

# Stikstofdynamiek OBS; niet rechtstreeks stuurbaar, toch efficiënt

In de biologische bedrijfsvoering is het aansturen van de stikstofstromen geen eenvoudige zaak. Zeker niet als er gewerkt wordt met vaste mest die in de nazomer wordt toegediend. Dat is bij het biologische bedrijf van het OBS het geval. Toch scoort dit bedrijf wat betreft de stikstofefficiëntie behoorlijk goed.

De stikstofhuishouding van het biologische bedrijfs-gedeelte van OBS (BD) is doorgelicht en vergeleken met het Geïntegreerd-Experimentele bedrijfs-gedeelte met uitsluitend kunstmest. Daarbij zijn de volgende vragen als leidraad gebruikt:

- hoe ziet de stikstofhuishouding van OBS-BD er uit?
- hoe scoren de relevante beoordelingscriteria van de stikstofhuishouding?
- wat zijn de factoren die de stikstofefficiëntie grotendeels bepalen?

## Opzet onderzoek

Ter ondersteuning van het inzicht in de stikstofhuishouding is gebruik gemaakt van het computermodel NDICEA. Dit model is ontwikkeld voor toepassing onder biologische bedrijfsomstandigheden. Kern van het model is de afbraak van organische stof, en daaraan gerelateerd het vrijkomen van stikstof. Dit is geïntegreerd met een module voor stikstofopname door gewassen inclusief stikstoffixatie, en een module die de waterbeweging in de grond beschrijft inclusief stikstofuitspoeling en denitrificatie. Het is een dynamisch model waarin gemeten weersgegevens ingevoerd worden (neerslag, temperatuur, gewasverdamping). In stappen van 7 dagen wordt de stikstofhuishouding doorgerekend. Een belangrijke output vormt de berekende N-mineraal voorraad in de bouwvoor (N-min). Dat is de resultante van aanvoer (mineralisatie, depositie, bemesting, fixatie, capillaire opstijging) en afvoer (opname, denitrificatie, uitspoeling, immobilisatie). Gedurende drie jaar is op twee percelen zeer intensief de N-mineraal gemeten om het model te kunnen kalibreren. Verder is gebruik gemaakt van alle metingen die in het kader van het bedrijfssystemenonderzoek op het bedrijf zijn uitgevoerd tussen 1991 en 2000 (opbrengsten, stikstofinhoud gewassen en groenbemesters, bemestingen, N-min metingen, drainwater metingen, organische stof gehalte van de grond). Het NDICEA model is gekalibreerd met meetgegevens van het OBS over 1991-

1997. Kalibreren is het afstemmen van het model op de werkelijkheid, Vervolgens is dit gekalibreerde model gebruikt om voorspellingen te doen in de periode 1998-2000 (v.d. Burgt, 1999: OBS 1996-1998, Rapport LA14, LBI). Als voorbeeld van het resultaat dient figuur 1. Hierin staat de gemeten en de berekende N-mineraal in 0-30 cm van perceel 6 over 1997 en 1998. De berekening voor 1998 is dus een 'voorspelling' op basis van kalibratie over de voorgaande jaren. Het patroon van de gemeten waardes (stippen) wordt goed gevolgd door de berekende waardes (doorgetrokken lijn), en de afwijking is zelden meer dan 20 kg stikstof/ha.

Het kalibreren leverde een set op aan bodem- en gewas parameters op basis waarvan de stikstofbeschikbaarheid in dit geval goed voorspeld kon worden. Deze zelfde parameters zijn gebruikt voor een nieuwe set van bedrijfsgegevens, namelijk de gemiddelde opbrengsten en bemestingen van het biologische bedrijf over de afgelopen jaren. Met deze 'sjabloon'-modellering is verder gewerkt. Tevens is, met dezelfde set aan parameters, de 'sjabloon' van de met uitsluitend kunstmest behandelde vruchtwisseling gemodelleerd. Dit levert vergelijkingsmateriaal op.

Daarna is nog binnen het model verder gerekend met een 'virtuele labeling' van stikstof om de beweging van de stikstof binnen het bedrijf in de tijd te kunnen volgen. Tenslotte is modelmatig doorgerekend of OBS-BD volledig in zijn eigen stikstof zou kunnen voorzien.

## Organische stof en stikstof

In tabel 1 staat een aantal karakteristieke kengetallen van de organische stof en de stikstof van zowel de biologische (BD) als de kunstmest-sjabloon (KM).

