



# Stikstofbijbemesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan

Afrondend rapport over de proefjaren 2002 en 2003

De proeven zijn uitgevoerd op Proefboerderij Kooijenburg te Rolde

D. Uenk, C. Grashoff & W.C.A. van Geel







# Stikstofbijbemesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan

Afrondend rapport over de proefjaren 2002 en 2003  
De proeven zijn uitgevoerd op Proefboerderij Kooijenburg te Rolde

D. Uenk<sup>1</sup>, C. Grashoff<sup>1</sup> & W.C.A. van Geel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Plant Research International

<sup>2</sup> Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

© 2005 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.plant@wur.nl](mailto:info.plant@wur.nl)  
Internet : [www.plant.wur.nl](http://www.plant.wur.nl)

### **Praktijkonderzoek Plant & Omgeving**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 167, 6700 AD Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 83 00  
Fax : 0317 - 41 83 01  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
1. Samenvatting	1
2. Inleiding	3
3. Materiaal en methoden	5
3.1. Proefopzet	5
Algemene proefopzet	5
Ontwerp- en teeltgegevens	6
3.2. CropScan-reflectiemetingen voor bepalen bijmestgift	9
4. Resultaten 2002 en 2003	11
5. Conclusies en vervolg	19
6. Literatuur	21
Bijlage I.A. Bepaling bijmestgift 2002	1 p.
Bijlage I.B. Bepaling bijmestgift 2003	1 p.
Bijlage II.A. Detailgegevens tussentijdse oogsten 2002	1 p.
Bijlage II.B. Detailgegevens tussentijdse oogsten 2003	1 p.
Bijlage III.A. Detailgegevens eind oogst 2002	1 p.
Bijlage III.B. Detailgegevens eind oogst 2003	1 p.
Bijlage IV.A. Gegevens N-voorraad 2002	1 p.
Bijlage IV.B. Gegevens N-voorraad 2003	1 p.
Bijlage V.A. Details tusseoogsten N-trappen en standaard CropScan-object 2002	1 p.
Bijlage V.B. Details tusseoogsten N-trappen en standaard CropScan-object 2003	1 p.



# 1. Samenvatting

In het kader van het LNV programma Mest en Mineralen (398-I) zijn in het project 'ontwikkeling van Geleide Bemestingssystemen' in 2002 en in 2003 de mogelijkheden van een 'omgekeerd' vensterconcept onderzocht. In tegenstelling tot het *klassieke* vensterconcept krijgt het venster hierbij een praktijkgift die als ruim voldoende wordt beschouwd en krijgt de rest van het perceel een verlaagde gift. Voordeel ten opzichte van het klassieke vensterconcept is dat het perceel nu beschikt over een referentie met ruim voldoende gift, namelijk het venster, en dat op basis hiervan in het perceel nog kan worden bijbemest. De hoogte van de bijmestgift werd bepaald door het meten van het *verschil in actuele gewas-N-inhoud tussen veld en venster* met behulp van de CropScan.

De methode was succesvol **in 2002**. In dit jaar bleek dat dit GB-systeem in zetmeelaardappelen (Seresta) resulteerde in een **besparing in N-input van 20-55 kg N/ha**, ten opzichte van het standaard bemestingsadvies (225 kg N/ha), bij **gelijkblijvende opbrengsten**. Binnen deze grenzen was de behaalde besparing nog afhankelijk van het niveau van de basisbemesting en van het tijdstip van bijmesten: later bijmesten met dit systeem levert een grotere besparing op.

In **2003** adviseerde deze methode echter een te lage bijbemesting met als gevolg een opbrengstderving van 5-10 ton/ha. Hiervoor worden twee verklaringen gegeven.

- Het gekozen bemestingsniveau van het omgekeerde venster dat als referentie diende (225 kg/ha), bleek voor de situatie van het hete, droge jaar 2003 te laag. Omdat in de proef ook hogere bemestingsniveaus aanwezig waren, kon worden aangetoond dat met een hoger niveau als referentie een beter advies gegeven had kunnen worden. Ook in het andere jaar 2002 had dit hogere referentieniveau zonder problemen gebruikt kunnen worden.
- Ook bij een later tijdstip (ca 10 dagen later) was een beter advies gegeven. Dit heeft eveneens te maken met het hete, droge jaar, waarin het gewas een afwijkende ontwikkeling vertoonde. Een later adviestijdstip is voor de praktijk echter vaak niet wenselijk.

Geconcludeerd wordt dat de GB-methode 'omgekeerde vensters in combinatie met CropScan' voor aardappelen een aantal voordelen heeft, maar nog verder ontwikkeld moet worden. Dit geldt met name de keuze van het bemestingsniveau van het referentievenster en de beslisregels in jaren met sterk afwijkende gewasontwikkeling. Het rapport sluit af met een aantal aanbevelingen voor de verbetering van de methode.





## 2. Inleiding

De huidige landbouw is nog steeds een belangrijke bron van emissies naar het milieu van o.a. mineralen. De interne milieuzorg van het landbouwbedrijf moet daarom gericht zijn op een optimaal gebruik van meststoffen (met name stikstof). In de praktijk beschikt men tot op heden niet over de 'tools' om in alle situaties de optimale gift aan te wenden. Hierdoor wordt veelal overgedoseerd. Een belangrijk deel van de stikstof wordt dan niet opgenomen door het gewas en verdwijnt naar het milieu. Gedurende een periode van een neerslag overschot kan zo stikstof in het oppervlakte- en grondwater terecht komen.

Deze situatie is bijvoorbeeld aanwezig in de aardappelteelt. Deze teelt kenmerkt zich door een hoge stikstof input vanuit organische mest en of kunstmest. Deze jaarlijkse aanvoer van stikstof is niet overeenkomstig de afvoer van stikstof in de oogstproducten zodat er veelal sprake is van een stikstofoverschot. Dit stikstofoverschot vormt een potentiële bron van uitspoeling naar grond- en oppervlakte water. Het is dus van belang dat het stikstofaanbod gedurende de teelt meer in overeenstemming komt met de stikstofbehoefte van het gewas.

Daarom is het *project Geleide Bemesting* opgezet, als onderdeel van het *LNV-(DVK)onderzoeksprogramma 398-I 'Maatregelen ter beperking van nutriënten verliezen'*. Doel van dit programma is het ontwikkelen van managementmaatregelen en -instrumenten, om ondernemers in staat te stellen op kosteneffectieve wijze aan de regelgeving met betrekking tot nutriëntenverliezen (vnl. stikstof (N)) te voldoen. In het project 'Geleide Bemesting' wordt een poging gedaan tot het afstemmen van de belangen van land en tuinbouw met de belangen van natuur en milieu. Hierin is het belang van Land en Tuinbouw een maximale productie waarvoor veelal gebruik gemaakt wordt van supra-optimale N-bemesting als 'verzekeringspremie'. Het belang van Natuur en Milieu is daarentegen een minimale emissie van nutriënten. Aangezien deze belangen tenderen in tegenovergestelde richtingen, is het doel van Geleide Bemesting om het aanbod van nutriënten beter af te stemmen op de gewasvraag. Op deze manier wordt bij maximale gewasopbrengst (kwantitatief/kwalitatief) de mest-gift zo klein mogelijk gehouden, wat de verliezen naar het milieu beperkt.

Onderdeel van het project 'Geleide Bemesting' is: *'Ontwikkeling van Geleide Bemestingssystemen'*. Bij het concept voor geleide bemesting is het uitgangspunt: gelijke of hogere opbrengsten (kwaliteit, hoeveelheid) met minder stikstofinput. Het doel van het deelproject is om verschillende geleide bemestingssystemen met elkaar te vergelijken en te verfijnen om zo tot geleide bemestingssystemen te komen die voor de specifieke grond-gewas combinaties het beste voldoen aan het doel om N-aanbod en N-vraag op elkaar af te stemmen. In dit deelproject worden proeven in verschillende gewas-bodem combinaties uitgevoerd waarin meerdere Geleide Bemestingssystemen worden getest, vergeleken, gecombineerd en verfijnd.

Eén van de GB-systemen die in ontwikkeling zijn, is het *bijmeststelsel op basis van 'omgekeerde' N-vensters in combinatie met CropScan*. Het vensterconcept komt oorspronkelijk uit de granen, waar het werd gebruikt om het risico te verkleinen dat *te veel* N werd gegeven. Bij tekening van het venster reageerde de teler daar alleen op indien extra toediening echt noodzakelijk was. Het doel waarvoor vensters in groenten, aardappelen en bollen worden aangelegd is om het risico te verkleinen dat er *te weinig* stikstof wordt gegeven. Dit betekent dat de teler extra N zal toedienen zodra er maar enig verschil tussen venster en veld wordt waargenomen.

