

Ontwikkeling van geleide bemestingssystemen bij de teelt van zetmeelaardappelen 2002-2003

ing. W.C.A. van Geel & ing. K.H. Wijnholds (PPO), dr. C. Grashoff (PRI)

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd, 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Dit onderzoek is financieel mede mogelijk gemaakt door:

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Projectnummer: 510168

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 PROEFOPZET EN –UITVOERING	9
2.1 Objectenkeuze.....	9
2.2 Beschrijving van de bijmestsystemen	10
2.2.1 NBS-bodem.....	10
2.2.2 Bladsteeltjesmethode.....	12
2.2.3 Aardappelmonitoring	13
2.2.4 CropScan-methode (gewasreflectie)	13
2.2.5 SPAD-methode	13
2.3 Uitvoering	14
3 RESULTATEN 2002	17
3.1 Bijmestadviezen in 2002	17
3.1.1 Bijmestadviezen van de verschillende bijmestsystemen.....	17
3.1.2 NBS-bodem.....	17
3.2 Opbrengst, kwaliteit, stikstofopname en –benutting in 2002.....	19
3.2.1 Seresta.....	19
3.2.2 Mercator	20
4 RESULTATEN 2003	23
4.1 Bijmestadviezen in 2003	23
4.1.1 Bijmestadviezen van de verschillende bijmestsystemen.....	23
4.1.2 NBS-bodem.....	24
4.2 Opbrengst, kwaliteit, stikstofopname en –benutting in 2003.....	25
4.2.1 Seresta.....	26
4.2.2 Mercator	27
5 DISCUSSIE	29
6 CONCLUSIES	33
LITERATUUR.....	35
BIJLAGE 1. PROEFVELDSHEMA'S.....	37
BIJLAGE 2. TEMPERATUUR (°C), NEERSLAG EN GEWASVERDAMPING (MM).....	39
BIJLAGE 3. UITSLAGEN EN ADVIEZEN VAN DE VERSCHILLENDE SYSTEMEN	41
NBS-bodem 2002.....	41
Bladsteeltjesmethode 2002.....	42
Aardappelmonitoring 2002.....	44
Chlorofylmetingen 2002.....	45
NBS-bodem 2003.....	46
Bladsteeltjesmethode 2003.....	46

Aardappelmonitoring 2003.....	48
Chlorofylmetingen 2003.....	49
BIJLAGE 4. SPREIDING MEETUITSLAGEN.....	51
BIJLAGE 5. BODEMBEDEKKING, GEMETEN MET DE CROPSCAN.....	53
BIJLAGE 6. VERLOOP VAN DE DROGESTOFPRODUCTIE EN DE STIKSTOFOPNAME.....	57
BIJLAGE 7. POTENTIËLE MINERALISATIE	67
BIJLAGE 8. NMIN-VERLOOP IN DE BODEM TE VREDEPEEL	69
BIJLAGE 9. BEOORDELING GEWASSTAND / MATE LOOFAFSTERVING	71
BIJLAGE 10. OPBRENGST EN N-OPNAME	73
BIJLAGE 11. KOSTEN VOOR BEMONSTERINGEN OF METINGEN.....	81

Samenvatting

In het kader van LNV-onderzoeksprogramma Mest- en Mineralen verrichten PPO en PRI onderzoek aan systemen van geleide bemesting. Geleide bemesting heeft tot doel om het aanbod van nutriënten beter af stemmen op de gewasvraag, zodat bij optimale productie en kwaliteit de mestgift zo klein mogelijk is en de verliezen naar het milieu worden beperkt.

De stikstofbemesting in de zetmeelaardappelteelt is gericht op het behalen van een optimaal financieel rendement, waarbij de stikstofgift niet te laag en niet te hoog mag zijn. De stikstofgift wordt afgestemd op het ras en vaak in één keer vóór poten toegediend. Echter, de wisselende en moeilijk te voorspellen mineralisatie van stikstof maakt het lastig om de optimale gift goed te kunnen bepalen. Om hier beter op in te kunnen spelen, zijn bijmestsystemen ontwikkeld, waarbij met een lagere stikstofgift wordt gestart en in de zomer wordt bijbemest. De hoogte van de bijmestgift wordt bepaald na meting van de stikstofvoorraad in de bodem of de stikstofstoestand van het gewas.

Stikstofbijmestsystemen zijn een belangrijk onderdeel van geleide bemesting. In 2002 en 2003 hebben PPO en PRI in een veldproef op proefboerderij Kooijenburg (Drentse zandgrond) verschillende stikstofbijmestsystemen onderzocht in zetmeelaardappelen. Doel van het onderzoek was de systemen te vergelijken, verder te ontwikkelen en te beoordelen welk systeem het beste voldoet en bij welke systemen verbeteringen of verfijningen mogelijk zijn. Het betrof de volgende in praktijk beschikbare of in ontwikkeling zijnde systemen:

<u>Systeem:</u>	<u>Bijbemesting op basis van:</u>
NBS-bodem:	gemeten stikstofvoorraad in de bodem, die wordt gerelateerd aan de stikstofopname door het gewas (afgeleid van een standaard opnamecurve)
Bladsteeltjesmethode:	nitraatgehalte in de bladsteeltjes
Aardappelmonitoring:	verloop van het nitraatgehalte in de bladsteeltjes en van het loofgewicht
CropScan-methode:	stikstofinhoud van het gewas, afgeleid uit de lichtreflectie door het loof, gemeten met de CropScan
SPAD-methode:	verloop van het chlorofylgehalte in het blad (methode in ontwikkeling)

De systemen zijn beproefd in Seresta (het meest geteelde zetmeelaardappelras) en in het late ras Mercator. Bij Seresta is vóór poten een basisgift gestrooid van 150 kg N per ha in 2002 en 115 kg N per ha in 2003. Bij Mercator bedroeg de basisgift 120 kg N per ha in 2002 en 90 kg N per ha in 2003. De basisgift was in 2003 verlaagd om een zomogelijk grotere besparing op de stikstofgift te kunnen behalen. In juni en juli is bijbemest op indicatie van de systemen. Daarnaast is een reeks vaste N-trappen aangelegd om een optimale gift te kunnen afleiden.

De stikstofbemestingsrichtlijn van PPO voor Seresta bedraagt 250 kg N per ha en voor Mercator 185 kg N per ha. Ten opzichte van deze richtlijnen kon in 2002 bij Seresta 70 kg N per ha worden bespaard en bij Mercator 65 kg N per ha. Indien bij bemesting volgens de stikstofbemestingsrichtlijn echter 30 kg N per ha van de gift wordt afgetrokken vanwege de stikstofnawerking uit het blad van de voorgaande teelt suikerbiet, was het verschil kleiner: 40 kg N per ha besparing bij Seresta en 35 kg N per ha bij Mercator. Misschien had in 2002 bij Mercator een grotere besparing kunnen worden behaald, als met een lagere basisgift was gestart.

In 2003 was bij Seresta geen besparing mogelijk ten opzichte van de richtlijn. De optimale stikstofgift was zelfs iets hoger dan de richtlijn. Toepassing van een stikstofbijmeststelsel in combinatie met de lage basisgift leidde dat jaar tot een niet-optimale stikstofbemesting en een wat lager uitbetalingsgewicht.

Waarschijnlijk is de basisgift voor Seresta te laag geweest.

Bij Mercator werd daarentegen 15-25 kg N per ha bespaard in 2003, zonder opbrengstderving. Er kon bij Mercator wel met een lagere basisgift worden volstaan. Mercator reageerde zelfs gunstig op deling van de stikstofgift. Dat leidde tot een hoger uitbetalingsgewicht dan in één keer de hele gift vóór poten toedienen.

Het vaststellen van een juiste, rasafhankelijke basisgift is een belangrijk aandachtspunt, dat nog om nader onderzoek vraagt.

Van de onderzochte bijmestsystemen voldeden de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de CropScan-methode het beste. Van deze drie kwam er geen eenduidig als beste naar voren. Het wisselde per jaar en ras.

Een verbeterpunt voor de CropScan-methode zou zijn als bij onvolledige grondbedekking door het gewas al een bijmestadvies kan worden gegeven, zomogelijk in combinatie met meting van de Nmin-voorraad.

De SPAD-methode en NBS-bodem voldeden niet goed. De SPAD-methode gaf te lage adviezen. De methode is in zijn huidige vorm nog niet praktijkrijp en moet worden aangepast.

Bij NBS-bodem bleek de stikstofopnamecurve die wordt gehanteerd, sterk af te wijken van het actuele stikstofopnameverloop, hetgeen tot onjuiste bijmestadviezen leidde.

Het gebruik in NBS-bodem van een flexibele stikstofopnamecurve op basis van de temperatuursom is mogelijk een perspectiefvolle verbetering.

Een ander aandachts- (en onderzoeks)punt voor verbetering van NBS-bodem is het bepalen van de juiste bemonsteringsdiepte om de voor het gewas beschikbare hoeveelheid stikstof in de bodem vast te stellen.

De niet in de knollen opgenomen stikstof, die na de oogst op het veld achterbleef (in gewasresten en in minerale vorm), was lager naarmate de stikstofgift lager was.

De gemeten Nmin na oogst in de bodemlaag 0-60 cm was geen goede indicator of er nauwkeurig was bemest.

De stikstofbesparing in zetmeelaardappelen door toepassing van bijmestsystemen lijkt in te liggen tussen 0 en 40 kg N per ha. Dat is weinig om de kosten van een bijmeststelsel te compenseren, tenzij de teler zelf het monster neemt en analyseert. In een situatie met sterke mineralisatie kan bijsturing via bijmestsystemen mogelijk een groter voordeel opleveren.

1 Inleiding

In 2002 heeft het ministerie van LNV het onderzoeksprogramma Mest- en Mineralen 398-I gestart, dat zich richt op maatregelen om de mineralenverliezen te verminderen. Één van de thema's in het programma is het ontwikkelen en toepasbaar maken van systemen voor geleide bemesting. Het doel van geleide bemesting is om een maximale opbrengst en kwaliteit te realiseren met een zo nauwkeurig mogelijk op de gewasbehoefte afgestemd aanbod van nutriënten, waarbij de benutting van de nutriënten zo hoog mogelijk is en het verlies zo laag mogelijk. Geleide bemesting omvat de toepassing van bijmestsystemen, het gebruik van minder uitspoelingsgevoelige meststoffen en een betere plaatsing van de meststof (o.a. rijenbemesting).

In het project "Ontwikkeling van geleide bemestingssystemen" worden verschillende systemen van geleide bemesting voor stikstof in veldproeven vergeleken en verder ontwikkeld. In dit kader heeft het Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) in samenwerking met Plant Research International (PRI) in 2002 en 2003 een proef uitgevoerd in zetmeelaardappelen op Noordoostelijke zandgrond op proefboerderij Kooijenburg.

Aardappel is qua areaal één van de grootste akkerbouwgewassen in Nederland en wordt zowel op de klei- als zandgronden verbouwd. De aardappelteelt kenmerkt zich door een veelal lage benutting van stikstof en een hoge hoeveelheid achtergebleven minerale stikstof in de bodem na de oogst. Die stikstof spoelt in de herfst en winter grotendeels uit naar het grondwater, met name op de droge zandgronden. Echter ook tijdens de teelt kan bij forse hoeveelheid neerslag in het voorjaar of de zomer uitspoeling van stikstof optreden. Vanwege de lage stikstofefficiency en het relatief grote areaal is het belangrijk om in de aardappelteelt het stikstofverlies naar het milieu te beperken via geleide bemesting (Lokhorst et al., 2003). In de zetmeelaardappelteelt zijn voor het financieel resultaat zowel de knolopbrengst als het onderwatergewicht (owg) van de knollen (een maatstaf voor het drogestofgehalte) van belang. De knolopbrengst (veldgewicht) wordt via een correctie voor het owg omgerekend naar een uitbetalingsgewicht. Hoe hoger het owg, hoe hoger de uitbetaling.

Het owg is afhankelijk van het ras en daarnaast van de groeiomstandigheden, waaronder het stikstofaanbod. Stikstof bevordert de productie, maar teveel stikstof verlaagt het owg, bevordert de vatbaarheid voor phytophthora en kan leiden tot hogere bewaarverliezen (Van Loon et al., 1999; Van Loon et al. 1995). Ook komt door een hoog stikstofaanbod de knolgroei later op gang, blijft het loof langer groen en rijpt het gewas later af. Met name bij late rassen moet de gewasgroei dan vaak voortijdig worden beëindigd door doding van het nog groene loof. Daardoor kan de knolopbrengst lager uitvallen omdat de herverdeling van assimilaten van het loof naar de knollen nog niet is voltooid. Ook is het owg lager dan wanneer het gewas had kunnen uitgroeien. Om ervoor te zorgen dat late rassen tijdig afrijpen, moet de stikstofgift lager zijn dan voor een vroeg ras.

Het vaststellen van de optimale stikstofgift is lastig. De benodigde stikstofgift is afhankelijk van:

- a. de gewasbehoefte, die behalve door het ras wordt bepaald door de groeisnelheid en productie;
- b. bodemprocessen als mineralisatie, uitspoeling, denitrificatie en immobilisatie die mede het aanbod van stikstof bepalen.

Met name mineralisatie van stikstof in de bodem gedurende het groeiseizoen is een moeilijk te voorspellen factor op de zand- en vooral de dalgronden in Noordoost-Nederland. De mineralisatie wisselt per perceel (door verschillen in organische-stofgehalte), maar ook per jaar als gevolg van verschil in weersomstandigheden (met name temperatuur).

Door controle en bijsturing tijdens de teelt middels een stikstofbijmeststelsel (NBS) kan beter worden ingespeeld op de wisselende groeiomstandigheden. Hierbij wordt een deel van de stikstof bij aanvang van de teelt gegeven (de basisgift) en wordt in de zomer bijbemest op basis van meting van de stikstofstatus van de bodem of het gewas. De basisgift bedraagt ongeveer 60% van de gift volgens de landelijke stikstofbemestingsrichtlijn (Van Loon et al., 1999).

Met de toepassing van een NBS wordt beoogd een maximale opbrengst en kwaliteit te behalen met een zo

gering mogelijk verlies aan stikstof naar het milieu. Belangrijkste aspect hierbij is de beperking van de hoeveelheid minerale stikstof die na de oogst in de bodem achterblijft. Echter ook in een nat voorjaar en/of een natte zomer kan door deling van de stikstofgift het stikstofverlies tijdens de teelt worden beperkt.

Er zijn voor aardappel meerdere bijmestsystemen in praktijk beschikbaar en er zijn ook enkele systemen in ontwikkeling. Doel van dit onderzoek was een aantal systemen te vergelijken, verder te ontwikkelen en te beoordelen welk systeem het beste voldoet en bij welke systemen verbeteringen of verfijningen mogelijk zijn. Een belangrijk beoordelingsaspect is om het resultaat van elk systeem te vergelijken met dat van de economisch optimale gift onder de gegeven groeiomstandigheden volgens de meest gangbare bemestingsmethode in praktijk.

In hoofdstuk 2 van dit verslag wordt de opzet en uitvoering van de proef beschreven. Hierin wordt de proefopzet en de keuze voor de systemen toegelicht en worden de systemen beschreven. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de proef weer, welke in hoofdstuk 4 worden bediscussieerd.

2 Proefopzet en –uitvoering

De proef is uitgevoerd met twee verschillend op stikstof reagerende rassen: Seresta en Mercator. Seresta is een vroeg zetmeelaardappelras, Mercator een laat. In verband met de praktische uitvoerbaarheid en de proefveldgrootte zijn de rassen elk in een afzonderlijke proef naast elkaar neergelegd.

2.1 Objectenkeuze

De volgende in praktijk beschikbare en in ontwikkeling zijnde stikstofbijmestsystemen in aardappel zijn in de proef opgenomen:

- NBS op basis van de stikstofvoorraad in de bodem
- NBS op basis van het nitraatgehalte in de bladsteeltjes
- NBS op basis van de combinatie nitraatgehalte in de bladsteeltjes en ontwikkeling van het loofgewicht (aardappelmonitoring van Altic)
- NBS op basis van lichtreflectie via meting met de CropScan
- NBS op basis van bladkleur (chlorofylgehalte) via meting met de SPAD-meter

Stikstofrijenbemesting en fertigatie zijn buiten beschouwing gelaten. Stikstofrijenbemesting in aardappel leidt op de Nederlandse (veelal stikstofrijke) gronden niet tot een duidelijk betere stikstofbenutting. Fertigatie leidt soms wel tot een betere stikstofbenutting, maar is vanwege de hoge kosten economisch niet aantrekkelijk in zetmeelaardappelen.

