

***Stikstofvoorziening uit  
maaimeststoffen***

*Bedrijfsontwerp*

*Geert-Jan van der Burgt  
Coen ter Berg  
Joost van Strien  
Jan Bokhorst*

**LOUIS BOLK**  
I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
U  
T

*Een uitgave van het Louis Bolk Instituut  
in samenwerking met*



**WAGENINGEN UR**  
*For quality of life*

In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het ministerie van EL&I gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland ([www.bioconnect.nl](http://www.bioconnect.nl)). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Zij werken in de cluster Biologische Landbouw (EL&I gefinancierde onderzoeksprogramma's) nauw samen. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen.

De resultaten van de onderzoeksprogramma's vindt u op de website [www.biokennis.nl](http://www.biokennis.nl). Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: [info@biokennis.nl](mailto:info@biokennis.nl).

Foto voorkant: Annelijn Steenbruggen

© [2011] Louis Bolk Instituut  
Stikstofvoorziening uit maaimeststoffen;  
bedrijfsontwerp. Geert-Jan van der Burgt.  
Maaimeststof, stikstof, bodemvruchtbaarheid,  
eigen stikstofvoorziening. Publicatienummer  
2011-008 LbP, 31 pagina's. Deze publicatie kan  
gedownload worden vanaf [www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl) en  
[www.biokennis.nl](http://www.biokennis.nl)

[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

# Voorwoord

Van 2007 tot 2010 is het project “Minder en Anders Bemesten” uitgevoerd door LBI en PPO. Een van de onderzochte vernieuwende strategieën was het gebruik van maaimeststoffen. Op gewasniveau is daarbij aangetoond dat maaimeststoffen een goed alternatief vormen voor dierlijke mest: de bemestende waarde is hoog en kan goed voorspeld worden. Geldt dat echter ook op bedrijfsniveau?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is vervolgonderzoek gestart. Het voornemen is om op het praktijkbedrijf van Joost van Strien in Ens, Noordoostpolder, in een meerjarig project de stikstofdynamiek van een bedrijfssysteem op basis van maaimeststoffen in beeld te brengen. Dat onderzoek is in 2011 gestart, en het eerste resultaat ligt nu voor u. Het betreft de ontwerpfase van het bedrijf, gericht op optimalisatie van de stikstofbenutting met als middel de inzet van maaimeststoffen.



# *Inhoud*

Voorwoord	3
Inhoud	5
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding en achtergrond	11
2 Ontwerpdoelen	13
3 Bedrijfsontwerp	15
3.1 Ontwerp: het proces	15
3.2 Ontwerp: de vruchtwisseling en bemesting	16
4 Resultaten	19
5 Discussie	23
5.1 Afwegingen in het ontwerp	23
5.2 Mineralenbalansen	23
5.3 Stikstofbeschikbaarheid	24
6 Veldexperimenten en analyse	27
7 Conclusie	29
Literatuur	31





# Samenvatting

Biologische landbouw als systeem wint aan kracht als het in staat is meer dan nu het geval is te voorzien in eigen stikstof. Dat kan ingevuld worden door meer stikstofbinding in zowel veehouderij als akkerbouw, en door efficiënter gebruik te maken van de beschikbare stikstof. Mede om deze redenen kan een akkerbouwer er voor kiezen om minder of geen dierlijke mest aan te voeren. In plaats daarvan kunnen dan maaimeststoffen ingezet worden. Maaimeststoffen zijn luzerne en grasklaver die niet verkocht worden maar direct op het eigen bedrijf als meststof worden ingezet. Dit zijn dus bedrijfsinterne bronnen van stikstof.

In dit verslag wordt een bedrijfsontwerp besproken voor een akkerbouwbedrijf dat gebaseerd is op stikstofvoorziening uit luzerne en grasklaver als maaimeststof. Het daardoor ontstane tekort op de P-balans wordt gecompenseerd door lokaal beschikbare natuurcompost. Het bedrijfsmodel is gebaseerd op de vruchtwisseling en de bedrijfsomstandigheden van het akkerbouwbedrijf van Joost van Strien in Ens, Noordoostpolder. De organische stof balans moet ten minste gelijk blijven met de huidige situatie, en de opbrengsten mogen niet lager uitvallen dan nu het geval is.

Op basis van de uitgangspunten is een vruchtwisseling met bijbehorende bemesting ingevoerd in het model NDICEA. Daarna is in een iteratief proces met de ondernemer het bedrijfsontwerp bijgesteld tot een voor de bedrijfsleider reëel plaatje was ontstaan.

Het blijkt mogelijk om, gegeven het bouwplan op hoofdlijnen zoals dat nu door van Strien gehanteerd wordt, de stikstofvoorziening sluitend te krijgen met een beperkte hoeveelheid maaimeststoffen en aanvoer van compost op basis van de fosfaatbalans. De bodem organische stof blijft op peil. Er is nog speling voor een of meerdere teelten die méér stikstof vragen dan de nu in het bouwplan opgenomen teelten.

In het nu lopende vervolg onderzoek worden veldmetingen gedaan om te kijken of de aannames die voor de modelberekeningen gedaan zijn met de werkelijkheid overeenstemmen.





## Summary

Organic agriculture as system approach gains strength if it can produce its own nitrogen, more than what is now realized. This could be done by increased nitrogen fixation on both cattle farms and arable farms, combined with an increased nitrogen use efficiency. Because of these and other reasons, arable farmers can decide to reduce or stop the purchase of manure. Instead of this, cut-and-carry fertilizers could be used. Cut-and-carry fertilizers are alfalfa and grassclover, not sold but used on the farm as fertilizer.

