

Bijzondere Bemesting

*Kansrijke strategieën voor
duurzaam bodemmanagement*

*Marleen Zanen
Chris Koopmans
Jan Bokhorst
Coen ter Berg*

I
N
S
T
I
T
U
T
LOUIS BOLK

© [2008] Louis Bolk Instituut

Bijzondere Bemesting – Kansrijke strategieën voor
duurzaam bodemmanagement -, Marleen Zanen, Chris
Koopmans, Jan Bokhorst, Coen ter Berg, 73 p.

Deze uitgave is te bestellen of te downloaden via

www.louisbolk.nl onder nummer LD13.

Voorwoord

Een hoge opbrengst, een hoge productkwaliteit en duurzaam bodemmanagement worden algemeen gezien als sleutelfactoren voor de toekomst van de landbouw. In de toekomst zal door aanscherping van de regelgeving de inzet van dierlijke mest verder worden beperkt. Leidt de afnemende inzet van mest en compost tot een afname van de bodemkwaliteit? Wat zijn de gevolgen voor biologische bedrijven wanneer in de toekomst uitsluitend meststoffen van biologische herkomst mogen worden ingezet? Wat zijn de mogelijkheden in de plantaardige teelten van de inzet van niet-dierlijke meststoffen?

Op verzoek van het Ministerie van LNV voerde het Louis Bolk Instituut in 2001 een deskstudie uit naar de stand van zaken en knelpunten rond de bemesting en het bodemgebruik in de biologische sector (Bokhorst & Koopmans, 2001: "Bemesting en bodemgebruik in de biologische landbouw. Stand van zaken en knelpuntanalyse"). De resultaten van deze deskstudie, het project "Mest als Kans" en de vele openstaande vragen uit de studiegroep bodem, bemesting en milieu in de biologische landbouw resulteerden in een projectplan met de titel "Bijzondere bemesting. Kansrijke strategieën voor duurzaam bodemmanagement".

Het aanleggen van proeven gericht op duurzame bodemkwaliteit kost veel tijd en levert pas op lange termijn resultaat. Daarom is deels een kortere route bewandeld in de vorm van het systematiseren van ervaringskennis van boeren. De rijkdom aan mogelijkheden voor een duurzaam bodemmanagement zijn in de aanpak centraal gesteld. Daartoe zijn:

- Innovatieve bedrijven geselecteerd met bijzondere bemestingsstrategieën.
- Deze strategieën beschreven waarbij sterkten, zwakten, kansen en bedreigingen in beeld komen.
- Aanvullende toetsingen uitgevoerd. Proeven gericht op duurzame bodemkwaliteit geven antwoord op een aantal fundamentele vragen (uit de deskstudie) omtrent mineralenbenutting uit verschillende mest- en compostsoorten en de relatie tussen gewas- en bodemkwaliteit.
- De resultaten van de veldkennis ontsloten voor de praktijk; waar en wanneer toe te passen.

Kennisoverdracht en samenbrengen van geïnteresseerden vormde een belangrijk onderdeel van de opzet. Vanzelfsprekend kunnen binnen één project niet alle vragen rondom bemesting in relatie tot bodemvruchtbaarheid en -kwaliteit worden opgelost. Dit project heeft echter een stevig platform gecreëerd met veel mogelijkheden tot aanhaken van ander onderzoek en kennisoverdracht met een focus voor de praktijk.

De resultaten van dit project zijn met de hulp van vele personen tot stand gekomen. We zijn de volgende personen dan ook zeer dankbaar voor hun bijdragen: de akkerbouwers Frans Haverbeke, Paula Peters, Jaap Korteweg, Kees van Beek, Dyanne Schrauwen, Anton van Vilsteren, Niek Vos, Josien Vos en Wim Keuper; de stagiaires uit het Groen Onderwijs Jasper Minnekeer, Marion Wiendels en Myrthe Romeijn; Simon de Feyter en Dhr. Pieterse die ons voorzagen van een deel van de meststoffen en Theo Heijboer, Luc Steinbuch en Riekje Bruinenberg die bijdroegen aan het onderhoud van de proefvelden en ondersteunende analyses.

Inhoud

Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
1.1 Duurzaam bodembeheer	12
1.2 Doel en centrale vraagstelling	12
1.3 Werkwijze	12
2 Bemestingsstrategieën	15
2.1 Aanleiding	15
2.2 Vraagstelling	15
2.3 Materiaal & Methoden	15
2.3.1 Proefopzet	15
2.3.2 Locatie	16
2.3.3 Uitvoering	17
2.4 Resultaten	20
2.4.1 Opbrengsten en kwaliteit	20
2.4.2 Bodemontwikkeling	23
2.4.3 Nutriëntenefficiëntie	26
2.5 Conclusies	28
3 Fosfaatevenwicht bij vaste rijpaden	29
3.1 Aanleiding	29
3.2 Vraagstelling	29
3.3 Materiaal en Methoden	30
3.3.1 Proefopzet	30
3.3.2 Locatie	30
3.3.3 Uitvoering	30
3.4 Resultaten	33
3.4.1 Opbrengst en productkwaliteit	33
3.4.2 Bodemontwikkeling	35
3.5 Conclusies	38
4 Bedrijfsinnovatie en duurzaam bodemmanagement	39
4.1 Aanleiding	39
4.2 Vraagstelling	39
4.3 Materiaal en methoden	40
4.4 Resultaten	40
4.4.1 Niek en Jozien Vos, Kraggenburg (FI)	41
4.4.2 Anton van Vilsteren, Marknesse (FI)	43
4.4.3 Wim Keuper, Rutten (FI)	45

4.4.4 Frans Haverbeke, IJzendijke (Z. VI)	47
4.4.5 Biotrio, Langeweg (West N-Br)	49
4.5 Conclusies	51
5 Communicatie en kennisoverdracht	53
5.1 Inleiding	53
5.2 Activiteiten	54
6 Overzicht conclusies Bijzondere Bemesting	57
Literatuur	61
Bijlage 1: Proefveld IJzendijke	63
Bijlage 2: Samenstelling van de gebruikte meststoffen	64
Bijlage 3: Analysemethoden	65
Bijlage 4: Weersomstandigheden	67
Bijlage 5: Proefveld Langeweg	71
Bijlage 6. Vragenlijst interviews 2004	72

Samenvatting

De ministeries LNV en VROM ontwikkelen beleid ter stimulering van duurzaam gebruik van de bodem (Bodembeleidsbrief 2003). Naast de algemene tendens richting duurzaam beheer van de bodem speelt ook een mestbeleid een belangrijke rol in de praktijk van het bodembeheer. In het mestbeleid vanaf januari 2006 wordt het gebruik van dierlijke mest en compost bemoeilijkt en wordt de stikstof en fosfaat input verder aan banden gelegd. Met het aanscherpen van de regelgeving zullen strategische keuzes steeds bewuster moeten worden genomen en wordt optimale verzorging van de bodem steeds belangrijker, zowel in de biologische- als in de gangbare landbouw. Op biologische bedrijven is veel ervaring met het duurzaam beheren van de bodemvruchtbaarheid. Pioniers uit de biologische sector kunnen een kraamkamerfunctie vervullen voor gangbare collega's.

Om die transitie naar duurzaam bodemmanagement te ondersteunen heeft het Louis Bolk Instituut binnen het project *Bijzondere Bemesting* onderzoek uitgevoerd dat antwoord moest geven op de volgende vragen:

- Wat zijn de effecten van mest en compost op bodem- en gewaskwaliteit en wat zijn de mogelijkheden voor de inzet van niet-dierlijke meststoffen?
- Hoe kan bij een bemesting gericht op fosfaatevenwicht de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat gewaarborgd blijven?
- Waarom zijn bepaalde bedrijfsstrategieën succesvol?

Een strategie waarbij zowel aandacht is voor ontwikkeling van een goede bodemkwaliteit alsook voor het voeden van het gewas lijkt op termijn het meest duurzaam: de 'combi-strategieën' gaven de hoogste opbrengsten en beperkte verliezen naar het milieu. Compost en geitenmest lijken stikstof aan de bodem te onttrekken voor de vertering van het organische materiaal. In de combi-strategie wordt die stikstof toegevoegd via vinasse en ontstaat een meerwaarde, zowel voor de bodem als voor de productkwaliteit. In tegenstelling tot vloeibare meststoffen bevorderen ondergewerkte meststoffen zoals geitenmest en groencompost de doorworteling van de gehele bouwvoor. Wat betreft de vraag naar niet-dierlijke meststoffen lijkt luzerne een meststof met potentie, maar is meer onderzoek nodig naar de optimale vorm waarin luzerne benut kan worden. Bemestingsstrategie heeft invloed op de kwaliteit van het eindproduct maar de mate waarin verschilt per gewas. Uit de berekening met NDICEA blijkt dat alle onderzochte strategieën wat betreft stikstofverlies onder de bouwvoor lager uitkomen dan de 50 mg/l nitraatnorm. Varianten met de aanvullende meststoffen zoals vinasse en de luzerne geven de grootste kans op verliezen. Het organische stofgehalte van de bodem blijkt op termijn alleen te verhogen (koolstof vastlegging!) door een strategie met groencompost of geitenmest als basis.

De belangrijkste resultaten uit het onderzoek naar de mogelijkheden van fosfaatevenwicht door een verbeterde bodemkwaliteit laten zien dat een vast rijpadensysteem een gunstig effect op de bodemstructuur kan hebben (meer gunstige structuurelementen), de bodemweerstand verlaagt en leidt tot meer wormengangen en een groter aantal wormen in de bouwvoor. Echter, voor een blijvend effect van bewerking met een vast rijpadensysteem is het noodzakelijk dat ook de oogstwerkzaamheden vanaf vaste rijpaden worden uitgevoerd. Het hier beschreven onderzoek maakt duidelijk dat de potentie van het systeem groot is, maar dat een eenmalige oogst onder slechte omstandigheden de positieve effecten op de bodemkwaliteit teniet kan doen.

Bewerking via het vast rijpadensysteem leidt in volvelds geteelde gewassen (spinazie en graszaad) tot een trend van gemiddeld hogere absolute opbrengsten per hectare. Bij teelt op ruggen (peen en aardappel) waren er geen verschillen in opbrengst. In twee van de vier gewassen werd een duidelijk negatief effect van fosfaatevenwicht op de gewasopbrengst gevonden: bij de stikstofbehoefte gewassen spinazie en graszaad bleek bemesting op fosfaatevenwicht niet toereikend voor een goede opbrengst. De gelijke trend in de opbrengstbepalingen van spinazie en graszaad, in combinatie met de gunstige effecten van bewerking via het rijpadensysteem op de bodemkwaliteit lijkt te wijzen op een positieve correlatie tussen bodemkwaliteit en opbrengst. Het hier onderzochte bouwplan blijkt te intensief voor bemesting op het niveau van fosfaatevenwicht. Extensivering van het bouwplan, door het opnemen van granen en groenbemesters in de rotatie is hier een voorwaarde voor een duurzame productie die voldoet aan de milieueisen en fosfaatevenwicht.

De keuze voor een bepaalde strategie en de bijbehorende maatregelen hangt af van de individuele ervaringen en de visie van de ondernemer op bodemvruchtbaarheid en duurzaamheid. Praktijkbedrijven volgen daarbij soms al jaren een bepaalde bemestingsstrategie. Wanneer de visie van ondernemers wordt omschreven, blijkt de duidelijke link met de manier waarop zij invulling geven aan hun bedrijfsvoering. Visie blijkt daarin van groter belang dan regelgeving. Visie kan worden bijgestuurd door kennis. Juiste inzet van kennis lijkt dan ook van cruciaal belang voor een transitie naar duurzaam bodembeheer. Verder blijkt uit de mineralenbalansen van de vijf bedrijven dat, bij een uitgekiend bedrijfsmanagement en aandacht voor de bodem, vaak een reductie van de input van mineralen mogelijk is, soms tot ver onder de huidige normen. De beschreven voorbeelden bieden perspectief voor zowel de reguliere als de biologische landbouw.

Gedurende het project werd door de onderzoekers van het Louis Bolk Instituut een voortdurende inspanning gepleegd om het project, samen met deelnemers, inhoud en vorm te geven. De communicatie daarover met betrokkenen – zowel binnen als buiten het project – kreeg daarbij veel aandacht.

Summary

The Ministries of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV), and Spatial Planning, Housing and the Environment (VROM) are developing policy to encourage sustainable use of the soil (Bodembeleidsbrief, 2003). In addition to the general trend towards sustainable soil management, manure policy in particular plays an important role in practical soil management. Manure policy since January 2006 has hindered the use of animal manure and compost and further restricted inputs of nitrogen and phosphate. The tightening of the legislation will necessitate ever more conscious strategic decisions, and make optimum soil management increasingly important in both organic and conventional agriculture. Organic farms have a great deal of experience in sustainable management of soil fertility. Pioneers in the organic sector can provide the seedbed for their colleagues in conventional agriculture.

To assist the transition to sustainable soil management, the Louis Bolk Institute used the *Special Fertilisation* study to answer the following questions:

- What are the effects of manure and compost on soil and crop quality, and what options are there for the use of non-animal fertilisers?
- How can the availability of nitrogen and phosphate still be guaranteed when a fertiliser treatment is aimed at phosphate balance?
- Why are certain operational strategies successful?

Ultimately a strategy which seeks to develop good soil quality as well as feeding the crop seems to be the most sustainable: the 'combi-strategies' produced the highest yields and only limited losses to the environment. Compost and goat manure seem to absorb nitrogen from the soil to break down organic matter. In the combi-strategy, nitrogen is added by way of vinasse, and that produces added value, both for the soil and for the quality of the product. In contrast to liquid fertilisers, fertilisers that are incorporated into the soil, such as goat manure and green compost, promote the penetration of roots right through the topsoil. With regard to the demand for non-animal fertilisers, lucerne shows potential, but further research is required to determine how best (in what form) to apply it. The impact of a fertilisation strategy on the quality of the end product varies according to the crop. Calculations using NDICEA showed that, in all the strategies studied, nitrogen loss below the topsoil was below the 50 mg/l nitrate standard. Variants with supplementary fertilisers such as vinasse and lucerne were most likely to lead to losses. Only strategies based on green compost or goat manure proved to increase the organic matter content of the soil (carbon fixation).

The most significant results of the research into achieving phosphate balance by improving the soil quality show that a fixed track system can have a beneficial effect on the soil structure (less angular structure elements). It lowers the resistance of the soil and results in more worm channels and a greater number of worms in the topsoil. However, for a fixed track system to have a permanent effect, harvesting also has to be carried out from the fixed tracks. The research described here makes it clear that the system has great potential, but a single harvest in poor conditions can obliterate any positive effects on the soil quality.

Working the soil using the fixed track system, in the case of crops grown in the open field (spinach and grass seed), tends to produce a higher average absolute yield per hectare. Ridge cultivation (carrots, potatoes) did not result in

differences in yield. In two of the four crops the phosphate balance had a clearly detrimental effect on the crop yield: in the case of the nitrogen-hungry crops, spinach and grass seed, fertilising for phosphate balance proved insufficient for a good yield. The same trend in the yield determinations for spinach and grass seed, combined with the beneficial effects of working with the fixed track system, seems to indicate a positive correlation between soil quality and yield. The cultivation plan studied here proved too intensive for fertilisation at the level of phosphate balance. Making the plan more extensive, by including cereals and green manures in the rotation, is a precondition for sustainable production that meets the environmental and phosphate balance requirements.

The decision about whether to adopt a particular strategy and the associated measures depends on individual experience and the farmer's own vision on soil fertility and sustainability. In practice, some farmers will have been following a particular fertilisation strategy for years. When the farmers describe their vision, it is clearly linked to the way in which they interpret farm management. In this context vision is more important to them than legislation. Vision can be guided by knowledge. Proper deployment of knowledge therefore seems to be a crucial element in the transition to sustainable soil management. The mineral balances of the five farms also showed that, with sophisticated farm management and careful attention to the soil, it is often possible to reduce the input of minerals - sometime to far below the current standards. The examples described here offer prospects for both conventional and organic agriculture.

Throughout the project the researchers from the Louis Bolk Institute worked continually with the participants on the form and content of the project. Much attention was paid to communication with relevant players, both within the project and outside it.

1 Inleiding

In het project *Bijzondere Bemesting* zijn strategieën voor duurzaam bodemmanagement in de Nederlandse akkerbouw en vollegrondsgroententeelt verkend. Het project beoogde primair een verdieping van de kennis over maatregelen ter verbetering van het bodembeheer en de reductie van nutriëntenverliezen naar het milieu. Het project sluit aan op beleidsdoelstellingen rond de (biologische) landbouw van de laatste jaren met op nationaal niveau beleid dat zich richt op:

- 10% biologisch in 2010
- Afzetbevordering
- Ontwikkeling van een stelsel van gebruiksnormen om de uitspoeling te verminderen (max. 170 kg N/ha)
- Beleidsdoelstellingen richting evenwichtsbemesting op fosfaat in 2015
- Beheersing gasvormige emissies zoals ammoniak en methaan
- Bevorderen biodiversiteit
- Regionalisatie cq meer zicht op voer, mest en uitgangsmateriaal
- Voedselveiligheid

en EU-beleid dat zich richt op:

- Stimuleren biologisch met tendens stapsgewijs naar 100% biologische input
- Max. 170 kg N met dierequivalent. Overgehouden mest moet worden afgezet op biologische bedrijven.
- Sluiten van kringlopen
- Leefbaarheid landelijk gebied / plattelandsontwikkeling (biologische landbouw wordt daar gezien als een van de oplossingsrichtingen). Meer aandacht voor niet tastbare producten met waarde (natuur, milieu) middels vereisten bij ondersteuning (cross compliance).
- Voedselveiligheid en –kwaliteit

Ook past de aanpak binnen de nationale en internationale beleidsdoelstellingen richting het bevorderen van een duurzaam grondgebruik (VROM, 2003, 2004; EC, 2002).

Het nationaal mestbeleid wordt bepaald door de Europese Nitraatrichtlijn en de Europese Kaderrichtlijn Water. In het mestbeleid vanaf januari 2006 wordt het gebruik van dierlijke mest en compost bemoeilijkt en wordt de stikstof en fosfaat input verder aan banden gelegd. Alleen de aanvoer telt. De mestbalans (Minas) heeft plaats gemaakt voor gebruiksnormen per hectare. Met het aanscherpen van de regelgeving zullen strategische keuzes steeds bewuster genomen moeten worden en wordt optimale verzorging van de bodem belangrijker, zowel in de biologische- als in de gangbare landbouw.

1.1 Duurzaam bodembeheer

Een duurzaam beheer van de bodem leidt tot een efficiëntere benutting van meststoffen en maakt de landbouw minder afhankelijk van externe inputs. Het brengt de biologische landbouw dichterbij de wens en mogelijkheid tot 100% biologische bemesting. De bodem vormt de basis van het landbouwbedrijf en het kapitaal van de ondernemer. Duurzaam bodembeheer moet daarom worden gezien als de sleutel tot een gezonde landbouw, zowel economisch (rendabel), ecologisch (milieuvorwaarden) als sociaal (leefbaar platteland).

Duurzaam bodembeheer wordt door agrarische ondernemers wel gedefinieerd als (van Dam et al, 2006): “de bodem zo gebruiken en beheren dat die ook op lange termijn van goede kwaliteit blijft voor de teelt”.

De praktijk leert dat bouwplan, bodembewerking en bemesting de drie belangrijkste sturingsinstrumenten zijn voor het vormgeven van duurzaam bodemmanagement. De toepassing van concrete maatregelen hangt af van de individuele ervaringen en de visie van de ondernemer op bodemvruchtbaarheid en duurzaamheid op het bedrijf. Die visie is niet altijd even expliciet aanwezig, maar vaak wel van doorslaggevend belang voor de strategie die gevolgd wordt en de maatregelen die worden genomen. Maatwerk op bedrijfsniveau en middels kennisdoorstroom werken aan bewustwording van de gehele sector is daarom noodzakelijk.

1.2 Doel en centrale vraagstelling

Op biologische bedrijven is een goede bodemkwaliteit en bodemvruchtbaarheid belangrijk omdat niet kan worden bijgestuurd met minerale meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Op dergelijke bedrijven ligt een schat aan ervaringen waar collega agrariërs nuttig gebruik van kunnen maken. Pioniers uit de biologische sector kunnen op deze manier een kraamkamerfunctie vervullen.

In het onderzoek stonden de volgende vragen centraal:

- Wat zijn de effecten van verschillende organische mest- en compoststrategieën op bodem- en gewaskwaliteit en wat zijn de mogelijkheden voor de inzet van niet-dierlijke meststoffen?
- Kan door middel van een verbetering van de bodemkwaliteit fosfaatevenwichtsbemesting worden bereikt?
- Waarom zijn bepaalde bedrijfsstrategieën succesvol en wat kunnen anderen daarvan leren?

Kennisoverdracht en het samenbrengen van geïnteresseerden vormde een belangrijk onderdeel van de opzet. Biologische telers in de akkerbouw en groenteteelt waren de primaire doelgroep van het onderzoek. Nadrukkelijk werd echter ook een uitstraling naar de reguliere akkerbouw, de veehouderij en potentiële omschakelaars voorgestaan.

