrichtlijn bodem: basismateriaal voor eventuele prioritaire gebieden. Alterra, Wageningen. 77 p.
- Hanegraaf M.C., E. Hoffland, P.J. Kuikman & L. Brussaard, 2009. Trends in soil organic matter contents in Dutch grasslands and maize fields on sandy soils. *European Journal of Soil Science* 60, 213-222.
- Janssen B.H., 1986. Een een-parametermodel voor de berekening van decompositie van organisch materiaal. *Vakblad voor biologen* 60, 433-436.
- Janssen B.H., 2002. Organic matter and soil fertility. Wageningen Agricultural University, Wageningen. 248 p.
- Janssen B.H., 1984. A simple method for calculation decomposition and accumulation of 'young' soil organic matter. *Plant and Soil* 76, 297-304.
- Kuipers S.F., 1976. Bodemkunde. Tjeenk-Willink, Culemborg. 274 p.
- Loveland P. & J. Webb, 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: A review. *Soil and Tillage Research* 70, 1-18.
- Postma J., 2006. Belang van bodemleven bij de aanleg van natuurgras sportvelden, Plant Research International, Wageningen, 58 pp.
- Pronk A.A., 2007. Organische stof management op zandgrond met speciale aandacht voor duinzand. Literatuurstudie. Nota 487, Plant Research International, Wageningen, 22 pp.
- Pronk A.A. & H. Van Reuler, 2011. Organic matter dynamics in coarse sandy calcareous soils. *In: Acta Horticulturae*, Eds J.E. Van de Ende, A.P.M. Nijs & A.T. Krikke. pp 207-212.
- Pronk A.A. & H. Van Reuler, 2006. Organische stof dynamiek, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving en Plant Research International, Wageningen, 2 pp.
- Reijneveld A., J. van Wensem & O. Oenema, 2009. Soil organic carbon contents of agricultural land in the Netherlands between 1984 and 2004. *Geoderma* 152, 231-238.
- Smit A., C. Van Beek & T. Hoogland, 2007. Risicogebieden voor organische stof: ontwerp van een methodologie voor het aanwijzen van 'risk areas' t.b.v. de EU Kaderrichtlijn bodem. Alterra, Wageningen. 51 p.
- Ten Berge H.F.M., A.M. Van Dam, B.H. Janssen & G.L. Velthof, 2007. Mestbeleid en bodemvruchtbaarheid in de Duin- en Bollenstreek: advies van de CDM-werkgroep Mestbeleid en Bodemvruchtbaarheid in de Duin- en Bollenstreek. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen. 75 p.
- Van Bakel P.J.T. & L.C.P.M. Stuyt, 2011. Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen, op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaringen. Alterra, Wageningen. 72 p.
- Van Dam A.M. & P.L. Ehler, 2008. Werking van fosfaat van stalmest en compost is variabel. *BloembollenVisie*, 20.

- Van Dam A.M., L.J.M. Kater & N.S. Van Wees, 2004. Adviesbasis voor de bemesting van bloembollen. PPO-rapport 708, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Sector Bloembollen, Lisse, 50 pp.
- Van Dijk W., 2003. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad. 66 p.
- Van Reuler H. & R. Dubbeldam, 2010. Topsoil+: systeeminnovaties voor een duurzame sierteelt op duinzandgrond, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit, Lisse, 20 pp.
- Velthof G.L. & B. Fraters, 2007. Nitraatuitspoeling in duinzand en lössgrond. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen. 36 p.
- Yang H.S., 1996. Modelling organic matter mineralization and exploring options for organic matter management in arable farming in Northern China. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen. 159 pp.

Bijlage I.

Methode voor het bepalen van de CO₂-afbraak in het laboratorium voor grondmonsters met kalk

Inleiding

Organische stof wordt afgebroken waarbij CO₂ ontstaat. In grondmonsters met kalk (CaCO₃) kan CO₂ ook vrijkomen uit de opgeloste carbonaat (Bertrand *et al.* 2007). In kalkhoudende duinzand zit ongeveer evenveel koolstof in de organische stof als in carbonaat. Als een gedeelte van de CO₂ uit het grondmonster afkomstig is uit carbonaat en dit wordt toegerekend aan de afbraak van organische stof, kan dit tot een overschatting van de afbraak van organische stof leiden. Koolstof komt in de natuur voor als C12 en als C13. Planten hebben een voorkeur voor het vastleggen van C12 via de fotosynthese. Organische stof, (plantenresten) zijn daardoor arm aan C13. Bij de vorming van kalk uit schelpen is deze voorkeur voor C12 niet aanwezig. De samenstelling van kalk is niet arm aan C13. Door van de CO₂ uit het grondmonster de hoeveelheid C12 en C13 vast te stellen, kan precies bepaald worden hoeveel C er uit organische stof kwam en hoeveel uit de kalk.

Omdat het om erg kleine verschillen gaat, spreekt men over de afwijking t.o.v. de verhouding van C12 en C13 in de lucht. De verhouding in de lucht wordt als standaardwaarde genomen en afwijkingen worden aangeduid met $\delta^{13}\text{C}$. Zo heeft de organische stof in duinzand een $\delta^{13}\text{C}$ van -28 en de organische stof in dekzand een $\delta^{13}\text{C}$ van -26, wat betekent dat de organische stof minder C13 heeft ten opzichte van C12, dan de buitenlucht. Kalk heeft een $\delta^{13}\text{C}$ van -1 en verschilt daardoor nauwelijks van de verhouding C12 en C13 in de buitenlucht.