This text reports on the design of an arable farm based on the use of alfalfa and grassclover as cut-and-carry fertilizer. This causes a shortage in the P-balance, which is compensated by the purchase of local available compost. The design is based on the arable farm of Joost van Strien, Ens, Noordoostpolder. The soil organic matter may not decline, and the yields may not be lower than what is realized now.

Based on these starting points, a crop rotation and fertilizer scheme is inserted in the nitrogen and organic matter model NDICEA. After this, an iterative process with the farmer, the farm advisor and the researcher led to a design accepted by the farmer.

It turns out to be possible to make a system based on farm-own nitrogen fixation and purchase of local compost with a net zero phosphate balance. The soil organic matter stays constant. Some fertilizer is left for crops which need more nitrogen.

The research will be continued in field experiments, testing the viability of the model calculations.



# 1 Inleiding en achtergrond

De biologische landbouw staat voor de opgave om scherper dan tot nu toe met de bemesting om te gaan. Vooral de stikstof- en fosfaatbemesting vragen meer aandacht (Bokhorst, 2010; Staps en Van der Burgt, 2008). Van 2007 tot 2010 heeft in dit kader het project “Minder en Anders Bemesten” (MAB) plaatsgevonden. Van der Burgt et al (2010a) geeft een samenvatting van de resultaten. Eén van de uitkomsten van MAB was dat maaimeststoffen als zodanig een volwaardig alternatief vormen voor het gebruik van dierlijke mest (Scholberg et al., 2010, Van der Burgt et al, 2010b). De consequenties op bedrijfsniveau zijn echter groot als besloten wordt maaimeststoffen een belangrijke positie te geven in de bemestingsstrategie.

Om deze uitdaging op te pakken is een vervolgonderzoek gestart op het akkerbouwbedrijf van Joost van Strien in Ens, Noordoostpolder. Centrale vraag daarin is wat de rol van maaimeststoffen kan zijn in het kader van de nieuwe wetgeving en het streven naar 100% biologische mest.

Als eerste fase van dit onderzoek is de vraag opgepakt óf en hoe het bedrijf in een theoretische benadering kan functioneren met maaimeststoffen als primaire stikstofbron. Van deze ontwerpfase wordt hier verslag uitgebracht.

Tegelijk met deze ontwerpfase is de fase met veldonderzoek gestart. Daarbij gaat het er om te onderzoeken of de aannames die in de ontwerpfase zijn gedaan op realiteit berusten. Dit veldonderzoek gebeurt op praktijkschaal omdat de schaal als zodanig onderdeel is van het ontwikkelingstraject. De hoofdlijnen van dit onderzoek staan in dit verslag beschreven. In vervolpublicaties zal over het veldonderzoek nader gerapporteerd worden.



## 2 Ontwerpdoelen

Het ontwerp is gebaseerd op de huidige bedrijfsvoering van Van Strien. Het bedrijf is gelegen op een matig lichte zavelgrond met 20% afslibbaar, een pH van 7,6 en een organische stofgehalte van 2.6%. De fosfaat- en kalitoestand van de grond is goed en de percelen zijn goed ontwaterd

Het te ontwerpen bedrijf moest aan de volgende vereisten voldoen:

- Op hoofdlijnen een voortzetting van de huidige vruchtwisseling en gewassenkeuze van Joost van Strien. Een 8-jarige vruchtwisseling met grasklaver, luzerne en zomertarwe als rustgewassen, en een aantal andere gewassen (spinazie, sjalot, peen) als cash crops.
- Voldoende stikstofbinding door luzerne en/of grasklaver om de overige gewassen met maaimeststof een dusdanige stikstofgift mee te kunnen geven dat gelijkblijvende opbrengsten ten opzichte van de huidige situatie te verwachten zijn.
- Géén aanvoer van dierlijke mest
- Door de nul-aanvoer van dierlijke mest ontstaan negatieve mineralenbalansen voor fosfaat en kali en andere nutriënten. De P-afvoer met producten wordt gecompenseerd door P-aanvoer met maaiselcompost uit nabij gelegen natuurgebieden. De aan te voeren hoeveelheid compost wordt zo gekozen dat de P-balans op nul uitkomt.
- Na berekening van de aanvoer van compost wordt de K-balans opgesteld. Deze balans is geen onderdeel van het iteratieve ontwerpproces. Er wordt in het midden gelaten of een eventueel K-tekort wel of niet direct moet worden gecompenseerd. Dit zou een vraag voor aanvullend onderzoek kunnen zijn.
- De bodem-organische stofbalans moet ten minste positief zijn. Het huidige organische stofgehalte is voldoende maar mag niet teruglopen.



