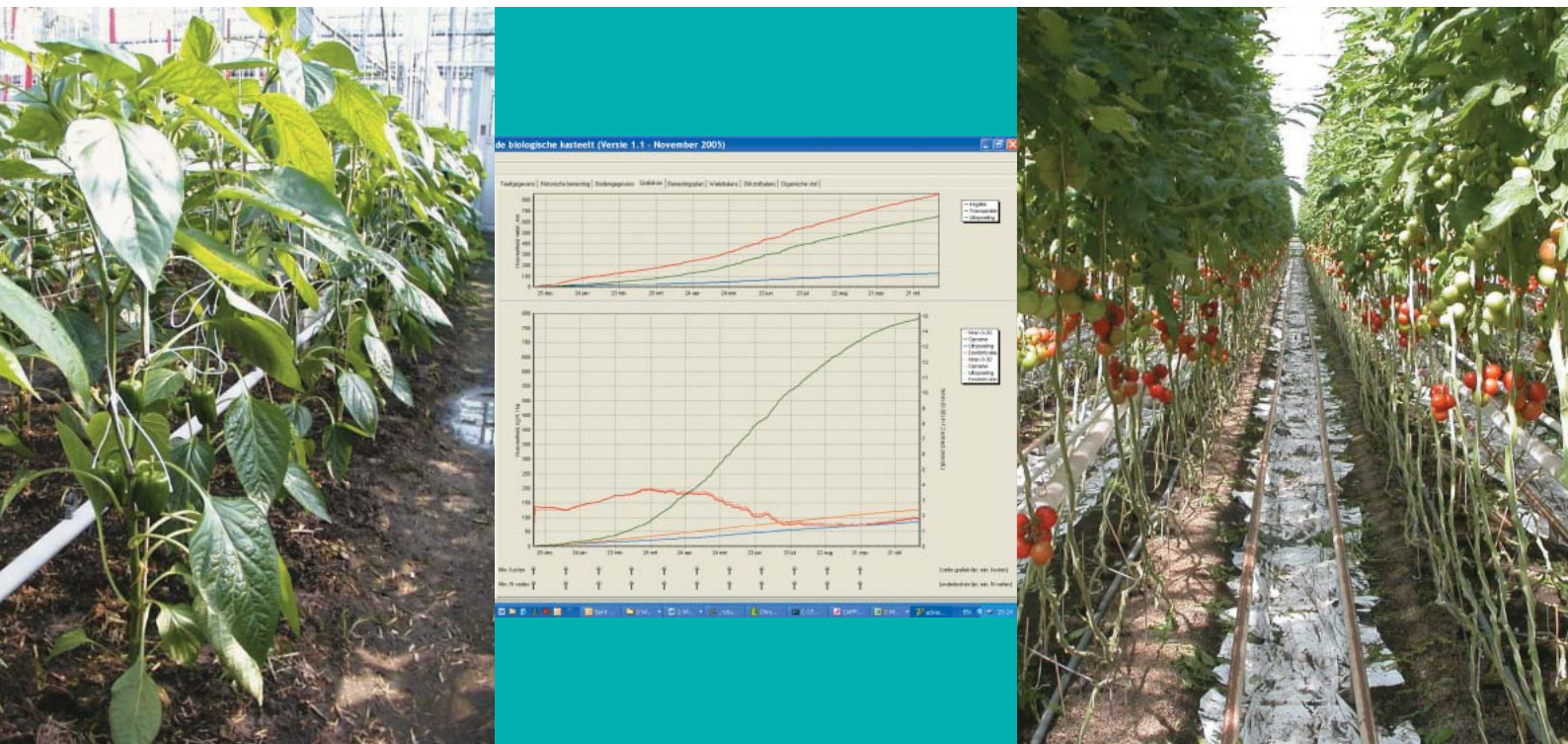




# Adviesmodel voor organische stof management in biologische kasteelt

Methodiek en toepassing

P.H.B. de Visser, W. Voogt, M. Heinen, A. van Winkel, F. van Evert & L.F.M. Marcelis







# Adviesmodel voor organische stof management in biologische kasteelt

Methodiek en toepassing

P.H.B. de Visser<sup>1</sup>, W. Voogt<sup>2</sup>, M. Heinen<sup>3</sup>, A. van Winkel<sup>2</sup>, F. van Evert<sup>1</sup> &  
L.F.M. Marcelis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plant Research International, Wageningen UR, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

<sup>2</sup> Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Glas, Wageningen UR, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk

<sup>3</sup> Alterra, Wageningen UR, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

## **Plant Research International B.V.**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 70 00  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
Internet : [www.pri.wur.nl](http://www.pri.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Modelbeschrijving	5
2.1 Integrale aanpak	5
2.2 Bemestingsrichtlijn	6
2.2.1 Algemeen	6
2.2.2 Communicatie tussen bemestingsrichtlijn en adviesmodel	6
2.2.3 Overeenkomst en verschil tussen bemestingsrichtlijn en adviesmodel	6
2.3 Plantmodel	7
2.4 Bodemmodel	8
2.5 Optimalisatiemodel	8
2.5.1 Rekenmethode	8
2.5.2 Randvoorwaarden	10
2.5.3 Gegevensbeheer	11
2.6 Gebruikersinterface	11
3. Methode modeltoetsing	13
3.1 Vergelijking van beide bodemmodules	13
3.2 Vergelijking simulatie met metingen in proefkas	13
3.3 Aanpassing gebruikersinterface	13
3.4 Praktijkimplementatie	13
4. Resultaten	15
4.1 Verschil tussen berekende stikstofstromen LP-module en bodemmodel	15
4.2 Overeenkomst bodem- en plantcondities model en meting	16
4.2.1 Voorraadbemesting stalmest en bijbemesting Monterra Nitrogen	16
4.2.2 Voorraadbemesting stalmest en voorraadbemesting luzernestro	16
4.3 Aanpassing gebruikersinterface op grond van praktijktest	17
4.4 Toepassing adviesmodel op drie bedrijven	19
4.4.1 Bedrijf Jonkers – Tomaat, stookteelt	19
4.4.2 Bedrijf Verbeek – Paprika, stookteelt	21
4.4.3 Bedrijf Van Luijk – Paprika, heteluchtteelt	22
5. Evaluatie en conclusies	25
6. Referenties	27

	pagina
Bijlage I. Modelhandleiding (incl. alle in- en uitvoerbladen)	10 pp.
Bijlage II. Bemestingsrichtlijn - invoerscherm	2 pp.
Bijlage III. Modeltest bij praktijkbedrijven	33 pp.
Bijlage III.1 Jonkers basisgegevens	
Bijlage III.2 Jonkers optimaal plan	
Bijlage III.3 Jonkers uitgevoerd plan	
Bijlage III.4 Jonkers uitgevoerd plan	
Bijlage III.5 Van Luijk basisgegevens	
Bijlage III.6 Van Luijk optimaal plan	
Bijlage III.7 Van Luijk uitgevoerd plan 1	
Bijlage III.8 Van Luijk uitgevoerd plan 2	
Bijlage III.9 Verbeek basisgegevens	
Bijlage III.10 Verbeek optimaal plan	
Bijlage III.11 Verbeek uitgevoerd plan	
Bijlage III.12 Verbeek uitgevoerd plan 2	
Bijlage III.13 Jonkers optimaal plan minimale kosten	
Bijlage III.14 Jonkers optimaal plan minimale N	
Bijlage III.15 Jonkers Bemestingsrichtlijn -Normjaar	
Bijlage III.16 Jonkers Bemestingsrichtlijn eigen klimaat data en watergift	
Bijlage III.17 Van Luijk optimaal plan minimale kosten	
Bijlage III.18 Van Luijk optimaal plan minimale N	
Bijlage III.19 Van Luijk Bemestingsrichtlijn-Normjaar	
Bijlage III.20 Van Luijk Bemestingsrichtlijn eigen klimaatdata en watergift, CO <sub>2</sub> uit normjaar	
Bijlage III.21 Van Luijk Bemestingsrichtlijn eigen klimaatdata en watergift (originele data)	
Bijlage III.22 Verbeek Fensland optimaal plan minimale kosten	
Bijlage III.23 Verbeek Fensland optimaal plan minimale N	
Bijlage III.24 Verbeek Fensland Bemestingsrichtlijn-Normjaar	
Bijlage III.25 Verbeek Fensland Bemestingsrichtlijn eigen klimaatdata en watergift	
Bijlage III.26 Overzicht berekeningen met Bemestingsrichtlijn	

# Samenvatting

Het 'Adviesmodel organische stof management in biologische kasteelt' komt voort uit het door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) gefinancierde onderzoek in de periode 2002-2005 door PRI, PPO-glas en Alterra naar het optimaliseren van organische stof management in biologische kasteelt. Het betreffende onderzoek streefde naar oplossing van een aantal knelpunten in de sector, zoals het vinden van organische stikstofbronnen als alternatief voor dierlijke mest dat aan een wettelijk vastgestelde maximum aanvoer gebonden is (EU norm van 170 kg N per hectare), en het terugdringen van nutriëntenverliezen (m.n. stikstof) naar het milieu. De resultaten uit experimenten en praktijkproeven, alsmede de ontwikkelde modellen, zijn gebundeld in dit adviesmodel ten behoeve van ondersteuning van tuinders bij hun bemestingsaanpak. Binnen het raamwerk van het biogasproject is door samenwerking tussen onderzoekers, adviseurs en tuinders het huidige adviesmodel ontwikkeld. Voor de meest voorkomende teeltsituaties is het model te gebruiken, waarbij zowel vaststaande als te optimaliseren situaties doorgerekend kunnen worden. Het adviesmodel houdt daarbij rekening met opgegeven doelen en restricties. Het model bevat de mogelijkheid om gegevens uit de biogas-bemestingsrichtlijn over te nemen.

Het model is getoetst aan bemestingsproeven en was in staat de juiste orde van grootte van water- en stikstofdynamiek te simuleren. Het is tevens in beperkte kring gebruikt en getest door tuinders in de praktijk. Op grond van hun ervaringen is het model aangepast.

Het model geeft inzicht in de gevolgen van een bemestingsaanpak voor het verloop van stikstof- en organische stofgehalte in de bodem, en de daaraan verbonden stikstofverliezen en meststofkosten. Het is eenvoudig in het gebruik en nuttig om voorafgaand aan een teelt diverse bemestingsstrategieën mee door te rekenen.





# 1. Inleiding

Het hier gerapporteerde adviesmodel komt voort uit het onderzoek naar het optimaliseren van organische stof management in biologische kasteelt. Het betreffende onderzoek streeft naar oplossing van een aantal knelpunten in de sector, te weten: (a) een wettelijk maximum aan de aanvoer van stikstof met dierlijke mest (EU norm van 170 kg N per hectare) creëert een dringende behoefte aan alternatieve stikstofbronnen om aan de hoge gewasvraag naar stikstof te voldoen, (b) het terugdringen van nutriëntenverliezen (m.n. stikstof) naar het milieu, (c) het bestrijden van bodemgebonden ziekten en plagen door toediening van organische stoffen met ziekteverwerende eigenschappen. Dit onderzoek, dat de periode 2002-2005 beslaat, is in meerdere publicaties beschreven (zie o.a. Marcelis *et al.*, 2003; De Visser *et al.*, 2004; Voogt *et al.*, 2006).

Bundeling van de opgedane kennis t.a.v. organische stof management in de vorm van een computerprogramma was wenselijk. Een dergelijk adviesmodel kan de teler ondersteunen bij het nemen van beslissingen voorafgaand aan en gedurende de teelt met betrekking tot keuze en niveau van organische meststoffen. De functionaliteit van het adviesmodel moet daarbij aan de volgende eisen voldoen:

- eenvoudig in het gebruik, zodat benutting door telers en adviseurs mogelijk is
- alle relevante teeltsituaties moeten in het model in te voeren zijn
- de teler moet gewenste doelstellingen met model kunnen uitproberen
- het model moet een teeltsituatie verder kunnen optimaliseren
- wetenschappelijk getoetste rekenmodellen liggen ten grondslag aan de berekeningen

Verwerking van deze eisen in het model worden in dit rapport in detail behandeld. Het model moet daarbij zoveel mogelijk aan de wensen van de praktijk voldoen, om de ontwikkelde kennis in praktijk te brengen.

In hoofdstuk 2 wordt de opzet en de werking van het gerealiseerde model kort beschreven. We gaan in op de eisen waaraan een beslissingsondersteunend model moet voldoen.

In hoofdstuk 3 wordt de methode uiteengezet waarmee het model is getoetst: bij welke proeven en bij welke bedrijven.

In hoofdstuk 4 worden de ervaringen van onderzoekers en telers met het adviesmodel gerapporteerd. Een aantal bestaande teeltsituaties zijn daarbij als case-study gebruikt.

In hoofdstuk 5 worden de resultaten geëvalueerd en de perspectieven voor verder gebruik bediscussieerd.



## 2. Modelbeschrijving

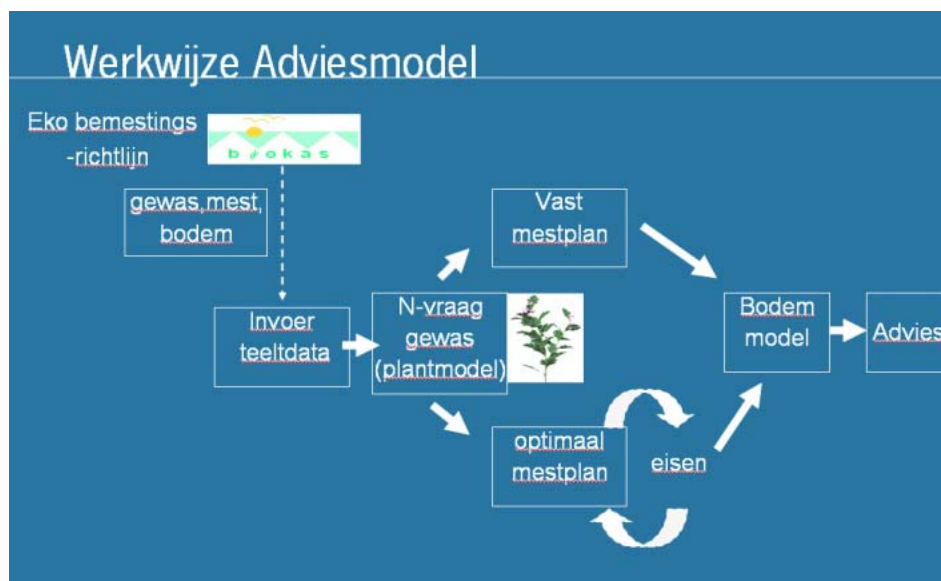
### 2.1 Integrale aanpak

Zowel bodemprocessen, plantprocessen als specifieke teelthandelingen zijn relevant voor de gewasproductie en grootte van stofstromen. Modelberekeningen aan deze teelthandelingen, bemestingstechnieken en bodemprocessen zijn daarom geïntegreerd in één softwarepakket. Dit pakket bevat zowel modules om de aanvoer van meststoffen te optimaliseren, als modules die gewasproductie en bodemprocessen simuleren, met als doel de teler te ondersteunen bij het nemen van operationele beslissingen over de bemesting. In de volgende paragrafen wordt voor de afzonderlijke modules uitgelegd hoe ze werken, en hoe ze in verhouding staan tot elkaar.

Hoe een gebruiker stapsgewijs een bepaald advies aangereikt krijgt, gaat globaal als volgt (zie ook Figuur 2.1):

- Optioneel: in de Eko-bemestingsrichtlijn vult men gegevens over de gewasproductie, bodem en gewenste meststoffen in. Het plan wordt naar het Adviesmodel gestuurd (zie 2.2)
- In het Adviesmodel kiest men voor een (nieuw) 'optimaal plan' om de computer de meststofkeuze en niveaus te laten bepalen of voor een 'bemestingsplan' om dit zelf in de hand te hebben
- In het Adviesmodel worden vervolgens gegevens over de gewasproductie, gewenste meststoffen, historische bemesting en bodem ingevoerd
- Na invulling drukt men op 'optimaal plan berekenen' danwel 'bemestingsplan berekenen'
- Automatisch verschijnt een grafiek met de water- en stikstofstromen, en zijn er tabellen te bekijken met details over het advies

Een demo met instructies om een nieuw plan van A tot Z op te bouwen is beschikbaar op het internet (zie [www.biokas.nl/adviesmodel.htm](http://www.biokas.nl/adviesmodel.htm)).



Figuur 2.1. Het model komt tot een advies door gebruikmaking van een reeks modules.

## 2.2 Bemestingsrichtlijn

### 2.2.1 Algemeen

Dit programma, ontwikkeld in het biogas project, is een hulpmiddel om aan de hand van een aantal bedrijfsspecifieke gegevens een bemestingsplan op te stellen, waarmee globaal evenwichtsbemesting voor N, P en K voor een geheel teeltseizoen kan worden bereikt. Een gedetailleerde beschrijving is te vinden in Voogt *et al.* (2006). In Bijlage II is de interface afgedrukt ter illustratie. Een globale beschrijving is als volgt:

Basisgegevens zijn:

- organische stof gehalten, lutum en PAL cijfers van de bouwvoor (0-25 en zo mogelijk 25-50 cm)
- NO<sub>3</sub> en K bodemconcentraties van recente analyses
- gemiddelde bodemtemperatuur

De gewasvraag wordt eenvoudig benaderd aan de hand van opgave van de oogstverwachting door de teler, via een empirische relatie tussen bekende kg productie en N, P en K opname. De teler geeft vervolgens op welk % van de N via voorraadbemesting wordt gegeven en eventueel of hij wel of niet de beperking voor dierlijke mest wil volgen. Hij kiest vervolgens achtereenvolgens één of meerdere dierlijke mesten en composten. Vervolgens maakt hij een keuze welke hulpmeststoffen gebruikt gaan worden. Aanvullend is nodig of en in welke mate gewasresten worden doorgevoerd en hoeveel en welke meststoffen in de recente historie zijn gegeven. Het programma houdt bij hoeveel van N, P en K, en in globale mate ook de overige mineralen en zouten in totaal worden gegeven en voor N hoeveel ook beschikbaar komt in het seizoen. Na de genoemde stappen volgt een evaluatie tabel, waarbij wordt aangegeven of er voor resp. N, P of K een tekort of overschot dreigt. Door aanpassing van de niveaus van hulpmeststoffen en minerale mest kan iteratief de evenwichtssituatie benaderd worden.

### 2.2.2 Communicatie tussen bemestingsrichtlijn en adviesmodel

Als het plan van de bemestingsrichtlijn akkoord is, kan via een macro (zie Figuur 2.2) het plan naar het adviesmodel worden gestuurd. Omdat ook specifieke meststoffen kunnen worden toegevoegd, of gehalten kunnen worden aangepast, kan de database van de meststoffen ook via een macro worden verstuurd naar het adviesmodel. Het adviesmodel kan gebruik maken van gegevens die in de bemestingsrichtlijn zijn opgeslagen. De aanpak van het meststoffenmanagement is in beide programma's identiek: er wordt onderscheid gemaakt tussen dierlijke meststoffen, composten en hulpmeststoffen, welke allen zowel als voorraad- en/of als bijbemesting gegeven kunnen worden. Deze overeenkomstige indeling maakt het mogelijk om een bemestingsplan vanuit de richtlijn softwarematig naar het adviesmodel 'te sturen' zodat dit model er een tijdsverloop aan kan verbinden. Ook zijn beide programma's zodanig aangepast dat de meststoffendatabase uitgewisseld kan worden (Figuur 2.2)

### 2.2.3 Overeenkomst en verschil tussen bemestingsrichtlijn en adviesmodel

De richtlijn kan zijn bemestingsadvies voor maximaal 3 achtereenvolgende teelten uitrekenen voor zowel stikstof als kalium en fosfor. Het adviesmodel berekent nu alleen adviezen voor stikstof. De richtlijn kent geen tijdsverloop in water- en nutriëntenstromen maar berekend de benodigde mestgift op basis van de totale vraag per teelt. Het adviesmodel kan de niveaus van meststofgiften verspreid over de teelt adviseren, op basis van het tijdsverloop van gewasgroei en stikstofstromen.

**Bodem basisgegevens** Laatste bekende analyse

org. st. % NO3 K PAL Pww getal

EC	3.0				
----	-----	--	--	--	--

Gemiddelde bodemtemp: 20

**Berekenende voorraad kg/ha**

N-mineraal	K	P toestand
0	0	ekend
0	0	ekend

**Geschatte opname**

N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
0	0	0	0	0	0	0	0
573	95	848	350	84	99	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
573	95	848	350	84	99	0	0

Buttons: **Kopieer meststofgegevens naar Adviesmodel**, **Stuur plan naar adviesmodel**, **Haal plan uit adviesmodel**, **RESET alle invoergegevens**, **RESET meststoffen**

Figuur 2.2. Het verzenden vanuit de richtlijn naar het adviesmodel van (a) een bemestingsplan of (b) een vernieuwde set meststoffen uit de database gaat eenvoudig via het aanklikken van een knop.

## 2.3 Plantmodel

Het plantmodel berekent de stikstofvraag en de bodem- en plantverdamping. Het gebruikte klimaat is default het normjaar (het 'Select-jaar' zoals berekend door het voormalige Imag-DLO). Naar wens kan een zelf gemeten klimaat worden opgegeven. De gewaskeuze (max. 6 gewassen) en de nagestreefde productie (in kg verse biomassa per m<sup>2</sup>) kunnen allen via het Adviesmodel opgegeven worden. Aan een gewaskeuze-productieniveau-combinatie is een bepaalde stikstofvraag verbonden, welke is gebaseerd op dezelfde relatie als in de bemestingsrichtlijn (zie 2.2). Deze stikstofvraag wordt door het plantmodel berekend en voor de gehele teelt opgedeeld in opnamevraag per uur proportioneel aan de fotosynthese (berekend volgens Gijzen, 1994). Aan deze vraag moet elk vervolgens te berekenen bemestingsplan voldoen. Tevens wordt nu de verdampingsvraag berekend op basis van straling, luchtvochtigheid, temperatuur en een set parameters t.b.v. eigenschappen van de huidmondjes (zie ook Gijzen, 1994). Het uitvoerbestand 'PlantToSoil.dat' bevat na de gewasgroeberekening alle uurlijkse waarden voor stikstofvraag, watervraag voor gewastranspiratie, water in het gewas en bodemevaporatie, alsmede worteldiepte. Deze datareeks is invoer voor de bodemmodules van het optimalisatiemodel en het bodemmodel (zie Tabel 2.1 voor in- en uitvoerbestanden). Het bodemmodel wordt aldus een bepaalde stikstof- en watervraag opgelegd. Een eventueel tekort aan water of stikstof wordt niet teruggekoppeld naar het plantmodel. Dit betekent dat de gegenereerde adviezen altijd een voldoende stikstof- en waterbeschikbaarheid waarborgen. In het geval van sub-optimale stikstofgiften zal echter een gekoppeld bodem-plant-model nodig zijn om interacties tussen bodem en plant te simuleren (zie o.a. De Visser *et al.*, 2004), hetgeen wel technisch haalbaar is met de hier gebruikte modules maar een voor de praktijk te traag rekenend model oplevert.

De interface (zie 2.5 voor details) waarbinnen alle modules samenwerken houdt bij wanneer het plantmodel is uitgerekend, welke periode en teeltkenmerken gebruikt zijn en wanneer de beide bodemmodules mogen gaan rekenen. Ook zal de interface bepaalde fouten opvangen en aan de gebruiker doorgeven. Dan komt het programma weer in de staat waarin het begon voorafgaand aan de opgetreden fout.

Tabel 2.1. In- en uitvoerbestanden van het BodemPlantModel.

Model	Inputfiles	Outputfiles	Stuurfiles	Onderwerp
OsmanPlant.exe	Klimaat.dat Irrigation.dat Paprika.par Kastransmissie.dat	PlantToSoil.dat PlantOsman.csv	Control.dat  Input_int.dat	Gewasgroei
OsmanSoil.exe	PlantToSoil.dat Denit.dat Mineralization.dat SoilInfo.dat General.dat SoilDataBase.dat Nitrification.dat Fertigation.dat	OsmanW.csv OsmanN.csv Osman.bal Osman_ext.bal OsmanOS.csv Error.dat e.a.	Control.dat	Bodemproces

## 2.4 Bodemmodel

In het onderzoek naar organisch stofmanagement in biologische kasteelt (bijvoorbeeld Marcelis *et al.*, 2003; De Visser *et al.*, 2004) is tot nu toe gebruik gemaakt van een gekoppeld bodem-plant model, bestaande uit FUSSIM2 (Heinen & De Willigen, 1998; 2001) en INTKAM (Gijzen, 1994). Omdat de rekentijd van dit gekoppelde model relatief groot is, kon dit niet worden toegepast in het te ontwikkelen adviesmodel voor organische bemesting. Daarom is besloten om een eenvoudig bodemmodel op te zetten, welke ongekoppeld met het plantmodel kan functioneren. Waterbeweging wordt beschreven met een aangepast tipping-bucket model (DRSAHE), waarbij elke bodemlaag aangevuld kan worden tot een drukhoogte die hoort bij de evenwichtssituatie van de als constant beschouwde grondwaterstand. Stikstoftransport, uitgesplitst naar nitraat en ammonium, vindt plaats volgens convectief transport, dus zonder dispersie, diffusie en adsorptie. Mineralisatie van organische meststoffen en bodem organische stof vindt plaats volgens het MINIP concept (Janssen, 1984, 1986; Heinen & De Willigen, 2006). Nitrificatie wordt beschreven volgens het concept uit NITDEN (Conijn, 2002). Denitrificatie wordt volgens een veelvuldig toegepaste eenvoudige rekenregel (Heinen, 2005a,b) berekend. Wortelopname van water en stikstof is evenredig met de wortelengtedichtheidsverdeling. Deze evenredigheid geldt alleen indien transport door de bodem niet beperkend is, dus in situaties waar voldoende water en stikstof wordt toegediend aan de wortelzone. Bemesting van organische mestsoorten leidt tot nieuwe pools in het mineralisatiemodel. Fertigatie, dat wil zeggen stikstof opgelost in het irrigatiewater, kan worden beschouwd indien deze stikstof in minerale vorm aanwezig is. Voor zeer snel mineraliserende organische toedieningen aan het irrigatiewater kan de fertigatie optie ook worden toegepast door aan te nemen dat de stikstof in minerale vorm wordt toegediend.

## 2.5 Optimalisatiemodel

### 2.5.1 Rekenmethode

In de biologische kasteelt moet aan de stikstofvraag van het gewas worden voldaan met alleen organische meststoffen. Een bemestingsplan gebaseerd op organische meststoffen moet rekening houden met het feit dat de toegediende stikstof pas beschikbaar komt als de meststof afgebroken wordt. Het samenstellen van een optimaal bemestingsplan, d.w.z. het goedkoopste bemestingsplan dat op ieder moment aan de vraag naar stikstof kan voldoen, is daarom niet eenvoudig. In deze sectie wordt een routine beschreven die zo'n optimaal bemestingsplan samenstelt.