Voor het ontwikkelen van het vensterconcept in aardappelen zijn in de jaren 2002 en 2003, in aansluiting bij grote vergelijkende proeven met GB-systemen op proefboerderij Kooijenburg te Rolde, 'omgekeerde' vensterconcepten aangelegd. In tegenstelling tot het *klassieke* concept krijgt het venster hierbij een praktijkgift die als ruim voldoende wordt beschouwd en krijgt de rest van het perceel een verlaagde gift. Het voordeel van deze benadering is dat op de percelen beschikt wordt over een soort referentie met ruim voldoende gift, namelijk het venster en dat op basis hiervan kan worden bijgestuurd. In het klassieke (sub-optimale) venster vanuit de granen bestaat deze referentie ook, maar kan een reeds teveel gegeven hoeveelheid niet meer verwijderd worden. Bovendien blijkt uit ander onderzoek dat het *klassieke* vensterconcept in aardappel niet voor tactische ('on-line') bijbemestingsadviezen kan worden gebruikt en ten hoogste enige strategische betekenis heeft (zie Uenk *et al.*, 2003 en Uenk & Grashoff, 2004).

Een risico van de 'omgekeerde' benadering is dat het gewas in het venster tekent en dus wordt bemest, hoewel dit mogelijk niet nodig is voor de aardappelopbrengst, waardoor de milieuwinst teniet wordt gedaan. Daarom werden in de experimenten ook de volgende dynamische aspecten van het venster getoetst, namelijk:

- Wanneer wordt het venster (met afwijkende N-gift dan de omgeving) zichtbaar. Het gevolg voor de opbrengst en daarmee de noodzaak tot bijbemesten zal immers anders zijn naarmate het op een ander tijdstip tijdens de gewas ontwikkeling zichtbaar wordt.
- Hoe lang kan worden gewacht voordat een toediening noodzakelijk is, m.a.w. welke speelruimte is er, of hoe groot mag het verschil worden. Om de kans op milieu winst zo groot mogelijk te maken is zo lang mogelijk wachten noodzakelijk.
- De te geven hoeveelheid. Indien alleen wordt uitgegaan van een ja/nee ten aanzien van de toediening van een eerder achtergehouden hoeveelheid, is de kans op milieuwinst beperkt, en zal deze alleen in jaren waarin het venster niet tekent naar voren komen. Indien de bij te bemesten hoeveelheid ook afhankelijk wordt gemaakt van gewasbehoefte met als indicatie daarvan beide bovengenoemde aspecten, kan een optimale tuning worden verkregen.

De toetsing van deze drie aspecten (tijdstip tekenen veld, toelaatbare grootte van het verschil veld/omgekeerd venster, hoogte bijmesting) vereist een methode die een betrouwbare inschatting maakt van de actuele stikstofhoeveelheid in het gewas. In dit onderzoek is hiervoor de CropScan-methode gebruikt zoals die de afgelopen jaren is ontwikkeld op Plant Research International.

## 3. Materiaal en methoden

### 3.1. Proefopzet

#### Algemene proefopzet

De proeven in 2002 en 2003 werden aangelegd op proefboerderij Kooijenburg te Rolde.

In **2002** werden twee sub-optimale velddoseringen aangelegd **met 45 en 75 kg minder** dan het standaard-(totaal)advies van 225 kg N/ha. Dit resulteerde in velddoseringen van **150 en 180 kg N/ha**.

In **2003** werden twee sub-optimale velddoseringen aangelegd **met 80 en 110 kg minder** dan het standaard-(totaal)advies van 225 kg N/ha. Dit resulteerde in velddoseringen van **115 en 145 kg N/ha**.

De niveaus van de basisbemesting waren in overeenstemming met de niveaus die werden aangelegd in de naastgelegen grote vergelijkende proeven, die dienden als referentie (zie verderop). Omdat besloten werd om de basisbemesting in deze vergelijkende proeven in 2003 te verlagen (Van Geel *et al.*, 2004), werden de bemestingsniveaus in onze proeven daarop aangepast.

In beide jaren werden tevens 3 toedieningstijdstippen voor bijbemesting gepland, namelijk geen (=controle T0), tijdstip T1 (streefdatum 3e week juni) en tijdstip T2 (streefdatum 1e week juli). Hierdoor ontstonden zes objecten:

Object	2002	2003
Lage basisbemesting, niet bijbemesten	150 T0	115 T0
Lage basisbemesting, vroeg bijbemesten	150 T1	115 T1
Lage basisbemesting, laat bijbemesten	150 T2	115 T2
Hogere basisbemesting, niet bijbemesten	180 T0	145 T0
Hogere basisbemesting, vroeg bijbemesten	180 T1	145 T1
Hogere basisbemesting, laat bijbemesten	180 T2	145 T2

Deze 6 objecten worden verder aangeduid als de bij te mesten objecten. Het gebruikte zetmeelras was steeds Seresta.

De proeven werden aangelegd direct naast de grote vergelijkende proeven van het PPO met een groot aantal bijmestsystemen die in ontwikkeling zijn (Van Geel *et al.*, 2004), maar kon daar om technische redenen niet geheel mee worden geïntegreerd. In deze grote proef lagen ook een aantal N-trappen. De N-trappen met een hogere dosering dan de bovengenoemde bij te mesten objecten fungeerden als het 'omgekeerde' venster. Ofwel: door gelijktijdig de drie hoogste N-trappen in de vergelijkende proeven (150, 225 en 375 kg N/ha) en de bij te mesten objecten in onze proeven te meten middels CropScan, werd op basis van verschil in stikstofinhoud, de bijmestgift vastgesteld <sup>1)</sup>.

De juistheid van de adviezen werd uiteindelijk getoetst door de volgende waarnemingen bij de eind oogst of moment van doodspuiten: eindopbrengsten en kwaliteit (onderwatergewicht), totale N opname in geoogste knollen en eventueel het loof, en N-min in het bodemprofiel op het moment van doodspuiten.

<sup>1)</sup> In de resultaten wordt aangegeven waarom uiteindelijk het omgekeerde venster met 225 kg N/ha als referentie werd gebruikt.

Daarnaast werd op de bijmest-momenten in tussentijdse oogsten de totale N-opname door het gewas bepaald. Dit gebeurde zowel in onze proef met bij te mesten objecten als in de 'omgekeerde' N-vensters, ofwel de N-trappen van de naastgelegen grote vergelijkende proeven.

## Ontwerp- en teeltgegevens

De proefschema's van de proeven met de bij te mesten objecten in 2002 en 2003 en de naastgelegen grote proeven met N-trappen en diverse andere bijmestsystemen zijn weergegeven in Figuur 1a en 1b. De verklaring van de codes is opgenomen in Tabel 1.

In **2002** was de grondsoort zand, met een organische stofgehalte van 4,5%. De voorvrucht was suikerbiet. De proef werd in 4 herhalingen aangelegd met veldjes van 3.00m x 24.00m (bruto) en 1.50m x 12.00m (netto). De rijafstand was 75 cm, de plantafstand bedroeg 34 cm, met de pootrichting: Oost-West.

- Pootdatum: 23 april 2002
- Datum basisbemesting: 22 april 2002
- Datum bijbemestingen: T1 op 9 juli en T2 op 19 juli
- Oogstdata: tussenoogsten op 9 juli (T1) en 19 juli (T2), eindooft op 23 en 24 September
- Bespuitingen: 1 onkruidbespuiting op 15 mei (1/2 kg Sencor + 2 l Grammoxone)
- Phytophthorabespuitingen: wekelijks
- Beregening: geen beregening uitgevoerd
- Bodembemonsteringen: op 20 maart heeft per herhaling een N bemonstering plaatsgevonden op 2 dieptes: 0 – 30 en 30 – 60 cm
- Op 24 september, na oogst, is een N bemonstering per veldje uitgevoerd in de laag 0 – 30 cm

In **2003** was de grondsoort zand, met een pH van 4.9 een organische stofgehalte van 4.0% een Pw-getal van 28 en een K-getal van 11. De voorvrucht was zomergerst.

De proef werd in 4 herhalingen aangelegd met veldjes van 3.00m x 24.00m (bruto) en 1.50m x 12.00m (netto). De rijafstand was 75 cm, de plantafstand bedroeg 34 cm, met de pootrichting: Oost-West.