## 3 Bedrijfsontwerp

### 3.1 Ontwerp: het proces

De achtjarige vruchtwisseling, bestaande uit twee blokken van vier jaar met elk een tijdvak luzerne of grasklaver, was uitgangspunt voor het ontwerp. Tevens was een aantal gewassen vastgesteld dat in het ontwerp een plek moesten krijgen. De berekeningen zijn uitgevoerd binnen het model NDICEA. Percelen in tweeën delen en daarop verschillende gewassen telen kan wel binnen NDICEA, maar feitelijk stap je dan over op meerdere scenario's in plaats van één. Om het ontwerpen niet nodeloos ingewikkeld te maken is dus een selectie van gewassen gemaakt, in de wetenschap dat er ook nog bemestingsruimte moet zijn voor méér stikstofbehoefte gewassen. De gewassen die in het ontwerp zijn opgenomen zijn:

- Grasklaver
- Luzerne
- Zomertarwe (2 jaar)
- Spinazie (dubbelteelt in een jaar)
- Pompoen
- Sjalot
- Peen

Het ontwerpen was een iteratief proces tussen de onderzoeker, de bedrijfsleider en de bedrijfsadviseur, respectievelijk G.J. van der Burgt, J. van Strien, C. ter Berg. Daarbij is gebruik gemaakt van de eerdere onderzoeksresultaten op het bedrijf van Van Strien (Scholberg et al 2010, Van der Burgt et al 2010). Er zijn redelijke opbrengsten vastgesteld op basis van ervaringen van de bedrijfsleider. Er is een stikstofbehoefte per gewas vastgesteld op basis van beschikbare kennis en ervaring en er zijn redelijke stikstofgiften bepaald om de nagestreefde opbrengsten te kunnen realiseren. Er zijn afwegingen gemaakt over de gewenste lengte van de luzerne en/of grasklaver periode, en daarmee over het potentieel aan hoeveelheid maaimeststof. Er is een schatting gemaakt van de opbrengst van grasklaver en luzerne en van de N-inhoud ervan. Er is geen inschatting gemaakt van de stikstofbinding als zodanig: die wordt door NDICEA berekend. Andere overwegingen waren najaars- of voorjaarsinzaai van grasklaver en luzerne. De aannames staan in Tabel 1.

Tabel 1. Uitgangspunten voor verschillende gewassen

	<b>Opbrengst ton/ha</b>	<b>N-gehalte kg/ton ds</b>	<b>N-behoefte kg/ha</b>
Luzerne	14	36	
Grasklaver	10	26	
Zomertarwe (2x)	6		150
Spinazie (2x)	20		200
Pompoen	15		100
Sjalot	20		75
Peen	60		0



Voor de mineraleninhoud van de natuurcompost is uitgegaan van een aanwezige analyse van vergelijkbaar materiaal (Tabel 2).

Tabel 2. Samenstelling van compost van maaisel uit natuurgebied

	kg/ton vers
Droge stof	235
Organische stof	157
N-totaal	7.9
N-min	0.2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.2
K <sub>2</sub> O	3.8

Toen eenmaal een geschikte vorm gevonden was die aan alle voorwaarden voldeed is die als zodanig geaccepteerd en daarmee is verder gerekend. Er heeft dus geen optimalisatie proces plaatsgevonden en het is dus denkbaar dat er betere oplossingen zijn dan de hier gepresenteerde.

### 3.2 Ontwerp: de vruchtwisseling en bemesting

Het ontwerp dat als (voorlopig) eindpunt te voorschijn is gekomen staat in Figuur 1. De berekeningen zijn uitgevoerd alsof alle percelen een oppervlak hebben van één hectare en het totale bedrijf acht hectare groot is.

De luzerne wordt na de zomertarwe ingezaaid. De grasklaver wordt als ondervrucht in de tweede zomertarwe gezaaid. Waar mogelijk wordt een groenbemester gezaaid. Dat kan meestal na spinazie en na sjalot. Na pompoen en peen is het de vraag of het nog de moeite loont. Bij een voegeoogste peen zou het nog wel kunnen, bij pompoen is het in het ontwerp niet ingevuld.

Totaal bemesting bedraagt 12 ton droge stof luzerne maaimeststof, 8 ton droge stof grasklaver maaimeststof en 96 ton versgewicht natuurcompost. Deze bemesting is iets lager dan wat er aan maaimeststof geproduceerd wordt. Er blijft over 2 ton droge stof luzerne en 2 ton droge stof grasklaver die nog beschikbaar indien stikstofbehoefte gewassen in bouwplan worden opgenomen.



Figuur 1. Gewasvolgorde en bemestingen (hoeveelheid per hectare) van het bedrijfsontwerp

1	Zomertarwe	A	4 ton d.s. luzerne mms
2-3-4	Luzerne	B	24 ton natuurcompost
5-6	Spinazie 2 x	C,D	5 ton d.s. luzerne en 3 ton d.s. grasklaver mms
7	Haver / Wikke		
		E	24 ton natuurcompost
8	Pompoen	F	2 ton d.s. grasklaver mms
9	Zomertarwe	G	3 ton d.s. luzerne mms
10-11-12	Grasklaver		
		H	24 ton natuurcompost
13	Sjalot	I	3 ton d.s. grasklaver mms
14	Gele mosterd		
		J	24 ton natuurcompost
15	Peen		
16	Gele mosterd		

De luzerne en de grasklaver worden volledig bedrijfsintern ingezet als maaimeststof. Dat levert de volgende hoeveelheid op (Tabel 3).

Tabel 3. Opbrengst en stikstofopbrengst van luzerne en grasklaver

	Opbrengst ton/ha	N in ds %	Gewas N opbrengst kg/ha	Bedrijfstotaal N opbrengst kg/ha
Luzerne	14	3.8	532	66
Grasklaver	10	2.6	260	33
Totaal			792	99

Het bedrijfsontwerp resulteert in de volgende afvoer van mineralen (Tabel 4).