Voorbehandeling van de grondmonsters

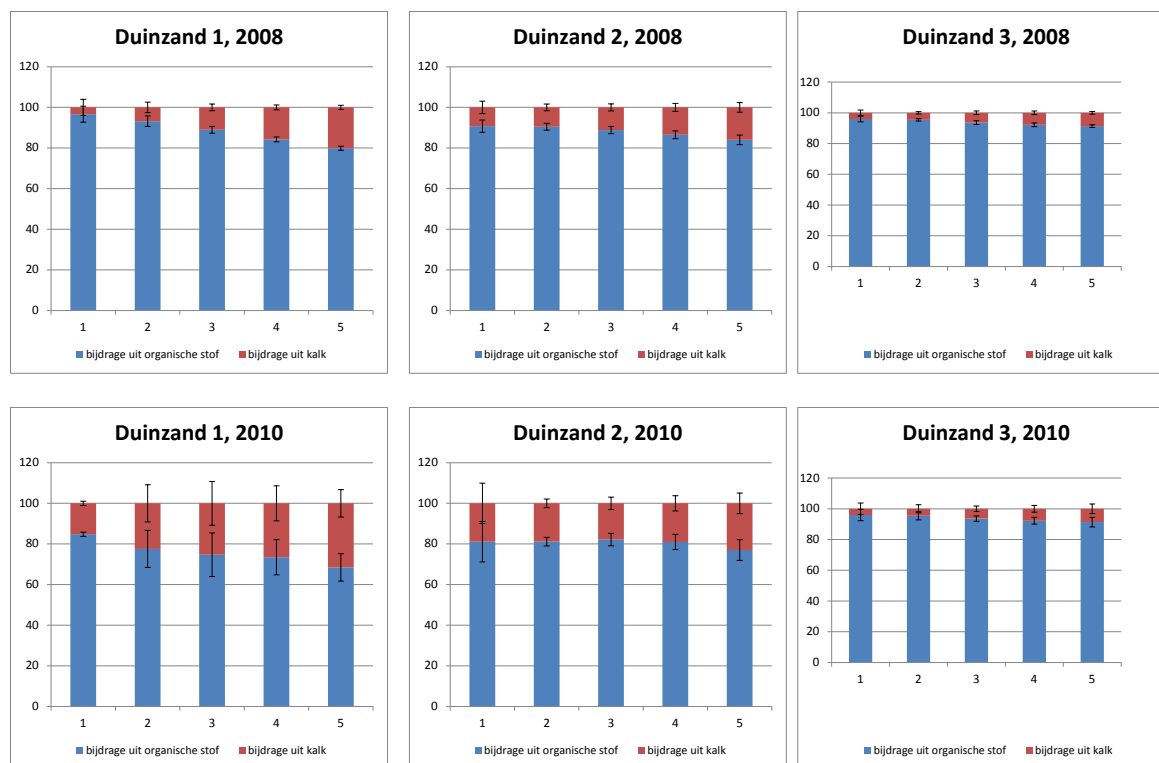
Alle grondmonsters zijn gezeefd over een zeeffractie van 2 mm. Daarna worden de monsters op 20 vol. % water gebracht. Voor de duinzandgrond was dat een gewichtsfractie water van 0,17 en voor dekzand 0,15 g/g. Van alle de grondmonsters is het gloeiverlies bepaald door gloeien bij 550°C gedurende 3 uur en wordt via fumigeren de kalk uit de monsters verwijderd. In de gegloeide en gefumigeerde monsters wordt de $\delta^{13}\text{C}$ bepaald van de koolstoffractie die over is. In het volledige grondmonster worden C-totaal en N-totaal bepaald.

Incubatie van grondmonsters voor C-mineralisatie

De grondmonsters zijn op veldcapaciteit gebracht en daarna is een monster van gelijk aan 100 gram stoofdroke grond geïncubeerd bij 20°C. Na een pre-incubatie van 1 week is bepaald hoeveel CO₂ er gedurende een bepaalde periode vrijkwam op diverse tijdstippen. Tegelijk met de bepaling is een gasmonster genomen (van 10 ml) en geanalyseerd op $\delta^{13}\text{C}$ door Davies University.

Berekeningen

De totale hoeveelheid koolstof afkomstig uit de organische stof is berekend door de hoeveelheid CO₂ die vrij kwam te corrigeren voor het aandeel uit kalk en daarna te integreren over de tijdstappen van de meting. In Figuur II.1 staat de relatieve bijdrage uit de verschillende koolstofbronnen. De bijdrage uit kalk varieert van enkele procenten tot ongeveer 30% van de totale hoeveelheid gevormde CO₂. Als alles aan de afbraak van organische stof zou worden toegeschreven, wordt de afbraak overschat met maximaal 30%.



Figuur II.1. Relatieve bijdrage aan de gevormde CO₂ vanuit organische stof en kalk voor de verschillende meetmomenten (1 tot en met 5).

Bijlage II.

Gemiddelde samenstelling van de organische producten compost en stalmest

	Compost			Stalmest		
	gemiddelde	maximum	minimum	gemiddelde	maximum	minimum
Droge stof (g/kg)	715	746	679	256	333	201
Organische stof (%)	39,7	44,3	36,9	64,7	74,5	54,8
N-totaal (g/kg)	13,7	14,9	12,2	16,8	31,6	5,3
Fosfaat-totaal (g/kg)	8,5	12,8	5,3	21,2	36,8	3,4
Oxítóp (mmol O ₂ /kg os/uur)	6,2	8,9	2,9			

Bijlage III.

Gemiddelde samenstelling van de organische producten stro en Astilbe

	Stro			Astilbe		
	gemiddelde	maximum	minimum	gemiddelde	maximum	minimum
Droge stof (g/kg)	789	859	690	262	280	245
Organische stof (%)	98,1	99	97,2	94,4	96	93,3
N-totaal (g/kg)	5,70	7,5	3,9	12,7	14,5	10,7
C-totaal (g/kg)	443,6	450,0	440,3	379,0	478,7	312,0

Bijlage IV.

Resultaten veldproef

Teeltseizoen 2007-2008

Tussengewassen

Na het zaaien van de tussengewas in de tweede helft van augustus werden standverschillen bij deze gewassen zichtbaar afhankelijk van de giften organische stof. Opgemerkt moet worden dat op dat moment geen aanvullende bemesting is gegeven zodat het effect zowel een meststoffen als organische stof effect is. De objecten waar geen of weinig organische stof was toegediend hadden een lager en magerder gewas dan de objecten waar veel organische stof was toegediend.

Gewasstand op het veld

De verschillen in gewasstand waren erg klein. Aan het einde van de teelt was bij hyacint te zien dat de behandelingen met geen organische stof of de lage dosering stalmest geel/bruine bladpunten gaven. Bij narcis had geen organische stof en de lage dosering stalmest een lagere hoeveelheid bladmassa tot gevolg, het gewas stond er magerder bij. Er zijn geen standcijfers gegeven.

Tot 1 juli waren er bij Phlox ook geen verschillen in gewasstand te zien. Later bleef vooral het gewas van de niet bemeste veldjes achter ten opzichte van de wel bemeste veldjes.

Bol/gewasopbrengst

Hyacint

De behandelingen waren niet van invloed op het totaal oogstgewicht (Tabel IV.1). Bij het aantal geoogste bollen was er een betrouwbaar verschil hoewel dit waarschijnlijk toch aan toeval moet worden toegeschreven. In principe is de gehele proef met dezelfde plantdichtheid geplant. Indien dan één meter bed wordt gerooid zou in principe overal evenveel bollen moeten worden gerooid. In de objecten met 12 ton/ha stalmest zijn meer bollen gerooid (166) dan in de andere objecten (153, 155).

De behandelingen waren niet van invloed op het gemiddelde bolgewicht, het aantal bollen <10, 10/11 en 13/14. Bij maat 11/12 was te zien dat 12 ton stalmest meer bollen van deze maat gaf dan 23 ton stalmest. Bij de aantallen maat 12/13 was er een onduidelijke interactie. Er was geen betrouwbaar verschil in aantal bollen maat 12/13 tussen de maximale gift en de controle. Bij het aantal bollen maat 14/15 was te zien dat de lage stalmestgift meer bollen van deze maat gaf dan geen of de hoge stalmestgift.

Bij de grootste bolmaat gaf de hoge compostgift minder bollen maat 15/+ dan de controle of de lage compostgift. Over het geheel gezien is er geen duidelijke lijn te ontdekken van de reactie van de organische stofbemesting op de bolmaten.