Het systeem van Hydro-Agri waarbij in één werkgang de gewasreflectie wordt gemeten met een voorop de trekker gemonteerde N-sensor en tegelijkertijd op basis van de uitslag van de meting wordt bijbemest, wordt evenmin in de proef opgenomen. Een dergelijk systeem kan niet op proefveldniveau worden getest. De veldjes zijn daarvoor te klein.

Het voor zetmeelaardappels ontwikkelde Decision Support System Tipstar, wordt binnen Agrobiokon onderzocht en is niet in deze proef opgenomen.

Voor de ontwikkeling van een bijmestmethode waarbij gebruik wordt gemaakt van stikstofvensters is een aparte proef aangelegd (door PRI), om een nieuw concept te ontwikkelen, waarbij wordt bijbemest op basis van omgekeerde stikstofvensters in combinatie met CropScan-metingen (Uenk et al., 2003)

Bij de vergelijking van de stikstofbijmestsystemen die in de proef zijn opgenomen, is beoordeeld:

- welke stikstofbijmestsystemen onder de gegeven groeiomstandigheden een juist bijmestadvies geven, gelet op opbrengst en kwaliteit;
- hoeveel stikstofbesparing dat oplevert ten opzichte van bemesting volgens de stikstofbemestingsrichtlijn van PPO voor het betreffende ras en hoe groot het effect is op de hoeveelheid minerale stikstof die na de oogst in de bodem achterblijft;
- op welke punten de slecht-presterende bijmestsystemen tekort schieten.

Om een optimale gift te kunnen afleiden, is bij beide rassen een reeks vaste stikstoftrappen aangelegd. Bij alle trappen is de stikstof als eenmalige gift toegediend vóór het poten, hetgeen in praktijk voor zetmeelaardappelen het meest gebruikelijk is.

Bij de verschillende bijmestsystemen is in 2002 vóór poten een basisgift gestrooid van 150 kg N per ha bij het ras Seresta en van 120 kg N per ha bij Mercator. In 2003 zijn deze basisgiften verlaagd naar 115 kg N per ha bij Seresta en 90 kg N per ha bij Mercator om een zomogelijk grotere besparing op de stikstofgift te kunnen behalen.

Bij alle objecten is bemest met kalkammonsalpeter (KAS). Tabel 1 geeft een overzicht van de opgenomen objecten in de proef.

Tabel 1. **Overzicht van de proefobjecten.**

Object	Stikstofgift vóór poten (kg N per ha)		Stikstofgift in juni-juli
	Seresta	Mercator	
nulobject	0	0	0
vaste trap	75	60	0
vaste trap	150	120	0
vaste trap	225	180	0
vaste trap	300	240	0
vaste trap	375	300	0
NBS-bodem	150 ¹ / 115 ²	120 ¹ / 90 ²	volgens advies systeem
bladsteeltjesmethode	150 / 115	120 / 90	volgens advies systeem
aardappelmonitoring	150 / 115	120 / 90	volgens advies systeem
CropScan-methode	150 / 115	120 / 90	volgens advies systeem
SPAD-methode	150 / 115	120 / 90	volgens advies systeem

Noten:

1. basisgift in 2002
2. basisgift in 2003

2.2 Beschrijving van de bijmestsystemen

2.2.1 NBS-bodem

2.2.1.1 Adviesbasis bemesting akkerbouw

Bij het NBS-bodem, zoals dat is omschreven in de adviesbasis bemesting (Van Dijk, 2003), wordt circa 2/3 van de berekende gift volgens de landelijke stikstofbemestingsrichtlijn (Van Dijk, 2003) als basisbemesting toegediend vóór het poten. Daarna wordt bijbemest op basis van de verwachte gewasopname en de beschikbare hoeveelheid bodemstikstof. De bijmestgift wordt berekend volgens de formule:

$$N\text{-gift} = (NOG\text{-}t_2 - NOG\text{-}t_1) - MBN\text{-}t_1 - MIN + BUF$$

waarbij:

- t_1 = het tijdstip waarop de bodemvoorraad stikstof is gemeten
- t_2 = het tijdstip van de volgende meting of de oogst
- N-gift = de bijmestgift
- $NOG\text{-}t_2 - NOG\text{-}t_1$ = geschatte stikstofopname door het gewas tussen tijdstip t_1 en t_2
- $MBN\text{-}t_1$ = hoeveelheid minerale bodemstikstof op tijdstip t_1
- MIN = geschatte bijdrage door mineralisatie in de periode tussen t_1 en t_2 .
- BUF = buffer (een veiligheidsmarge)

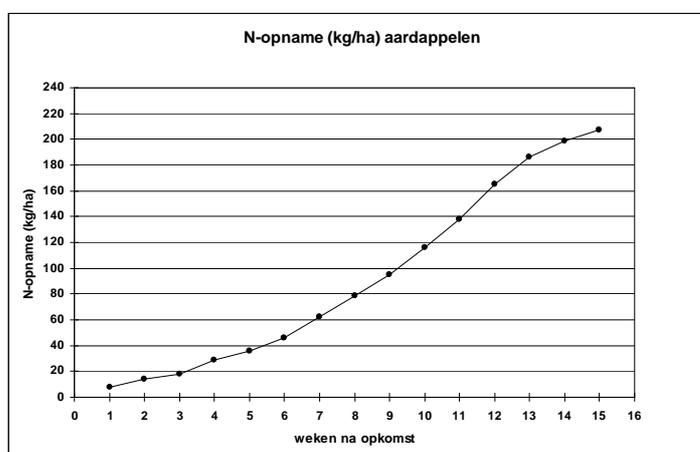
De geschatte stikstofopname door het gewas tussen tijdstip t_1 en t_2 wordt afgelezen van een standaard-stikstofopnamecurve (zie figuur 1).

De actuele N_{min} -voorraad in de bodem op t_1 wordt op zand- en dalgrond in de laag 0-30 cm gemeten. Voor de bijdrage door stikstofmineralisatie in de bodem kan volgens de adviesbasis bemesting voor zetmeelaardappelen worden gerekend met gemiddeld 1 kg N per ha per dag tussen de twee meetmomenten dan wel vanaf het laatste meetmoment tot 15 augustus. Voor een naar inschatting zwakker mineraliserende grond kan 0,8 kg N per ha per dag worden aangehouden en voor een sterker mineraliserende grond 1,2 kg N per ha per dag.

In de praktijk wordt omwille van kosten en arbeid meestal maar 1 keer bemonsterd: drie tot vier weken na opkomst. De te hanteren buffer bedraagt dan 80 kg N per ha voor kleigrond en 60 kg N per ha voor zandgrond. Wanneer meerdere keren wordt bemonsterd, kan in de loop van het groeiseizoen de buffer worden verlaagd met 10 kg N per ha per twee weken. Door meerdere keren te meten, mag een nauwkeurigere bijbemesting worden verwacht.

Tot slot wordt de bijmestgift gecorrigeerd voor de vroegheid van het ras. Bij laatrijpende rassen wordt de

stikstofgift verlaagd om een te late afrijping te voorkomen. Als criterium hiervoor wordt het vroegheidscijfer van het ras gebruikt, dat is weergegeven in de Rassenlijst voor Landbouwgewassen. Vroege rassen hebben een hoger cijfer dan late rassen. Voor zetmeelaardappelsrassen met een vroegheidscijfer lager dan 4,5 wordt een korting op de stikstofgift tot aan de oogst aangebracht van 5 kg N/ha per 0,5 punt verschil.



Figuur 1. Stikstofopnamecurve uit de adviesbasis bemesting ten behoeve van NBS-bodem.

2.2.1.2 Stikstof^{plus}

In deze proef is voor NBS-bodem het analyse- en adviessysteem Stikstof^{plus} van Blgg gevolgd. De grondmonsters zijn naar Blgg gestuurd voor N_{min}-bepaling, waarna Blgg de uitslag met een bijmestadvies terugstuurt. Het advies van Stikstof^{plus} is verfijnder ten opzichte van de omschrijving in de adviesbasis bemesting:

- De geschatte stikstofbehoefte wordt naast de vroegheid van het ras afgestemd op het verwachte opbrengstniveau.
- De mineralisatie wordt bepaald door:
 - een schatting van de mineralisatie uit oogstresten van het voorgewas, eventueel ondergewerkte groenbemesters en organische-mestgiften;
 - een correctie voor een hogere of lagere basismineralisatie van de bodem dan gemiddeld, op basis van het organische stofgehalte en het lutumgehalte.

De teler moet de daarvoor benodigde informatie geven, o.a. over de voorvrucht, groenbemesters, organische-mestgiften en over de bodem.

2.2.1.3 Schatting stikstofopname met temperatuursom

Een minpunt in NBS-bodem is dat wordt uitgegaan van een vaste stikstofopnamecurve om te bepalen hoeveel stikstof het gewas in een bepaalde periode opneemt. Het opnameverloop kan sterk variëren, afhankelijk van de groeiomstandigheden en het poottijdstip.

Het risico van onderschatting van de gewasopname wordt afgedekt via de buffer. Wanneer men nauwkeuriger kan inschatten hoeveel stikstof het gewas in de voorliggende periode opneemt, kan de buffer wellicht worden verlaagd en kan er scherper worden bemest.

Steltenpool en Van Erp (1995) hebben een formule opgesteld om de actuele stikstofopname te schatten op basis van de temperatuursom vanaf het pootmoment in plaats van op basis van het aantal weken na opkomst. De totale stikstofopname (N_{max}) moet vooraf worden geschat op basis van de opbrengst die wordt verwacht of nagestreefd. In de periode tussen poten en 15 augustus wordt de actuele opname op elk moment berekend met de formule:

$$\text{Actuele N-opname} = N_{\text{max}} * \text{EXP} (-\text{EXP} (-0,00494 * (T\text{-som} - 544)))$$

waarbij: N_{max} = 1,188 * totale N-opname in de knollen bij oogst

Voor de berekening van de T-som is een basistemperatuur van 2°C genomen. Dit houdt in dat de T-som is berekend op basis van de gemiddelde etmaaltemperatuur minus 2 graden.

Hoewel bij deze methode het stikstofopnameverloop wordt gerelateerd aan de temperatuur, wordt de maximale stikstofopname nog steeds vooraf geschat, terwijl deze ook kan variëren, afhankelijk van de groeiomstandigheden.

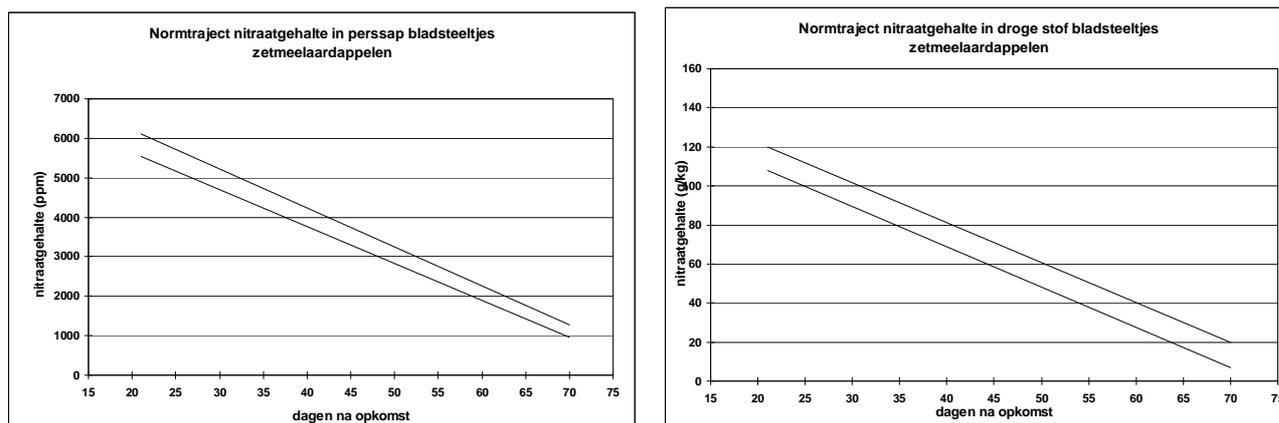
In dit onderzoek naar geleide bemestingssystemen zijn de standaard-stikstofopnamecurve en de opnamecurve op basis van de temperatuursom vergeleken met het actuele opnameverloop. Daarbij is Nmax geschat op: $1,188 * (60 \text{ ton per ha} * 3,7 \text{ kg N per ton}^1) = 264 \text{ kg N per ha}$.

Bij het NBS-bodem is de hoogte van de bijmestgift ook afhankelijk van de uitslag van de Nmin-bemonstering. Een veelgehoord punt van kritiek is de variabiliteit van de Nmin-metingen. In een korte periode kunnen aanzienlijke schommelingen optreden in hoeveelheid gemeten N-min. Om die reden kiezen veel telers liever voor een gewasgeoriënteerd bijmeststelsel, zoals de bladsteeltjesmethode.

2.2.2 Bladsteeltjesmethode

Bij de bladsteeltjesmethode wordt vanaf 3-4 weken na opkomst tot 4 à 5 weken daarna in principe wekelijks het nitraatgehalte in bladsteeltjes gemeten. Het nitraat kan zowel in het sap van de bladsteeltjes worden gemeten als in de gedroogde bladsteeltjes. Een bepaling in het sap heeft als nadeel dat het gemeten nitraatgehalte wordt beïnvloed door het vochtgehalte in de bladsteeltjes, dat kan fluctueren. Bepaling in gedroogde bladsteeltjes heeft daarom de voorkeur. In deze proef zijn de bladsteeltjes naar Blgg gestuurd voor nitraatbepaling in gedroogde bladsteeltjes.

Voor het verloop van het nitraatgehalte is een normlijn opgesteld (figuur 2). Wanneer het nitraatgehalte onder de norm ligt, wordt bijbemest. Afhankelijk van mate van overschrijding van de normlijn, is het advies om 30-50 kg N/ha bij te bemesten. Het besluit om bij te bemesten en de hoogte van de gift zijn echter niet alleen afhankelijk van het nitraatgehalte. Naast de mate van overschrijding wordt veelal ook rekening gehouden met de verwachte mineralisatie, onder andere uit organische mest (zie bijlage 3: bemestingsadvieesschema Blgg bladsteeltjesmethode), en met de gewasgroei. Wanneer het nitraatgehalte net onder de normlijn ligt, maar het gewas goed groeit, kan de teler besluiten niet bij te bemesten en de volgende meting af te wachten.



Figuur 2. Nitraatnormlijnen voor zetmeelaardappelen uit de adviesbasis bemesting.

In praktijk wordt, uit oogpunt van arbeids- en kostenbesparing, meestal slechts twee keer bemonsterd (soms drie keer). Wanneer de nitraatnormlijn wordt overschreden, wordt dan volstaan met een eenmalige

¹ IKC-Landbouw, 1996

bijbemesting door bijvoorbeeld de basisbemesting aan te vullen tot 100% van het advies (volgens de stikstofbemestingsrichtlijn).

Verfijning is mogelijk door vaker te meten, de bijmestgift te verlagen en indien nodig vaker bij te bemesten. Lage stikstofgiften (<30 kg N per ha) kunnen worden toegediend door bijvoorbeeld 10-15 kg N per ha in de vorm van urean over het gewas te spuiten. In de proef is hier niet voor gekozen om de gebruikte meststof en toedieningswijze bij alle objecten gelijk te houden (kalkammonsalpeter strooien).

2.2.3 Aardappelmonitoring

Altic te Dronten heeft het systeem aardappelmonitoring ontwikkeld, waarbij zowel het nitraatgehalte in het sap van de bladsteeltjes als de loofgroei worden gevolgd. Voor de bepaling van het loofgroei moet de teler het loof van vijf representatieve planten bij de grond afsnijden en wegen. Hij geeft dit gewicht door aan Altic en stuurt de bladsteeltjes op, waarna Altic een advies geeft.