Beide systemen hebben een evenwicht in de aanvoer en afbraak van organische stof, maar het BD-bedrijf heeft een hoger gehalte organische stof met meer aanvoer en meer afbraak.

Tabel 1. Kenmerken en kengetallen organische stof en stikstof

	BD	KM
<b>Organische stof voorziening</b>		
Organische stof	Evenwicht, hoog niveau	Evenwicht, lager niveau
Org. stof toevoer:	Vooraf vaste mest Ook: grasklaver	Zowel hoge opbrengsten (met veel gewasresten) als groenbemesters
<b>Stikstof: aanvoer (gemiddeld kg/ha)</b>		
Met mest	98 (vaste geitenmest)	140 (kunstmest)
Fixatie	62 (grasklaver, erwt, klaver groenbemester)	0
<b>Stikstof: opname en afvoer (gemiddeld kg/ha)</b>		
Hoofdgewassen	196	190
Totaal (incl gr.bem.)	247	238
Afvoer met product	122	138
<b>Mineralisatie van stikstof (in 0-30 cm) gedurende teelt hoofdgewassen</b>		
Uit oudere org. stof	61	56
Uit gewasresten	19	14
Uit groenbemesters	17	16
Uit organische mest	14	0
Dir. N-gift hoofdgew.	0	127
<b>N-efficiëntie</b>		
Met alleen bemesting	1,17	0,91
Incl. depositie en N-fixatie	0,59	0,72
<b>N-zelfvoorziening in %</b>		
Huidige situatie	39	0
Klaver- mest ruil verrekend	48	0

De aanvoer van stikstof is totaal verschillend: uitsluitend kunstmest versus vaste geitenmest en stikstoffixatie. De opname door gewassen en groenbemesters en de afvoer met de geoogste producten is verrassend genoeg vrijwel gelijk voor beide systemen. In de BD-vruchtwisseling spelen de grasklaver en de conservenerwt een grote rol in de gemiddelde stikstofopname en stikstofafvoer. Bovendien is er sprake van een flink aandeel groenbemesters. De KM-vruchtwisseling realiseert hoge opbrengsten in een intensief bouwplan, met een bijbehorende hoge stikstofopname. Bovendien worden er groenbemesters geteeld. Het model NDICEA rekent de afbraak van alle toegevoegde organische stof afzonderlijk uit. Het is dus mogelijk om de stikstofmineralisatie gedurende de teelt van de hoofdgewassen naar herkomst af te leiden. Dit is relevant omdat het zicht biedt op de toevoer van stikstof gedurende de teelt, naast de N-min bij aanvang en de depositie. NDICEA

berekent de mineralisatie van stikstof uit gewasresten, groenbemesters en organische mest uit het voorafgaande jaar. De overige mineralisatie is afkomstig van organische stof ouder dan een jaar.

Ook hier zijn de verschillen tussen BD en KM verrassend klein. De bij KM lagere mineralisatie uit oudere organische stof komt door het lagere organische stof gehalte van de grond.

Opmerkelijk is voorts de zeer geringe mineralisatie uit vaste mest: gemiddeld over de vruchtwisseling wordt 98 kg stikstof/ha/jaar als vaste mest gegeven, en slechts 14 kg daarvan komt vrij gedurende de teelt van de hoofdgewassen. Dit is lager dan op basis van vuistregels wordt uitgerekend. Maar correspondeert wel met de ervaringskennis van het OBS.

## Stikstofefficiëntie

Stikstofefficiëntie is gedefinieerd als de stikstof inhoud van het geoogst product gedeeld door aangevoerde stikstof. De stikstofefficiëntie is voor BD hoger dan KM als alleen met de bemesting wordt gerekend. Indien ook depositie en stikstoffixatie worden meegenomen zakt de efficiëntie in beide gevallen, maar BD sterker dan KM en blijkt BD minder efficiënt.