We gaan uit van de gewenste groeicurve van het gewas. Uit die curve is voor ieder tijdstip de cumulatieve N-opname af te lezen. Het verschil in opname aan het begin en eind van een periode is de N-opname in die periode (bijv. een week of een maand). In periode  $p$  vindt een opname plaats van  $U_p$  kg stikstof per hectare. Deze opname komt uit de minerale stikstof die aan het begin van de periode in de bodem aanwezig is ( $N_p$ , kg/ha) plus de stikstof die in periode  $p$  wordt gemineraliseerd. Deze laatste hoeveelheid is  $\sum M_i f_{pi}$ , waarbij  $M_i$  = de totale hoeveelheid stikstof in toediening (meststof en tijdstip)  $i$  in kg/ha, en  $f_{pi}$  = de fractie van de stikstof in toediening  $i$  die gemineraliseerd wordt in periode  $p$ .

De minerale stikstof die niet opgenomen wordt, gaat voor een deel verloren (in een kas waar de bodem voortdurend nat gehouden wordt, maar waar niet zóveel wordt beregend dat er uitspoeling optreedt, zijn deze verliezen voor het grootste deel aan denitrificatie te wijten). We nemen aan dat van de minerale stikstof die aan het eind van periode  $p$  nog aanwezig is, een fractie  $x_p$  overblijft en beschikbaar is in periode  $(p+1)$ .

$$N_{p+1} = x_p (N_p + \sum M_i f_{pi} - U_p) \quad (1)$$

Deze recursieve vergelijking laat duidelijk zien dat minerale stikstof die overblijft in een bepaalde periode, een (steeds kleinere) bijdrage levert aan de beschikbaarheid van stikstof in alle volgende periodes. De hoeveelheid minerale N aan het begin van de eerste periode ( $N_1$  kg/ha) stellen we gelijk aan de gemeten  $N_{\min}$  aan het begin van die periode.

Voor elke periode geldt dat het aanbod van stikstof minstens even groot moet zijn als de vantevoren vastgestelde opname:

$$N_p + \sum M_i f_{pi} \geq U_p \quad (2)$$

Uitgeschreven (voor vier periodes) levert dit op:

$$\begin{aligned} N_1 + \sum M_i f_{1i} &\geq U_1 \\ N_2 + \sum M_i f_{2i} &\geq U_2 \\ N_3 + \sum M_i f_{3i} &\geq U_3 \\ N_4 + \sum M_i f_{4i} &\geq U_4 \end{aligned} \quad (3)$$

Na substitutie:

$$\begin{aligned} N_1 + \sum M_i f_{1i} &\geq U_1 \\ x_1(N_1 + \sum M_i f_{1i} - U_1) + \sum M_i f_{2i} &\geq U_2 \\ x_2[x_1(N_1 + \sum M_i f_{1i} - U_1) + \sum M_i f_{2i} - U_2] + \sum M_i f_{3i} &\geq U_3 \\ x_3[x_2[x_1(N_1 + \sum M_i f_{1i} - U_1) + \sum M_i f_{2i} - U_2] + \sum M_i f_{3i} - U_3] + \sum M_i f_{4i} &\geq U_4 \end{aligned} \quad (4)$$

Voor twee toedieningen, en na herschikken van termen:

$$\begin{aligned} M_1(f_{11}) + M_2(f_{12}) &\geq U_1 - N_1 \\ M_1(x_1 f_{11} + f_{21}) + M_2(x_1 f_{12} + f_{22}) &\geq x_1 U_1 + U_2 - x_1 N_1 \\ M_1(x_2 x_1 f_{11} + x_2 f_{21} + f_{31}) + M_2(x_2 x_1 f_{12} + x_2 f_{22} + f_{32}) &\geq x_2 x_1 U_1 + x_2 U_2 + U_3 - x_2 x_1 N_1 \\ M_1(x_3 x_2 x_1 f_{11} + x_3 x_2 f_{21} + x_3 f_{31} + f_{41}) + M_2(x_3 x_2 x_1 f_{12} + x_3 x_2 f_{22} + x_3 f_{32} + f_{42}) &\geq x_3 x_2 x_1 U_1 + x_3 x_2 U_2 + x_3 U_3 + U_4 - x_3 x_2 x_1 N_1 \end{aligned} \quad (5)$$

Bovenstaande vergelijkingen zijn lineair in  $M_i$  en kunnen rechtstreeks als constraints worden opgenomen in een LP optimalisatie.

De hoeveelheid minerale N die in periode  $p$  via afbraak uit een bepaalde meststof beschikbaar komt, wordt berekend met de formule van Jansen (6):

$$Y_{t+\Delta t} = Y_t e [4.7 * \{(a + t T_c)^{0.6} - a^{0.6}\}] \quad (6)$$

Waar  $Y$  = de totale hoeveelheid N in de meststof (kg/ha),  $a$  = de initial age van de meststof (jaren),  $T_c = 2^{(T-9)/9}$  = de temperatuurcorrectie, waarbij  $T$  de werkelijke temperatuur is in °C, en  $t$  = de duur van de afbraakperiode in jaren.

## 2.5.2 Randvoorwaarden

De voorwaarde dat in elke periode voldoende minerale stikstof beschikbaar moet zijn om opname volgens de optimale groeicurve mogelijk te maken, is slechts één van de beperkingen die aan een bemestingsplan gesteld kunnen worden. Een aantal andere beperkingen is geïmplementeerd.

### *Minimale en maximale toedieningsniveau*

Als een bepaalde meststof op een bepaald tijdstip toegediend wordt, dan moet de toegediende hoeveelheid tussen een bepaald minimum en maximum liggen. Zo is het niet realistisch om 10 kg compost toe te dienen per ha, of 10 ton bloedmeel. Dit is geïmplementeerd door de betreffende beslissingsvariabelen als 'semi-continuus' te definiëren (met op te geven ondergrens), en los daarvan een (op te geven) bovengrens.

### *Maximaal aantal toedieningen per bijmeststof*

Een bepaalde bijmeststof mag slechts een bepaald aantal malen per groeiseizoen worden gebruikt. Zo is het niet realistisch om 12 keer per jaar met koemestkorrels te bemesten. Dit is geïmplementeerd door voor elke combinatie van bijmeststof en bijmesttijdstip een extra binaire variabele te introduceren. Deze variabelen moeten voldoen aan de beperking:

$$M_{it} \leq L B_{it} \quad (7)$$

waarbij  $M_{it}$  = de hoeveelheid van meststof  $M_i$  (t/ha) die op tijdstip  $t$  wordt toegediend,  $L$  is een groot getal (bijv. 99999) en  $B_{it}$  is een binaire variabele die alleen de waarden 0 en 1 kan aannemen. Als  $M_i > 0$ , dan moet  $B_{it}$  de waarde 1 aannemen (let op: als  $M_i = 0$ , dan legt de vergelijking geen beperking aan  $B_{it}$  op). De beperking dat  $M_i$  slechts twee maal mag worden toegediend, kan nu worden opgelegd met

$$\sum(t)B_{it} \leq 2 \quad (8)$$

### *Begrenzing bodemsysteem*

Het LP-principe kan bij een dynamische tijdscomponent m.b.t. de ruimte alleen omgaan met statische ruimtelijke situaties. Er is aldus gekozen voor begrenzing van het bodemcompartiment tot de eerste 50 cm diepte, zijnde een gemiddelde diepte van de beworteling die in het dynamische model (zie 2.3) van 10 cm tot uiterlijk 90 cm kan toenemen met de tijd. Dit betekent dat de beschikbaarheid van N voor gewasopname aan het begin van de teelt door de LP-module wordt overgeschat (de wortels zitten immers nog niet zo diep in werkelijkheid), en aan einde teelt wordt onderschat.

### *Minimale kosten of minimale N-verliezen*

Bovenop de doelstelling om niet meer N te adviseren dan nodig voor gewasgroei, en dus een plan te adviseren voor de minimalisering van N-verliezen, kan de LP-module de minimale kosten variant uitrekenen. Dit geeft alleen verschillen met de minimale N-verlies variant indien er twee of meer meststoffen in het plan worden aangeboden die tevens verschillen in prijs per kg beschikbare N. Hiervoor gebruikt het model de gegevens uit de meststoffendatabase over N-gehalte, initial age, C/N en prijs per meststof. Arbeidskosten per toedieningstijdstip worden verrekend.



### 2.5.3 Gegevensbeheer

Invoer en uitvoer van de LP-module worden ook gebruikt of aangemaakt door de andere modules.

Een overzicht:

- Invoer: CumNday (stikstofvraag per dag, aangemaakt in plantmodel), Control.dat, SoillInfo.dat en Fertigatie.dat (alledrie gemaakt via de interface)
- Uitvoer: Mineralization.dat (meststoffenplan t.b.v. bodemmodel), LPminNloss.txt en LPmincosts.txt

Verder worden stuurfiles gemaakt voor zowel plant- als bodemmodel, en is de 'Solver' applicatie nodig uit Windows.

## 2.6 Gebruikersinterface

De grafische gebruikersinterface van het adviesmodel is ontwikkeld in de taal Delphi. Deze taal kan alle Windows-applicaties benutten ten behoeve van het eenvoudiger en aantrekkelijker maken van het gebruik van het model. We gaan punt voor punt de eisen langs die ons inziens nodig zijn om het adviesmodel tot een gebruikersvriendelijk programma maken:

1. Eenvoudig in het gebruik, zodat benutting door telers en adviseurs mogelijk is
  - bij start van een nieuw optimaal plan zijn er overal default-waarden ingevuld zodat zonder iets in te vullen direct een plan kan worden berekend
  - een digitaal 'hulpje' (de assistent) is oproepbaar die de eerste stappen uitlegt
  - bij de kopjes en titels verschijnen 'hints' (tekstballonnetjes) ter verduidelijking
  - er staat niet teveel informatie op elk tabblad
  - alle ingevoerde en berekende informatie wordt automatisch bewaard
  - na berekening van een plan verschijnt direct een grafiek met het meest relevante resultaat
2. Alle relevante teeltsituaties moeten in het model in te voeren zijn
  - alle bemestingswijzen (i.e. voorraad, bijmest, fertigatie)
  - de meest gangbare gewassen
  - groeibepalende factoren zoals bodem- en klimaatcondities moeten eenvoudig invoerbaar zijn
  - meer specifieke condities kunnen door deskundigen via oproepbare schermplaatjes of in Ascii-bestanden ingevoerd worden
3. De teler moet gewenste doelstellingen met model kunnen uitproberen
  - gewaskeuze en -productieniveau
  - minimale hoeveelheid nutriënt in de bouwvoor
  - verhouding voorraadbemesting/bijbemesting
  - minimaal stikstofverlies of minimale kosten
4. Het model moet een bestaande teeltsituatie verder kunnen optimaliseren
  - een bestaand plan is invoerbaar
  - gedurende de teelt is model bij te stellen zodat de rest van de teelt nog een advies te berekenen is
5. Wetenschappelijk getoetste rekenmodellen liggen ten grondslag aan de berekeningen
  - de uitkomst moet de gebruiker enige zekerheid en houvast geven, hoewel er altijd een kans op afwijkingen bestaat
  - een verschil tussen model en meting mag het vertrouwen in het model niet schaden; meestal is er iets over het hoofd gezien m.b.t. de gegevensinvoer

Aan al de bovenstaande eisen voldoet ons inziens de gebruikersinterface. Voor de werking verwijzen we naar de uitgebreide handleiding in Bijlage I en naar de eerdergenoemde demo.

Een evaluatie van de interface door gebruikers is opgenomen in hoofdstuk 5.



## 3. Methode modeltoetsing

### 3.1 Vergelijking van beide bodemmodules

De berekende stikstofgehalten en -stromen van de LP-optimalisatiemodule en de bodemmodule zijn met elkaar vergeleken. Hiervoor werd een bemestingsplan gebruikt dat zowel voorraadbemesting (luzerne) als bijbemesting (Monterra) bevatte. Klimaat was uit het normjaar. Vergelijking werd beperkt tot het enige grote verschil tussen beide modellen: het verlies van stikstof uit de bodem. Dit verlies wordt in de LP-module berekend door per tijdstap (1 dag) een vaste fractie van de aanwezige N<sub>min</sub> te behouden voor de volgende tijdstap (carry-over fractie). Het bodemmodel berekent het stikstofverlies expliciet door simulatie van denitrificatie en uitspoeling. Bij gelijkblijvende plantopname en stikstofmineralisatie (mineralisatiemodellen zijn gelijk) is gevarieerd met:

- carry-over fractie, toegestane minimum aan N<sub>min</sub> in bodem (LP-model)
- grondsoort, wateroverschot (bodemmodel)

Per variabele werden twee tot drie waarden getoetst. Modelresultaat is vergeleken t.a.v. stikstofgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) en stikstofverlies uit de gehele bodem (tot 90 cm diep).

### 3.2 Vergelijking simulatie met metingen in proefkas

De modelsimulaties van bodem-N<sub>min</sub> zijn vergeleken met metingen bij twee uiteenlopende bemestingsproeven die eerder zijn uitgevoerd in het project (zie De Visser *et al.*, 2004). Het model maakte gebruik van het gemeten kasklimaat, de geregistreerde meststof- en waterinput, de gemeten stikstofopname en geschatte gewasverdamping, en gemeten bodemfysische bodemeigenschappen van 4 bodemlagen. De vergelijking op basis van N<sub>min</sub>-gehalten in de bodem is feitelijk slechts een indirecte toetsing van de gesimuleerde processen mineralisatie, denitrificatie, en uitspoeling van stikstof. Grootte van deze processen zijn wel deels bekend uit eerdere metingen: mineralisatie onder lab-condities en denitrificatie bij een eerdere proef (zie Marcelis *et al.*, 2003).

### 3.3 Aanpassing gebruikersinterface

In het voorjaar werd het adviesmodel geïnstalleerd bij drie telers t.b.v. kennismaking, test van functionaliteit en gebruiksgemak. Bij één teler werd het advies ook daadwerkelijk gebruikt voor aanpassing van de bemesting (zie 3.4). De drie telers leverden halverwege het jaar een evaluatieformulier in, op basis waarvan de nodige aanpassingen aan het model zijn uitgevoerd. Ook reacties van overigen (teeltadviseurs, collega's) zijn benut om de gebruikersinterface overzichtelijk en gebruikersvriendelijk te maken.

### 3.4 Praktijkimplementatie

Bij de bedrijven uit het Biokas praktijknetwerk werd in 2005 een evaluatie gedaan van de 'Biokas bemestingsrichtlijn'. Dit werd gedaan door in een kap het bemestingsplan volledig te volgen en te vergelijken met de bemesting op de rest van de kasafdeling. Op drie van deze bedrijven is tevens het adviesmodel geïmplementeerd. Op alle drie de bedrijven werden gegevens van het kasklimaat (kastemperatuur, buistemperatuur, instraling, RV) verzameld en werden maandelijks grondmonsters genomen voor analyses hoofdelementen.

In eerste instantie werd een bemestingsplan opgesteld met behulp van de 'Biokas bemestingsrichtlijn'. Bij twee van de drie bedrijven was op het moment van de start van de teelt, medio december en januari, het adviesmodel nog niet gereed en is dit bemestingsplan ook daadwerkelijk gestart. In één geval, waar de teelt pas in maart startte, kon nog een voorlopige run met een prototype worden gedaan om het plan met het adviesmodel te evalueren. Op geen van de bedrijven kon dus de berekening van een optimaal plan vooraf worden uitgevoerd en een rol spelen bij de keuzes voor een bemestingsplan. Gedurende de teelt is het model bij de drie bedrijven geïnstalleerd op de bedrijfs PC.

Dit is medio juni op alle bedrijven gebeurd. Onder begeleiding is het model daarna gedurende de rest van de teelt enkele keren gedraaid. De output is met de telers besproken en vergeleken met de actuele situatie van de teelt, Nminverloop en bemestingsplan voor de rest van het seizoen. Enkele telers hebben ook zelfstandig het programma gedraaid en hebben voor zichzelf enkele scenario's doorgerekend. Van alle drie de bedrijven zijn uiteindelijk wel programmeruns gemaakt van zowel een optimaal plan, rekening houden met de bedrijfsgegevens en globale mestsoort keuzes en de werkelijk uitgevoerde bemestingsplannen. In dit laatste geval zowel met het normjaar als met de actuele sets van klimaatdata.

## 4. Resultaten

### 4.1 Verschil tussen berekende stikstofstromen LP-module en bodemmodel

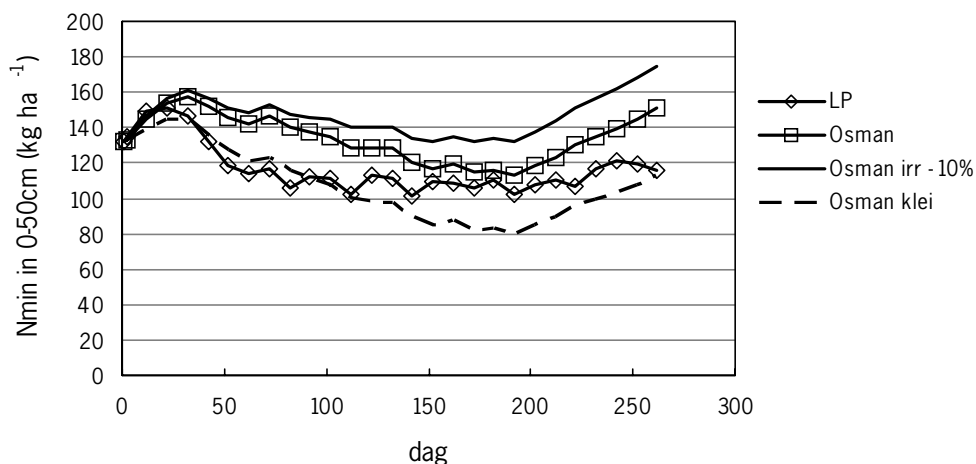
De afbraak van organische stof en resulterende stikstofmineralisatie wordt in LP-module en bodemmodel met dezelfde methode berekend (Jansen, 1984). In de LP-module is echter geen invloed van het bodemvochtgehalte geïncorporeerd, aangezien deze module omwille van de eenvoud en rekensnelheid niet de waterhuishouding simuleert. De twee modellen lieten een vergelijkbare mineralisatie zien als verschillende, constante bodemtemperaturen werden opgelegd. De wijziging van het N-gehalte (en dus C/N-quotiënt) van het afbrekende materiaal in afhankelijkheid van de assimilatie/dissimilatie-ratio wordt door beide modellen op dezelfde wijze gesimuleerd. Dit levert wel een verschil op met de bemestingsrichtlijn (Bijlage II) waar tijdens de afbraak gelijke fracties C en N mineraliseren.

De N-gehalten en N-verliezen (het totaal van uitspoeling, denitrificatie en immobilisatie) worden in de LP-module en het bodemmodel op verschillende wijze berekend. Dit zal altijd leiden tot bepaalde verschillen in de uitkomst. Het verschil in stikstofverlies en stikstofberging in de laag 0-50 cm is onderzocht voor één teeltsituatie: een paprikateelt met 17 kg vruchtproductie en met 15% voorraadbemesting met luzerne en 4-wk bijbemesten met Monterra-plus. Bij een vrij gangbare irrigatiestrategie (gift is 120% van de vraag) geeft een carry-over waarde van 0.99 een goede overeenkomst tussen LP en bodemmodel OsmanSoil (Tabel 4.1).

*Tabel 4.1. Bergingsverandering van Nmin (kg ha<sup>-1</sup> in bodem 0-25 cm) tussen begin en einde teelt bij diverse carry-over fracties en irrigatiedoseringen.*

	100%	110%	120%
0.96	467	324	249
0.97	293	194	146
0.98	149	89	61
0.99	28	5	-4
0.995	-16	-27	-30

Het LP-model houdt standaard eenzelfde carry-over fractie aan. Dit betekent dat OsmanSoil- en LP-module qua N-verliezen gaan verschillen indien kenmerken van de teelt wijzigen die effect hebben op het N-verlies. Zo verschilt de N-dynamiek tussen LP- en OsmanSoil-module indien de waterhuishouding of grondsoort worden gewijzigd. Zo is in Tabel 4.1 te zien dat verlaging van de irrigatiegift van 120 naar 100% (van de verdampingsvraag) de N-berging verhoogt door een wat lager verlies. De simulaties werden uitgevoerd met als eis  $\geq 100$  kg Nmin in 0-50 cm, hetgeen bij carry-over 0.99 en 120% irrigatie correct werd gehaald, terwijl bij lagere irrigatiedosering een lichte stijging van de laagst voorkomende Nmin werd berekend. Dit betrekkelijk geringe effect van irrigatie is ook te zien in Figuur 4.1, waar het verloop van Nmin (0-50 cm) in de teelt vergelijkbaar is tussen diverse irrigatiestrategieën en LP-module. Klei i.p.v. zavelbodem vergroot de waterbeschikbaarheid, en het verhoogde N-verlies door denitrificatie laat een lagere Nmin in de bodem zien (Figuur 4.1) die onder de eis van 100 kg valt na ca. 130 dagen teelt. De laagst gesimuleerde Nmin-voorraad varieert bij de diverse irrigatie- en bodemkeuzen dus slechts ca. 20% van de eis van 100 kg. Een lagere carry-over daarentegen verhoogde de Nmin in de bodem sterk (Tabel 4.1), en toont de gevoeligheid van het LP-model voor deze factor.



Figuur 4.1. Verloop van  $N_{min}$  (0-50 cm) in een paprikateelt met 15% N uit luzerne-voorraadbemesting en 4-wk Monterra-bijbemesting, default op standaard lichte zavel grond, 120% irrigatie en minimaal 100 kg  $N_{min}$  ha<sup>-1</sup> in de bodem. Bij twee extra scenario's is één aspect gewijzigd: verlaagde irrigatie (-10%) danwel klei i.p.v. zavelgrond. LP, lineaire programmering; OsmanSoil, bodemmodel.

## 4.2 Overeenkomst bodem- en plantcondities model en meting

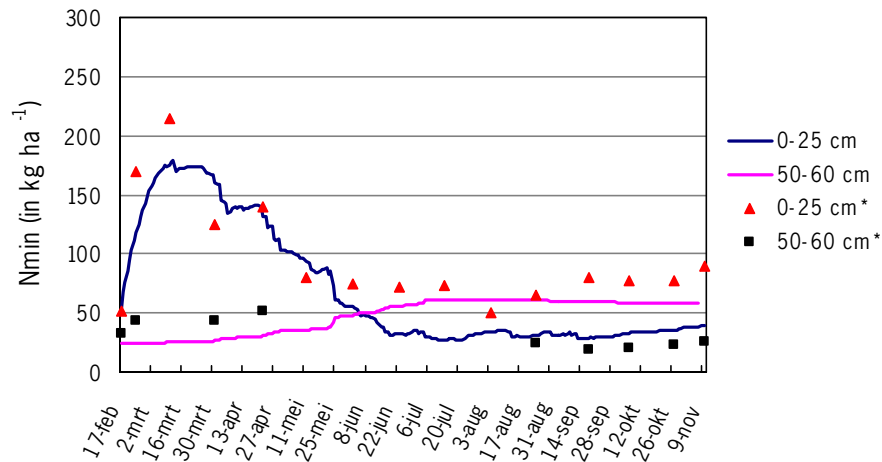
Het narekenen van de bemestingsproeven die zijn uitgevoerd te Naaldwijk in 2003 liet vergelijkbare  $N_{min}$ -gehalten zien tussen meting en simulatie in de bodem. Voor enkele proeven is hieronder de vergelijking weergegeven.

### 4.2.1 Voorraadbemesting stalmest en bijbemesting Monterra Nitrogen

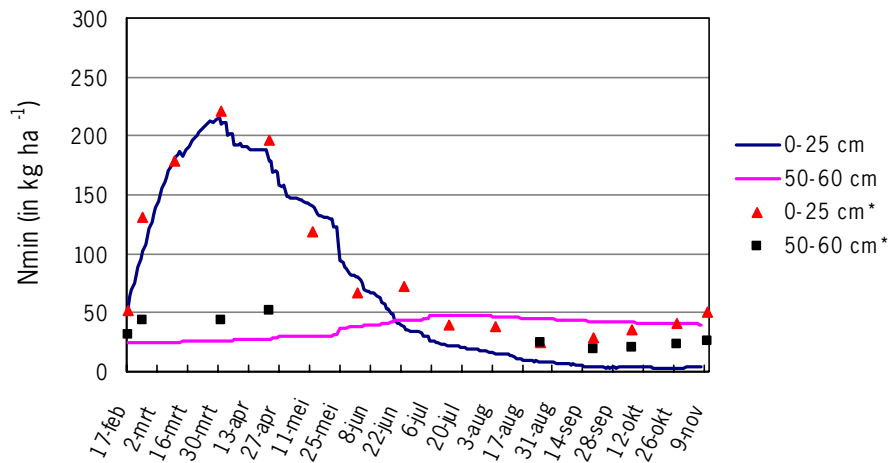
Zowel proef als simulatie laten een stijging van  $N_{min}$  in de bovengrond zien in de eerste maanden van de teelt (Figuur 4.2). Na mei zakt bij de simulatie het  $N_{min}$ -gehalte sneller dan is gemeten. In de laag 25-50 komt in de loop van de teelt relatief meer N voor dan in de bovenlaag. In het dunne laagje 50-55 cm is het gesimuleerde  $N_{min}$ -gehalte hoger dan in de meetreeks. Het model lijkt de  $N_{min}$  sneller met de diepte te transporteren dan is gemeten. Het modelresultaat laat net als de meting een lichte toename in de  $N_{min}$ -voorraad na afloop van de teelt zien, die vooral op het conto van de diepere lagen komt.

### 4.2.2 Voorraadbemesting stalmest en voorraadbemesting luzernestro

Het  $N_{min}$ -gehalte in de bovengrond neemt in simulatie en meting na een eerste toename vrij snel af tot betrekkelijk lage waarden (<1 mmol in 1:2 extract). De gesimuleerde  $N_{min}$ -gehalten komen grotendeels goed overeen met de metingen in zowel boven- als ondergrond indien de default-luzernestro uit de meststoffendatabse wordt gebruikt voor simulatie (Figuur 4.3). Als de analysecijfers van de in de proef gebruikte luzerne worden ingevoerd, voorspelt het model duidelijk lagere  $N_{min}$ -gehalten. Dit wordt veroorzaakt door de vrij lage N-concentratie en hoge C/N in deze luzerne-levering. Dergelijke lage waarden worden over het algemeen niet gemeten bij luzerne.



Figuur 4.2. Gemeten en gesimuleerde Nmin-hoeveelheden (in kg N ha<sup>-1</sup>) in de behandeling Monterrijbemesting.



Figuur 4.3. Gemeten en gesimuleerde Nmin-hoeveelheden (in kg N ha<sup>-1</sup>) in de behandeling Luzerne-voorraadbemesting.

### 4.3 Aanpassing gebruikersinterface op grond van praktijktest

Naar aanleiding van wensen uit de praktijk (telers, PPO) zijn de volgende aanpassingen verricht:

- Minimum en maximumgiften zijn op voor de praktijk realistische waarden ingesteld: dit zijn resp. 0.5 en 100 ton per ha.
- Fertigatie opgenomen als bemestingsmethode. Stikstofconcentratie van fertigatieoplossing wordt via opgegeven EC-waarde berekend. Stikstofaanvoer via fertigatie is hiermee vooraf door teler vastgelegd: het model houdt voor zijn advies hier rekening mee.
- Alle meststoffen moeten zowel als voorraad- als bijmeststof gebruikt kunnen worden.
- Uitvoertabel is verduidelijkt en opgesplitst in tabellen voor berekend plan, waterbalans, stikstofbalans, en organische stof.
- Automatisch uitvoer uitsplitsen in scenario's 'minimale kosten' en 'minimaal N-verlies'.
- Bodemtype via een eenvoudig uitklapscherm te kiezen.