- Pootdatum: 23 april 2003
- Datum basisbemesting: 22 april 2003
- Datum metingen bijbemestingen: voor T1 op 4 juli voor de T2 op 16 juli
- Datum bijbemestingen: T1 op 10 juli en T2 is niet meer bijbemest
- Oogstdata: tussenoogsten op 7 juli (T1) en 21 juli (T2), eindooft op 23, 24 en 25 september
- Bespuitingen: 1 onkruidbespuiting op 27 mei (30 gr Titus met uitvloeier)
- Phytophthorabespuitingen: wekelijks
- Beregening: 20 mm op 28 juni, 14 en 28 juli, 10 en 21 augustus
- Bodembemonsteringen: op 26 maart heeft op het gedeelte waar Seresta en op het gedeelte waar Mercator geteeld gaat worden een N bemonstering plaatsgevonden op 2 dieptes: 0 – 30 en 30 – 60 cm
- Op 3 oktober, na de oogst, is een N bemonstering uitgevoerd op de objecten 115N – T0, T1 en T2 en 145N – T0, T1 en T2 op 2 dieptes 0 – 30 en 30 – 60 cm.

KB 1199 Geleide bemestingsystemen in aardappelen

BIJBEMESTEN PRI		25	26	72	73	120	119
		A	K	J	A	E	H
		16	32	48	64	80	96
Crop- Veld-	numm er	28	27	71	74	117	118
		E	F	OPV	K	C	G
		15	31	47	63	79	95
		29	30	70	75	116	115
		H	C	D	I	OPV	F
		14	30	46	62	78	94
		32	31	69	76	113	114
		B	I	G	B	D	J
		13	29	45	61	77	93
24	23	33	34	68	77	112	111
150T2	180T2	A	K	F	B	K	H
12	24	12	28	44	60	76	92
21	22	36	35	67	78	109	110
150T1	180T0	E	G	H	C	F	E
11	23	11	27	43	59	75	91
20	19	37	38	66	79	108	107
180T1	150T0	OPV	B	C	I	OPV	A
10	22	10	26	42	58	74	90
17	18	40	39	65	80	105	106
180T0	150T2	D	I	J	G	D	J
9	21	9	25	41	57	73	89
16	15	41	42	64	81	104	103
150T0	150T1	G	C	I	E	A	G
8	20	8	24	40	56	72	88
13	14	44	43	63	82	101	102
180T2	180T1	F	K	A	OPV	J	K
7	19	7	23	39	55	71	87
12	11	45	46	62	83	100	99
180T2	150T1	H	OPV	E	D	F	H
6	18	6	22	38	54	70	86
9	10	48	47	61	84	97	98
150T2	180T1	J	D	B	I	C	B
5	17	5	21	37	53	69	85
8	7	49	50	60	85	96	95
180T0	150T0	I	J	K	E	B	F
4	16	4	20	36	52	68	84
5	6	52	51	59	86	93	94
180T0	180T1	OPV	G	H	K	C	OPV
3	15	3	19	35	51	67	83
4	3	53	54	58	87	92	91
180T2	150T2	D	E	F	A	J	D
2	14	2	18	34	50	66	82
1	2	56	55	57	88	89	90
150T0	150T1	A	B	C	H	G	I
1	13	1	17	33	49	65	81
seresta		Seresta			Mercator 121		

Figuur 1a. Plattegrond Geleide bemestingsproef en Bijmestproef op Proefboerderij Kooijenburg te Rolde in 2002. De verklaring van de letters (objecten) staat in Tabel 1. Verder zijn de onderste nummers de gelote veldnummers en zijn de bovenste nummers alleen toegepast bij de looprouten voor de CropScan-bepaling.

**KB 1214 Geleide N-bemesting      Seresta      2003**

		G 8	C 16	I 24		A 32	K 40	J 48			
		F 7	K 15	A 23		E 31	F 39	D 47			
T2 145 6	T1 115 12	H 6	D 14	E 22		H 30	C 38	OP 46		T2 115 18	T2 145 24
T2 115 5	T1 145 11	J 5	OP 13	B 21		B 29	I 37	G 45		T1 115 17	T0 145 23
T0 145 4	T0 115 10	I 4	J 12	K 20		A 28	K 36	F 44		T1 145 16	T0 115 22
T0 145 3	T1 145 9	D 3	G 11	H 19		E 27	G 35	H 43		T0 145 15	T2 115 21
T2 145 2	T2 115 8	OP 2	E 10	F 18		D 26	B 34	C 42		T0 115 14	T1 115 20
T0 115 1	T1 115 7	A 1	B 9	C 17		OP 25	I 33	J 41		T2 145 13	T1 145 19

*Figuur 1b.      Plattegrond Geleide bemestingsproef en Bijmestproef op Proefboerderij Kooijenburg te Rolde in 2003. De verklaring van de letters (objecten) staat in Tabel 1.*

*Tabel 1.      Beschrijving van de objecten in de grote vergelijkende proeven met N-trappen en diverse N-bijmestsystemen in 2002 en 2003.*

Object	(Basis)gift 2002	(Basis)gift 2003	Systeem van bijbemesten
A	0	0	Geen (0)
B	75	75	Geen (0)
C	150	150	Geen (0)
D	225	225	Geen (0)
E	300	300	Geen (0)
F	375	375	Geen (0)
G	150	115	NBS-bodem Blgg
H	150	115	Bladsteeltjesmethode BLGG
I	150	115	Aardappelmonitoring ALTIC
J	150	115	Crop-scan
K	150	115	chlorofylmeter

## Details oogst

Bij de tusseooogst (in de bij te mesten objecten en in de 'omgekeerde' vensters (ofwel de N-trappen uit de grote proef) werden per veldje 12 aardappelpollen geoogst. Van het geoogste product, gescheiden in bovengronds (blad, stengel) en ondergronds (knol en wortels) werden het versgewicht, het drooggewicht en het stikstofgehalte bepaald. Hieruit werd de stikstofinhoud van het gewas op het moment van de tusseooogst bepaald. Dit laatste ter controle en verfijning van de gemeten N-inhoud op basis van de CropScan-metingen.

Bij de eindooogst op 22 en 23 September (**2002**) en 23 t/m 25 september (**2003**) werden opbrengst, stikstofgehalte en onderwatergewicht van de knollen bepaald.

## 3.2 CropScan-reflectiemetingen voor bepalen bijmestgift

De stikstof-status van een gewas kan worden berekend uit de reflectie die een gewas geeft in de diverse golflengtes van het zichtbare licht en in een deel van het infrarode gebied (Uenk *et al.*, 1992, 2000, 2001). De reflectiemetingen worden uitgevoerd met de 'CropScan' reflectiemeter.

Deze meter bestaat uit een aluminium buis met daarop een meetkop en een minicomputer. De meetkop wordt op een bepaalde hoogte boven het gewas gehouden en meet aan de bovenkant het totale invallende licht van de gehele hemelbol en aan de onderkant het door het gewas gereflecteerde licht in verschillende golflengte banden ( 460, 510, 560, 610, 660, 710, 760 en 810 nm).

Tijdens het groeiseizoen **van 2002** zijn op de volgende tijdstippen reflecties gemeten:

Op 4 juni, 11 juni, 19 juni, 24 juni, 2 juli, **9 juli, 18 juli**, 31 juli en 13 aug.

Tijdens het groeiseizoen **van 2003** zijn op de volgende tijdstippen reflecties gemeten:

Op 10 juni, 19 juni, 26 juni, **4 juli**, 9 juli en **16 juli**.

Per veldje zijn 3 reflectiemetingen uitgevoerd waarvan het gemiddelde is berekend. De stikstofadvisering voor de bij te mesten objecten is voor tijdstip T1 gebaseerd op de metingen van 9 juli 2002 en 4 juli 2003. Voor T2 werd de advisering gebaseerd op de metingen van 18 juli 2002 en 16 juli 2003.

Als 'referentie' ofwel 'omgekeerd venster' voor de bij te mesten objecten werd, op basis van de resultaten van 2002, gekozen voor de N-opname gegevens van het 225 kg N object uit de N-trappenproef. Deze gift werd als voldoende hoog beschouwd voor het ras Seresta (zie voor motivering hiervan bij het hoofdstuk Resultaten). Vanwege de vergelijkbaarheid werd het 225 kg N object ook voor 2003 als referentie aangehouden. Achteraf gezien is dit wellicht niet de juiste keus geweest. In de resultaten en conclusies besteden we hier nog aandacht aan.

In de grote vergelijkende proeven naast onze 'omgekeerde'-venster proef was ook een object aanwezig waar bijbemest werd op basis van de standaard CropScan-methode. Hierbij wordt de N-inhoud in het veld, zoals gemeten met CropScan, vergeleken met een onafhankelijk vastgesteld setpoint, namelijk een streefwaarde voor de ideale N-inhoud op dat moment. In de 'omgekeerde' venster-methode wordt de bijbemestingsgift anders vastgesteld, en wel door *vergelijkende CropScan-metingen* tussen veld en 'omgekeerd' venster. In dit rapport worden daarom de volgende termen aangehouden:

- **'Omgekeerde'-venstermethode (in combinatie met CropScan)**. Het hoofdonderwerp van dit rapport.
- **Standaard CropScan-methode**. De reeds langer bestaande CropScan-methode waarbij de CropScan-metingen in het veld vergeleken worden met een onafhankelijk vastgesteld setpoint.