1.3 Werkwijze

De ervaring leert dat bij het werken met boeren geldt: “zien doet geloven”. Daarom is binnen het project op twee biologische akkerbouwbedrijven een meerjarig experiment aangelegd dat naast verdieping van de kennis ook kon worden ingezet voor kennisoverdracht naar ondernemers. Op de ene locatie werden de mogelijkheden verkend van

de toepassing van diverse meststoffen voor het behalen van een gewenste opbrengst en het behoudt van bodemkwaliteit op de langere termijn (hoofdstuk 2). Op de andere locatie werd reeds meerdere jaren gewerkt met vaste rijpaden met als doel verbetering van de bodemstructuur. Hier werd met een experiment ingegaan op de vraag of een verbetering van de bodemkwaliteit kan bijdragen aan het bereiken van fosfaatevenwicht op bedrijfsniveau (hoofdstuk 3). Voor het antwoord op de vraag waarom bepaalde strategieën succesvol zijn is de aanpak van vijf biologische akkerbouwbedrijven in beeld gebracht (hoofdstuk 4). Presentatie en kennisoverdracht heeft een belangrijke plaats gehad in het project. Via studiebijeenkomsten, velddagen, een regelmatige nieuwsbrief, presentaties op bijeenkomsten van derden, de ontwikkeling van management instrumenten, een symposium over duurzaam bodemmanagement, achtergrond informatie in praktijkboekjes en een eindrapport met de resultaten zijn telers, voorlichters en overige belanghebbenden geïnformeerd (hoofdstuk 5).

2 Bemestingsstrategieën

2.1 Aanleiding

In de toekomst zal door aanscherping van de regelgeving de inzet van dierlijke mest verder worden beperkt. Voor de gehele landbouw gelden gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat en de inzet van meststoffen (www.hetInvloket.nl). Voor de biologische akkerbouw en vollegrondsgroententeelt gelden aanvullende regels. Sinds 1 januari 2008 moet van de dierlijke meststoffengift minimaal 45 kg stikstof per hectare per jaar afkomstig zijn uit biologische dierlijke mest. De sector wil toe naar de inzet van 100% biologische mest (Koopmans et al, in press). Bij beperking van de gift en op termijn een stijging van de prijs van dierlijke mest en compost wordt de vraag naar mestkwaliteit en optimale inzet van meststoffen belangrijk.

Voor de praktijk is de belangrijkste vraag hoe er bij beperkte inzet van meststoffen toch goede opbrengsten kunnen worden gerealiseerd. Noodzakelijk daarbij is het kiezen voor de juiste meststof en de optimale inzet van (niet)-dierlijke meststoffen. Dit kan alleen wanneer er voldoende bekend is over de eigenschappen van deze meststoffen en de effecten van verschillende typen meststoffen op bodem en gewas. De beschikbaarheid van die kennis is onvoldoende. Kennis moet ook terecht komen bij de praktijk om toegepast te worden. Daarom is voor de beantwoording van de vraag naar de inzet van (niet)-dierlijke meststoffen een proefveld aangelegd op een praktijkbedrijf met een demonstratiefunctie voor collega's in een regio waar de vraag naar niet-dierlijke meststoffen actueel is.

2.2 Vraagstelling

Dit hoofdstuk gaat in op een tweetal onderzoeksvragen:

- Wat zijn de effecten van verschillende organische mest- en compoststrategieën uit de praktijk op de gewasopbrengsten en de bodemvruchtbaarheid op langere termijn?
- Wat zijn de effecten van alternatieve strategieën met niet-dierlijke mest op gewasopbrengst en bodemvruchtbaarheid op langere termijn?

Aansluitend op deze twee hoofdvragen wordt stilgestaan bij de volgende subvragen:

- Wat is het effect van de bemestingsstrategie op de nitraatverliezen?
- Draagt de bemestingsstrategie bij aan de vastlegging van koolstof (C) in de bodem?
- Hoe is de uitwerking van de bemestingsstrategie op de kwaliteit van het product?

2.3 Materiaal & Methoden

2.3.1 Proefopzet

In september 2004 werd een driejarige bemestingsproef ingezet met zeven bemestingsstrategieën. Jaarlijks werd het effect op bodem en gewas van de zeven bemestingsstrategieën onderzocht. Bemesting werd opgesplitst in

gewasvoedende strategieën en bodemverzorgende strategieën en een combinatie van beiden. Als gewasvoedende strategieën werden de meststoffen vinasse, luzernebrok en kippenmest gekozen. Als bodemvoedende strategieën werden de meststoffen groencompost en geitenpotstalmest gekozen (Tabel 2-1).

Tabel 2-1: Bemestingsstrategieën

Strategie	Meststof	Stikstof	Fosfaat	Dierlijk/Plantaardig
Gewasvoedend	Vinasse	Gewasbehoefte	*	Plantaardig
	Kippenmest	Gewasbehoefte	*	Dierlijk
	Luzerne	Gewasbehoefte	*	Plantaardig
Bodemvoedend	Groencompost	*	Evenwicht	Plantaardig
	Geitenmest	*	Evenwicht	Dierlijk
Gewas- en bodemvoedend	Groencompost + vinasse	Gewasbehoefte	Evenwicht	Plantaardig
	Geitenmest + vinasse	Gewasbehoefte	Evenwicht	Dierlijk/Plantaardig

Bij de keuze van de meststoffen speelden de volgende overwegingen een rol:

- Vinasse als lokaal goed verkrijgbare, veelgebruikte plantaardige meststof
- Verse kippenmest als lokaal goed verkrijgbare, veelgebruikte dierlijke meststof met relatief hoog stikstofgehalte
- Luzerne als potentieel interessante, niet-dierlijke meststof, lokaal en biologisch beschikbaar (toegepast in geperste vorm vanwege gebruiksgemak)
- Groencompost als lokaal goed verkrijgbare, plantaardige meststof
- Geitenpotstalmest als lokaal redelijk goed verkrijgbare, dierlijke bemesting

De proefopzet was een gerandomiseerde blokkenproef met bruto proefveldgrootte van 7 x 7 m. De proef werd aangelegd in viervoud. Het proefveldschema is gegeven in Bijlage 1. Voor de proef werd het bouwplan van de teler aangehouden zonder de daarin opgenomen groenbemesters. De gewassen in de verschillende jaren waren: zaaiui (2005), zomertarwe (2006) en aardappel (2007).

2.3.2 Locatie

De proef is aangelegd in Zeeuws Vlaanderen, een regio met relatief weinig lokale beschikbaarheid van dierlijke meststoffen, op een perceel van het biologisch akkerbouwbedrijf Haverbeke & Peters, ten noordwesten van IJzendijke (51°20' N, 3°35'E). De bodem van het perceel is een zware zavel grond met 4,5% kalk, relatief arm aan organische stof (2,6%) en 22% lutum. De bodemvruchtbaarheidstoestand bij aanvang van de proef is weergegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2: Bodemvruchtbaarheid bij aanvang van de proef (bemonsteringsdatum 20 september 2004).

Laag	Lutum	O.S	N-totaal	P-totaal	Pw	K-HCL	CaCO ₃	pH-KCL
cm	%	%	mg N/kg	mg P ₂ O ₅ / 100 g	mg P ₂ O ₅ / l	mg K ₂ O/ 100 g	%	-
0-25	22	2.7	2053	186	27	23	4.5	7.5

2.3.3 Uitvoering

Bemesting In de gewasvoedende strategieën (vinasse, kippenmest en luzernekorrels) werd bemest in het voorjaar op basis van de stikstofbehoefte van het gewas en rekenend met een stikstofwerkingscoëfficiënt van 100%. In de bodemvoedende strategieën (groencompost en geitenmest) werd bemest in het najaar, op basis van een maximale fosfaataanvoer van 60 kg per hectare, vooruitlopend op de wetgeving richting fosfaatevenwicht in 2015 (VROM, 2004). In de gecombineerde strategieën (“groencompost+” en “geitenmest+”) werd de najaarsgift in het voorjaar aangevuld met vinasse tot aan de stikstofbehoefte van het betreffende gewas. Voor de berekening van de stikstof aanvulling is uitgegaan van een N-werkingscoëfficiënt van 20% voor geitenmest en 10% voor groencompost (Bokhorst & ter Berg, 2003). Jaarlijks werd de samenstelling van de mest bepaald (Bijlage 2). De gemiddelde samenstelling per meststof staat vermeld in Tabel 2-3. Tabel 2-4 geeft een overzicht van de jaarlijkse nutriënteninput per strategie.

Oogst en gewasbemonstering Meerdere keren per jaar werd de proeflocatie bezocht en werd de gewasontwikkeling gevolgd. Jaarlijks werd de opbrengst en de productkwaliteit van het gewas bepaald. De methode per gewas staat beschreven in Bijlage 3. Tabel 2-5 geeft een overzicht van de onderzochte gewasparameters.

Bodembemonstering en –analyse Jaarlijks is de bouwvoor van het proefveld bemonsterd voor de bepaling van diverse chemische, fysische en biologische parameters. De uitgevoerde bepalingen zijn weergegeven in Tabel 2-6. Beschrijving van de methoden is gegeven in Bijlage 3.

Modelering met het model NDICEA Het model NDICEA staat voor Nitrogen Dynamics In Crop rotations in Ecological Agriculture (van der Burgt et. al., 2006). Met het model is het mogelijk de langjarige effecten van een bepaald bouwplan en een bepaalde bemestingsstrategie door te rekenen. Het model bestaat uit de integratie van drie modules: 1) de mineralisatie van stikstof op basis van de afbraak van organische stof, 2) de waterbalans en daarmee stikstoftransport in de bodem en 3) gewasgroei en daarmee de water- en stikstofopname door het gewas. De stikstof die uit mineralisatie vrijkomt wordt verrekend met de opname door het gewas, de berekende stikstofuitspoeling en de berekende denitrificatie. Dit geeft uiteindelijk de minerale stikstof in de grond als een belangrijke uitkomst van het model. Voor de modelleringen is gewerkt in de standaard versie van het model, zonder te kalibreren.

Statistische analyse De resultaten zijn geanalyseerd met het statistisch programma GenStat Release 9.1. Met behulp van variantie analyse (ANOVA) is getoetst op effect van bemesting. In de tabellen met resultaten wordt voor de gemiddelden de Least Significant Difference (LSD = kleinst betrouwbare verschil) weergegeven.

Weersomstandigheden Gemiddelde temperatuur en neerslag tijdens de onderzoeksperiode is gegeven in Bijlage 4. In geen van de drie onderzoeksjaren is het weer belemmerend geweest voor het onderzoek en in alle jaren heeft de oogst onder gunstige omstandigheden plaats kunnen vinden.

Tabel 2-3: Gemiddelde samenstelling van de organische meststoffen in gram per kilogram vers product (gemiddelde van 3 analyses per meststof)

Meststof	C/N	Droge stof	Organische stof	N-totaal	N-min	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O
Vinasse	4	654	313	39	25	14	2	13
Kippenmest	7	425	271	17	11	6	21	13
Luzerne	14	878	783	26	25.3	0,7	6	27
Groencompost	11	651	170	7	6.3	0.7	3	7
Geitenmest	14	410	245	8	6.7	1,3	5	15

Tabel 2-4: Nutriënteninput per strategie per jaar

Jaar	Gewas	Strategie	Datum	Mestgift	OS	N werkzaam*	P ₂ O ₅ totaal	DS
				ton vers/ha				
2005	Zaaiui	Vinasse	22-03-2005	2,1	149	85	4	1940
		Luzernekorrel	22-03-2005	3,3	2584	85	19	2897
		Kippenmest	22-03-2005	3,3	1158	85	83	1614
		Geitenmest	20-09-2004	14,3	2074	20	60	6821
		Groencompost	20-09-2004	19,4	3589	14	60	1368
		Geitenmest+	09/'03+03/'04	14,3+1,7	2195	85	63	8392
		Groencompost+	09/'03+03/'04	19,4+1,8	3717	85	66	3031
2006	Zomertarwe	Vinasse	21-04-2006	2,6	1240	100	5	1391
		Luzernekorrel	21-04-2006	3,8	2975	100	22	3336
		Kippenmest	21-04-2006	9,5	1805	100	171	2584
		Geitenmest	12-09-2005	18	4824	29	60	6210
		Groencompost	12-09-2005	18	2808	13	60	11592
		Geitenmest+	09/'05+04/'06	18+1,8	5683	100	64	7173
		Groencompost+	09/'05+04/'06	18+2,2	3857	100	65	12769
2007	Aardappel	Vinasse	26-04-2007	2,6	1017	100	5,2	1310
		Luzernekorrel	26-04-2007	3,8	2975	100	22	3336
		Kippenmest	26-04-2007	9,5	2594	100	178	4883
		Geitenmest	14-10-2006	9,2	2972	18	60	3744
		Groencompost	14-10-2006	16,2	2722	11	60	9785
		Geitenmest+	10/'06+04/'07	9,2+2,2	3832	100	64	4853
		Groencompost+	10/'06+04/'07	16,2+2,3	3621	100	64	10944

*N werkzaam: hoeveelheid stikstof beschikbaar voor opname door het gewas, berekend op basis van een werkingscoëfficiënt van 20% voor vaste geitenmest, 10% voor groencompost toegediend in het najaar en 100% voor vinasse, luzerne en kippenmest toegediend in het voorjaar.

Tabel 2-5: Onderzochte gewasparameters

Parameter	Eenheid	2005	2006	2007
Bruto opbrengst	kg vers/ha	Ja	Ja	Ja
Diverse gewasparameters tijdens groei	divers	Ja	Ja	Ja
Drogestofanalyse*	per kg ds	Ja	Ja	Ja

*Analyse door ALTIC, Dronten.

Tabel 2-6: Onderzochte chemische*, fysische en biologische bodempparameters

Parameter	Laag (cm)	Eenheid	2005	2006	2007
Lutum	0-25	%	Ja	Nee	Ja
N-totaal	0-25	mg N/ kg droge grond	Ja	Ja	Ja
P-totaal	0-25	mg P ₂ O ₅ / 100 g droge grond	Ja	Ja	Ja
Pw	0-25	mg P ₂ O ₅ / l	Ja	Ja	Ja
P-Al	0-25	mg P ₂ O ₅ /100 g droge grond	Ja	Ja	Ja
Kali	0-25	mg K ₂ O/ 100 g droge grond	Ja	Ja	Ja
pH-KCl	0-25	-log[H ⁺]	Ja	Ja	Ja
Organische stof	0-25	%	Ja	Ja	Ja
Koolzure kalk	0-25	%	Ja	Ja	Ja
N-min	0-25	kg NO ₃ -N/ha	Ja	Ja	Ja
Bodemstructuur	0-40	% kruimel, afgerond, scherp	Ja	Ja	Ja
Wormengangen	op 20 en op 30	#/ m ²	Ja	Ja	Ja
Aantal wortels	op 20 en op 30	#/ m ²	Ja	Ja	Ja
Bodemrespiratie	0-25	mg CO ₂ / 100 g droge grond/ week	Ja	Ja	Ja

Bodemchemische analyse door BLGG, Oosterbeek.

2.4 Resultaten

2.4.1 Opbrengsten en kwaliteit

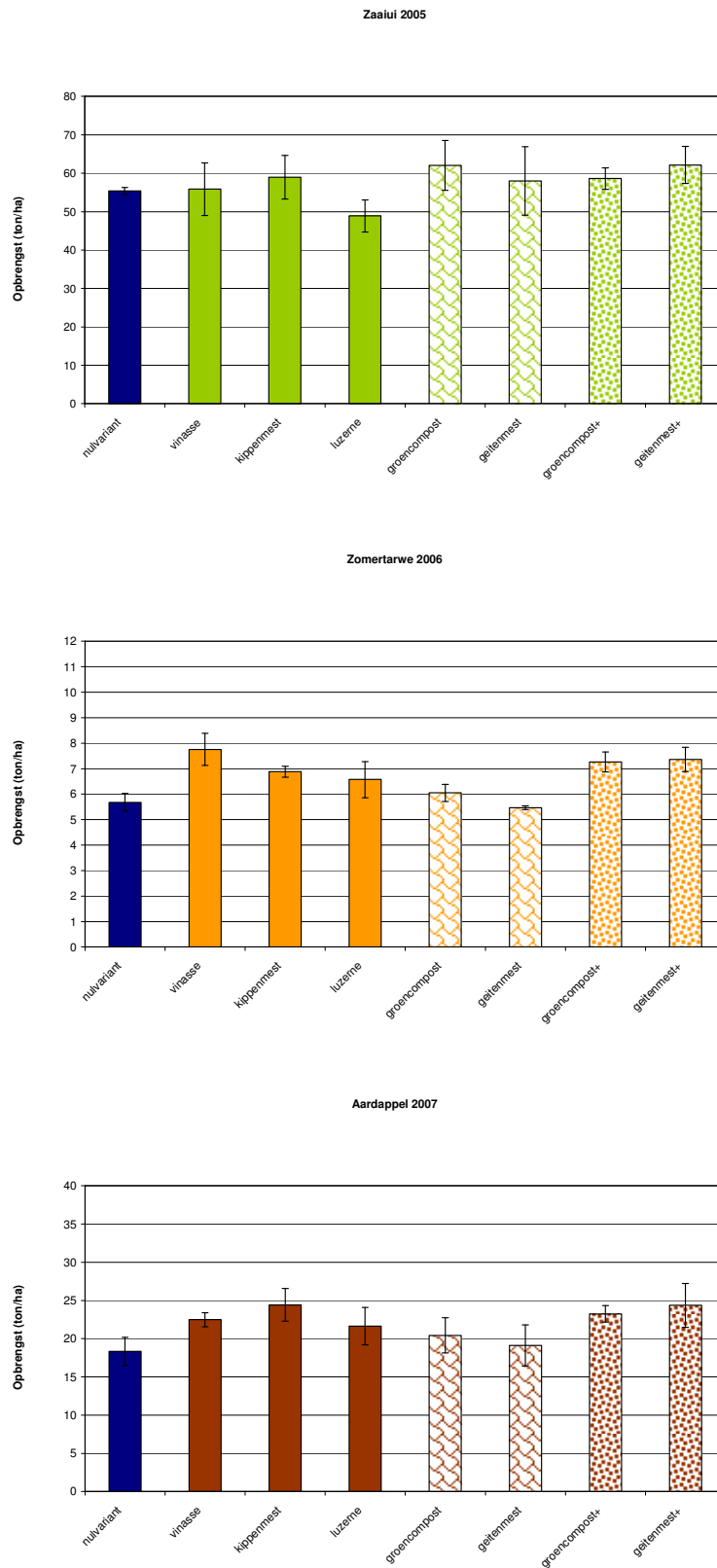
Zaaiuien werden geoogst op 3 september 2005. In het eerste jaar na bemesten waren de opbrengstverschillen tussen varianten nog gering. De bruto opbrengst varieerde van gemiddeld 49 tot 62 ton/ha. Alleen de variant met luzerne gaf een significant lagere opbrengst dan de varianten kippenmest en groencompost en de gecombineerde strategieën (Figuur 2-1). Kippenmest gaf een opvallend hoger percentage grove uien (> 70mm). In juli was ook de nekdikte van de uien in de kippenmestvariant al hoger dan in de overige varianten. De looflengte in de varianten groencompost en geitenmest bleef duidelijk achter bij de overige varianten (Tabel 2-7). De varianten groencompost en geitenmest hadden het hoogste drogestofgehalte. Opvallend was het significant hogere ijzergehalte in de varianten luzerne en groencompost+vinasse.

Zomertarwe werd in 2006 onder gunstige omstandigheden geoogst op 10 augustus. Er waren grote verschillen in opbrengst (Figuur 2-1). Korrelopbrengst (bij 15%vocht) varieerde van gemiddeld 5,5 tot 7,8 ton/ha. De varianten vinasse en de gecombineerde strategieën gaven de hoogste korrel- en stro-opbrengst. Ook kippenmest gaf een relatief hoge opbrengst. Het verschil tussen de opbrengst bij luzerne en kippenmest was niet significant. Eind juni waren dit ook de varianten met het grootste aantal aren per m² (Tabel 2-7). Bij geitenmest en groencompost zonder toevoeging van vinasse bleef de opbrengst duidelijk achter. De kwaliteit van de zomertarwe was relatief goed. De varianten vinasse en de gecombineerde strategieën waarbij vinasse werd ingezet gaven significant hogere eiwitgehalten (Tabel 2-7). Bij de overige varianten lag het eiwitgehalte tussen de 9,9 en 10,9% en waren er geen significante verschillen. Het eiwitgehalte was sterk gecorreleerd aan de zeleny-waarde, een maat voor de deegkwaliteit. Opmerkelijk was dat een hoger eiwitgehalte niet automatisch resulteerde in een betere bakkwaliteit. Vinasse gaf het hoogste eiwitgehalte, maar de gecombineerde strategieën en de luzernevariant kregen van de bakker de hoogste waardering voor bakkwaliteit (data en uitwerking in Osman et.al, 2007).

Aardappels werden in 2007 geoogst op 3 augustus, 5 weken na het branden i.v.m. phytophthora besmetting. De trend in opbrengstverschillen in de tarwe van 2006 zette zich voort in de aardappelopbrengst van 2007. De bruto opbrengst varieerde tussen de 18 en 24 ton/ha (Figuur 2-1). Opnieuw gaven de gecombineerde strategieën een relatief hoge opbrengst. Groencompost en geitenmest bleven gemiddeld nog steeds achter in opbrengst, maar de verschillen met de gewasvoedende strategieën waren niet significant. Op 24 mei was dit verschil al zichtbaar in een achterblijvende bodembedekking in de varianten groencompost en geitenmest (Tabel 2-7). Opvallend in de productanalyses is het significant lagere drogestofgehalte en hogere N-totaal gehalte in de varianten vinasse, groencompost+, geitenmest+ en kippenmest (Tabel 2-8). Evenals in zaaiui, gaven de varianten groencompost en geitenmest de hoogste drogestofgehalten. Ondanks verschillen in de kaligift waren er geen verschillen in kaliumgehalten tussen varianten.



Figuur 2-1: Bruto gewasopbrengst van zaaiui, zomertarwe en aardappel voor de drie typen bemesting (plantvoedend, bodemvoedend en de combi strategie) ten opzichte van de nulvariant. Het streepje geeft de standaardafwijking weer, een maat voor de spreiding.