Tabel 4. Onttrekking van N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O met verkoopbare producten

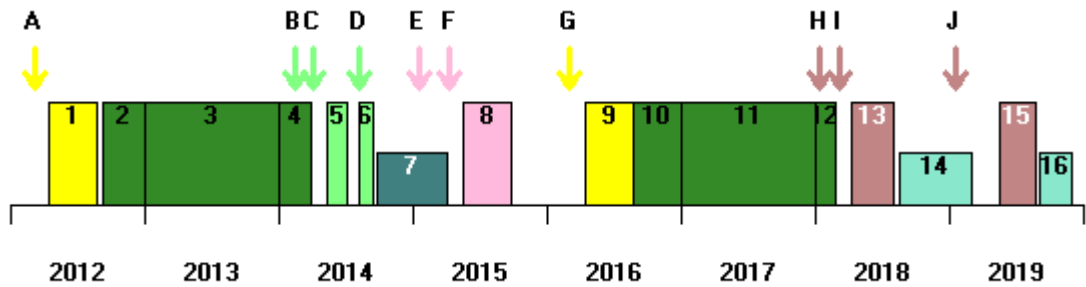
	Opbrengst ton/ha	d.s. %	N in ds %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in ds %	K <sub>2</sub> O in ds %	N afvoer kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> afvoer kg/ha	K <sub>2</sub> O afvoer kg/ha
Zomertarwe	6	85	2,00	1,00	0,60	102	51	31
Spinazie	20	7,7	3,78	0,60	6,66	58	9	103
Spinazie	20	7,7	3,78	0,60	6,66	58	9	103
Pompoen	15	15	2,00	1,10	3,10	45	25	70
Zomertarwe	6	85	2,00	1,00	0,60	102	51	31
Sjalot	20	18	2,20	0,70	1,80	79	25	65
Peen	60	10,4	1,27	0,69	4,18	79	43	261
Totaal						524	213	662
Afvoer per hectare						65	27	83

De afvoer van 27 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare wordt gecompenseerd door de aanvoer met compost. Met een gehalte van 2,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton (Tabel 2) resulteert dat in 12 ton compost per hectare per jaar. In het ontwerp wordt eens per twee jaar 24 ton per hectare uitgereden in de wintertijd, totaal 96 ton.

De meeste bemestingsmomenten voor de gewassen liggen in het vroege voorjaar terwijl de productie van de maaimeststoffen verspreid over voorjaar en zomer ligt. Dit betekent dat in praktijk een aanzienlijk deel van de maaimeststoffen ingekuuld moet worden om pas het er op volgende jaar ingezet te worden.

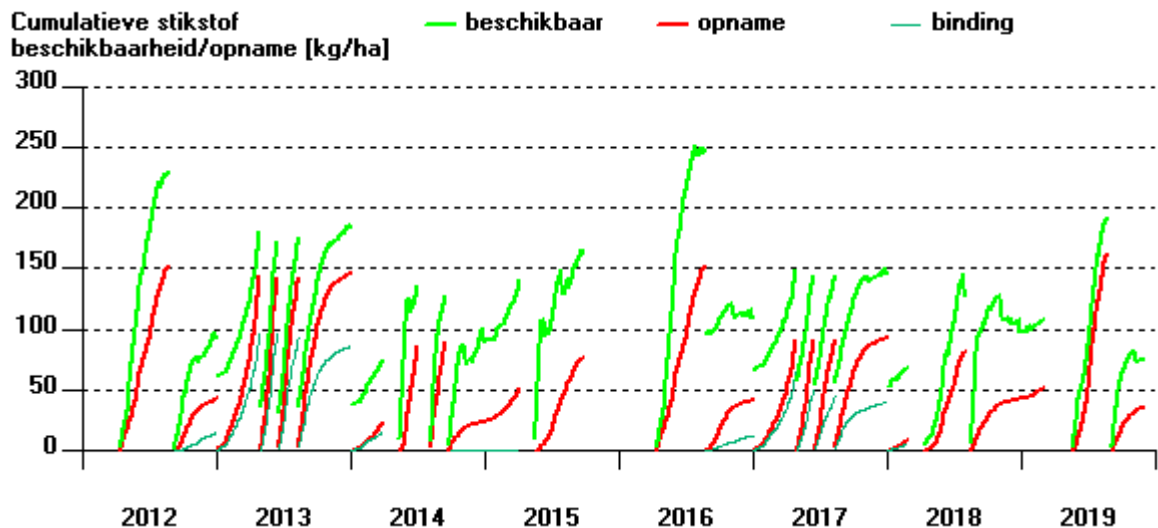
## 4 Resultaten

In Figuur 2 is nogmaals de vruchtvolgorde weergegeven.



Figuur 2. Vruchtvolgorde. 1 = Zomertarwe ; 2,3,4 = Luzerne ; 5,6 = Spinazie ; 7 = haver/wikke ; 8 = Pompoen ; 9 = Zomertarwe ; 10,11,12 = Grasklaver ; 13 = Sjalot ; 14 = Gele mosterd ; 15 = Peen ; 16 = Gele mosterd