Altic heeft rasspecifieke normlijnen opgesteld voor het nitraatgehalte en het loofgewicht. Op basis van het verloop van het nitraatgehalte en het loofgewicht ten opzichte van de normlijnen, wordt het bijmestadvies berekend. Ook wordt rekening gehouden met het teeltdoel (b.v. industriële verwerking). De berekeningsmethode is bedrijfsgeheim. Wanneer de berekende adviesgift kleiner is dan 15 kg N per ha, wordt geen bijbemesting geadviseerd.

Er wordt vier keer bemonsterd tijdens het groeiseizoen, de eerste keer drie weken na opkomst en vervolgens om de 10 dagen. Afhankelijk van het poottijdstip of andere factoren, kan dit interval korter of langer zijn.

2.2.4 CropScan-methode (gewasreflectie)

Recent is een nieuwe bijmestmethode voor aardappelen beschikbaar gekomen, waarbij de stikstofstatus van het gewas wordt bepaald aan de hand van de lichtreflectie door het gewas. De lichtreflectie wordt gemeten met de CropScan: een reflectiemeter met een minicomputer, bevestigd op een aluminium buis. De meter 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 golflengtes van het zichtbare licht en in een deel van het infrarode gebied (460, 510, 560, 610, 660, 710, 760 en 810 nm).

Aan de hand van de reflectiekenmerken wordt de mate van grondbedekking berekend en de stikstofinhoud van het gewas. Deze stikstofinhoud wordt vergeleken met de norm (de gewenste stikstofinhoud). Wanneer de gemeten waarde onder de norm ligt, wordt het verschil bijbemest. De methode is ontwikkeld door PRI te Wageningen, die ook in deze proef de bijmestadviezen heeft gegenereerd. De omrekening van de reflectie naar de actuele stikstofinhoud van het gewas en de gehanteerde normen voor de stikstofinhoud van het gewas zijn niet openbaar.

Meestal wordt maar één keer gemeten met de CropScan. Een nadeel van de CropScan-methode is dat pas een advies kan worden gegeven bij volledige grondbedekking door het gewas (eind juni-begin juli), terwijl de praktijk vaak al in een eerder stadium informatie wil hebben over de stikstofvoorziening van het gewas c.q. wil bijbemesten. Ook is hierdoor de periode waarin kan worden gemeten vrij kort (een paar weken) en kan met één CropScan maar een beperkt aantal aardappelpercelen worden gemeten. Bovendien moet het gewas voor een betrouwbare CropScan-meting droog zijn. In een natte periode kan niet goed worden gemeten.

2.2.5 SPAD-methode

Naast gewasreflectie kan ook de kleur (chlorofylgehalte) van individuele bladeren worden gemeten, met behulp van een chlorofylmeter of een SPAD-meter. De methode maakt gebruik van doorvallend kunstlicht voor het bepalen van de groenheid van een individueel blad. De fractie van het geabsorbeerde rode licht is een (relatieve) maat voor de groenheid van het blad en daarmee een relatieve maat voor het chlorofylgehalte en het N-gehalte. In granen is hiermee veel ervaring opgedaan en zijn rasspecifieke normlijnen opgesteld voor het chlorofylgehalte.

Bij beproeving van de methode in consumptieaardappelen bleek het lastig een betrouwbare normlijn te construeren, omdat de uitslag naast het ras sterk werd beïnvloed door de groeiomstandigheden. Mede daardoor is de stikstofstatus van het gewas niet goed te bepalen uit een éénmalige meting.

PRI heeft een methode ontwikkeld waarmee bij aardappel het verloop van deze chlorofylwaarden in de tijd vertaald wordt naar een voorspelling van het uitbetalingsgewicht (ubg) en een bemestingsadvies. Voor een advies zijn 5-7 SPAD-waarnemingstijdstippen nodig tussen 30 en ca. 70 dagen na opkomst. Er kan dus pas in juli worden geadviseerd.

Het verloop van de SPAD-waarden in de serie metingen wordt vergeleken met een set normlijnen die vervaardigd zijn uit een groot aantal bemestingsproeven onder verschillende groeiomstandigheden en bemestingsniveaus. Vooral nog zijn deze normlijnen niet afhankelijk van het ras. Uit de vergelijking wordt een meest waarschijnlijk ubg voorspeld alsook de kans dat het ubg onder een bepaalde waarde ligt. Die waarden zijn een streef-ubg van 90 ton per ha en een minimaal gewenste ubg van 70 ton per ha. De kans op het behalen van 90 ton ubg per ha moet tenminste 5% bedragen en de kans op het behalen van 70 ton ubg tenminste 75%. Indien één van deze kansen kleiner is, wordt geadviseerd bij te bemesten. De methode voorziet nog niet in een variabele bijmestgift: het is 'niet bijbemesten' of 'wel bijbemesten tot het standaardadvies. Deze SPAD-methode is in de proef opgenomen. De normlijnen zijn niet openbaar.

2.3 Uitvoering

De proeven zijn in beide jaren uitgevoerd op proefboerderij Kooijenburg en aangelegd als volledig gewarde blokkenproef in vier herhalingen. De proefveldschema's zijn opgenomen in bijlage 1. In tabel 2 zijn de bodemvruchtbaarheidsgegevens van de proefvelden vermeld (mengmonsters van de velden Seresta en Mercator) en in tabel 3 de N-mineraalvoorraad na de winter. De teeltgegevens zijn vermeld in tabel 4 en de data waarop bij de verschillende bijmestsystemen is gemeten/bemonsterd staan in tabel 5.

Voor de Nmin-metingen en gewasbemonsteringen zijn mengmonsters per object gemaakt: 40 stekken per object voor de Nmin-bepaling (10 per veldje), 40 bladstelen per object voor de nitraatbepaling (10 per veldje) en 8 planten per object voor het loofgewicht (2 per veldje). Met de CropScan is elk veldje geheel gemeten en met de SPAD-meter zijn 25 metingen per veldje gedaan, waarna de vier herhalingen per object zijn gemiddeld.

Eind maart is van de beide proefvelden ook een grondmonster genomen van de lagen 0-30 en 30-60 cm voor bepaling van de potentiële mineralisatie via incubatie.

Om het stikstofopnameverloop vast te stellen, is bij beide rassen op vijf momenten tijdens de teelt een tusse oogst uitgevoerd in alle herhalingen van het object met een eenmalige stikstofgift aan de basis van 225 kg N per ha bij Seresta en 180 kg N per ha bij Mercator. Per veldje zijn 12 planten (ca. 3 m²) in zijn geheel geoogst en gescheiden in loof+stolonen en knollen >1 cm. Van beide is het gewicht vastgesteld, het drogestofgehalte en het stikstofgehalte in de droge stof, waarna de stikstofopname is berekend. De tusse oogsten zijn t/m begin september uitgevoerd. Bij de eind oogst is enkel de stikstofopname in de geoogste knollen bepaald en niet in het afgestorven loof.

Om een idee te krijgen tot welke diepte in de bodem de Nmin-voorraad meegeteld moet worden in NBS-bodem, is in 2003 tussen begin mei en half juli het Nmin-verloop in de bodem gemeten in de lagen 0-30 cm en 30-60 cm (in de veldjes van het object NBS-bodem). Tevens is dit verloop op proefboerderij Vredepeel gemeten in twee aardappelvelden van het bedrijfssystemenonderzoek van PPO.

Op 16 augustus en 3 september 2002 en 3 september 2003 is de gewasstand c.q. de mate van loofafsterving visueel beoordeeld.

Na de oogst is de knolopbrengst gemeten, het onderwatergewicht van de knollen en het stikstofgehalte. Vervolgens is het uitbetalingsgewicht berekend volgens de formule: veldgewicht * (onderwatergewicht – 100) / 300. Verder zijn de hoeveelheid opgenomen stikstof in de knollen berekend en de recovery van de toegediende stikstof in de knollen, volgens: (N-opname knollen bemest object – N-opname knollen nulobject) / N-gift. Ook is berekend hoeveel stikstof uit de meststofgift niet in de knollen terecht is gekomen, maar op het veld is achtergebleven in het loof en als Nmin, volgens: N-gift + N-opname knollen nulobject – N-opname knollen bemest object.

Na de oogst is per veldje de N-mineraalvoorraad gemeten in de lagen 0-30 en 30-60.

De resultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het programma Genstat. Daarbij is gebruik gemaakt van variantieanalyse, de tweezijdige t-toets en regressie-analyse. Met behulp van regressie-analyse zijn responsecurves opgesteld die het effect van de stikstofgift op het uitbetalingsgewicht beschrijven. Daarna is de optimale stikstofgift bepaald door het omslagpunt te berekenen waarop de kosten van extra stikstof hoger zijn dan de stijging van de financiële opbrengst. Hierbij is uitgegaan van een prijs van € 0,65 per kg stikstof en € 47 per ton uitbetalingsgewicht.

In geval van bijbemesting is met behulp van regressie-analyse tevens bepaald of deling van de stikstofgift tot een beter resultaat leidde dan wanneer dezelfde, totale stikstofgift eenmalig zou zijn toegediend aan de basis.

Tabel 2. **Perceelsgegevens van de proefvelden.**

jaar	grondsoort	monsterdatum	o.s.%	pH-KCl	Pw	K-getal	MgO
2002	zand	20-3-2002	4,3	5,3	54	13	79
2003	zand	14-11-2002	4,0	4,9	28	11	niet gemeten

Tabel 3. **N-mineraalvoorraad in de bodem vóór poten (kg N per ha).**

	Seresta		Mercator	
	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
20 maart 2002	20	7	16	8
26 maart 2003	14	12	17	13

Tabel 4. **Teeltgegevens.**

	2002	2003
Voorvrucht:	suikerbieten (gewasresten ondergewerkt)	zomergerst
Fosfaatbemesting:	45 kg P ₂ O ₅ per ha met tripelsuperfosfaat op 16 april	121 kg P ₂ O ₅ per ha met tripelsuperfosfaat op 26 maart
Kalibemesting:	120 kg K ₂ O per ha met kaliumsulfaat op 16 april	150 kg K ₂ O per ha met kaliumsulfaat op 22 april
Stikstofbemesting vóór poten:	op 22 april volgens proefplan (zie tabel 1)	op 22 april volgens proefplan (zie tabel 1)
Pootdatum:	23 april	23 april
Rijenafstand:	75 cm	75 cm
Afstand in de rij:	33 cm	33 cm
Opkomstdatum:	20 mei	15 mei
Rugopbouw:	anaarden op 10 juni	anaarden op 4 juni
<i>Bijbemesting (met KAS):</i>		
- NBS-bodem	beide rassen op 4 juli	beide rassen op 17 juni en 17 juli
- Bladsteeltjesmethode		Seresta: op 25 juni, 4 juli en 17 juli Mercator: op 17 juni en 1 juli
- Aardappelmonitoring		Seresta: op 1 juli Mercator: op 23 juni en 8 juli
- CropScan-object	beide rassen op 12 juli	beide rassen op 10 juli
Gewasbescherming:	conform praktijk	conform praktijk
Beregening:	er is niet beregend	20 mm per keer op 28 juni, 14 juli, 28 juli, 10 aug en 21 aug
Data tussenooogsten:	18 juni, 8 juli, 30 juli, 19 aug, 9 sep	10 juni, 1 juli, 22 juli, 13 aug, 2 sep
Datum eindoogst:	Seresta op 23 en 24 september Mercator op 7 oktober	23-25 september (beide rassen)
Datum Nmin-bemonstering einde teelt:	Seresta: 25 september Mercator: 9 oktober	30 september (beide rassen)

Tabel 5. **Meet-/bemonsteringsdata bij de verschillende bijmestsystemen (beide rassen).**

	2002	2003
NBS-bodem:	10 juni, 24 juni	10 juni, 8 juli
Bladsteeltjesmethode:	10 juni, 24 juni, 8 juli	10 juni, 17 juni, 24 juni, 30 juni, 8 juli
Aardappelmonitoring:	7 juni, 17 juni, 25 juni, 4 juli	10 juni, 18 juni, 26 juni, 4 juli
CropScan:	4 juni, 11 juni, 19 juni, 24 juni, 2 juli, 9 juli, 18 juli, 31 juli, 13 aug	10 juni, 19 juni, 26 juni, 1 juli, 4 juli, 9 juli, 16 juli, 23 juli, 1 aug, 7 aug
SPAD-meter:	6 juni, 13 juni, 19 juni, 24 juni, 3 juli, 12 juli, 24 juli, 8 aug	11 juni, 20 juni, 27 juni, 14 juli, 8 aug

3 Resultaten 2002

Het groeiseizoen van 2002 was over het geheel genomen warm, zonnig en nat. Maart en de eerste drie weken van april waren droog. Daarna volgde een periode van twee weken met veel neerslag. In deze periode is mogelijk stikstof uitgespoeld. De rest van mei was vrij droog. In de maanden juni, juli en augustus wisselden droge, zonnige perioden en natte, sombere perioden elkaar af. In de maanden juni en juli viel een normale hoeveelheid neerslag. Extreem hoge hoeveelheden (>30 mm) in een korte periode kwamen niet voor. In de periode na begin mei tot 1 augustus was de gewasverdamping hoger dan de hoeveelheid neerslag. Het is onwaarschijnlijk dat er in deze periode stikstof is uitgespoeld. Augustus was zeer nat. Met name op 10 t/m 12 augustus en op 25 augustus viel een forse hoeveelheid neerslag, waardoor waarschijnlijk stikstof is uitgespoeld. September en het begin van oktober waren zonnig en vrij droog. In bijlage 2 zijn de temperatuur- en neerslaggegevens weergegeven.

3.1 Bijmestadviezen in 2002

3.1.1 Bijmestadviezen van de verschillende bijmestsystemen

De stikstofbemestingsrichtlijnen van PPO voor zetmeelaardappelrassen bedragen 250 kg N per ha voor Seresta en 185 kg N per ha voor Mercator (Veerman, 2003). Indien rekening wordt gehouden met de voorvrucht suikerbieten, kan de stikstofgift 30 kg N per ha worden verlaagd, vanwege de stikstofnawerking uit het suikerbietenblad (Van Dijk, 2003). In dat geval zou 220 kg N per ha aan Seresta zijn gegeven en 155 kg N per ha aan Mercator.

Met alle bijmestsystemen werd in totaal minder stikstof gegeven dan bij bemesting volgens de stikstofbemestingsrichtlijn. Slechts twee van de vijf systemen gaven in de zomer een bijmestadvies (tabel 6). Stikstof^{plus} gaf na de Nmin-meting op 24 juni het advies om beide rassen bij te bemesten, de CropScan-methode na de meting van 8 juli. Bij de overige systemen is niet bijbemest. Bij de bladsteeltjesmethode kwam het nitraatgehalte begin juli bij beide rassen net iets onder de norm. Bij strikte opvolging van het advies (zie het bemestingsadvieschema op blz. 43 in bijlage 3) had 20 kg N per ha moeten worden gegeven. Dit is echter niet uitgevoerd.

De meetuitslagen per methode en de bepaling van de bijmestgiften zijn weergegeven in bijlage 3.

Tabel 6. **Stikstofgiften in 2002 (kg N per ha) bij de verschillende bijmestsystemen.**

Bijmeststelsel	Seresta		Mercator	
	basisgift	Bijmestgift	basisgift	bijmestgift
NBS-bodem (Stikstof ^{plus})	150	50	120	40
Bladsteeltjesmethode	150	0	120	0
Aardappelmonitoring	150	0	120	0
CropScan-methode	150	30	120	20
SPAD-methode	150	0	120	0

3.1.2 NBS-bodem

3.1.2.1 Bijmestgiften

De opgevolgde bijmestadviezen van Blgg bij NBS-bodem (Stikstof^{plus}) waren gemaximeerde giften. Wanneer de bijmestgift hoger was dan 50 kg N per ha, adviseerde Blgg om 50 kg N per ha te strooien en op een later, aangeduid tijdstip nogmaals te meten. Het advies van 40 kg N per ha voor Mercator was een drukfout op het uitslagformulier. Dit had ook 50 kg N per ha moeten zijn.

Volgens het Blgg-advies had in de tweede helft van juli nog een keer de Nmin-voorraad moeten worden gemeten. Dit is echter niet meer uitgevoerd, omdat zo laat bijbemesten vanwege de gewasontwikkeling niet goed meer mogelijk was.