- Historische bemesting kan in apart tabblad ingevoerd worden; format identiek aan richtlijn (wordt ook automatisch verwerkt indien plan uit richtlijn wordt overgenomen).
- Invoer braakperiode voorafgaand aan de teelt.
- Meststofniveaus zowel in tonnen droge stof als in kilos stikstof per hectare uitdrukken.
- In grafiek met stikstofverloop gedurende de teelt ook het N<sub>min</sub>-gehalte in de bodem uitdrukken in mmol nitraat in 1:2 extract (dus naast weergave in kg ha<sup>-1</sup>).

Zoals genoemd in de inleiding, moet de software toegankelijk en makkelijk te gebruiken zijn. In hoeverre zijn de diverse aspecten van gebruikersvriendelijkheid adequaat voorzien:

1. Eenvoudig in het gebruik, zodat benutting door telers en adviseurs mogelijk is
  - bij start van een nieuw optimaal plan zijn er overal default-waarden ingevuld zodat zonder iets in te vullen direct een plan kan worden berekend
  - een digitaal 'hulpje' (de assistent) is oproepbaar die de eerste stappen uitlegt
  - bij de kopjes en titels verschijnen 'hints' (tekstballonnetjes) ter verduidelijking
  - er staat niet teveel informatie op elk tabblad
  - alle ingevoerde en berekende informatie wordt automatisch bewaard
  - na berekening van een plan verschijnt direct een grafiek met het meest relevante resultaat
2. Alle relevante teeltsituaties moeten in het model in te voeren zijn
  - Alle meststoffen zijn nu als voorraadbemesting te kiezen
  - Fertigatie-optie toegevoegd
  - Gewasresten en historische bemesting toegevoegd
3. De teler moet gewenste doelstellingen met model kunnen uitproberen
  - Minimale kosten
  - Minimale N-verliezen
  - Plan geheel zelf controleren via optie 'bemestingsplan' i.p.v. optimaal plan
4. Het model moet gedurende een teeltsituatie verder kunnen optimaliseren  
*Als niet voorafgaand aan de teelt een optimaal plan is berekend, wordt het volgende aangeraden als men tussentijds het model 'instapt':*
  - Draai een optimaal plan dat zoveel mogelijk de huidige situatie benadert (productieniveau, meststofkeuze, etc.)
  - Wijzig vervolgens in het geadviseerde plan (bemestingsplan-variant minimale kosten danwel minimale N-verliezen) de meststofhoeveelheden en tijdstippen zoals in werkelijkheid uitgevoerd
  - Draai dit bemestingsplan weer, en wijzig aan de hand van het modelresultaat de meststoftoedieningen
5. Wetenschappelijk getoetste rekenmodellen liggen ten grondslag aan de berekeningen
  - De modellen zijn getoetst aan praktijkconforme bemestingsproeven en in vaktijdschriften gepubliceerd (zie o.a. Gijzen, 1994; Heinen, 2005b).

Een aantal verbeteringen zijn doorgevoerd omdat ze net als in de meeste gangbare ICT-toepassingen wenselijk zijn t.b.v. een gebruikersvriendelijk interface:

- Gemaakte plannen worden automatisch opgeslagen. Hierdoor is het bij afsluiten zeker dat alles bewaard blijft. Een optimaal plan wordt tevens automatisch vastgelegd als zowel (a) optimaal plan, (b) plan met minimale kosten en als (c) plan met minimale N-verliezen. In een vorige versie moest de gebruiker dit optimaal plan zelf opsplitsen, maar ervaring leerde dat dit altijd werd gedaan en dus kon worden geautomatiseerd.
- Elk format t.a.v. datum en getallen (met komma's of punten als decimaalteken) kan foutloos verwerkt worden doordat de interface tijdens zijn opstart aan de Windows-omgeving een specifiek format oplegt. Na sluiten van de interface van het adviesmodel keert Windows weer naar de settings terug waarin de gebruiker ze had geïnstalleerd.
- Het scherm is zelfs bij een monitor met lage resolutie (600 x 800 pixels) geheel zichtbaar, zodat gebruik bij alle gangbare PC's gewaarborgd is.



## 4.4 Toepassing adviesmodel op drie bedrijven

Op alle drie de bedrijven zijn de volgende runs met het model gedaan:

- Optimaal plan, met de meststofkeuzes en parameterwaarden voor de bodemgegevens en productieschatting uit de bemestingsrichtlijn.
- Gerealiseerd bemestingsplan met het normjaar.
- Gerealiseerd bemestingsplan met klimaatset van het bedrijf.

De output van de drie bedrijven is gebundeld in de Bijlagen III.1 t/m III.26, evenals de output van de bemestingsrichtlijn.

### 4.4.1 Bedrijf Jonkers – Tomaat, stookteelt

Op dit bedrijf werd parallel aan het experiment met verlaagd N<sub>min</sub> de evaluatie gedaan met de Biokas bemestingsrichtlijn. In december is dit plan uitgerekend (zie Bijlage III.26) en zijn de meststoffen toegediend, begin januari is geplant (tomaat). In de periode februari tot en met april is met het prototype en telkens verbeterde versies van het adviesmodel proefgedraaid op PPO met de gegevens van Jonkers. Dit leverde nog teveel software problemen op. Bijmestmomenten werden telkens op advies van PPO uitgevoerd in de proefkap. In de standaardkappen gebeurde dit op inzicht van de teler. In juni kon de voorlopige testversie van het adviesmodel worden geïnstalleerd en zijn proefruns gemaakt, onder begeleiding van de onderzoekers. Het bleek helaas nog niet mogelijk de actuele klimaatgegevens van het bedrijf zelf te gebruiken. Dit probleem kon pas in de loop van het najaar worden opgelost. Met het model kon via de optie 'bemestingsplan doorrekenen' wel de actuele situatie min of meer gesimuleerd worden. In april bleek de N<sub>min</sub> in alle behandelingen plotseling sterk te zijn gedaald. Met behulp van de modelsimulatie kon dit worden geverifieerd en bleek enerzijds te maken te hebben met de meststofkeuze (zwarte grond en geitenmest als voorraadbemesting) maar waarschijnlijk ook met uitspoelingsverliezen. In augustus is het model door de teler, op verzoek, zelfstandig gedraaid en is een evaluatie gemaakt ten behoeve van het klankbordoverleg. In augustus t/m oktober is het model nog een enkele keer gedraaid, maar dit heeft niet tot nieuwe inzichten geleid. De telers heeft op dit bedrijf het model slechts sporadisch zelfstandig gebruikt.

### Evaluatie van de resultaten

Het bedrijf Jonkers wilde als voorraadbemesting geitenmest en compost /zwarte grond bemesten en monterra malt als bijmest. In de bemestingsrichtlijn is dit ook als zodanig ingevoerd, evenals de basisgegevens als historische bemesting en een recente bodemanalyse. Dezelfde gegevens zijn ook ingevoerd in het adviesmodel voor het optimale plan. Via de bemestingsrichtlijn was een plan opgesteld waar niet meer dan 30 kg beschikbare stikstof teveel zou zijn gegeven.

### Optimaal plan

#### *Minimale kosten*

Opvallend in het optimale plan is de enorme hoeveelheid zwarte grond die de output oplevert bij minimale kosten, 500 ton/ha, wat tevens het maximum is van de model randvoorwaarden. Dit is een logisch gevolg van de lage kostprijs van deze meststof. Dit levert eveneens een zeer hoog niveau aan N<sub>min</sub> op in de eerste 3 maanden van de teelt. Samenhangend daarmee worden er dan ook weinig bijmestmomenten geadviseerd, slechts éénmaal halverwege de teelt. Overigens is het daarbij merkwaardig dat dit moment al gepland wordt bij een voorraad N<sub>min</sub> in de bodem van nog enkele honderden kg N/ha (april/mei). Opvallend is ook dat de N verliezen door denitrificatie vrij groot zijn, 100 kg N/ha. Uit het grafisch verloop lijkt zich dit over de gehele teelt vrijwel lineair te ontwikkelen, terwijl de piek in N<sub>min</sub> vooral in de eerste drie maanden valt. De uitspoelingsverliezen zijn minimaal, terwijl er toch een zeer hoog N<sub>min</sub> gehalte in de bodem aanwezig is in de eerste periode. Merkwaardig is de uitkomst van de waterbalans, het model berekent een magere 500 mm aan gewasvraag. Dit lijkt niet overeenstemming met de werkelijke gewasvraag. De ervaring leert dat voor stookteelten tomaat dit in de richting van 900 mm gaat (Voogt & Houter, 2004). In werkelijkheid zal de dynamiek van water dus veel groter zijn en vrijwel zeker ook de posten van denitrificatie en

uitspoeling beïnvloeden. Volgens de balans in/uit is er aan het eind nog een forse hoeveelheid Nmin (300 kg N/ha) aanwezig.

#### *Minimale N-verliezen*

De hoeveelheid zwarte grond is hier beperkt tot 100t/ha. Er wordt geen geitenmest ingezet. De output geeft daardoor een veel geleidelijker Nmin verloop. Het aantal bijmestmomenten is logischerwijze veel hoger, maar ook hier lijkt een aantal momenten vrij vroeg te vallen (jan/feb) in verhouding tot de dan nog aanwezig Nmin. De N-verliezen door denitrificatie zijn beduidend lager dan die bij het plan minimale kosten. Verder blijkt er een intoring te zijn op de voorraad Nmin in de bodem, er resteert aan het einde van het teeltseizoen slechts 45 kg N/ha.

### **Uitgevoerd bemestingsplan**

#### *Normjaar*

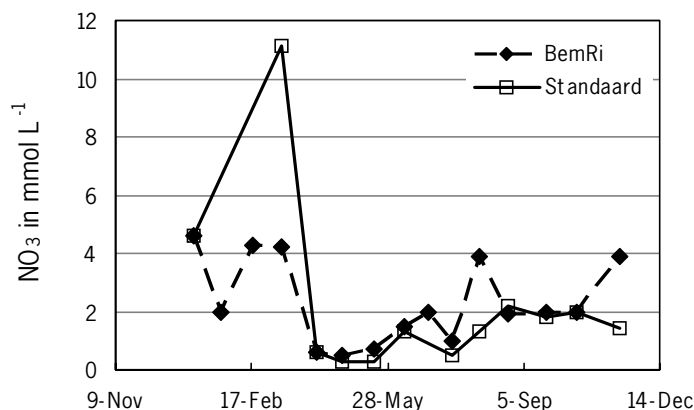
De werkelijk uitgevoerde bemesting met het normjaar geeft een totale beschikbare N die aan de gewasvraag kan voldoen (880 kg N). In het begin is er een verhoogd Nmin gehalte in de bodem, maar dit daalt vrij sterk in mrt/april. De denitrificatie komt aanzienlijk lager uit dan met het optimaal plan 'minimale kosten' en 'minimaal N verlies', waarschijnlijk door het lagere Nmin gehalte. Toch verklaart dit niet het gehele verschil met 'minimaal N verlies' omdat daarmee vergeleken de voorraadbemesting met zwarte grond hetzelfde is, er daarnaast ook geitenmest is gegeven en de Nmin gehalten op hetzelfde niveau liggen en ook de waterbalans berekeningen met dezelfde getallen zijn uitgevoerd. De totale Ninput is bijna 170 kg hoger dan in het optimale plan 'minimaal N-verlies', en er komt netto ca. 135 kg meer beschikbaar via mineralisatie.

#### *Klimaatfile*

Bij deze output is er een zeer scherpe daling te zien in de Nmin in feb - mrt april, veel sterker dan in de berekening met het normjaar. Dit hangt wellicht samen met de waterbalans, de watergift komt op basis van de registratie uit op 900 mm, terwijl de gewasvraag nu zelfs nog lager uitkomt dan bij het normjaar. Dit levert een uitspoeling op van ruim 370 mm. De uitspoeling bedraagt maar liefst bijna 140 kg N. Volgens de grafische weergave lijkt dit overigens gerealiseerd te worden in een periode dat de Nmin relatief laag is, na half april. In de periode van de snelle daling van Nmin lijkt het beregeningsoverschot juist nog mee te vallen. Het is dus niet geheel duidelijk waar de snelle daling van Nmin aan moet worden toegeschreven.

Een kleine complicatie is dat de meststof bietvinasse over een periode van ca. 2 maanden geregeld is gefertigeerd. In het model is dit opgenomen als één gift in het midden van de periode.

Uit de waarnemingen op het praktijkbedrijf blijkt dat de Nmin inderdaad sterk gedaald is, maar wel in een periode na begin maart. Dit komt meer overeen met de output met het normjaar dan berekend met de klimaatfile (Figuur 4.4).



*Figuur 4.4. NO<sub>3</sub>concentratie in het 1:2 extract bij het bedrijf Jonkers. Standaard = standaardbemesting in de kas, BemRi = bemesting in proefkap volgens de bemestingsrichtlijn.*

## 4.4.2 Bedrijf Verbeek – Paprika, stookteelt

Als managementbeslissing is op dit bedrijf de gehele kasafdeling met paprika conform de bemestingsrichtlijn uitgevoerd. Er kon dus geen vergelijking gemaakt worden met een standaard. Alleen indien er in het seizoen afwijkende adviezen zouden komen vanuit het project ten opzichte van het inzicht van de teler, zou er in één kap het advies uit het project worden aangehouden. Half december is bemest en werd gepland. Er is vanwege problemen met bodemorganismen bewust geen voorraadbemesting met compost of dierlijke mest gegeven. In april is getracht het prototype te installeren, maar door software problemen kon hier niets mee worden gedaan. In juni is de voorlopige testversie geïnstalleerd en onder begeleiding van de onderzoekers gedemonstreerd. Helaas kon de mogelijkheid om met bedrijfsspecifieke klimaatgegevens te rekenen nog niet worden toegepast. In augustus heeft de teler op verzoek een zelfstandige run uitgevoerd en een evaluatie ten behoeve van het klankbordoverleg. Eveneens is onder begeleiding een run uitgevoerd van een andere kasafdeling (tomaat) van het bedrijf (N.B. dit was geen object in biokas). Het bleek dat daar in juni een te laag N<sub>min</sub> gehalte in de bodem moest zijn ontstaan. Dit bleek ook te kloppen met de ervaring van de teler en de bodemanalyses en was een belangrijk leerpunt voor de toekomst. In oktober is nog een meer uitvoerige instructie en testrun gedaan van de uitgevoerde bemestingsplannen.

### Evaluatie

Er is geen voorraadbemesting met organisch materiaal uitgevoerd. Uit de bemestingsrichtlijn komt een plan waarbij er een N-overschot is van ca. 70 kg, een tekort aan K van ca. 250 kg en van P een tekort van ca. 60 kg.

### Optimaal plan

#### *Minimale kosten*

Het N<sub>min</sub> niveau vertoont een vrij vlak verloop in de eerste maanden van de teelt. Na half juni is er een flinke daling, dit blijft de rest van de teelt ook zo. Er is al gauw een bijmestmoment, hierdoor loopt het N<sub>min</sub> gehalte tijdelijk wat op. Er is sprake van een behoorlijke denitrificatie, bijna 70 kg N/ha, maar geen uitspoeling van betekenis. De gewastranspiratie lijkt ook hier wat lager dan gebruikelijk (Voogt & Houter, 2003), maar wijkt minder sterk af dan bij de tomaat.

#### *Minimaal N verlies*

In deze simulatie wordt later bijgemest en blijft het N<sub>min</sub> gehalte lager. Er is een groot verschil in aantal en soort bijmesten tussen deze simulatie en die met minimale kosten. In het plan minimale kosten wordt uitgegaan van ricinus, bij dit plan van flamat. Dit levert een duidelijk verschil uitkomst op van de totale N-balans. Bij gebruik van Flamat is ruim 120 kg minder totaal N nodig, maar er komt een ca. 25 kg minder N beschikbaar tijdens de teelt. De denitrificatieverliezen en uitspoelingsverliezen zijn vergelijkbaar.

### Uitgevoerd plan

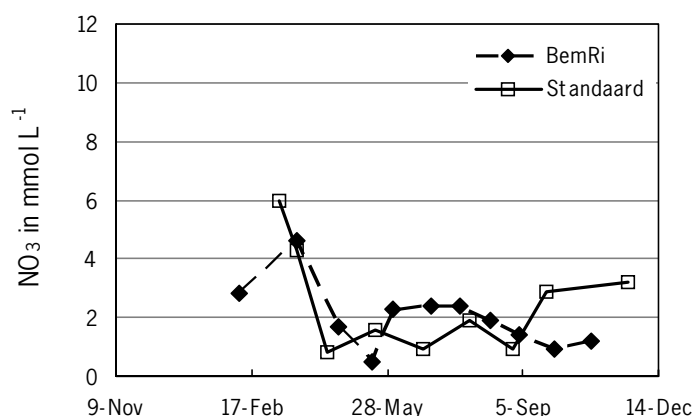
#### *Normjaar*

Bij berekening van het uitgevoerde bemestingsplan blijkt dit lang niet aan de gewasvraag te kunnen voldoen, er ontstaat een tekort van ruim 450 kg N. Uit de grafiek blijkt dat dit in de loop van april al het geval is en vanaf mei is er een aantal maanden volgens het model geen N<sub>min</sub> in de bodem aanwezig. Uit het verloop van de gemeten NO<sub>3</sub> (Figuur 4.5) is af te leiden dat dit inderdaad ook een behoorlijke periode bijzonder laag geweest is. De denitrificatie verliezen zijn ook een stuk lager dan in de optimale plannen.

#### *Klimaatfile*

Het bemestingsplan komt aanzienlijk tekort, meer nog dan met het normjaar was berekend. Dit hangt samen met een groot uitspoelingsverlies van bijna 70 kg en een hoger denitrificatie dan met het normjaar. De N<sub>min</sub> belandt al vrij vroeg in het seizoen op een zeer laag niveau (Figuur 4.5). Merkwaardig is dat de verliezen door denitrificatie en uitspoeling nog wel oplopen daarna, terwijl er nauwelijks of geen N<sub>min</sub> beschikbaar lijkt te zijn. De gewastranspiratie is wat lager dan met het normjaar, de reële watergift is echter aanzienlijk er veroorzaakt een berekeningsoverschot.

Uit Figuur 4.5 blijkt dat dit vanaf het begin het geval is, maar het zal in de praktijk vooral aan het eind van het jaar behoorlijk groot zijn geweest.



Figuur 4.5.  $NO_3$  concentratie in het 1:2 extract bij het bedrijf Verbeek. Standaard = standaardbemesting in de kas, BemRi = bemesting in proefkap volgens de bemestingsrichtlijn.

#### 4.4.3 Bedrijf Van Luijk – Paprika, heteluchtteelt

Dit bedrijf is een hete-lucht bedrijf en is pas in maart gestart met de teelt. Een bemestingsplan is opgesteld voor het proefvak maar ook voor de standaard teelt. Omdat verwacht werd dat met het adviesmodel de bijmest momenten en hoeveelheden zouden kunnen worden ingepland is bewust geen voorraadbemesting gegeven. Dit is wel gebeurd in het standaardvak. Bij start van de teelt kon wel een proefrun worden gemaakt met een van de prototype versies van het model. Dit leidde nog niet tot andere inzichten. Vanaf medio april kon met een van de versies het bijmesten berekend worden. In juni is de voorlopige testversie geïnstalleerd. Deze is ook door de teler zelf meermalen gebruikt om inzicht te krijgen in de N-dynamiek in bepaalde scenario's. In grote lijnen is het teeltseizoen daadwerkelijk het bijmesten conform het model uitgevoerd. Wel zijn de laatste bijmest momenten weggelaten zijn, omdat de Nmin cijfers hoog genoeg bleken.

#### Evaluatie

Invulling van het bemestingsplan in de bemestingsrichtlijn leverde een N-overschot op van 25 kg N en voor K een overschot van ca. 100 kg. P is weinig aangevoerd, maar gezien de PAL toestand leek dit geen probleem.

#### Optimaal plan

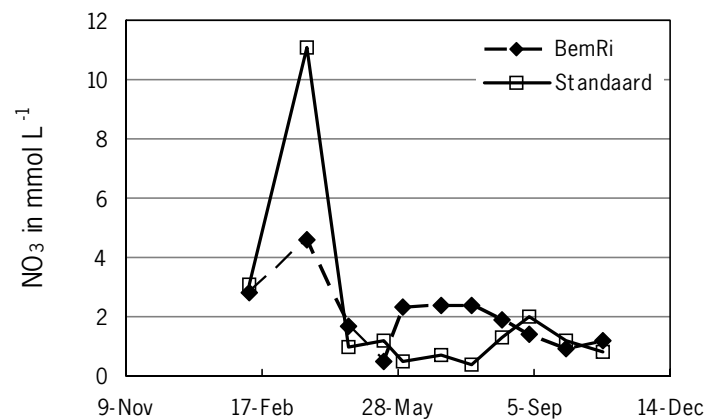
Minimale kosten en Minimale N-verliezen: Beide simulaties leveren een vrij gelijkmatige Nmin op gedurende de teelt, waarbij het gehalte in de tweede helft van de teelt wat aan de lage kant is. Er zijn nauwelijks verschil tussen de output van 'minimale kosten' en 'minimale N verliezen'. De berekende input, gewasvraag en verliezen zijn praktisch hetzelfde. Bij minimale N verlies is er een bijmest moment meer geadviseerd. De hoeveelheid meststof per keer is wel erg laag, met hoeveelheden van minder dan 0.5 ton/ha en een keer met slechts 0.1. De minimale hoeveelheid die praktisch kan worden uitgestrooid is ca. 0.3 ton/ha.

#### Uitgevoerd bemestingsplan

Normjaar: De werkelijke toegediende meststoffen leveren voldoende N om aan de gewasvraag te kunnen voldoen. Ondanks dat er maar twee keer is bijgemest blijft het Nmin gehalte redelijk op peil, met uitzondering van de laatste paar weken. Dit is ook in overeenstemming met de werkelijk gemeten N gehalten (Figuur 4.6). De N verliezen zijn

vrijwel identiek aan die bij het optimale plan. Klaarblijkelijk heeft het hogere Nmin gehalte hier weinig invloed op de denitrificatie. Ondanks de volgens de waterbalans ca. 10 % beregeningsoverschot is er ook nauwelijks sprake van N-uitspoeling. Uiteindelijk blijkt er een inteling op de voorraad N te zijn van ruim 100 kg N

Klimaatdata : In eerste instantie bleek met de eigen klimaatdata een veel grotere N gewasvraag te ontstaan (745 kg N), waaraan het bemestingsplan lang niet kon voldoen (615 kg). Uit de figuur blijkt dat er na half juli een tekort ontstaat. Bij nadere analyse werd duidelijk dat dit veroorzaakt werd door het hoge CO<sub>2</sub> gehalte op dit bedrijf (hete lucht kanonnen). Klaarblijkelijk is het plantmodel erg gevoelig voor CO<sub>2</sub>. Aangezien het niet realistisch is aan te nemen dat een dergelijke hogere productie, en daarmee samenhangend een evenredig hoge N-vraag, gerealiseerd wordt, is dit plan verworpen. Om toch een goede simulatie met de eigen gegevens uit te voeren zijn de CO<sub>2</sub> gehalten uit het normjaar aangehouden. Dit plan, met actuele temperatuur en straling, gaf een vrijwel identieke gewasvraag als met het normjaar. De werkelijke watergift was aanzienlijk hoger dan de gesimuleerde met het normjaar en ook de wateropname is iets lager, waardoor er een beregeningsoverschot is van ruim 200 mm. Hierdoor is er een uitspoeling van 65 kg N berekend. Er is sprake van een inteling van bijna 150 kg N.



Figuur 4.6. NO<sub>3</sub> concentratie in het 1:2 extract bij het bedrijf van Luijk. Standaard = standaardbemesting in de kas, BemRi = bemesting in proefkap volgens de bemestingsrichtlijn.



## 5. Evaluatie en conclusies

Halverwege 2005 is een kleine enquête afgenomen bij de drie telers die het adviesmodel hadden gebruikt gedurende de teelt dat jaar. De ervaringen waren over het algemeen redelijk positief. In Tabel 5.1 staan hun bevindingen.

*Tabel 5.1. Bevindingen van de telers na gebruik van adviesmodel versie 1.0 (d.d. april 2005).*

Hoe vaak iets doorgerekend:	10	5-10	1
Zelf of PPO:	zelf	zelf	PPO
Verschil helder bem.plan/opt.plan:	nee	ja	nee
Totale plan uitgevoerd:	ja	nee	nee
Correctie voorraad:	nee	nee	nee
Correctie bijmest:	ja	ja	nee
Indien wettelijke N-norm:	ja	ja	ja
Tabbladen duidelijk:	80%	80%	100%
Waardevolle aanvulling op Eko-richtlijn:	ja	ja	ja (m.n. tijdsverloop)
Aanvullingen:	N-verlies nu inzichtelijk	nogal theoretisch	manual nodig

De adviezen die de LP-module genereert en vervolgens het OsmanSOil-model laat doorrekenen op zijn effect op N-dynamiek lijkt goed toepasbaar indien met de juiste carry-over fractie wordt gewerkt. Deze fractie moet ingesteld worden op grond van een eerste vergelijk van gesimuleerde Nmin-bodem uit beide modellen. Een onderschatting van de Nmin in LP genereert te lage N-adviezen, een overschatting te hoge mestgiften en daardoor te hoge milieu-verliezen. Het bodemmodel OsmanSoil is leidend, en de LP-module moet daartoe zijn carry-over factor aanpassen. Achteraf kan men wel verder werken met aangepaste mestgiften in de variant 'bemestingsplan' maar het streven is dat ook een 'optimaal plan' een realistisch bemestingsadvies kan genereren. Het 'optimaal plan' is tenslotte bedoeld om de teler/adviseur veel werk uit handen te nemen doordat de computer de meest wenselijke strategie berekent.

De overeenkomst tussen simulatie en meting is goed wat betreft de proeven te Naaldwijk.

De zorgvuldige data-input m.b.t. klimaat, irrigatie en bodemfysische kenmerken (bijv. gespecificeerd voor 4 bodemlagen) zal hierbij een positieve bijdrage hebben geleverd. In de praktijk zal vaak teruggevallen moeten worden op generieke waarden voor bijv. de bodem hetgeen de betrouwbaarheid niet ten goede komt.

Toetsing op bedrijfsniveau voorafgaand aan of tijdens de bestudeerde teelt kon helaas niet adequaat uitgevoerd worden doordat het model niet op tijd gereed was. Met name een beoordeling van de functionaliteit van de Nmin voorspelling van gewasvraag en aanbod uit mineralisatie waarmee telers hun bemestingsplan operationeel zouden kunnen bijstellen, kon niet worden gedaan.

Wel konden door simulaties tijdens de teelt en achteraf een aantal praktijksituaties worden beoordeeld en dit bleek in veel gevallen overeen te komen met de werkelijkheid. Het interactief met telers demonstreren en bespreken van het invullen en beoordelen van de output bleek een leerzame en waardevolle activiteit. Knelpunten kwamen zo snel aan het licht en van daaruit konden zinvolle aanpassingen worden gesuggereerd. Door twee van de drie telers werd het model als nuttig ervaren en zouden ze daar zeker gebruik van gaan maken.