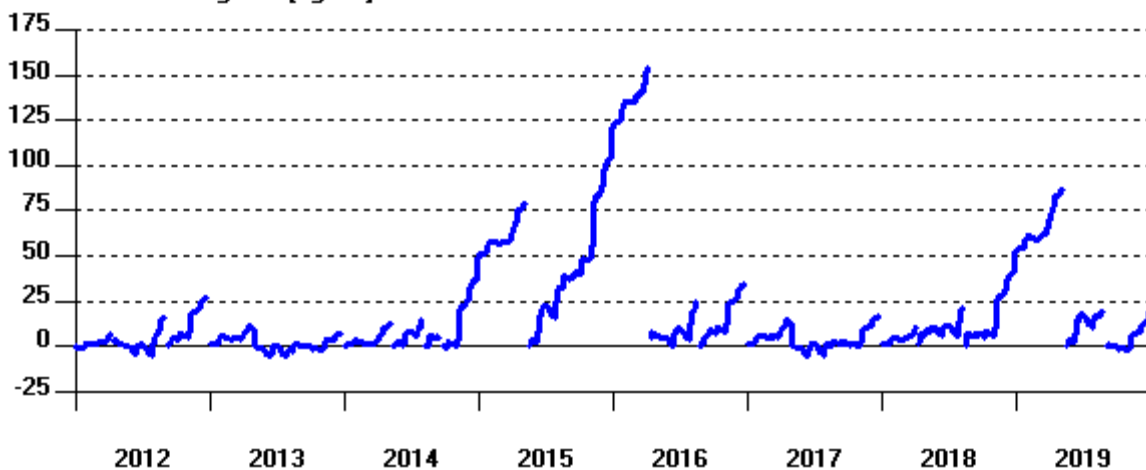
Deze vruchtwisseling met bijbehorende bemesting is doorgerekend in NDICEA 6. De berekende samenstelling van de bodem organische stof aan het einde van de vruchtopvolging is overgezet naar het begin, en daarna is opnieuw het scenario doorgerekend. Feitelijk worden dus de resultaten van de tweede rotatie bekeken. Op deze manier worden de standaard instellingen voor de bodem organische stof van NDICEA (met name de verhouding tussen makkelijk en moeilijker afbreekbare organische stof) bij aanvang van een scenario vervangen door reële waarden en ontstaat een beter beeld van de prestaties van het systeem. Deze zelfde bewerking nogmaals doorvoeren gaf geen wezenlijke verandering meer.



Figuur 3. Stikstof beschikbaarheid en stikstofopname

De grafiek voor de stikstof beschikbaarheid (Figuur 3) toont dat voor alle gewassen voldoende stikstof beschikbaar is om de veronderstelde opbrengst te kunnen halen. Daarbij wordt rekening gehouden met verschillen in bewortelingsdiepte. De twee tarwe gewassen lijken een erg ruim stikstof aanbod te hebben. De totale N-opname van de pompoen lijkt aan de kleine kant.

Stikstof: cumulatieve uitspoeling en denitrificatie ondergrond [kg/ha].

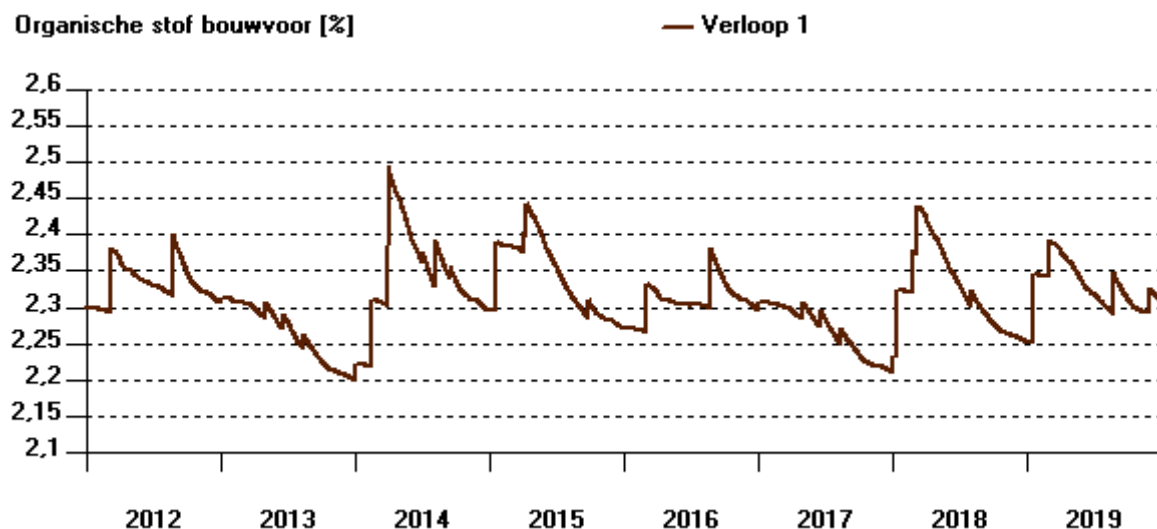


Figuur 4. Uitspoeling van stikstof

In Figuur 4 staat de uitspoeling weergegeven. Over het algemeen is de uitspoeling laag, maar de jaren na de luzerneteelt kennen een vrij hoge uitspoeling. Daarvoor zijn drie oorzaken aan te wijzen.

- De zware bemesting voor de spinazieteelt die het jaar erna nog doorwerkt.
- De lage N-opname van de pompoen.
- Het ontbreken van een groenbemester na pompoen.

Organische stof bouwvoor [%]



Figuur 5. Verloop van de organische stof in de bouwvoor (0-30 cm)

Binnen het bedrijfsontwerp blijft het organische stof gehalte stabiel (Figuur 5). Hiervoor is een substantiële input nodig: twee maal anderhalf jaar luzerne en grasklaver, twee maal tarwestoppel met stro op het land blijvend en 12 ton compost gemiddeld per jaar.