Aan Blgg is achteraf voor de beide meetdata (10 juni en 24 juni) gevraagd wat het niet-gemaximeerde bijmestadvies zou zijn geweest tot einde teelt. Ter vergelijking zijn ook de bijmestgiften op 10 en 24 juni tot einde teelt berekend volgens de uitgangspunten van het NBS-bodem uit de adviesbasis bemesting (zie paragraaf 2.2.1.1). De berekeningen zijn weergegeven in bijlage 3, onderdeel NBS-bodem 2002. De berekende giften staan in tabel 7. Hoewel er verschillen waren tussen Stikstof^{plus} en de adviesbasis bemesting voor wat betreft de berekende behoefte, de gehanteerde buffer en de berekende mineralisatie (bijlage 3, onderdeel NBS-bodem 2002), gaven beide methoden forse bijmestgiften aan.

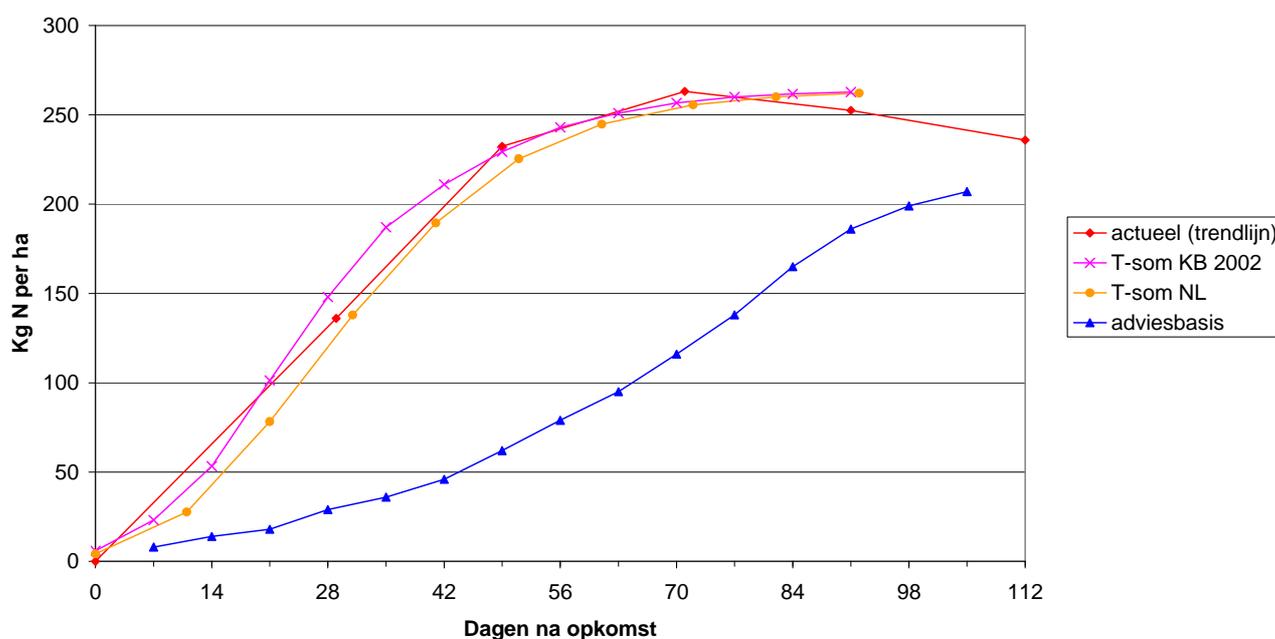
Tabel 7. **Nmin-voorraad en berekende bijmestgiften tot einde teelt op 10 juni en 24 juni 2002 (kg N per ha).**

Datum	Nmin-voorraad		N-gift Stikstof ^{plus} (niet gemaximeerd)		N-gift Adviesbasis	
	Seresta	Mercator	Seresta	Mercator	Seresta	Mercator
10 juni	121	85	83	83	62	47
24 juni	20	16	157	128	149	138

3.1.2.2 Stikstofopnamecurve

Volgens de standaard-stikstofopnamecurve die NBS-bodem hanteert, zou het gewas na 10 juni (dag 21 na opkomst) nog 189 kg N per ha opnemen en na 24 juni (dag 35) nog 171 kg N per ha. De werkelijke opname na 24 juni was echter veel lager: 95 kg N per ha. In figuur 3 is het actuele stikstofopnameverloop weergegeven, het stikstofopnameverloop volgens de temperatuursom methode en de stikstofopnamecurve uit de adviesbasis bemesting. In bijlage 5 is aangegeven hoe het actuele N-opnameverloop is opgesteld. De stikstofopnamecurve uit de adviesbasis bemesting en het actuele stikstofopnameverloop liepen fors uiteen. De actuele opname was in de eerste twee maanden na opkomst hoger en daarna lager. De opnamelijijn op basis van de temperatuursom kwam redelijk goed overeen met de actuele opname. Het verschil tussen de opnamelijijn op basis van de T-som en de opnamelijijn uit de adviesbasis bemesting was geen gevolg van het wat warmere groeiseizoen dan gemiddeld (figuur 3).

Indien voor de berekening van het bijmestadvies zou zijn uitgegaan van het actuele stikstofopnameverloop, had bij Seresta na 24 juni 80 kg N per ha moeten worden bemest tot de oogst (bijlage 3).



Figuur 3. **Actuele stikstofopname in 2002 (gemiddeld voor Seresta en Mercator), de stikstofopnamecurve uit de adviesbasis bemesting en de opnamecurve op basis van de actuele temperatuursom (T-som KB 2002) en op basis van gemiddelde Nederlandse temperatuur (T-som NL).**

3.1.2.3 Stikstofvoorraad bodem

Het viel op dat de gemeten Nmin-voorraad 24 juni erg laag was, waardoor de berekende bijmestgift op 24 juni zelfs hoger was dan die op 10 juni (tabel 7). Tussen 10 en 24 juni nam de Nmin-voorraad met 70-100 kg N per ha af. Die afname was groter dan op basis van de stikstofbalans zou mogen worden verwacht, met name bij Seresta. In de periode tussen 10 en 24 juni nam het gewas ruim 60 kg N per ha op. De geschatte mineralisatie in die periode bedroeg 12 kg N per ha in de laag 0-30 cm (bijlage 6). Tussen 10 en 24 juni viel geen extreem hoge hoeveelheid neerslag en was de gewasverdamping zelfs wat hoger dan de neerslaghoeveelheid (bijlage 2), waardoor geen stikstof door uitspoeling zal zijn verdwenen. De Nmin-voorraad zou dan met ca. 50 kg N per ha moeten zijn afgenomen.

3.2 Opbrengst, kwaliteit, stikstofopname en –benutting in 2002

Een hogere stikstofgift leidde bij zowel Seresta als Mercator tot een tragere loofafsterving (bijlage 9). Deling van de stikstofgift had geen duidelijke invloed op de snelheid van loofafsterving. De gewenste snelheid van afsterving werd bij Seresta bereikt bij een N-gift van iets boven de 150 kg N per ha en bij Mercator bij een N-gift van ca. 120 kg N per ha.

3.2.1 Seresta

De veldopbrengst en het uitbetalingsgewicht (ubg) van Seresta namen toe tot een N-gift van 225 kg N/ha (tabel 8). Een nog hogere gift gaf geen verdere toename van de knolproductie en het ubg. De productie en het ubg waren bij de CropScan-methode significant hoger dan bij een vaste basisgift van 150 kg N per ha. De spreiding van de opbrengstcijfers was groot in de proef, wat ook tot uiting komt in de verschillen tussen de objecten die enkel een basisgift van 150 kg N per ha hebben gehad (naast de vaste trap, betrof dat de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de SPAD-methode).

Het effect van de stikstofbemesting was klein. Zonder stikstofbemesting werd al ca. 85% van de maximale opbrengst gerealiseerd. Mogelijk is de opbrengst nadelig beïnvloed door het natte weer in augustus. Daarna was er geen groei meer.

De hoogte van de N-gift had geringe invloed op het onderwatergewicht (owg). Het nam licht af bij verhoging van de N-gift. Deling van de N-gift had geen invloed op het owg.

Tabel 8. Resultaten bij Seresta in 2002.

Code	Object	N-gift (kg N per ha)	Veld- gewicht ton/ha)	OWG (g)	Uitbe- talings- gewicht (ton/ha)	N-opname in de knollen (kg N/ha)	Recovery stikstof knollen	Achter- gebleven stikstof (kg N/ha)	Nmin 0-60 cm na oogst (kg N/ha)
A	nulobject	0	46,9	541	68,9	110	-	-	24
B	vaste trap	75	50,4	536	73,2	150	53%	35	29
C	vaste trap	150	51,0	538	74,4	186	51%	74	33
D	vaste trap	225	54,6	534	79,0	219	48%	116	41
E	vaste trap	300	52,2	525	73,9	222	37%	188	70
F	vaste trap	375	54,1	531	77,7	236	34%	249	114
G	NBS-bodem	200	53,8	536	78,2	216	53%	94	39
H	bladsteeltjesmethode	150	54,2	533	78,2	193	56%	67	31
I	aardappelmonitoring	150	50,1	543	73,8	180	47%	80	33
J	CropScan-methode	180	55,3	535	80,2	217	59%	73	32
K	SPAD-methode	150	50,0	539	73,1	182	48%	78	35
<i>lsd (p ≤ 0,05)</i>			3,7	13	5,5	16	10%	17	15
C, H, I en K gemiddeld		150	51,3	538	74,9	186	50%	74	33
<i>lsd (p ≤ 0,05)¹</i>			3,1	10	4,4	13	8	13	7

Noot:

1. lsd-waarde voor de vergelijking van het gemiddelde van de objecten C, H, I en K met een de overige objecten

De economisch optimale gift bij eenmalige toediening aan de basis is met behulp van een exponentiële curve geschat op 180 kg N per ha. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval van deze schatting bedraagt 10-347 kg N per ha! De schatting is gemaakt op basis van de objecten die alle een eenmalige gift aan de basis hebben ontvangen (zie bijlage 10: figuur 10-1),.

Hoewel een hogere N-gift leidde tot een stijging van de opgenomen hoeveelheid stikstof in de knollen (tabel 8; bijlage 10: figuur 10-2), daalde de recovery van stikstof in de knollen. Tot een gift van 225 kg N per ha was die daling gering, daarboven daalde de recovery sterk.

Deling van de N-gift (NBS-bodem en CropScan-methode) leidde tot een significant hogere recovery van gemiddeld 8% dan wel een significant hogere N-opname in de knollen van gemiddeld 16 kg N per ha (bijlage 10: figuur 10-2). De N-opname in de knollen was bij deze objecten even hoog als bij een eenmalige gift aan de basis van 225 kg N per ha.

Het verschil in N-opname tussen de vier objecten die alle een eenmalige gift van 150 kg N per ha hebben gehad (vaste trap, bladsteeltjesmethode, monitoring en SPAD-methode) was relatief kleiner dan het verschil in opbrengst. De opbrengstverschillen waren niet te verklaren uit (toevallige) verschillen in N-opname, maar moeten vooral het gevolg zijn geweest van andere groeifactoren die zichtbaar binnen het proefveld varieerden (zie ook bijlage 10: figuur 10-3).

De hoeveelheid stikstof die op het veld achterbleef (die niet in de geoogste knollen was opgenomen) was hoger naarmate de N-gift hoger was. Bij een N-gift van 250 kg N per ha (N-bemestingsrichtlijn) bleef er ca. 65 kg N per ha meer op het veld achter dan bij een gift van 180 kg N per ha (de meest waarschijnlijk optimale gift). Bij een N-gift van 220 kg N per ha (richtlijn minus aftrek nawerking bietenblad) bleef er ca. 40 kg N per ha meer achter.

Ook de hoeveelheid N_{min} die na oogst achterbleef in de laag 0-60 cm was hoger bij hogere N-gift. Tot een gift van 225 kg N per ha was de toename gering, daarboven nam de N_{min}-hoeveelheid sterk toe. De verschillen zijn mogelijk nog genivelleerd door uitspoeling in augustus.

3.2.2 Mercator

Stikstofbemesting had een gering effect op de opbrengst van Mercator (tabel 9). Bij het nulobject werd al ca. 90% van de maximale opbrengst gerealiseerd. Evenals bij Seresta is de opbrengst mogelijk nadelig beïnvloed door het natte weer in augustus.

Een eenmalige gift van 60 kg N per ha aan de basis was al voldoende; het resulteerde in het hoogste veldgewicht en ubg (zie ook bijlage 10: figuur 10-4). Hogere N-giften aan de basis leidden tot een daling van het ubg, als gevolg van een afname van het owg. Het owg nam bij verhoging van de N-gift sterker af dan bij Seresta. Deling van de N-gift had geen invloed op het owg.

Het ubg van de bijbemeste objecten (NBS-bodem en de CropScan-methode) verschilden niet significant van dat van de vaste gift van 60 kg N per ha. Hoewel bijbemesting niet nodig was (na de basisgift van 120 kg N per ha), had het dus ook geen duidelijk nadelige invloed.

De spreiding van de opbrengstcijfers was groot in de proef, wat ook tot uiting komt in de verschillen tussen de vier objecten die enkel een basisgift van 120 kg N per ha kregen (vaste trap, bladsteeltjesmethode, monitoring en SPAD-methode).

Een hogere N-gift leidde wel tot een toename van de opgenomen hoeveelheid stikstof in de knollen (tabel 9; bijlage 10: figuur 10-5). De recovery nam echter lineair af bij stijging van de N-gift (tabel 9).

Deling van de N-gift gaf een significant hogere stikstofopname in de knollen bij NBS-bodem, maar bij de CropScan-methode was de verhoging niet significant. Hiervoor is geen goede verklaring.

Het verschil in N-opname tussen de vier objecten die eenmalig 120 kg N per ha aan de basis hebben gehad (vaste trap, bladsteeltjesmethode, monitoring en SPAD-methode), was relatief kleiner dan het verschil in opbrengst. De opbrengstverschillen waren niet te verklaren uit (toevallige) verschillen in N-opname, maar moeten vooral het gevolg zijn geweest van andere groeifactoren die zichtbaar binnen het proefveld varieerden (zie ook bijlage 10; figuur 10-6).

De hoeveelheid stikstof die op het veld achterbleef (die niet in de geoogste knollen was opgenomen) was hoger naarmate de N-gift hoger was. Bij een N-gift van 185 kg N per ha (N-bemestingsrichtlijn), bleef er ca.

45 kg N per ha meer op het veld achter dan bij de gift van 120 kg N per ha (basisgift zonder bijbemesting). Bij een N-gift van 155 kg N per ha (richtlijn minus aftrek nawerking bietenblad), bleef er ca. 25 kg N per ha meer achter.

De hoeveelheid N_{min} die na oogst achterbleef in de laag 0-60 cm was daarentegen bij alle objecten laag. Weliswaar is bij Mercator twee weken later gemeten dan bij Seresta, maar in die tussentijd viel weinig neerslag (20 mm). Onduidelijk is waar de stikstof is gebleven.

Tabel 9. **Resultaten bij Mercator in 2002.**

Code	Object	N-gift (kg N per ha)	Veld- gewicht ton/ha)	OWG (g)	Uitbe- talings- gewicht (ton/ha)	N-opname in de knollen (kg N/ha)	Recovery stikstof knollen	Achter- gebleven stikstof (kg N/ha)	N _{min} 0-60 cm na oogst (kg N/ha)
A	nulobject	0	49,5	533	71,5	111	-	-	13
B	vaste trap	60	53,3	533	77,1	145	57%	26	21
C	vaste trap	120	53,7	520	75,2	172	51%	59	22
D	vaste trap	180	52,8	506	71,4	191	44%	100	26
E	vaste trap	240	51,5	493	67,5	204	39%	147	29
F	vaste trap	300	54,4	495	71,7	213	34%	198	24
G	NBS-bodem	160	57,5	509	78,4	203	57%	68	21
H	bladsteeltjesmethode	120	54,6	508	74,3	176	54%	55	23
I	aardappelmonitoring	120	55,5	507	75,3	179	57%	52	24
J	CropScan-methode	140	53,9	515	74,5	185	53%	66	22
K	SPAD-methode	120	54,7	512	75,2	173	51%	58	25
<i>Isd (p ≤ 0,05)</i>			<i>3,2</i>	<i>13</i>	<i>5,3</i>	<i>13</i>	<i>12</i>	<i>14</i>	<i>5</i>
C, H, I en K gemiddeld		120	54,6	512	75,0	175	53	56	23
<i>Isd (p ≤ 0,05)¹</i>			<i>2,4</i>	<i>11</i>	<i>4,0</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>4</i>

Noot:

1. Isd-waarde voor de vergelijking van het gemiddelde van de objecten C, H, I en K met een de overige objecten

4 Resultaten 2003

Het groeiseizoen van 2003 was zeer zonnig, warm en droog. Belangrijkste verschil ten opzichte van de zomer van 2002 was de veel lagere hoeveelheid neerslag. Maart en april waren zacht en tamelijk droog. Mei was een warme en natte maand, waarin stikstof uit de bouwvoor is gespoeld. Eind mei was de Nmin-voorraad in de laag 30-60 cm flink toegenomen (figuur 5). De maanden juni, juli en augustus waren zeer warm en droog en uitspoeling van stikstof is niet opgetreden. Ook september kende nog een aantal warme tot zeer warme dagen en was zeer zonnig. Op 8 en 28 september viel een forse hoeveelheid neerslag, maar verder viel er vrij weinig regen. De temperatuur- en neerslaggegevens van 2003 zijn weergegeven in bijlage 2.