Tabel 2-7: Gewasparameters tijdens de groei van zaaiui, zomertarwe en aardappel

Gewas	Zaaiui			Zomertarwe		Aardappel
	Sortering	Nekdiameter	Looflengte	Aren	Eiwit	Bodembedekking
	% > 70mm	mm	cm	#/m ²	%	%
Nul	7 a	10.4 a	50.3 b	428 a	9.8 a	30 a
Vinasse	7 a	11.3 bc	55.3 d	626 d	12.2 c	40 b
Kippenmest	19 b	11.6 c	54.3 d	547 bc	10.6 b	41 b
Luzerne	7 a	10.9 b	52.4 c	504 abc	10.3 ab	37 b
Groencompost	7 a	10.4 a	48.3 a	470 ab	9.9 ab	35 ab
Geitenmest	7 a	11.1 b	48.5 ab	458 ab	9.7 a	34 ab
Groencompost+	8 a	11.0 b	55.7 d	576 cd	11.6 c	38 b
Geitenmest+	8 a	10.8 ab	58.9 e	574 cd	11.4 c	41 b
*LSD (P<0,05)	10	0.5	1.8	91	0.8	5.69

*LSD: verschillen tussen behandelingen zijn statistisch significant (met een betrouwbaarheid van 95%) als het verschil groter is dan de LSD-waarde. Getallen gevolgd door een zelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 2-8: Belangrijkste resultaten van de productanalyses van zaaiui en aardappel per bemestingsstrategie

Gewas	Zaaiui (Wellington)					Aardappel (Triplo)				
	DS	Tot-N	P	S	Fe	DS	Tot-N	P	K	Fe
	%	g/kg ds	g/kg ds	g/kg ds	mg/kg ds	%	g/kg ds	g/kg ds	g/kg ds	mg/kg ds
Nul	11.1 ab	13.2 b	3.1 a	3.0 b	29.5 a	19.4 d	9.9 a	2.9 d	23.6 ab	54.6 abc
Vinasse	11.1 ab	13.4 b	3.0 a	2.9 b	32.8 ab	17.4 a	13.9 d	2.4 a	24.6 abc	58.1 abc
Kippenmest	10.9 a	12.3 ab	2.9 a	2.8 ab	30.5 a	18.3 bc	12.4 c	2.7 bc	24.1 abc	76.0 c
Luzerne	10.9 a	13.3 b	3.1 a	2.8 ab	44.8 c	18.8 cd	11.3 b	2.7 bc	23.9 abc	70.0 bc
Groencompost	11.4 b	12.4 ab	3.1 a	2.5 a	32.5 ab	19.2 d	9.3 a	2.8 c	23.5 a	54.4 a
Geitenmest	11.3 b	11.9 a	3.1 a	2.6 ab	30.2 a	19.2 d	9.7 a	2.9 d	23.8 abc	62.3 abc
Groencompost+	11.0 ab	12.9 ab	3.1 a	2.9 b	42.2 bc	17.9 ab	12.9 c	2.6 b	24.8 bc	61.6 ab
Geitenmest+	11.0 ab	13.2 b	3.1 a	2.9 b	32.8 ab	17.7 ab	12.5 c	2.7 bc	24.9 c	66.9 abc
*LSD (P<0,05)	0.39	1.25	0.21	0.33	11.2	0.68	0.95	0.2	1.3	14.3

*LSD: verschillen tussen behandelingen zijn statistisch significant (met een betrouwbaarheid van 95%) als het verschil groter is dan de LSD-waarde. Getallen gevolgd door een zelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

2.4.2 Bodemontwikkeling

Bodemstructuur en beworteling Visuele bodembeoordeling van de structuur en beworteling onder de zaaiuien in 2005 werd uitgevoerd in vier varianten. Opvallend was het verschil in beworteling: in de vinasse- en de luzernevariant concentreerde de beworteling zich in de bovenste 10 cm van de bouwvoor, in de groencompost en geitenmestvarianten was het hele profiel (tot 30 cm) goed doorworteld (Figuur 2-2). In 2006 werden alle varianten beoordeeld en was het beeld in grote lijnen gelijk aan dat van 2005: vinasse leidt tot een intensievere beworteling in de top laag en vooral geitenmest zorgt voor een intensieve beworteling van de hele bouwvoor. Onder het aardappelgewas werden in 2007 geen significante verschillen tussen behandelingen gevonden (Tabel 2-9). Het percentage kruimels in de laag 0-10 cm was voor alle varianten gemiddeld 70%. In de laag 10-20 cm was het percentage scherpblokkige elementen ca. 10% hoger in de nul- en de vinassevariant ten opzichte van de overige varianten.

Tabel 2-9: Bodembeoordeling onder aardappel in 2007.

Strategie	Kruimel elementen	Scherpblokkige elementen		Beworteling
	% in laag 0-10 cm	% in laag 10-20 cm	% in laag 20-30 cm	#/m ² op 20 cm diepte
Nulvariant	70 ab	26 a	43 b	1600 ab
Vinasse	70 ab	26 a	19 ab	900 a
Kippenmest	70 ab	19 a	9 a	1400 ab
Luzerne	73 b	16 a	40 b	1175 ab
Groencompost	65 a	14 a	25 ab	1525 ab
Geitenmest	68 ab	19 a	45 b	1950 b
Groencompost+	75 b	16 a	40 b	1950 b
Geitenmest+	70 ab	28 a	28 ab	1675 ab
*LSD (P<0,05)	7	26	27	953

*LSD: verschillen tussen behandelingen zijn statistisch significant (met een betrouwbaarheid van 95%) als het verschil groter is dan de LSD-waarde. Getallen gevolgd door een zelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Figuur 2-2: Bewortelingsbeeld bij vinasse (L) en bij groencompost (R) in zaaiui (2005).



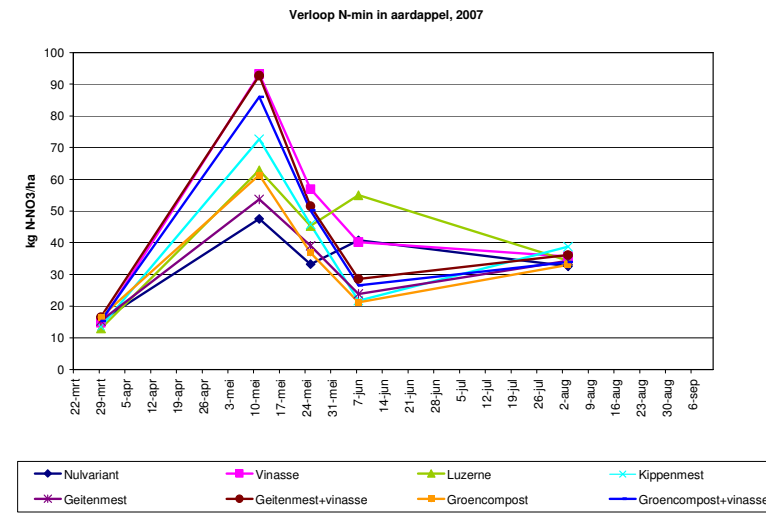
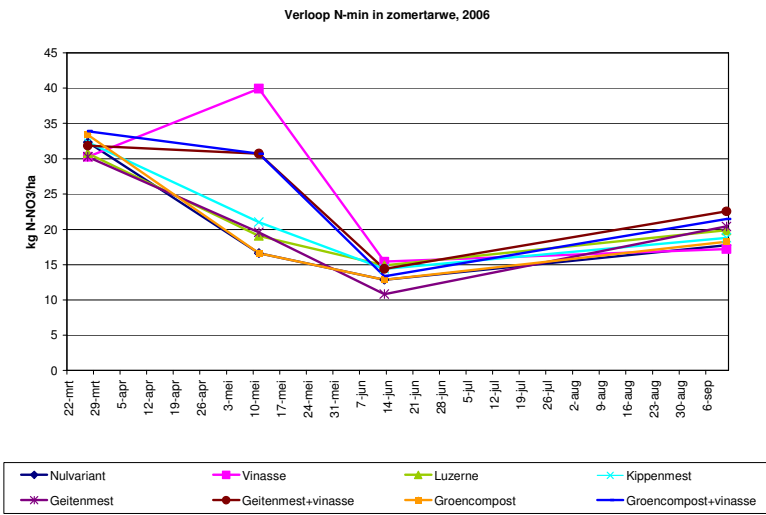
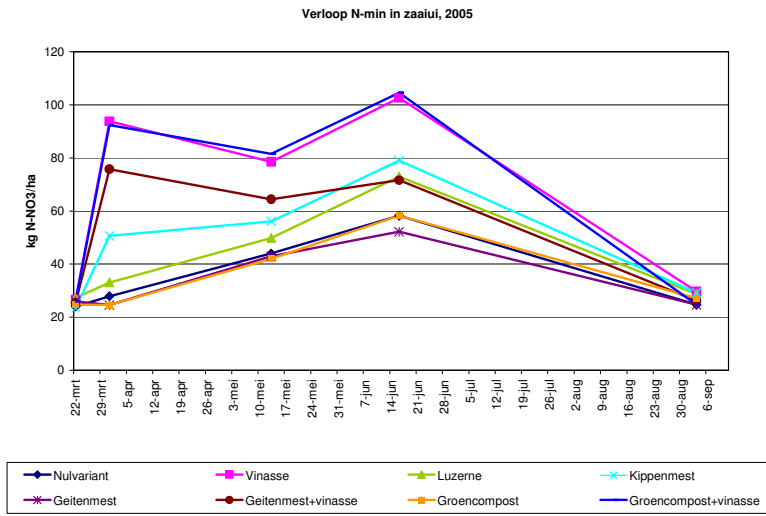
Bodemchemische kwaliteit De belangrijkste resultaten van de bodemchemische analyse zijn weergegeven in Tabel 2-10. In N-totaal en P-totaal waren geen veranderingen tussen strategieën meetbaar. De Pw was opvallend hoger dan bij de meting in 2004. Het verschil in aanvoer van fosfaat tussen de strategieën kwam na drie jaar bemesten nog niet naar voren in de waarde van de Pw of P-Al in de bodem. Opvallend was dat de Pw-waarden sinds metingen in 2006 (niet weergegeven) gemiddeld ca. 10 mg/l hoger liggen dan de waarden in 2004. Mogelijk is een verandering in de analysemethode hier debet aan.

Tabel 2-10: Chemische bodemvruchtbaarheid aan het einde van de proef (bemonsteringsdatum 3 augustus 2007) per variant in de laag 0-25 cm

Strategie	O.S	N-totaal	P-totaal	Pw	K-HCL	pH-KCL
	%	mg N/kg	mg P ₂ O ₅ / 100 g	mg P ₂ O ₅ / l	mg K ₂ O/ 100 g	-
Nulvariant	2.8	1350	177	48	25	7.3
Vinasse	2.7	1304	174	41	23	7.4
Kippenmest	2.7	1278	178	51	25	7.4
Luzerne	2.7	1288	173	46	25	7.3
Groencompost	2.8	1349	183	51	27	7.2
Geitenmest	2.8	1354	178	48	27	7.3
Groencompost+	2.8	1350	177	44	25	7.3
Geitenmest+	2.9	1400	184	52	27	7.2

Het stikstofverloop in de veldjes geeft een beeld van de verschillen in mineralisatiesnelheid tussen de diverse mestsoorten en combinaties. De gemiddelde hoeveelheden N-min in de bodem zijn weergegeven in Figuur 2-3. Tijdens de eerste meting, vóór de plantvoedende mestgift in het voorjaar, en tijdens de laatste meting, na de oogst van het gewas, is het N-min gehalte in alle varianten gelijk. De hoeveelheid varieert van 13 tot 40 kg NO₃-N/ha. De tweede meting, kort na bemesting, geeft een beeld van de direct toegevoegde minerale stikstof uit de meststoffen in combinatie met de N-mineralisatie uit de bodem. Dankzij de nulvariant wordt duidelijk dat de nalevering uit de bodem van het proefperceel op kan lopen tot 50 á 60 kg NO₃-N/ha/jaar. Met name vinasse bevat een grote hoeveelheid direct beschikbare stikstof. In de varianten geitenmest en groencompost is de hoeveelheid beschikbare NO₃-N nagenoeg gelijk aan de beschikbaarheid in de nulvariant. Groencompost en geitenmest lijken stikstof aan de bodem te onttrekken. Uit de metingen in zaaiui blijkt dat kippenmest en luzerne korrel in de eerste weken nog weinig stikstof leveren, maar dat de beschikbaarheid gedurende het seizoen toeneemt.

Figuur 2-3: Verloop van N-min gedurende het groeiseizoen in zaaiui, zomertarwe en aardappel.



Bodembologisch Na drie jaar had bemestingsstrategie geen significant effect op respiratie of het aantal wormengangen in de bodem. Tabel 2-11 geeft de resultaten uit 2007. De gemiddelde respiratie in 2005, 2006 en 2007 was respectievelijk 46-, 60-, en 38 mg CO₂/ 100 g droge grond/ week. Vinasse gaf drie jaar op rij de laagste bodemrespiratie (data niet weergegeven). In geitenmest en groencompost was de respiratie niet opvallend hoger dan in de overige varianten. De verschillen in wormengangen waren niet eenduidig. In 2007 hadden varianten met groencompost de meeste, en kippenmest en luzerne de minste wormengangen op 20 cm diepte. Door een grote spreiding tussen herhalingen waren de verschillen niet statistisch betrouwbaar.

Tabel 2-11: Bodembioologische parameters in 2007 per variant

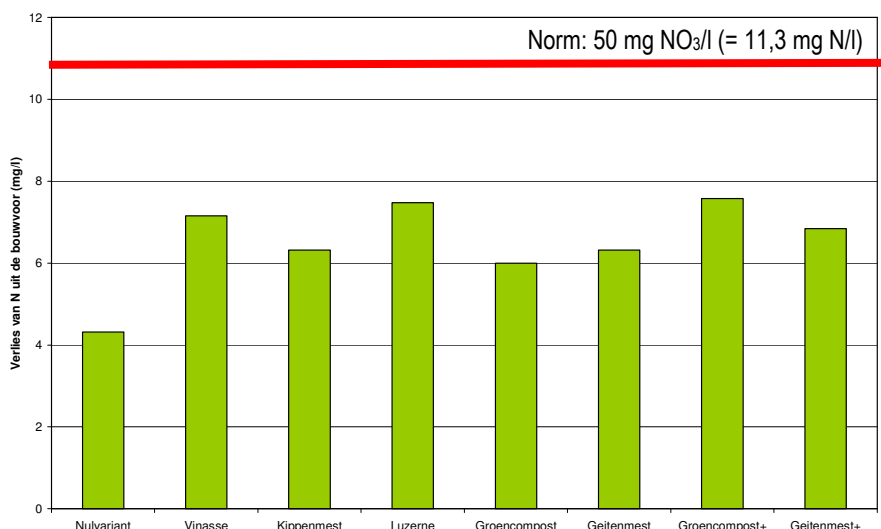
Strategie	CO ₂	Wormengangen	
	mg/100 g droge grond per week	#/m ² op 20 cm diepte	#/m ² op 30 cm diepte
Nulvariant	37 a	212 a	100 ab
Vinasse	36 a	200 a	125 ab
Kippenmest	37 a	150 a	163 b
Luzerne	38 a	162 a	63 a
Groencompost	38 a	250 a	125 ab
Geitenmest	38 a	188 a	100 ab
Groencompost+	36 a	213 a	100 ab
Geitenmest+	41 a	188 a	200 b
*LSD (P<0,05)	5.4	133	94

*LSD: verschillen tussen behandelingen zijn statistisch significant (met een betrouwbaarheid van 95%) als het verschil groter is dan de LSD-waarde. Getallen gevolgd door een zelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

2.4.3 Nutriëntenefficiëntie

Nutriëntenemissie Nederland moet vanaf 2006 voldoen aan de verplichtingen die voortkomen uit de Europese Nitraatrichtlijn (91/676/EEC). Uit deze richtlijn volgt dat met betrekking tot het gebruik van meststoffen er gewerkt zal worden met een stelsel van normen voor het gebruik van stikstof, fosfaat en dierlijke mest in de landbouw om te voorkomen dat de norm van 50 mg nitraat (NO₃) per liter grondwater wordt overschreden. In het in dit rapport beschreven onderzoek zijn geen metingen aan nitraatuitspoeling verricht. Wel kan met behulp van het stikstofmodel NDICEA versie 5.3.17 (van der Burgt et al, 2006) per variant het potentiële stikstofverlies naar het milieu worden berekend. Modelleren met NDICEA op basis van de verzamelde data resulteert in de hoeveelheid stikstof (N) die verdwijnt uit de bewortelbare zone (0-70 cm). Dit berekende verlies wil nog niet zeggen dat deze N ook in het grondwater terecht komt. Via denitrificatie in de ondergrond wordt een deel van de NO₃-N alsnog omgezet in N₂ en N₂O. Het aandeel stikstof dat daadwerkelijk uitspoelt wordt de uitspoelingsfractie genoemd (Fraters et al., 2007). Met behulp van het binnen NDICEA berekende neerslagoverschot (475 mm) en een inschatting van de uitspoelingsfractie (0,5) kan het aantal kilogrammen N/ha uit NDICEA worden omgerekend naar mg N/liter. De EU-nitraatnorm van 50 mg NO₃ per liter grondwater is gelijk aan 11,3 mg N/l. Zodra een bemestingsstrategie dus deze hoeveelheid overschrijdt kan er sprake zijn van een overschrijding van de nitraatnorm voor oppervlakte water. Uit de berekening blijkt dat alle bemestingsvarianten in de hier beschreven proefopzet wat betreft stikstofverlies onder de bouwvoor lager uitkomen dan de norm (Figuur 2-4).

Figuur 2-4: Effect van bemestingsstrategie op gemiddeld verlies van nitraat (N) onder de bouwvoor in mg/liter. De rode lijn geeft de EU-nitraatnorm aan.



Fosfaatevenwicht In de Meststoffenwet (MNP, 2007) is een traject vastgesteld voor aanscherping van de fosfaat-gebruiksnormen zodat in 2015 evenwichtsbemesting wordt bereikt. Hiermee beoogt Nederland een bijdrage te leveren aan de ecologische opgave uit de Kaderrichtlijn Water (KRW) waar in 2015 aan moet worden voldaan. Onder fosfaatevenwicht wordt verstaan: aanvoer fosfaat = afvoer fosfaat met oogst. Het beleid gaat daarbij uit van een onvermijdelijk fosfaatverlies van maximaal 5 kg P₂O₅/ha/jr (VROM, 2004). De indicatieve gebruiksnorm voor evenwichtsbemesting in 2015 is 60 kg/ha. Tabel 2-12 geeft per bemestingsstrategie de gemiddelde fosfaataanvoer met de meststof, de gemiddelde afvoer bij oogst en het gemiddelde overschot of tekort per hectare per jaar. Op basis van drie jaar voldoen de vinasse en luzerne variant aan de fosfaatevenwichtsdoelstelling voor 2015. De variant kippenmest gaat ver over de evenwichts-doelstelling heen. Groencompost en geitenmest, al dan niet gecombineerd met vinasse leiden tot overschotten van ca. 20 kg P₂O₅/ha/jr.

Tabel 2-12: Effect van bemestingsvariant op gemiddelde fosfaatgift, -afvoer en -overschot in kg per ha per jaar op basis van de gegevens 2004-2007.

Strategie	P ₂ O ₅ -gift	P ₂ O ₅ - afvoer*	P ₂ O ₅ - overschot
	kg/ ha/ jr		
Nulvariant	0	38	-38
Vinasse	5	46	-41
Kippenmest	144	45	99
Luzerne	25	41	-16
Groencompost	60	41	19
Geitenmest	60	38	22
Groencompost+	65	46	19
Geitenmest+	64	49	15

*Afvoer is berekend op basis van de opbrengst maal de mineraleninhoud van gewassen

2.5 Conclusies

Wat zijn de effecten van verschillende organische mest- en compoststrategieën uit de praktijk op de gewasopbrengsten en de bodemvruchtbaarheid op langere termijn?

- Een strategie waarbij zowel aandacht is voor het voeden van de bodem als voor het voeden van het gewas lijkt op termijn het meest duurzaam: de 'combi-strategieën' gaven de hoogste opbrengsten en beperkte verliezen naar het milieu.
- Het lijkt erop alsof compost en geitenmest stikstof aan de bodem onttrekken voor de vertering van het organische materiaal. In de combi-strategie wordt die stikstof toegevoegd via vinasse en ontstaat een meerwaarde, zowel voor de bodem als voor de productkwaliteit.
- De vinasse- en luzernevariant voldoen aan de fosfaatevenwichtsdoelstelling voor 2015. De variant kippenmest gaat ver over de evenwichtsdoelstelling heen. Groencompost en geitenmest, al dan niet gecombineerd met vinasse leiden tot overschotten van ca. 20 kg P₂O₅/ha/jr.
- Bemestingsstrategie heeft na drie jaar nog geen meetbaar effect op de chemische samenstelling van de bodem.
- De nulvariant laat zien dat de nalevering uit een vruchtbare bodem op kan lopen tot 50 á 60 kg NO₃-N/ha/jaar.
- Vinasse bevordert de wortelontwikkeling in de bovenste 10 cm van de bouwvoor. Ondergewerkte meststoffen zoals geitenmest en groencompost bevorderen de doorworteling van de gehele bouwvoor.

Wat is het effect van bemestingsstrategie op de nitraatverliezen?

- Uit de berekening met NDICEA blijkt dat alle bemestingsvarianten in de hier beschreven proefopzet wat betreft stikstofverlies onder de bouwvoor lager uitkomen dan de norm. Varianten met vinasse en de luzernevariant geven de grootste kans op verliezen.