Bij een beoordeling van de resultaten zijn nog de volgende knelpunten nog aan het licht gekomen:

- Bij berekening van een optimaal plan met minimale kosten blijken de meststofkosten een overheersende rol te spelen. Op zich logisch maar levert soms niet realistische scenario's op, zoals bij het geval Jonkers, waarbij er zoveel zwarte grond wordt geadviseerd. Dit is deels verholpen in de laatste versie door een maximering van de hoeveelheid organisch materiaal die per keer kan/mag worden ingebracht. Mogelijk kan in een nieuwere versie een randvoorwaarde t.a.v. het gewenste %OS ingebracht kunnen worden, hetgeen zeer wenselijk is indien er sprake is van een omschakelbedrijf.

- De berekening van de gewasvraag voor water zijn voor tomaat onrealistisch laag. Waarschijnlijk zal er in de berekening een aanpassing nodig zijn van een of meerder parameters.
- De toepassing van de bedrijfseigen klimaatsets blijkt erg lastig. In de eerste plaats zijn dit softwarematige problemen, samenhangend met het noodzakelijke format. In de tweede plaats, omdat telers niet altijd direct beschikking hebben over gewenste data en dit door verschillende klimaatcomputers e.d. in uiteenlopend format wordt opgeslagen.
- Er blijkt een probleem te zijn met hoge CO<sub>2</sub> niveaus. Door het plantmodel wordt dit vertaald in gewasgroei en vervolgens hoge N-vraag. Dit blijkt niet realistisch, en zal moeten worden verbeterd door een meer op de praktijk afgestemde klimaatset te gebruiken als normjaar. Dit is technisch vrij eenvoudig te realiseren.
- Soms lijken de N-verliezen door denitrificatie en uitspoeling niet logisch, omdat ze ontstaan in perioden waarin bijvoorbeeld N<sub>min</sub> in de bouwvoor laag is. Nadere analyse is nodig of de berekende verliezen realistisch kunnen zijn, bijvoorbeeld door processen in diepere lagen, of veroorzaakt zijn door artefacten.



## 6. Referenties

- Conijn, J.G., 2002.  
Improvements of the nitrification, denitrification and N<sub>2</sub>O emission module NITDEN. Report 51, Plant Research International, Wageningen, 22 p.
- Evert, F.K. van, P.H.B. de Visser & M. Heinen, 2006.  
Operational optimization of organic fertilizer application in greenhouse crops. Proceedings of the Hortimodel Conference, October 2006, Wageningen (in voorbereiding).
- Gijzen, H., 1994.  
Ontwikkeling van een simulatiemodel voor transpiratie en wateropname en van een integraal gewasmodel. Verslag van een onderzoek gedaan in opdracht van en gedeeltelijk gefinancierd door het NOVEM. Rapport 18, AB-DLO, Wageningen, 89 p.
- Heinen, M., 2006.  
Beschrijving module OSmanSoil. Een eenvoudig bodemmodel voor de beschrijving van waterbeweging, convectief stikstoftransport, water- en stikstofopname, denitrificatie, nitrificatie en mineralisatie. Alterra-rapport 1261, Alterra, Wageningen.
- Heinen, M., 2005a.  
Simplified denitrification models: overview and properties. Geoderma, in press.
- Heinen, M., 2005b.  
Application of a widely used denitrification model to Dutch data sets. Geoderma, in press.
- Heinen, M. & P. de Willigen, 2006.  
Vergelijking van de organische stofmodellen MOTOR en MINIP. Alterra-rapport 1260, Alterra, Wageningen.
- Heinen, M. & P. de Willigen (eds.), 2001.  
FUSSIM2 version 5. New features and updated user's guide. Alterra rapport 363, Alterra, Wageningen, 164 p.
- Heinen, M. & P. de Willigen, 1998.  
FUSSIM2 A two-dimensional simulation model for water flow, solute transport and root uptake of water and nutrients in partly unsaturated porous media. Quantitative Approaches in Systems Analysis No. 20, AB-DLO, Wageningen, The Netherlands, 140 p.
- Janssen, B.H., 1984.  
A simple method for calculating decomposition and accumulation of 'young' soil organic matter. Plant and Soil 76: 297-304.
- Janssen, B.H., 1986.  
Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. Plant and Soil 181: 39-45.
- Marcelis, L.F.M., W. Voogt, P.H.B. de Visser, J. Postma, M. Heinen, R. de Werd & G. Straatsma, 2003.  
Organische stofmanagement in biologische kasteelt. Chrysantenproef 2002. Rapport 70, Plant Research International, Wageningen, 50 p.
- Visser, P.H.B. de, M. Heinen, F. Assinck & W. Voogt, 2006.  
Modeling N dynamics in the soil/plant system in organic horticulture. Poster for the Hortimodel 2006 International Conference, October 2006, Wageningen (in voorbereiding).
- Visser, P.H.B. de, W. Voogt, F.B.T. Assinck, M. Heinen, J. Postma, J.J. Amsing, G. Straatsma & L.F.M. Marcelis, 2004.  
Organisch stofmanagement in biologische kasteelt. Resultaten paprikaproef en modellering stikstofdynamiek. Rapport 86, Plant Research International, Wageningen, 68 p. + 9 bijlagen.
- Voogt, W. & B. Houter, 2003.  
Wateropname bij teelten in kasgrond. PPO-intern rapport, juni 2003, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Naaldwijk, 23 pp.
- Voogt, W., A. van Winkel & W. Cuijpers, 2006.  
De bemestingsrichtlijn van BLOKAS: PPO-rapport Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Naaldwijk (in voorbereiding).



# Bijlage I.

## Modelhandleiding

### (incl. alle in- en uitvoerbladen)

#### 1. Aanpak

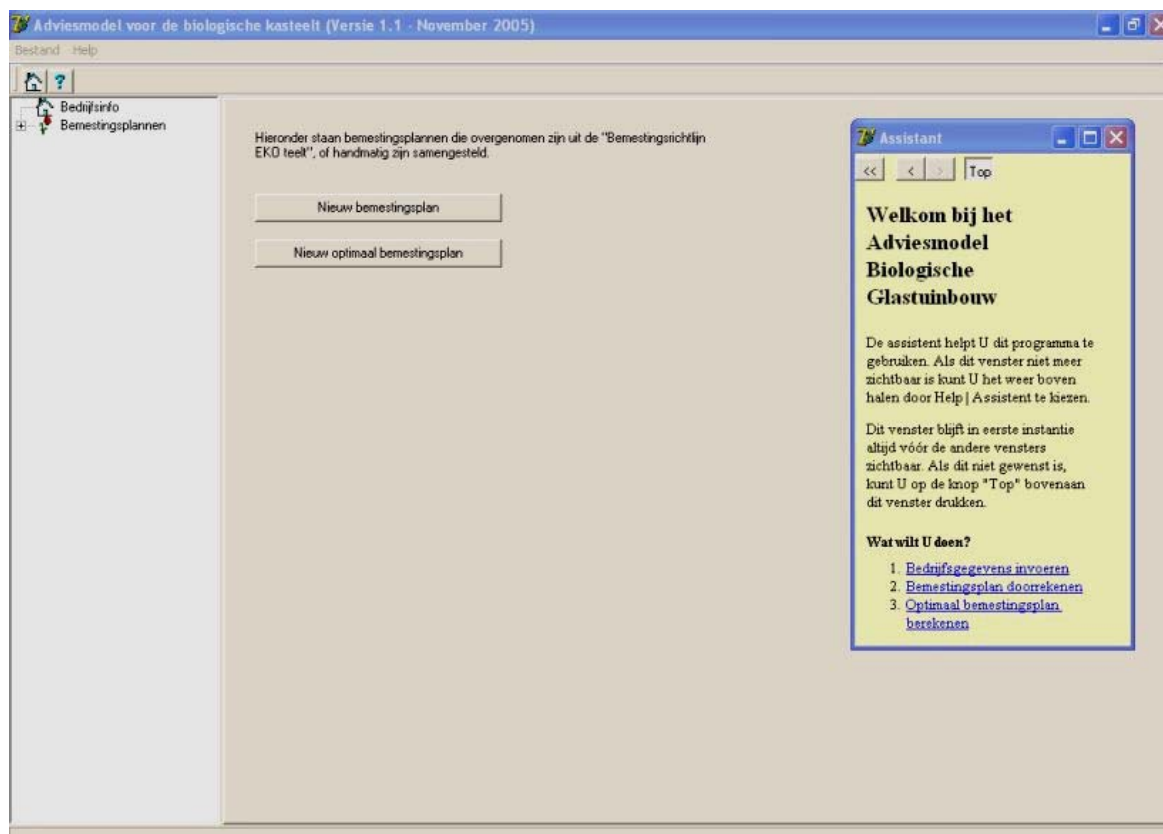
Door te klikken op 'Bedrijfsinfo' links boven in het scherm kunnen ingevoerd worden: naam, bedrijf en adres

Op twee wijzen kan nu de invoer voor een nieuw bemestingsplan uitgevoerd worden:

A. vanuit het programma zelf



B. via een bestaand plan in de Biokas-bemestingsrichtlijn

De 'Assistent' kan u helpen bij het invullen van de gegevens. Zie Figuur 1.



*Figuur 1. Scherm bij de start van de invoer van een nieuw plan. De 'Assistent' als hulpje is op te roepen door op het vraagteken linksboven te klikken.*

## A. Vanuit het programma

Ga in de boomstructuur naar de folder 'Bemestingsplannen' (zie Figuur 1). Kies voor (a) een bemestingsplan (  ) of (b) een optimaal plan (  ).

Een keuze voor (a) betekent dat een berekening van de opgegeven bemesting wordt uitgevoerd, bijv. een plan uit de bemestingsrichtlijn (zie onder) of een zelf ingetypt plan.

Een keuze voor (b) betekent dat de computer de optimale giften van opgegeven meststoffen incl. hun niveau uitrekent, nadat eerst bepaalde criteria en voorkeuren zijn ingevuld.

De invulschermen voor een opgegeven bemesting (a) danwel een optimalisatie (b) zijn vrijwel gelijk: vul een nieuwe naam in in het veld 'bemestingsplan' (zie Figuur 2). Wijzig vervolgens de waarden in de overige velden in de waarden die gelden voor de nieuw te berekenen teelt. Zo kan de keuze voor het gewas wijzigen, en zal daarbij ook de geschatte vruchtproductie veranderd moeten worden. Details over de invulling volgen in Hoofdstuk 2.

## B. Via de bemestingsrichtlijn

Alle invulgegevens van de Eko bemestingsrichtlijn kunnen worden doorgegeven aan het adviesprogramma. Hoe moet de richtlijn m.b.t. de uitwisseling met het adviesprogramma worden ingevuld? Er gelden enkele beperkingen: alleen de hoofdteelt wordt gebruikt, dus voor- en nateelt niet invullen (na het opstarten van het adviesprogramma geeft dat een waarschuwing en gaat terug naar richtlijn-invoerscherm). Verder moet de productiedoelstelling ('teeltdoel' in kg vers) binnen een bepaalde range blijven: voor tomaat bijvoorbeeld tussen 25 en 60 kg, voor paprika 15 tot 30 kg. Wat gaat er nog meer van bemestingsrichtlijn naar adviesprogramma:

- gewas & productie;
- meststoffenkeuze (voorraad-, compost- en hulpmeststoffen), niet hun toedieningsniveau;
- verhouding voorraadbemesting / bijbemesting;
- nieuw ingevoerde meststoffen (druk op knop 'kopieer meststofgegevens naar Adviesmodel');
- temperatuur, % organische stof en Nmin-gehalte in bouwvoor.

Wat niet overgaat naar adviesprogramma is de K- en P-bemesting.

Doorsturen plan van BLOKAS-bemestingsrichtlijn naar Adviesmodel:

Als in de richtlijn een plan is ingevuld (zie hierboven) dan kan dat doorgestuurd worden naar het adviesmodel. De keuzen kunnen later in het adviesprogramma altijd nog aangevuld of gewijzigd worden.

Zorg dat het adviesprogramma al is opgestart. Na invulling van de bemestingsrichtlijn, druk dan op de knop 'stuur plan naar adviesprogramma', en het adviesprogramma zal automatisch de ingevulde waarden in een nieuw plan hebben verwerkt. Nu kan op de computer geswitcht worden naar het adviesprogramma (het veld in de Windows-taakbalk onderaan het scherm knippert tijdens de overdracht van de data) voor verdere bewerkingen.

Na aanklikken van het adviesmodel, is meteen het nieuwe Excel-plan uit de bemestingsrichtlijn actief: check of het adviesprogramma de juiste waarden heeft overgenomen, en voorzie het plan eventueel van een nieuwe, unieke naam (het heet nu 'Excel plan'). Nu kunnen de waarden eventueel nog aangepast worden, en zelfs een veel grotere set meststoffen worden aangevinkt.

## 2. Invoer van gegevens

Welke gegevens moeten in het adviesprogramma ingevuld worden?

We behandelen dit hieronder eerst voor het 'Optimale plan'.

### 2a. Optimaal Plan ( )

Er zijn 3 Invoer-tabbladen (*Teeltgegevens*, *Historische bemesting* en *Bodemgegevens*) en 5 Uitvoer-tabbladen (*Grafieken*, *Bemestingsplan*, *Waterbalans*, *Stikstofbalans* en *Organische stof*):



Invoer Teeltgegevens (zie Figuur 2):

- naam bemestingsplan;
- gewaskeuze (tomaat, paprika, komkommer, sla, radijs, boon en chrysant);
- productiedoelstelling (in kg vruchten of bladgewas per m<sup>2</sup> per teelt);
- startdatum en einddatum teelt;
- irrigatie-factor (bijv. 120% is 1.2 x gewasverdamping, moet altijd groter dan 100% zijn): een voorlopige schatting;
- grootte van de irrigatiegift per gietbeurt (in mm water);
- wel / niet braakperiode vóór teelt begint (optie), en aantal braakdagen;
- verdamping uit grond (alleen bij braak liggen): schatting;
- fertigatie (optioneel): welke meststof en welke EC;
- meststoffenkeuze (voor zowel voorraad- als bijbemesting);
- % van totale N-gift die minimaal via voorraadbemesting moet worden gegeven;
- maximale hoeveelheid N via dierlijke mest (in kg N ha<sup>-1</sup> teelt<sup>-1</sup>);
- bijmest-interval (in weken).

Figuur 2. Invoer van Teeltgegevens voor het 'optimaal plan'.

Invoer Historische bemesting:

- gewasresten van de voorgaande teelt (licht, middel of zwaar qua hoeveelheid);
- mestgiften in vorige 3 jaar (type en hoeveelheid).

Invoer Bodemgegevens (zie Figuur 3):

- gemeten organische stofgehalte (%OS) van 2 bodemlagen;
- gemeten Nmin-gehalte in bouwvoor bij start (in kg per ha voor 2 bodemlagen);
- verwachte bodemtemperatuur;
- ondergrens van hoeveelheid Nmin die in bodem mag voorkomen (diepte 0-25 cm);

Verder veel technische zaken, zoals C/N en 'initial age' (invoeren in overleg met een deskundige);

N.B. de velden om deze gegevens in te voeren worden pas zichtbaar na klikken op de 'Toon details' knop.

The screenshot shows the 'Adviesmodel voor de biologische kasteelt (Versie 1.1 - November 2005)' software. The 'Bodemgegevens' tab is active, displaying the following data:

Parameter	Value
Dikte van de bouwvoor (cm)	25
Bodem org. stof, 0-25 cm (%)	4
Bodem org. stof, 25-50 cm (%)	2
Initiele Nmin, 0-25 cm (kg/ha)	75
Initiele Nmin, 25-50 cm (kg/ha)	25
Ondergrens Nmin (kg/ha, hele profiel)	100
Bodemtemperatuur (°C)	20
C/N van bodem org. stof	25.0
'Initial age' van bodem org. stof (jaar)	16
Initiele worteldiepte (cm)	10
Maximale worteldiepte (cm)	80
N over in volgende rekenstap	0.98

Soil type information:

Bodemtype	% lutum		% o.s.	
	van	tot	van	tot
Bodemtype bovengrond (0 - 30 cm)	12	16	0	4
Bodemtype ondergrond (30 - 90 cm)	12	17	0	2

Figuur 3. Invoerscherm bodemgegevens.

Welke gegevens moeten niet ingevuld worden?

Er zijn veel gegevens nodig om het onderliggende plantmodel en bodemmodel te draaien. Deze gegevens worden meegeleverd met het adviesprogramma. Als een bedrijf het programma gaat gebruiken is vooraf nodig dat een modeldeskundige de vereiste gegevens controleert en desgewenst aanpast. Het betreft bijvoorbeeld grondsoort, kastransmissie of startgewicht van de planten.

Plantdichtheid: plantmodel is geïjkt voor een bepaalde plantdichtheid. Het aanvangsgewicht per m<sup>2</sup> kasgrond kan wel gewijzigd worden in de computerbestanden met extnsie 'par', zoals 'tomaat.par';

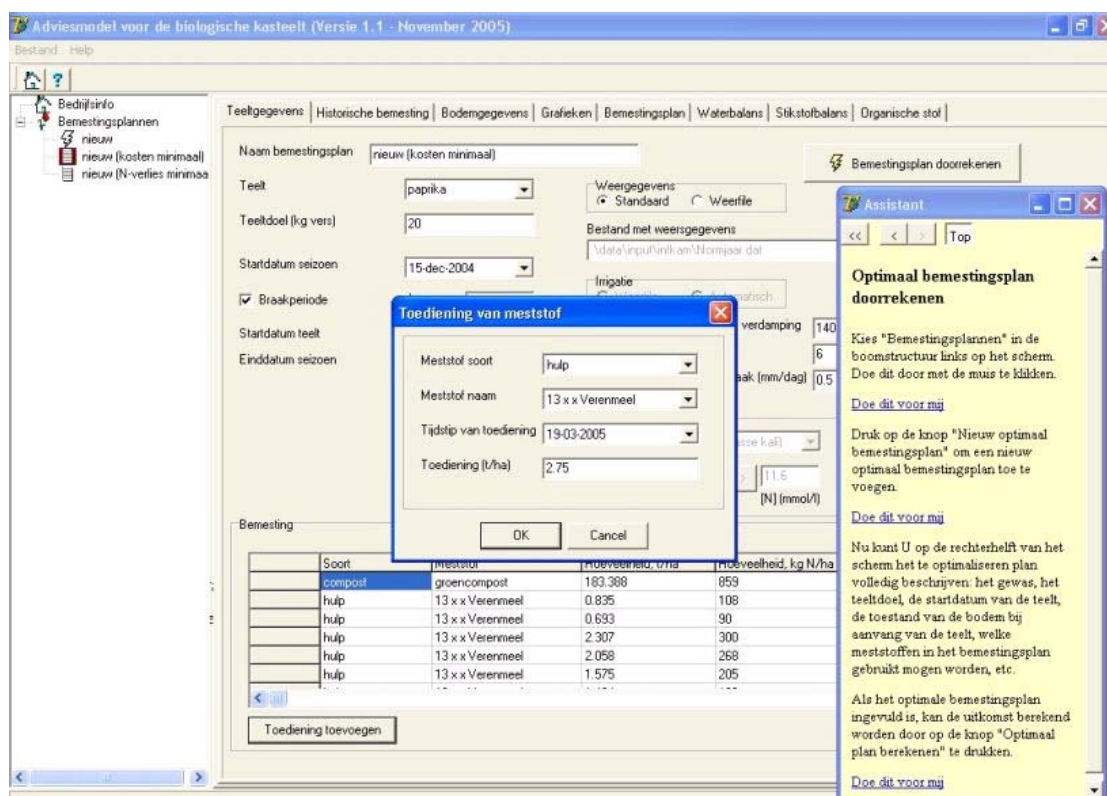
Kastransmissie: model is geïjkt voor transmissie van 65%. Als er een andere transmissie geldt, zal in de kas standaard ook een andere productie gelden, dus moet de productieschatting worden gewijzigd in het invoerscherm.

## 2b. Nieuw Bemestings Plan ( )

De invoer voor een 'bemestingsplan' is maar in twee opzichten anders dan voor een 'optimaal plan':

- er kan een computerbestand met weergegevens worden opgegeven i.p.v. het 'standaard' weer;
- alle meststoffen moeten met de hand worden ingevoerd (zie Figuur 4).

De keuze voor 'bemestingsplan' i.p.v. 'optimaal plan' is handig als een bestaand plan, dus een al uitgevoerde bemesting of een plan van een adviseur of een collega, nagerekend moet worden om de stikstofstromen te simuleren. Bij een al uitgevoerde bemesting hoort een bepaald weerjaar: als in dat jaar het klimaat bekend is, kan dat door het model gebruikt worden. Deskundigen kunnen dit klimaat via een invoerbestand aanleveren (PPO/Biokas).



Figuur 4. Invoer van gegevens betreffende het 'bemestingsplan'.

### 3. Berekening van stikstofstromen


#### 3a. Optimaal Plan (⚡)

Het programma berekent de optimale bemestingsniveaus van voorraadmeststoffen en bijmeststoffen aan de hand van 2 criteria:

- minimale kosten van meststoffen (doorgetrokken lijnen in stikstofgrafiek);
- minimale stikstofverliezen gedurende de teelt (onderbroken lijnen in stikstofgrafiek).

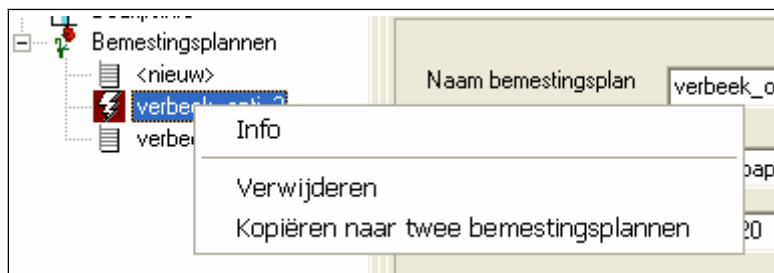
Het programma zal per toedieningswijze (voorraad of bijmest) één meststof kiezen die het best voldoet aan het opgegeven criterium. De goedkoopste meststof is uiteraard snel gevonden, voor minimale stikstofverliezen hangt de keuze af van mesteigenschappen en wel/niet voorraad. Zo zal een meststof met veel N<sub>min</sub> niet snel als voorraadmeststof worden gekozen, omdat dan de eerste maanden van de teelt waarschijnlijk veel N verloren gaat.

Om de optimalisatie uit te voeren: druk op de knop

 Optimaal plan berekenen

Eerst zal nu het onderliggende plantmodel de stikstofbehoefte van het gewas per bijmestinterval (opgegeven door de gebruiker) berekenen voor de opgegeven teelt/klimaat-combinatie. De resultaten van de optimalisatie en van het bodemmodel verschijnen in tabelvorm. Zie § 4.1 voor beschrijving van de inhoud van de uitvoertabel. Nadat de berekeningen zijn uitgevoerd wordt het Optimaal Plan automatisch gekopieerd naar twee Bemestingsplannen (een 'minimale kosten' en een 'minimale N-verliezen' plan).

Voordeel van een Bemestingsplan is dat niveau en moment van bemesten kan worden gewijzigd (zie 3.b). Een doorerekend Optimaal Plan kan ook 'handmatig' worden gekopieerd naar twee Bemestingsplannen; klik daartoe met de rechter muisknop op het icoontje van het Optimaal Plan en kies uit het menu 'Kopiëren naar twee bemestingsplannen':



*Kopiëren en splitsen van een reeds berekend plan naar een minimale kosten en een minimale N-verliezen plan: hiervoor met 'rechtsklik' met muis op het plan links in scherm.*

#### 3b. Bemestingsplan (📄)

De invoer voor een bemestingsplan is maar in twee opzichten anders dan bij een 'optimaal plan':

- er kan een computerbestand met weergegevens worden opgegeven i.p.v. het 'standaard' weer;
- alle meststoffen moeten met de hand worden ingevoerd.

De keuze voor 'bemestingsplan' i.p.v. 'optimaal plan' is handig als een bestaand plan, dus een al uitgevoerde bemesting of een plan van een adviseur of een collega, nagerekend moet worden om de stikstofstromen te simuleren. Bij een al uitgevoerde bemesting hoort een bepaald weerjaar: als in dat jaar het klimaat bekend is, kan dat door het model gebruikt worden. Deskundigen kunnen dit klimaat via een invoerbestand aanleveren (PPO/Biokas).

Druk na invulling van alle velden op de knop

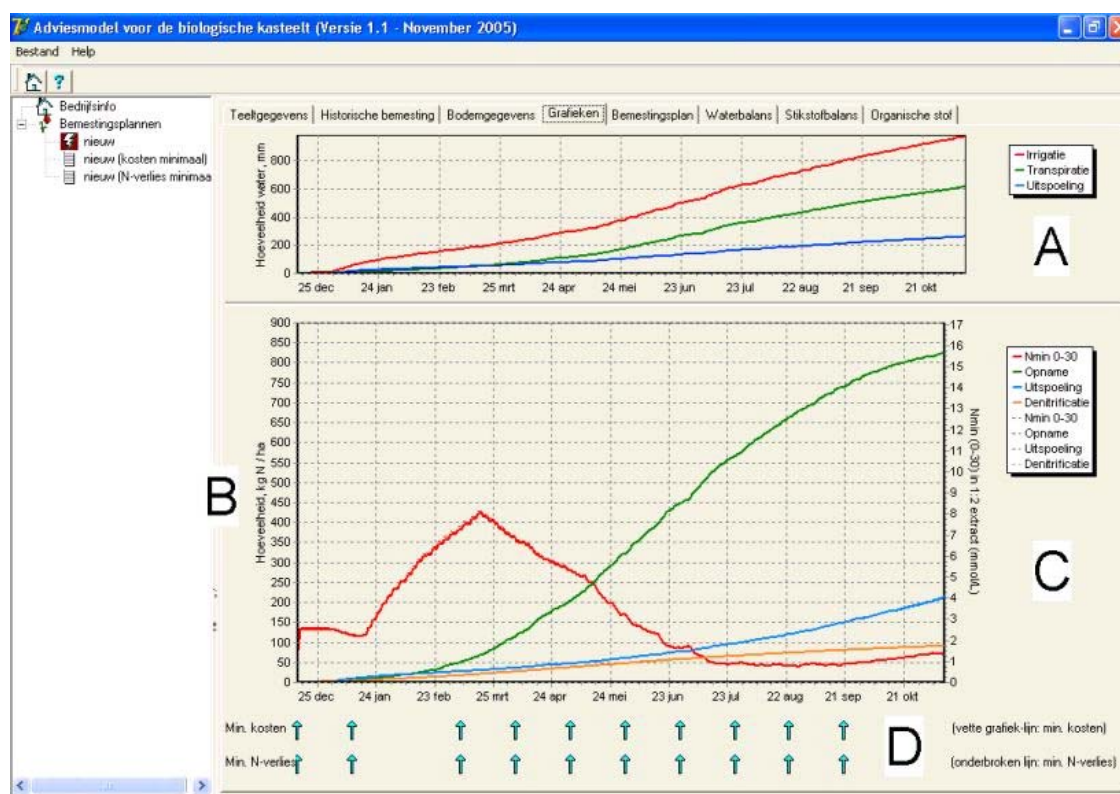
 Bemestingsplan doorrekenen

De uitvoer verschijnt na enige tijd. Alle ingevulde en berekende waarden zijn na berekening automatisch opgeslagen. Ook na kopiëren vanuit een Optimaal Plan kunnen invulvelden gewijzigd worden, en moet ook op de knop 'Bemestingsplan doorrekenen' gedrukt worden om de uitkomst opnieuw te berekenen.