De stikstofbalans voor het bedrijf is weergegeven in Tabel 5. De getallen achter N-fixatie, vervluchtiging, denitrificatie, uitspoeling en opbouw bodem N zijn afkomstig uit de resultaatberekening van NDICEA.

Tabel 5. Stikstofbalans per hectare per jaar

		N (kg)
Aanvoer	N-fixatie	80
	Compost	94
	Depositie	25
	Totaal	199
Afvoer	Gewassen	65
Overschot		134
Overschot uitgesplitst	Vervluchtiging	1
	Denitrificatie	36
	Uitspoeling	80
	Opbouw bodem N	3
	Opbouw voorraad mms	15

De kalibalans is eenvoudig en staat in Tabel 6. In het ontwerp wordt alleen kalium aangevoerd met compost en het kaliumgehalte van die compost is vrij laag. Er ontstaat een tekort op de kalibalans van bijna 40 kg per jaar per hectare.

Tabel 6. Kali balans per hectare per jaar

		K <sub>2</sub> O (kg)
Aanvoer	Compost	46
Afvoer	Gewassen	83
Overschot		-37

De stikstofbehoefte, de toegediende stikstof en de stikstof afvoer met de producten staan in Tabel 7. De eerste zomertarwe krijgt méér stikstof toegediend dan de tweede omdat verwacht wordt dat dit gewas op een wat armere plaats in de rotatie staat, na de weinig bemeste sjalot en de niet bemeste peen. De spinazie wordt zwaar bemest en onttrekt relatief weinig stikstof. De tweede spinazieteelt wordt aanzienlijk minder bemest dan de eerste omdat stikstof levering verwacht wordt van de luzerne voorvrucht, de luzerne maaimeststof die wordt toegediend voor de eerste spinazieteelt en de gewasresten van de eerste spinazieteelt. De pompoen krijgt minder toegediend dan de behoefte omdat er nog wat nalevering verwacht wordt van de luzerne voorvrucht (nog vóór de spinazie) en een sterke nalevering van de toegediende stikstof aan de spinazie.

Tabel 7. N-behoefte, N-gift en N-afvoer

Gewas	Bemesting ton/ha	Meststof	N-behoefte kg/ha	N-gift kg/ha	N afvoer kg/ha
Zomertarwe	4	Luzerne	150	144	102
Spinazie	5	Luzerne	200	180	58
Spinazie	3	Grasklaver	200	78	58
Pompoen	2	Grasklaver	100	52	45
Zomertarwe	3	Luzerne	150	108	102
Sjalot	3	Grasklaver	75	78	79
Peen	0		0	0	79





## 5 *Discussie*

### 5.1 *Afwegingen in het ontwerp*

Op basis van de gekozen uitgangspunten en doelen bleek het betrekkelijk makkelijk een passend ontwerp te maken.

In de vruchtwisseling is zowel grasklaver als luzerne opgenomen. Wanneer alleen naar stikstofbinding gekeken zou worden zou het voor de hand liggen uitsluitend luzerne in te zetten. Er zijn echter argumenten voor het óók opnemen van grasklaver: een grotere gewasdiversiteit, een betere mogelijkheid voor onderzaai, een betere onkruidonderdrukking, een intensievere beworteling van de bouwvoor en een hogere toevoer van organische stof naar de grond.

De beide tarwegewassen lijken erg ruim in de stikstof te zitten. Daar zou dus bespaard kunnen worden, waarmee nog meer maaimeststof beschikbaar zou komen voor gewassen zoals kool die ook in het bouwplan zitten.

### 5.2 *Mineralenbalansen*

#### *Fosfaat*

Voor fosfaat is de balans nul; dit was een uitgangspunt van het ontwerp. De verwachting is dat onder deze omstandigheden er weinig of géén netto fixatie van fosfaat aan bodemdeeltjes plaatsvindt en dat op termijn 100% van de toegediende fosfaat beschikbaar is. De organische stof is in evenwicht en bij een verondersteld gelijkblijvend P-gehalte van de organische stof is ook hiervoor geen overschot nodig. Een absoluut evenwicht tussen aanvoer en afvoer wordt dus mogelijk geacht. Bij deze gronden met hoge pH zou echter P-fixatie op kunnen treden. Dit kan, net als P-beschikbaarheid uit organische stof en P-reallocatie van ondergrond naar bovengrond als onderzoeksvraag opgepakt kunnen worden.

#### *Kali*

Voor kali ontstaat een negatieve balans van 37 kg per hectare per jaar. Op korte termijn hoeft dat geen bezwaar te zijn gezien het bodemtype. Op het nabij gelegen bedrijf OBS in Nagele is uit onderzoek gebleken dat bij aan structureel tekort op de kali-balans de hoeveelheid voor gewasopname beschikbare kalium niet afnam (Vereyken, 1984, 1988). Op langere termijn is dit geen duurzaam systeem en zullen meststoffen gekozen moeten worden die dit gat opvullen.

#### *Stikstof*

Het streven was er op gericht om het bedrijf voornamelijk te laten draaien op maaimeststoffen. Dat is op zich gelukt, want de veronderstelde opbrengsten kunnen volgens de NDICEA berekeningen behaald worden en er is nog extra maaimeststof beschikbaar voor extra N vragende gewassen zoals kool. De totale N-balans en N-dynamiek roepen echter nog vragen op.