## 4. Resultaten 2002 en 2003

De Tabellen 2a (2002) en 2b (2003) tonen het overzicht van de resultaten <sup>2)</sup>. Op het tijdstip van bijmesten werd de N-inhoud, gemeten met CropScan, van de bij te mesten objecten ('veld' in Tabel 2a en 2b) vergeleken met de N-inhoud van het ruim voldoende bemeste 'omgekeerde venster'.

Met de CropScan werd **in 2002** bepaald dat het object met 225 kg N/ha kon fungeren als het ruim voldoende 'omgekeerde' venster. Figuur 2a toont de actuele N-inhoud ( $=\text{biomassa} \times \text{N-gehalte}$ ) van de objecten van de naastgelegen N-trappenproef op het moment van bijkosten, zoals bepaald *in het laboratorium*. Hieruit blijkt dat de N-inhoud van het object met 225 kg N/ha inderdaad (vrijwel) optimaal was en terecht is gekozen als referentiewaarde voor het 'omgekeerde venster'. Dit werd bevestigd in de latere analyses van de eindoogst. Daar bleek dat de economisch (dus qua UBG) optimale gift ongeveer 180 kg N per ha bedroeg (Van Geel *et al.*, 2004).

Om redenen van vergelijkbaarheid werd ook **in 2003** het object met 225 kg N/ha gehandhaafd als het 'omgekeerde' venster. Echter, achteraf blijkt uit Figuur 2b dat dit voor 2003 niet juist was. Het object met 375 kg N/ha had op het moment van de tussenooft een N-inhoud die 20 kg N/ha hoger lag. Ook uit de CropScan-metingen bleek dat de N-inhoud bij 375 kg N/ha 20 kg N/ha hoger lag dan bij het gekozen omgekeerde venster van 225 kg N/ha.

Het verschil in N-inhoud tussen 'veld' en 'omgekeerd venster' bepaalde de bijmestgift. De N-inhoud van dit 'omgekeerde' venster is vermeld in de vierde kolom in Tabel 2a en 2b.

In **2002** varieerde de bijmestgift tussen de 15 en 35 kg N/ha., afhankelijk van basisbemesting en tijdstip van bijmesten. Deze bijmestgift werd vastgesteld door de N-inhoud van het veld (kolom 2 in Tabel 2a) af te trekken van de N-inhoud van het omgekeerde venster (kolom 3 in Tabel 2a). Later bijmesten en (uiteeraard) een hogere basisbemesting resulteerden, binnen deze range, in de laagste bijmestgiften.

De behaalde uitbetalingsgewichten (kolom 6 van Tabel 2a) van de diverse bijmest-objecten vertoonden geen significante verschillen. Alleen het object 180 T0 (180 kg N/ha zonder bijmesting) gaf een significant lager UBG. Ook de N-opnames bij de eindoogst (kolom 7) verschilden meestal niet-significant, maar vertonen wel een tendens naar hogere N-opnames van de bijmestobjecten T1 en T2 ten opzichte van het bijbehorende object zonder bijmesting (T0), doordat zowel UBG als N-gehalte in T1 en T2 iets hoger liggen dan in T0.

Kolom 9 van Tabel 2a toont dat een **besparing in N-gift werd bereikt van 20-55 kg N/ha** ten opzichte van het standaard bemestingsadvies van 225 kg N/ha.

Desondanks was de N-min voorraad in de bodem na de oogst (kolom 8) in alle objecten gelijk. Dit is wellicht verklaarbaar uit het feit dat een deel van de extra N bij de hogere bemestingsniveaus inmiddels al was uitgespoeld. Verder heeft de bepaling van N-min in de bodem een grote onzekerheidsmarge.

In **2003** was de situatie geheel anders. De N-inhoud zoals bepaald met CropScan lag, zowel in veld (kolom 2 van Tabel 2b) als in 'omgekeerd' venster (kolom 3 van Tabel 2b), bijzonder laag. Dit werd veroorzaakt doordat de vereiste bedekkingsgraad van 95% op het moment van de meting nog niet was bereikt. Mede hierdoor was er, eveneens in tegenstelling tot 2002, niet of nauwelijks verschil in N-inhoud tussen veld en venster. Gezien de afspraak om bij te bemesten op basis van het verschil tussen veld en 'omgekeerd' venster, werd dus in 2003 niet bijbemest, behalve de 10 kg N/ha in het object 115 T1.

De behaalde uitbetalingsgewichten (kolom 6 van Tabel 2b) van de diverse bijmest-objecten vertoonden hierdoor uiteraard geen significante verschillen tussen niet, vroeg of laat bijbemesten. Het uitbetalingsgewicht van de 3 objecten met 145 kg N/ha lag iets hoger dan dat bij de drie objecten met 115 kg N/ha.

<sup>2)</sup> In de bijlagen zijn detailoverzichten opgenomen van de resultaten van de tussentijdse oogsten in juli en de eindoogstgegevens.

Belangrijk punt is dat in 2003 de uitbetalingsgewichten zowel van het 'omgekeerde' venster als van het standaard CropScan-object uit de grote vergelijkende proef 7 tot 10 ton/ha hoger lagen dan die van de zes objecten uit onze proef. Het standaard CropScan-object uit de grote proef was bijbemest volgens het standaard CropScan advies (dus zonder gebruikmaking van een 'omgekeerd' venster) met 70 kg N/ha.

Strikt genomen werd in 2003 door de 'omgekeerde' venstermethode 80-110 kg N/ha bespaard, maar, zoals aangegeven, met een aanzienlijk verlies in opbrengst (uitbetalingsgewicht).

In verband met het bovenstaande is het belangrijk hierbij te vermelden dat de CropScan een schatting maakt van de *totale* N-inhoud van het gewas (loof plus knol), op basis van uit eerdere proeven afgeleide relaties tussen CropScan-uitslag en totale N-inhoud. Deze relaties zijn in het verleden echter bepaald bij (vrijwel) volledige bodembedekking. Dit verklaart dat vooral in 2003 de met CropScan (bij onvoldoende bodembedekking) geschatte N-inhoud (Tabel 2b) aanzienlijk lager ligt dan de in het laboratorium bepaalde N-inhoud (Figuur 2b).

Tabel 2a. Resultaten van de bijmestproef in 2002 op basis van omgekeerde vensters. In cursief zijn twee referenties uit de naastgelegen N-trappenproef opgenomen: 1) het object dat werd bijbemest volgens de standaard CropScan-methode; 2) enkele referentiegegevens van het object met 225 kg N/ha dat werd gekozen als 'omgekeerd venster'.

Behandeling en datum bijbemesting	N-inhoud <b>veld</b> bepaald met CropScan *)	N-inhoud omgekeerd <b>venster</b> (225 kg N) bepaald met CropScan *)	Bijmest- advies	Totaal bemest	UBG (ton/ha)	N-opname (kg/ha)	Nmin na eindoogst	Besparing N-gift t.o.v. advies (kg N/ha)
<i>Standaard CropScan-object</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>30</i>	<i>180</i>	<i>80.2</i>	<i>217</i>	<i>32</i>	<i>45-60</i>
150 T0	118	nvt	-	150	72.9	181	33	(75)
150 T1 9 juli	118	<b>153</b>	35	185	75.2	206	34	40
150 T2 18 juli	139	<b>160</b>	20	171	73.0	196	32	54
180 T0	126	nvt	-	180	71.6	198	33	(45)
180 T1 9 juli	126	<b>153</b>	25	205	73.9	215	33	20
180 T2 18 juli	145	<b>160</b>	15	195	76.0	214	36	30
<i>LSD <math>p &lt; 5\%</math> ***)</i>					<i>4.3</i>	<i>19.2</i>		
<i>Omgekeerd Venster (referentie)</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>0</i>	<i>225</i>	<i>79.0</i>	<i>219.0</i>	<i>41.1</i>	

\*) Bij berekening achteraf bleken de CropScan-waardes iets gecorrigeerd te moeten worden. Hier zijn de oorspronkelijke getallen weergegeven waarop het bijmestadvies is gebaseerd. In de bijlagen zijn de definitieve getallen weergegeven. Invullen van deze definitieve waarden in bovenstaande tabel zou er alleen toe geleid hebben dat de bijmestgiften op T2 nog lager hadden kunnen zijn, namelijk in beide gevallen 10 kg N/ha.

\*\*) Bij de opzet van de proef is een gift van 225 kg N/ha voor Seresta als gangbare praktijkgift genomen. De adviesgift volgens de Adviesbasis Bemesting zou op dit veld in 2002 voor Seresta 240 kg N/ha hebben bedragen. Ten opzichte hiervan kon dus 60 kg N/ha worden bespaard.