#### 4. Uitvoer van model

Op basis van de optimale giften (bij keuze voor 'optimaal plan') of de opgegeven giften (bij 'bemestingsplan') berekent het bodemmodel vervolgens de water- en stikstofstromen in de bodem. De resultaten m.b.t. de stikstofstromen worden in grafiek- en tabelvorm gepresenteerd op afzonderlijke tabbladen. Van tabblad 'Grafieken' is een voorbeeld te zien in Figuur 5. Te zien zijn de uitvoer van de waterberekeningen (irrigatie, evapotranspiratie en uitspoeling in de bovenste grafiek) en simulatie stikstofstromen (Nmin in de bodem, uitspoeling, denitrificatie en plantopname van de twee optimalisatieruns). In de grafiek zijn de curven van 'laagste kosten' doorgetrokken, en voor 'minimale N-verliezen' onderbroken.



Figuur 5. Water- en stikstofstromen volgens het bodem-plant model bij het optimale plan.

- A: irrigatie, verdamping en uitspoeling (in mm, cumulatief);
- B: stikstofstromen, zoals gewasopname, uitspoeling en verlies aan de lucht (in kg N per hectare);
- C: bodem-Nmin in 1:2 extract;
- D: De pijltjes geven de bemestingsmomenten aan bij minimale kosten danwel minimale N-verliezen.

In de tabbladen Waterbalans en Stikstofbalans zijn de waterstromen respectievelijk de mineralisatie en stikstofstromen te zien. Alle in- en uitvoergegevens worden bewaard na deze berekening. Dus na afsluiting van het programma blijven alle ingevoerde/berekende cijfers bewaard per aangemaakt plan.

In de uitvoertabel van het bemestingsplan staat dus voor één strategie de uitvoer (zie Tabel 1). In de tabel bij 'optimaal plan' staan, onder elkaar, de berekende getallen voor zowel de laagste kosten strategie en de minimale N-verliezen-strategie.

Tabel 1. Voorbeeld van uitvoertabel 'Bemestingsplan'; bij minimaal N-verlies.

```

***** BEMESTINGSPLAN *****
Type      Naam van de meststof      Datum      ton/ha      N, kg/ha
=====
-         bodem o.s.                   -           105.000     1680
compost   groencompost                 15-dec-04   179.770     842
hulp      13 x x Verenmeel            12-jan-05   0.972       126
hulp      13 x x Verenmeel            09-mrt-05   0.577       75
hulp      13 x x Verenmeel            06-apr-05   2.348       305
hulp      13 x x Verenmeel            04-mei-05   2.061       268
hulp      13 x x Verenmeel            01-jun-05   1.577       205
hulp      13 x x Verenmeel            29-jun-05   1.406       183
hulp      13 x x Verenmeel            27-jul-05   0.909       118
hulp      13 x x Verenmeel            24-aug-05   0.821       107
hulp      13 x x Verenmeel            21-sep-05   0.658       86
fertilgatie Bietvinasse (Vinasse kali) in 19 keer 185.136     185

***** EIGENSCHAPPEN van de toegediende meststoffen *****
Type      Naam      Datum gift      N      ini-age      prijs
=====
bodem o.s.      -           16.0      16.0      0.0
compost   groencompost 15-dec-04     4.7      7.3      7.5
hulp      13 x x Verenmeel 12-jan-05 130.0     1.0     400.0
hulp      13 x x Verenmeel 09-mrt-05 130.0     1.0     400.0
hulp      13 x x Verenmeel 06-apr-05 130.0     1.0     400.0
hulp      13 x x Verenmeel 04-mei-05 130.0     1.0     400.0
hulp      13 x x Verenmeel 01-jun-05 130.0     1.0     400.0
hulp      13 x x Verenmeel 29-jun-05 130.0     1.0     400.0
hulp      13 x x Verenmeel 27-jul-05 130.0     1.0     400.0
hulp      13 x x Verenmeel 24-aug-05 130.0     1.0     400.0
hulp      13 x x Verenmeel 21-sep-05 130.0     1.0     400.0
fertilgatie Bietvinasse (Vinasse kali) -           1.0      0.0      0.0

***** KOSTEN EN VERLIEZEN *****
Kosten van toegediende meststoffen: 5879.13 euro

Opgetreden N-verlies: 236.01 kg/ha

```

In Tabel 2 is een voorbeeld gegeven van de uitvoer van de waterbalans en in Tabel 3 van de stikstofbalans.

Tabel 2. Voorbeeld van uitvoertabel 'Waterbalans'; bij minimaal N-verlies.

```

=====
Water      IN      UIT
          (mm)   (mm)
=====
Neerslag      0.0
Irrigatie    982.5
Infiltratie   982.5
Oppervlakkige afspoeling      |      0.0
Bodemverdamping      |      101.9
Gewas transpiratie vraag      |      618.0
                    realisatie      |      618.0
Uitspoeling      |      263.7
=====
Som      982.5      983.5
=====

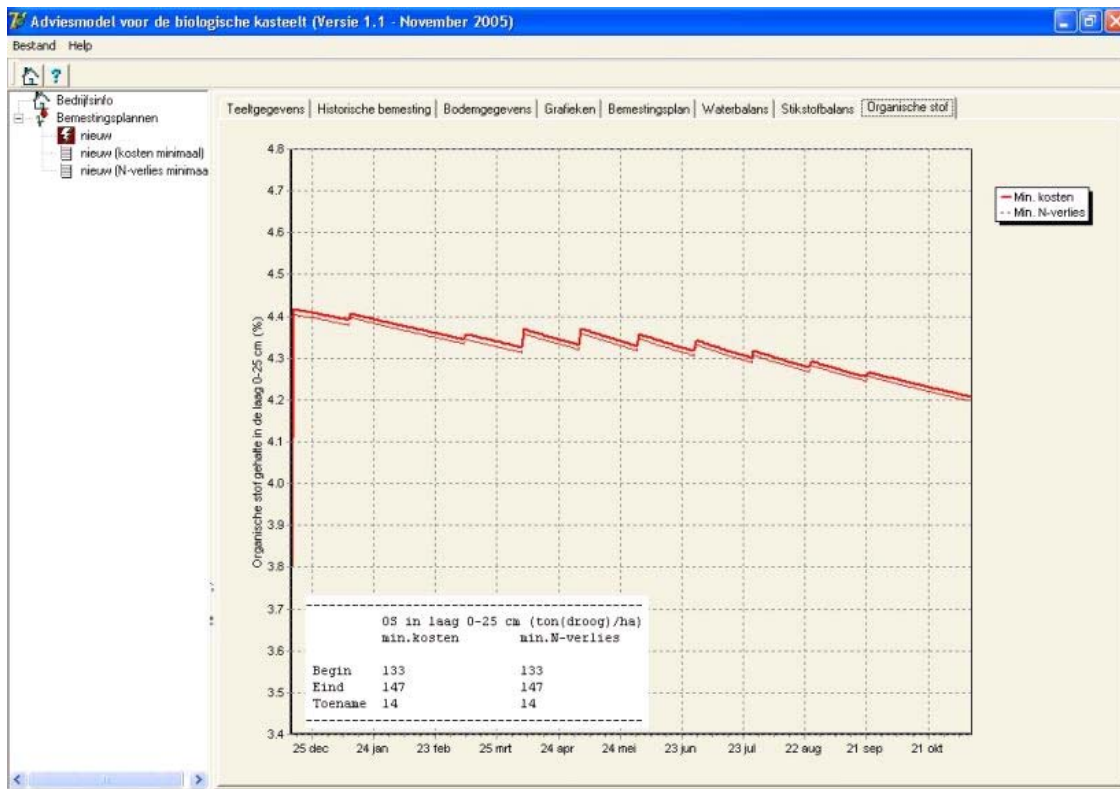
=====
Water
=====
Initieel      (mm)      372.1
Eind          (mm)      371.1
IN-UIT        (mm)      -1.0
=====

```

Tabel 3. Voorbeeld van uitvoertabel 'Stikstofbalans'; bij minimaal N-verlies.

Stikstof		IN (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
	Toediening	Mineralisatie	
Minerale N in mest	237.9		
Minerale N via fertigatie	185.1		
Organische stof in bodem	---	78.7	
groencompost	789.1	76.2	
13 x x Verenmeel	126.3	112.7	
13 x x Verenmeel	75.0	59.2	
13 x x Verenmeel	305.2	221.4	
13 x x Verenmeel	267.9	174.6	
13 x x Verenmeel	205.0	117.0	
13 x x Verenmeel	182.7	88.2	
13 x x Verenmeel	118.1	46.1	
13 x x Verenmeel	106.7	31.2	
13 x x Verenmeel	85.5	16.4	
Totaal	2684.7	1021.7	
Opname (opnamevraag)			825.0 (825.0)
Denitrificatie			91.6
Uitspoeling			216.1
Som		1444.8	1132.7
+++++			
		minerale N	
		0-25 cm	25-90 cm
		Totaal	
Initieel	(kg N/ha)	50.00	150.00
Eind	(kg N/ha)	5.46	506.64
IN-UIT	(kg N/ha)	-44.54	356.64
+++++			

Het Organische stof tabblad (zie Figuur 6) geeft in een grafiek het verloop van het % organische stof in de bouwvoor weer. Meestal neemt dit gehalte bij aanvang van de teelt snel toe door de hoge voorraadbemesting. Links onder staat de wijziging in organische stof voorraad in de bouwvoor in tonnen droge organische stof per hectare. De organische stof in de ondergrond wordt ook berekend en is te vinden in het bestand OsmanOS.csv in de map: 'C:\Program Files\Adviesmode\BodemPlantModel'.



Figuur 6. Organische stofgehalte in de bouwvoor volgens het bodemmodel.

### Verantwoording - Disclaimer

Plant Research International B.V. stelt zich niet aansprakelijk voor schade aan de teelt of anderszins die voortvloeit uit het gebruik van deze software. Het Adviesmodel is geschikt om advies en inzicht te krijgen m.b.t. organische stof management en stikstofstromen. Voor het uitvoeren van geadviseerde bemestingsplannen wordt overleg met een deskundige (PRI, PPO, DLV of LBI) aangeraden. Het model bevindt zich nog in een testfase en zal in 2006 in het praktijknetwerk Biokas nog uitgebreid getest worden.

Verdere informatie bij: pieter.devissier@wur.nl

# Bijlage II.

## Bemestingsrichtlijn - invoerscherm

Bemestingsrichtlijn EKO teelt

---

**Gegevens**

Naam bedrijf / teler:

adres:

postcode:

woonplaats:

telefoon:

email:

Oppervlakte glas:  ha

Totale bedrijfsoppervlakte voor toerekening dierlijke mest:  ha

Kasafdeling:

Oppervlakte kas:  m<sup>2</sup>

Voortelt:

Hoofdtelt:

Nateelt:

**Bodem basisgegevens** Laatste bekende analyse

EC  mg/l

NO<sub>3</sub>  mg/l

K  mg/l

PAL  mg/l

Pw getal

Gemiddelde bodemtemp:  20

	N-mineraal	K	P toestand
0-25 cm	Berekend 0	0	ekend
25-50 cm	voorrad 0	0	ekend

[RESET alle invoergegeve](#)

[RESET meststoffen](#)

**opname teeltplan**

kg/m <sup>2</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
	573	35	848	350	84	33	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totaal</b>	573	35	848	350	84	33	0	0

---

**Vorraadbemesting**

Maximaal dierlijke mest = 170 kg N/ha

Percentage Nuis voorraadbemesting:  %

Al of een specifieke analyse beschikbaar is, hieronder de cijfers invullen

Soort	gehalte kg/ton vers			Gift	Berekende hoeveelheid												
	N	P	K	N <sub>min</sub>	C/N	Initial oge	ton/h	ton/ha	%	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
Dierlijke mest																	
lundem asc	7.4	2.5	8.1	1.1	1.4	2.1	20	20		149	51	161	120	346	102	102	10
							0			0	0	0	0	0	0	0	0
							0			0	0	0	0	0	0	0	0
Nieuwe meststoffen invoeren																	
Waarvan direct beschikbaar										22	161						
Beschikbaar in teeltseizoen										30	51	161					
Compost e.d.																	
humuscompost	5.0	1.1	5.1	1.1	1.4	1.5	100	100		498	115	515	1050	270	100	90	70
							0			0	0	0	0	0	0	0	0
							0			0	0	0	0	0	0	0	0
Nieuwe meststoffen invoeren																	
Subtotaal plantaardige mest										498	115	515					
Waarvan direct beschikbaar										0	515						
Beschikbaar in teeltseizoen										113	115	515					
Modig als bijbemesting										-47	-75	87					
Bijmest																	
13.x.x Verenigde	130.0	0.0	0.0	1.1	1.4	1.5	3	3		390	0	0	17	5	30	3	7

algemeen | print | gegevens | calc

Ready

58

59  Gegevens in laatste update

60 **Nieuwe meststoffen invoeren**

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Nmin	CON	Initial
61						
62						
63						
64						

65 Subtotaal bijbemesting: 390 0 0

66 Waarvan direct beschikbaar: 0 0 0

67 Beschikbaar in teeltstapen: 355 0 0

68

69 Totaal meststoffen: 1037 165 676

70 Direct beschikbaar: 22 0 676

71 Beschikbaar in teeltstapen: 548 165 676

72

73 **Gewasresten vorige teelt**

74 **Saaiwaarde tijdens av. teelt in kas**

75

76

77

78 **Historische bemesting**

79 Vorig jaar

80 2 jaar geleden

81 3 jaar geleden

82 Totaal nalevering bodem: 182

83 **Oude org. stof**

84 Organisch stof gehalte:

85 **Minerale mest**

86

87

88

89

90

Nalevering	N
181.58	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00

	N	N	zaait	zaait 2
182				
158				

	Ca	Mg	S	Na	Cl
1197	621	232	195	87.2	

91 **Samenvatting in kg/ha**

	N	P	K
92 <b>Benodigd</b>	<b>573</b>	<b>95</b>	<b>848</b>
93 Totale mestgift	1037	165	676
94 Gewasresten	67	5	84
95 Bodemvoorraad direct	0	0	0
96 Nalevering bodem	339		
97 Totaal	1443	170	760
98 Beschikbaar	954	170	760

101 **Globale balans overige mineralen**

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116 **Print evaluatie**

117 **Print res. uitaat**

118

**Evaluatie**

**Opmerkingen**

*De voorraad N-min in de bodem is aanzienlijk. Er is veel nalevering uit de historische bemesting.*

**Er wordt een besparingspotentiaal voor stikstof van:** **381 kg/ha**

**Verlaag de hoeveelheid van de voorraad- of hulpmeststoffen tot evenwicht bereikt wordt**

**Er wordt meer P gegeven dan nodig:** **75 kg/ha**

**De P voorraad is al hoog, verdere P opkoping is ongewenst, pas de**

**Er wordt een tekort aan K in de bodem van:** **87 kg/ha**

**Ver aan met potasfalt of andere hulpmeststoffen tot voldoende K wordt gegeven**

Let op: niet van alle meststoffen zijn de overige mineralengehalten bekend. De aanvoer kan dus hoger zijn.

# **Bijlage III.**

## **Modeltest bij praktijkbedrijven**





## Bijlage III.1

### Jonkers basisgegevens

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens | Historische bemesting | Bodemgegevens | Grafieken | Tabellen

Dikte van de bouwvoor (cm)

C/N van bodem org. stof

Initiaal org' van bodem org. stof (jaar)

Bodem org. stof, 0-25 cm (%)

Bodem org. stof, 25-50 cm (%)

Initiale worteldiepte (cm)

Maximale worteldiepte (cm)

N over in volgende rekenstap

Initiale Nmin, 0-25 cm (kg/ha)

Initiale Nmin, 25-50 cm (kg/ha)

Ondergrens Nmin (kg/ha, hele profiel)

Bodem temperatuur (°C)

Bodemtype bovengrond (0 - 30 cm)

	% lutum van	tot	% o.s. van	tot
zandgrond zwak leemig	2	4	1	10

Bodemtype ondergrond (30 - 50 cm)

	% lutum van	tot	% o.s. van	tot
zandgrond leem arm	0	2	0	3

*Bodemgegevens Jonkers*

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens | Historische bemesting | Bodemgegevens | Grafieken | Tabellen

Gewasresten en snoeiafval

Gewasresten

Snoeiafval

Historische bemesting

Meststof

	Hoeveelheid (t/ha)
Voorgaand jaar	<input type="text" value="35"/>
Twee jaar geleden	<input type="text" value="0"/>
Drie jaar geleden	<input type="text" value="50"/>
	<input type="text" value="0"/>
	<input type="text" value="80"/>
	<input type="text" value="40"/>

Minerale meststoffen

	Hoeveelheid (t/ha)
Minerale meststof	<input type="text" value="2"/>
	<input type="text" value="0"/>

Start | Inbox - Micro... | 3 Microsoft ... | adviesmodel n... | adviesmodel | Verslag advie... | EN | 10:31

*Gegevens historische bemesting Jonkers*

## Bijlage III.2 Jonkers optimaal plan

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens Historische bemesting Bodemgegevens Grafieken Tabellen

Naam bemestingsplan: Jonkers optimaal plan Optimaal plan berekenen

Teelt: tomaat  
 Teeltdoel (kg vers): 43  
 Startdatum seizoen: 15-dec-2004  
 Braakperiode: dagen 22  
 Startdatum teelt: 06-jan-2005  
 Einddatum seizoen: 10-nov-2005

Irrigatie-factor: 1.2  
 Irrigatie (mm/beurt): 6  
 Bodemverdamping tijdens braak (mm/dag): 0.5

Optimalisatie

Voorraadbemesting

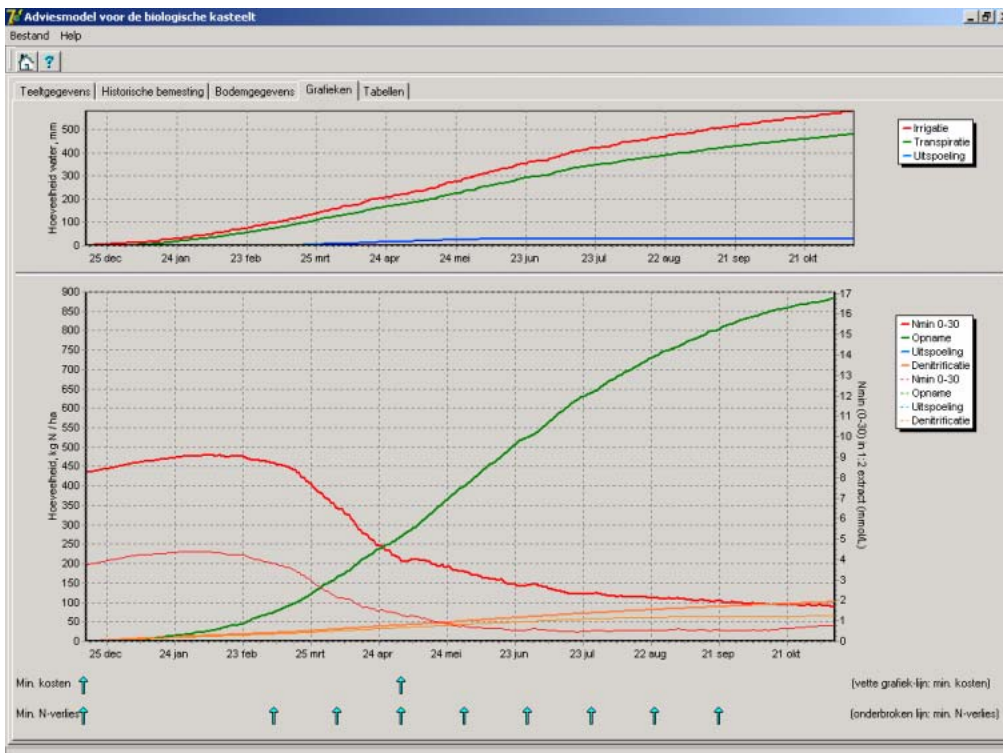
Dierlijke meststoffen geïenmest Jonkers	Composten Zwarte grond Jonkers	Hulpmeststoffen
<input type="button" value="Wijzigen"/>	<input type="button" value="Wijzigen"/>	<input type="button" value="Wijzigen"/>

Hulpmeststoffen  
Montena 9-1-4

Minimaal N uit voorraadbemesting (% van totale N-gift): 40  
 Maximaal N uit dierlijke mest (kg N/ha): 170

Bijmest interval (weken): 4

Optimaal plan



Grafiek Jonkers optimaal plan

## Bijlage III.3

### Jonkers uitgevoerd plan

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teelgegevens | Historische bemesting | Bodemgegevens | Grafieken | Tabellen

Naam bemestingsplan: Jonkers BEMRI Bemestingsplan doorrekenen

Teelt: tomaat

Teeltdoel (kg vers): 43

Startdatum seizoen: 15-dec-2004

Braakperiode: dagen 22

Startdatum teelt: 06-jan-2005

Einddatum seizoen: 10-nov-2005

Weergegevens:  Standaard  Weefile

Bestand met weergegevens: \\data\input\Jonkers\Normjaar.dat

Irigatie:  Weefile  Automatisch

Irigatie-faktor: 1.2

Irigatie (mm/beut): 6

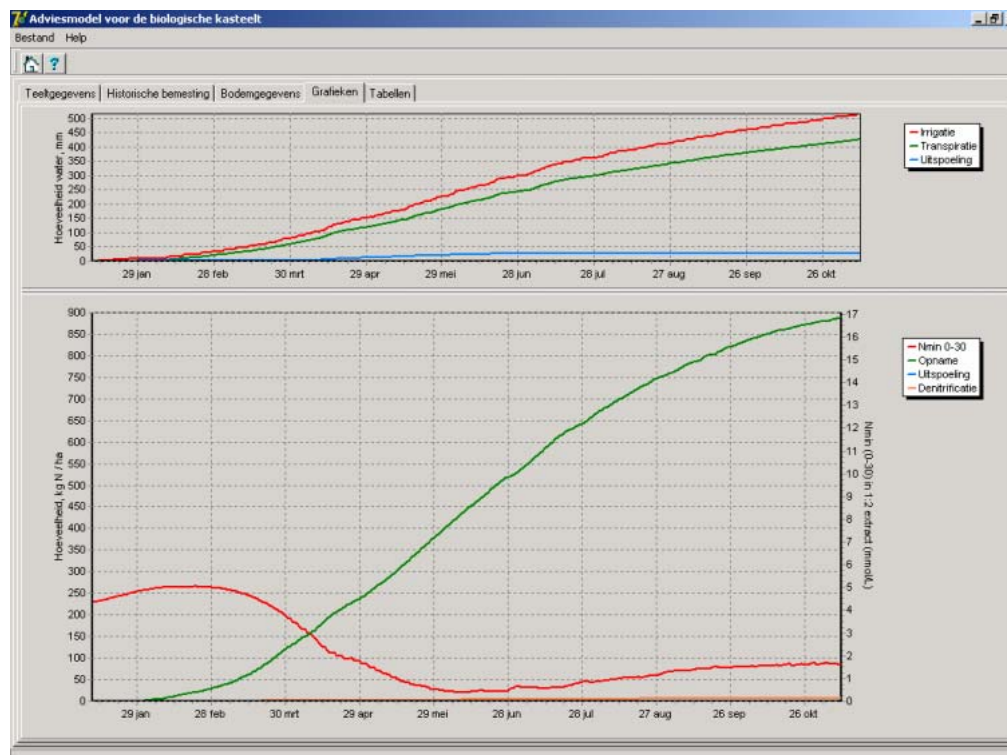
Bodemverdamping tijdens braak (mm/dag): 0.5

Bemesting

Soort	Meststof	Hoeveelheid, t/ha	Hoeveelheid, kg N/ha	Datum
gewasresten	tomaat_rest	23.000	71	15 dec
compost	Zwarte grond Jonkers	100.000	489	15 dec
dieltijk	getelmest Jonkers	25.000	143	15 dec
hulp	Montana N+	1.000	130	14 apr
hulp	Montana N+	1.000	130	17 mei
hulp	Montana N+	1.000	130	09 jun
hulp	Montana N+	0.750	96	27 jun

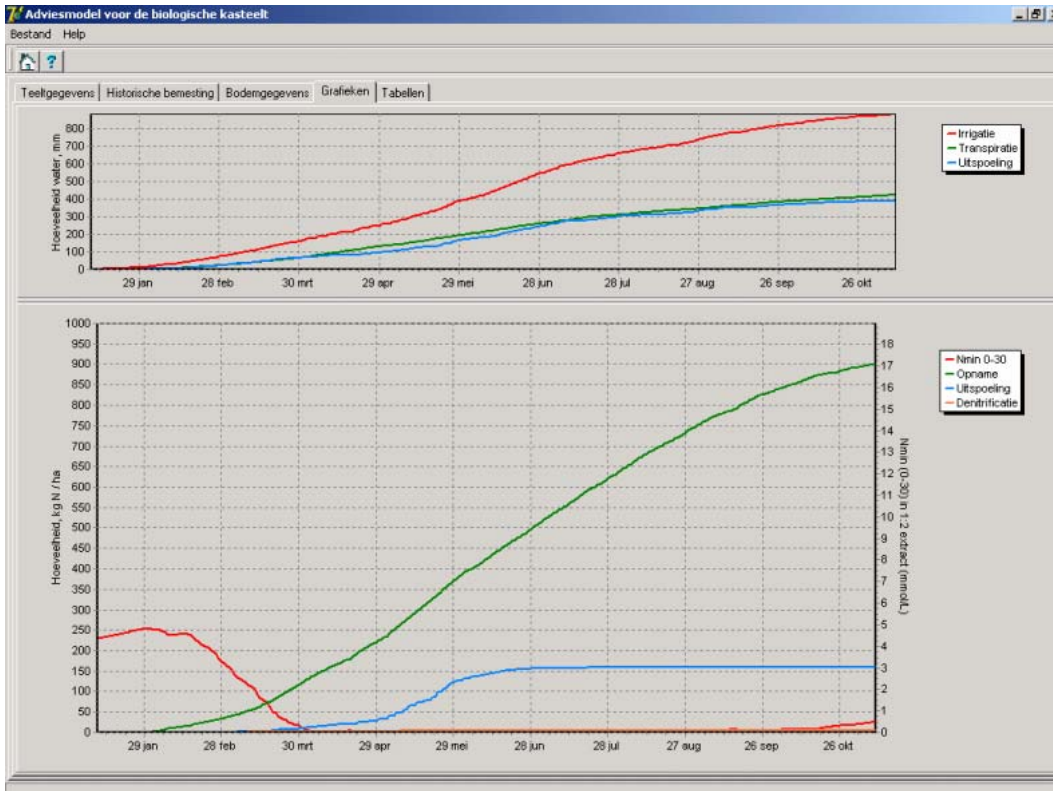
Toediening toevoegen

Uitgevoerd plan met normjaar



Grafiek Jonkers Uitgevoerd plan met -normjaar

## Bijlage III.4 Jonkers uitgevoerd plan



Grafiek Jonkers Uitgevoerd plan met eigen klimaat data en watergift

## Bijlage III.5

### Van Luijk basisgegevens

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens | Historische bemesting | Bodemgegevens | Grafieken | Tabellen

Dikte van de bouwvoor (cm)       Initiale Nmin, 0-25 cm (kg/ha)

C/N van bodem org. stof       Initiale Nmin, 25-50 cm (kg/ha)

'Initial age' van bodem org. stof (jaar)       Ondergrens Nmin (kg/ha, hele profiel)

Bodem org. stof, 0-25 cm (%)       Bodem temperatuur (°C)

Bodem org. stof, 25-50 cm (%)

Initiale worteldiepte (cm)       Bodemtype bovengrond (0 - 30 cm)      % lutum      % o.s.