Tabel IV.1. Totaal oogstgewicht (g), totaal aantal geoogste bollen en gewicht (g) gemiddeld per behandeling.

Behandeling	Compost	Stalmest	Totaal gewicht	Totaal aantal	Gewicht/bol
A	0	0	6174	160	39.4
B	21	0	6426	159	41.1
C	43	0	5810	145	40.8
D	0	12	6439	159	40.9
E	0	23	6316	157	40.5
F	21	12	6427	167	38.9
G	43	12	6694	174	38.8
H	21	23	6325	147	43.7
I	43	23	6112	155	39.9
LSD			ns	ns	ns

In Tabel IV.2 is de groei van de bollen weergegeven gemiddeld over de behandelingen. Een groei van 4 maten kan goed worden genoemd. Bijna 70% van de bollen is goed gegroeid (de helft van maat 12/13 + alle grotere maten). De bolgroei is daarom redelijk, maar niet erg goed te noemen. De bolgroei viel dit seizoen in de praktijk ook niet mee wat wordt geweten aan het droge voorjaar waardoor meststoffen moeilijk beschikbaar waren voor de bollen.

Tabel IV.2. Gemiddeld aantal geoogste bollen per maat (plantmaat 8/10).

Oogstmaat	Aantal bollen	% Van totaal
<10	4,4	2,8
10/11	9,1	5,8
11/12	19,6	12,4
12/13	35,0	22,2
13/14	35,2	22,3
14/15	33,3	21,1
15/+	21,1	13,4

Narcis

De behandelingen waren niet van invloed op de bolgroei (Tabel IV.3), aantal clusters, aantal enkele bollen, totaal aantal bollen, gewicht clusters, gewicht enkele bollen, totaal gewicht, gewicht per cluster en gewicht per enkele bol). Het totaal aantal bollen bestaat voor 51% uit clusters en voor 49% uit enkele bollen. Het totaal oogstgewicht bestaat voor 73% uit het gewicht van de clusters en voor 27% uit het gewicht van de enkele bollen.

Tabel IV.3. Totaal oogstgewicht (g) (= gewicht clusters + gewicht enkele bollen) en totaal aantal bollen (= aantal clusters + aantal enkele bollen).

Behandeling	Compost	Stalmest	Totaalgewicht	Totaal aantal
A	0	0	3786	141
B	21	0	3703	143
C	43	0	3951	153
D	0	12	4002	142
E	0	23	4012	151
F	21	12	4094	145
G	43	12	4034	167
H	21	23	4311	169
I	43	23	3675	141
LSD			ns	ns

Phlox

Geen bemesting gaf weinig gewas (Tabel IV.4). De maximale stalmestgift gaf altijd meer gewas dan de controle. Daarnaast gaf de lage stalmestgift + de hoge compostgift en de lage compostgift zonder stalmest ook meer gewas dan de onbemeste controle.

Bij het gewicht van de wortels gaven drie behandelingen een laag gewicht en twee behandelingen een hoog gewicht. Een laag wortelgewicht werd veroorzaakt door geen bemesting, geen compost + lage dosering stalmest en de lage dosering compost + lage dosering stalmest. Het hoge wortelgewicht werd verkregen na de hoge dosering compost met de lage of hoge dosering stalmest. Gemiddeld zijn 27,6 planten per veldje geoogst. Het aantal kleine planten dat niet goed is gegroeid en als plantgoed verkocht kan worden bedroeg gemiddeld 2,5 stuks, dit is 8,9% van de oogst. Geen stalmest gaf meer plantgoed dan de lage of hoge dosering stalmest, 3,4 stuks t.o.v. 2,0 en 1,9 stuks. De behandelingen waren niet van invloed op het aantal leverbare planten en 'extra leverbaar' (= grote planten). Door de leverbare en extra leverbare bij elkaar op te tellen ontstaat het totaal aantal leverbare planten. Drie behandelingen gaven betrouwbaar minder dan 100% leverbare planten namelijk: geen stalmest + geen compost, geen stalmest + de lage dosering compost en geen compost + de lage dosering stalmest.

Tabel IV.4. Totaal gewicht (g) van het gewas bij rooien, totaal gewicht (g) van de wortels na rooien en het percentage leverbare planten gemiddeld per behandeling.

Behandeling	Compost	Stalmest	Tot gewicht gewas	Gewicht wortels	% Leverbaar
A	0	0	281	1389	84,2
B	21	0	633	2172	89,8
C	43	0	485	1908	96,0
D	0	12	318	1496	91,1
E	0	23	612	2136	98,2
F	21	12	328	1378	100
G	43	12	565	2320	100
H	21	23	537	2082	94,9
I	43	23	609	2346	91,6
LSD			222,8	117,7	8,74

Teeltseizoen 2008-2009

Tussengewassen

Na het rooien van de hyacint in de zomer van 2008 is geen organische stof toegediend omdat dit pas voor het planten van de Phlox, februari 2009, is gedaan. Na het rooien is wel bladrammanas ingezaaid. Na het rooien van de narcis is de organische stof toegediend en gele mosterd ingezaaid. In de zomer van 2009 was er geen standverschil zichtbaar bij de bladrammanas maar wel een verschil bij de gele mosterd. Vooral de veldjes waar stalmest was toegediend hadden een langer en voller gewas.

Gewasstand op het veld

De verschillen in gewasstand waren afhankelijk van het gewas. De eerste compensatiebemesting stikstof is bij hyacint niet rond opkomst (februari) gegeven maar begin maart. Vanaf het begin had de behandeling zonder enige organische stof een lichter groen gewas. Aan het einde van de teelt leken vooral de behandelingen met maximaal stalmest een iets donkerder groene kleur blad te hebben.

Bij Phlox zijn geen noemenswaardige verschillen in gewasstand waargenomen. Alleen de behandeling zonder organische stof leek een magerder gewas te hebben dan de andere behandelingen. Er zijn geen standcijfers gegeven.

Bij de zonnebloemen zijn wel duidelijke verschillen waargenomen. Er is per behandeling één standcijfer gegeven zodat deze waarneming niet statistisch is verwerkt. In Tabel IV.5 is de stand van zonnebloem weergegeven. Vooral de behandelingen met veel compost en veel stalmest gaven een langer gewas.

Een mogelijke verklaring voor het verschil kan zijn dat de eerste compensatiebemesting met stikstof twee weken na zaaien is gegeven omdat het veld de eerste twee weken is afgedekt met agryldoek tegen vogelvraat. De behandelingen met veel organische stof hebben mogelijk toen een voorsprong opgebouwd die niet meer is ingehaald door de andere behandelingen.

Tabel IV.5. Standcijfer zonnebloem op 20 juli 2009. 1 = 40 cm lengte, 10 = 120 cm lengte.