Draagt bemestingsstrategie bij aan de vastlegging van koolstof (C) in de bodem?

- Uit berekeningen met NDICEA blijkt het organische stofgehalte op termijn af te nemen in de varianten: geen bemesting (nul), vinasse, luzerne, kippenmest en toe te nemen in de varianten: groencompost, geitenmest, groencompost+ en geitenmest+.

Wat zijn de effecten van alternatieve strategieën met niet-dierlijke mest op gewasopbrengst en bodemvruchtbaarheid op langere termijn?

- Luzerne heeft potentie als alternatief voor kippenmest. De stikstoflevering komt trager op gang, maar dat is gunstig voor gewassen die ook later in het seizoen nog stikstof behoeven. Grootste nadeel is de hoge prijs. Meer onderzoek is nodig naar de optimale en meest duurzame toepassing van luzerne in de praktijk.
- Compost levert een positieve bijdrage aan de vastlegging van koolstof in de bouwvoor en is gunstig voor de bodemstructuur. De opbrengsten liggen gemiddeld iets hoger dan bij geitenmest. Vooral in combinatie met een snelwerkende meststof biedt een strategie met compost als basis perspectieven voor de praktijk.

Hoe is de uitwerking van bemestingsstrategie op de kwaliteit van het product?

- Bemestingsstrategie heeft invloed op de kwaliteit van het eindproduct maar de mate waarin verschilt per gewas. In zaaiui leidt kippenmest tot opvallend grotere maten, in zomertarwe leidt een gecombineerde strategie tot een significant hoger eiwitgehalte en in aardappel geven geitenmest, groencompost en luzerne de laagste stikstofgehalten in de knollen en het hoogste droge stofpercentage.

3 Fosfaatevenwicht bij vaste rijpaden

3.1 Aanleiding

Fosfaatevenwicht Het Nederlandse mestbeleid (De Meststoffenwet) is gebaseerd op een Europese richtlijn: de Nitraatrichtlijn (91/676/EEG) inzake de bescherming van grondwater en oppervlaktewater. Om in 2015 te kunnen voldoen aan de Kaderrichtlijn Water (KRW), heeft de Nederlandse overheid het voornemen om de fosfaatgebruiksnormen aan te scherpen met het doel om in 2015 evenwichtsbemesting te bereiken. Evenwichtsbemesting houdt in dat het gebruik van fosfaat overeen moet komen met de opname door het gewas, inclusief een onvermijdbaar verlies (< 5 kg per ha per jaar). Dit betekent een fosfaatgebruiksnorm van gemiddeld 60 kg fosfaat per hectare per jaar voor bouwland (VROM, 2004). Onduidelijk is of binnen de randvoorwaarden van de wetgeving een voldoende bodemkwaliteit te handhaven is en wat de gevolgen voor gewasopbrengsten in de akkerbouw en vollegrondsgroententeelt zullen zijn. Voor de praktijk is de belangrijkste vraag hoe er bij beperkte inzet van fosfaat toch goede opbrengsten kunnen worden gerealiseerd. Efficiënte benutting van mineralen speelt daarbij een steeds grotere rol.

Vaste rijpaden Schaalvergroting, een toenemende inzet van zware machines, banden met te hoge spanning en grondbewerking onder (te) natte omstandigheden vergroten de kans op bodemverdichting. Het opbrengstvermogen van de grond wordt daardoor beperkt, het veroorzaakt kwaliteitsproblemen in de producten, er zijn minder werkbare dagen en de benutting van water en nutriënten is minder goed. Een oplossing die zowel gangbaar als biologisch perspectief biedt is de rijpadenteelt. Voor alle bewerkingen rijdt de trekker jaarlijks in hetzelfde spoor. Zo ontstaan rijpaden. Door gebruik te maken van GPS ligt het spoor steeds op dezelfde plaats. Door te werken met rupsbanden wordt afglijden van de paden voorkomen en wordt het aantal werkbare dagen vergroot.

De verwachting van de inzet van rijpaden is verbetering van de bodemstructuur en daardoor een betere benutting van nutriënten. Een verlaging van de fosfaatgift in combinatie met een gunstige bodemstructuur dankzij het gebruik van vaste rijpaden zou voor de praktijk dus een mogelijkheid zijn om bij beperkte nutriënteninput toch een goede opbrengst te realiseren.

3.2 Vraagstelling

Dit deel van het onderzoek gaat in op de volgende vragen:

- Leidt het werken vanaf vaste rijpaden tot een betere bodemkwaliteit en wat is het effect ervan op de opbrengst?
- Wat is het effect van een verlaging van de bemesting tot fosfaatevenwicht op bodem en productkwaliteit?
- Kan door middel van een verbetering van de bodemkwaliteit fosfaatevenwichtsbemesting worden bereikt?

3.3 Materiaal en Methoden

3.3.1 Proefopzet

Het onderzoek is uitgevoerd op een perceel van een biologisch akkerbouw bedrijf op zware zavel. In september 2003 werd een vierjarige proef ingezet met twee soorten bodembewerking en twee niveaus van bemesting (Tabel 3-1). De proefopzet bestond uit een split-plot waarin de factor grondbewerking werd verloot over banen van 6,3 m breed (plots) en de factor bemesting werd verloot binnen plots over twee subplots van 6,3 x 25 m. Het geheel werd herhaald in vier blokken. Tussen blokken werd een bufferstrook van 6,30 m. aangelegd. Het proefveldschema is gegeven in Bijlage 5. Voor de proef werd het bouwplan van de teler aangehouden. De gewassen in de verschillende jaren waren: spinazie gevolgd door een groenbemester (2004), peen (2005), aardappel (2006) en graszaad (2007). Jaarlijks werd het effect van behandelingen op bodem en gewas onderzocht.

Tabel 3-1: Onderzoeksvarianten

Variant	Bodembewerking	Bemesting
GB-100	Gangbaar biologisch (GB)	Praktijkniveau (100%)
GB-ev	Gangbaar biologisch (GB)	P-evenwichtsbemesting (P-Evenw.)
GPS-100	Vaste rijpaden via GPS (GPS)	Praktijkniveau (100%)
GPS-ev	Vaste rijpaden via GPS (GPS)	P-evenwichtsbemesting (P-Evenw.)

3.3.2 Locatie

De proef is aangelegd op een perceel van het bedrijf Biotrio de Nieuwe Weg, ten noordoosten van Zevenbergen in het noordwesten van Noord-Brabant (51°39' N, 4°38'E). De bodem van het perceel is een zware zavel grond, relatief arm aan organische stof (2,4%) en 23% lutum. De bodemvruchtbaarheidstoestand bij aanvang van de proef is weergegeven in Tabel 3-2. In het jaar voor aanvang van de proef stond er rode kool op het perceel.

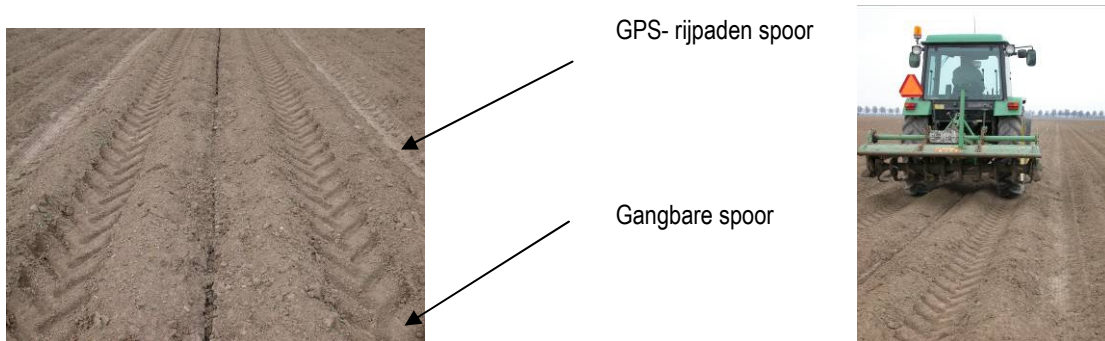
Tabel 3-2: Bodemvruchtbaarheid bij aanvang van de proef (bemonsteringsdatum april 2004).

Laag	Lutum	O.S	N-totaal	P-totaal	Pw	P-AI	K-HCL	pH-KCL
Cm	%	%	mg N/kg	mg P ₂ O ₅ / 100 g	mg P ₂ O ₅ / l	mg P ₂ O ₅ /100 g	mg K ₂ O/ 100 g	-
0-30	23	2.4	1419	183	63	53	30	7.4

3.3.3 Uitvoering

Bodembewerking In het rijpadensysteem worden alle bewerkingen binnen de gewassen, vanaf de zaaibedbereiding tot de oogst, uitgevoerd vanaf rijpaden (spoorbreedte 3,15 m.) en met inzet van precisiebesturing (GPS). De rijpaden liggen sinds 2002 elk jaar op dezelfde locatie met een nauwkeurigheid van 5 cm. Als basis voor het rijpadensysteem wordt een Fendt Favorit 916, 190 PK trekker gebruikt, met vier 30 cm brede rupsbanden op een spoorbreedte van 3,15 m. en voorzien van een GeoTec RTK-DGPS besturingssysteem.

In het gangbaar-biologisch systeem (GB) wordt gewerkt volgens 'best practise', met lage bandendruk en zonder elektronisch precisie systeem. Om de normale bodembereiding tijdens bemesting of opbouw van ruggen te simuleren wordt er in het GB-systeem een extra spoor gereden met de grondbewerkingstrekker.



Bemesting Jaarlijks wordt in het voorjaar een bemesting uitgevoerd zoals de teler dat zelf zou doen in het betreffende gewas. Dit betekent dat in sommige jaren geen bemesting wordt uitgevoerd. Telkens wordt bemest op twee niveaus: 100% en fosfaatevenwicht (P_2O_5 aanvoer = P_2O_5 afvoer). Er wordt bemest met de meststof die de teler in het betreffende gewas toepast. Toediening van de rundveedrijfmest werd in 2004 uitgevoerd met een zelfrijdende machine met sleufkouters op rupsbanden en in 2007 met een gangbare sleepslangmachine. Kippenmestkorrels werden in 2006 handmatig toegediend. Tabel 3-3 geeft een overzicht van de samenstelling van de toegepaste meststoffen.

Tabel 3-4 geeft een overzicht van de jaarlijkse nutriënteninput per strategie.

Oogst en gewasbemonstering Meerdere keren per jaar werd de proeflocatie bezocht en werd de gewasontwikkeling gevolgd. Jaarlijks werd de opbrengst en productkwaliteit van het gewas bepaald. De methode per gewas staat beschreven in Bijlage 3.

Bodembemonstering en –analyse Jaarlijks is de bouwvoor van het proefveld bemonsterd voor de bepaling van diverse chemische, fysische en biologische parameters. De uitgevoerde bepalingen zijn weergegeven in Tabel 3-5. Beschrijving van de methoden is gegeven in Bijlage 3.

Statistische analyse De resultaten zijn geanalyseerd met het statistisch programma GenStat Release 9.1. Met behulp van variantie analyse (ANOVA) is getoetst op effect van grondbewerking, bemesting en interactie tussen grondbewerking en bemesting (split-plot). Via blokken (blok/plot/subplot) is gecorrigeerd voor verloop in het veld. In de tabellen met resultaten worden statistisch betrouwbare verschillen tussen varianten aangegeven via de P-waarde ($\alpha=0,05$).

Weersomstandigheden Gemiddelde nationale temperatuur en neerslag tijdens de onderzoeksperiode zijn gegeven in Bijlage 4. In geen van de vier onderzoeksjaren is het weer belemmerend geweest voor het onderzoek. De perceelsoogst van de peen vond plaats onder te natte omstandigheden. Het effect daarvan speelt door in resultaten van de daaropvolgende jaren.

Tabel 3-3: Gemiddelde samenstelling van de organische meststoffen in gram per kilogram vers product

Meststof	C/N	Droge stof	Organische stof	N-totaal	N-min	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O
Drijfmest 2004 en 2007	7	81	61	4	2.2	1.8	1.45	5.5
DCM-korrels 2006	*	*	*	7	*	*	3	3

Tabel 3-4: Nutriënteninput per jaar

Jaar	Gewas	Bemesting	Datum	Toediening	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2004	Spinazie	100%	19-04-2004	40 ton RDM/ha	160	60	220
		P-Evenw.	19-04-2004	14 ton RDM/ha	56	21	77
2005	Peen	100%	*	Geen	0	0	0
		P-Evenw.	*	Geen	0	0	0
2006	Aardappel	100%	24-04-2006	2,5 ton DCM-korrels/ha	175	75	75
		P-Evenw.	24-04-2006	1,3 ton DCM-korrels/ha	91	39	39
2007	Graszaad	100%	05-04-2007	45 ton RDM/ha	180	81	248
		P-Evenw.	05-04-2007	25 ton RDM/ha	100	45	138

Tabel 3-5: Onderzochte chemische, fysische en biologische bodemparameters in 2004, 2005, 2006 en 2007, bodemlaag waarin de parameter bepaald werd en eenheid van weergave.

Parameter	Lagen (cm)	Eenheid	2004	2005	2006	2007
Lutum	0-30	%	Ja	Ja	Nee	Nee
Organische stof	0-30	%	Ja	Ja	Ja	Ja
pH-KCL	0-30	-log[H ⁺]	Ja	Ja	Ja	Ja
N-totaal	0-30	mg N/ kg droge grond	Ja	Ja	Ja	Ja
P-totaal	0-30	mg P ₂ O ₅ / 100 g droge grond	Ja	Ja	Ja	Ja
Pw	0-30	mg P ₂ O ₅ / l	Nee	Ja	Ja	Ja
P-AI	0-30	mg P ₂ O ₅ /100 g droge grond	Ja	Ja	Ja	Ja
K-HCL	0-30	mg K ₂ O/ 100 g droge grond	Nee	Ja	Ja	Ja
Indringingsweerstand	0-50	mPa	Ja	Ja	Ja	Ja
Bodemstructuur	0-30	% kruimel, afgerond, scherp	Ja	Nee	Ja	Ja
Wormengangen	0-30	Score 0-5	Ja	Ja	Ja	Ja
Wormen aantal	0-30	#/ m ²	Ja	Ja	Ja	Ja
Respiratie	0-30	mg CO ₂ / 100 g droge grond/ week	Nee	Nee	Ja	Nee

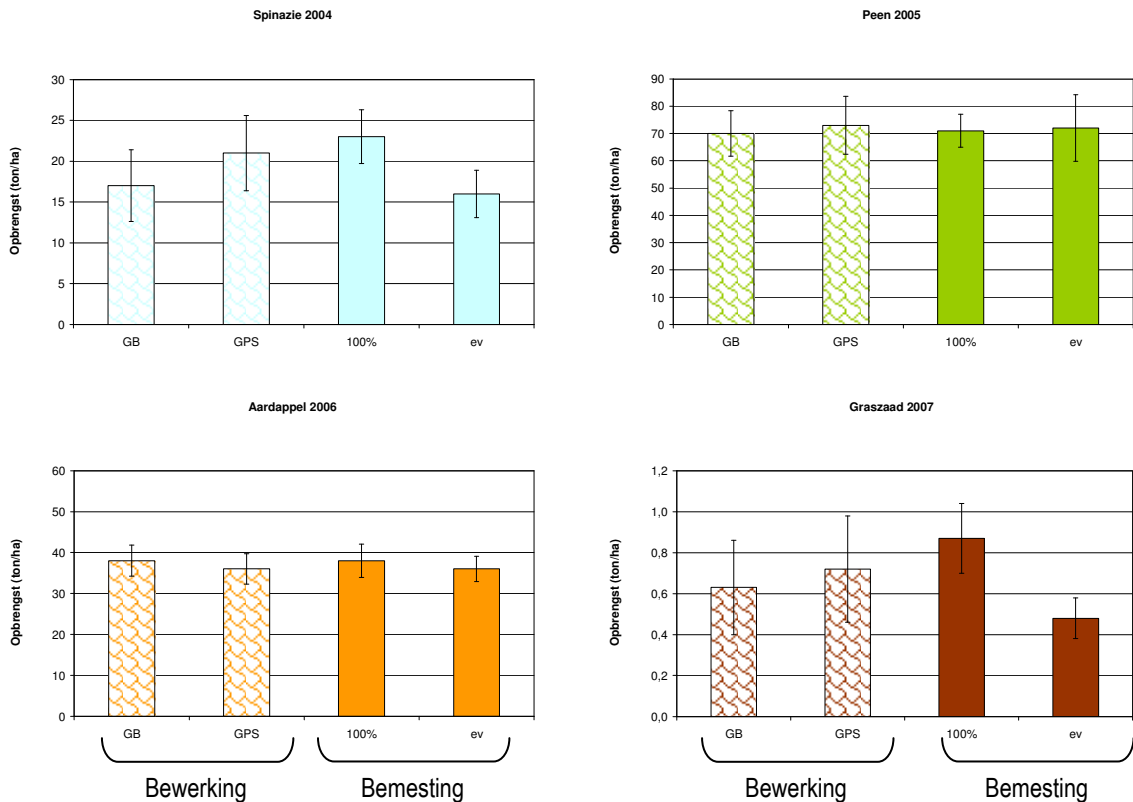
Bodemchemische analyse door BLGG, Oosterbeek. Productanalyses door ALTIC, Dronten

3.4 Resultaten

3.4.1 Opbrengst en productkwaliteit

Opbrengst De bruto opbrengst van de gewassen per jaar is weergegeven in Figuur 3-1. Wat opvalt is de gelijke trend in spinazie (2004) en graszaad (2007): significant lagere opbrengsten bij verlaging van de mestgift tot op fosfaatevenwicht en gemiddeld hogere opbrengsten bij bewerking vanaf vaste rijpaden (GPS). Ook peen (2005) en aardappel (2006) laten een gelijke trend in opbrengst zien: geen grote verschillen tussen behandelingen. In spinazie leidde evenwichtsbemesting (65% minder mest) tot gemiddeld 30% minder opbrengst. In graszaad leidde 45% minder mest tot gemiddeld 45% minder opbrengst. Spinazie en graszaad worden beiden volvelds geteeld en vragen relatief veel stikstof, bemesting op fosfaatevenwicht is daar in de huidige rotatie niet toereikend. Peen en aardappel worden beiden op ruggen geteeld. Het verschil in teeltwijze lijkt een van de verklaringen voor de opbrengst cijfers.

Figuur 3-1: Effect van bewerking (linker twee kolommen) en bemesting (rechter twee kolommen) op de bruto opbrengst van spinazie, peen, aardappel en graszaad.



Er was geen significante interactie tussen bodembewerking en bemesting, d.w.z. de verwachting dat het werken met vaste rijpaden een verlaagde mestgift tot op fosfaatevenwicht zodanig kon compenseren dat de opbrengsten gelijk bleven werd niet betrouwbaar bewezen. Echter, in spinazie en graszaad kwam de gemiddelde opbrengst bij gebruik van vaste rijpaden in combinatie met evenwichtsbemesting dicht in de buurt van de opbrengst bij GB-bewerking en 100% bemesting (17- en 21 ton/ha spinazie en 0,6- en 0,8 ton/ha graszaad respectievelijk).

Productkwaliteit De productkwaliteit werd in het algemeen sterker beïnvloed door het bemestingsniveau dan door de bodembewerking. De opvallendste resultaten zijn weergegeven in Tabel 3-6. In spinazie gaf minder mest een significant hoger drogestofgehalte en minder N en K in het gewas. Het gemiddelde nitraatgehalte van de peen was 165 mg/kg. De spreiding was groot (van 68 tot 342 mg/kg), maar niet gerelateerd aan de varianten (resultaten niet weergegeven). Er was een opvallend verschil in sortering (Figuur 3-2). Gemiddeld hadden monsters uit het GPS-rijpadensysteem 7% minder uitval (resultaten niet weergegeven) en waren de penen homogener. Minder mest leidde in aardappel tot een lager gehalte N-totaal in de knollen. Er was geen effect van bewerking of bemestingsniveau op zuiverheid en vochtgehalte van het graszaad.

Figuur 3-2: GPS-rijpadensysteem (rechts) geeft homogenere peen dan het gangbaar biologische systeem (links).



Tabel 3-6: Belangrijkste resultaten van de productanalyses van spinazie en peen per bemestingsstrategie

Gewas	Spinazie				Peen			
	DS	Tot-N	P	K	DS	Nitraat	P	K
Parameter								
Variant	%	g/kg ds	g/kg ds	g/kg ds	%	mg/kg	g/kg ds	g/kg ds
Bewerking								
GB	10.4	30	4.3	82	12	156	2.7	31
GPS	9.5	33	4.5	88	12	177	2.6	30
Bemesting								
100%	9.1	34	4.5	90	12	166	2.6	31
P-Evenw.	10.8	29	4.4	79	12	167	2.7	30
Bodembewerking								
T	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Bemesting								
*	**	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS

*P-waarde ANOVA: **= $p < 0,01$; *= $p < 0,05$; T=Trend ($0,05 < p < 0,1$), NS=geen significant effect van de behandeling.

3.4.2 Bodemontwikkeling

Bodemstructuur en wormengangen Bodembewerking had significante effecten op de visuele bodembeoordeling (Tabel 3-7). Bewerking via het GPS-rijpadensysteem gaf op verschillende dieptes en in verschillende jaren meer gunstige structurelementen en minder ongunstige structurelementen. Ook resulteerde het GSP-rijpadensysteem in 2004 en 2005 in meer wormengangen in de bouwvoor.

Tabel 3-7: Effect van bodembewerking en bemesting op de visuele bodembeoordeling in verschillende jaren.