In dit bedrijfsontwerp wordt natuurcompost gebruikt. Dat dient het doel van een nuttig hergebruik van regionaal aanwezige reststoffen. Dit vertroebelt echter het beeld op het vermogen van het bedrijf om volledig in eigen stikstofbehoefte te voorzien. Een andere benadering zou kunnen zijn om niet natuurcompost te gebruiken maar GFT-compost, wederom naar rato van de P-afvoer van producten. Dat staat weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 N en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aan- en afvoer in geval van GFT

			kg
GFT	Samenstelling*	N	9,4
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,8
Afvoer	Gewassen	N	65
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27
GFT	Aanvoer	N	53
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27

\* Brinkman et al, 2004

Hier vallen twee dingen op. Ten eerste is bij gebruik van GFT compost in plaats van natuurcompost de aanvoer van N lager omdat de N/P verhouding van GFT aanzienlijk lager is. Ten tweede is de N/P verhouding van het afgevoerde product met 2,4 hoger dan de N/P van GFT-compost met 2,0. Bij verbruik en compostering gaat altijd meer N dan P verloren en het lijkt dus redelijkerwijs mogelijk om van de producten van dit bedrijf een GFT compost te maken met de samenstelling van gemiddelde GFT. De N-aanvoer uit compost naar het bedrijf is in geval van GFT echter lager dan in geval van Natuurcompost. Aangezien het om langzaam vrijkomende stikstof gaat heeft dit nauwelijks gevolgen voor de stikstofbeschikbaarheid op korte termijn (eerste rotatie) maar wel op langere termijn (latere rotaties). De conclusie kan dus niet getrokken worden dat dit bedrijfsmodel echt helemaal zelfvoorzienend is in stikstof.

### 5.3 Stikstofbeschikbaarheid

Uit voorgaand onderzoek (Van der Burgt et al., 2010 a en b; Van der Burgt en Staps, 2010) blijkt stikstofbeschikbaarheid een betere verklarende factor is voor opbrengst dan stikstofgift. Dit is op zich niet verrassend, maar roept wel vragen op over het gebruik van het ongedefinieerde begrip “gewasbehoefte” (zie Tabel 7) als het om stikstof gaat. Bij het ontwerpen is in eerste instantie wel uitgegaan van de ‘gewasbehoefte’ als resultaat van ervaring en kennis, maar dat is genuanceerd door de plaats in de vruchtwisseling en door de te verwachte nalevering van stikstof uit voorgaande bemestingen. Om dit te illustreren is in

Tabel 9 de hoeveelheid beschikbare stikstof uit 5 ton luzerne maaimeststof voor de eerste spinazieteelt uitgesplitst naar verschillende perioden.

Tabel 9. Verloop van stikstofbeschikbaarheid uit luzerne maaimeststof

		kg/ha	kg/ha
N-gift	5 ton/ha luzerne ( d.s.)		180
Spinazie 1	Verhoging N-min bij zaai	21	

	N uit luzerne gemineraliseerd tijdens teelt	36	
	Beschikbaar uit Luzerne		57
Spinazie 2	Verhoging N-min bij zaai	32	
	N uit luzerne gemineraliseerd tijdens teelt	14	
			46
Pompoen	Verhoging N-min bij zaai	6	
	N uit luzerne gemineraliseerd tijdens teelt	15	
			21
Totaal	Beschikbaar voor opname 2 seizoenen		124

De luzerne maaimeststof wordt 1 april toegediend. Op 14 mei wordt de spinazie gezaaid. De N-min in 0-30 cm is door de bemesting verhoogd met 21 kg, en tijdens de teelt mineraliseert er uit de luzerne nog eens 36 kg. De luzernebemesting draagt dus 57 kg bij aan de beschikbaarheid van stikstof voor de eerste spinazieteelt. Deze zelfde bemesting draagt 46 kg bij aan de tweede spinazieteelt en 21 kg aan de pompoen in het volgende jaar. Pompoen heeft een gewasbehoefte van 100 kg maar krijgt slechts 52 kg (Tabel 7). Daar kan dus zo al 21 kg bij worden opgeteld als nalevering uit 1<sup>e</sup> luzerne bemesting in het voorgaande jaar. Op analoge wijze is de bemestende waarde van de grasklaver bemesting voor de 2<sup>e</sup> spinazieteelt doorgerekend. Deze levert het jaar daarop 3 (verhoging N-min) + 10 (mineralisatie) = 13 kg N beschikbare N voor de pompoen. Uiteindelijk groeit de pompoen slechts voor een klein deel op stikstof uit de grasklaver maaimeststof die ervoor wordt toegediend en voor een groot deel op stikstof uit voorgaande teelten en bemestingen. Dit zou theoretisch volledig uitgesplitst kunnen worden, maar voor de praktijk gaat dat te ver. Het model NDICEA werkt wel op deze manier: de afbraak van alle organische stof die in de loop der tijd wordt toegediend wordt apart uitgerekend, en het netto resultaat wordt getoond.



## 6 *Veldexperimenten en analyse*

Het bedrijfsontwerp laat zien dat inzet van maaimeststoffen in combinatie met aanvoer van compost een levensvatbaar concept is. Dit wordt ondersteund door eerder uitgevoerde veldexperimenten (Scholberg et. al, 2010; van der Burgt et. al, 2010). Er liggen echter een aantal aannames aan ten grondslag. Om te onderbouwen dat de aannames kloppen zijn veldexperimenten noodzakelijk. Bovendien is er nog geen enkele ervaring aanwezig om op bedrijfsschaal met maaimeststoffen te werken. In 2011 - 2015 zal daarom onderzoek in de praktijk van het landbouwbedrijf plaatsvinden. Daarbij wordt op bedrijfsschaal gewerkt: geen handmatig bemeste plots in herhalingen maar proefstroken over volledige veldlengte zonder herhaling van de behandeling. De pseudo-herhaling zit er in dat minimaal twee gewassen elk jaar worden gevolgd en dat er meerdere jaren onderzoek plaats zal vinden.