\*\*\*) LSD-waarden zoals bepaald voor de 'omgekeerde' vensterproef 2002 afzonderlijk.

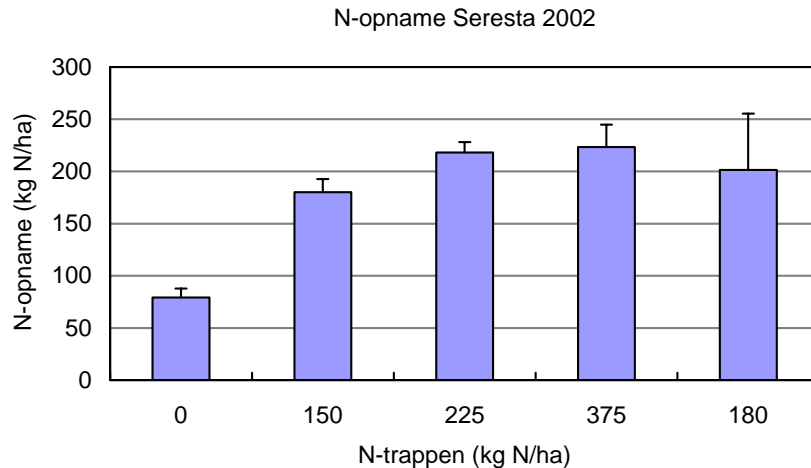
Tabel 2b. Resultaten van de bijmestproef in 2003 op basis van omgekeerde vensters. In cursief zijn twee referenties uit de naastgelegen N-trappenproef opgenomen: 1) het object dat werd bijbemest volgens de standaard CropScan-methode; 2) enkele referentiegegevens van het object met 225 kg N/ha dat werd gekozen als 'omgekeerd venster'.

Behandeling en datum bijbemesting	N-inhoud <b>veld</b> bepaald met CropScan *)	N-inhoud omgekeerd <b>venster</b> (225 kg N) bepaald met CropScan *)	Bijmest- advies	Totaal bemest	UBG (ton/ha)	N-opname (kg/ha)	Nmin na eindoogst	Besparing N-gift t.o.v. advies (kg N/ha)
<i>Standaard CropScan-object</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>70</i>	<i>185</i>	<i>70.2</i>	<i>186</i>	<i>29</i>	<i>40</i>
115 T0	77	nvt	-	115	60.5	147	39	(110)
115 T1 4 juli	77	<b>88</b>	11 *	125	60.4	156	39	100
115 T2 16 juli	75	<b>80</b>	5 **	115	62.5	149	35	110
145 T0	84	nvt	-	145	63.2	171	43	(80)
145 T1 4 juli	84	<b>88</b>	4 **	145	64.9	181	39	80
145 T2 16 juli	75	<b>80</b>	5 **	145	63.2	169	48	80
<i>LSD <math>p &lt; 5\%</math> ***)</i>					<i>5.8</i>	<i>16.0</i>		
<i>Omgekeerd Venster (referentie)</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>0</i>	<i>225</i>	<i>70.4</i>	<i>204</i>	<i>48</i>	

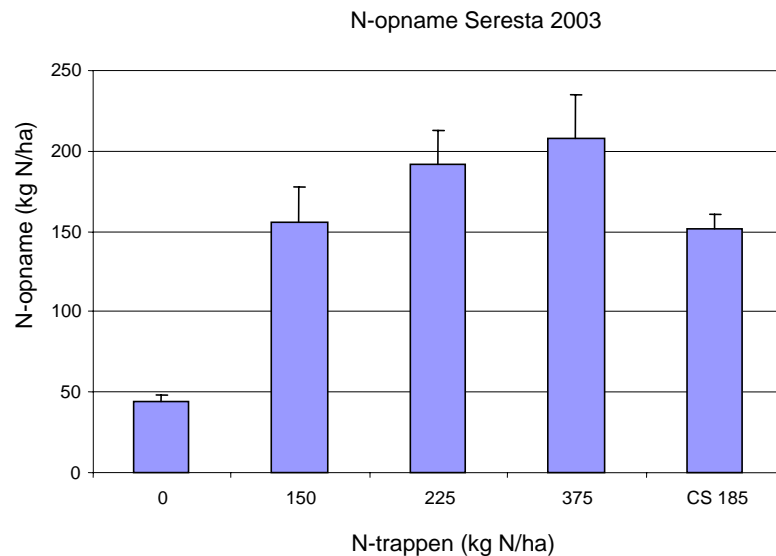
\*) Afgerond op 10 kg.

\*\*) Deze giften zijn te klein om te doseren. Op deze veldjes is geen bemesting uitgevoerd.

\*\*\*) LSD-waarden zoals bepaald voor de 'omgekeerde'-vensterproef 2003 afzonderlijk.



*Figuur 2a. Gerealiseerde N-opname (= biomassa x N-gehalte volgens laboratoriumanalyse) van Seresta in de N-trappenproef in 2002, op het moment van de tusseñoogst op 9 juli 2002. Ook het standaard CropScan-object is toegevoegd (CropScan 180).*



*Figuur 2b. Gerealiseerde N-opname (= biomassa x N-gehalte volgens laboratorium-analyse) van Seresta in de N-trappenproef in 2003, op het moment van de tusseñoogst op 4 juli 2003. Ook het standaard CropScan-object is toegevoegd (CropScan 185).*

In Tabel 3a en 3b zijn de diverse objecten van de omgekeerde venster-proef, beschouwd als afzonderlijke GB-systemen, vergeleken met de andere onderzochte GB-systemen. Alle GB-systemen leidden **in 2002** tot een flinke besparing van de N-bemesting ten opzichte van een eenmalige praktijkgift van 225 kg N/ha, zonder dat dit een significante daling van de opbrengst tot gevolg had. De grootste besparing (75 kg N/ha) werd bereikt met Altic, NBS-bladstelen en de Chorofyl (SPAD)-methode (Tabel 3a). Hoewel de verschillen niet significant waren leek een kleine bijmestgift van 30 kg N per ha toch een beter resultaat te geven dan niet bijbemesten. De meest waarschijnlijk economisch optimale gift bedroeg 180 kg N per ha (Van Geel *et al.*, 2004).

Binnen de groep CropScan/omgekeerde vensters was het systeem met omgekeerde vensters met lage basisgift (150 kg N/ha) en laat bijmesttijd (19 juli) het meest effectief met een besparing van 55 kg N/ha. Het systeem met hoge basisgift (180 kg N/ha en vroeg bijmesttijd) was het minst effectief met een besparing van 20 kg N/ha.

Tabel 3a. Systemen voor geleide bemesting, gerangschikt naar opklimmende totaal N-gift in 2002 Rolde.

Systeem Geleide Bemesting	Basisgift	Bijmesting	Totaal	UBG (ton/ha)	N-min Eind
<b>'Oud advies'</b>	<b>225</b>	<b>0</b>	<b>225</b>	<b>79.0</b>	<b>41.1</b>
Altic-monitoring	150	0	150	73.8	33.2
NBS-bladstelen (BLGG)	150	0	150	78.2	30.9
Chlorofyl	150	0	150	73.1	34.8
Omg. Venster 150 laat + C.S.	150	21	171	73.0	31.8
CropScan	150	30	180	80.2	31.8
Omg. Venster 150 vroeg + C.S.	150	35	185	75.2	33.8
Omg. Venster 180 laat + C.S.	180	15	195	76.0	35.8
NBS-bodem-plus (BLGG)	150	50	200	78.2	38.7
Omg. Venster 180 vroeg + C.S.	180	25	205	73.9	32.8

Tabel 3b. Systemen voor geleide bemesting, gerangschikt naar opklimmende totaal N-gift in 2003 Rolde.  
Ras: Seresta.

Systeem Geleide Bemesting	Basisgift	Bijmesting	Totaal	UBG (ton/ha)	N-min Eind 0-60 cm
<b>'Oud advies'</b>	<b>225</b>	<b>0</b>	<b>225</b>	<b>70.4</b>	<b>48</b>
Omg. Venster 150 laat + C.S.	115	0	115	62.5	35
Chlorofyl	115	0	115	65.8	23
Omg. Venster 150 vroeg + C.S.	115	10	125	60.4	39
Omg. Venster 180 laat + C.S.	145	0	145	63.2	48
Omg. Venster 180 vroeg + C.S.	145	0	145	64.9	39
Altic-monitoring	115	50	165	69.0	29
CropScan	115	70	185	70.2	29
NBS-bladstelen (BLGG)	115	90	205	69.9	49
NBS-bodem-plus (BLGG)	115	200	315	66.1	75

In 2003 bleek dat de opbrengst (uitbetalingsgewicht) van alle 'omgekeerde' venster-objecten 5-10 ton/ha lager was dan die van het referentievenster en de GB-systemen CropScan, Altic en Bladsteeltjesmethode (Tabel 3b). In deze laatste systemen werd meer bijbemest, resulterend in een vergelijkbare opbrengst als die van het referentievenster, bij een N-besparing van 40-60 kg N/ha.