Behandeling	Compost	Stalmest	Stand
A	0	0	1
B	21	0	7
C	43	0	8
D	0	12	3
E	0	23	8
F	21	12	5
G	43	12	8
H	21	23	8
I	43	23	10

Bol-/gewasopbrengst

Hyacint

Bij het rooien van de hyacinten zijn de bollen van de twee veldjes abusievelijk bij elkaar gevoegd waardoor statistische verwerking van de gegevens niet mogelijk is. In Tabel IV.6 zijn de oogstgegevens weergegeven. Omdat de bollen machinaal zijn geplant en er één meter per bed is gerooid voor de waarnemingen is het mogelijk dat er per veld verschillende aantallen bollen stonden. Daarom zijn de gemiddelde bolgewichten het meest betrouwbaar om met elkaar te vergelijken.

Bij het gemiddeld bolgewicht is te zien dat die van behandeling A (geen organische stof) het laagste is en van behandeling I (hoge compost + hoge stalmestgift) het hoogste. Het is echter maar zeer de vraag in hoeverre dit betrouwbaar is gelet op de gewichten van de andere behandelingen.

Tabel IV.6. Totaal oogstgewicht (g), totaal aantal geoogste bollen en gewicht (g) gemiddeld per behandeling.

Behandeling	Compost	Stalmest	Totaal gewicht	Totaal aantal	Gewicht/bol
A	0	0	10951	135	81,1
B	21	0	11458	132	86,8
C	43	0	10425	118	88,4
D	0	12	10422	123	84,7
E	0	23	10562	124	85,2
F	21	12	11414	139	82,1
G	43	12	11899	138	86,2
H	21	23	12437	148	84,0
I	43	23	11305	120	94,4

Zonnebloem

In augustus zijn de bloemen op drie tijdstippen geoogst toen de bloemen oogstrijp waren.

Er was geen betrouwbaar effect van het toedienen van organische stof op het oogstgewicht van de zonnebloemen (Tabel IV.7), al lijkt de maximale stalmestgift wel zwaardere stelen te geven.

De behandelingen waren ook niet van invloed op het totaal aantal geoogste bloemen (aantal klasse 1 + aantal klasse 2 + uitval).

De behandelingen waren ook niet van invloed op het aantal bloemstelen klasse 1 (langer dan 100 cm).

Bij het aantal bloemstelen van de 2^e lengte gaf compost (zowel lage als hoge gift) minder bloemstelen van de 2^e lengte (75-100 cm) dan de controle (data niet weergegeven).

Er was geen invloed van de behandelingen op het aantal stelen met gaten in de bladeren of uitval.

Van de geoogste bloemen (26,2 per m bed) was 72% klasse 1, 27% klasse 2 en 1% uitval. Over de gehele proef had 19% van de takken gaatjes in het blad.

Tabel IV.7. Totaal oogstgewicht (g), totaal aantal geoogste bloemstelen en aantal bloemstelen van 1^e lengte (= >100 cm).

Behandeling	Compost	Stalmest	Totaal gewicht	Totaal aantal	Aantal klasse 1
A	0	0	4178	27,5	16,5
B	21	0	4678	27,0	21,0
C	43	0	4897	25,5	18,5
D	0	12	3950	24,5	12,5
E	0	23	5022	27,5	20,0
F	21	12	4238	23,5	17,0
G	43	12	4748	25,0	20,5
H	21	23	5111	26,0	22,0
I	43	23	5289	29,5	22,0
LSD			ns	ns	ns

Ns = niet significant.

Phlox

De Phlox is 17 november gerooid. Het bovengrondse gewas was op dat moment flink aan het afsterven.

Bij de gewichten van het bovengrondse gewas is er een interactie gevonden tussen de stalmest en compost. De lage dosering stalmest (12 ton/ha) met geen of de lage dosering compost (21 ton/ha) gaf een groter bovengronds gewicht van de vaste plant dan de controle (geen stalmest en geen compost).

Tabel IV.8. Totaal bovengronds gewicht (g), totaal aantal geoogste bloemstelen en aantal bloemstelen van 1^e lengte gemiddeld per behandeling.

Behandeling	Compost	Stalmest	Bovengronds gewicht	# Bloemstelen	# Klasse 1
A	0	0	1350	27,5	16,5
B	21	0	1614	27,0	21,0
C	43	0	1682	25,5	18,5
D	0	12	1805*	24,5	12,5
E	0	23	1467	27,5	20,0
F	21	12	1906*	23,5	17,0
G	43	12	1179	25,0	20,5
H	21	23	1282	26,0	22,0
I	43	23	1168	29,5	22,0
LSD			361,2	ns	ns

Ns = niet significant.

** = groter dan controle.*

Bij het ondergrondse gewicht van de vaste plant zijn twee hoofdeffecten gevonden.

De lage dosering stalmest gaf een zwaarder ondergronds gewas dan geen of de hoge dosering stalmest (Tabel IV.9). Daarnaast gaf de hoge dosering compost een lager ondergronds gewicht dan geen of de lage dosering compost (Tabel IV.9).

Tabel IV.9. Gewicht (g) ondergronds gewas gemiddeld per stalmestgift en per compostgift.

Organische stof	Dosering	0	21	43
Compost		2702	2693	2272
	Dosering	0	12	23
Stalmest		2371	2902	2393

LSD = 288,3.

Ook bij het totaal aantal geoogste planten zijn alleen hoofdeffecten gevonden. Een stalmestgift (hoge en lage dosering) zorgde voor meer geoogste planten (= minder uitval) dan geen stalmest (Tabel IV.10). Daarnaast gaf een compostgift (hoge en lage dosering) minder geoogste planten (= meer uitval) dan geen compost.

Bij de geoogste vaste planten is een onderscheid gemaakt tussen plantgoed, leverbaar en extra grote leverbare planten. Er zijn geen kleine plantgoedplanten geoogst. De behandelingen waren niet van invloed op het aantal leverbare of extra zware leverbare planten.

Gemiddeld zijn 25,7 planten per meter bed geoogst. Bij 26 geplante stekken per meter betekent dit minder dan 2% uitval.

Tabel IV.10. Gewicht (g) bovengronds gewas gemiddeld per stalmestgift en per compostgift.

Organische stof	Dosering	0	21	43
Compost		26,8	25,6	24,6
	Dosering	0	12	23
Stalmest		23,8	27,0	26,3

$LSD = 1,131$.