4.1 Bijmestadviezen in 2003

4.1.1 Bijmestadviezen van de verschillende bijmestsystemen

Volgens de stikstofbemestingsrichtlijnen van PPO voor zetmeelaardappellrassen zou aan Seresta 250 kg N per ha zijn gegeven en aan Mercator 185 kg N per ha (Veerman, 2003). NBS-bodem leidde bij beide rassen tot een hogere N-gift dan de richtlijn (tabel 10). In tegenstelling tot het jaar 2002 waren de adviesgiften van Blgg bij NBS-bodem niet gemaximeerd (zie paragraaf 3.1.2.1). De overige bijmestsystemen leidden alle tot een lagere gift dan de richtlijn. De SPAD-methode adviseerde in beide rassen om niet bij te bemesten. De CropScan-methode gaf één keer een bijmestadvies en de overige methoden meerdere keren. De meetuitslagen per methoden en de bepaling van de bijmestgiften, zijn weergegeven in bijlage 3.

Tabel 10. **Stikstofgiften in 2003 (kg N per ha) bij de verschillende bijmestobjecten.**

Seresta:

Omschrijving	basis-gift	bijbemesting						totaal bijbemest	totale N-gift
		17 juni	25 juni	1 juli	4 juli	10 juli	17 juli		
NBS-bodem	115	50					150	200	315
bladsteeltjesmethode	115		30		30		30	90	205
aardappelmonitoring	115			50				50	165
CropScan-methode	115					70		70	185
SPAD-methode	115							0	115

Mercator:

Omschrijving	basis-gift	bijbemesting						totaal bijbemest	totale N-gift
		17 juni	23 juni	1 juli	8 juli	10 juli	17 juli		
NBS-bodem	90	60					128	188	278
bladsteeltjesmethode	90	30		50				80	170
aardappelmonitoring	90		50		20			70	160
CropScan-methode	90					70		70	160
SPAD-methode	90							0	90

Een nadeel bij de bladsteeltjesmethode was dat de uitslag van Blgg pas een week nadat de bladsteeltjes waren geplukt, beschikbaar was c.q. als de volgende bladsteeltjes alweer werden geplukt. Als op grond van de uitslag werd bijbemest, was op hetzelfde moment plukken van nieuwe bladsteeltjes niet zinvol, omdat het effect van de bijbemesting daarin nog niet tot uiting komt.

Bij de CropScan-methode was het lastig om een bijmestadvies te genereren, omdat in 2003 geen volledige grondbedekking werd bereikt (bijlage 5).

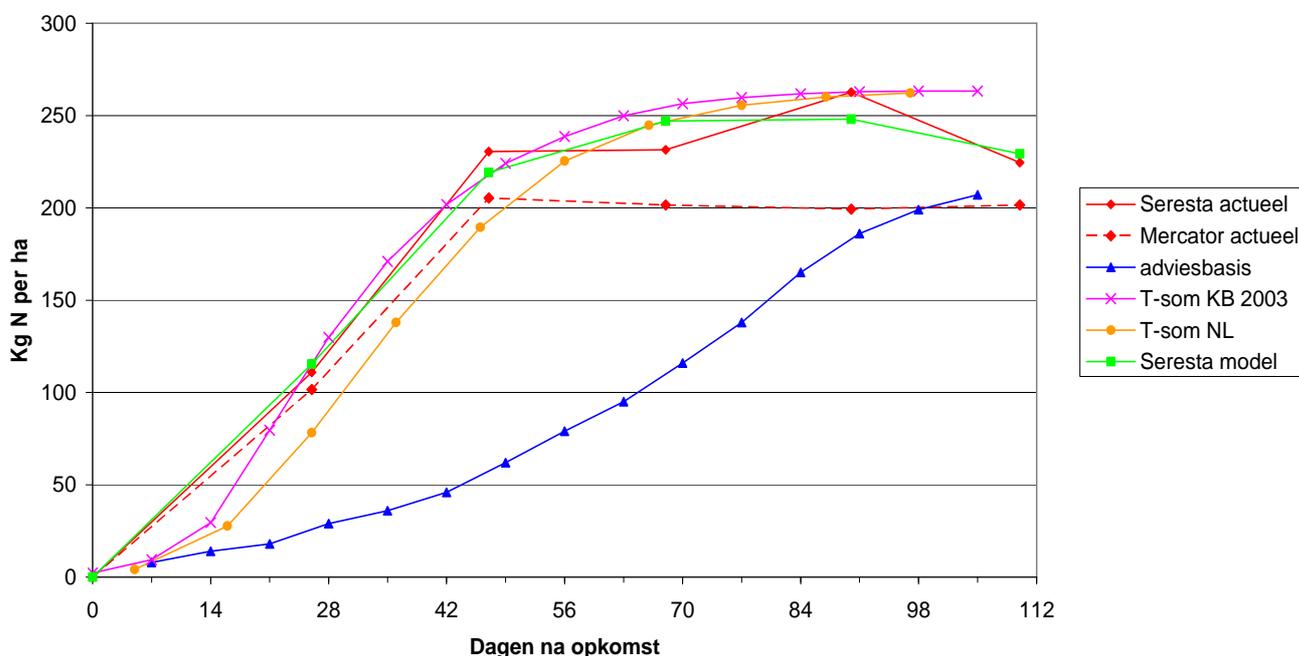
Na de bijbemestingen op 17, 23 en 25 juni bleven de korrels door droogte bovenop de grond liggen, tussen de ruggen. Op 28 juni is beregend en begin juli regende het. Daarna zal de stikstof pas goed beschikbaar zijn gekomen voor het gewas.

4.1.2 NBS-bodem

4.1.2.1 Stikstofopnameverloop

In figuur 4 is het actuele stikstofopnameverloop van 2003 weergegeven, het stikstofopnameverloop volgens de temperatuursom methode en de stikstofopnamelijijn uit de adviesbasis bemesting. Uitgebreidere informatie over het groei- en stikstofopnameverloop in 2003 is weergegeven in bijlage 6.

Evenals in 2002 liepen het actuele stikstofopnamepatroon en de stikstofopnamelijijn uit de adviesbasis bemesting fors uiteen. De actuele opname was tot ca. 50 dagen na opkomst hoger en daarna lager. De opnamelijijn op basis van de temperatuursom kwam redelijk goed overeen met de actuele opname van Seresta. Het merkwaardig verloop bij Mercator, waarbij de opgenomen hoeveelheid stikstof vanaf anderhalve maand na opkomst niet meer veranderde, is met een temperatuursom niet te voorspellen (en is waarschijnlijk op geen enkele manier te voorspellen). Het verschil tussen de opnamelijijn op basis van de T-som en de opnamelijijn uit de adviesbasis bemesting was geen gevolg van het wat warmere groeiseizoen dan gemiddeld (figuur 4).



Figuur 4. Actuele stikstofopname in 2003 bij Seresta en Mercator, de stikstofopnamecurve uit de adviesbasis bemesting en de opnamecurve op basis van de actuele temperatuursom (T-som KB 2003) en op basis van gemiddelde Nederlandse temperatuur (T-som NL)

Voor het eerste bijmestadvies (periode 10 juni tot 8 juli) rekende NBS-bodem (Stikstof^{plus}) 46 kg N-opname per ha voor Seresta en 37 kg N-opname per ha voor Mercator (bijlage 3: tabel 3-2). De actuele stikstofopname bedroeg in die periode 120 kg N per ha bij Seresta en 100 kg N per ha bij Mercator. Het tweede bijmestadvies van NBS-bodem (8 juli tot einde teelt) was in vergelijking met de adviezen van de andere systemen erg hoog (bijlage 3: tabel 3-2). NBS-bodem rekende met een opname na 8 juli van 133 kg N per ha voor Seresta en 118 kg N per ha voor Mercator. De actuele opname na 8 juli was veel lager: ca. 30 kg N per ha bij Seresta en niets bij Mercator.

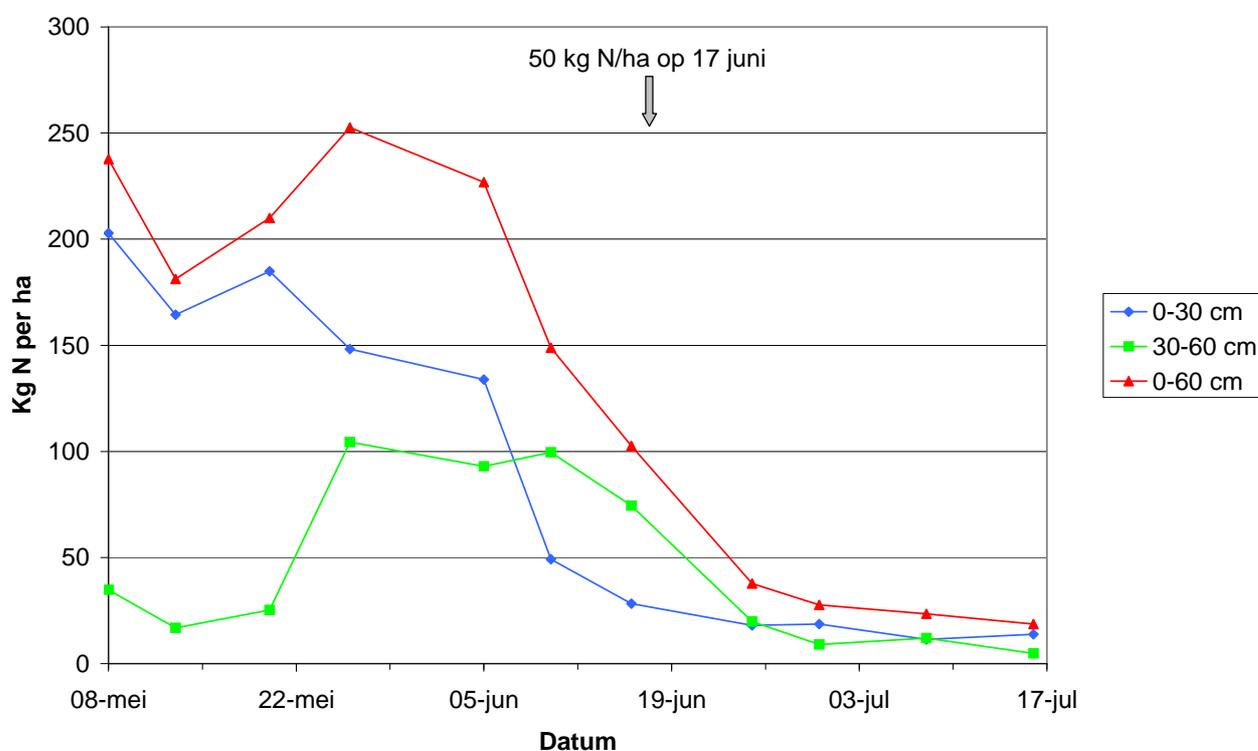
4.1.2.2 Stikstofvoorraad bodem

De gemeten N_{min}-voorraad in de bodem fluctueerde in mei behoorlijk (figuur 5). Hier is geen verklaring voor. Tussen 20 en 26 mei nam de N_{min}-voorraad in de laag 0-30 cm af en die in de laag 30-60 toe, mogelijk door uitspoeling uit de laag 0-30 cm.

Vanaf 5 juni nam de N_{min}-voorraad in de bodem snel af. Vanaf 10 juni nam ook de voorraad in de laag 30-

60 cm nam af, terwijl er in die periode geen sprake was van uitspoeling. Dit duidt erop dat de stikstof in de laag 30-60 waarschijnlijk door het gewas is opgenomen. Ook de Nmin-metingen op twee aardappelvelden te Vredepeel duidden erop dat het gewas waarschijnlijk stikstof uit de laag 30-60 cm opnam (bijlage 8). In hoeverre de Nmin-voorraad in de laag 30-60 cm moet worden meegeteld voor de berekening van de bijmestgift (volledig of gedeeltelijk), kon niet duidelijk uit de proefgegevens worden opgemaakt.

Na de bijbemesting bij NBS-bodem op 17 juni bleven de korrels door de droogte bovenop de grond liggen (in de geulen tussen de ruggen) en was deze stikstof niet of nauwelijks voor het gewas beschikbaar. De stikstof werd evenmin teruggevonden in de navolgende grondmonsters. Tussen 10 juni en 1 juli (26 tot 47 dagen na opkomst) nam het gewas bijna 120 kg N per ha op. De gemeten Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm nam ca. 120 kg N per ha af. Wanneer de N-gift van 17 juni à 50 kg N per ha was teruggevonden in de Nmin-monsters, had de gemeten afname van de Nmin-voorraad lager moeten zijn geweest. Dat de gestrooide stikstof niet werd teruggevonden kwam waarschijnlijk omdat bij de grondmonstername in aardappel met de monsterboor halverwege op de zijkant van de ruggen wordt gestoken, terwijl de stikstofkorrels in de geulen lagen.



Figuur 5. Nmin-verloop in de bodem bij Seresta, NBS-bodem, in 2003 op proefboerderij Kooijenburg.

4.2 Opbrengst, kwaliteit, stikstofopname en –benutting in 2003

Een hogere stikstofgift leidde bij zowel Seresta als Mercator tot een tragere loofafsterving (bijlage 9). Bij de bladsteeltjesmethode en de CropScan-methode leidde deling van de stikstofgift tot een iets latere loofafsterving bij Seresta (ten opzichte van wanneer dezelfde totale stikstofgift eenmalig aan de basis was toegediend). Bij Mercator had deling van de N-gift geen significante invloed op de snelheid van loofafsterving.

De gewenste snelheid van afsterving werd bij Seresta bereikt bij een eenmalige N-gift van tussen de 225 en 300 kg N per ha en bij de bladsteeltjesmethode. Bij hogere N-gift, alsook bij NBS-bodem, bleef het loof te lang groen. Bij Mercator werd de gewenste snelheid van afsterving bereikt bij een N-gift van rond de 200 kg N per ha.

4.2.1 Seresta

De veldopbrengst en het uitbetalingsgewicht (ubg) van Seresta namen toe tot een N-gift van 300 kg N/ha. Een hogere N-gift gaf geen verdere toename van de knolproductie en het ubg (tabel 11).

Deling van de stikstofgift leidde niet tot een (significant) hoger veld- en uitbetalingsgewicht dan wanneer de totale stikstofgift in een keer aan de basis was toegediend. Bij NBS-bodem leidde het tot een verlaging van het veld- en uitbetalingsgewicht, waarschijnlijk door de hoge bijmestgift van half juli.

Het effect van de stikstofgift op het onderwatergewicht (owg) was klein. Bij een gift van 150 kg N per ha was het owg het hoogst (tabel 11).

De optimale stikstofgift is met behulp van een lineair+exponentiële responsecurve geschat op: 262 kg N per ha (95%-betrouwbaarheidsinterval van de schatting: 225-300 kg N/ha). Omdat deling van de N-gift bij de meeste bijmestobjecten geen significante invloed had op het ubg, is de schatting gebaseerd op alle objecten, uitgezonderd NBS-bodem (zie bijlage 10: figuur 10-7).