### *Veldexperimenten 2011*

In 2011 wordt de stikstofoverdracht van maaimeststof op sjalot en pompoen onderzocht. Daartoe worden per gewas drie proefvlakken aangelegd met afnemende stikstofbemesting uit maaimeststof. Het hoogste niveau totaal stikstofgift is 100% van de stikstofhoeveelheid die in de vorm van (dierlijke) bemesting wordt toegediend op de rest van het perceel (standaard). Het is goed mogelijk dat het 100% niveau hoger is dan het in het ontwerp opgenomen niveau van N-bemesting. Per gewas zal dat verschillend zijn. Het tweede en derde niveau bedraagt 75 en 50% van de standaard. Op deze manier worden twee vergelijkingen mogelijk:

- De vergelijking tussen standaardbemesting en maaimeststof bemesting (gelijke N-totaal gift, verschillende meststoffen)
- De vergelijking tussen hoeveelheden toegediende stikstof uit maaimeststof (gelijke meststoffen, verschillende N-totaal gift)

De meststoffen worden geanalyseerd. De bodem N-min 0-30 cm wordt gedurende het seizoen meerdere malen gemeten. De opbrengst en N-opbrengst van product en gewasrest wordt gemeten. Aan het einde van het seizoen wordt de stikstofdynamiek in beeld gebracht met behulp van NDICEA. Indien er een groenbemester wordt gezaaid wordt het meten van de stikstof (bodem en gewas) dit seizoen nog voortgezet.

### *Voortzetting 2012 en verder*

Om de stikstofdynamiek op langere termijn te kunnen volgen zullen de in 2011 aangelegde proefvlakken de komende jaren verder gevolgd worden. De N-bemesting in trappen zal voortgezet worden.

### *Fosfaat en kalium*

Om te onderzoeken of een negatieve fosfaat- en kali balans tot achteruitgang van beschikbaar fosfaat en kalium leidt wordt een kleine oppervlakte binnen de proefstroken niet bemest met compost. Dit onderzoeksthema moet nog nader ingevuld worden.

#### *Analyse van bedrijfsresultaten*

Gedurende de looptijd van het project worden data verzameld die betrekking hebben op zowel de economische aspecten van de maaimeststoffen als de energie- en CO<sub>2</sub>-aspecten. Dit betreft geen experimenten maar berekeningen, gevoed door aan het bedrijf ontleende gegevens.

#### *Praktijk van inzet van maaimeststoffen*

Bij het toepassen van maaimeststoffen op praktijkschaal doen zich praktische problemen voor. Deze worden al doende aangepakt en al dan niet opgelost, maar hoe dan ook wordt het gedocumenteerd zodat de opgedane ervaringen gedeeld kunnen worden met anderen.

## 7 Conclusie

Maaimeststoffen kunnen niet alleen op gewasniveau maar ook op bedrijfsniveau een aantrekkelijk alternatief zijn voor dierlijke meststoffen. Dat blijkt uit de modelberekeningen die uitgevoerd zijn. Daarmee wordt de veronderstelling ondersteund dat maaimeststoffen een wezenlijke bijdrage zouden kunnen leveren aan de uitdagingen waarvoor de biologische sector zich nu gesteld ziet: een aangescherpt mestbeleid en een transitie naar 100% biologische mest. In praktijk zijn er echter nog hobbels te nemen en moeten de model-aannames zich nog bewijzen. Daarom bevelen we aan het onderzoek in de vorm van veldmonitoring en bedrijfsmonitoring voort te zetten.





# Literatuur

Bokhorst, J. 2010. **Bemesting in de biologische akker- en tuinbouw bij bodems met een hoge fosfaattoestand**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2011-001 LbP, 44 pp.

Brinkmann, A.J.F., Zundert, E.H.M. van, en Saft, R.J. 2004. **Herziening levenscyclusanalyse van GFT-afval**. Grontmij, 106 p.

Burgt, G.J.H.M. van der, Timmermans, B.G.H. en Staps, J.J.M. 2010a. **Minder en Anders Bemesten. Resultaten van een vierjarig project over innovatieve bemesting**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-032 LbP . (in voorbereiding)

Burgt, G.J.H.M. van der, Timmermans, B G.H. en Berg, C. ter, 2010b. **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaat akkerbouw op klei. Maaimeeststoffen bij Aardappel, Van Strien 2010**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-023 LbP (in voorbereiding), 35 pp.

Burgt, G.J.H.M. van der, en Staps, J.J.M. 2010. **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaten tuinbouw op zand. Van Lierop 2008-2010**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-028 LbP . (in voorbereiding)

Staps, S. en Burgt, G.J. van der 2008. **Minder en Anders Bemesten. Naar een bedrijfsspecifieke duurzame bemestingsstrategie**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer LD 16, 37 p.

Vereyken, P.H. 1984. **Verslag over 1982. Proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen**. OBS-publicatie 3, PAGV, Lelystad, 113 p.

Vereyken, P.H. 1988. **Verslag over 1985. Proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen**. OBS-publicatie 6, PAGV, Lelystad, 84 p.