Conclusies

- Bij de tussengewassen is alleen een verschil in gewasstand waargenomen indien de organische stof vlak voor het zaaien is toegediend. Dit was het geval bij gele mosterd waar de veldjes met stalmest een langer en voller gewas gaven.
- Bij hyacinten was het gewas vanaf het begin lichter groen bij de veldjes zonder een gift organische stof. Aan het einde van de teelt leken de veldjes met de maximale stalmestgift iets donkerder groen. Hoewel de cijfers niet statistisch zijn verwerkt lijkt de behandeling met maximale stalmest- plus maximale compostgift gemiddeld zwaardere bollen te geven dan de behandeling zonder enige organische mest.
- Bij zonnebloemen gaven de behandelingen met de maximale stalmest of maximale compostgift een langer gewas dan de weinig bemeste behandelingen. Bij de oogst zijn geen betrouwbare verschillen gevonden ten aanzien van oogstgewicht, totaal aantal geoogste bloemstelen en aantal bloemstelen van 1^e kwaliteit. Bij het oogstgewicht lijken de veldjes met de maximale stalmestgift gemiddeld zwaarder dan de behandeling zonder enige organische mest.
- Bij Phlox leek alleen de behandeling zonder organische bemesting een magerdere gewasstand te geven op het veld. Het bovengrondse gewicht was na de lage dosering stalmest zonder of met de lage dosering compost groter dan de controle zonder organische bemesting. De lage dosering stalmest gaf een groter ondergronds gewicht van de vaste plant dan geen of maximale stalmestgift. Geen compost of de lage dosering compost gaven een groter ondergronds gewicht dan de maximale gift compost. Verder was het aantal geoogste planten bij de lage en hoge stalmestgift groter dan bij geen stalmest. Bij compost gaf zijn juist minder planten geoogst na de lage en hoge compostgift en opzichte van geen compost.

Teeltseizoen 2009-2010

Gewasstand op het veld

De tulpen lieten lange tijd geen verschil in gewasstand zien. Pas op 2 juni 2010 (2 weken voor het rooien) waren de behandelingen C en G (maximale compostgift zonder of met de lage dosering stalmest) groener dan de andere behandelingen.

Op 13 juli hadden bij Phlox de behandelingen A, B en D (geen organische stof, lage dosering compost of lage dosering stalmest) langere stengels dan de andere behandelingen. Er waren geen kleurverschillen. In behandeling I (maximale gift compost + stalmest) waren duidelijk bloemknoppen te zien, deze behandeling liep voor op de anderen. Tijdens en na de bloei waren geen visuele verschillen in ontwikkeling of gewaskleur zichtbaar (Foto 1).



Foto 1. Geen verschil in gewasstand bij Phlox vanaf de bloei (foto 20 augustus 2010).

Bij de zonnebloemen waren in het begin geen verschillen in gewasstand zichtbaar, mogelijk vanwege de tijdige eerste stikstofbemesting bij het zaaien. Op 20 augustus, bij bloei van het gewas, waren wel verschillen zichtbaar. Twee behandelingen waren lichter groen met een wat korter gewas: de controle (geen organische stof) en de lage dosering compost. Drie behandelingen waren donkerder groen, langer en kwamen iets eerder in bloei: hoge dosering compost + hoge dosering stalmest, hoge dosering stalmest en lage dosering compost + hoge dosering stalmest. Alle drie de behandelingen met de hoge dosering stalmest gaven een donkerder groen en langer gewas dat iets vlotter in bloei kwam (Foto 2).



Foto 2. Links controle, rechts hoge dosering stalmest (20 augustus 2010).

Bol-/gewasopbrengst

Phlox

De Phlox is 17 november 2010 gerooid. Het bovengrondse gewas was op dat moment flink aan het afsterven met hoofdzakelijk bruin blad. Van de te beoordelen veldjes is het gewicht van de stengels en de ondergrondse delen bepaald, evenals of de planten leverbaar waren of plantgoed. Door ook het aantal planten per m² te tellen is ook het gewicht per plant (ondergrondse deel) te berekenen.

Er zijn betrouwbare effecten van de behandelingen gevonden op het gewicht van de stengels, het totaal aantal planten, het aantal stuks plantgoed en het gewicht per plant (Tabel IV.11).

Behandeling I (hoge dosering stalmest en compost) gaf zwaardere stengels dan de andere behandelingen. Daarnaast gaven een aantal behandelingen een lager stengelgewicht dan de controle.

De behandelingen waren niet van invloed op het gewicht van de wortels.

Bij het gewicht per plant (wortels) is te zien dat de hoge stalmest + compostgift gemiddeld de zwaarste planten gaven. Echter ook de controle planten waren zwaar zodat een aantal behandelingen lichter planten tot gevolg hadden dan de controle.

Bij het totaal aantal planten is te zien dat de compostgift in combinatie met een stalmestgift soms minder planten tot gevolg had. Hier heeft enige uitval plaatsgevonden. Hierbij ontstaat de vraag of de compostgift in combinatie met stalmest niet teveel zout in de grond tot gevolg heeft waardoor planten wegvallen.

Bij het plantgoed was er een effect van de compost. Geen compost had meer plantgoed tot gevolg dan de hoge dosering compost. Bijna 5% van de geoogste planten was plantgoed.

Tabel IV.11. Gewicht van de stengels (g), gewicht per plant (ondergrondse deel), totaal aantal planten en aantal plantgoed.

Behandeling	Compost	Stalmest	Gew stengels	Gew/plant	# Planten	# Plantgoed
A	0	0	1340	88,7	24,5	1,5
B	21	0	970	69,5	26,5	2,0
C	43	0	1312	75,6	27,5	0,0
D	0	12	1063	65,0	28,0	3,0
E	0	23	1330	86,2	25,0	1,5
F	21	12	893	80,6	21,5	0,0
G	43	12	900	70,3	25,0	1,5
H	21	23	1014	72,0	26,0	1,0
I	43	23	1693	99,8	23,0	0,5
LSD			302,2	18,61	1,96	ns

Tulpen

Per meter bed zijn machinaal 300 bollen met een gewicht van circa 800 gram geplant. Omdat het machinaal is gedaan is dit geen exacte waarden per m², echter de verdeling op het land leek zeer goed.

Gemiddeld zijn per meter bed 383 bollen gerooid met een gewicht van 1862 gram. De aantallen vallen tegen (eerder 500/600 stuks verwacht) maar het oogstgewicht (tweemaal het plantgewicht) is redelijk goed te noemen. De behandelingen waren niet van invloed op het totaal aantal geoogste bollen en het totale oogstgewicht (Tabel IV.12). De hoeveelheid compost was echter wel van invloed op het gewicht per bol. Geen compost leverde gemiddeld lichtere bollen op dan de lage of hoge dosering compost. De behandelingen waren niet van invloed op het aantal geoogste bollen van een aantal maten (<4, 4/5, 7/8 en 9/10).

De controle (geen organische stof) gaf gemiddeld meer bollen van de kleinere maten 5/6 en 6/7 dan de andere behandelingen. Bij de grote maat 8/9 is te zien dat meer compost meer bollen maat 8/9 tot gevolg had en de hoge dosering stalmest meer 8/9 gaf dan geen stalmest (Tabel IV.13).

Samenvattend kan worden gezegd dat geen organische stof iets meer bollen in de kleine maten gaf en de hogere doseringen organische stof wat meer bollen in de grote maten. De verschillen waren te klein om in het totaal gewicht tot uiting te komen.

Tabel IV.12. Totaal oogstgewicht (g), totaal aantal geoogste bollen en gewicht/bol (g) gemiddeld per behandeling.