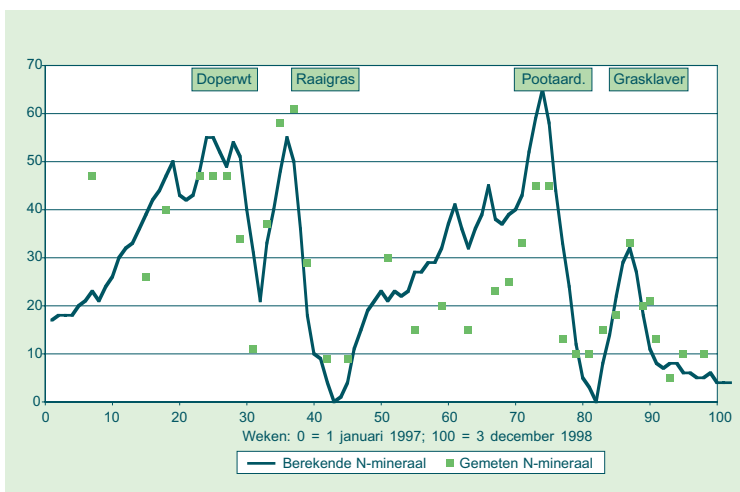
## Zelfvoorziening stikstof

De zelfvoorzieningsgraad van stikstof is gedefinieerd als de hoeveelheid stikstof die door vlinderbloemigen gefixeerd wordt gedeeld door de totale stikstofaanvoer door lucht stikstofbinding en mest (depositie wordt, als onstuurbare factor, uitgesloten). Feitelijk betreft het het aandeel stikstofbinding in de totale stikstofaanvoer minus depositie. Dit is een relevant criterium omdat bij afwijzing van kunstmeststikstof uitsluitend fixatie (en depositie) als stikstofbronnen overblijven. De stikstofzelfvoorziening is bij KM nul. BD scoort met 39% zelfvoorziening niet slecht (1). Als ook nog rekening wordt gehouden met de 'ruil' van grasklaver voor geitenmest kan een deel van de mest ook als bedrijfseigen worden gezien en is de zelfvoorziening 48% (2).

De verschillen in de kengetallen van de stikstofhuishouding van KM en BD zijn gering. De verschillen zitten vooral in de stikstofzelfvoorziening, de intensievere

$$(1) \quad (62/(98+62)) * 100\% = 39\%$$

(2) *Aanname: van de 100% stikstof in grasklaver komt 80% in de mest terecht, daarvan gaat een kwart verloren en resteert driekwart. In de grasklaver zit 298 kg N, dus 50 kg/ha (6-jarige vruchtwisseling). Er wordt dus  $0,8 * 0,75 * 298 = 30$  kg "eigen mest" geproduceerd. De berekening van de zelfvoorziening wordt nu:  $(62/(68+62)) * 100 = 48\%$*



Figuur 1. Berekende en gemeten N-mineraal in 0-30 cm (kg/ha)

organische stof huishouding bij BD en in de manier waarop stikstof aan gewassen wordt aangeboden: direct (KM) of “indirect”, via mineralisatieprocessen (BD). De dynamiek is dus behoorlijk verschillend. De stikstof-efficiëntie van BD is lager dan van KM maar de stikstof-huishouding leidt niet overschrijding van de EU-nitraatnorm (zie elders).

## Stikstof uit vaste mest

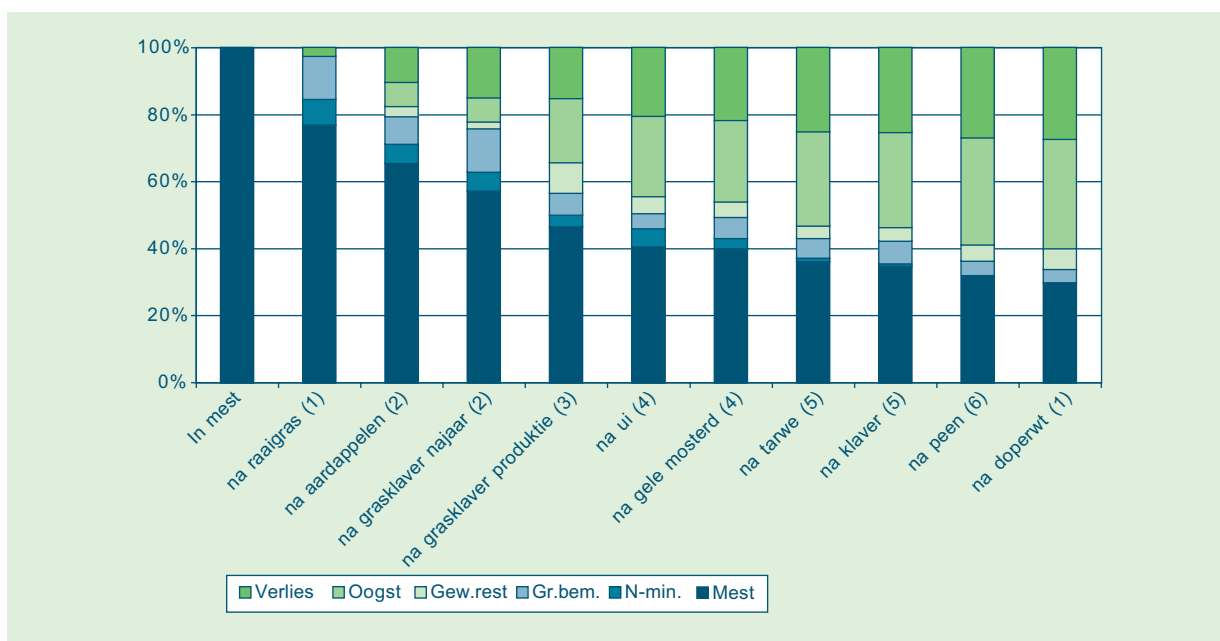
Slechts 14 kg van de 98 kg stikstof, die met vaste mest toegediend wordt komt tijdens de groei van het