De 'omgekeerde' venstermethode resulteerde in 2003 in veel te lage bijbemestingsadviezen. Hiervoor zijn twee mogelijke oorzaken aan te wijzen. Tabel 4 laat zien dat de bijbemestingsadviezen hoger waren geweest, indien in 2003 het object met 375 kg N/ha als referentievenster zou zijn gebruikt. Tabel 5 toont, dat de bijbemestingsadviezen aanzienlijk hoger geweest zouden zijn, indien het advies gebaseerd zou zijn op de CropScan-metingen in veld en venster in de 2<sup>e</sup> helft van juli, toen de bodembedekking vrijwel volledig was. In dit laatste geval waren de alternatieve bijbemestingsadviezen vrijwel gelijk aan de adviezen van de GB-systemen Bladsteeltjesmethode, Altic monitoring en standaard CropScan. Echter ook bij die systemen was de N-voorziening niet optimaal. De economische optimale gift voor Seresta is geschat op ca. 260 kg N per ha (Van Geel *et al.*, 2004).

Bij alle bijbemestingsystemen was de totale N-gift lager en bleef ook de opbrengst achter, waarschijnlijk doordat de basisgift (115 kg N per ha) te laag was.

Achteraf gezien had het object 375 kg N/ha ook in 2002 probleemloos gebruikt kunnen worden als referentieniveau. In dat jaar was de opgebouwde N-voorraad in het gewas begin juli in de objecten 225 kg N/ha en 375 kg N/ha vrijwel gelijk (zie Figuur 2a).

Een omgekeerd venster van 375 kg N per ha is voor toepassing in praktijk wellicht niet reëel. Bij eventuele toekomstige praktijktoepassing kan wellicht gekozen worden voor een vergelijking met 300 kg N per ha als omgekeerd venster. Uit Tabel 5 en de overige gegevens van de andere N-niveaus (Van Geel *et al.*, 2004) blijkt dat een keuze voor 300 kg N/ha als referentie de strekking van dit rapport niet verandert. In 2002 en 2003 had het object 300 kg N/ha een UBG van 74 ton/ha.

De referentie van 300 kg N/ha geldt bij het ras Seresta. Aangezien er grote verschillen zijn tussen aardappelrassen t.a.v. de stikstofbehoefte, kan 300 kg N/ha niet zonder meer als algemeen geldend voor aardappel worden beschouwd. Mogelijk moet worden uitgegaan van een bepaald percentage bovenop de adviesgift voor elk ras. Het probleem met de bodembedekking in 2003 is veroorzaakt door het hete, droge weer van 2003, waardoor de gewasontwikkeling (bodembedekking) een traag en ook wisselend beeld opleverde (zie Tabel 6). De methode waarbij de bijbemesting wordt vastgesteld uit vergelijkende CropScan-metingen tussen veld en venster bij onvoldoende bodembedekking, geeft in zulke gevallen een te laag bijbemestingsadvies <sup>3)</sup>.

Tabel 4. Alternatieve bijbemestingsadviezen in 2003, indien het object met 375 kg N/ha als referentievenster zou zijn gebruikt.

Behandeling en datum bijbemesting	N-inhoud veld bepaald met CropScan *)	N-inhoud omgekeerd venster (375 kg N) bepaald met CropScan *)	Alternatief bijmestadvies	Oorspronkelijk bijmestadvies
<i>Standaard CropScan-object</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>70</i>	<i>70</i>
115 T0	77	nvt	-	-
115 T1 4 juli	77	<b>95</b>	18	11
115 T2 16 juli	75	<b>96</b>	21	5
145 T0	84	Nvt	-	-
145 T1 4 juli	84	<b>95</b>	11	4
145 T2 16 juli	75	<b>96</b>	21	5
<i>Omgekeerd Venster (referentie)</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>0</i>

<sup>3)</sup> Ook het gebruik van de standaard CropScan-methode vereist extra aandacht bij onvoldoende bodembedekking. Echter, omdat in deze methode de N-inhoud van het gewas vergeleken wordt met een onafhankelijk vastgesteld 'setpoint' tenderen de bijbemestingsadviezen naar te *hoge* waarden. Hiervoor kan een correctie worden toegepast.

Tabel 5. Alternatieve bijbemestingsadviezen **in 2003**, indien de adviezen gebaseerd zouden zijn op de CropScan-metingen van 23 juli. De alternatieven zijn aangegeven voor het referentievenster 225 kg N/ha, voor het referentievenster 375 kg N/ha en voor het referentievenster 300 kg N/ha.

Behandeling en datum bijbemesting	N-inhoud <b>veld</b> bepaald met CropScan *)	N-inhoud omgekeerd <b>venster</b> bepaald met CropScan *)			Bijmestadvies		
		venster 225 kg N/ha	venster 375 kg N/ha	venster 300 kg N/ha	Volgens venster 225	Volgens venster 375	Volgens venster 300
<i>Standaard CropScan- object</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>70</i>		
115 T0	83	nvt	nvt	nvt	-	-	-
115 T1 '23 juli'	75	<b>119</b>	<b>151</b>	<b>130</b>	44	76	55
115 T2 23 juli	79	<b>119</b>	<b>151</b>	<b>130</b>	40	72	51
145 T0	93	nvt	nvt	nvt	-	-	-
145 T1 '23 juli'	84	<b>119</b>	<b>151</b>	<b>130</b>	35	67	46
145 T2 23 juli	92	<b>119</b>	<b>151</b>	<b>130</b>	27	59	38

Tabel 6. Verloop van de bodembedekking (%) zoals gemeten met CropScan in 2003 voor het object 115 T2 en het object 225 kg N/ha en 375 kg N/ha, die beide als referentievenster zouden kunnen dienen.

Datum	Bodembedekking in de objecten		
	115 T2	225 kg N/ha	375 kg N/ha
10 juni	48.6	57.5	57.7
19 juni	72.7	81.3	82.7
26 juni	73.0	78.2	81.1
4 juli	74.2	78.8	82.3
9 juli	77.6	82.6	87.2
16 juli	68.6	73.4	81.2
23 juli	72.5	86.9	94.8



## 5. Conclusies en vervolg

Bij het *omgekeerde* vensterconcept krijgt het venster een *hogere* bemesting dan het veld. Met zo'n bijmeststelsel op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan kunnen in principe vergelijkbare ('scherp gecalculerde') N-adviezen worden gegenereerd als met het standaard CropScan-advies.

De conclusie is dat in **2002** de GB-methode met 'omgekeerde' vensters in combinatie met CropScan goed heeft gewerkt. De besparingen in N-bemesting ten opzichte van een eenmalige praktijkgift van 225 kg N/ha lagen in dat jaar tussen de 20-55 kg N/ha. Binnen deze range leidt een lage basisgift in combinatie met een late bijmesting tot de hoogste besparingen op de mestgift bij een gelijk opbrengstniveau. Bij deze conclusies moet aangetekend worden dat 2002 een jaar was met een meer dan gemiddelde mineralisatie, onder meer door een warm voorjaar. De methode leidde in **2003** tot te lage bijbemestingsadviezen (0-10 kg N/ha) en daaruit voortkomend een 5-10 ton lagere opbrengst (uitbetalingsgewicht) ten opzichte van de referentie. Hiervoor zijn de volgende verklaringen:

- a) de gewasontwikkeling was door een combinatie van hitte en droogte zó traag dat de adviezen die vóór half juli gegeven moesten worden, tot stand kwamen bij onvoldoende bodembedekking;
- b) het oorspronkelijk gekozen referentievenster van 225 kg N/ha was in 2003 niet hoog genoeg.