Tabel 11. **Resultaten bij Seresta in 2003.**

Code	Object	N-gift (kg N per ha)	Veld- gewicht (ton/ha)	OWG (g)	Uitbe- talings- gewicht (ton/ha)	N-opname in de knollen (kg N/ha)	Recovery stikstof knollen	Achter- gebleven stikstof (kg N/ha)	Nmin 0-60 cm na oogst (kg N/ha)
A	Nulobject	0	36,1	500	48,2	76	-	-	24
B	vaste trap	75	44,2	512	60,7	119	57%	32	27
C	vaste trap	150	45,6	526	64,7	149	49%	77	29
D	vaste trap	225	51,1	513	70,4	204	57%	97	48
E	vaste trap	300	54,0	512	74,2	231	52%	145	85
F	vaste trap	375	51,0	512	70,2	230	41%	220	143
G	NBS-bodem	315	47,7	516	66,1	194	38%	197	75
H	bladsteeltjesmethode	205	51,2	510	69,9	195	58%	86	49
I	aardappelmonitoring	165	50,3	512	69,0	181	64%	60	29
J	CropScan-methode	185	51,4	510	70,2	186	59%	75	29
K	SPAD-methode	115	47,2	518	65,8	145	61%	45	23
<i>Isd (p ≤ 0,05)</i>			<i>4,1</i>	<i>10</i>	<i>6,0</i>	<i>18</i>	<i>9%</i>	<i>18</i>	<i>19</i>

Het advies van de SPAD-methode om niet bij te bemesten was duidelijk een te laag advies. Ook de adviezen van de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de CropScan-methode zijn te laag te zijn geweest (<225 kg N per ha). Het uitbetalingsgewicht van monitoring was lager dan van de vaste trap van 300 kg N per ha. Het verschil was zwak significant ($p = 0,09$). Het ubg van de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de CropScan-methode verschilden onderling niet significant. Gemiddeld bedroeg het uitbetalingsgewicht van deze drie objecten 69,7 ton per ha. Dat was bijna significant lager ($p = 0,06$) dan het ubg van de vaste trap van 300 kg N per ha.

De opgenomen hoeveelheid stikstof in de knollen nam toe tot en met de vaste N-trap van 300 kg N per ha (tabel 11). De recovery van stikstof in de knollen bleef min of meer constant. Bij nog hogere gift nam de opgenomen hoeveelheid stikstof in de knollen niet meer toe en daalde de recovery sterk. Bij NBS-bodem waren de stikstofopname en recovery duidelijk lager (zie ook bijlage 10: figuur 10-8). Ook de knolproductie per kg opgenomen stikstof was bij NBS-bodem significant lager ten opzichte van eenmalige toediening van dezelfde totale N-gift vóór poten (bijlage 10: figuur 10-9). Bij de bladsteeltjesmethode, monitoring en de CropScan-methode had deling van de gift geen effect op de N-opname in de knollen en recovery.

De hoeveelheid stikstof die op het veld achterbleef (die niet in de geoogste knollen was opgenomen) was hoger naarmate de N-gift hoger was.

Tot een gift van 150 kg N per ha, had de hoogte van de stikstofgift niet of nauwelijks effect op de rest-hoeveelheid Nmin in de bodem na de oogst. Bij hogere stikstofgift nam die Nmin-voorraad sterk toe.

4.2.2 Mercator

Bij de vaste N-trappen bleven de veldopbrengst en het uitbetalingsgewicht (ubg) van Mercator toenemen bij stijgende N-gift, zelfs tot de hoogste gift van 300 kg N/ha (tabel 11). Bij een gift van 60 kg N per ha werd het hoogste owg behaald. Het effect van de stikstofgift op het owg was niet groot. De optimale stikstofgift bij eenmalige toediening aan de basis kon niet goed worden geschat, omdat het optimum buiten het meetbereik viel (zie ook bijlage 10: figuur 10-10).

Tabel 12. **Resultaten bij Mercator in 2003.**

Code	Object	N-gift (kg N per ha)	Veld- gewicht (ton/ha)	OWG (g)	Uitbe- talings- gewicht (ton/ha)	N-opname in de knollen (kg N/ha)	Recovery stikstof knollen	Achter- gebleven stikstof (kg N/ha)	Nmin 0-60 cm na oogst (kg N/ha)
A	nulobject	0	33,6	491	44,0	69	-	-	18
B	vaste trap 33%	60	42,7	499	56,8	93	40%	36	23
C	vaste trap 67%	120	48,0	492	62,7	134	55%	54	27
D	vaste trap 100%	180	49,3	490	64,0	172	58%	76	37
E	vaste trap 133%	240	51,3	486	66,1	202	55%	107	51
F	vaste trap 167%	300	53,9	483	68,8	217	49%	152	48
G	NBS-bodem	278	54,8	489	71,1	219	54%	128	47
H	bladsteeltjesmethode	170	50,3	496	66,4	160	54%	79	28
I	aardappelmonitoring	160	52,3	494	68,6	167	61%	62	29
J	CropScan-methode	160	55,2	501	73,9	181	70%	48	28
K	SPAD-methode	90	47,3	500	63,0	125	62%	34	31
<i>Isd (p ≤ 0,05)</i>			<i>5,0</i>	<i>15</i>	<i>7,2</i>	<i>19</i>	<i>17%</i>	<i>19</i>	<i>11</i>

Het advies van de SPAD-methode om niet bij te bemesten was duidelijk een te laag advies.

Bij de bladsteeltjesmethode, monitoring en de CropScan-methode leidde deling van de stikstofgift tot een hoger veld- en uitbetalingsgewicht dan wanneer de totale stikstofgift in een keer aan de basis zou zijn toegediend. Het effect van deling kwam het sterkst naar voren bij de CropScan-methode.

Opmerkelijk is dat er tussen bladsteeltjesmethode, monitoring en de CropScan-methode een opbrengstverschil was, terwijl de bijmestgiften bij deze drie systemen nagenoeg gelijk waren. Er was echter wel verschil in de momenten van bijbemesting: bij monitoring werd gemiddeld iets later bijbemest dan bij de bladsteeltjesmethode en bij de CropScan-methode werd nog later bijbemest (tabel 10). De tendens was aanwezig dat het veld- en uitbetalingsgewicht hoger waren, naarmate op een later moment werd bijbemest. Het ubg bij de CropScan-methode was 10 ton per ha hoger ten opzichte van eenzelfde totale stikstofgift die in een keer vóór poten zou zijn toegediend (bijlage 10: figuur 10-10). Deling van de stikstofgift en het moment van bijbemesten hadden dus een grotere invloed op het uitbetalingsgewicht dan de hoogte van de stikstofgift.

Het is niet bekend of een hogere bijmestgift een nog beter resultaat zou hebben gegeven c.q. of de hoogte van de bijmestgiften bij de bladsteeltjesmethode, monitoring en de CropScan-methode optimaal was. Uit de proefresultaten kan niet worden opgemaakt wat het effect zou zijn geweest van een wat hogere of lagere bijmestgift in de periode eind juni-begin juli.

De zeer hoge bijmestgift van half juli bij NBS-bodem leidde niet tot een hoger veld- en uitbetalingsgewicht. Dit advies was te hoog. Het had anderzijds ook geen nadelige invloed hierop, in tegenstelling tot bij Seresta.

Bij de vaste N-trappen nam de hoeveelheid stikstof in de knollen vrijwel lineair toe bij stijgende N-gift (tabel 12; bijlage 10: figuur 10-11) en was er geen significant verschil in recovery. Enkel bij de lage gift van 60 kg N per ha was de recovery lager.

Bij de CropScan-methode was de N-opname in de knollen significant hoger ten opzichte van eenmalige toediening van dezelfde totale N-gift vóór poten. Verder was per kg opgenomen stikstof de knolproductie (zowel versgewicht als drogestofgewicht) significant hoger (bijlage 10: figuur 10-12). Bij de overige bijmestobjecten had deling geen effect op de N-opname in de knollen. Bij NBS-bodem was het evenmin verlaagd (in tegenstelling tot in Seresta).

De hoeveelheid stikstof die op het veld achterbleef (die niet in de geoogste knollen was opgenomen) was hoger naarmate de N-gift hoger was. Bij de CropScan-methode was deze hoeveelheid significant lager ten opzichte van eenmalige toediening vóór poten.

De resthoeveelheid N_{min} in de bodem na de oogst nam lineair toe, naarmate de stikstofgift hoger was. Bij de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de CropScan-methode was de N_{min}-voorraad iets lager dan wanneer de totale stikstofgift eenmalig aan de basis zou zijn toegediend. (Gemiddeld over de drie objecten was dit een significant verschil). Bij NBS-bodem was er geen effect van deling van de stikstofgift op de resthoeveelheid N_{min}.

5 Discussie

De stikstofbemestingsrichtlijn van PPO voor Seresta bedraagt 250 kg N per ha en voor Mercator 185 kg N per ha. Ten opzichte van deze richtlijnen kon in 2002 bij Seresta 70 kg N per ha worden bespaard en bij Mercator 65 kg N per ha. Indien bij bemesting volgens de stikstofbemestingsrichtlijn echter rekening wordt gehouden met de stikstofnawerking uit het blad van de voorgaande teelt suikerbiet, kan de gift met 30 kg N worden verlaagd. In dat geval was het verschil kleiner: 40 kg N per ha besparing bij Seresta en 35 kg N per ha bij Mercator.

In 2003 was bij Seresta geen besparing mogelijk. De toepassing van bijmestsystemen in combinatie met een lage basisgift leidde tot een niet-optimale stikstofbemesting en een wat lager uitbetalingsgewicht. Bij Mercator kon 15-25 kg N per ha bespaard, zonder opbrengstderving.

Van de onderzocht bijmestsystemen voldeden de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de CropScan-methode het beste. Van deze drie systemen kwam er geen eenduidig als de beste naar voren. Het wisselde per jaar en ras. In 2002 gaven de CropScan-methode en de bladsteeltjesmethode het waarschijnlijk juiste advies aan Seresta: een kleine bijmestgift van respectievelijk 30 en 20 kg N per ha. Aardappelmonitoring adviseerde om beide rassen niet bij te bemesten. Voor Mercator was niet bijbemesten in 2002 het juiste advies. De CropScan-methode en bladsteeltjesmethode adviseerden om in Mercator 20 kg N per ha bij te bemesten.

In 2003 was bij Seresta de totale stikstofgift bij alle drie deze systemen lager dan de optimale stikstofgift, die dat jaar iets boven het niveau van de stikstofbemestingsrichtlijn lag. Tussen de systemen onderling was het verschil in bijmestgift vrij klein en was er geen significant verschil in uitbetalingsgewicht. Bij Mercator waren de bijmestadviezen van de drie systemen nagenoeg gelijk.

Een nadeel bij de bladsteeltjesmethode was dat het analyseresultaat pas een week nadat de bladsteeltjes waren geplukt, beschikbaar was c.q. als de volgende bladsteeltjes alweer geplukt zouden moeten worden. In geval er op grond van de voorgaande meting zou moeten worden bijbemest, is plukken op dat moment niet zinvol en kan beter nog een week worden gewacht.

Bij de bladsteeltjesmethode wordt voor alle zetmeelaardappelen één normlijn gehanteerd voor het verloop van het nitraatgehalte in de bladsteeltjes. Bij consumptie-aardappelen zijn aparte normlijnen opgesteld voor de in vroegheid verschillende rassen Bintje en Agria (van Dijk, 2003). Het opstellen van rasspecifieke normlijnen is mogelijk ook voor zetmeelaardappelen een zinvolle verfijning.

Bij de CropScan-methode was het hinderlijk dat pas een betrouwbaar advies kan worden gegeven bij volledige grondbedekking, hetgeen in 2003 niet werd gehaald. Indien door een late grondbedekking het CropScan-advies te laat zou worden, is er nu alleen de keuze om over te schakelen op een ander bijmeststelsel. Verbetering zou in deze situatie mogelijk zijn als bij niet-volledige grondbedekking een goed advies kan worden gegeven. Mogelijk is in de toekomst een aanpak wenselijk waarbij bij onvolledige grondbedekking met de CropScan wordt gemeten en in het bijmestadvies rekening wordt gehouden met de beschikbare minerale stikstof in de bodem.

Het huidige NBS-bodem voldeed niet goed. De N-opnamecurve van NBS-bodem die wordt gebruikt om de N-opname in een bepaalde periode te schatten, week sterk af van het werkelijke N-opnameverloop. Dit leidde tot onjuiste bijmestadviezen. In 2002 kwam dit nog niet zo duidelijk naar voren, omdat de adviesgiften van Blgg waren gemaximeerd op 50 kg N per ha. Daarna is niet meer gemeten en bijbemest. De berekende niet-gemaximeerde giften waren hoger en zouden hebben geleid tot te hoge bijmestgiften.

De berekende N-gift voor Seresta op 24 juni 2002 à 80 kg N per ha op basis van de werkelijke N-opname was evenwel nog steeds te hoog. De indruk was dat de gemeten N_{min}-waarde op 24 juni een onderschatting was van de werkelijke voorraad en dat er 50 kg N per ha meer beschikbaar was in de bodem dan werd gemeten. In dat geval zou de berekende bijmestgift 30 kg N per ha hebben bedragen, wat een correct advies zou zijn geweest.

In 2003 waren de adviesgiften van Blgg niet gemaximeerd en gaf NBS-bodem te hoge bijmestadviezen in juli. In de berekende bijmestgift voor de periode 10 juni tot 8 juli was de geschatte N-opname daarentegen te laag. Anderzijds werd enkel rekening gehouden met de N_{min} in de laag 0-30 cm, terwijl het gewas ook de stikstof in de laag 30-60 cm leek op te nemen. In hoeverre de N-voorraad in de laag 30-60 cm moet worden meegeteld in de berekening van de bijmestgift (geheel of gedeeltelijk), kon niet duidelijk uit de proefresultaten worden opgemaakt en zou nader moeten worden onderzocht.

Voorts lijkt het raadzaam om intensiever te steken of op meerdere momenten te meten, om fluctuaties van de N_{min}-uitslag beter te kunnen ondervangen.

Bij het NBS-bodem dat Blgg hanteert (Stikstof^{plus}) werd een lagere aftrek voor de mineralisatie gehanteerd dan volgens de norm die de adviesbasis bemesting hanteert. Met de basismineralisatie van de bodem werd bij Stikstof^{plus} geen rekening gehouden. Anderzijds werd bij Stikstof^{plus} een lagere buffer aangehouden.

Als eenmaal is bijbemest lijkt het daarna niet goed meer mogelijk om de stikstofvoorraad in de bodem betrouwbaar vast te stellen, vanwege de heterogene verdeling van de stikstof. Mogelijk kan daarom beter worden gekozen voor een strategie waarbij vanaf 3-4 weken na opkomst regelmatig wordt gemeten om de bodemvoorraad stikstof te volgen en op het moment dat de bodemvoorraad te laag wordt, te volstaan met een eenmalige bijmestgift tot einde teelt.

De stikstofopnamecurve op basis van de temperatuursom stemde beter overeen met het actuele N-opnameverloop (uitgezonderd bij Mercator in 2003). Het hanteren van deze flexibele curve in NBS-bodem is mogelijk een perspectiefvolle verbetering.

De SPAD-methode voldeed ook niet goed. De methode gaf in beide jaren en beide rassen het advies om niet bij te bemesten. In 2002 was dat voor Mercator een juist advies. In 2003 was het advies om niet bij te bemesten beslist te laag, bij zowel Seresta als Mercator.

In beide jaren overschatte de SPAD-methode het uitbetalingsgewicht (ubg), met name in 2003. Misschien moet de berekeningswijze van het voorspelde ubg worden herzien, maar na twee proeven op dezelfde locatie is dat nog niet met zekerheid aan te geven. De berekening van het ubg is gebaseerd op referentielijnen van een groot aantal proeven onder verschillende omstandigheden. Het is ook mogelijk dat de toelaatbare onderschrijdingskansen van de streefopbrengsten te ruim zijn genomen. Bij het hanteren van een kleinere kans, zal eerder worden bijbemest. Anderzijds geeft dit een wellicht verhoogde kans dat er onnodig wordt bijbemest, maar het is nog niet mogelijk geweest om dit experimenteel te toetsen. In elk geval is deze SPAD-methode in zijn huidige vorm nog niet praktijkrijp.