Maximale worteldiepte (cm) 

van	tot	van	tot	
matig lichte zavel	12	16	0	4

N over in volgende rekenstap       Bodemtype ondergrond (30 - 90 cm)      % lutum      % o.s.

van	tot	van	tot	
zeer lichte zavel	8	10	0	2

Start | Microsoft Excel | Verslag adviesmode... | adviesmodel nieuw | adviesmodel | 09:27

#### Bodemgegevens

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens | Historische bemesting | Bodemgegevens | Grafieken | Tabellen

Gewasresten en snoeiafval

Gewasresten      

Snoeiafval

Historische bemesting

Meststof      Hoeveelheid (t/ha)

Vorig jaar      

Twee jaar geleden      

Drie jaar geleden      

Minerale meststoffen

Minerale meststof       Hoeveelheid (t/ha)

#### Historische bemesting van Luijk

## Bijlage III.6 Van Luijk optimaal plan

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens Historische bemesting Bodemgegevens Grafieken Tabellen

Naam bemestingsplan: van Luijk optimaal plan Optimaal plan berekenen

Teelt: paprika  
 Teeltdoel (kg vers): 14  
 Startdatum seizoen: 03-mrt-2005  
 Braakperiode  
 Startdatum teelt: 03-mrt-2005  
 Einddatum seizoen: 01-nov-2005

Irrigatie-factor: 1.2  
 Irrigatie (mm/beurt): 6

Optimalisatie

Voorraadbemesting

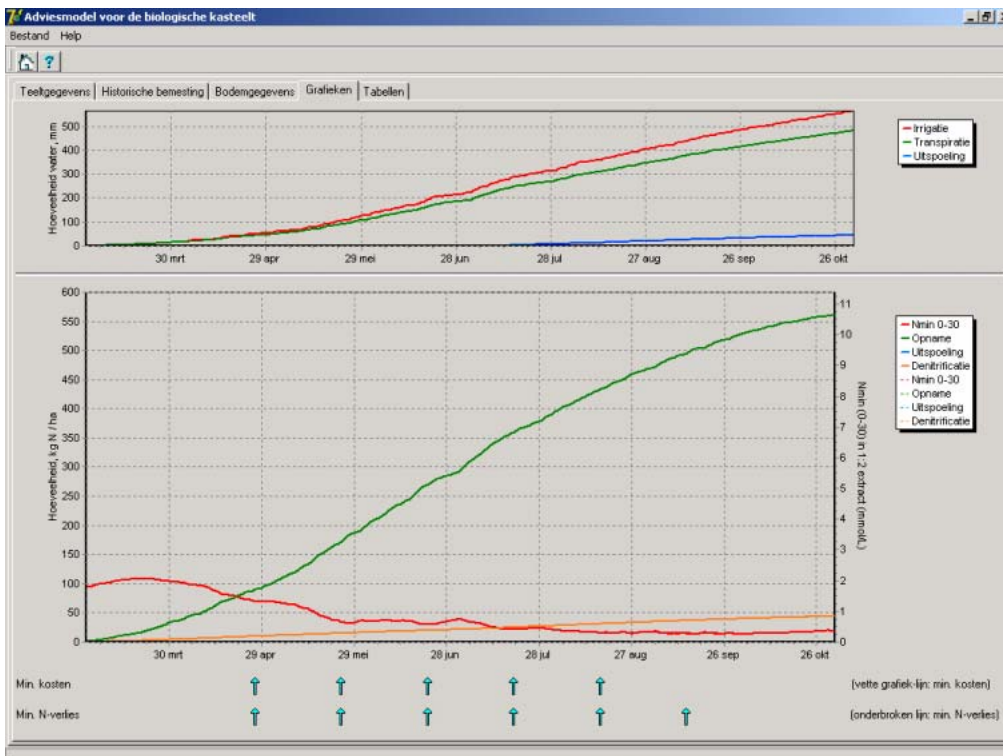
Dierlijke meststoffen Composten Hulpmeststoffen

Hulpmeststoffen: 13 x x Vetermeel

Minimaal N uit voorraadbemesting (% van totale N-gift): 0  
 Maximaal N uit dierlijke mest (kg N/ha): 170

Bijmest interval (weken): 4

Optimaal plan



Grafiek van Luijk optimaal plan

## Bijlage III.7

### Van Luijk uitgevoerd plan 1

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens Historische bemesting Bodemgegevens Grafieken Tabellen

Naam bemestingsplan: van Luijk, optimaal plan (N-verlies minimaal) Bemestingsplan doorrekenen

Teelt: paprika Weergegevens:  Standaard  Weestfile

Teeltdoel (kg vers): 14 Bestand met weersgegevens: \data\input\vanluijk\Normjaar.dat

Startdatum seizoen: 06-mrt-2005 Irigatie:  Weestfile  Automatisch

Braakperiode

Startdatum teelt: 06-mrt-2005 Irigatie-faktor: 1,2

Einddatum seizoen: 02-nov-2005 Irigatie (mm/beut): 6

Bemesting

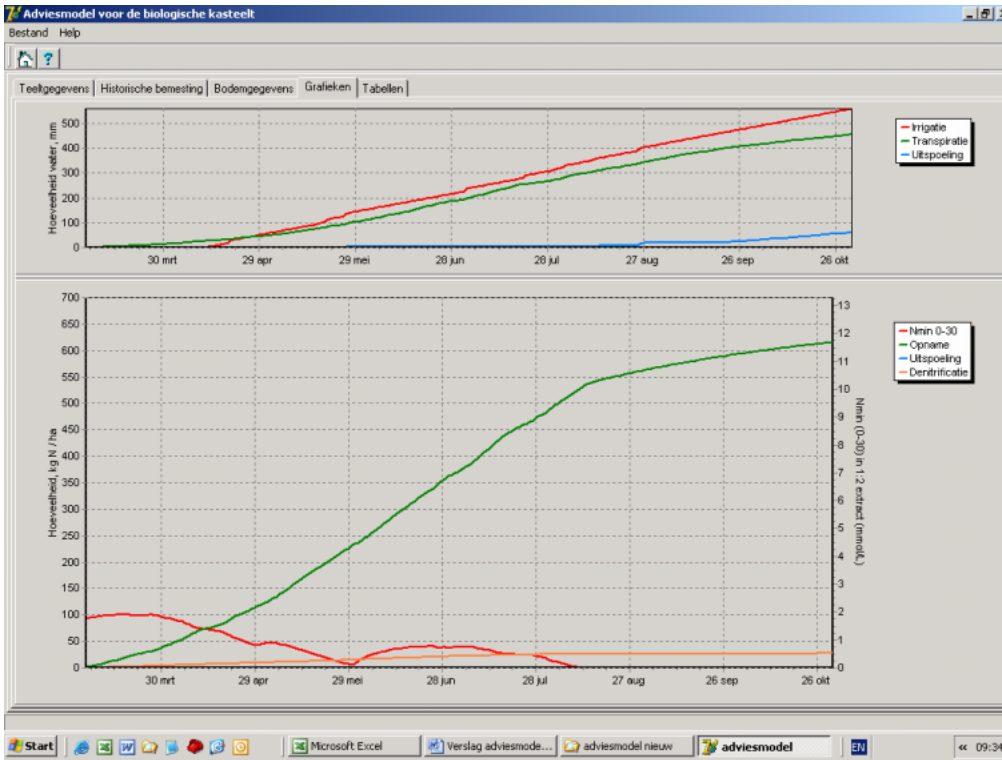
	Soort	Meststof	Hoeveelheid t/ha	Hoeveelheid, kg N/ha	Datum
	gewasresten	gewasrest	13.500	67	06 mrt
	hulp	Montara Nitrogen+	0.812	106	30 apr
	hulp	Montara Nitrogen+	2.100	273	31 mei
	compost	groencompost	80.366	353	06 mrt
	compost	groencompost	69.357	304	06 mrt
	compost	groencompost	62.291	273	06 mrt

Van Luijk Uitgevoerd plan met Normjaar

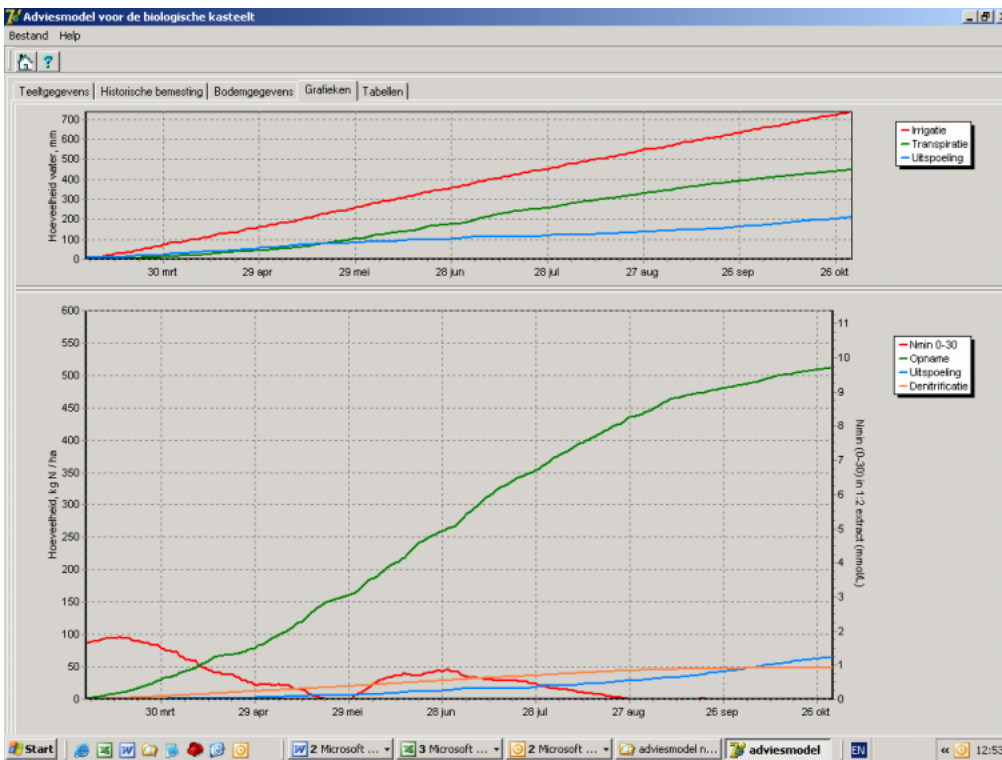


Van Luijk grafiek Uitgevoerd plan met Normjaar

## Bijlage III.8 Van Luijk uitgevoerd plan 2



*Van Luijk uitgevoerd plan met-eigen klimaatdata en watergift*



*Van Luijk uitgevoerd plan-eigen klimaatdata en watergift maar CO<sub>2</sub> uit het normjaar*



## Bijlage III.9

### Verbeek basisgegevens

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens | Historische bemesting | Bodemgegevens | Grafieken | Tabellen

Dikte van de bouwvoor (cm)       Initiale N<sub>min</sub>, 0-25 cm (kg/ha)

C/N van bodem org. stof       Initiale N<sub>min</sub>, 25-50 cm (kg/ha)

'Initial age' van bodem org. stof (jaar)       Bodem temperatuur (°C)

Bodem org. stof, 0-25 cm (%)

Bodem org. stof, 25-50 cm (%)

Initiale worteldiepte (cm)

Maximale worteldiepte (cm)

Bodentype bovengrond (0 - 30 cm)      % lutum      % o.s.

	van	tot	van	tot
zandgrond zeer sterk lemig	6	10	2	5

Bodentype ondergrond (30 - 90 cm)      % lutum      % o.s.

	van	tot	van	tot
zandgrond zeer sterk lemig	5	8	0	2

Start | Microsoft Excel | Verslag adviesmode... | adviesmodel nieuw | adviesmodel | EN | 09:39

*Bodemgegevens Verbeek Fensland*

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teeltgegevens | Historische bemesting | Bodemgegevens | Grafieken | Tabellen

Gewasresten en snoeiafval

Gewasresten      

Snoeiafval

Historische bemesting

Meststof      Hoeveelheid (t/ha)

	Meststof	Hoeveelheid (t/ha)
Vorig jaar	eigen compost	40
		0
Twee jaar geleden	eigen compost	168
		0
Drie jaar geleden	eigen compost	168
		0

Minerale meststoffen

Minerale meststof      Hoeveelheid (t/ha)

	Hoeveelheid (t/ha)
<input type="text" value=""/>	0
<input type="text" value=""/>	0

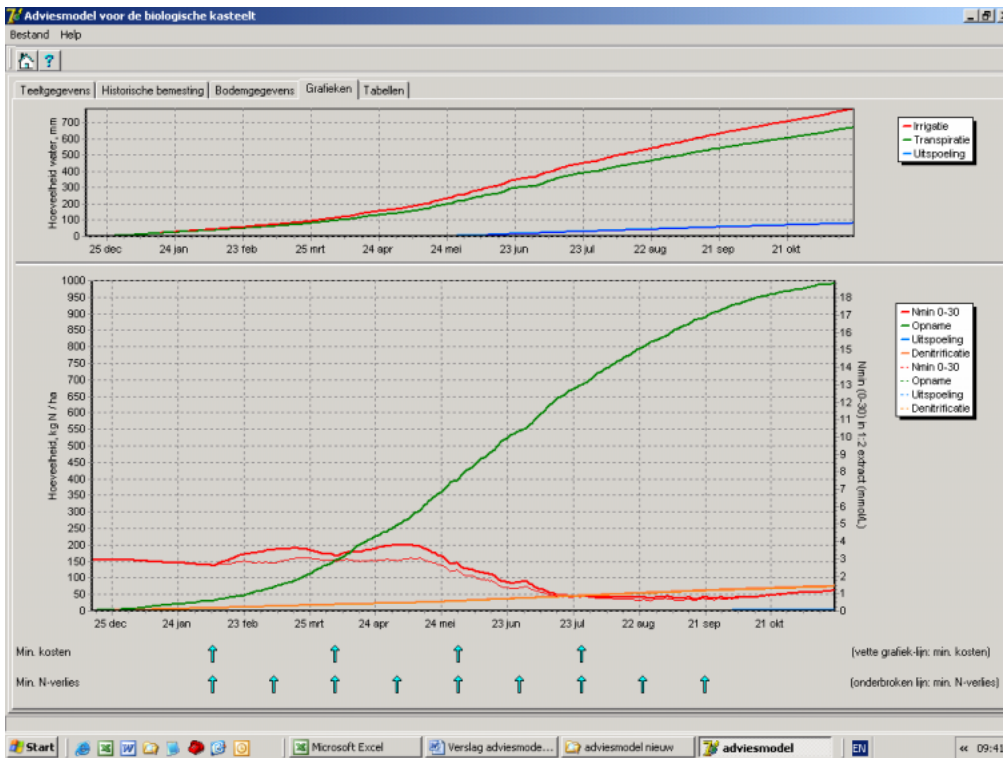
*Historische bemesting Verbeek Fensland*

# Bijlage III.10

## Verbeek optimaal plan

The screenshot shows the 'Adviesmodel voor de biologische kasteelt' software interface. The 'Teeltgegevens' tab is active. The 'Naam bemestingsplan' is 'excel plan'. A button 'Optimaal plan berekenen' is visible. Input fields include: 'Teelt' (paprika), 'Teeltdoel (kg vers)' (23), 'Startdatum seizoen' (15-dec-2004), 'Irrigatie-factor' (1.2), 'Irrigatie (mm/beurt)' (6), 'Startdatum teelt' (15-dec-2004), and 'Einddatum seizoen' (18-nov-2005). There are checkboxes for 'Braakperiode' and 'Optimalisatie'. Under 'Optimalisatie', there are sections for 'Voorraadbemesting' (Dierlijke meststoffen, Composten, Hulpmeststoffen) and 'Bijmesten' (Hulpmeststoffen: Ricinus 5 2 0, Flanamat 722, vivi kali). Input fields for 'Minimaal N uit voorraadbemesting (% van totale N-gift)' (0) and 'Maximaal N uit dierlijke mest (kg N/ha)' (170) are present. A 'Bijmest interval (weken)' field is set to 4.

Optimaal plan Verbeek Fensland



Grafiek Verbeek Fensland optimaal plan

# Bijlage III.11

## Verbeek uitgevoerd plan

Adviesmodel voor de biologische kasteelt

Bestand Help

Teelgegevens | Historische bemesting | Bodemgegevens | Grafieken | Tabellen

Naam bemestingsplan: Fensland 2005 minimaal N Bemestingsplan doorrekenen

Teelt: paprika Weergegevens:  Standaard  Weeffile

Teeltdoel (kg vers): 20 Bestand met weersgegevens: S:\BIO\bio 2005\adviesmodel nieuw\2005Fensland.dat

Startdatum seizoen: 14-dec-2004 Irigatie:  Weeffile  Automatisch

Braakperiode: dagen 1 Irigatie-faktor: 1.2

Startdatum teelt: 15-dec-2004 Irigatie (mm/beut): 6

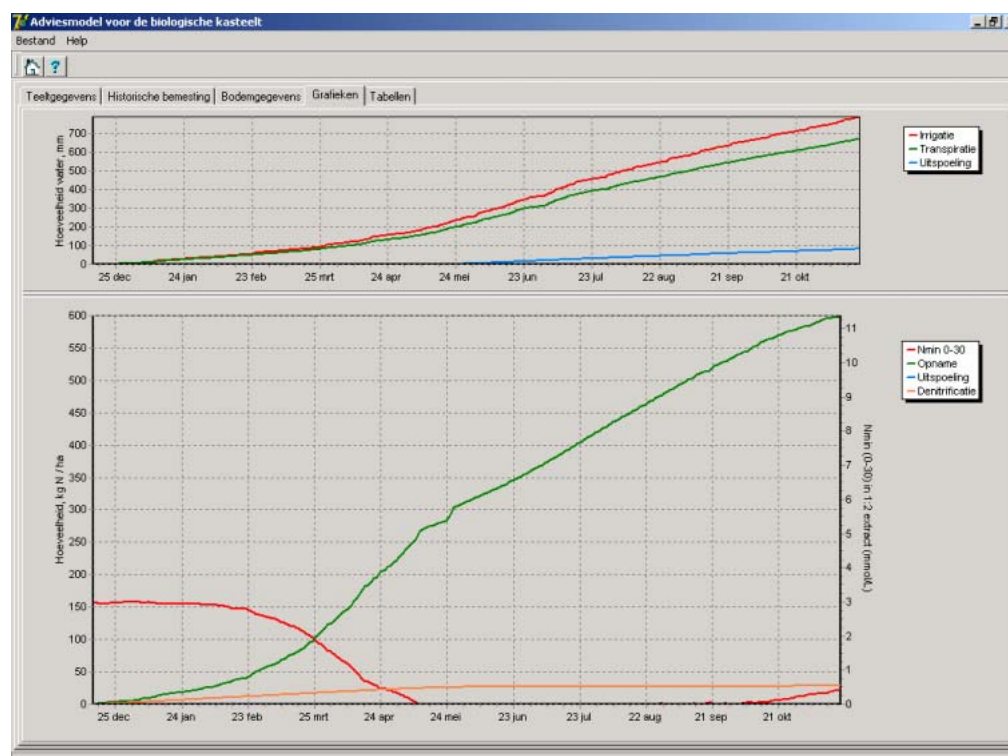
Einddatum seizoen: 17-nov-2005 Bodemverdamming tijdens braak (mm/dag): 0.5

Bemesting

Soort	Meststof	Hoeveelheid, t/ha	Hoeveelheid, kg N/ha	Datum
hulp	Bietvinasse	4.000	152	03 okt
hulp	3,5 l 8 Fontana Potassium	0.667	23	03 okt
hulp	Ricinus 4 l 5 8	0.875	39	15 aug
hulp	Ricinus 5 2 0	0.842	42	23 mei
hulp	Flanamet 722	0.875	61	25 apr
hulp	Flanamet 722	0.867	61	11 apr
compost	humuscompost	30.936	154	14 dec

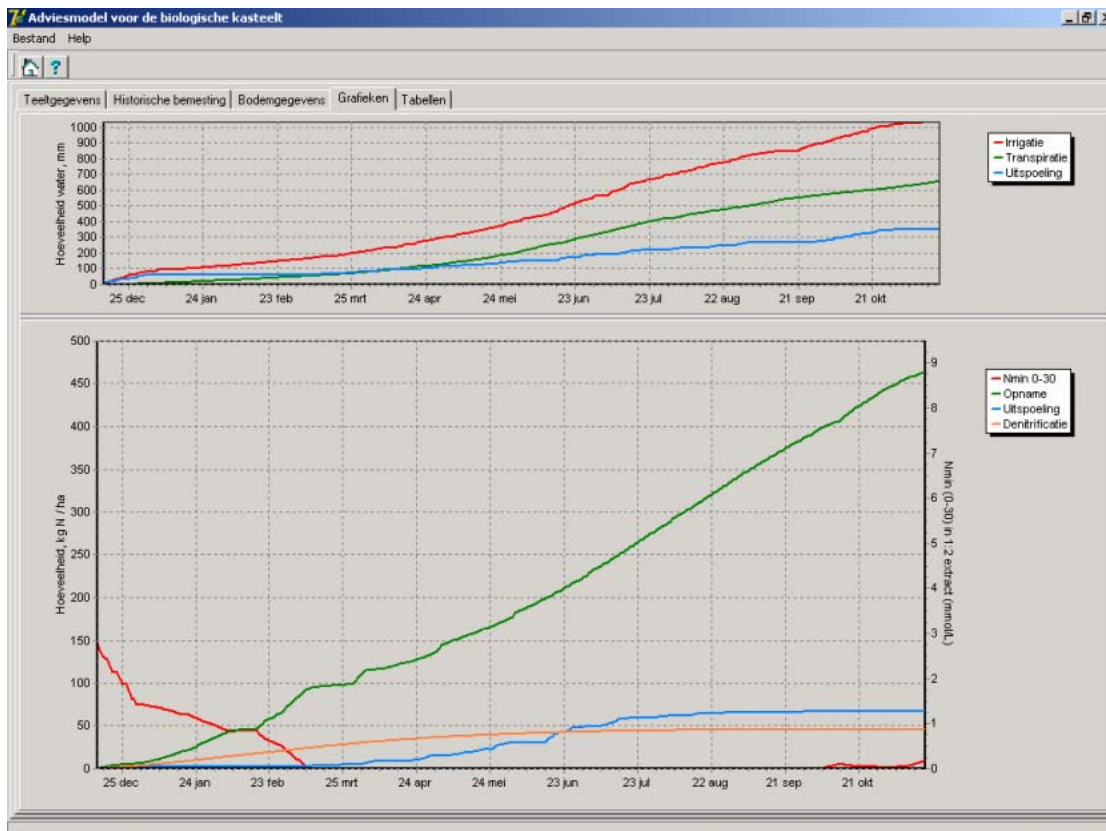
Toediening toevoegen

*Uitgevoerd plan Verbeek Fensland*



*Grafiek Verbeek Fensland Uitgevoerd plan-normjaar*

## Bijlage III.12 Verbeek uitgevoerd plan 2



Grafiek Vrebeek Fensland Uitgevoerd plan-eigen klimaatdata en watergift

## Bijlage III.13

## Jonkers optimaal plan minimale kosten

Minimale kosten

Nmin aan begin: 222 kg/ha  
 Temperatuur: 20 C

Eigenschappen van de toegediende meststoffen :

Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max	
bodem	o.s.	-	29.4	0	29.4	23.8	0	147.0	147.0	
gewasresten	gewasrest	-	3.1	0.0	3.1	0.5	0.0	23.0	23.0	
dierlijk	geitenmest	Jonkers	15-dec-04	5.7	1.3	4.4	3.4	0.0	1.0	500.0
compost	Zwarte grond Jonkers	15-dec-04	3.5	0.5	3.0	15.0	0.0	1.0	500.0	
hulp	Monterra	9-1-4	04-mei-05	90.0	0.0	90.0	1.0	0.0	0.1	10.0
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0.0	5.7	4.4	91.7	21.8	21.8	
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0.0	5.7	5.4	124.5	12.0	12.0	
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0.0	5.7	6.4	150.5	10.0	10.0	
compost	wormencompost	-historisch-	4.4	0.0	4.4	6.5	0.0	13.7	13.7	

\*\*\*\*\*  
BEMESTINGSPLAN

Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha	
-	bodem	o.s.	-	147.000	4328	0	4328
gewasresten	gewasrest	-	-	23.000	71	0	71
dierlijk	geitenmest	Jonkers	15-dec-04	29.772	170	39	131
compost	Zwarte grond Jonkers	15-dec-04	500.000	1750	250	1500	
hulp	Monterra	9-1-4	01-jun-05	8.433	759	0	759
hulp	geitenmest	-historisch-	21.801	123	0	123	
hulp	geitenmest	-historisch-	12.048	68	0	68	
hulp	geitenmest	-historisch-	9.965	56	0	56	
hulp	wormencompost	-historisch-	13.722	60	0	60	
Kosten van	toegediende meststoffen:	2190.71	euro				

Optimalisatie uitgevoerd op 12-dec-05 10:55:43

N uit (voorraad+compost) minimaal: 40 %  
 Maximale N-gift dierlijke mest: 170 kg/ha  
 Ondergrens N-min (hele profiel): 100 kg/ha

Waarde van doelfunctie: 2190.7 euro.