Strategie	Kruimel elementen (%)			Scherpblokkige elementen (%)			Wormengangen (0-5)		
	0-20 cm		0-10 cm	0-20 cm		0-10 cm	0-20 cm		
	2004	2005	2007	2004	2005	2007	2004	2005	2007
Bewerking									
GB	20	51	26	35	12	44	3.1	3.4	1.4
GPS	41	71	47	4	8	13	4.6	4.0	1.3
Bemesting									
100%	31	65	33	18	9	31	3.8	3.8	1.4
P-Evenw.	30	57	41	20	11	26	3.9	3.7	1.3
Bewerking	**	*	T	*	NS	*	*	T	NS
Bemesting	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*P-waarde ANOVA: **= $p < 0,01$; *= $p < 0,05$; T=Trend ($0,05 < p < 0,1$), NS=geen significant effect van de behandeling.

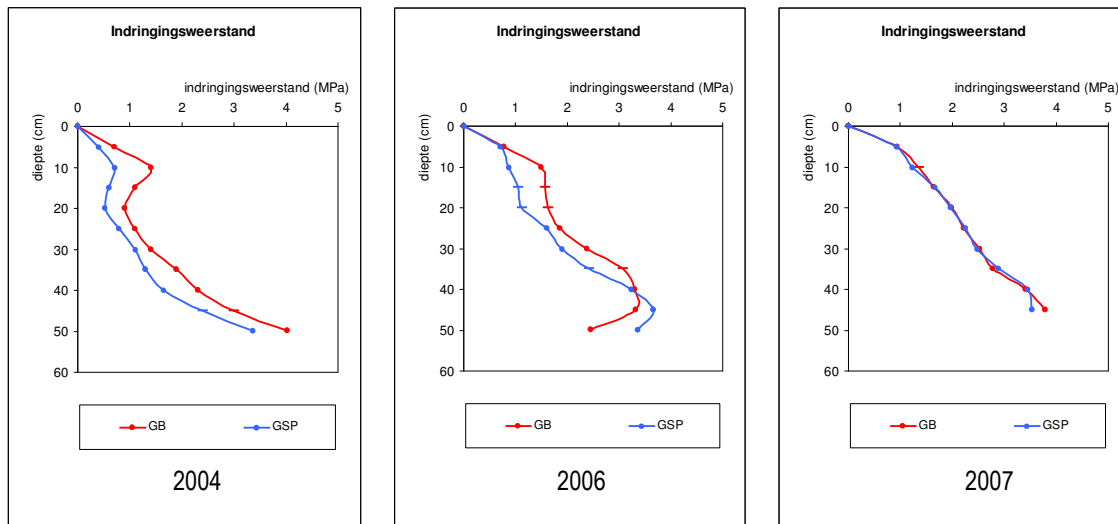
In 2006 was de bodemstructuur over het geheel genomen minder mooi dan verwacht. Natte omstandigheden tijdens de peenoogst in 2005 zijn waarschijnlijk de oorzaak. Opvallend bij de beoordeling was het ontbreken van kruimels en afgeronde structurelementen. Wel waren er twee soorten scherpblokkige structurelementen te onderscheiden: volledig dicht en duidelijk poreus door wormengangen (Figuur 3-3). Per plot is daarom het percentage van porierijke scherpblokkige elementen als parameter voor bodemstructuur bepaald. Dit percentage was significant hoger in de GPS-varianten. In GB-varianten werd gemiddeld slechts 6% porierijke kluiten gevonden, in GPS-varianten 54%.



Figuur 3-3: In 2006 werd de bodemstructuur beoordeeld als percentage scherpblokkige elementen met poriën (links). Rechts een foto van scherpblokkige elementen zonder poriën.

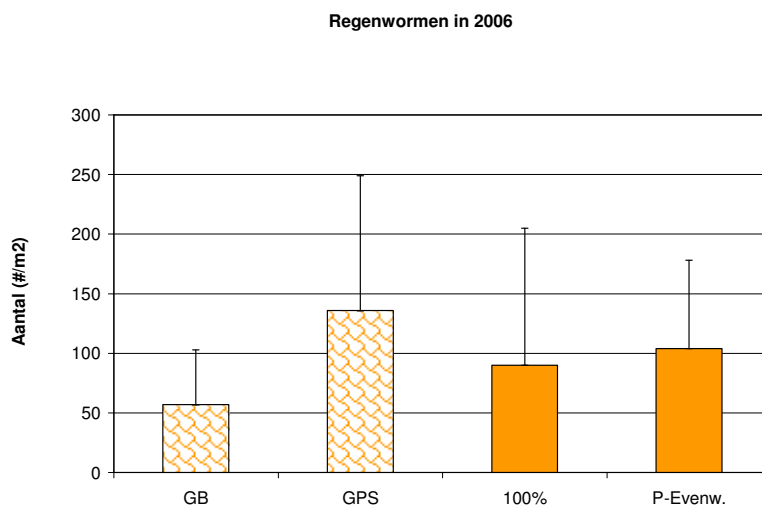
Indringingsweerstand De resultaten van de metingen met de penetrograaf in 2004, 2006 en 2007 zijn weergegeven in Figuur 3-4. In alle jaren waren er significante effecten van bodembewerking. In 2004 en in 2006 was de gemiddelde bodemweerstand in de laag 0-40 cm diepte lager in het GPS-systeem. In 2007 was de bodemweerstand alleen significant lager op 10 cm diepte. Er was geen effect van bemestingsniveau.

Figuur 3-4: Indringingsweerstand per bewerkingstype in 2004, 2006 en 2007. Horizontale streepjes geven aan waar verschillen significant zijn.



Bodembiologisch Bodembewerking vanaf vaste rijpaden had in 2006 een gunstig effect op het aantal regenwormen in de bouwvoor. Gemiddeld was het aantal regenwormen per vierkante meter meer dan twee keer zo hoog in plots waarin gewerkt werd vanaf vaste rijpaden (GPS) ten opzichte van gangbaar bereiden plots (GB). Door een grote spreiding tussen herhalingen waren de verschillen niet significant (Figuur 3-5).

Figuur 3-5: Aantal regenwormen per bewerkingstrategie (links) en bemestingsstrategie (rechts).



Bodemchemische kwaliteit Bodembewerking en bemesting hadden geen significante effect op de bodemchemische samenstelling gedurende de periode van het onderzoek (2004-2007). In Tabel 3-8 zijn de gemiddelden per jaar weergegeven in de plots waar de mestgift werd verlaagd tot fosfaatevenwicht. Trends waren niet eenduidig. Verlaging van het bemestingsniveau tot fosfaatevenwicht had binnen vier jaar geen meetbaar effect op P-totaal nog op de hoeveelheid voor de plant beschikbaar fosfaat (Pw en P-AI).

Tabel 3-8: Chemische bodemvruchtbaarheid per jaar in de laag 0-30 cm (gemeten in het voorjaar) bij verlaging van de mestgift tot fosfaatevenwicht.

Strategie	O.S	N-totaal	P-totaal	Pw	P-AI	K-HCL	pH-KCL
P-Evenw.	%	mg N/kg	mg P ₂ O ₅ / 100 g	mg P ₂ O ₅ / l	mg P ₂ O ₅ /100 g	mg K ₂ O/ 100 g	-
2004	2.4	1422	182	65	53	30	7.5
2005	2.6	1357	184	60	50	32	7.5
2006	2.6	1378	195	84	54	27	7.1
2007	2.5	1386	195	72	55	26	7.2

3.5 Conclusies

Leidt het werken vanaf vaste rijpaden tot een betere bodemkwaliteit en wat is het effect ervan op de opbrengst?

- Bewerking via het GPS-rijpadensysteem heeft een gunstig effect op de bodemstructuur (meer gunstige structurelementen) en verlaagt de bodemweerstand tot ca. 45 cm diepte. Ook resulteerde het GPS-rijpadensysteem in meer wormengangen en een groter aantal wormen in de bouwvoor.
- Voor een blijvend effect van bewerking via het GPS-rijpadensysteem is het noodzakelijk dat ook de oogstwerkzaamheden vanaf vaste rijpaden worden uitgevoerd. Het hier beschreven onderzoek maakt duidelijk dat de potentie van het systeem groot is, maar dat een eenmalige oogst onder slechte omstandigheden de positieve effecten op de bodemkwaliteit teniet kan doen.
- Bewerking via het GPS-rijpadensysteem leidt in volveldsgeteelde gewassen (spinazie en graszaad) tot een trend van gemiddeld hogere absolute opbrengsten per hectare. Bij teelt op ruggen (peen en aardappel) zijn er geen verschillen in bruto opbrengst. Het GPS-rijpadensysteem leidde in peen wel tot een duidelijk homogener sortering.

Wat is het effect van een verlaging van de bemesting tot fosfaatevenwicht op bodem en productkwaliteit?

- In dit onderzoek was er in twee van de vier gewassen een duidelijk negatief effect van verlaging van het bemestingsniveau tot op fosfaatevenwicht: bij N-behoeftevolle gewassen zoals spinazie en graszaad bleek bemesting op fosfaatevenwicht in de hier beschreven proefopzet niet toereikend voor een goede opbrengst.
- Bemestingsniveau heeft invloed op de kwaliteit van het eindproduct maar de mate waarin verschilt per gewas. In spinazie gaf minder mest een significant hoger drogestofgehalte en minder N en K. In aardappel was het stikstofgehalte (N-totaal) in de droge stof van de knollen duidelijk lager. In peen en graszaad werd geen effect van bemestingsniveau op productkwaliteit gemeten.
- In de bodem leidde verlaging van de mestgift tot op fosfaatevenwicht niet tot (meetbare) lagere niveaus van fosfaat of andere bodemchemische parameters.

Kan door middel van een verbetering van de bodemkwaliteit fosfaatevenwichtsbemesting worden bereikt?

- De gelijke trend in de opbrengstbepalingen van spinazie en graszaad, in combinatie met de gunstige effecten van bewerking via het GPS-rijpadensysteem op de bodemkwaliteit lijkt te wijzen op een positieve relatie tussen bodemkwaliteit en opbrengst.
- Het hier beschreven bouwplan blijkt te intensief voor bemesting op het niveau van fosfaatevenwicht. Extensivering van het bouwplan, door het opnemen van granen en groenbemesters in de rotatie is hier een voorwaarde voor een duurzame productie die voldoet aan de milieueisen.

4 Bedrijfsinnovatie en duurzaam bodemmanagement

4.1 Aanleiding

De ervaring leert dat een goede bodemkwaliteit vooral wordt bepaald door het organische stofgehalte en de kwaliteit van de organische stof, de levering van nutriënten, structuur, ontwatering, vochtleverend vermogen, de draagkracht, aanwezigheid van bodemleven en onkruiddruk. Een goed beheer is erop gericht dat deze zaken in orde zijn.

Bouwplan, bewerking en bemesting, zijn de drie belangrijkste sturingsinstrumenten om duurzaam bodembeheer vorm te geven (Tabel 4-1). Binnen het bouwplan kan gestuurd worden door het percentage rooi- en maaivruchten, de vruchtopvolging en door groenbemesters. Bij bodembewerking gaat het om keuzes op het gebied van mechanisatie, ploegdiepte, bandenspanning en timing. Bij bemesting worden keuzes gemaakt in type meststof, moment en methode van toediening en over de inzet van compost.

Tabel 4-1: Sturingsinstrumenten voor duurzaam bodembeheer

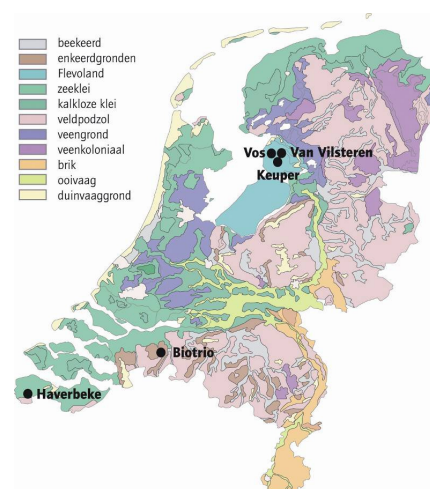
Duurzaam Bodembeheer		
Bouwplan	Bewerking	Bemesting
Rooi-/maaivruchten	Mechanisatie	Type meststof
Vruchtopvolging	Ploegdiepte	Hoeveelheid
Groenbemesters	Bandenspanning	Mesttoediening
	Timing	Compost

Praktijkbedrijven volgen vaak al jaren een bepaalde bemestingsstrategie. De keuze voor een bepaalde strategie en de bijbehorende maatregelen hangt af van de individuele ervaringen en de visie van de ondernemer op bodemvruchtbaarheid en duurzaamheid op het bedrijf. In dit hoofdstuk met bedrijfsportretten van vijf biologische akkerbouwers zal de rol van de visie en het effect ervan op de uiteindelijke bedrijfsvoering duidelijk worden. De werkwijze van de hier gepresenteerde ondernemers kan als inspiratie dienen voor zowel biologische- als gangbare collega's.

4.2 Vraagstelling

Dit deel van het onderzoek gaat in op de volgende vragen:

- Waarom zijn bepaalde bedrijven succesvol?
- Hangt het succes samen met een geïntegreerde verzorging van de bodem?



Figuur 4-1: Ligging van de vijf praktijkbedrijven binnen Bijzondere Bemesting

4.3 Materiaal en methoden

Aan het begin van het project (najaar 2004) zijn diepte interviews afgenomen bij vijf biologische akkerbouwers. Centraal in het gesprek stond hun bemestingsstrategie, de doelstellingen die werden nagestreefd en de keuzes in strategieën om de genoemde doelstellingen te bereiken of verder uit te bouwen (Bijlage 6). Gedurende de loop van het project zijn de bedrijven gekarakteriseerd en zijn veldwaarnemingen gedaan om de effecten van een strategie op bodem- en gewaskwaliteit te onderbouwen. Jaarlijks werd er één perceel beoordeeld waar hetzelfde gewas geteeld werd als in het meerjarige experiment op het bedrijf van Haverbeke en Peters (Hoofdstuk 2): zaaiui in 2005, zomertarwe in 2006 en aardappel in 2007. Met behulp van het stikstofmodel NDICEA versie 5.3.17 (van der Burgt et al, 2006) is per bedrijf het potentiële stikstofverlies naar het milieu berekend. De EU-nitraatnorm van 50 mg NO₃ per liter grondwater is gelijk aan 11,3 mg N/liter. Zodra een bemestingsstrategie dus deze hoeveelheid overschrijdt kan er sprake zijn van een overschrijding van de nitraatnorm voor oppervlakte water. Als indicatie van de duurzaamheid van een strategie is voor ieder bedrijf een samenvattend overzicht gemaakt waarin op een simpele manier kwalitatief inzichtelijk wordt waar de sterke en zwakkere punten van de strategie op het bedrijf liggen (Tabel 4-2). Door middel van een + (positief effect) en een – (negatief effect) wordt duidelijk welk effect de strategie heeft op het bouwplan, milieuaspecten en klimaatverandering.

Tabel 4-2: Duurzaamheidsindicatie

Bouwplan		Milieu	Klimaatverandering
% Bodembedekking	% Rooivruchten	N verlies en P overschot	Behoud organische stof
+ of -	+ of -	+ of -	+ of -

4.4 Resultaten

In de hierna volgende paragrafen wordt de strategie van vijf biologische akkerbouwbedrijven beschreven en wordt per bedrijf een oordeel gegeven over de bodemkwaliteit, de gewaskwaliteit en de nutriëntenefficiëntie. Opvallend tijdens de interviews was de grote betrokkenheid waarmee deze boeren met hun bodem, maar ook met hun omgeving (maatschappelijke verantwoordelijkheid) bezig zijn. Uit de strategieën blijkt hoe er steeds gezocht wordt naar een goed evenwicht tussen economische rendabiliteit, milieuvorwaarden en maatschappelijke en sociale aspecten van duurzaam ondernemen.

4.4.1 Niek en Jozien Vos, Kraggenburg (Fl)

“Opbouw van de bodem met vaste mest vraagt om geduld”

Visie Ik vind dat een systeem over 20 jaar nog moet werken. Ik ben hier niet om de bodem uit te putten en mijn opvolger met allerlei problemen op te zadelen. Op veel bedrijven is men gefixeerd op het behalen van een hoge opbrengst en om die te realiseren worden soms hals over kop allerlei middeltjes en maatregelen ingezet om de dingen te beïnvloeden. Het ontbreekt vaak aan rust en gerichte aandacht en die is volgens mij van groot belang. Daarom is mijn streven om zoveel mogelijk rust in mijzelf en mijn bedrijf te krijgen, zodat de gewassen ook rust hebben tijdens het groeiseizoen en sterker worden en dus minder vatbaar zijn voor ziektes.



Strategie Niek en Jozien Vos schakelden 20 jaar geleden om naar een biologisch-dynamische bedrijfsvoering. Het bedrijf is nu 55 ha groot. “Mijn belangrijkste motivatie om biologisch te boeren is dat ik zie dat het klopt. Dat verbaast me nog steeds”. De basis van de bedrijfsvoering van Vos is een ijzeren bouwplan waar niet in gerommeld wordt. In het begin 1:6, maar door aanhoudende problemen met wortelonkruiden verruimde hij dit naar 1:7. “Je werkt met de natuur mee, in plaats van er tegenin. Het werken met biologisch dynamische preparaten geeft daar deels invulling aan. In het begin dacht ik dat ik veel hoogsalderende gewassen moest telen. Dat idee heb ik inmiddels los gelaten. Het is beter om dat wat je teelt tot een goed einde te brengen. Ik loop veel op het land. Het is belangrijk om het gewas bewust aandacht te geven. Gemiddeld over mijn bedrijf gebruik ik ca. 6,5 ton biologische potstalmest per ha. Bemesten met vinassekali doe ik alleen na de luzerne, voor de kali. De stikstof heb ik niet nodig. De levering vanuit de bodem is voldoende. Ik bemest vooral om de bodem aan de gang te houden en heb een bouwplan gezocht dat daarbij past. Het opbouwen van de bodem met vaste mest vraagt om rust en geduld. Door alleen in het najaar te bemesten laat ik opbrengst en misschien geld schieten, maar extra bemesten kost ook geld. Belangrijk bij het kiezen van een strategie is dat je datgene doet wat bij je past”.

Bouwplan en bemesting Vos

Gewas	Opbrengst	Potstalmest	Vinassekali
Aardappel	30 ton/ha	18 ton/ha	
Zwarte braak			
Luzerne 2jr	10 ton ds/ha		
Rode biet	60 ton/ha	18 ton/ha	3 ton/ha
Zomertarwe + Rode klaver	6 ton/ha	5 ton/ha	
Zaaiui/Peen	30 ton/ha		
Haver + Witte klaver	4 ton/ha	5 ton/ha	

Bodemkwaliteit De bodem op het bedrijf van Niek en Jozien Vos is een matig lichte zavel grond (15% lutum) met 2,3% organische stof met een pH van 7,1. De bodemstructuur op de drie beoordeelde percelen verschilt weinig. Ze bevat nauwelijks scherpblokkige elementen en opvallend veel wormengangen en sporen van bodemlevenactiviteit. Op ca. 35 cm diepte bevindt zich een wat meer verdichte laag, maar dankzij het grote aantal (wormen)gangen vormt dit laagje geen belemmering voor beworteling. Het hele profiel wordt intensief benut voor beworteling. In 2007 bleef er na 100 mm neerslag geen water tussen de aardappelruggen staan: een waarneming die tekenend is voor de mooie bodem op dit bedrijf.

Gewaskwaliteit De opbrengstverwachting van Vos ligt rond de 30 ton/ha voor zaaiui, 6 ton/ha voor zomertarwe en ca. 30 ton/ha voor aardappel. Opvallend bij de zaaiuien was de relatief korte looflengte (gemiddeld 41 cm) en kleinere nek diameter. In de drogestofanalyse van de zaaiuien was de brix relatief laag en het kalium-, calcium-, ijzer-, en zwavelgehalte juist relatief hoog. De bewaarkwaliteit van de zaaiuien was voldoende. De gewasstand van de zomertarwe was goed, met relatief lange stengels, maar zonder dat het gewas ging legeren.

Nutriëntenefficiëntie De totale aanvoer van stikstof met mest ligt gemiddeld op 55 kg/ha (6,5 ton potstalmest/ha/jr). Deze gift wordt aangevuld met 75 kg N/ha uit stikstofbinding door vlinderbloemigen. Doorrekenen van het bouwplan van Niek en Jozien Vos resulteert in een verlies van 61 kg NO₃-N/ha onder de bouwvoor. Dit staat gelijk aan 6,4 mg N/liter. Het stikstofverlies ligt daarmee ver onder de wettelijke norm van 11,3 mg/l. De totale aanvoer van fosfaat ligt gemiddeld op 30 kg/ha/jr.

Duurzaamheidsindicatie

Bouwplan		Milieu	Klimaatverandering
% Bodembedekking	% Rooivruchten	N verlies en P overschot	Behoud organische stof
-	+	+	+

4.4.2 Anton van Vilsteren, Marknesse (FI)

“Opbrengsten gelijk aan gangbaar”

Visie Ik wil biologisch net zo veel produceren als gangbaar. De filosofie dat gewassen robuuster zijn als ze geen overdaad aan stikstof krijgen is deels waar, maar mijn overtuiging is dat planten die niet helemaal gezond zijn en onregelmatig groeien ook snel ziek worden. Om gezond te blijven hebben gewassen voldoende voedingsstoffen nodig. Voor biologische boeren is het, in verband met onvermijdelijke ziekten in het gewas zoals meeldauw en phytophthora, ook belangrijk dat gewassen zo snel mogelijk op een goed opbrengstniveau zitten. Om dat te bereiken moet je bemesten op maat, ook met sneller werkende meststoffen.