De stikstofbehoefte van Mercator was in 2002 aanzienlijk lager dan die van Seresta, nog meer dan volgens de vroegheidscorrectie die de adviesbasis bemesting aangeeft. Een gift van 60 kg N per ha was al voldoende. Wanneer deze hoeveelheid als basisgift was toegediend (in plaats van de huidige basisgift van 120 kg N per ha), had een besparing van 125 kg N per ha kunnen worden behaald, indien de bijmestsystemen zouden hebben geadviseerd om niet bij te bemesten.

De bladsteeltjesmethode en de CropScan-methode (alsook NBS-bodem) gaven echter na de basisgift van 120 kg N per ha (ten onterechte) het advies om wel bij te bemesten. Bij lagere basisgift was dat bijmestadvies misschien nog hoger geweest. Dat deze systemen het advies gaven om bij te bemesten, terwijl de stikstofvoorziening blijkbaar voldoende was, roept de vraag op of de gehanteerde normen voor bijbemesting dat jaar, onder de betreffende groeiomstandigheden voor een ras als Mercator juist waren. Mogelijk werd de gewasgroei door andere groeifactoren geremd dan stikstof en was anders de optimale N-gift hoger geweest.

In 2003 was bij Seresta de totale stikstofgift bij de bijmestsystemen te laag voor een optimale opbrengst. Enkel bij NBS-bodem was de totale stikstofgift weliswaar hoog, maar niet goed verdeeld: half juli werd teveel bijbemest, wat nadelig effect had op de opbrengst.

Uitgaande van een optimale stikstofgift van 260 kg N per ha, had na de basisgift van 115 kg N/ha nog 145 kg N per ha in de zomer moeten worden bijbemest. Bij de bijmestniveau's van 50-90 kg N per ha had deling van de stikstofgift op zich geen nadelig effect op de stikstofbenutting en op de opbrengst. Onbekend is echter wat het effect op de gewasgroei en knolopbrengst was geweest als er half juni 145 kg N was bijbemest of half juni bijvoorbeeld 100 kg N per ha en half juli 45 kg N per ha.

In eerder uitgevoerd onderzoek (1997 t/m 1999) op de proefboerderijen Kooijenburg en 't Kompas (dalgrond) leidde de toepassing van stikstofbijmestsystemen in Seresta eveneens tot een besparing op de N-gift, maar vaak ook tot een lager uitbetalingsgewicht ten opzichte van een eenmalige gift voor poten volgens de stikstofbemestingsrichtlijn (Wijnholds, 2000). Bij een bewust gekozen lage basisgift, resulteerde bijbemesting veelal in een lagere totaalgift, maar vaak ook in een lagere opbrengst. Waarschijnlijk is de basisgift in de proef van 2003 te laag geweest. Als met een hoge basisgift moet worden gestart, is de besparingsmogelijkheid op stikstof echter kleiner.

Mercator reageerde in 2003 bij de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de CropScan-methode gunstig op deling van de stikstofgift, met name indien de gift wat later was toegediend. De late toediening leidde tot een wat hogere benutting van de toegediende stikstof, maar ook tot een hoger knolopbrengst per kg opgenomen stikstof.

Met een lage basisgift en een bijbemesting werd een gelijkwaardig tot hoger uitbetalingsgewicht verkregen dan met een eenmalige gift aan de basis die meer dan 100 kg N per ha hoger was. Deling van de gift en op het juiste moment bijbemesten had een groter effect op de opbrengst dan de precieze hoogte van stikstofgift. In hoeverre bij Mercator het moment waarop wordt bijmest structureel van invloed is of dat het effect van 2003 op toeval berust, is op basis van dit ene jaar niet aan te geven.

Ook qua reactie op de late, hoge bijbemesting bij NBS-bodem onderscheidde Mercator zich duidelijk van Seresta. Mercator benutte en verwerkte de half juli toegediende hoge N-gift beter dan Seresta.

In 2002 viel op dat een eenmalige stikstofgift aan de basis van meer dan 120 kg N per ha tot een daling van het uitbetalingsgewicht leidde, terwijl een bijbemesting begin juli van 40 kg N, bovenop de basisgift van 120 kg N per ha, niet tot een daling van het uitbetalingsgewicht leidde.

In een eerdere proef op dalgrond leidden hoge basisgiften bij Mercator (>120 kg N per ha) eveneens tot een lager uitbetalingsgewicht (Wijnholds, 2001).

Het vaststellen van een juiste basisgift, afhankelijk van het ras, een belangrijk aandachtspunt dat nog om nader onderzoek vraagt. In dergelijk onderzoek zouden ook situaties waarbij wel of niet kan worden berekend, moeten worden opgenomen. Als niet kan worden berekend, bestaat het gevaar dat de bijmestgiften niet door het gewassen kunnen worden opgenomen in een droge zomer. In zo'n situatie is wellicht juist een hogere basisgift gewenst.

In 2003 was het opbrengstniveau bij beide rassen wat lager dan in 2002. De opbrengst werd in 2003 waarschijnlijk nadelig beïnvloed door de warme, droge zomer.

Desondanks was de geschatte optimale stikstofgift bij Seresta in 2003 zo'n 80 kg N per ha hoger dan in 2002. Bij Mercator was dat verschil nog groter: in 2002 was een gift van 60 kg N per ha voldoende en in 2003 is 160-170 kg N per ha gestrooid (bij gedeelde N-gift).

De recovery van stikstof in de knollen was in 2003 niet lager dan in 2002. Wel was de stikstofopname van de knollen bij het nulobject in 2003 lager dan in 2002. Bij Seresta bedroeg dat verschil 34 kg N per ha en bij Mercator 42 kg N per ha. Bij een recovery van stikstof in de knollen van 55% komen deze verschillen overeen met een extra benodigde N-gift van ca. 62 kg N per ha bij Seresta en 76 kg N per ha bij Mercator. Dit verklaart een groot deel van het verschil tussen de rassen.

Waarom de N-opname in de knollen bij het nulobject in 2003 lager was dan in 2002 is niet duidelijk. Het kan niet worden verklaard uit het verschil in vastgestelde potentiële mineralisatie van de proefvelden, dat vrij klein was (bijlage 7).

Verder was het veld- en uitbetalingsgewicht per kg opgenomen stikstof in de knollen in 2002 wat hoger dan in 2003. Waarschijnlijk hebben gewasfysiologische factoren in relatie tot de weersomstandigheden (warme, droge zomer) hierbij een rol gespeeld.

Ideaal zou zijn als een stikstofbijmeststelsel aangeeft wat onder de gegeven groeiomstandigheden een juiste bijmestgift is. Stikstofbijmestsystemen gebaseerd op NBS-bodem zijn echter ontwikkeld om in te spelen op een wisselend stikstofaanbod uit de bodem. Het is onduidelijk in hoeverre ze inspelen op het effect van wisselende weersomstandigheden op de gewasfysiologie en de daarmee samenhangende stikstofbehoefte. In principe houden NBS-gewassystemen hier meer rekening mee, omdat deze systemen de bodemomstandigheden, weer, management en de daaruit volgende reacties van het gewas integreren. Echter, ook aan deze systemen kleven bezwaren. Het is bijvoorbeeld de vraag of meting aan een jong gewas een goede voorspelling kan geven van de N-behoefte over het gehele seizoen. Verder zijn NBS-

gewassystemen weer minder geschikt om een grote overmaat N in de bodem te detecteren. Tenslotte geven deze systemen geen volledig beeld van de N-voorziening wanneer door droogte de wortelgroei naar nieuwe bodemlagen, of de aanvulling van minerale N dicht bij de wortels, tijdelijk geremd is (Schröder et al., 2000). In de toekomst is het antwoord wellicht te vinden in een combinatie van NBS-gewas met bodemmetingen, om de sterke punten van beide systemen te combineren.

Naarmate de N-gift hoger was, bleef er meer stikstof op het veld achter in het loof en als N_{min}. In 2002 leidde de N-besparing die mogelijk was ten opzichte van de stikstofbemestingsrichtlijn, gemiddeld over beide rassen tot een verlaging van de hoeveelheid achtergebleven stikstof van ruim 50 kg N per ha. Ten opzichte van bemesting volgens de richtlijn minus 30 kg N per ha (nawerking bietenblad) leidde het tot een verlaging van gemiddeld 35 kg N per ha. De geringe N-besparing in 2003 bij Mercator leidde nauwelijks tot een lagere hoeveelheid achtergebleven stikstof.

De hoeveelheid achtergebleven stikstof c.q. niet in de knollen opgenomen stikstof correspondeerde slecht met de N_{min} die na oogst in de laag 0-60 cm werd gemeten, met name bij Mercator. Bij Seresta was de N_{min} na oogst laag (<40 kg N per ha) bij N-giften onder de 200 kg N per ha. Bij giften boven de 225 kg N per ha nam de N_{min} sterk toe. Bij Mercator had de hoogte van de stikstofgift in 2002 nauwelijks effect op de N_{min} na oogst. Deze was bij alle objecten laag (<30 kg N per ha). In 2003 nam de N_{min} na oogst wel toe bij stijgende stikstofgift, maar minder sterk dan bij Seresta. Er was bij Mercator een slecht verband tussen de hoogte van de stikstofgift of de achtergebleven hoeveelheid stikstof enerzijds en de N_{min} na de oogst anderzijds. Hier is geen goede verklaring voor gevonden. Mogelijk zat er bij Mercator nog meer stikstof in de gewasresten dan bij Seresta. Verder is het mogelijk dat er in 2002 al stikstof tijdens het groeiseizoen is uitgespoeld tot meer dan 60 cm diepte. De gemeten N_{min} na de oogst in de bodemlaag 0-60 cm was geen goede indicator of er nauwkeurig was bemest.

De kosten voor toepassing van een bijmeststelsel zijn afhankelijk van het type systeem, de perceelsgrootte, de variatie binnen het perceel, het aantal keren dat wordt gemeten en of men de monsters zelf neemt of laat nemen (zie bijlage 11). De goedkoopste mogelijkheid is om zelf N_{min}-monsters te steken of bladsteeltjes te plukken en de nitraatinhoud vast te stellen met een sneltest (de nitracheck). Daarna zou de CropScan-methode het goedkoopste uitkomen. Echter, deze methode is in praktijk weer uit gebruik genomen. Door de korte periode in de zomer waarin moet worden gemeten, is het logistiek niet haalbaar om veel percelen te meten. Toepassing van NBS-bodem is enkel een optie indien dit systeem wordt verbeterd.

De kosten werden niet terugverdiend door een hogere opbrengst. Weliswaar leidde toepassing van een bijmeststelsel bij Mercator tot een hoger uitbetalingsgewicht, maar dit was een gevolg van deling van de stikstofgift. Wanneer in 2002 een vooraf vastgestelde gift van 165 kg N per ha en in 2003 van 185 kg N per ha was gedeeld, had hetzelfde effect mogen worden verwacht.

De kosten moeten dus worden terugverdiend uit de stikstofbesparing. Bij zelf bemonsteren en uitbesteden van de analyse variëren de kosten ongeveer van €26 tot €44 per ha. Uitgaande van een prijs van €0,65 per kg stikstof komt dat overeen met een stikstofbesparing van 40-70 kg N per ha. In 2002 kon een dergelijke besparing worden gehaald, maar in 2003 niet. Echter, wanneer in 2002 rekening werd gehouden met de stikstofnawerking uit bietenblad, bedroeg de besparingsmogelijkheid 35-40 kg N per ha.

Van Loon et al. (1995) konden met bijmestsystemen in zetmeelaardappelen 25-40 kg N per ha besparen. Wijnholds (2000) kon bij het late ras Karakter met stikstofbijmestsystemen 10-40 kg N per ha besparen (op dalgrond).

De stikstofbesparing in zetmeelaardappelen door toepassing van bijmestsystemen lijkt dus in te liggen tussen 0 en 40 kg N per ha. Financieel kan een bijmeststelsel daardoor niet gemakkelijk uit, tenzij de teler zelf bemonstert en meet met de nitracheck.

In een situatie met sterke mineralisatie kan bijsturing via bijmestsystemen een groter voordeel opleveren. Op sterk mineraliserende percelen maakt de stikstofmineralisatie een groter deel uit van het totale stikstofaanbod aan het gewas. De precieze hoogte ervan en het vrijkomen van de stikstof is echter moeilijk te voorspellen.

6 Conclusies

In 2002 kon bij Seresta 70 kg N per ha worden bespaard ten opzichte van de stikstofbemestingsrichtlijn voor Seresta. Bij Mercator kon 65 kg N per ha worden bespaard ten opzichte van de richtlijn voor dat ras. Indien bij bemesting volgens de stikstofbemestingsrichtlijn echter 30 kg N per ha van de stikstofgift wordt afgetrokken vanwege de stikstofnawerking uit het blad van de voorgaande teelt suikerbiet, was het verschil kleiner: 40 kg N per ha besparing bij Seresta en 35 kg N per ha bij Mercator. Mogelijk had in 2002 bij Mercator een grotere besparing kunnen worden behaald, als met een lagere basisgift was gestart.

In 2003 was bij Seresta geen besparing mogelijk ten opzichte van de richtlijn. Toepassing van een stikstofbijmeststelsel in combinatie met een lage basisgift leidde dat jaar tot een niet-optimale stikstofbemesting en een wat lager uitbetalingsgewicht. Bij Mercator kon daarentegen wel met een lage basisgift worden volstaan en werd 15-25 kg N per ha bespaard, zonder opbrengstderving. Bovendien leidde deling van de stikstofgift bij Mercator tot een hoger uitbetalingsgewicht dan de gehele gift in één keer vóór poten toedienen.

Het vaststellen van een juiste basisgift, afhankelijk van het ras, is een belangrijk aandachtspunt, dat nog om nader onderzoek vraagt.

Van de onderzochte bijmestsystemen voldeden de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de CropScan-methode het beste. Van deze drie kwam er geen eenduidig als beste naar voren. Het wisselde per jaar en ras. Een verbeterpunt voor de CropScan-methode zou zijn als bij onvolledige grondbedekking door het gewas al een bijmestadvies kan worden gegeven, zomogelijk in combinatie met meting van de Nmin-voorraad.

De SPAD-methode gaf te lage adviezen en is in zijn huidige vorm nog niet praktijkrijp. De methode gaf (te veel kans op) een te lage stikstofbemesting.

Het huidige NBS-bodem voldeed ook niet goed. De stikstofopnamecurve die bij NBS-bodem wordt gehanteerd, bleek sterk af te wijken van het actuele stikstofopnameverloop, hetgeen tot onjuiste bijmestadviezen kan leiden.

Het gebruik in NBS-bodem van een beschikbare, flexibele stikstofopnamecurve op basis van de temperatuursom is mogelijk een perspectievolle verbetering.

Een ander aandachtspunt voor verbetering van NBS-bodem is het bepalen van de juiste bemonsteringsdiepte om de voor het gewas beschikbare hoeveelheid stikstof in de bodem vast te stellen.

De niet in de knollen opgenomen stikstof, die na de oogst op het veld achterbleef in gewasresten + in minerale vorm, was lager naarmate de stikstofgift lager was.

De gemeten Nmin na oogst in de bodemlaag 0-60 cm was geen goede indicator of er nauwkeurig was bemest.

De stikstofbesparing in zetmeelaardappelen door toepassing van stikstofbijmestsystemen lijkt in te liggen tussen 0 en 40 kg N per ha. Dat is te weinig om de kosten van een bijmeststelsel te compenseren, tenzij de teler zelf het monster neemt en analyseert.

Literatuur

Dijk, W. van (2003). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatienr. 307. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad.

IKC-Landbouw (1996). Kiezen uit Gehalten 3. Forfaitaire gehalten voor de Mineralenboekhouding.

Janssen, B.H. Organic Matter and Soil Fertility. LUW-dictaat J 100-225, editie 2002.

Greenwood, D.J., G. Lemaire, G. Gosse, P. Cruz, A. Draycott & J.J. Neeteson. Decline in percentage N of C₃ and C₄ crops with increasing plant mass. *Annals of Botany* 66 (1990), p. 425-436.

Lokhorst, K, P. Dekker, K. Grashoff, T. Guiking & S. van 't Riet (2003). Perspectieven geleide bemesting in de open teelten: van deskstudie naar onderzoek. IMAG-nota 2003-51.