Water	IN   (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	582	
Infiltratie	582	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		73.1
Gewas transpiratie vraag realisatie		483.1
Uitspoeling		31.8
Som	582	588.1

Water	(mm)	
Initieel	(mm)	297.9
Eind	(mm)	291.8
IN-UIT	(mm)	-6.1

Stikstof	IN (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	288.7	
Organische stof in bodem	----	64.4
gewasrest	70.8	68.5
geitenmest Jonkers	131.3	34.8
Zwarte grond Jonkers	1500	82.1
Monterra 9-1-4	759	477.9
geitenmest	123.2	33.7
geitenmest	68.1	14.6
geitenmest	56.3	9.7
wormencompost	60.4	5.5
Totaal	3057.8	791.1
Opname		884.1
Denitrificatie		101.2
Uitspoeling		0.7
Som	1079.8	986.0

minerale N		
	(kg N/ha)	
Initieel	(kg N/ha)	226.0
Eind	(kg N/ha)	319.8
IN-UIT	(kg N/ha)	93.8

# Bijlage III.14

## Jonkers optimaal plan minimale N

Minimaal		N-verlies							
Nmin	aan	begin:	222 kg/ha						
Temperatuur:		20 C							
Eigenschappen van de toegediende meststoffen :									
Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max
-	bodem	o.s.	29.4	0	29.4	23.8	0	147	147
gewasresten	gewasrest	-	3.1	0	3.1	0.5	0	23	23
compost	Zwarte grond Jonkers	15-dec-04	3.5	0.5	3	15	0	1	500
hulp	Monterra	9-1-4 09-mrt-05	90	0	90	1	0	0.1	10
hulp	Monterra	9-1-4 06-apr-05	90	0	90	1	0	0.1	10
hulp	Monterra	9-1-4 04-mei-05	90	0	90	1	0	0.1	10
hulp	Monterra	9-1-4 01-jun-05	90	0	90	1	0	0.1	10
hulp	Monterra	9-1-4 29-jun-05	90	0	90	1	0	0.1	10
hulp	Monterra	9-1-4 27-jul-05	90	0	90	1	0	0.1	10
hulp	Monterra	9-1-4 24-aug-05	90	0	90	1	0	0.1	10
hulp	Monterra	9-1-4 21-sep-05	90	0	90	1	0	0.1	10
hulp	Monterra	9-1-4 19-okt-05	90	0	90	1	0	0.1	10
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0	5.7	4.4	50	21.8	21.8
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0	5.7	5.4	50	12	12
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0	5.7	6.4	50	10	10
***** BEMESTINGSPLAN *****									
Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha			
-	bodem	o.s.	-	147.000	4328	0			
gewasresten	gewasrest	-	-	23.000	71	0			
compost	Zwarte grond Jonkers	15-dec-04	101.044	354	51	303			
hulp	Monterra	9-1-4 09-mrt-05	0.157	14	0	14			
hulp	Monterra	9-1-4 06-apr-05	3.104	279	0	279			
hulp	Monterra	9-1-4 04-mei-05	2.321	209	0	209			
hulp	Monterra	9-1-4 01-jun-05	1.666	150	0	150			
hulp	Monterra	9-1-4 29-jun-05	1.162	105	0	105			
hulp	Monterra	9-1-4 27-jul-05	0.679	61	0	61			
hulp	Monterra	9-1-4 24-aug-05	0.427	38	0	38			
hulp	Monterra	9-1-4 21-sep-05	0.148	13	0	13			
dierlijk	geitenmest	hist. over:	21.801	123	0	123			
dierlijk	geitenmest	hist. over:	12.048	68	0	68			
dierlijk	geitenmest	hist. over:	9.965	56	0	56			
compost	wormencompost	hist. over:	13722	60	0	60			
Kosten	van	toegediende meststoffen:	2190.7 euro						
Optimalisatie	uitgevoerd	op	12-dec-05 10:55:43						
N	uit	(voorraad+compost)	minimaal:	40 %					
Maximale	N-gift	dierlijke	mest:	170 kg/ha					
Ondergrens	N-min	(hele	profiel):	50 kg/ha					
Waarde	van	doelfunctie:	60.24 euro.						
=====									
Water	IN	UIT							
	(mm)	(mm)							
Neerslag	0								
Irrigatie	582								
Infiltratie	582								
Oppervlakkige afspoeling		0							
Bodemverdamping		73.1							
Gewas transpiratie vraag		483.1							
realisatie		483.1							
Uitspoeling		34							
Som	582	588.1							
=====									
Water									
Initieel	(mm)	297.9							
Eind	(mm)	291.8							
IN-UIT	(mm)	-6.1							
=====									
Stikstof	IN	UIT							
	(kg N/ha)	(kg N/ha)							
Minerale N in mest	Toediening	Mineralisatie							
Organische stof in bodem	----	64.6							
gewasrest	70.8	68.5							
Zwarte grond Jonkers	303.1	16.6							
Monterra 9-1-4	14.1	10.9							
Monterra 9-1-4	279.3	196.7							
Monterra 9-1-4	208.9	131.5							
Monterra 9-1-4	149.9	82.3							
Monterra 9-1-4	104.6	48.4							
Monterra 9-1-4	61.1	22.7							
Monterra 9-1-4	38.4	10.7							
Monterra 9-1-4	13.3	2.4							
geitenmest	123.2	33.7							
geitenmest	68.1	14.6							
geitenmest	56.3	9.8							
wormencompost	60.4	5.5							
Totaal	1602.2	719							
Opname			884.1	(884.1)					
Denitrificatie			65.5						
Uitspoeling			0.6						
Som		769.5	950.2						
=====									
minerale	N								
Initieel	(kg	N/ha)	226.00						
Eind	(kg	N/ha)	45.27						
IN-UIT	(kg	N/ha)	-180.73						

## Bijlage III.15

## Jonkers Bemestingsrichtlijn -Normjaar

=====										
bemestingsplan										
Nmin	aan		begin:		226 kg/ha					
Temperatuur:			20 C							
Eigenschappen van de toegediende meststoffen :										
Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max	
bodem	o.s.	-	29.4	0	16	25	0	147	147	
gewasresten	gewasrest	-	3.1	0	3.1	0.5	0	23	23	
dierlijk	geitenmest	Jonkers	15-dec-04	5.7	1.3	4.4	3.4	0	1	500
compost	Zwarte grond Jonkers		3.5	0.5	4.4	15.0	0	1	500	
hulp	Monterra N+	14-apr-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10	
hulp	Monterra N+	17-mei-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10	
hulp	Monterra N+	09-jun-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10	
hulp	Monterra N+	27-jun-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10	
hulp	Monterra N+	14-jul-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10	
hulp	Jonkers Monterra Malt	02-aug-05	90	0	90	1	0	0	0	
hulp	Jonkers Monterra Malt	23-aug-05	90	0	90	1	0	0	0	
hulp	Bietvinasse	01-jun-05	38	0	38	0	0	0	0	
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0	5.7	4.4	91.7	21.8	21.8	
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0	5.7	5.4	124.5	12	12	
dierlijk	geitenmest	-historisch-	5.7	0	5.7	6.4	150.5	10	10	
Compost	Wormencompost	-historisch-	4.4	0	4.4	6.5	0	13.7	13.7	

*****											
BEMESTINGSPLAN											
Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha					
-	o.s.	-	-	147.000	4328	0	4328				
gewasresten	gewasrest	-	-	23.000	71	0	71				
dierlijk	geitenmest	Jonkers	15-dec-04	25.000	143	33	110				
compost	Zwarte grond Jonkers		15-dec-04	100.000	197	27	170				
hulp	Monterra N+	18-mrt-05	1.000	130	0	130					
hulp	Monterra N+	20-apr-05	1.000	130	0	130					
hulp	Monterra N+	13-mei-05	1.000	130	0	130					
hulp	Monterra N+	31-mei-05	0.750	98	0	98					
hulp	Monterra N+	17-jun-05	0.750	98	0	98					
hulp	Jonkers Monterra Malt	06-jul-05	0.750	68	0	68					
hulp	Jonkers Monterra Malt	27-jul-05	1.050	95	0	95					
hulp	Bietvinasse	05-mei-05	3.400	129	0	129					
dierlijk	geitenmest	hist.	over:	21.801	123	0	213				
dierlijk	geitenmest	hist.	over:	12.048	68	0	68				
dierlijk	geitenmest	hist.	over:	9.965	56	0	56				
compost	wormencompost	hist.	over:	13.722	60	0	60				
Kosten	van	toegediende meststoffen:	5000	euro							

=====		
Water	IN   (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	582.0	
Infiltratie	582.0	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		69.1
Gewas transpiratie vraag		483.1
realisatie		483.1
Uitspoeling		35.9
Som	582.0	588.1

=====		
Water		
Initieel	(mm)	228.5
Eind	(mm)	222.4
IN-UIT	(mm)	-6.1

=====			
Stikstof	IN   (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)	
Minerale N in mest	82.5		
Organische stof in bodem	----	69.6	
gewasrest	70.8	68.7	
geitenmest Jonkers	110.2	31.1	
Zwarte grond Jonkers	300	17.9	
Monterra N+	130	116.8	
Monterra N+	130	107.1	
Monterra N+	130	98.8	
Monterra N+	97.5	68.6	
Monterra N+	97.5	63.0	
geitenmest	123.2	35.8	
geitenmest	68.1	15.6	
geitenmest	56.3	10.5	
Jonkers Monterra Malt	67.5	31.4	
Jonkers Monterra Malt	94.5	37.2	
Bietvinase	152	77.4	
wormencompost	60.4	5.5	
Totaal	1770.5	855	
Opname		884.1	(884.1)
Denitrificatie		10	
Uitspoeling		1.2	
Som	920.4	895.3	

+++++			
minerale N			
Initieel	(kg N/ha)	226	
Eind	(kg N/ha)	251.05	
IN-UIT	(kg N/ha)	25.05	

# Bijlage III.16

## Jonkers Bemestingsrichtlijn eigen klimaat data en watergift

Bemestingsplan

bemestingsplan											
Nmin	aan	begin:	226 kg/ha								
Temperatuur:	20 C										
Eigenschappen	van de toegeende meststoffen :	Type	Naam	Datum	N	Nmin	Norg	age	prijs	min	max
					kg/ton	kg/ton	kg/ton	jaar	EUR/ton		
bodem			o.s.	-	29.4	0	29.4	23.8	0	147	147
gewasresten			gewasrest	-	3.1	0	3.1	0.5	0	23	23
dierlijk			geitenmest	Jonkers	11-jan-05	5.7	1.3	4.4	3.4	0	1
compost			Zwarte grond	Jonkers	11-jan-05	3.5	0.5	3	15	0	1
hulp			Monterra	N+	11-mei-05	130	0	130	0.5	0	0.1
hulp			Monterra	N+	14-apr-05	130	0	130	0.5	0	0.1
hulp			Monterra	N+	17-mei-05	130	0	130	0.5	0	0.1
hulp			Monterra	N+	09-jun-05	130	0	130	0.5	0	0.1
hulp			Monterra	N+	27-jun-05	130	0	130	0.5	0	0.1
hulp			Jonkers Monterra Malt		14-jul-05	90	0	90	1	0	0
hulp			Jonkers Monterra Malt		19-sep-05	90	0	90	1	0	0
hulp			Bietvinasse		01-jun-05	38	0	38	0	0	0
dierlijk			geitenmest	-historisch-		5.7	0	5.7	4.4	91.7	21.8
dierlijk			geitenmest	-historisch-		5.7	0	5.7	5.4	124.5	12
dierlijk			geitenmest	-historisch-		5.7	0	5.7	6.4	150.5	10
dierlijk			wolmencompost	-historisch-		4.4	0	4.4	6.5	0	13.7

\*\*\*\*\* BEMESTINGSPLAN \*\*\*\*\*

Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha
-	bodem	o.s.	-	147.000	4328	0
gewasresten	gewasrest			23.000	71	0
dierlijk	geitenmest	Jonkers	15-dec-04	25.000	143	33
compost	Zwarte grond	Jonkers	15-dec-04	100.000	197	27
hulp	Monterra	N+	14-apr-05	1.000	130	0
hulp	Monterra	N+	17-mei-05	1.000	130	0
hulp	Monterra	N+	09-jun-05	1.000	130	0
hulp	Monterra	N+	27-jun-05	0.750	98	0
hulp	Monterra	N+	14-jul-05	0.750	98	0
hulp	Jonkers Monterra Malt		29-aug-05	0.750	68	0
hulp	Jonkers Monterra Malt		19-sep-05	1.050	95	0
hulp	Bietvinasse		01-jun-05	4.000	129	0
dierlijk	geitenmest	hist.	over:	21.801	152	0
dierlijk	geitenmest	hist.	over:	12.048	68	0
dierlijk	geitenmest	hist.	over:	9.965	56	0
compost	wormencompost	hist.	over:	13.722	60	0
Kosten	van toegeende meststoffen:		5000			

Water	IN (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	0
Irrigatie	900.0	
Infiltratie	900.0	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamming		68.1
Gewas transpiratie vraag realisatie		462.8
Uitspoeling		372.1
Som	900.0	902.9

Water		
Initieel (mm)		228.5
Eind (mm)		225.5
IN-UIT (mm)		-2.9

Stikstof	IN (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	82.5	
Organische stof in bodem	---	62
gewasrest	70.8	68.5
geitenmest Jonkers	110.2	28.8
Zwarte grond Jonkers	300.0	16.2
Monterra N+	130	114.8
Monterra N+	130	103.8
Monterra N+	130	94.2
Monterra N+	97.5	64.4
Monterra N+	97.5	57.9
geitenmest	123.2	33.4
geitenmest	68.1	14.4
geitenmest	56.3	9.6
Jonkers Monterra Malt	67.5	27.1
Jonkers Monterra Malt	94.5	30.4
Bietvinasse	152	71.5
wormencompost	60	5.5
Totaal	1710.2	797.6
Opname		921.4 (941.4)
Denitrificatie		6.2
Uitspoeling		137.9
Som	880.1	1065.5

minerale N		
Initieel (kg N/ha)		226.00
Eind (kg N/ha)		40.6
IN-UIT (kg N/ha)		-185.4



## Bijlage III.17

## Van Luijk optimaal plan minimale kosten

Minimale kosten

Nmin aan begin: 156 kg/ha  
 Temperatuur: 20 C

Eigenschappen van de toegeediende meststoffen :

Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max
bodem	o.s.	-	29.4	0	29.4	23.8	0	105	105
gewasresten	paprika rest	-	4.9	0	4.9	0.5	0	13.5	13.5
hulp	13xx verenmeel	28-apr-05	130	0	130	1	400	0.1	10
hulp	13xx verenmeel	26-mei-05	130	0	130	1	400	0.1	10
hulp	13xx verenmeel	23-jun-05	130	0	130	1	400	0.1	10
hulp	13xx verenmeel	21-jul-05	130	0	130	1	400	0.1	10
hulp	13xx verenmeel	18-aug-05	130	0	130	1	400	0.1	10
compost	groencompost	-historisch-	4.4	0	4.4	8.3	7.5	80.4	80.4
compost	groencompost	-historisch-	4.4	0	4.4	9.3	7.5	69.4	69.4
compost	groencompost	-historisch-	4.4	0	4.4	10.3	7.5	62.3	62.3

\*\*\*\*\* BEMESTINGSPLAN \*\*\*\*\*

Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha
-	bodem o.s.	-	105.000	3092	0	3092
gewasresten	gewasrest	-	13.500	67	0	67
hulp	13xx verenmeel	28-apr-05	0.829	108	0	108
hulp	13xx verenmeel	26-mei-05	1.545	201	0	201
hulp	13xx verenmeel	23-jun-05	0.7	91	0	91
hulp	13xx verenmeel	21-jul-05	0.427	56	0	56
hulp	13xx verenmeel	18-aug-05	0.519	67	0	67
compost	groencompost	-historisch- over:	80.366	353	0	353
compost	groencompost	-historisch- over:	69.357	304	0	304
compost	groencompost	-historisch- over:	62.291	273	0	273
Kosten van	toegeediende meststoffen:		3198.11	euro		

Optimalisatie uitgevoerd op 08-dec-05 15:08:43

N uit (voorraad+compost) minimaal: 0 %  
 Maximale N-gift dierlijke mest: 170 kg/ha  
 Ondergrens N-min (hele profiel): 50 kg/ha

Waarde van doelfunctie: 3198.11 euro.

Water	IN (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	564	
Infiltratie	564	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		38.4
Gewas transpiratie vraag realisatie		481.5
Uitspoeling		45.6
Som	564	565.5

Water	(mm)	
Initieel	297.9	
Eind	296.4	
IN-UIT	-1.5	

Stikstof	IN (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	0.0	
Organische stof in bodem		36.5
paprika_rest	66.6	64.4
13xx verenmeel	107.8	85.5
13xx verenmeel	200.8	142.1
13xx verenmeel	91	55.0
13xx verenmeel	55.6	27.4
13xx verenmeel	67.4	25.0
groencompost	352.8	23.5
groencompost	304.4	17.1
groencompost	273.4	13.2
Totaal	1519.8	489.8
Opname		561.8 (561.8)
Denitrificatie		44.5
Uitspoeling		0.7
Som	489.8	607.1

minerale N		
	(kg N/ha)	
Initieel	160.00	
Eind	42.72	
IN-UIT	-117.28	

# Bijlage III.18

## Van Luijk optimaal plan minimale N

Minimaal N-verlies

Nmin aan begin: 156 kg/ha  
 Temperatuur: 20 C

Eigenschappen	van de toegediende meststoffen :	Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max
-	bodem	o.s.	-	-	29.4	0	29.4	23.8	0	105	105
gewasresten	paprika_rest		-	-	4.9	0	4.9	0.5	0	13.5	13.5
hulp	13xx verenmeel		28-apr-05	130	0	130	1	400	0.1	10	10
hulp	13xx verenmeel		26-mei-05	130	0	130	1	400	0.1	10	10
hulp	13xx verenmeel		23-jun-05	130	0	130	1	400	0.1	10	10
hulp	13xx verenmeel		21-jul-05	130	0	130	1	400	0.1	10	10
hulp	13xx verenmeel		18-aug-05	130	0	130	1	400	0.1	10	10
hulp	13xx verenmeel		15-sep-05	130	0	130	1	400	0.1	10	10
compost	groencompost	-historisch-		4.4	0	4.4	8.3	7.5	80.4	80.4	80.4
compost	groencompost	-historisch-		4.4	0	4.4	9.3	7.5	69.4	69.4	69.4
compost	groencompost	-historisch-		4.4	0	4.4	10.3	7.5	62.3	62.3	62.3

\*\*\*\*\* BEMESTINGSPLAN \*\*\*\*\*

Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha
-	bodem	o.s.	-	105.000	3092	0
gewasresten	paprika_rest	-	-	13.500	67	0
hulp	13xx verenmeel	28-apr-05	0.829	108	0	108
hulp	13xx verenmeel	26-mei-05	1.545	201	0	201
hulp	13xx verenmeel	23-jun-05	0.700	91	0	91
hulp	13xx verenmeel	21-jul-05	0.427	56	0	56
hulp	13xx verenmeel	18-aug-05	0.418	54	0	54
hulp	13xx verenmeel	15-sep-05	0.134	17	0	17
compost	groencompost	-historisch-	80.366	353	0	353
compost	groencompost	-historisch-	69.357	304	0	304
compost	groencompost	-historisch-	62.291	273	0	273
Kosten	van	toegediende meststoffen:	3211.42 euro			
Optimalisatie	uitgevoerd	op	08-dec-05 15:08:38			
N	uit	(voorraad+compost)	minimaal:	0 %		
Maximale	N-gift	(hele	mest:	170 kg/ha		
Ondergrens	N-min	profiel):		50 kg/ha		
Waarde	van	doelfunctie:	30.73 euro.			

Water	IN (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	564	
Infiltratie	564	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		38.4
Gewas transpiratie vraag		481.5
realisatie		481.5
Uitspoeling		45.6
Som	564	565.5

Water	(mm)	(mm)
Initieel	297.9	
Eind	296.4	
IN-UIT	-1.5	

Stikstof	IN (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	0	
Organische stof in bodem	36.5	
paprika_rest	66.6	64.4
13xx verenmeel	107.8	85.5
13xx verenmeel	200.8	142.1
13xx verenmeel	91	55
13xx verenmeel	55.6	27.4
13xx verenmeel	54.3	20.1
13xx verenmeel	17.5	4.2
groencompost	352.8	23.5
groencompost	304.4	17.1
groencompost	273.4	13.2
Totaal	1524.1	489.1
Opname		561.8 (561.8)
Denitrificatie		44.3
Uitspoeling		0.7
Som	489.1	606.9

***** minerale N *****			
	(kg)	(N/ha)	
Initieel		160.00	
Eind		42.22	
IN-UIT		-117.78	

# Bijlage III.19

## Van Luijk Bemestingsrichtlijn-Normjaar

## Bemestingsplan

=====										
bemestingsplan										
Nmin	aan	begin:	156 kg/ha							
Temperatuur:		20 C								
Eigenschappen van de toegediende meststoffen :										
Type	Naam	Datum	N	Nmin	Norg	age	prijs	min	max	
			kg/ton	kg/ton	kg/ton	jaar	EUR/ton			
bodem	o.s.	-	29.4	0	29.4	23.8	0	105	105	
gewasresten	gewasrest	-	4.9	0	4.9	0.5	0	13.5	13.5	
hulp	Monterra Nitrogen+	30-apr-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10	
hulp	Monterra Nitrogen+	31-mei-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10	
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	8.3	9.3	80.4	80.4	
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	9.3	10.8	69.4	69.4	
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	10.3	12	62.3	62.3	

## \*\*\*\*\* BEMESTINGSPLAN \*\*\*\*\*

Type	Naam van de meststof		Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha
-	bodem	o.s.	-	105.000	3092	0	3092
gewasresten	gewasrest	-	-	13.500	67	0	67
hulp	Monterra Nitrogen+		30-apr-05	0.812	106	0	106
hulp	Monterra Nitrogen+		31-mei-05	2.100	273	0	273
compost	groencompost	historisch	over:	80.366	353	0	353
compost	groencompost	historisch	over:	69.357	304	0	304
compost	groencompost	historisch	over:	62.291	273	0	273
Kosten	van	toegediende meststoffen:		2250	euro		

Water	IN	UIT
	(mm)	(mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	558	
Infiltratie	558	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		38.9
Gewas transpiratie vraag		476.1
realisatie		476.1
Uitspoeling		45.2
Som	558	560.2

=====		
Water		
Initieel	(mm)	297.9
Eind	(mm)	295.7
IN-UIT	(mm)	-2.2

Stikstof	IN	UIT
	(kg N/ha)	(kg N/ha)
Minerale N in mest	0	
Organische stof in bodem	---	64.7
gewasrest	66.6	68.7
Monterra Nitrogen+	105.6	29.4
Monterra Nitrogen+	273	5.6
groencompost	352.8	117
groencompost	304.4	107.7
groencompost	273.4	99.6
Totaal	1375.8	485.6
Opname		562.1 (562.1)
Denitrificatie		48.0
Uitspoeling		0.8
Som	485.6	610.9

=====		
minerale N		
Initieel	(kg N/ha)	160.00
Eind	(kg N/ha)	34.65
IN-UIT	(kg N/ha)	-125.35

## Bijlage III.20

## Van Luijk Bemestingsrichtlijn eigen klimaatdata en watergift, CO<sub>2</sub> uit normjaar

## Bemestingsplan

=====

bemestingsplan

Nmin           aan                   begin:                   156 kg/ha  
 Temperatuur:                   20 C

Eigenschappen van de toegediende meststoffen :

Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max
bodem	o.s.	-	29.4	0	29.4	23.8	0	105	105
gewasresten	gewasrest	-	4.9	0	4.9	0.5	0	13.5	13.5
hulp	Monterra Nitrogen+	30-apr-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10
hulp	Monterra Nitrogen+	31-mei-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	8.3	9.3	80.4	80.4
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	9.3	10.8	69.4	69.4
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	10.3	12	62.3	62.3

\*\*\*\*\* BEMESTINGSPLAN \*\*\*\*\*

Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha
-	bodem o.s.	-	105.000	3092	0	3092
gewasresten	gewasrest	-	13.500	67	0	67
hulp	Monterra Nitrogen+	30-apr-05	0.812	106	0	106
hulp	Monterra Nitrogen+	31-mei-05	2.100	273	0	273
compost	groencompost historisch	over:	80.366	353	0	353
compost	groencompost historisch	over:	69.357	304	0	304
compost	groencompost historisch	over:	62.291	273	0	273

Kosten van toegediende meststoffen: 2250 euro

Water	IN   (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	738.4	
Infiltratie	738.4	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		80.3
Gewas transpiratie vraag		449.8
realisatie		449.8
Uitspoeling		211.5
Som	738.4	741.6

Water		
Initieel	(mm)	297.9
Eind	(mm)	294.6
IN-UIT	(mm)	-3.3

Stikstof	IN   (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	0	
Organische stof in bodem	---	35.7
gewasrest	66.6	64.3
Monterra Nitrogen+	105.6	98.2
Monterra Nitrogen+	273	233.4
groencompost	352.8	22.7
groencompost	304.4	16.5
groencompost	273.4	12.7
Totaal	1375.8	483.6
Opname		512.5 (561.9)
Denitrificatie		49.2
Uitspoeling		65.6
Som	483	627.2

minerale N		
Initieel	(kg N/ha)	160.00
Eind	(kg N/ha)	15.78
IN-UIT	(kg N/ha)	-144.22

## Bijlage III.21

## Van Luijk Bemestingsrichtlijn eigen klimaatdata en watergift (originele data)

Bemestingsplan

=====

bemestingsplan

Nmin aan begin: 156 kg/ha  
 Temperatuur: 20 C

Eigenschappen van de toegediende meststoffen :

Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max
bodem	o.s.	-	29.4	0	29.4	23.8	0	105	105
gewasresten	gewasrest	-	4.9	0	4.9	0.5	0	13.5	13.5
hulp	Monterra Nitrogen+	30-apr-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10
hulp	Monterra Nitrogen+	31-mei-05	130	0	130	0.5	0	0.1	10
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	8.3	9.3	80.4	80.4
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	9.3	10.8	69.4	69.4
compost	groencompost	historisch	4.4	0	4.4	10.3	12	62.3	62.3

\*\*\*\*\* BEMESTINGSPLAN \*\*\*\*\*

Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha
-	bodem o.s.	-	105.000	3092	0	3092
gewasresten	gewasrest	-	13.500	67	0	67
hulp	Monterra Nitrogen+	30-apr-05	0.812	106	0	106
hulp	Monterra Nitrogen+	31-mei-05	2.100	273	0	273
compost	groencompost historisch	over:	80.366	353	0	353
compost	groencompost historisch	over:	69.357	304	0	304
compost	groencompost historisch	over:	62.291	273	0	273

Kosten van toegediende meststoffen: 2250 euro

Water	IN   (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	559.2	
Infiltratie	559.2	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		43.5
Gewas transpiratie vraag		455.8
realisatie		455.8
Uitspoeling		60
Som	559.2	559.2

Water		
Initieel	(mm)	297.9
Eind	(mm)	297.9
IN-UIT	(mm)	0.0

Stikstof	IN   (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	0	
Organische stof in bodem	---	35.7
gewasrest	66.6	64.3
Monterra Nitrogen+	105.6	98.2
Monterra Nitrogen+	273	233.4
groencompost	352.8	22.7
groencompost	304.4	16.5
groencompost	273.4	12.7
Totaal	1375.8	483.6
Opname		615.7 (745.8)
Denitrificatie		27.1
Uitspoeling		0.5
Som	485.6	643.3

minerale N		
Initieel	(kg N/ha)	160.00
Eind	(kg N/ha)	0.29
IN-UIT	(kg N/ha)	-159.71

## Bijlage III.22

## Verbeek Fensland optimaal plan minimale kosten

Minimale kosten

=====

Nmin aan begin: 204 kg/ha  
 Temperatuur: 20 C

Eigenschappen van de toegediende meststoffen :

Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max
bodem	o.s.	-	16	0		16	25	0	159.3
hulp	Ricinus 520	09-feb-05	50	0		50	1	0	0.1
hulp	Ricinus 520	06-apr-05	50	0		50	1	0	0.1
hulp	Ricinus 520	01-jun-05	50	0		50	1	0	0.1
hulp	Ricinus 520	27-jul-05	50	0		50	1	0	0.1
compost	eigen compost	-historisch-	3.0	0		3	8	0	31.7
compost	eigen compost	-historisch-	3.0	0		3	9	0	114.2
compost	eigen compost	-historisch-	3.0	0		3	10	0	102.2

\*\*\*\*\*

BEMESTINGSPLAN

Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha
bodem	o.s.	-		159.250	2548	0
hulp	Ricinus 520	09-feb-05		6.736	360	0
hulp	Ricinus 520	06-apr-05		9.672	497	0
hulp	Ricinus 520	01-jun-05		8.290	429	0
hulp	Ricinus 520	27-jul-05		6.040	328	0
compost	eigen compost	-historisch-		31.724	95	0
compost	eigen compost	-historisch-		114.203	343	0
compost	eigen compost	-historisch-		102.151	306	0

Kosten van toegediende meststoffen: 220.55 euro

Optimalisatie uitgevoerd op 12-dec-05 15:08:43

N uit (voorraad+compost) minimaal: 0 %  
 Maximale N-gift dierlijke mest: 170 kg/ha  
 Ondergrens N-min (hele profiel): 50 kg/ha

Waarde van doelfunctie: 220.55 euro.