Tenslotte wordt geconcludeerd dat de GB-methode 'omgekeerde' vensters in combinatie met CropScan voor aardappelen nog verder ontwikkeld moet worden. Dit geldt met name voor de keuze van het bemestingsniveau van het referentievenster en de beslisregels in jaren met sterk afwijkende gewasontwikkeling. Suggesties voor verbetering zijn:

1. Het bemestingsniveau van het 'omgekeerde' venster in aardappel moet minimaal 300 kg N/ha bedragen. Deze hoge referentie geeft in jaren met een trage gewasontwikkeling een zo optimaal mogelijke referentie en leidt anderzijds niet tot ongewenste effecten in jaren met een snelle gewasontwikkeling (zoals overschatting van de bijbemesting of problemen door overdadige loofontwikkeling). Die 300 kg N/ha is gevonden bij het ras Seresta. Aangezien er grote verschillen zijn tussen aardappellassen t.a.v. de stikstofbehoefte, kan 300 niet als algemeen geldend voor aardappel worden beschouwd. Mogelijk moet worden uitgegaan van een bepaald percentage bovenop de adviesgift voor elk ras.
2. In jaren met een trage gewasontwikkeling kan het voorkomen dat goede adviezen met de 'omgekeerde' venstermethode pas laat gegeven kunnen worden, in zetmeelaardappelen wellicht ná half juli. De telers vinden dit vaak een probleem. Toch blijkt uit diverse onderzoeken, dat zeer late bijbemestingen nog wel degelijk effectief zijn (zie bijvoorbeeld Slabbekoorn, 2003). De reactie op late bijbemesting verschilt per ras (Van Geel, *et al.*, 2004). Het verdient aanbeveling de bezwaren tegen late bijbemestingen goed in kaart te brengen en na te gaan of, en zo ja hoe vaak, deze onoverkomelijk zijn. Op basis hiervan kunnen beslisregels worden opgesteld over de toepassing van de 'omgekeerde' venstermethode.
3. Voordeel van dit systeem ten opzichte van de standaard CropScan-methode is dat het perceel met het omgekeerde venster permanent beschikt over een concrete referentie met een ruim voldoende bemesting, op basis waarvan kan worden beslist of en hoeveel bijbemesten nodig is op basis van de CropScan-vergelijking tussen veld en venster. Dit opent de mogelijkheid om de CropScan-meting, die veel gevoeliger is voor verschillen in gewasontwikkeling (zowel in kleur als in bladmassa!) in te zetten als *relatieve vergelijkende meting van een veld ten opzichte van een 'omgekeerd' venster*. Dit is van belang voor andere gewassen zoals bijvoorbeeld tulp en hyacint. In deze gewassen is het zeer tijdrovend en duur om de absolute setpoints (de optimale N-inhoud) te bepalen die nodig zijn de standaard CropScan-methode. Hiervoor zijn namelijk grote reeksen proeven met verschillende N-niveaus nodig, bij een grote verscheidenheid aan rassen. Het verdient daarom aanbeveling om voor de 'omgekeerde' venstermethode, waarbij de CropScan als *relatieve* meting wordt gebruikt, beslisregels te ontwikkelen waarmee de relatieve CropScan-verschillen tussen veld en venster vertaald kunnen worden naar een bemestingsadvies. Bij tulp en hyacint zijn deze beslisregels inmiddels in ontwikkeling.



## 6. Literatuur

Geel, W.C.A., K.H. Wijnholds & C. Grashoff.

Ontwikkeling van geleide bemestingssystemen bij de teelt van zetmeelaardappelen 2002-2003.  
PPO-projectrapport 510168, oktober 2004.

Slabbekoorn, H., 2003.

Stikstofbijmestsystemen in consumptieaardappelen, 2003. Projectrapport nr. 510320, PPO.

Uenk, D., C. Grashoff & R. Booij, 2003.

N-vensters in aardappelen op Telen met toekomstbedrijven. Jaarrapport 2002. Nota 232, Plant Research International, Wageningen.

Uenk, D. & C. Grashoff, 2004.

N-vensters in aardappelen op Telen met toekomstbedrijven. Jaarrapport 2003 (in voorbereiding).  
Plant Research International, Wageningen.

Uenk, D., B.A.M. Bouman & H.W.J. van Kasteren, 1992.

Reflectiemetingen aan landbouwgewassen: Handleiding voor het meten van gewasreflectie Standaardlijnen voor de bepaling van bodembedekking en LAI. CABO-DLO verslag 156.

Uenk, D., J. R. Begeman & R. Booij, 2001.

Stikstofbijbemesting in zetmeelaardappelen middels CropScan: Landbouwkundige en milieukundige prestaties.  
Nota 51, Plant Research International, Wageningen.



## **Bijlage I.A.**

### **Bepaling bijmestgift 2002**

Op basis van de reflectiekenmerken zoals die gemeten zijn voor de T1 op 9 juli en voor de T2 op 18 juli, zijn voor de bijmestproef de volgende bemestingsadviezen geformuleerd:

- Op 9 juli had het gewas op de 150 T1 veldjes (gemeten met de CropScan) een N-inhoud van gemiddeld 118 kg N/ha. Gerekend naar de N-inhoud van de optimaal bemeste aardappels op de geleide bemestingsproef, (bemest met 225 kg N/ha) met een N-inhoud van 153 kg N/ha, moest er bijbemest worden met  $153 - 118 \text{ kg N/ha} = 35 \text{ kg N/ha}$ .
- De 180 T1 veldjes hadden een N-inhoud van gemiddeld 126 kg N/ha. Op deze veldjes moest bijbemest worden met  $153 - 126 \text{ kg N/ha} = 27 \text{ kg N/ha}$ , afgerond 25 kg N/ha.
- Op 18 juli hadden de aardappels op de 150 T2 een N-inhoud van gemiddeld 141 kg N/ha. De optimaal bemeste aardappels hadden een N-inhoud van 151 kg N/ha zodat hier 10 kg N/ha bijbemest moest worden. Door een aanvankelijke fout in de CropScan-metingen is op deze veldjes 21 kg N/ha bijbemest.
- De 180 T2 veldjes hadden een N-inhoud van gemiddeld 140 kg N/ha zodat hier  $151 - 140 = 11 \text{ kg N/ha}$  bijbemest had moeten worden, er is hier 15 kg N/ha bijbemest.



## **Bijlage I.B.**

### **Bepaling bijmestgift 2003**

Op basis van de reflectiekenmerken zoals die gemeten zijn voor de T1 op 4 juli en voor de T2 op 16 juli, zijn voor de bijmestproef de volgende bemestingsadviezen geformuleerd:

- Op 4 juli had het gewas op de 115 T1 veldjes (gemeten met de CropScan) een N-inhoud van gemiddeld 77 kg N/ha. Gerekend naar de N-inhoud van de optimaal bemeste aardappels op de geleide bemestingsproef, (bemest met 225 kg N/ha) met een N-inhoud van 88 kg N/ha, moest er bijbemest worden met  $88 - 77 \text{ kg N/ha} = 11 \text{ kg N/ha}$ . (afgerond 10 kg N/ha).
- De 145 T1 veldjes hadden een N-inhoud van gemiddeld 84 kg N/ha. Op deze veldjes moest bijbemest worden met  $88 - 84 \text{ kg N/ha} = 4 \text{ kg N/ha}$ , afgerond 0 kg N/ha.
- Op 16 juli hadden de aardappels op zowel de 115 T2 als op de 145 T2 een N-inhoud van gemiddeld 75 kg N/ha. De optimaal bemeste aardappels hadden een N-inhoud van 80 kg N/ha zodat op de 115 T2 en de 145 T2 5 kg N/ha bijbemest moest worden. Zulke lage giften zijn niet te doseren, vandaar dat er niet meer is bijbemest.





## Bijlage II.A.

### Detailgegevens tussentijdse oogsten 2002

*De N-inhoud (CropScan), de gemiddelde Knolopbrengst (vers en droog) en de gemiddelde totale N-opname met hun standaardafwijkingen in kg/ha van de verschillende objecten van het ras Seresta van de **Tussentijdse oogsten** op 9 en 18 juli op de bijmestproef.*

#### Tussentijdse oogsten op 9 en 18 juli

Object	Meetdata en N-inhoud						
	CropScan	Knol vers	stdevp	Knol droog	stdevp	N-opname	stdevp
		(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )	
150 T0	9 juli - 113.0						
150 T1	9 juli - 118.1	16887	3005	3641	610.8	180	37
150 T2	18 juli - 140.4	24330	488	5807	125.6	186	15
180 T0	9 juli - 132.9						
180 T1	9 juli - 119.2	16087	1236	3402	303.1	183	13
180 T2	18 juli - 143.4	22304	986	5330	353.5	194	19



## Bijlage II.B.

### Detailgegevens tussentijdse oogsten 2003

*De N-inhoud (CropScan), de gemiddelde Knolopbrengst (vers en droog) en de gemiddelde totale N-opname met hun standaardafwijkingen in kg/ha van de verschillende objecten van het ras Seresta van de **Tussentijdse oogsten** op 7 en 21 juli op de bijmestproef.*

#### Tussentijdse oogsten op 7 en 21 juli

Object	Meetdata en N-inhoud						
	CropScan	Knol vers	stdevp	Knol droog	stdevp	N-opname	stdevp
		(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )	
115 T0	4 juli – 80.7						
115 T1	4 juli – 76.7	23072	755	5126	133	153	14
115 T2	16 juli – 75.0	29493	1515	8303	408	156	8
145 T0	4 juli – 84.0						
145 T1	4 juli – 84.2	22467	1240	4992	262	183	13
145 T2	16 juli – 75.8	30507	1491	8560	252	174	14