Strategie Na 12 jaar gangbaar boeren schakelde Anton van Vilsteren in '99 om naar biologisch. Het totale bedrijf is nu 83 ha en wordt gerund als twee afzonderlijke bedrijven met een eigen 1:6 rotatie. Anton: "Het managen en het vernieuwen van het bedrijf vind ik fantastisch. Ik zie de biologische landbouw graag als kraamkamer". Enkele jaren na de omschakeling kwam een dip. Dan ga je naar een nieuw evenwicht en gaat de voorvrucht veel sterker de opbrengst bepalen. Ik zie dat de percelen waarop ook groenbemesters staan lekkerder gaan dan de percelen waarop dit door late gewassen niet lukt. Mijn strategie in de bemesting is als volgt: alle percelen krijgen in het najaar, voor de groenbemester, ca.15 ton vaste mest per ha. Dat is de basisbemesting, vooral ook voor de organische stof en het bodemleven. Naast de basisbemesting met vaste mest geef ik de meeste gewassen nog een extraatje op het moment dat het nodig is. Ik bekijk de verdeling per gewas, zodat ik gemiddeld op de EU-norm van 170 kg N per ha zit.

Bouwplan en bemesting van Vilsteren

Gewas	Opbrengst	Vaste mest	Aanvulling
Zomertarwe + Witte klaver	7,5 ton/ha	15 ton/ha	1 ton vinasse 12 ton drijfmest
Kool soorten + Gele mosterd	30.000 st/ha	15 ton/ha	35 ton drijfmest
Aardappel pootgoed + Bladrammenas/Wikke	25 ton/ha	15 ton/ha	2 ton vinasse 12 ton drijfmest
Erwten + Italiaans Raaigras	5 ton/ha	15 ton/ha	
Zaaiui + Bladrammenas/Wikke	35 ton/ha	8 ton/ha	5 ton droge kippenmest
B-peen vroeg + Bladrammenas	50 ton/ha	9 ton/ha	1 ton vinasse 10 ton drijfmest

Bodemkwaliteit De bodem op het bedrijf van Anton van Vilsteren is een matig lichte zavel grond (14% lutum) met 3% organische stof met een pH van 7,4. De bodemstructuur op de drie beoordeelde percelen verschilt weinig. De bouwvoor bevat relatief wat minder kruimels en wat meer scherpblokkige elementen. De hoeveelheid wormengangen is voldoende, maar neemt sterk af na 35 cm. Op ploegdiepte zorgen gewasresten van de ondergeploegde groenbemester voor extra activiteit van het bodemleven. In 2005 was deze laag echter te veel verdicht en kleurde de bodem blauw door anaërobe omstandigheden. Op ca. 40 cm diepte bevindt zich een sloeflaagje waar dikkere wortels van ui en aardappel slecht doorheen komen. Beworteling van zaaiui en aardappel concentreerde zich vooral in de bovenste 0-10 cm van de bodem, zomertarwe had een bewortelingsdiepte van ca. 50 cm. In 2007 bleef er na een natte periode hier en daar wel water tussen de ruggen staan. Bodemkwaliteit is op dit bedrijf een aandachtspunt.

Gewaskwaliteit De opbrengstverwachting van van Vilsteren ligt rond de 35 ton/ha voor zaaiui, 7,5 ton/ha voor zomertarwe en ca. 30 ton/ha voor aardappel. Opvallend bij de zaaiuien waren de heterogene gewasstand, de relatief lange looflengte (gemiddeld 59 cm) en de grove sortering (30% > 70mm). De bewaarkwaliteit van de zaaiuien was zeer matig en de hardheid na bewaring slecht. De stand van de zomertarwe was goed. Gewaskleur in juni was blauwig en de bladeren waren relatief breed (14mm).

Nutriëntenefficiëntie De totale aanvoer van stikstof met mest ligt gemiddeld op 180 kg/ha (13 ton vaste mest/ha/jr). Deze gift wordt aangevuld met 27 kg N/ha uit stikstofbinding door vlinderbloemigen. Doorrekenen van het bouwplan van Anton van Vilsteren resulteert in een verlies van 93 kg NO₃-N/ha onder de bouwvoor. Dit staat gelijk aan 9,8 mg N/liter. Het stikstofverlies ligt daarmee onder de wettelijke norm van 11,3 mg/l. De totale aanvoer van fosfaat ligt gemiddeld op 96 kg/ha/jr.

Duurzaamheidsindicatie

Bouwplan		Milieu	Klimaatverandering
% Bodembedekking	% Rooivruchten	N verlies en P overschot	Behoud organische stof
+	+	-	-

4.4.3 Wim Keuper, Rutten (FI)

“Met zo min mogelijk input zoveel mogelijk opbrengst”

Visie Ik ga er vanuit dat biologische landbouw een duurzame manier van voedsel produceren is. Dat betekent voor mij dat je de wereldbevolking van voedsel moet kunnen voorzien en dat het systeem zichzelf in stand kan houden. Het gebruik van grote hoeveelheden dierlijke mest is dan wat mij betreft niet logisch, vanwege de inefficiëntie in de veehouderij (gemiddeld is 8 kg plantaardig eiwit nodig voor de productie van 1 kg dierlijk eiwit).

Strategie Het bedrijf van Wim Keuper is 25 ha groot en sinds 1996 biologisch. “De grootste uitdaging voor mij is om met zo weinig mogelijk input toch goede opbrengsten te realiseren”. De basis hiervoor is een ijzeren bouwplan. Keuper gebruikt geen dierlijke mest en sinds 5 jaar alleen natuurcompost en vinassekali. “Als we naar 100% biologische dierlijke mest toe willen dan moet er veel meer biologisch veevoer en stro worden geproduceerd. De mest die er beschikbaar is zal ook veel gericht moeten worden ingezet, vooral in de gewassen die het echt nodig hebben.” De geringe behoefte aan mest na de omschakeling heeft Keuper verbaasd. Met een goede vruchtwisseling met voldoende rustgewassen en vlinderbloemigen is weinig mestaanvoer meer nodig en door slim gebruik van vinassekali benut je ook de stikstof die daar in zit. Ondanks de lage aanvoer van fosfaat (30 kg/ha) stijgen de fosfaatcijfers nog steeds. “Een extensiever bouwplan geeft een betere bodemstructuur, meer ziekteverendheid en goede opbrengsten bij minder input”.



Bouwplan en bemesting Keuper

Gewas	Opbrengst	Natuurcompost	Vinassekali
Peen	60 ton/ha	25 ton/ha	
Erwt + Bladrammenas	7 ton/ha	25 ton/ha	
Tarwe + Rode klaver	5,5 ton/ha	25 ton/ha	
Aardappel + Bladrammenas	35 ton/ha	25 ton/ha	2 ton/ha
Luzerne	12 ton ds/ha		
Zaaiui + Gele mosterd	50 ton/ha		3 ton/ha

Bodemkwaliteit De bodem op het bedrijf van Wim Keuper is een zeer lichte zavel grond (12% lutum) met 2,3% organische stof met een pH van 7,3. De bodemstructuur op de beoordeelde percelen verschilt weinig. Ze bevat nauwelijks scherpblokkige elementen en vrij veel wormengangen en sporen van bodemlevenactiviteit. Op ca. 35 cm diepte bevindt zich een veenlaag, daaronder grover zand. Het hele profiel wordt intensief benut voor worteling.

Gewaskwaliteit De opbrengstverwachting van Keuper ligt rond de 50 ton/ha voor zaaiui, 5,5 ton/ha voor zomertarwe en ca. 35 ton/ha voor aardappel. Opvallend bij de zaaiuien was de homogene stand van het gewas en het stevige, donkergroene loof. Ook was er geen meeldauw aantasting. De bewaarkwaliteit van de zaaiuien was zeer goed. De gewasstand van de zomertarwe was zeer matig, met relatief korte stengels en aren.

Nutriëntenefficiëntie De totale aanvoer van stikstof met compost en vinassekali ligt gemiddeld op 90 kg/ha (17 ton compost/ha/jr). Deze gift wordt aangevuld met 96 kg N/ha uit stikstofbinding door vlinderbloemigen. Doorrekenen van het bouwplan van Wim Keuper resulteert in een verlies van 71 kg NO₃-N/ha onder de bouwvoor. Dit staat gelijk aan 7,5 mg N/liter. Het stikstofverlies ligt daarmee ver onder de wettelijke norm van 11,3 mg/l. De totale aanvoer van fosfaat ligt gemiddeld op 34 kg/ha/jr.

Duurzaamheidsindicatie

Bouwplan		Milieu	Klimaatverandering
% Bodembedekking	% Rooivruchten	N verlies en P overschot	Behoud organische stof
+	+	+	+

4.4.4 Frans Haverbeke, IJzendijke (Z. VI)

“Het bodemleven is de basis”

Visie Ik vind het verzorgen van de omgeving belangrijk. Dat hoort bij biologisch. Die verzorging geldt voor de bodem, maar ook voor de natuur rondom het bedrijf en de mensen die er werken. Het bodemleven is de basis voor het bedrijfsresultaat. Biologische mest vind ik wel belangrijk en dat heb ik het liefst, maar het moet wel betaalbaar en in de regio beschikbaar zijn.

Strategie Frans Haverbeke: “Ik ben overgestapt op biologisch toen gangbaar boeren mij te saai werd. Biologisch is dynamischer. Het buiten zijn en de omgeving verzorgen vind ik leuk. Mijn grootste angst bij de omschakeling waren de onkruidproblemen. Die zien te voorkomen vind ik een uitdaging. Wij ploegen later en doen veel handmatige onkruidbestrijding. Met bloemenranden en schapen op het bedrijf werken we aan de natuurlijke samenhangen en biodiversiteit”.



In het voorjaar bemest Haverbeke de suikermaïs en de tarwe met biologische kuikenmest. In het najaar brengt hij geitenmest op het land voor het op peil houden van het organische stofgehalte en het bodemleven. “In het voorjaar geven we vinasse. Het gewas sluit dan net iets sneller waardoor je minder onkruid hebt. We zaaien rode klaver onder de tarwe en na de andere gewassen in principe gele mosterd. Sinds 2007 zaaien we ook jaarlijks 4 a 5 hectare luzerne die we na twee jaar omploegen. Dit om ook in de winter enkele percelen groen te houden en de grond weer eens diep te doorwortelen. Ook zijn we sinds twee jaar compost gaan toepassen en de eerste resultaten lijken positief. In de arbeidsverdeling is ons extensieve bouwplan een bewuste keuze. Daardoor kunnen we het meeste werk zelf aan en hebben we alleen in het seizoen een vaste kracht erbij”.

Bouwplan en bemesting Haverbeke & Peters

Gewas	Opbrengst	Vaste mest	Vinasse
Suikermaïs	6,5 ton/ha	10 ton/ha	1 ton/ha
Suikerbiet	60 ton/ha	14 ton/ha	1 ton/ha
Zaaiui + Gele mosterd	30 ton/ha	14 ton/ha	1,7 ton/ha
Zomertarwe + Witte klaver	6 ton/ha	14 ton/ha	1,8 ton/ha
Aardappel + Gele mosterd	35 ton/ha	24 ton/ha	2 ton/ha
Doperwt + Haver/Wikke	3,5 ton/ha		0,8 ton/ha

Bodemkwaliteit De bodem op het bedrijf van Frans Haverbeke en Paula Peters is een zware zavel grond (22% lutum) met 4,5% kalk, relatief arm aan organische stof (2,6%) en een pH van 7,5. De bodemstructuur van de bouwvoor wordt gekenmerkt door weinig scherpblokkige elementen en veel wormengangen en sporen van bodemlevenactiviteit. Je vindt er geen resten van organisch materiaal (mest of compost) meer, wat duidt op een snelle afbraak en vertering door het bodemleven. Op 25 cm diepte bevindt zich een verdicht laagje (ploegzool). Het hele profiel wordt intensief benut voor beworteling.

Gewaskwaliteit De opbrengstverwachting van Haverbeke en Peters ligt rond de 30 ton/ha voor zaaiui, 6 ton/ha voor zomertarwe en ca. 35 ton/ha voor aardappel. Opvallend bij de zaaiuien was de homogene stand van het gewas en het relatief lange loof. De gewasstand van de zomertarwe was zeer goed en het eiwitgehalte gemiddeld 11,5%. De gewaskwaliteit is uitgebreid beschreven in hoofdstuk 2.

Nutriëntenefficiëntie De totale aanvoer van stikstof met geitenmest en vinasse ligt gemiddeld op 156 kg/ha (13 ton geitenmest en 1,5 ton vinasse/ha/jr). Deze gift wordt aangevuld met 15 kg N/ha uit stikstofbinding door vlinderbloemigen. Doorrekenen van het bouwplan van Frans Haverbeken en Paula Peters resulteert in een verlies van 88 kg NO₃-N/ha onder de bouwvoor. Dit staat gelijk aan 9,3 mg N/liter. Het stikstofverlies ligt daarmee onder de wettelijke norm van 11,3 mg/l. De totale aanvoer van fosfaat ligt gemiddeld op 108 kg/ha/jr.

Duurzaamheidsindicatie

Bouwplan		Milieu	Klimaatverandering
% Bodembedekking	% Rooivruchten	N verlies en P overschot	Behoud organische stof
+	+	-	+

4.4.5 Biotrio, Langeweg (West N-Br)

“Onder goede omstandigheden oogsten is belangrijker dan welk gewas er staat”

Visie De akkerbouwers Jaap Korteweg, Kees van Beek en Dyanne Schrauwen zijn een echt ondernemers trio.

De uitdaging zit voor hen in het neerzetten van een gezond draaiend bedrijf gebaseerd op biologische principes. Ze proberen aan te sluiten op maatschappelijke ontwikkelingen en kijken daarbij vooral naar de uitdagingen en de kansen. Bodemstructuur is een belangrijke basis voor het bedrijf: “je kan beter niet bemesten dan je structuur stuk rijden”.

Strategie Sinds 2006 opereren de drie bedrijven gezamenlijk onder de naam Biotrio De Nieuwe Weg. Alledrie waren ze al jaren overgestapt naar de biologische teelt en in 1998 zijn ze begonnen met het werken vanaf vaste rijpaden, gestuurd met precieze GPS-techniek. “Dankzij vaste rijpaden blijven de tussenliggende bedden onbereden en verbetert de structuur van de bodem”. Vanaf 2008 komen granen en luzerne terug in het bouwplan, voor diepe doorworteling van de ondergrond en om problemen door wateroverlast te verminderen. De bemesting is gericht op de cashcrops en voldoende aanvoer van organische stof.



Bouwplan en bemesting Biotrio

Gewas	Opbrengst	Vaste mest	Drijfmest/Korrels
Winterpeen	60 ton/ha	40 ton/ha	
Zomertarwe + Witte klaver	5,5 ton/ha		40 ton/ha
Aardappel	30 ton/ha		40 ton/ha
Grasklaver	10 ton/ha		
Uien	35 ton/ha		1 ton/ha
Luzerne	10 ton/ha		
Spinazie + Haver/Wikke	20 ton/ha		35 ton/ha

Bodemkwaliteit De bodem op het bedrijf van Biotrio is een zware zavel grond (23% lutum) met 2,4% organische stof met een pH van 7,4. Er wordt gewerkt vanaf vaste rijpaden. Uit het proefveld (hoofdstuk 3) werd duidelijk dat het gebruik van vaste rijpaden niet per definitie resulteert in een betere bodemstructuur. Het moment van oogsten en de weersomstandigheden op dat moment zijn bepalend voor de ontwikkeling van de bodemstructuur, zeker zolang de oogstwerkzaamheden nog volvelds worden uitgevoerd door het ontbreken van de juiste machines. Door het intensieve bouwplan was het resultaat van de beoordeling van de bodemstructuur vrij wisselend door de jaren heen. In spinazie en peen was de structuur gunstig tot op de ploegzool (25-30 cm) met weinig scherpblokkige elementen en voldoende wormgangen, maar wel met blauwe (anaërobe) plekken in de ondergrond. Na de oogst van peen was de structuur in het volggewas aardappel slecht met veel scherpblokkige elementen. Dankzij de wormgangen was de beworteling toch redelijk. De teelt van graszaad kwam de bodemstructuur weer ten goede. Sinds 2008 is het bouwplan aangepast en zijn er weer granen, gras en luzerne in opgenomen. Deze rustgewassen zullen de bodemstructuur zeker ten goede gaan komen en de ontsluiting naar de ondergrond verbeteren.

Gewaskwaliteit De opbrengstverwachting van Biotrio ligt rond de 35 ton/ha voor plantui, 5,5 ton/ha voor zomertarwe en 30 ton/ha voor aardappel. De gewaskwaliteit is uitgebreid beschreven in hoofdstuk 3. Over het algemeen zijn de opbrengsten volgens verwachting en is de gewaskwaliteit voldoende tot goed.

Nutriëntenefficiëntie De totale aanvoer van stikstof met dierlijke mest ligt gemiddeld op 131 kg/ha (22 ton/ha/jr). Deze gift wordt aangevuld met 12 kg N/ha uit stikstofbinding door vlinderbloemigen. Doorrekenen van het bovenstaande bouwplan van Biotrio resulteert in een verlies van 97 kg NO₃-N/ha onder de bouwvoor. Dit staat gelijk aan 10,2 mg N/liter. Het stikstofverlies ligt daarmee onder de wettelijke norm van 11,3 mg/l. De totale aanvoer van fosfaat ligt gemiddeld op 56 kg/ha/jr.

Duurzaamheidsindicatie:

Bouwplan		Milieu	Klimaatverandering
% Bodembedekking	% Rooivruchten	N en P verlies	Behoud organische stof
+	+	+	+

4.5 Conclusies

Waarom zijn bepaalde bedrijven succesvol en hangt het succes samen met een geïntegreerde verzorging van de bodem?

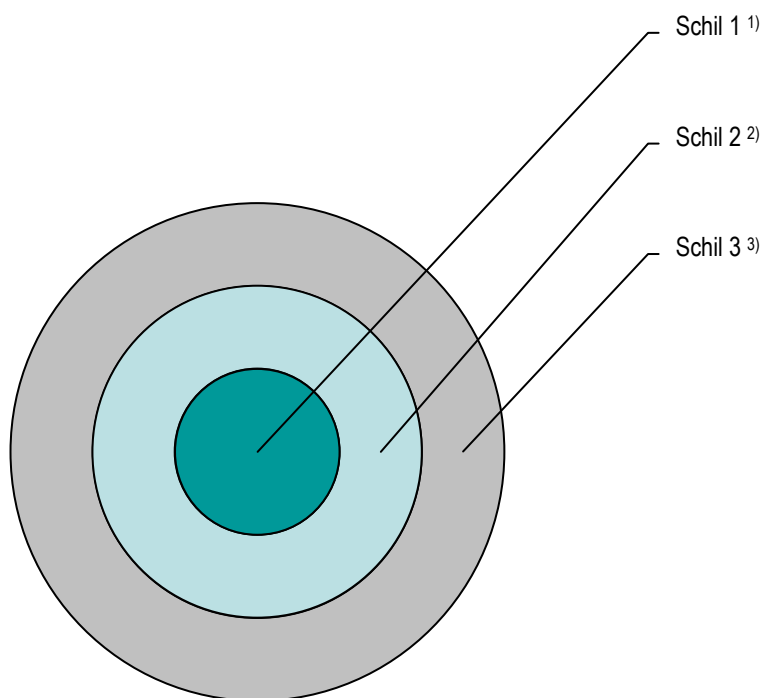
- Wanneer de visie van ondernemers wordt omschreven, blijkt de duidelijke link met de manier waarop zij invulling geven aan hun bedrijfsvoering. Visie blijkt daarin van groter belang dan regelgeving. Visie kan worden bijgestuurd door kennis. Kennisdoorstroom naar de praktijk lijkt dan ook van cruciaal belang voor een transitie naar duurzaam bodembeheer.
- Succesvolle ondernemers hebben een brede blik: ze zijn zich bewust van hun maatschappelijke verantwoordelijkheid, durven risico's te nemen en zijn steeds op zoek naar een goede balans tussen economische, ecologische en sociale duurzaamheid op hun bedrijf.
- De bodem is op alle vijf bedrijven een belangrijk aandachtspunt en wordt duidelijk ervaren als sturend in de bedrijfsvoering.
- Uit de mineralenbalansen op de vijf bedrijven blijkt dat, bij een uitgekiend bedrijfsmanagement, vaak een reductie van de input van mineralen mogelijk is, soms tot ver onder de huidige normen. De beschreven voorbeelden bieden perspectief voor zowel gangbare- als biologische collega's.

5 Communicatie en kennisoverdracht

5.1 Inleiding

Eind 2003 startte het project Bijzondere Bemesting met als doel het ontwikkelen en in beeld brengen van kansrijke strategieën voor duurzaam bodemmanagement. Binnen het project werd praktijkonderzoek uitgevoerd in drie verschillende regio's, op vijf bedrijven. Het meest intensief was het contact met de twee bedrijven waar een meerjarig experiment werd aangelegd (Haverbeke & Peters en Biotrio). Het participatief opzetten en onderhouden van de proefveldlocaties, frequente monitoring en bedrijfsbezoeken, groepsbijeenkomsten en de verspreiding van een nieuwsbrief stonden garant voor een intensieve informatie-uitwisseling tussen onderzoek, advies en praktijk. Daarnaast zijn studenten uit het groene onderwijs actief bij het onderzoek betrokken. Daarmee is een bijdrage geleverd aan de doorstroom van kennis vanuit onderzoek naar onderwijs. Communicatie en kennisoverdracht is in te delen in drie niveaus van intensiviteit (schil 1 t/m 3) zoals weergegeven in Figuur 5-1.

Figuur 5-1: Communicatie schillen binnen het project Bijzondere Bemesting.