Water	IN   (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0.0	
Irrigatie	786.0	
Infiltratie	786.0	
Oppervlakkige afspoeling		0.0
Bodemverdamping		35.2
Gewas transpiratie vraag realisatie		672.8
Uitspoeling		82.2
Som	786.0	790.2

Water

Initieel (mm)	297.9
Eind (mm)	293.7
IN-UIT (mm)	-4.2

Stikstof	IN (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	0.0	
Organische stof in bodem	66.2	
Ricinus 520	336.8	282.3
Ricinus 520	483.6	321.8
Ricinus 520	414.5	211.8
Ricinus 520	302.0	109.2
eigen compost	95.2	10.4
eigen compost	342.6	19.0
eigen compost	306.5	10.9
Totaal	2281.2	979.3
Opname		991.6 (991.6)
Denitrificatie		74.6
Uitspoeling		2.2
Som	979.3	1068.3

minerale N

Initieel (kg N/ha)	208.00
Eind (kg N/ha)	118.93
IN-UIT (kg N/ha)	-89.07

## Bijlage III.23

## Verbeek Fensland optimaal plan minimale N

Minimaal	N-verlies										
Nmin	aan begin: 204 kg/ha										
Temperatuur:	20 C										
Eigenschappen	van de toegediende meststoffen :										
Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max		
-	bodem	o.s.	-	16	0	16	25	0	159.3	159.3	
hulp	Flanamat 772	09-feb	70	0	70	1	0	0.1	10		
hulp	Flanamat 772	09-mrt-05	70	0	70	1	0	0.1	10		
hulp	Flanamat 772	06-apr-05	70	0	70	1	0	0.1	10		
hulp	Flanamat 772	04-mei-05	70	0	70	1	0	0.1	10		
hulp	Flanamat 772	01-jun-05	70	0	70	1	0	0.1	10		
hulp	Flanamat 772	29-jun-05	70	0	70	1	0	0.1	10		
hulp	Flanamat 772	27-jul-05	70	0	70	1	0	0.1	10		
hulp	Flanamat 772	24-aug-05	70	0	70	1	0	0.1	10		
hulp	Flanamat 772	21-sep-05	70	0	70	1	0	0.1	10		
compost	eigen compost	-historisch-	3	0	3	8	0	31.7	31.7		
compost	eigen compost	-historisch-	3	0	3	9	0	114.2	114.2		
compost	eigen compost	-historisch-	3	0	3	10	0	102.2	102.2		
***** BEMESTINGSPLAN *****											
Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha					
-	bodem	o.s.	-	159.250	2548	0	2548				
hulp	Flanamat 772	09-feb	1.922	135	0	135					
hulp	Flanamat 772	09-mrt-05	3.242	227	0	227					
hulp	Flanamat 772	06-apr-05	2.680	188	0	188					
hulp	Flanamat 772	04-mei-05	3.929	275	0	275					
hulp	Flanamat 772	01-jun-05	2.813	197	0	197					
hulp	Flanamat 772	29-jun-05	2.485	174	0	174					
hulp	Flanamat 772	27-jul-05	1.490	104	0	104					
hulp	Flanamat 772	24-aug-05	1.206	84	0	84					
hulp	Flanamat 772	21-sep-05	0.433	30	0	30					
compost	eigen compost	-historisch-	31.724	95	0	95					
compost	eigen compost	-historisch-	114.203	343	0	343					
compost	eigen compost	-historisch-	102.151	306	0	306					
Kosten	van	toegediende	meststoffen:	220.55 euro							
Optimalisatie	uitgevoerd	op	12-dec-05	15:08:38							
N	uit	(voorraad+compost)	minimaal:	0 %							
Maximale	N-gift	dierlijke	mest:	170 kg/ha							
Ondergrens	N-min	(hele	profiel):	50 kg/ha							
Waarde	van	doelfunctie:	euro.								
=====											
Water	IN	UIT									
	(mm)	(mm)									
Neerslag	0.0										
Irrigatie	786.0										
Infiltratie	786.0										
Oppervlakkige afspoeling		0.0									
Bodemverdamping		35.2									
Gewas transpiratie vraag		672.8									
realisatie		672.8									
Uitspoeling		82.2									
Som	786.0	790.2									
=====											
Water											
Initieel	(mm)	297.9									
Eind	(mm)	293.7									
IN-UIT	(mm)	-4.2									
=====											
Stikstof	IN	UIT									
	(kg N/ha)	(kg N/ha)									
Minerale N in mest	Toediening	Mineralisatie									
Organische stof in bodem	0.0	66.2									
Flanamat 722	134.6	112.0									
Flanamat 722	227.0	175.7									
Flanamat 722	187.6	132.8									
Flanamat 722	275.0	174.3									
Flanamat 722	196.9	109.3									
Flanamat 722	173.9	82.0									
Flanamat 722	104.3	40.1									
Flanamat 722	84.4	24.8									
Flanamat 722	30.3	6.1									
eigen compost	95.2	5.0									
eigen compost	342.6	14.8									
eigen compost	306.5	11.1									
Totaal	2158.2	954.2									
Opname		991.6 (991.6)									
Denitrificatie		69.5									
Uitspoeling		1.6									
Som	954.2	1062.8									
=====											
+++++ minerale N +++++											
Initieel	(kg	N/ha)	208.00								
Eind	(kg	N/ha)	99.43								
IN-UIT	(kg	N/ha)	-108.57								
+++++											

# Bijlage III.24

## Verbeek Fensland Bemestingsrichtlijn-Normjaar

**Bemestingsplan**

bemestingsplan									
Nmin	aan	begin:	204	kg/ha					
Temperatuur:		20 C							
Eigenschappen	van de toegediende meststoffen :								
Type	Naam	Datum	N kg/ton	Nmin kg/ton	Norg kg/ton	age jaar	prijs EUR/ton	min	max
bodem	o.s.	-	16	0	16	25	0	159.3	159.3
hulp	Flanamat 772	11-apr-05	70	0	70	1	0	0.1	10
hulp	Flanamat 772	25-apr-05	70	0	70	1	0	0.1	10
hulp	Bietvinasse	03-okt-05	38	0	38	1	0	0.1	10
hulp	Bietvinasse	07-nov-05	38	0	38	1	0	0.1	10
hulp	Ricinus 5-2-0	23-mei-05	50	0	50	1	350	0	10
hulp	Ricinus 5-2-0	06-jun-05	50	0	50	1	350	0	10
hulp	Ricinus 5-2-0	13-jun-05	50	0	50	1	350	0	10
hulp	Ricinus 5-2-0	20-jun-05	50	0	50	1	350	0	10
hulp	Ricinus 5-2-0	22-aug-05	50	0	50	1	350	0	10
hulp	Ricinus 4-1.5-8	15-aug-05	44.7	0	44.7	1.5	350	0	10
hulp	Flanamat 6-1.5-5	04-jul-05	60	0	60	1	0	0	10
hulp	Flanamat 6-1.5-5	11-jul-05	60	0	60	1	0	0	10
hulp	Flanamat 6-1.5-5	18-jul-05	60	0	60	1	0	0	10
compost	eigen compost	-historisch-	3	0	3	8	0	31.7	31.7
compost	eigen compost	-historisch-	3	0	3	9	0	114.2	114.2
compost	eigen compost	-historisch-	3	0	3	10	0	102.2	102.2

\*\*\*\*\*

**BEMESTINGSPLAN**

Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha
-	-	-	-	159.250	2548	0
hulp	Flanamat 772	11-apr-05	0.875	61	0	61
hulp	Flanamat 772	25-apr-05	0.867	61	0	61
hulp	Bietvinasse	03-okt-05	4.000	152	0	152
hulp	Bietvinasse	07-nov-05	1.433	54	0	54
hulp	Ricinus 5-2-0	23-mei-05	0.850	42	0	42
hulp	Ricinus 5-2-0	06-jun-05	0.850	43	0	43
hulp	Ricinus 5-2-0	13-jun-05	0.858	43	0	43
hulp	Ricinus 5-2-0	20-jun-05	0.850	43	0	43
hulp	Ricinus 5-2-0	22-aug-05	0.850	43	0	43
hulp	Ricinus 4-1.5-8	15-aug-05	0.875	39	0	39
hulp	Flanamat 6-1.5-5	04-jul-05	0.850	51	0	51
hulp	Flanamat 6-1.5-5	11-jul-05	0.817	49	0	49
hulp	Flanamat 6-1.5-5	18-jul-05	0.850	51	0	51
compost	eigen compost	-historisch-	31.724	95	0	95
compost	eigen compost	-historisch-	114.203	343	0	343
compost	eigen compost	-historisch-	102.151	306	0	306

Kosten van toegediende meststoffen: 1029.55 euro

Water	IN (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	786.0	
Infiltratie	786.0	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		35.2
Gewas transpiratie vraag realisatie		672.8
Uitspoeling		82.2
<b>Som</b>	<b>786.0</b>	<b>790.2</b>

Water		
	(mm)	
Initieel		297.9
Eind		293.7
IN-UIT		-4.2

Stikstof	IN (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	0	
Organische stof in bodem	66.8	
Flanamat 772	61.2	42.6
Flanamat 772	60.7	40
Bietvinasse	152	17.4
Bietvinasse	54.5	1.6
Ricinus 5-2-0	42.5	22.1
Ricinus 5-2-0	42.5	20.4
Ricinus 5-2-0	42.9	19.7
Ricinus 5-2-0	42.5	18.7
Ricinus 5-2-0	42.5	10.9
Ricinus 4-1.5-8	39.1	5.1
Ricinus 5-2-0	43.7	12.2
Flanamat 6-1.5-5	51	20.4
Flanamat 6-1.5-5	49	18.6
Flanamat 6-1.5-5	51	18.3
eigen compost	95.2	5.1
eigen compost	342.6	14.9
eigen compost	306.5	11.2
<b>Totaal</b>	<b>1519.4</b>	<b>369.1</b>
Opname		533.6 (991.6)
Denitrificatie		25.3
Uitspoeling		0.6
<b>Som</b>	<b>369.1</b>	<b>559.6</b>

minerale N		
	(kg N/ha)	
Initieel		208.00
Eind		17.56
IN-UIT		-190.44



## Bijlage III.25

Verbeek Fensland Bemestingsrichtlijn eigen  
klimaatdata en watergift

Bemestingsplan										
=====										
bemestingsplan										
Nmin	aan	begin:	204	kg/ha						
Temperatuur:		20 C								
Eigenschappen van de toegediende meststoffen :										
Type	Naam	Datum	N	Nmin	Norg	age	prijs	min	max	
			kg/ton	kg/ton	kg/ton	jaar	EUR/ton			
bodem	o.s.	-		16	0	16	25	0	159.3	159.3
hulp	Flanamat 772	11-apr-05	70	0	70	1	0	0.1	10	
hulp	Flanamat 772	25-apr-05	70	0	70	1	0	0.1	10	
hulp	Bietvinasse	03-okt-05	38	0	38	1	0	0.1	10	
hulp	Bietvinasse	07-nov-05	38	0	38	1	0	0.1	10	
hulp	Ricinus 5-2-0	23-mei-05	50	0	50	1	350	0	10	
hulp	Ricinus 5-2-0	06-jun-05	50	0	50	1	350	0	10	
hulp	Ricinus 5-2-0	13-jun-05	50	0	50	1	350	0	10	
hulp	Ricinus 5-2-0	20-jun-05	50	0	50	1	350	0	10	
hulp	Ricinus 5-2-0	22-aug-05	50	0	50	1	350	0	10	
hulp	Ricinus 4-1.5-8	15-aug-05	44.7	0	44.7	1.5	350	0	10	
hulp	Flanamat 6-1.5-5	04-jul-05	60	0	60	1	0	0	10	
hulp	Flanamat 6-1.5-5	11-jul-05	60	0	60	1	0	0	10	
hulp	Flanamat 6-1.5-5	18-jul-05	60	0	60	1	0	0	10	
compost	eigen compost	-historisch	3	0	3	8	0	31.7	31.7	
compost	eigen compost	-historisch	3	0	3	9	0	114.2	114.2	
compost	eigen compost	-historisch	3	0	3	10	0	102.2	102.2	

***** BEMESTINGSPPLAN *****										
Type	Naam van de meststof	Datum	t/ha	N,kg/ha	Nmin,kg/ha	Norg,kg/ha				
=====										
-	bodem o.s.	-		159.250	2548	0	2548			
hulp	Flanamat 772	11-apr-05		0.875	61	0	61			
hulp	Flanamat 772	25-apr-05		0.867	61	0	61			
hulp	Bietvinasse	03-okt-05		4.000	152	0	152			
hulp	Bietvinasse	07-nov-05		1.433	54	0	54			
hulp	Ricinus 5-2-0	23-mei-05		0.850	42	0	42			
hulp	Ricinus 5-2-0	06-jun-05		0.850	43	0	43			
hulp	Ricinus 5-2-0	13-jun-05		0.858	43	0	43			
hulp	Ricinus 5-2-0	20-jun-05		0.850	43	0	43			
hulp	Ricinus 5-2-0	22-aug-05		0.850	43	0	43			
hulp	Ricinus 4-1.5-8	15-aug-05		0.875	39	0	39			
hulp	Flanamat 6-1.5-5	04-jul-05		0.850	51	0	51			
hulp	Flanamat 6-1.5-5	11-jul-05		0.817	49	0	49			
hulp	Flanamat 6-1.5-5	18-jul-05		0.850	51	0	51			
compost	eigen compost	-historisch		31.724	95	0	95			
compost	eigen compost	-historisch		114.203	343	0	343			
compost	eigen compost	-historisch		102.151	306	0	306			

Kosten van toegediende meststoffen: 1029.55 euro

Water	IN (mm)	UIT (mm)
Neerslag	0	
Irrigatie	1033.0	
Infiltratie	1033.0	
Oppervlakkige afspoeling		0
Bodemverdamping		56.2
Gewas transpiratie vraag realisatie		655.8
Uitspoeling		348.8
Som	1033.0	1060.8

Water		
Initieel (mm)		297.9
Eind (mm)		270.1
IN-UIT (mm)		-27.8

Stikstof	IN (kg N/ha)	UIT (kg N/ha)
Minerale N in mest	0	
Organische stof in bodem	66.8	
Flanamat 772	61.2	42.6
Flanamat 772	60.7	40.0
Bietvinasse	152.0	16.9
Bietvinasse	54.5	1.4
Ricinus 5-2-0	42.5	22
Ricinus 5-2-0	42.5	20.3
Ricinus 5-2-0	42.9	19.6
Ricinus 5-2-0	42.5	18.6
Ricinus 5-2-0	42.5	10.8
Ricinus 4-1.5-8	39.1	8.4
Ricinus 5-2-0	43.7	12
Flanamat 6-1.5-5	51	20.2
Flanamat 6-1.5-5	49	18.5
Flanamat 6-1.5-5	51	18.2
eigen compost	95.2	5.6
eigen compost	342.6	16.4
eigen compost	306.5	21.3
Totaal	1519.4	377.9
Opname		462.7 (991.6)
Denitrificatie		45.9
Uitspoeling		67.5
Som	377.9	576.1

***** minerale N *****		
Initieel (kg N/ha)		208.00
Eind (kg N/ha)		9.77
IN-UIT (kg N/ha)		-198.23

**Bijlage III.26****Overzicht berekeningen met Bemestingsrichtlijn****Jonkers Bemestingsrichtlijn**

Datum 21-12-2005

Oppervlakte kas Teeltplan	8200 m2	Geschatte productie kg/m2		geschatte opname kg/ha		
				<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
tomaat		43		882	242	1535
<b>Totale mineralenbehoefte teeltplan</b>				<b>882</b>	<b>242</b>	<b>1535</b>
<b>Bemestingsplan</b>		<b>Ton/ha</b>	<b>Ton/8200 m2</b>			
dierlijke mest	geitenmest Jonkers	25	20.5	143	33	241
Composten	Zwarte grond Jonkers	119	97.6	417	93	248
<b>Totaal voorraadbemesting</b>				<b>559</b>	<b>125</b>	<b>489</b>
Bijmesten	Monterra 9-1-4	6.54	5.4	588	29	217
				0	0	0
				0	0	0
minerale mest	Overige minerale mest	2.00	1.6	0	0	498
				0	0	0
<b>Totale bemesting</b>				<b>1148</b>	<b>154</b>	<b>1204</b>
<b>Beschikbaarheid mineralen</b>						
Direct beschikbaar						
N mineraal en K in de bouwvoor				126		177
Direct beschikbaar uit meststoffen						
	dierlijke mest			33		
	composten			60		
	bijbemesting			0		
	minerale meststoffen			0	0	498
<b>Totaal direct beschikbaar</b>				<b>218</b>	<b>0</b>	<b>675</b>
Mineralisatie						
	grond (humus)			95		
	gewasresten			0	0	0
	historische bemesting			63		
	dierlijke mest			65	33	241
	composten			31	93	248
	bijbemesting			536	29	217
	N uit minerale mest			0		
<b>Totaal beschikbaar per jaar</b>				<b>916</b>	<b>154</b>	<b>882</b>
Evaluatie						
Totale mestgift - gewasopname				266	-88	-331
Totaal beschikbaar - gewasopname				34	-88	-652
				<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
Meststofbenutting (totaal) %				77%	volledige benutting	volledige benutting
Meststofbenutting (netto) %				96%	volledige benutting	volledige benutting

**Jonkers standaard**

Datum 21-12-2005

Oppervlakte kas Teeltplan	8200 m2	Geschatte produktie kg/m2		geschatte opname kg/ha		
				N	P	K
tomaat		43		882	242	1535
<b>Totale mineralenbehoefte teeltplan</b>				<b>882</b>	<b>242</b>	<b>1535</b>
Bemestingsplan		Ton/ha	Ton/8200 m2			
dierlijke mest	geitenmest Jonkers	37	30.2	210	48	355
Composten	Zwarte grond Jonkers	119	97.6	417	93	248
<b>Totaal voorraadbemesting</b>				<b>627</b>	<b>141</b>	<b>603</b>
Bijmesten		0.10	0.1	0	0	0
	Monterra 9-1-4	4.87	4.0	438	21	162
				0	0	0
minerale mest	Overige minerale mest	2.00	1.6	0	0	498
				0	0	0
<b>Totale bemesting</b>				<b>1065</b>	<b>162</b>	<b>1262</b>
<b>Beschikbaarheid mineralen</b>						
Direct beschikbaar						
N mineraal en K in de bouwvoor				126		177
Direct beschikbaar uit meststoffen						
	dierlijke mest			48		
	composten			60		
	bijbemesting			0		
	minerale meststoffen			0	0	498
<b>Totaal direct beschikbaar</b>				<b>234</b>	<b>0</b>	<b>675</b>
Mineralisatie	grond (humus)			95		
	gewasresten			71	18	149
	historische bemesting			83		
	dierlijke mest			96	48	355
	composten			31	93	248
	bijbemesting			399	21	162
	N uit minerale mest			0		
<b>Totaal beschikbaar per jaar</b>				<b>901</b>	<b>180</b>	<b>1089</b>
Evaluatie						
Totale mestgift - gewasopname				183	-80	-272
Totaal beschikbaar - gewasopname				19	-62	-445
				N	P	K
Meststofbenutting (totaal) %				83%	volledige benutting	volledige benutting
Meststofbenutting (netto) %				98%	volledige benutting	volledige benutting

## Van Luijk Bemestingsrichtlijn

Datum 14-12-2005

Oppervlakte kas Teeltplan	5400 m <sup>2</sup>	Geschatte produktie kg/m <sup>2</sup>	geschatte opname kg/ha			
			N	P	K	
paprika		14	540	89	792	
<b>Totale mineralenbehoefte teeltplan</b>			<b>540</b>	<b>89</b>	<b>792</b>	
Bemestingsplan		Ton/ha	Ton/5400 m <sup>2</sup>			
dierlijke mest						
Composten	géén					
<b>Totaal voorraadbemesting</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Bijmesten	13 x x Verenmeel	2.00	1.1	260	0	0
				0	0	0
				0	0	0
minerale mest	Overige minerale mest	2.50	1.4	0	0	623
				0	0	0
<b>Totale bemesting</b>			<b>260</b>	<b>0</b>	<b>623</b>	
<b>Beschikbaarheid mineralen</b>						
Direct beschikbaar						
N mineraal en K in de bouwvoor			78		204	
Direct beschikbaar uit meststoffen						
	dierlijke mest			0		
	composten			0		
	bijbemesting			0		
	minerale meststoffen			0	0	623
<b>Totaal direct beschikbaar</b>			<b>78</b>	<b>0</b>	<b>827</b>	
Mineralisatie						
	grond (humus)			76		
	gewasresten			67	5	84
	historische bemesting			108		
	dierlijke mest			0	0	0
	composten			0	0	0
	bijbemesting			237	0	0
	N uit minerale mest			0		
<b>Totaal beschikbaar per jaar</b>			<b>565</b>	<b>5</b>	<b>911</b>	
Evaluatie						
Totale mestgift - gewasopname			-280	-89	-169	
Totaal beschikbaar - gewasopname			25	-84	119	
			N	P	K	
Meststofbenutting (totaal) %			volledige benutting	niet van toepassing	volledige benutting	
Meststofbenutting (netto) %			96%	0%	87%	

Van Luijk Standaard

Datum 13-12-2005

Oppervlakte kas Teeltplan	5400 m2	Geschatte produktie kg/m2		geschatte opname kg/ha		
				N	P	K
paprika		14		540	89	792
<b>Totale mineralenbehoefte teeltplan</b>				<b>540</b>	<b>89</b>	<b>792</b>
Bemestingsplan dierlijke mest		Ton/ha	Ton/5400 m2			
Composten groencompost		200	108.0	937	303	1089
<b>Totaal voorraadbemesting</b>				<b>937</b>	<b>303</b>	<b>1089</b>
Bijmesten	13 x x Verenmeel 9 3 3 +3 ecofertiël	2.50 1.00	1.4 0.5	325 90 0	0 13 0	0 25 0
minerale mest	Overige minerale mest			0 0	0 0	0 0
<b>Totale bemesting</b>				<b>1352</b>	<b>316</b>	<b>1114</b>
<b>Beschikbaarheid mineralen</b>						
Direct beschikbaar						
N mineraal en K in de bouwvoor				78		204
Direct beschikbaar uit meststoffen						
dierlijke mest				0		
composten				59		
bijbemesting				0		
minerale meststoffen				0	0	0
<b>Totaal direct beschikbaar</b>				<b>137</b>	<b>0</b>	<b>204</b>
Mineralisatie	grond (humus) gewasresten historische bemesting dierlijke mest composten bijbemesting N uit minerale mest			76 67 108 0 184 368 0		84 0 1089 25
<b>Totaal beschikbaar per jaar</b>				<b>880</b>	<b>321</b>	<b>1402</b>
Evaluatie						
Totale mestgift - gewasopname				811	227	322
Totaal beschikbaar - gewasopname				340	232	610
				N	P	K
Meststofbenutting (totaal) %				40%	28%	71%
Meststofbenutting (netto) %				61%	28%	56%

## Verbeek Bemestingsrichtlijn

Datum 14-12-2005

Oppervlakte kas Teeltplan	30000 m <sup>2</sup>	Geschatte productie kg/m <sup>2</sup>	geschatte opname kg/ha			
			N	P	K	
paprika		20	737	126	1125	
<b>Totale mineralenbehoefte teeltplan</b>			<b>737</b>	<b>126</b>	<b>1125</b>	
Bemestingsplan dierlijke mest		Ton/ha	Ton/30000 m <sup>2</sup>			
Composten	eigen compost		0	0	0	
<b>Totaal voorraadbemesting</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Bijmesten	Flanamat 722	7.75	23.3	543	68	129
	vivi kali	2.00	6.0	40	0	332
				0	0	0
minerale mest	Overige minerale mest	1.00	3.0	0	0	249
				0	0	0
<b>Totale bemesting</b>			<b>583</b>	<b>68</b>	<b>710</b>	
<b>Beschikbaarheid mineralen</b>						
Direct beschikbaar						
N mineraal en K in de bouwvoor			38		404	
Direct beschikbaar uit meststoffen						
	dierlijke mest		0			
	composten		0			
	bijbemesting		0			
	minerale meststoffen		0	0	249	
<b>Totaal direct beschikbaar</b>			<b>38</b>	<b>0</b>	<b>653</b>	
Mineralisatie						
	grond (humus)			129		
	gewasresten			0	0	
	historische bemesting			113		
	dierlijke mest			0	0	
	composten			0	0	
	bijbemesting			531	68	
	N uit minerale mest			0		
<b>Totaal beschikbaar per jaar</b>			<b>811</b>	<b>68</b>	<b>1114</b>	
Evaluatie						
Totale mestgift - gewasopname			-154	-58	-416	
Totaal beschikbaar - gewasopname			74	-58	-12	
Meststofbenutting (totaal) %			N	P	K	
			volledige benutting	volledige benutting	volledige benutting	
Meststofbenutting (netto) %			91%	P voorraad voldoende	volledige benutting	

Verbeek Standaard

Datum 13-12-2005

Oppervlakte kas Teeltplan	30000 m2	Geschatte produktie kg/m2		geschatte opname kg/ha		
				N	P	K
paprika		20		737	126	1125
<b>Totale mineralenbehoefte teeltplan</b>				<b>737</b>	<b>126</b>	<b>1125</b>
Bemestingsplan dierlijke mest		Ton/ha	Ton/30000 m2			
Composten	eigen compost	1	2.1	2	3	24
<b>Totaal voorraadbemesting</b>				<b>2</b>	<b>3</b>	<b>24</b>
Bijmesten	Ricinus 5 2 0	1.70	5.1	85	14	20
	Flanamat 722	15.90	47.7	1113	139	264
	vivi kali	0.80	2.4	16	0	133
minerale mest	Overige minerale mest			0	0	0
				0	0	0
<b>Totale bemesting</b>				<b>1216</b>	<b>156</b>	<b>442</b>
<b>Beschikbaarheid mineralen</b>						
Direct beschikbaar						
N mineraal en K in de bouwvoor				38		404
Direct beschikbaar uit meststoffen						
	dierlijke mest			0		
	composten			0		
	bijbemesting			0		
	minerale meststoffen			0	0	0
<b>Totaal direct beschikbaar</b>				<b>38</b>	<b>0</b>	<b>404</b>
<b>Mineralisatie</b>						
	grond (humus)			129		
	gewasresten			0	0	0
	historische bemesting			113		
	dierlijke mest			0	0	0
	composten			0	3	24
	bijbemesting			1106	153	417
	N uit minerale mest			0		
<b>Totaal beschikbaar per jaar</b>				<b>1386</b>	<b>156</b>	<b>846</b>
<b>Evaluatie</b>						
Totale mestgift - gewasopname				479	31	-684
Totaal beschikbaar - gewasopname				649	31	-280
				N	P	K
Meststofbenutting (totaal) %				61%	80%	volledige benutting
Meststofbenutting (netto) %				53%	P voorraad voldoende	volledige benutting