hoofdgewas door mineralisatie beschikbaar. Hoe kan het bedrijf dan toch relatief efficiënt met de stikstof omgaan? Om deze vraag te beantwoorden is opnieuw gebruik gemaakt van NDICEA. In het model wordt de afbraak van iedere organische stof bron afzonderlijk doorgerekend. Dat geeft de mogelijkheid de stikstof uit de mest virtueel te labelen. Daarbij is uitgegaan van de volgende aannames:

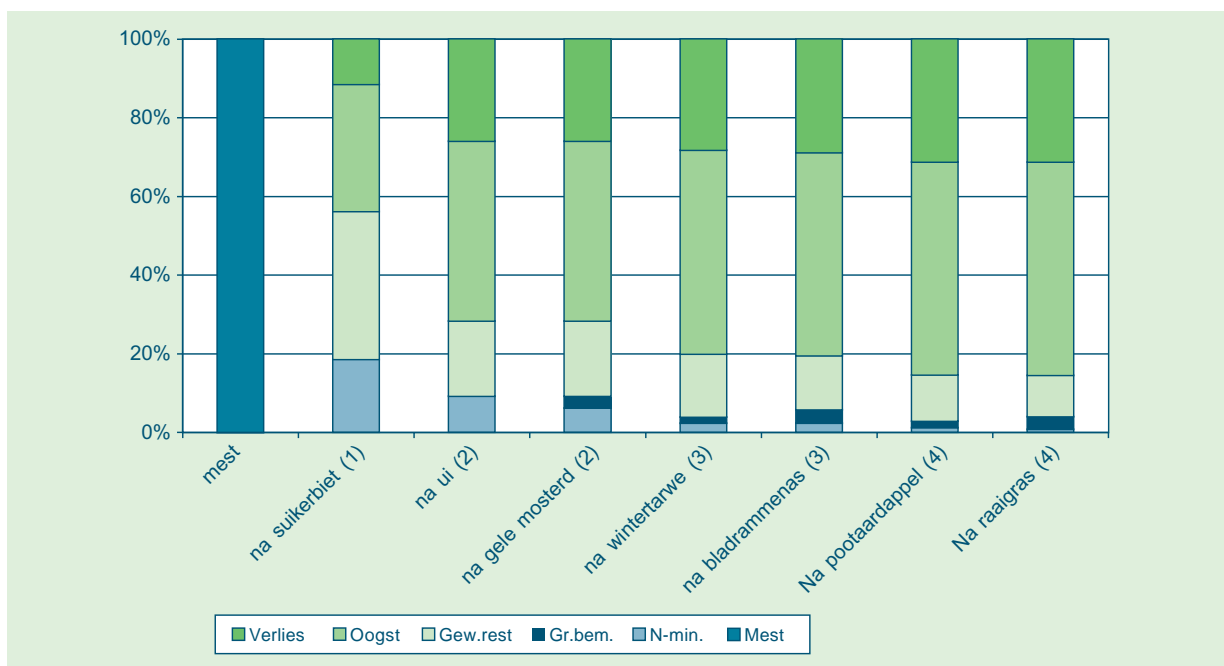
- De vruchtwisseling is ingedeeld in tijdvakken: periodes van gewasgroei (of groenbemester) en tussenliggende braak-periodes,
- De stikstof in zo'n tijdvak wordt beschouwd als één pool, dus alsof aan- en afvoer op één moment plaats vindt.
- De stikstof die aan de pool wordt toegevoegd bestaat voor een deel uit stikstof die oorspronkelijk in de mest zat en voor een deel uit overige stikstof. Aangenomen wordt dat de stikstofopname door gewassen of het verlies door denitrificatie en uitspoeling uit deze pool gelijkelijk voortkomt uit de toevoer van “stikstof uit mest” en “overige stikstof”.