¹⁾ demo locaties (2)

²⁾ studiegroep Flevoland, West-Brabant en Zeeuws-Vlaanderen (ca. 45)

³⁾ nieuwsbrieflezers en overige geïnteresseerden (> 200)

5.2 Activiteiten

Gedurende het project werd door de onderzoekers van het Louis Bolk Instituut een voortdurende inspanning gepleegd om het project, samen met deelnemers, inhoud en vorm te geven. De communicatie daarover met betrokkenen – zowel binnen als buiten het project – kreeg daarbij veel aandacht.

Ondernemers op de proeflocaties Gedurende het project was er intensief contact met de twee akkerbouw bedrijven Haverbeke & Peters en Biotrio waar meerjarige proeven werden aangelegd. Minimaal twee keer per jaar werden de overige drie bedrijven in de NOP bezocht voor monitoring.

Winterbijeenkomsten, zomerexcursies en lezingen Op verschillende bijeenkomsten voor regionale groepen werden de tussentijdse resultaten van het onderzoek gepresenteerd en bediscussieerd. Er werden excursies naar de proeflocaties georganiseerd ter demonstratie van de resultaten en ondersteuning van het contact tussen ondernemers. Naast de bijeenkomsten vanuit het project werden er lezingen en posterpresentaties gehouden tijdens bijeenkomsten van derden. Tabel 5-1 geeft een overzicht van de activiteiten per jaar.

Nieuwsbrief De speciale Bijzondere Bemesting nieuwsbrief werd toegezonden aan ca. 180 relaties en verscheen in totaal acht keer.

Publicaties Gedurende het project verschenen er diverse publicaties. Tabel 5-2 geeft een overzicht van de verschillende typen publicaties voor de achtereenvolgende projectjaren.

Websites Projectinformatie en tussentijdse resultaten werden via verschillende websites gecommuniceerd: www.louisbolk.nl, www.biokennis.nl, www.bodemacademie.nl en www.agriholland.nl.

Doorstroom naar onderwijs Voor kennis doorstroom naar het onderwijs is participatie door studenten belangrijk. In het project hebben studenten vanuit verschillende 'groene opleidingen' (Hogeschool Gent, HAS Den Bosch en Wageningen UR) ervaring opgedaan met praktijkonderzoek.



Figuur 5-2: Excursies en studiegroepbijeenkomsten op locatie bieden de mogelijkheid tot het uitwisselen van ervaringen.

Tabel 5-1: Communicatieactiviteiten Bijzondere Bemesting (2004-2008)

Activiteit	Jaar	Regio	Deelnem.	Groep
Presentatie projectopzet in PWG-AGV	2004	Landelijk	15	Bioconnect
Winterbijeenkomst regiogroep, 2x	2004	Flevoland	30	Bio akkerbouwers
Zomerexcursie	2004	West-Brabant en Z. VI.	35	Bio akkerbouwers
Lezing en poster	2005	Landelijk	200	Onderzoekers en advies
Lezing	2005	Internationaal	250	IFOAM 2005
Studiebijeenkomst innovatiegroep	2006	Landelijk	20	Bio akkerbouwers
Winterbijeenkomst regiogroep	2006	Zeeuws Vlaanderen	25	Bio akkerbouwers
Zomerexcursie	2006	Zeeuws Vlaanderen	20	Bio akkerbouwers
Lezing	2006	Gelderland	50	Bodembreed
Studiebijeenkomst regiogroep	2007	Flevoland	80	Bio akkerbouwers
Winterbijeenkomst LTO-Noord, 3x	2007	Gr., Fr. & Flevoland	85, 40, 90	Gangbare akkerbouwers
Zomerexcursie	2007	West-Brabant en Z. VI.	35	Bio akkerbouwers
Lezing	2007	Landelijk	25	Biologische Velddag
Lezing	2007	Wageningen	12	Onderzoekers, studenten
Lezing	2008	Internationaal	22	QLIF-studenten
Symposium Duurzaam bodembeheer	2008	Landelijk	80	Praktijk, advies, beleid, onderzoek, toeleveranciers

Tabel 5-2: Publicaties vanuit het project Bijzondere Bemesting (2004-2008).

Publicatie	Jaar	Type
De Kuil – bodembeoordeling aan de hand van een kuil –	2003	Praktijkboekje
Nieuwsbrief Bijzondere Bemesting 1 t/m 8, verschijning ca. 3x per jaar	jaarlijks	Nieuwsbrief
Mestloze akkerbouw – openteelt systeem met laag bemestingsniveau is binnen handbereik -	2004	Vakbladartikel
Bijzondere Bemesting – kansrijke strategieën voor duurzame bodemkwaliteit -	2005	Vakbladartikel
Satelliet spaart structuur perceel – bodemverdichting: kies voor een vast rijpad	2005	Vakbladartikel
Nitrogen and phosphate efficiency in organic farming using a GPS precision farming technique	2005	Artikel
Bakkwaliteit van biologische zomertarwe	2007	Rapport
NDICEA stikstofplanner – hoe beheer ik stikstof op mijn bedrijf? -	2007	Model en Flyer
Strategieën voor duurzaam bodemmanagement – ervaringen uit de biologische landbouw –	2008	Brochure
Hulpmeststoffen – inzet en werking in de open teelten –	2008	Brochure
Eindrapport Bijzondere Bemesting	2008	Rapport

6 Overzicht conclusies *Bijzondere Bemesting*

Wat zijn de effecten van verschillende organische mest- en compoststrategieën uit de praktijk op de gewasopbrengsten en de bodemvruchtbaarheid op langere termijn?

- Een strategie waarbij zowel aandacht is voor het voeden van de bodem als voor het voeden van het gewas lijkt op termijn het meest duurzaam: de 'combi-strategieën' gaven de hoogste opbrengsten en beperkte verliezen naar het milieu.
- Het lijkt erop alsof compost en geitenmest stikstof aan de bodem onttrekken voor de vertering van het organische materiaal. In de combi-strategie wordt die stikstof toegevoegd via vinasse en ontstaat een meerwaarde, zowel voor de bodem als voor de productkwaliteit.
- De vinasse- en luzernevariant voldoen aan de fosfaatevenwichtsdoelstelling voor 2015. De variant kippenmest gaat ver over de evenwichtsdoelstelling heen. Groencompost en geitenmest, al dan niet gecombineerd met vinasse leiden tot overschotten van ca. 20 kg P₂O₅/ha/jr.
- Bemestingsstrategie heeft na drie jaar nog geen meetbaar effect op de chemische samenstelling van de bodem.
- De nulvariant laat zien dat de nalevering uit een vruchtbare bodem op kan lopen tot 50 á 60 kg NO₃-N/ha/jaar.
- Vinasse bevordert de wortelontwikkeling in de bovenste 10 cm van de bouwvoor. Ondergewerkte meststoffen zoals geitenmest en groencompost bevorderen de doorworteling van de gehele bouwvoor.

Wat is het effect van bemestingsstrategie op de nitraatverliezen?

- Uit de berekening met NDICEA blijkt dat alle bemestingsvarianten in de hier beschreven proefopzet wat betreft stikstofverlies onder de bouwvoor lager uitkomen dan de norm. Varianten met vinasse en de luzernevariant geven de grootste kans op verliezen.

Draagt bemestingsstrategie bij aan de vastlegging van koolstof (C) in de bodem?

- Uit berekeningen met NDICEA blijkt het organische stofgehalte op termijn af te nemen in de varianten: geen bemesting (nul), vinasse, luzerne, kippenmest en toe te nemen in de varianten: groencompost, geitenmest, groencompost+ en geitenmest+.

Wat zijn de effecten van alternatieve strategieën met niet-dierlijke mest op gewasopbrengst en bodemvruchtbaarheid op langere termijn?

- Luzerne heeft potentie als alternatief voor kippenmest. De stikstoflevering komt trager op gang, maar dat is gunstig voor gewassen die ook later in het seizoen nog stikstof behoeven. Grootste nadeel is de hoge prijs. Meer onderzoek is nodig naar de optimale en meest duurzame toepassing van luzerne in de praktijk.
- Compost levert een positieve bijdrage aan de vastlegging van koolstof in de bouwvoor en is gunstig voor de bodemstructuur. De opbrengsten liggen gemiddeld iets hoger dan bij geitenmest. Vooral in combinatie met een snelwerkende meststof biedt een strategie met compost als basis perspectieven voor de praktijk.

Hoe is de uitwerking van bemestingsstrategie op de kwaliteit van het product?

- Bemestingsstrategie heeft invloed op de kwaliteit van het eindproduct maar de mate waarin verschilt per gewas. In zaaiui leidt kippenmest tot opvallend grotere maten, in zomertarwe leidt een gecombineerde strategie tot een

significant hoger eiwitgehalte en in aardappel geven geitenmest, groencompost en luzerne de laagste stikstofgehalten in de knollen en het hoogste droge stofpercentage.

Leidt het werken vanaf vaste rijpaden tot een betere bodemkwaliteit en wat is het effect ervan op de opbrengst?

- Bewerking via het GPS-rijpadensysteem heeft een gunstig effect op de bodemstructuur (meer gunstige structurelementen) en verlaagt de bodemweerstand tot ca. 45 cm diepte. Ook resulteerde het GPS-rijpadensysteem in meer wormengangen en een groter aantal wormen in de bouwvoor.
- Voor een blijvend effect van bewerking via het GPS-rijpadensysteem is het noodzakelijk dat ook de oogstwerkzaamheden vanaf vaste rijpaden worden uitgevoerd. Het hier beschreven onderzoek maakt duidelijk dat de potentie van het systeem groot is, maar dat een eenmalige oogst onder slechte omstandigheden de positieve effecten op de bodemkwaliteit teniet kan doen.
- Bewerking via het GPS-rijpadensysteem leidt in volveldsgeteelde gewassen (spinazie en graszaad) tot een trend van gemiddeld hogere absolute opbrengsten per hectare. Bij teelt op ruggen (peen en aardappel) zijn er geen verschillen in bruto opbrengst. Het GPS-rijpadensysteem leidde in peen wel tot een duidelijk homogener sortering.

Wat is het effect van een verlaging van de bemesting tot fosfaatevenwicht op bodem en productkwaliteit?

- In dit onderzoek was er in twee van de vier gewassen een duidelijk negatief effect van verlaging van het bemestingsniveau tot op fosfaatevenwicht: bij N-behoefte gewassen zoals spinazie en graszaad bleek bemesting op fosfaatevenwicht in de hier beschreven proefopzet niet toereikend voor een goede opbrengst.
- Bemestingsniveau heeft invloed op de kwaliteit van het eindproduct maar de mate waarin verschilt per gewas. In spinazie gaf minder mest een significant hoger drogestofgehalte en minder N en K. In aardappel was het stikstofgehalte (N-totaal) in de droge stof van de knollen duidelijk lager. In peen en graszaad werd geen effect van bemestingsniveau op productkwaliteit gemeten.
- In de bodem leidde verlaging van de mestgift tot op fosfaatevenwicht niet tot (meetbare) lagere niveaus van fosfaat of andere bodemchemische parameters.

Kan door middel van een verbetering van de bodemkwaliteit fosfaatevenwichtsbemesting worden bereikt?

- De gelijke trend in de opbrengstbepalingen van spinazie en graszaad, in combinatie met de gunstige effecten van bewerking via het GPS-rijpadensysteem op de bodemkwaliteit lijkt te wijzen op een positieve relatie tussen bodemkwaliteit en opbrengst.
- Het hier beschreven bouwplan blijkt te intensief voor bemesting op het niveau van fosfaatevenwicht. Extensivering van het bouwplan, door het opnemen van granen en groenbemesters in de rotatie is hier een voorwaarde voor een duurzame productie die voldoet aan de milieueisen.

Waarom zijn bepaalde bedrijven succesvol en hangt het succes samen met een geïntegreerde verzorging van de bodem?

- Wanneer de visie van ondernemers wordt omschreven, blijkt de duidelijke link met de manier waarop zij invulling geven aan hun bedrijfsvoering. Visie blijkt daarin van groter belang dan regelgeving. Visie kan worden

bijgestuurd door kennis. Kennisdoorstroom naar de praktijk lijkt dan ook van cruciaal belang voor een transitie naar duurzaam bodembeheer.

- Succesvolle ondernemers hebben een brede blik: ze zijn zich bewust van hun maatschappelijke verantwoordelijkheid, durven risico's te nemen en zijn steeds op zoek naar een goede balans tussen economische, ecologische en sociale duurzaamheid op hun bedrijf.
- De bodem is op alle vijf bedrijven een belangrijk aandachtspunt en wordt duidelijk ervaren als sturend in de bedrijfsvoering.
- Uit de mineralenbalansen op de vijf bedrijven blijkt dat, bij een uitgekiend bedrijfsmanagement, vaak een reductie van de input van mineralen mogelijk is, soms tot ver onder de huidige normen. De beschreven voorbeelden bieden perspectief voor zowel gangbare- als biologische collega's.

Literatuur

Bokhorst, J. en C. ter Berg (2001). **Mest & Compost**. Louis Bolk Instituut, 292 p.

Bokhorst, J. en C.J. Koopmans (2001). **Bemesting en bodemgebruik in de biologische landbouw**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 80 p.

Bokhorst, J. en L. Janmaat (2006). **Kwaliteit biologische peen loopt achteruit** – nog onvoldoende inzicht in stikstofdynamiek bodem-. Ekoland 10, p 24-25.

Dam, A.M. van, Boer, H.C., Beuze, M. de, Klooster, A. van der, Kater, L.J.M., Geel, W.C.A. van en P.A.H van der Steeg (2006). **Duurzaam bodemgebruik in de landbouw, advies uit de praktijk**. PPO, Lelystad, 67 p.

Dekker, P.H.M., van den Berg, W. en J.J. Slabbekoorn (2005). **Alternatieven voor ontijdige toediening van dierlijke mest in de akkerbouw** – effect mestsoort, mestscheidingsproducten, tijdstip van aanwenden van mest en gebruik van een groenbemester op de N-benutting bij aardappelen op klei-. PPO rapport nr. 510170, Wageningen.

EC (2002). **Naar een thematische strategie inzake bodembescherming**. Mededeling van de commissie aan de Raad, het Europese Parlement, het Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's. COM (2002) 179.

Koopmans, C.J., Prins, U. en C. ter Berg (in press). **Stappenplan biologische mest**. Werkdocument. Louis Bolk Instituut.

Osman, A., M. Zanen, U. Prins en G.J. van der Burgt (2007). **Bakkwaliteit van biologische zomertarwe**. Louis Bolk Instituut, 25 p.

VROM (2003). **Beleidsbrief Bodem**. Brief aan de Tweede Kamer met kenmerk BWL/2003 096 250.

VROM (2004). Derde Nederlandse Actieprogramma 2004-2009 inzake de Nitraatrichtlijn (91/676/EEG).

Zanen, M., C.J. Koopmans, R. Postma en T. van Loon (2003). **Optimalisering van de stikstofvoorziening in de biologische groenteteelt** – een bundeling van bestaande kennis -. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 59 p.

Zanen, M. en C. Cuijpers (2008). **Hulpmeststoffen** – inzet en werking in de open teelten. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 27 p.

Zanen, M., J.G. Bokhorst, C. ter Berg en C.J. Koopmans (2008). **Strategieën voor duurzaam bodemmanagement – Ervaringen uit de biologische landbouw** -. Louis Bolk Instituut, 25 p.

www.invloket.nl

Bijlage 1: Proefveld IJzendijke

Behandelingen

0= nul
 1= vinasse
 2= luzerne
 3= kippenmest

4= geitenmest
 5= groencompost
 6= geitenmest + vinasse
 7= groencompost + vinasse

4 herhalingen

Dijk					
54,6	49m				46,7
	1.3	2.0	3.1	4.3	
	1.4	2.2	3.0	4.7	
	1.2	2.3	3.6	4.2	
	1.1	2.6	3.7	4.1	
	1.7	2.5	3.5	4.0	56m
	1.0	2.4	3.3	4.4	
	1.6	2.7	3.2	4.5	
7m	1.5	2.1	3.4	4.6	
60m onder de draad	7m				25m
	grasrand				

Bijlage 2: Samenstelling van de gebruikte meststoffen

Mestsoort	Datum	Gehalte in kg per ton product									
		d.s.	o.s.	N-tot	N-min	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Na	C*/Ntot
Vinasse	02-05	924	71	40	>20	20	1.9	10.9	1.5	17.5	
	03-06	535	477	39	7.8	31	2.0	13.0	<0.7	16.5	
	02-07	504	391	38	19.8	18.5	2.0	14.3	1	14.7	
	Gemiddeld	654	313	39	14	23	2.0	12.7	1	16.2	4
Kippenmest	02-05	489	351	26	9.9	15.8	25.3	18.2	6.7	6.6	
	03-06	272	190	11	2.5	8	18.0	4.9	4.6	1.1	
	02-07	514	273	16	5.1	10.8	18.7	15	5.9	2.4	
	Gemiddeld	425	271	17	5.8	11.5	20.7	12.7	5.7	3.4	7
Luzerne	03-05	878	783	26	0.7	25.3	5.7	27.3	2.6	0.7	14
Geitenpotstal mest	09-04	477	145	7	0.8	5.9	4.2	12.7	4.2	2.8	
	09-05	345	268	8	1.6	6.8	5.3	15.6	4.4	3.3	
	09-06	407	323	10	1.5	8.6	6.5	17.9	4.3	3.8	
	Gemiddeld	409	245	8	1.3	7	5.3	15.4	4.3	3.3	14
Groencompost	09-04	705	185	7	1	6.0	3.1	6.8	5.8	0.5	
	09-05	644	156	7	1	6.2	3.4	7.5	3.4	0.6	
	09-06	604	168	7	0.2	7.0	3.7	6.6	3.5	0.6	
	Gemiddeld	651	170	7	0.7	6.4	3.4	7.0	4.2	0.6	11

* geschat als C = 0,45 x organische stof

Bijlage 3: Analysemethoden

Opbrengstbepalingen proefveld Haverbeke

Zaaiuien werden machinaal geoogst op 01-09-2005. Per veldje werd van twee gerooide bedden (4 rijen/bed) drie strekkende meter handmatig geraapt, gesorteerd en gewogen. Per veldje werd een monster van 20 uien genomen voor drogestofanalyse. Zomertarwe (2006) werd machinaal geoogst op 10-08-2006 met behulp van de proefveld combine van Proefboerderij de Rusthoeve. Per veldje werd een oppervlak van 19.8 m² geoogst. Korrel en stro werden per veldje apart geoogst en gewogen. Per veldje werd een monster geanalyseerd op drogestof.

Aardappels (2007) werden handmatig geoogst op 03-08-2007. Per veldje werden 4 ruggen van 3 meter gerooid. Knollen werden gesorteerd in drie klassen: <40, 40-65 en >65 mm. Per veldje werd een monster van 15 knollen genomen voor drogestofanalyse.

Opbrengstbepalingen proefveld Biotrio

De spinazie (2004) werd handmatig geoogst op 16-06-2004. Per veldje werd een strook van 1x6,30 m. met behulp van een zeis geoogst. Direct na het maaien werd de verse opbrengst gewogen en werd een monster genomen voor drogestofanalyse en nitraatbepaling. Peen (2005) werd handmatig geoogst op 20-10-2005. Per veldje werd een strekkende meter geoogst, werden 33 penen geteld en gewogen en werd een omrekening gemaakt naar opbrengst in ton/ha. Aardappel (2006) werd handmatig geoogst in juli. Per veldje werden 4 rijen van 4 meter geoogst (12,6 m²). Op 16-07-2006 werd het loof geoogst en direct gewogen. Per veldje werd een bladmonster geanalyseerd op drogestof. Op 26-07-2006 werden van ieder veldje de knollen geoogst en gesorteerd in drie klassen: <40, 40-65 en >65 mm en gewogen. Per veldje werd een monster genomen van 20 knollen voor drogestofanalyse. Graszaad (2007) werd machinaal geoogst op 31-07-2007. Per veldje werd een baan van 3,15x20 m. geoogst en gewogen. Per veldje werd binnen 24 uur een monster afgeleverd voor schonen, zuiverheid en vochtgehalte.

Chemische analyse

Per veldje werd in een zigzag patroon met 40 steken een mengmonster genomen van de laag 0-25 cm (Haverbeke) en de laag 0-30 cm (Biotrio). Submonsters werden chemisch geanalyseerd door BLGG Oosterbeek.

N-min

Gedurende het seizoen is een aantal keren een nitraatbepaling uitgevoerd. In de proef bij Haverbeke werd voor bemesten, 3x tijdens het groeiseizoen en na oogst bemonsterd. In de proef bij Biotrio werd alleen in het voorjaar en najaar bemonsterd. Bepalingen werden gedaan op basis van een monster van 40 steken per plot m.b.v. een Rqflex.

Bodemstructuur, wormengangen en beworteling

Beoordeling van de bodemstructuur werd gedaan aan de hand van de indeling in de structurelementen kruimel, afgrond en scherpblokkig. In de lagen 0-10, 10-20, en 20-30 cm werd per structurelement het aanwezige percentage geschat. Het aantal gangen > 3mm werd geteld op 20 en 30 cm diepte aan de onderzijde van een kluit van 20x20x20 cm. Op 20 en 30 cm diepte werd het aantal wortels per 10 cm² geteld.

Aantal regenwormen

Per plot (Biotrio) is het aantal wormen geteld in 2 kluiten van 20*20*20 cm.

CO₂-respiratie

Het doel van deze test is het vaststellen van de biologische activiteit van de bodem door het meten van de koolzuurproductie in de bodem. Hiervoor is de koolzuurproductie van de bouwvoor gemeten. De koolzuurproductie is een maat voor de snelheid waarmee de organische stof in de bodem wordt afgebroken en een indicator voor de microbiële activiteit. De CO₂ respiratie is gedurende 1 week bepaald bij 20° C en 70% WHC door het laboratorium van GAIA Bodemonderzoek.