Behandeling	Compost	Stalmest	Tot gew	Tot aantal	Gew/bol
A	0	0	1721	456	3,8
B	21	0	1792	356	5,0
C	43	0	1879	373	5,0
D	0	12	1639	345	4,8
E	0	23	1901	367	5,2
F	21	12	2037	408	5,0
G	43	12	1834	375	4,9
H	21	23	2044	417	5,0
I	43	23	1915	345	5,6
LSD			ns	ns	0,78

Tabel IV.13. Aantal stuks zift 8/9 gemiddeld per compost of stalmestgift.

Compost	0 ton/ha 30,3	21 ton/ha 43,5	43 ton/ha 53,3
Stalmest	0 ton/ha 34,5	12 ton/ha 44,7	23 ton/ha 48,0

LSD = 11,04.

Zonnebloem

Vanaf 30 juli t/m 13 augustus zijn de zonnebloemen op vijf dagen geoogst als de bloemen veilrijp waren.

De behandelingen waren niet van invloed op het aantal geoogste bloemen, het totale oogstgewicht van de bloemstelen (1 meter lengte), het aantal stelen klasse 1, het aantal stelen met gaatjes in het blad en de uitval.

Er was wel een effect van de compost op het gewicht per steel. Geen compost gaf gemiddeld een lichtere steel dan wel compost (Tabel IV.14). Dit was ook te zien bij het aantal stelen klasse 2. Geen compost gaf meer stelen klasse 2 dan wel compost.

Gemiddeld zijn 26,2 stelen per meter bed geoogst, exact hetzelfde als vorig jaar. Van deze stelen had 72% als klasse 1 geveild kunnen worden en 28% als klasse 2. Gemiddeld is 1% van de stelen op het veld weggevalen en had 20% van de stelen kleine gaatjes in de bladeren. Deze percentages komen precies overeen met die van vorig jaar.

Tabel IV.14. Gewicht per steel (g) en aantal stelen klasse 2 gemiddeld voor gebruikte hoeveelheid compost.

Compost	0 ton/ha	21 ton/ha	43 ton/ha	LSD
Gewicht per steel	165,4	184,3	187,0	17,25
Aantal klasse 2	10,2	5,5	6,3	2,12

Conclusies

- Bij de tulpen leidde twee behandelingen met de hoge dosering compost tot een groener gewas twee weken voor het rooien. De behandelingen gaven geen verschil in aantal geoogste bollen en totaal oogstgewicht. Geen compost leidde wel tot gemiddeld iets lichtere bollen. Geen compost gaf iets meer bollen in de kleine maten en minder bollen in de grote maten.
- Bij de Phlox gaven de behandelingen geen duidelijk verschil in gewasstand.
Er zijn verschillen als gevolg van de bemesting gevonden maar het is de vraag in hoeverre die consistent zijn. De hoge dosering compost + hoge dosering stalmest gaf gemiddeld de zwaarste bloemstelen, echter diverse behandelingen gaven gemiddeld lichtere bloemstelen dan de controle zonder organische bemesting. De hoge dosering compost + hoge dosering stalmest gaf ook gemiddeld de zwaarste planten (ondergrondse delen). Echter, ook nu waren de planten van de controle (geen organische bemesting) zwaar zodat diverse behandelingen gemiddeld lichter planten gaven.
Bij de hoge compostgift in combinatie met de lage of hoge stalmestgift zijn minder planten geoogst. Mogelijk zijn stekken door teveel zouten uitgevalen.
Tenslotte gaf geen compost meer plantgoed.

- Bij zonnebloem zijn kleine verschillen in de gewasstand waargenomen rond de bloei. Geen organische stof of alleen de lage dosering compost gaven een wat lichter groen gewas. Alle drie de behandelingen met de hoge dosering stalmest gaven een donkerdergroen gewas dat ook iets langer leek. Bij de geoogste bloemen was te zien dat geen compost leidde tot gemiddeld lichtere takken (van 1 m lengte) en meer takken van de tweede soort dan wel compost toedienen. Er was geen effect van de bemestingen op aantal bloemen van de eerste soort, het totaal versgewicht van de geoogste bloemen of het totaal aantal geoogste bloemen.

Teeltseizoen 2010-2011

Gewasstand op het veld

Bij hyacint zijn er geen verschillen in gewasstand waargenomen. Het gewas bloeide egaal en was ook egaal van kleur. Bij het afsterven zijn kleine plekken met *Pythium* waargenomen. Voor de oogstwaarnemingen is daarom besloten om soms een meter uit bed 1 of 4 te rooien in plaats van uit bed 2 en 3 omdat in bed 2 of 3 de gewasgroei minder goed en representatief was door de *Pythium*aantasting.

Bij Phlox was alleen bij begin bloei, de tweede helft van juli zichtbaar dat de planten van behandeling A (geen organische stof) iets trager in bloei kwamen. Verder zijn er geen verschillen in gewasstand of kleur gezien. Ook bij de zonnebloemen zijn dit jaar geen verschillen in gewasstand gezien. De gewaskleur was bij alle objecten vergelijkbaar. Direct vanaf zaaien zijn enkele zaailingen niet opgekomen waardoor het gewas ook qua hoogte niet zo uniform was als de afgelopen jaren. Er was daarbij geen onderscheidt tussen de verschillende behandelingen.

Bol-/gewasopbrengst

Hyacint

De behandelingen waren niet van invloed op het totaal aantal geoogste bollen of het totale oogstgewicht (Tabel IV.15). Gemiddeld over de gehele proef zijn 79,5 bol geoogst. Bij een geplant aantal van 81 stuks betekend dit minder dan 2% uitval. Bedacht moet worden dat de bollen machinaal in veuren zijn geplant waardoor het aantal bollen per meter iets kan variëren. Er is wel een verschil aangetoond in het gemiddeld bolgewicht. De bollen van behandeling C, E, H en I waren zwaarder dan van behandeling A (geen organische stof). Drie van deze vier behandelingen zijn de behandelingen met een maximale hoeveelheid stalmest.

Tabel IV.15. Totaal oogstgewicht (g), totaal aantal geoogste bollen en gewicht/bol (g) gemiddeld per behandeling.

Behandeling	Compost	Stalmest	Tot gew	Tot aantal	Gew/bol
A	0	0	5672	81,0	70,2
B	21	0	5655	78,0	72,5
C	43	0	5750	73,0	78,9
D	0	12	5848	79,0	74,0
E	0	23	5936	72,5	81,8
F	21	12	6404	90,5	70,8
G	43	12	5777	86,5	66,6
H	21	23	6171	81,0	76,2
I	43	23	5792	74,0	78,3
LSD			ns	ns	5,84

Bij de maatverdeling van de bollen was geen duidelijk effect van de behandelingen zichtbaar. De behandelingen waren niet van invloed op het aantal bollen <13, 13/14, 14/15, 16/17, 17/18. Er was alleen een betrouwbaar verschil bij de aantallen maat 15/16 en 18/+. Bij behandeling G zijn meer bollen 15/16 geoogst van bij behandeling A. Bij behandeling C en E (D bijna) zijn minder bollen 15/16 geoogst dan bij behandeling A (Tabel IV.16). Bij behandeling C, E en I zijn meer bollen 18/+ geoogst dan bij behandeling A. Twee van deze drie behandelingen hebben de maximale stalmestgift gehad. Over de gehele proef is 40% van de bollen 4 maten gegroeid, 34% 5 maten, 12% 3 maten en 10% 6 maten.