## Bijlage III.A.

### Detailgegevens eendoogst 2002

*De totale N-gift, de gemiddelde Knolopbrengst (vers en droog) de gemiddelde N-opname, het Onderwatergewicht in gr, het Uitbetalingsgewicht en de N-mineraal (0 – 30 cm) met hun standaardafwijking in kg/ha op de verschillende objecten van het ras Seresta op bij de eendoogst op 10 Oktober.*

#### Eendoogst op 10 oktober

Object	N-gift	Knol vers	stdevp	Knol droog	stdevp	N-opname	stdevp
	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )	
150 T0	150	50067	2281.3	14483.7	734.9	181	12.8
150 T1	185	52419	866.4	14978.5	221.6	206	6.0
150 T2	171	50598	1897.4	14434.5	521.0	196	13.3
180 T0	180	49926	1979.0	14241.8	517.5	198	12.9
180 T1	205	51596	954.6	14706.0	356.1	215	2.9
180 T2	195	53015	2555.0	15126.8	540.4	214	14.9
<i>LSD p &lt; 5%</i>		-		-		19.2	
Object	N-gift	OWG	stdevp	UBG	stdevp	N-min	stdevp
	(kg ha <sup>-1</sup> )	(g per 5050 g)		(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )	
150 T0	150	536.5	5.1	72849	3470	33	2.6
150 T1	185	530.5	6.0	75218	1415	34	6.2
150 T2	171	532.8	10.5	72982	2974	32	5.3
180 T0	180	530.7	8.8	71649	2611	33	4.0
180 T1	205	529.8	6.4	73914	1364	33	4.0
180 T2	195	530.0	6.3	75956	2939	36	6.0
<i>LSD p &lt; 5%</i>		-		4300		-	



## Bijlage III.B.

### Detailgegevens eind oogst 2003

*De totale N-gift, de gemiddelde Knolopbrengst (vers en droog) de gemiddelde N-opname, het Onderwatergewicht in gr, het Uitbetalingsgewicht en de N-mineraal (0 – 30 cm) met hun standaardafwijking in kg/ha op de verschillende objecten van het ras Seresta op bij de eind oogst op 23 september.*

#### Eind oogst op 23 september

Object	N-gift	Knol vers	stdevp	Knol droog	stdevp	N-opname	stdevp
	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )	
115 T0	115	41492	6488	12059	1627	147	11
115 T1	125	42028	5065	12181	1286	155	7
115 T2	115	42525	4567	12463	1024	149	12
145 T0	145	43158	4311	12606	1072	171	8
145 T1	145	44980	4484	13018	759	180	9
145 T2	145	43387	7262	12594	1571	169	12
<i>LSD p &lt; 5%</i>		-		-		16.0	

Object	N-gift	OWG	stdevp	UBG	stdevp	N-min	stdevp
	(kg ha <sup>-1</sup> )	(g per 5050 g)		(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )	
115 T0	115	539	15.8	60462	7874	39	11
115 T1	125	532	10.8	60407	6104	39	11
115 T2	115	543	19.8	62524	4597	35	11
145 T0	145	540	13.0	63153	4524	43	17
145 T1	145	535	24.1	64857	2866	39	6
145 T2	145	541	24.4	63186	7502	48	16
<i>LSD p &lt; 5%</i>		-		5813		-	





## Bijlage IV.A.

### Gegevens N-voorraad 2002

*N-voorraad in de bodem in voor en na seizoen, op 20 maart en op 24 september.*

N-voorraad in de bodem op 20 maart 2002 in kg/ha

Diepte	Herh. 1	Herh. 2	Herh. 3	Herh. 4
0 – 30	32	19	16	14
30 – 60	6	8	6	6
<b>0 – 60</b>	<b>38</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>20</b>

N-voorraad in de bodem op 24 september 2002 in kg/ha

Diepte	Object	150	180
0 – 30	T0	<b>33</b>	<b>33</b>
0 – 30	T1	<b>34</b>	<b>33</b>
0 – 30	T2	<b>32</b>	<b>36</b>



## Bijlage IV.B.

### Gegevens N-voorraad 2003

*N-voorraad in de bodem in voorseizoen, op 26 maart 2003.*

N-voorraad in de bodem op 26 maart 2003 in kg/ha

Diepte	Object	kg N/ha
0 – 30	Seresta	14
30 – 60	Seresta	12
<b>0 – 60</b>	<b>Seresta</b>	<b>26</b>

N-voorraad in de bodem op 26 maart 2003 in kg/ha

Diepte	Object	kg N/ha
0 – 30	Mercator	<b>17</b>
0 – 30	Mercator	<b>13</b>
0 – 30	Mercator	<b>30</b>

*N-voorraad in de bodem in naseizoen, op 3oktober 2003 in kg N/ha (na de oogst).*

Diepte	Object	115	145
0 – 30	Seresta T0	27	33
30 – 60	Seresta T0	12	9
<b>0 – 60</b>	<b>Seresta T0</b>	<b>39</b>	<b>42</b>
0 – 30	Seresta T1	30	30
30 – 60	Seresta T1	9	9
<b>0 – 60</b>	<b>Seresta T1</b>	<b>39</b>	<b>39</b>
0 – 30	Seresta T2	27	38
30 – 60	Seresta T2	7	9
<b>0 – 60</b>	<b>Seresta T2</b>	<b>34</b>	<b>48</b>



**Bijlage V.A.****Details tusseñoogsten N-trappen en  
standaard CropScan-object 2002**

Aardappelproef Rolde 2002

Gegevens tusseñoogst Geleide bemestingsproef

Oogst 9 juli, 12 planten per veldje

	Seresta			Mercator		
	kg N/ha	Gem	stdevp	kg N/ha	Gem	stdevp
	Opbr seresta			opbr mercator		
Knol vers gew (kg/ha)	0	16707	1068	0	14739	1937
	150	18514	621	120	16343	1420
	225	15722	2063	180	14751	2183
	375	13768	582	300	12766	1390
	180	16830	2751	140	16211	645
Knol droog gew (kg/ha)	0	3561	262	0	3234	422
	150	3841	291	120	3223	276
	225	3141	418	180	2915	524
	375	2714	86	300	2451	325
	180	3533	642	140	3238	123
Loof vers gew (kg/ha)	0	19003	1179	0	16324	1498
	150	38790	1897	120	34526	4361
	225	46225	2617	180	38448	5113
	375	46258	6530	300	42941	2405
	180	40523	7983	140	33382	1635
Loof droog gew (kg/ha)	0	2174	97	0	1816	170
	150	3789	132	120	3369	380
	225	4104	269	180	3718	367
	375	4148	477	300	4049	302
	180	3813	654	140	3406	146
N-opname knol (kg/ha)	0	28	3	0	25	4
	150	51	4	120	46	4
	225	45	5	180	45	7
	375	39	2	300	39	5
	180	47	8	140	43	4
N-opname loof (kg/ha)	0	51	8	0	42	5
	150	130	9	120	118	22
	225	173	9	180	154	23
	375	185	22	300	172	36
	180	154	50	140	121	11



## Bijlage V.B.

# Details tusseñoogsten N-trappen en standaard CropScan-object 2003

Aardappelproef Rolde 2002

Gegevens tusseñoogst Geleide bemestingsproef

Oogst 7 juli, 12 planten per veldje

	Seresta			Mercator		
	kg N/ha	Gem	stdevp	kg N/ha	Gem	stdevp
	Opbr seresta			opbr mercator		
Knol vers gew (kg/ha)	0	13725	994	0	13791	4032
	150	21993	1472	120	26144	2020
	225	19935	1398	180	19837	2696
	375	16569	449	300	16454	897
	CS 185	23415	1048	CS 160	23644	1548
Knol droog gew (kg/ha)	0	2817	254	0	2956	872
	150	4817	329	120	5369	388
	225	4252	381	180	3847	546
	375	3393	123	300	3057	186
	CS 185	5133	214	CS 160	4944	368
Loof vers gew (kg/ha)	0	10408	674	0	10245	3884
	150	34575	2834	120	30752	3750
	225	40850	3269	180	39346	2525
	375	45605	4112	300	35278	17609
	CS 185	33023	1753	CS 160	26683	1124
Loof droog gew (kg/ha)	0	1228	75	0	1221	393
	150	3345	271	120	3042	311
	225	3629	209	180	3595	287
	375	3940	309	300	2923	1430
	CS 185	3296	208	CS 160	2740	75
N-opname knol (kg/ha)	0	20	2	0	22	7
	150	58	5	120	59	5
	225	57	5	180	50	6
	375	49	2	300	45	3
	CS 185	59	2	CS 160	49	4
N-opname loof (kg/ha)	0	24	2	0	27	10
	150	98	17	120	76	9
	225	135	19	180	130	11
	375	159	26	300	120	58
	CS 185	93	8	CS 160	62	7