Indringingsweerstand

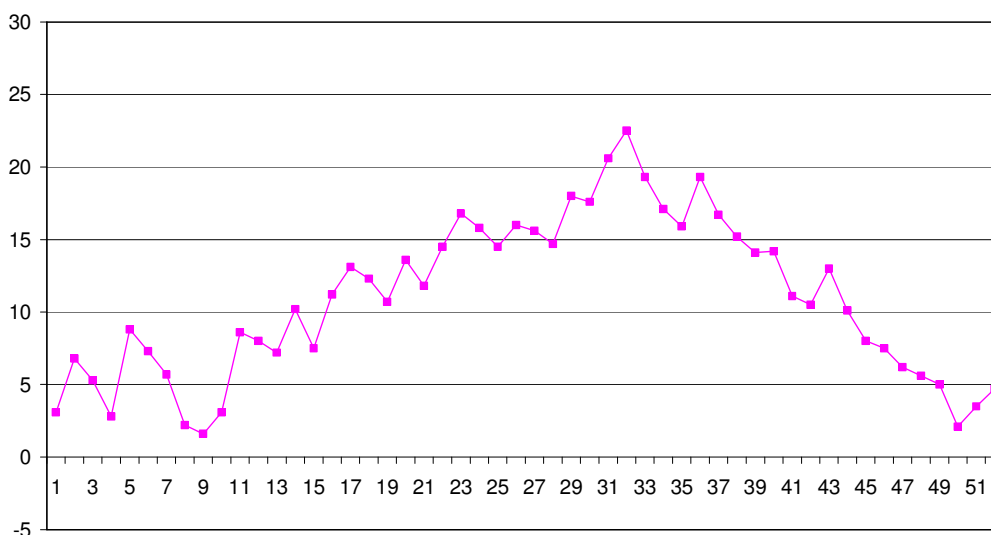
Bodemweerstand is gemeten m.b.v. een penetrograaf met een conus van 1 cm². Per plot (Biotrio) zijn 10 metingen verricht.

Bijlage 4: Weersomstandigheden

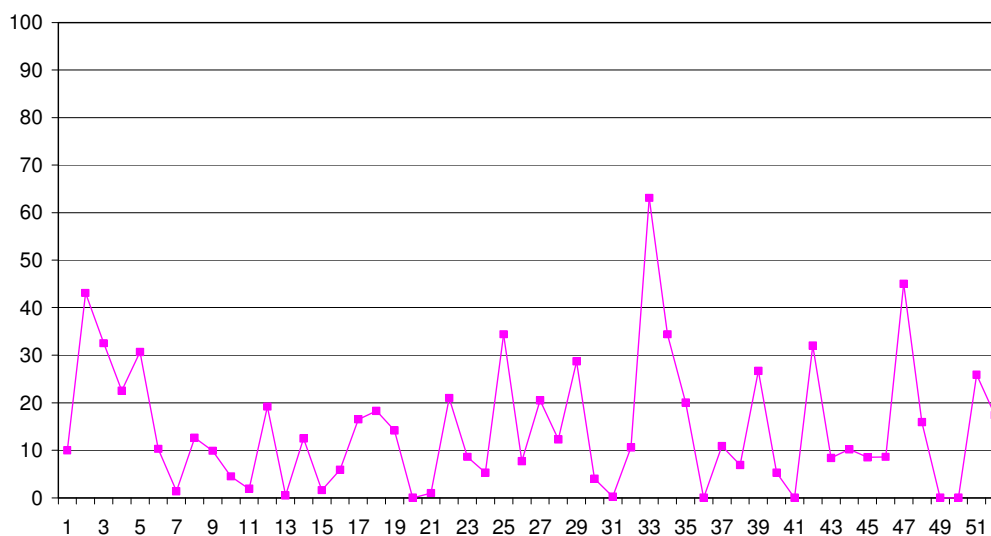
2004 Warm, zonnig en zonder veel extreme buien

Met een gemiddelde temperatuur in de Bilt van 10,3 °C en 10,9 °C in zuidwest Nederland tegen een langjarig gemiddelde van 9,3 °C was 2004 een warm jaar. In alle maanden, met uitzondering van mei, juli en december, lag de gemiddelde temperatuur boven normaal. Vooral in april en augustus was de gemiddelde temperatuur hoog. Van 2 tot en met 11 augustus was er sprake van een landelijke hittegolf. De hoogste temperatuur, 33,6 °C werd bereikt op 11 augustus. De laagste temperatuur op 3 januari: -11,4 °C. Gemiddeld viel er 762 mm neerslag tegen een langjarig gemiddelde van 799 mm. Vooral in januari en na de hittegolf in augustus vielen een aantal flinke buien.

gemiddelde temperatuur per week, 2004



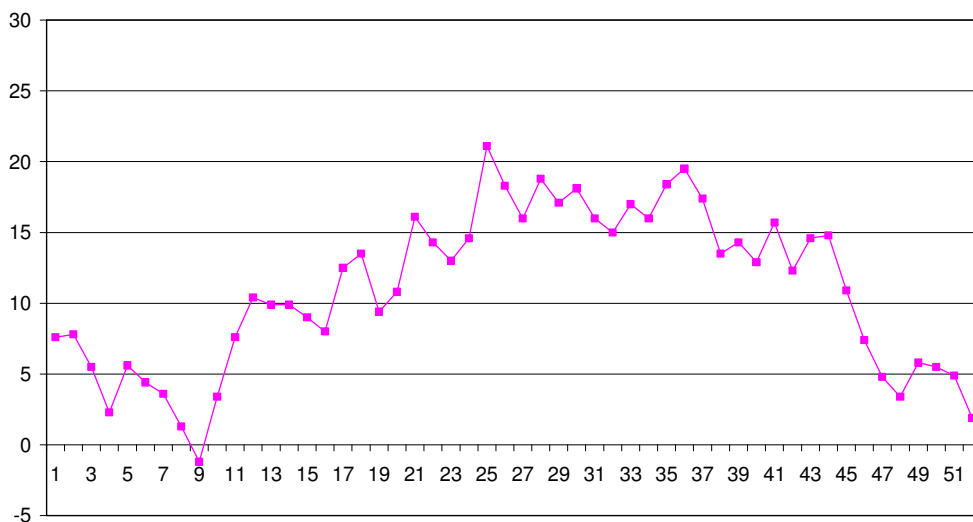
neerslag per week (mm), 2004



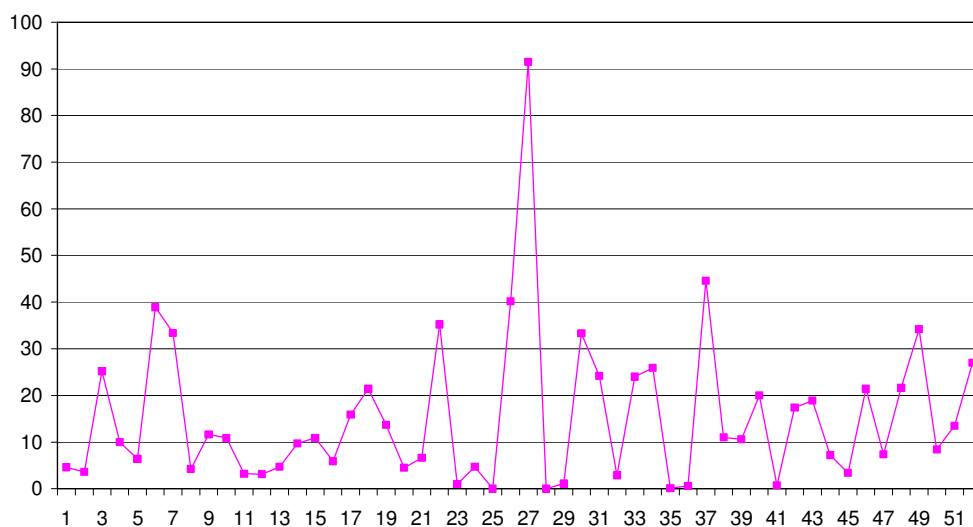
2005 Warm en zonnig, maar met een aantal extreme buien

Met een gemiddelde temperatuur van 11 °C in zuidwest Nederland tegen een langjarig gemiddelde van 9,3 °C was 2005 opnieuw een boven gemiddeld warm jaar. Ook de gemiddelde neerslag was met 800 mm boven gemiddeld. De eerste weken van maart waren koud, maar de tweede helft was zacht en droog. April en mei waren zacht en nat. De tweede helft van juni was warm. In juli vielen in IJzendijke een paar zeer zware buien (90 mm op 4 juli, 40 mm op 7 juli). De eerste dagen van augustus waren zeer koel en er vielen een aantal fikse buien (60 mm op 20 augustus in IJzendijke). September was warm en droog. De proefplots bij Biotrio werden onder gunstige omstandigheden geoogst. De perceelsoogst van de peen bij Biotrio is onder natte omstandigheden van het veld gehaald.

gemiddelde temperatuur per week, 2005



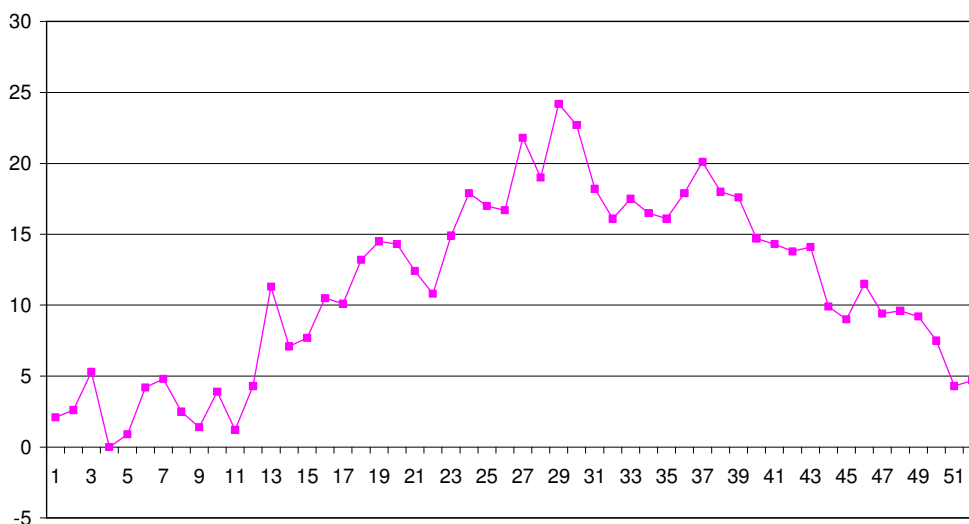
neerslag per week (mm), 2005



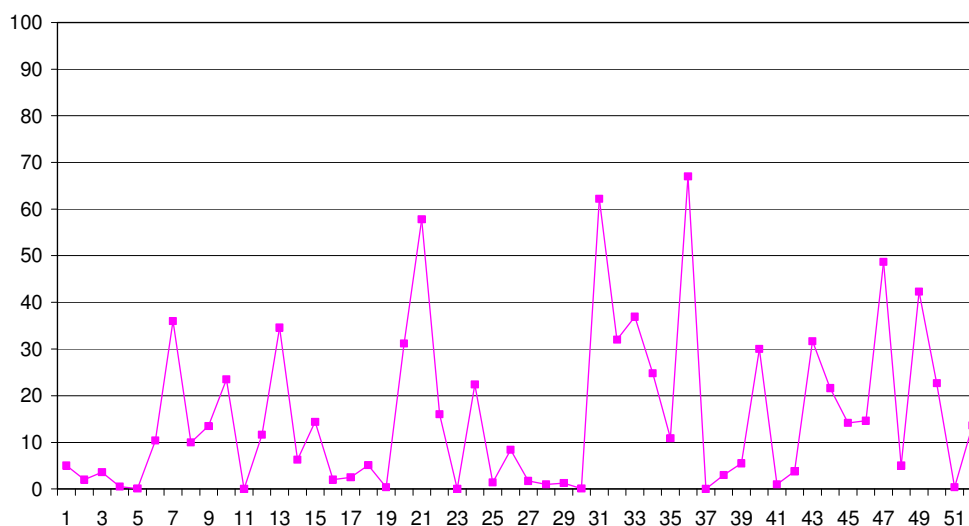
2006 Heet en nat, een jaar van extremen

Met een gemiddelde temperatuur van 11,3 °C in zuidwest Nederland tegen een langjarig gemiddelde van 9,3 °C was 2006 een boven gemiddeld warm jaar. Ook de neerslag was met 815 mm boven gemiddeld. De eerste maanden van 2006 waren koud. Februari was somber en nat. Maart en april waren in het zuidwesten vrij droog en zonnig. Op 25 april werd in de Bilt met 21,8 C de eerste warme dag van het jaar genoteerd. De eerste helft van mei was zeer zonnig, warm en droog. Dit leidde landelijk tot schade in gewassen, maar was gunstig voor de tarwe. De tweede helft van mei was wisselvallig en eind mei viel er 100 mm neerslag in IJzendijke. Schade bleef beperkt. Juni was droog en zonnig. Juli heeft vele warmterecords doen sneuvelen en was de warmste maand sinds het begin van de KNMI metingen in 1706! De droogte hield aan tot in de eerste week van augustus. Toen werden natheidsrecords gebroken: met in Schoondijke 320 mm neerslag en een landelijk gemiddelde van 184 mm was augustus de natste oogstmaand in 100 jaar! De oogst van de zomertarwe vond plaats onder droge omstandigheden op 10 augustus, net voor de extreme neerslag. September was opnieuw record warm, zonnig en droog. Het najaar was zacht en zonder extreem veel neerslag.

gemiddelde temperatuur per week, 2006



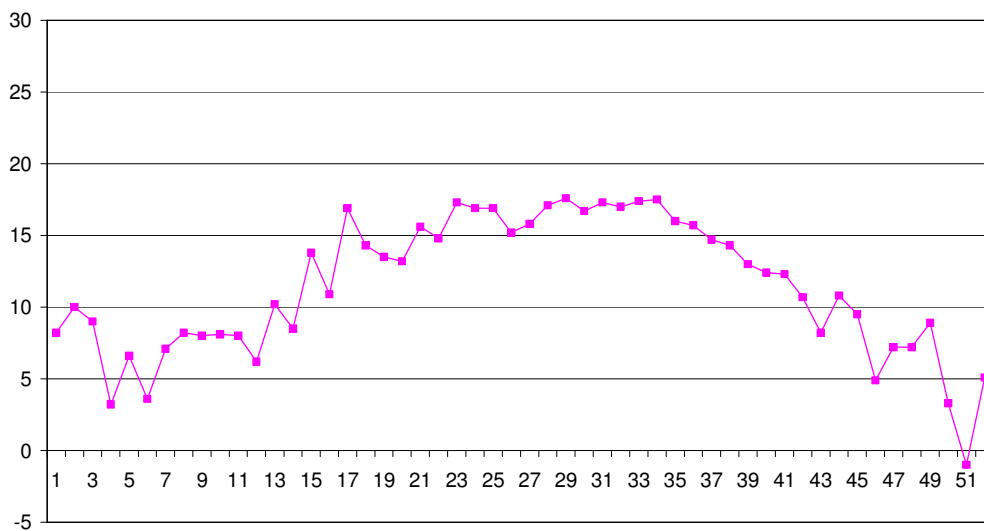
neerslag per week (mm), 2006



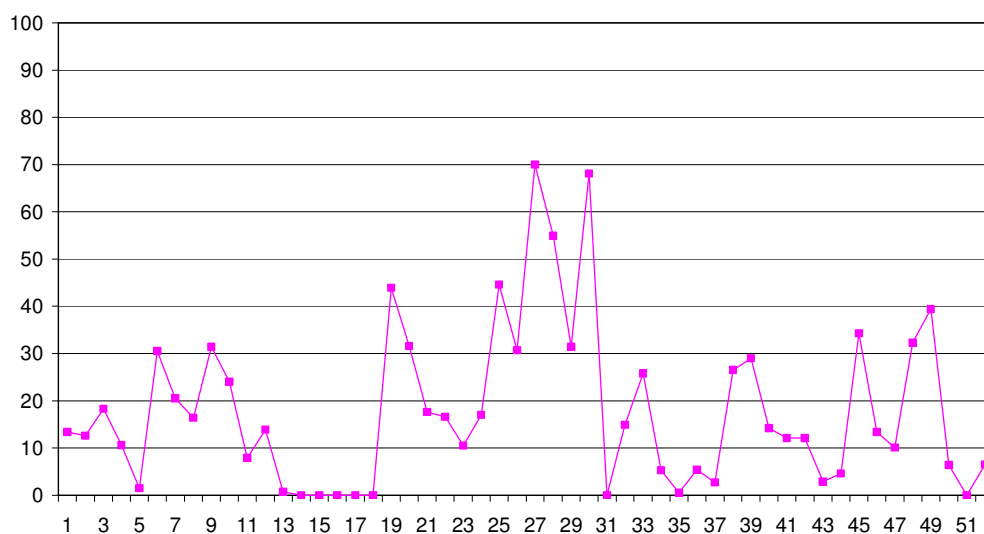
2007 Warme winter, natte zomer

Met een gemiddelde temperatuur van 11,4 °C in zuidwest Nederland tegen een langjarig gemiddelde van 9,3 °C was ook 2007 een boven gemiddeld warm jaar. Ook de gemiddelde neerslag was met 937 mm boven gemiddeld. De hoge gemiddelde jaartemperatuur is vooral veroorzaakt door de uitzonderlijke warmte in de eerste helft van het jaar. Het voorjaar kende een lange droge periode: vanaf 22 maart tot en met 6 mei is er in vrijwel het hele land geen of nauwelijks neerslag gevallen. Vooral juli was heel nat, augustus en begin september waren juist weer droog. December was relatief koud met temperaturen onder het vriespunt.

gemiddelde temperatuur per week, 2007



neerslag per week (mm), 2007



Bijlage 5: Proefveld Langeweg

Behandelingen

GB-100 = gangbaar biologische grondbewerking en normale (100%) bemesting

GB-ev = gangbaar biologische grondbewerking en evenwichtsbemesting op fosfaat

GPS-100 = vaste rijpaden via GPS en normale (100%) bemesting

GPS-ev = vaste rijpaden via GPS en evenwichtsbemesting op fosfaat

		Spoorlijn			
		25m	20m	25m	
woonhuis		1(1GPS100)	buffer	9(1GPS-ev)	
		2(1GB100)	buffer	10(1GB-ev)	
	buffer van 8 ruggen				
		3(2GPS-ev)	buffer	11(2GSP100)	
		4(2GB-ev)	buffer	12(2GB100)	
	buffer van 8 ruggen				
		5(3Rij100)	buffer	13(3Rij-ev)	
		6(3GB100)	buffer	14(3GB-ev)	
	buffer van 4 ruggen				
		7(4GB-ev)		15(4GB100)	
		8(4GPS-ev)		16(4GPS100)	
	Grasstrook				
	doorgang		Riet & Sloot Kavelpad		

Elk plot is 2 * 4 ruggen = 8 ruggen totaal en 25 m lang

Bijlage 6. Vragenlijst interviews 2004

Dit interview gaat over de bemestingskeuzes die u maakt op uw bedrijf. Ik wil graag eerst ingaan op het bedrijf zelf dan een paar persoonlijk vragen aan u en tenslotte inzoomen op de bemesting op u bedrijf.

Bedrijf en ondernemer

- Kunt u iets vertellen over de ontwikkeling van het bedrijf?
- Wanneer bent u omgeschakeld naar biologisch en waarom?
- Hoe bent u boer geworden?
- Wat motiveert u om boer te zijn?
- Hoe zou u uzelf omschrijven? Wat voor type boer bent u?
- Wat zijn u sterke kanten als boer?
- Wat zou u graag willen beter willen doen als boer, (wat zijn voor u verbeterpunten)?
- Hoe denkt u dat de omgeving u ziet?

Doelstelling tot nu toe

- Wat is u toekomstbeeld van u bedrijf?
- Wat zijn kansen voor u zelf en u bedrijf?
- Wat zijn bedreigingen voor u zelf en u bedrijf?

Toekomstige doelstelling

- Hoe probeert u de doelstelling te bereiken?
- Wat zijn moeilijke dingen/situaties die u tegenkomt?
- Wat gaat makkelijk in dit proces?

Bemesting

- Kunt u iets vertellen over de bemesting op uw bedrijf?
- Wat is uw visie over bemesting op uw bedrijf?
- Wat is u uw succes op bedrijf waar uw bemesting een grote rol in speelt?
- Wat is uw visie over bemesting in de biologische landbouw?
- Bent u in uw bemestingssysteem anders dan anderen biologische boeren hier in de buurt?
- Waarom gebruikt u juist deze meststoffen/mestsoorten?
- Waar komen de gebruikte meststoffen vandaan?
- Heeft u chemische analyse laten doen van de mest?
- Hoe en waarmee vergelijkt u uw cijfers en gegevens?
- Hoe probeert u bij te sturen? Waarom?

Toepassing mestsoorten

- Hoe past u de bemesting toe?
- Wat is u visie op toepassing van mestsoorten?

Bemestingssysteem veranderen

- Heeft u uw bemesting in de afgelopen jaren veranderd?
- Wat heeft u in uw bemesting veranderd? En waarom?
- Wat is het effect van deze verandering?
- Bent u tevreden met de verandering?
- Is dit ook wat uw verwachte?
- Hoe kijkt u terug op de verandering?
- Wat doet u nu wat u vroeger nooit gedaan zou hebben?

Vruchtwisseling

- Kunt u iets vertellen over uw vruchtwisseling op uw bedrijf?
- Heeft u uw vruchtwisseling veranderd of aangepast?
- Hoe staat deze verandering in relatie tot uw bemestingssysteem?
- Waar let u op bij het kiezen van het volgende gewas in de vruchtopvolging?