Tabel IV.16. Aantal geoogste bollen per m² bed gemiddeld per behandeling.

Behandeling	Compost	Stalmest	<13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/+
A	0	0	1,5	1,0	6,0	11,5	36,5	22,5	2,0
B	21	0	0,5	0,0	2,0	11,5	36,0	21,5	6,5
C	43	0	0,5	0,5	1,0	2,5	28,5	29,5	10,5
D	0	12	0,0	1,5	3,0	5,5	34,0	30,5	4,5
E	0	23	0,0	0,0	0,5	1,0	25,0	34,0	12,0
F	21	12	1,0	2,0	4,5	11,5	43,5	24,0	4,0
G	43	12	1,5	4,0	6,0	21,5	34,5	16,5	2,5
H	21	23	0,0	0,5	2,0	7,0	30,0	34,0	7,5
I	43	23	0,5	0,5	1,5	12,0	19,5	28,0	12,0
LSD			ns	ns	ns	6,17	ns	ns	7,49

Zonnebloemen

De organische stofbemesting was alleen van invloed op het aantal geoogste bloemstelen/m². Het toedienen van compost leidde tot een kleiner aantal geoogste takken (Tabel IV.17, Tabel 4).

De organische stofbemesting was niet van invloed op het aantal stelen 1^e of 2^e kwaliteit of uitval, totaal oogstgewicht of gewicht per steel. Gemiddeld zijn 17,4 stelen per meter bed geoogst, terwijl in andere jaren circa 26 stelen zijn geoogst. De slechte kieming van het zaad is daarvan de oorzaak. De oorzaak daarvan is niet bekend omdat er vers zaad is gebruikt en alle teelthandeling hetzelfde waren als de afgelopen jaren. Hooguit kan worden gemeld dat het een extreem droog voorjaar was, maar de grond is goed opdrachtig. Mogelijk heeft het uitblijven van regen in combinatie met een gift compost voor een slechtere kieming gezorgd. Van de geoogste stelen was 78% van 1^e kwaliteit en 15% van 2^e kwaliteit. De stelen waren gemiddeld 381 gram (circa 1 meter lengte) wat 50% zwaarder was dan de afgelopen jaren. De oorzaak daarvan is vermoedelijk de lagere plantdichtheid door de slechte zaadkieming.

Tabel IV.17. Aantal geoogste bloemstelen gemiddeld voor de compostgift, gemiddeld per meter bed.

	Dosering (ton/ha)			
Product	0	21	43	LSD
Compost	19,7	16,7	16,0	2,53

Phlox

De Phlox is 4 november 2011 gerooid. Het bovengrondse gewas was op dat moment door het warme najaar nog redelijk groen. Van de te beoordelen veldjes is het gewicht van de stengels en de ondergrondse delen bepaald, evenals of de planten leverbaar waren of plantgoed (Tabel IV.18). Door ook het aantal planten per m² te tellen is ook het gewicht per plant (ondergrondse deel) te berekenen.

De organische stoffbemesting was niet van invloed op het aantal geoogste planten/m², het totaal gewicht van de ondergrondse delen en het aantal 'grote leverbare' planten. Gemiddeld zijn 33,4 planten/m² geoogst. Bij het gewicht van de stengels was er een betrouwbaar effect van de compost. De lage dosering compost gaf zwaardere stengels dan geen of de hoge dosering compost. Hetzelfde effect is te zien bij het gemiddeld plantgewicht (ondergrondse delen voor verkoop). De gerooiden planten bij de lage dosering compost waren zwaarder dan de planten die geen of de hoge dosering compost hebben gehad.

Van de geoogste ondergrondse delen (gemiddeld 33,4) waren 15,7 stuks leverbaar (47,1%), 15,8 stuks groot leverbaar (47,3%) en 1,9 stuks plantgoed (5,6%). Geen compost gaf meer plantgoed (3,3 stuks) dan de lage dosering compost (1,7 stuks) of de hoge dosering compost (0,7 stuks). Vier behandelingen gaven een kleiner aantal leverbare planten dan de controle. Daar zat geen logisch verband in. De behandelingen waren niet van invloed op het aantal grote leverbare planten.

Tabel IV.18. Gewicht van de stengels (g), gewicht per plant (ondergrondse deel), totaal aantal planten en aantal plantgoed.

Behandeling	Compost	Stalmest	Gew stengels	Gew/plant	Totaal aantal	Aantal plantgoed	Aantal leverbaar	Aantal groot leverbaar
A	0	0	1618	88,6	36,5	2,5	21,0	13,0
B	21	0	3182	108,5	32,5	2,5	12,5	17,5
C	43	0	2102	91,8	34,0	1,5	16,5	16,0
D	0	12	1968	97,8	33,5	4,0	13,0	16,5
E	0	23	2548	97,0	35,0	3,5	18,0	13,5
F	21	12	2012	103,2	33,0	2,0	10,5	20,5
G	43	12	2114	88,1	33,5	0,0	20,5	13,0
H	21	23	2636	104,1	32,0	0,5	15,0	16,5
I	43	23	2056	94,5	30,5	0,5	14,5	15,5
LSD			808,4	15,52	ns	30,6	5,44	ns

Conclusie

- Bij hyacint leidde stalmest en compost niet tot een verschil in gewasstand of aantal geoogst bollen of totaal oogstgewicht. Wel gaven vier behandelingen gemiddeld zwaardere bollen dan behandeling A (geen organische stof), namelijk behandeling C, E, H en I. Drie van deze behandelingen zijn de behandelingen met de maximale stikstofgift. Drie van deze behandelingen (C, E en I) gaven meer bollen van de grootste maat (18/+) dan behandeling A.
- Bij de zonnebloemen is alleen een effect van de compost op het aantal geoogste bloemstelen waargenomen. Geen compost had meer bloemstelen tot gevolg dan wel compost. Mogelijk heeft de compost in combinatie met het extreem droge voorjaar tot een slechtere kieming van het zaad geleid.
- De organische stoffbemesting leidde niet tot zichtbare verschillen in de gewasstand en ook niet tot verschillen in aantal geoogste planten of het totaal gewicht van de ondergrondse delen. De lage dosering compost gaf gemiddeld zwaardere planten (gewicht per plant) en een gemiddeld zwaarder bovengronds gewas dan geen of de hoge dosering compost. Verder gaf geen compost meer plantgoed dan wel compost. De lage dosering compost gaf dus gemiddeld iets betere groei dan geen of de hoge dosering compost. Er was geen effect van de stalmest.

Tabel IV.19. De samenstelling van de geoogste gewassen gemiddeld over de proefjaren (g/kg).