Zodoende kon na afloop van ieder tijdvak weergegeven worden waar de stikstof uit (oorspronkelijk) de mest nu zit: nog steeds in mest, als N-min in de grond, in groenbemester en gewasrest, in geoogst product en/of verloren door uitspoeling en denitrificatie. Dit staat in de figuren 2 (BD, 6-jarige vruchtwisseling) en 3 (KM, vierjarige vruchtwisseling).

Bij KM is de stikstof uit mest direct volledig mineraal beschikbaar; bij BD is na 6 jaar nog bijna 1/3 van de stikstof uit mest nog steeds als meststikstof in de bodem aanwezig.



Figuur 2. BD Bestemming van stikstof in % gedurende de vruchtwisseling. In de nazomer wordt voor raaigras GB vaste mest uitgereden met 195 kg stikstof. Tussen haakjes bij de x-as: het volgjaar in de vruchtwisseling



Figuur 3. KM Bestemming van stikstof in % gedurende de vruchtwisseling. In het voorjaar wordt voor suikerbiet KAS gestrooid met 130 kg stikstof. Tussen haakjes bij de x-as: het voljaar in de vruchtwisseling

Hier treedt een karakteristiek verschil naar voren tussen BD en KM: de vertraagde, en daardoor ook bufferende, werking van vaste mest. Sturen in de stikstof in vaste mest kan niet door gerichte toediening, maar wel door een uitgekiende vruchtwisseling en maximale inzet van groenbemesters. Immers, de stikstof komt geleidelijk vrij en moet dus voortdurend opgevangen worden, hetzij door een gewas, hetzij door een groenbemester. Bovendien moeten de wortels de vrijkomende stikstof makkelijk kunnen vinden, oftewel de structuur van de bouwvoor moet zeer goed zijn en de ondergrond moet goed doorwortelbaar zijn. Het OBS scoort behoorlijk goed op deze punten.

## OBS zelfvoorzienend

Modelmatig is onderzocht of OBS-BD volledig zelfvoorzienend zou kunnen worden.

Er is gerekend aan een zesjarige vruchtwisseling, nu met een tweejarige grasklaver en zonder pootaardappelen. Alle stikstof in grasklaver (9 + 11 ton d.s. opbrengst) wordt met 60% rendement omgezet in mest-stikstof. Dit levert 67 kg stikstof/ha op in vaste mest (vergelijk met de huidige 98 kg aanvoer).

Samen met de extra levering van stikstof uit de tweejarige grasklaver blijft volgens de modelberekening voldoende stikstof beschikbaar om de huidige opbrengsten te kunnen blijven realiseren. Er ontstaat wel een negatieve fosfaat- en kalibalans omdat geen mest meer wordt aangevoerd.

## Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

- Inzet van vaste mest leidt niet noodzakelijk tot een slechte stikstofbenutting, ook al zal niet de efficiëntie van de KM bereikt worden.
- De stikstofefficiëntie van OBS-BD is behoorlijk groot door een combinatie van factoren: een mede op stikstofbenutting gerichte vruchtwisseling; redelijk tot goede oogsten; structurele inzet van groenbemesters; een zeer goede structuur en beworteling.
- OBS-BD scoort hoog wat betreft stikstofzelfvoorziening. Vervanging van pootaardappelteelt door een 2e jaar grasklaver kan het bedrijf 100% zelfvoorzienend maken in de stikstof. Wel moet dan fosfaat en kali aangevoerd gaan worden.

### Aanbevelingen

- Verbeteringen in de stikstofhuishouding kunnen gerealiseerd worden door nog meer nadruk te leggen op 'groen land'. Dan moet niet alleen aan het najaar gedacht worden. Ook in het voorjaar (bij voorbeeld voorafgaand aan knolselderie) gaat stikstof verloren.
- Verschillen in stikstofdynamiek tussen KM en BD worden het beste gekarakteriseerd door het hogere aanbod van organische stof en de omzetting ervan en door het geleidelijk vrijkomen van stikstof in plaats van stikstofpieken door kunstmestgiften. Verder onderzoek moet plaatsvinden of en hoe dat zijn weerslag heeft in ziekteverendheid van de bodem, oogststabiliteit, productkwaliteit en voedingskwaliteit.