Behandeling	Hyacint		Narcis		Phlox		Tulpen		Zonnebloemen	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
A	12,5	2,5	11,3	2,5	14,5	3,5	16,6	2,0	18,5	3,3
B	13,1	2,6	12,4	2,6	15,9	3,9	16,5	2,3	17,5	3,4
C	12,5	2,7	11,5	2,4	17,6	4,0	15,6	2,3	17,6	3,1
D	11,9	2,4	11,7	2,4	15,3	3,8	15,1	1,8	17,4	3,1
E	11,9	2,5	11,1	2,3	15,6	4,0	15,1	2,0	17,2	3,3
F	12,7	2,7	11,4	2,3	17,3	4,1	16,2	2,3	20,1	3,3
G	12,6	2,7	10,4	2,5	18,7	4,3	15,7	2,2	17,9	3,4
H	10,9	2,4	11,3	2,7	16,9	4,0	13,9	2,2	20,7	3,0
I	12,6	2,8	12,6	2,9	18,7	4,2	14,0	2,4	22,8	3,2

Bijlage V.

Resultaten van de C-afbraak na 24 weken bepaald in het laboratorium, gecorrigeerd voor kalk en omgerekend naar 9°C

Jaar	Grondsoort	Behandeling			
		A	C	E	G
2008	Duinzand 1	4,0	4,1	3,9	3,7
	Duinzand 2	5,2	4,8	7,8	8,2
	Duinzand 3	4,2	3,9	4,0	4,1
	Dekzand	4,0	4,0	3,8	3,7
	Blok A	2,8	4,1	3,4	3,5
	Blok B	3,7	3,9	3,6	2,8
	Blok E	3,7	3,6	4,9	4,1
2010	Duinzand 1	2,4	2,9	2,6	3,5
	Duinzand 2	3,9	4,1	4,2	4,5
	Duinzand 3	3,4	4,2	3,4	3,9
	Dekzand	3,3	3,7	3,9	3,9
	Blok B	5,2	4,7	5,1	4,5
2011 ¹	Duinzand 1	3,5	6,8	4,7	5,9
	Duinzand 2	3,6	6,8	5,4	7,1
	Duinzand 3	2,9	4,0	3,2	5,4
	Dekzand	2,4	3,4	2,9	3,7
	Blok B	6,7	7,2	5,2	8,9

¹ Gegevens van 2011 zijn gecorrigeerd gebaseerd op de correcties van 2008 en 2010.

Bijlage VI.

Invoergegevens rekenmodule

De samenstelling van de producten en de invoerparameters voor de berekeningen van de afbraak van organische stof volgens de formule van Yang. Voor de organische producten drijfmest rund en varken, tuinturf en champost zijn de parameters R9 en S berekend met de formule van Janssen voor Minip.

Product	% d.s.	kg o.s./ ton product	kg o.s./ m ³ product	Humificatiecoëfficiënt		R9		S	
				Standaard	Duinzand	Standaard	Duinzand	Standaard	Duinzand
Compost ¹	29	190		0,75	0,68	0,28	0,39	0,31	0,31
Vaste mest, rund ¹	60	150		0,50	0,48	0,71	0,73	0,60	0,6
Stro ²	85	700		0,35	0,35	1,12	1,12	0,62	0,62
Drijfmest, rund ¹	74	64		0,5	0,5	0,69	0,69	0,52	0,52
Drijfmest, varken ¹	67	60		0,33	0,33	1,11	1,11	0,59	0,59
Tuinturf ³	29		190	0,85	0,85	0,16	0,16	0,33	0,33
Champost ¹	63		121	0,5	0,5	0,69	0,69	0,52	0,52

¹ Van Dijk 2003.

² Gegevens van LBO Lisse.

³ Aendekerk 2000.

Bijlage VII.

Gerealiseerde output

Vakbladartikelen

- Van den Berg H., A.A. Pronk & P.J. Van Leeuwen, 2009. Organische stof essentieel voor goede teelt. BloembollenVisie 161, 20 - 21.
- Pronk A.A., P.J. Van Leeuwen & H. Van den Berg, 2009. Organische stof: essentieel maar complex. De Boomkwekerij 11, 10-11.
- Van Leeuwen P.J. & A.A. Pronk, 2010. Duinzand verarmt relatief snel. Vakblad voor de Bloemisterij 65, 48-49.
- Van Leeuwen P.J., A.A. Pronk & H. Van den Berg, 2010. Snellere afbraak organische stof op duinzandgrond. BloembollenVisie 187, 21.
- Van Leeuwen P.J., A.A. Pronk & H. van den Berg, 2010. Meer inzicht in afbraak organische stof. De Boomkwekerij 7, 15.
- Pronk A.A., P.J. Van Leeuwen & H. Van den Berg, 2011. Organische stof in duinzandgrond breekt snel af. BloembollenVisie 235, 27.
- Pronk A.A., P.J. Van Leeuwen & H. Van den Berg, 2011. Organische stof is lastig op peil te houden in duinzandgrond. De Boomkwekerij 24, 32 - 33.
- Pronk A.A., P.J. Van Leeuwen & H. van den Berg, 2012. Organische stof in duinzandgrond breekt snel af. Vakblad voor de Bloemisterij 67, 34-35.

Posters

- Pronk, A.A. & P.J. Van Leeuwen, 2008. Afbraak organische stof op duinzandgrond. Open dag PPO-bollen, bomen fruit te Lisse, 24 mei 2008.
- Pronk, A.A. & H. van Reuler, 2008. Organic matter dynamics in coarse sandy calcareous soils. 10th International symposium on Flower bulbs and herbaceous perennials, 2008-04-20/ 2008-04-24, Lisse.
- Pronk, A.A., H. van Reuler & P.J. van Leeuwen, 2009. Effects of compost and manure application on organic matter dynamics in coarse sandy calcareous soils. Soil Organic Matters, Rothamsted Research 23 June - 25 June 2009.
- Pronk, A.A. & P.J. Van Leeuwen, 2009. Afbraak organische stof op duinzandgrond. Open dag PPO-bollen, bomen fruit te Lisse, 11 september 2009.
- Pronk, A.A., P.J. van Leeuwen & H. van den Berg, 2011. Organische stof beheer op (duin)zandgrond. Open dag PPO-bollen, bomen fruit, 13 mei 2011.

Presentaties

- Bollensoos: Organische stof in de bollenteelt, Annette Pronk, 7 januari 2009
- Bollensoos: Organische stof in de bollenteelt, Annette Pronk, 21 april 2009
- Kring Vaste planten en Bomen West Nederland: Organische stof: moeilijk of makkelijk te verteren? Annette Pronk, 8 maart 2010.
- Open dag Lisse: Organische stof management op zandgrond, 13 mei 2011.

Bijdrage aan diverse nieuwsbrieven

Bijeenkomsten begeleidingscommissie

- 10 januari 2008
- 2 februari 2009
- 15 februari 2010
- 24 januari 2011
- 5 september 2011
- 12 december 2011

Persbericht: 15 januari 2008