Loon, C.D. van, C.B. Bus en A. Veerman (1999). Teelt van zetmeelaardappelen. Teelthandleiding nr. 88. PAV, Lelystad.

Loon, C.D. van, K.H. Wijnholds en A.H.M.C. Baltissen (1995). Optimalisering van de N-voeding van zetmeelaardappelen. Verslag nr. 192. PAGV, Lelystad.

Neeteson, J.J. (1989) Effect of reduced fertilizer nitrogen application rates on yield and nitrogen recovery of sugar beet and potatoes. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 37, p. 227-236.

Schröder, J.J., J.J. Neeteson, O. Oenema en P.C. Struik (2000). Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crops Research* 66, p. 151-164.

Steltenpool, J.A.N. en P.J. van Erp (1995). Schatting van de actuele N-opname door aardappelen. *Meststoffen* 1995, p. 45-50.

Uenk, D., C. Grashoff en R. Booij (2003). Stikstofbijbemesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan. Jaarrapport 2003. PRI, Wageningen.

Veerman, A. (2003). Teelthandleiding zetmeelaardappelen – Bemesting. Website Kennisakker.

Wijnholds, K.H. (2000). Opbrengst en onderwatergewicht sturen door stikstofbemesting aan te passen. PAV-bulletin Akkerbouw, december 2000, p. 31-34.

Wijnholds, K.H. (2001). Sturing van de kwaliteit van zetmeelaardappelen door aanpassing van de stikstofbemesting. Onderzoek 2000, PAV-NNO & HLB.

Bijlage 1. Proefveldschema's

Jaar 2002

KB 1199 Geleide bemestingssystemen 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		

PRI-proef
omgekeerde
N-vensters

proef vergelijking N-bijmestsystemen

OPV = aparte veldjes, waarin de tussenogsten zijn uitgevoerd

Jaar 2003

Proefveld Seresta:

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

PR1-proef
omgekeerde
N-vensters

proef vergelijking N-bijmestsystemen

PR1-proef
omgekeerde
N-vensters

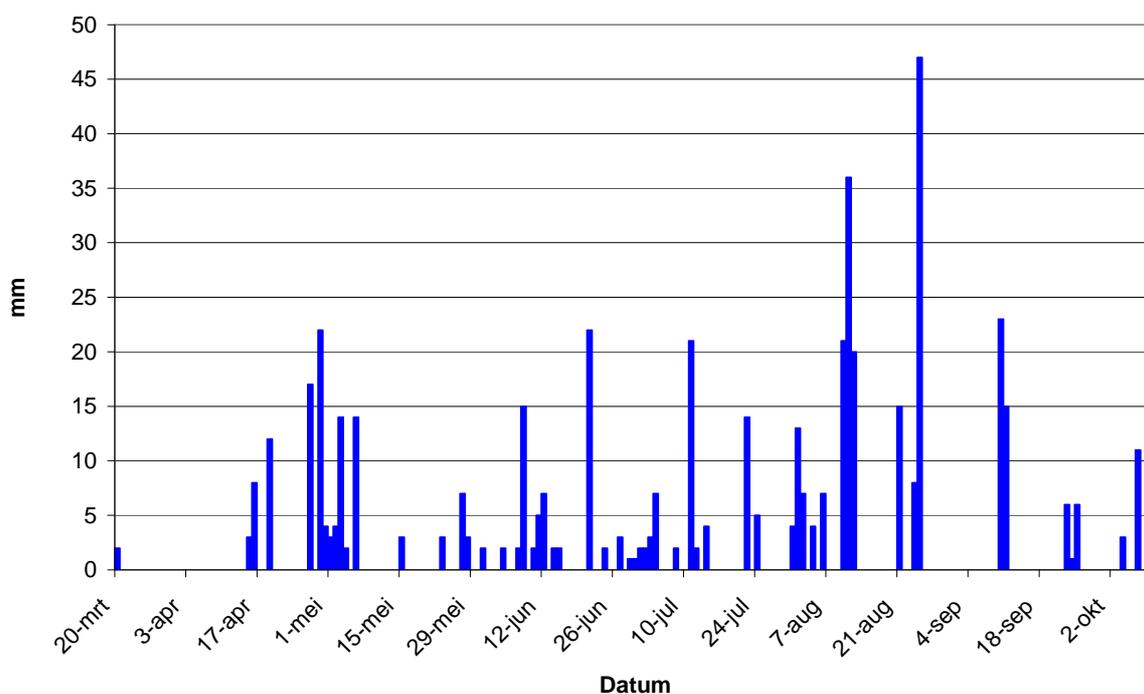
Proefveld Mercator:

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

Bijlage 2. Temperatuur (°C), neerslag en gewasverdamping (mm)

Jaar 2002

Decade	Gemiddelde dagtemperatuur (KNMI-station Eelde)	Hoeveelheid neerslag op proefbedrijf Kooijenburg	Referentie-gewasverdamping (KNMI-station Eelde)	Gewasfactor	Gewasverdamping	Neerslag minus gewasverdamping
april 3	10,3	43				
mei 1	11,3	37				
mei 2	13,8	3				
mei 3	14,1	15	29,7	0,7	20,8	-6
juni 1	14,2	21	30,3	0,9	27,3	-6
juni 2	14,1	16	29,0	1,0	29,0	-13
juni 3	15,0	29	30,1	1,2	36,1	-7
juli 1	15,7	16	22,0	1,2	26,4	-10
juli 2	16,8	27	29,5	1,2	35,4	-8
juli 3	19,2	23	36,5	1,2	43,8	-21
aug 1	18,5	52	25,7	1,1	28,3	24
aug 2	20,5	56	32,3	1,1	35,5	20
aug 3	18,0	70	23,6	1,1	26,0	44
sep 1	16,5	23	24,1	1,0	24,1	-1
sep 2	15,0	15	15,3	0,7	10,7	4
sep 3	12,2	13				
okt 1	10,0	14				
mei 3 t/m juli 3		147			219	-72

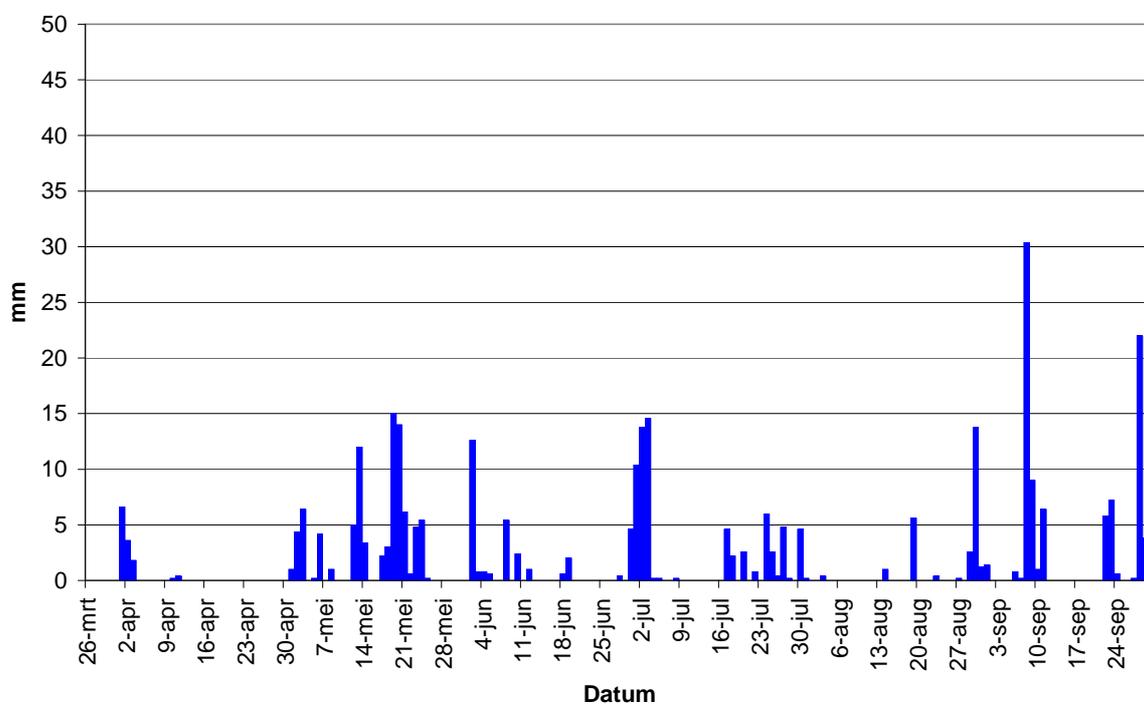


Figuur 2-1. **Dagelijkse hoeveelheid neerslag tussen 20 maart en 10 oktober 2002 te Kooijenburg**

Jaar 2003

Decade	Gemiddelde dagtemperatuur (KNMI-station Eelde)	Hoeveelheid neerslag op proefbedrijf Kooijenburg	Referentie-gewasverdamping (KNMI-station Eelde)	Gewasfactor	Gewasverdamping	Neerslag minus gewasverdamping
april 3	13,0	0,0				
mei 1	11,9	17,2				
mei 2	11,1	54,6				
mei 3	14,6	17,2	33,0	0,7	23,1	-6
juni 1	18,9	22,6	37,7	0,9	33,9	-11
juni 2	15,9	3,6	34,6	1,0	34,6	-31
juni 3	16,5	5,0	31,3	1,2	37,6	-33
juli 1	15,8	39,4	24,7	1,2	29,6	10
juli 2	20,2	9,4	39,9	1,2	47,9	-38
juli 3	19,0	19,6	37,8	1,2	45,4	-26
aug 1	21,8	0,4	39,5	1,1	43,5	-43
aug 2	19,2	6,6	32,6	1,1	35,9	-29
aug 3	15,8	18,2	22,8	1,1	25,1	-7
sep 1	14,1	42,8	17,1	0,7	12,0	31
sep 2	15,0	6,4	22,0	0,5	11,0	-5
sep 3	12,3	39,6				
mei 3 t/m aug 3		142			357	-215

Totaal beregenend in de periode eind juni tot eind augustus: 100 mm



Figuur 2-2. Dagelijkse hoeveelheid neerslag tussen 26 maart en 30 september 2003 te Kooijenburg

Bijlage 3. Uitslagen en adviezen van de verschillende systemen

NBS-bodem 2002

Tabel 3-1. **Berekende adviesgiften in 2002 volgens stikstof^{plus} (kg N per ha) en volgens de adviesbasis bemesting**

Meting 10 juni:

	Stikstof ^{plus}				Advies tot einde teelt volgens adviesbasis bemesting	
	Advies tot 8 juli		Advies tot einde teelt			
	Seresta	Mercator	Seresta	Mercator	Seresta	Mercator
N-behoefte	46	37	190	154	189	174
Opbrengstcorrectie	0	0	0	0		
Buffer	30	30	35	35	60	60
Nmin-voorraad	-121	-85	-121	-85	-121	-85
Mineralisatie	-4	-4	-21	-21	-66 ¹	-66 ¹
Berekende gift	0	0	83	83	62	47

Meting 24 juni:

	Stikstof ^{plus}				Advies tot einde teelt volgens adviesbasis bemesting	
	Advies tot 22 juli		Advies tot einde teelt			
	Seresta	Mercator	Seresta	Mercator	Seresta	Mercator
N-behoefte	60	48	172	139	171	156
Opbrengstcorrectie	0	0	0	0		
Buffer	30	30	25	25	50	50
Nmin-voorraad	-20	-16	-20	-16	-20	-16
Mineralisatie	-5	-5	-20	-20	-52 ¹	-52 ¹
Berekende gift	65	57	157	128	149	138

Noot 1: berekend over de periode vanaf de meetdatum tot 15 augustus à 1 kg N per ha per dag.

Berekende adviesgift (kg N per ha) voor Seresta na 24 juni op basis van actuele stikstofopname en geschatte mineralisatie:

actuele stikstofopname door het gewas na 24 juni:

95

buffer:

50 (volgens adviesbasis bemesting)

geschatte mineralisatie tot 15 augustus in de laag 0-30 cm:

-46 (bijlage 6) of -52 (adviesbasis bemesting)

Nmin-voorraad:

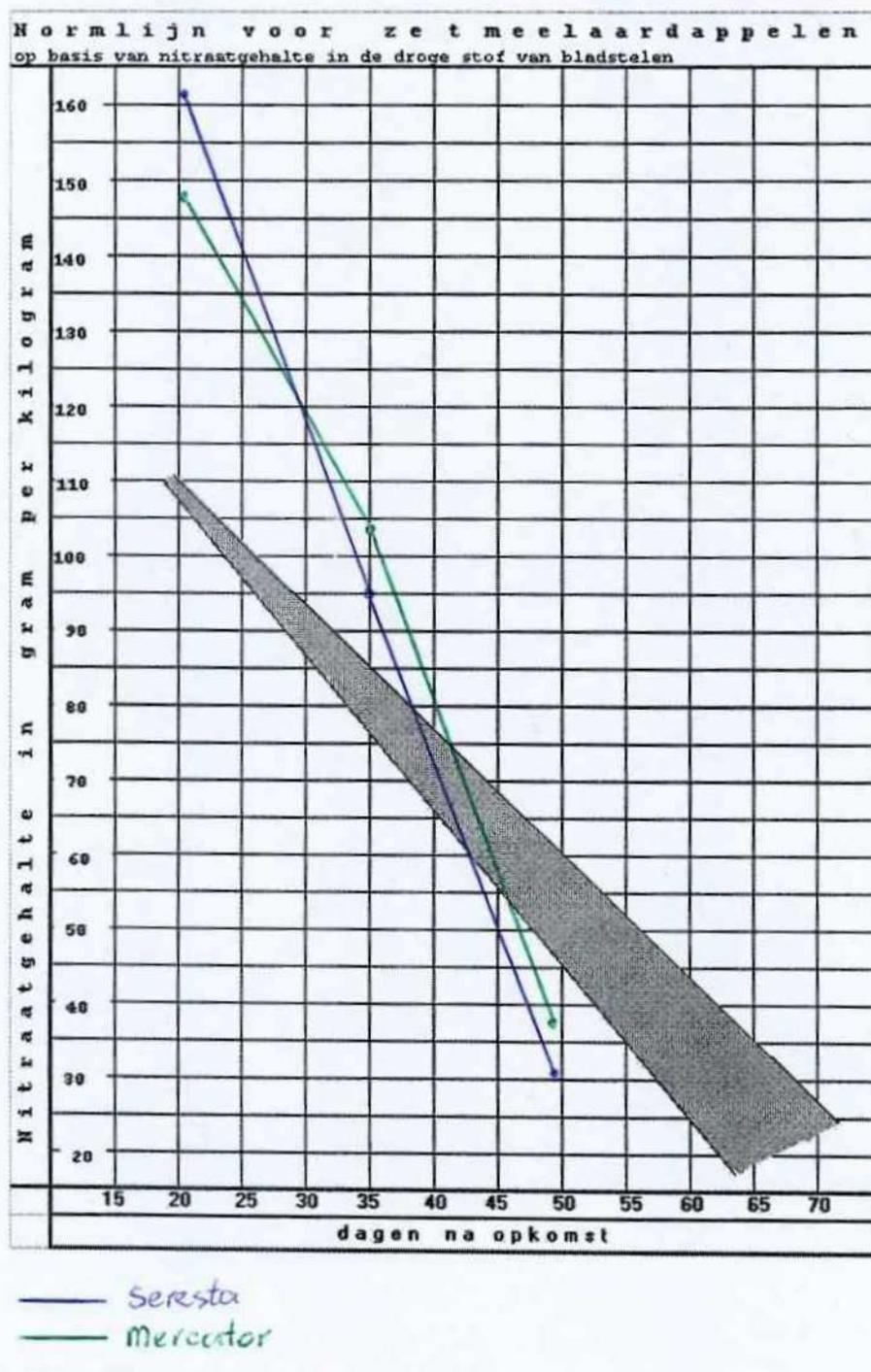
-20

berekende gift:

79 / 73

Bladsteeltjesmethode 2002

Bij de bladsteeltjesmethode lag het nitraatgehalte in juni boven de norm. Begin juli kwam het net iets onder de norm, maar er is niet bijbemest. Bij strikte opvolging van het Blgg-advies had bij beide rassen 20 kg N per ha moeten worden gegeven (zie het bemestingsadviesschema op de volgende pagina).

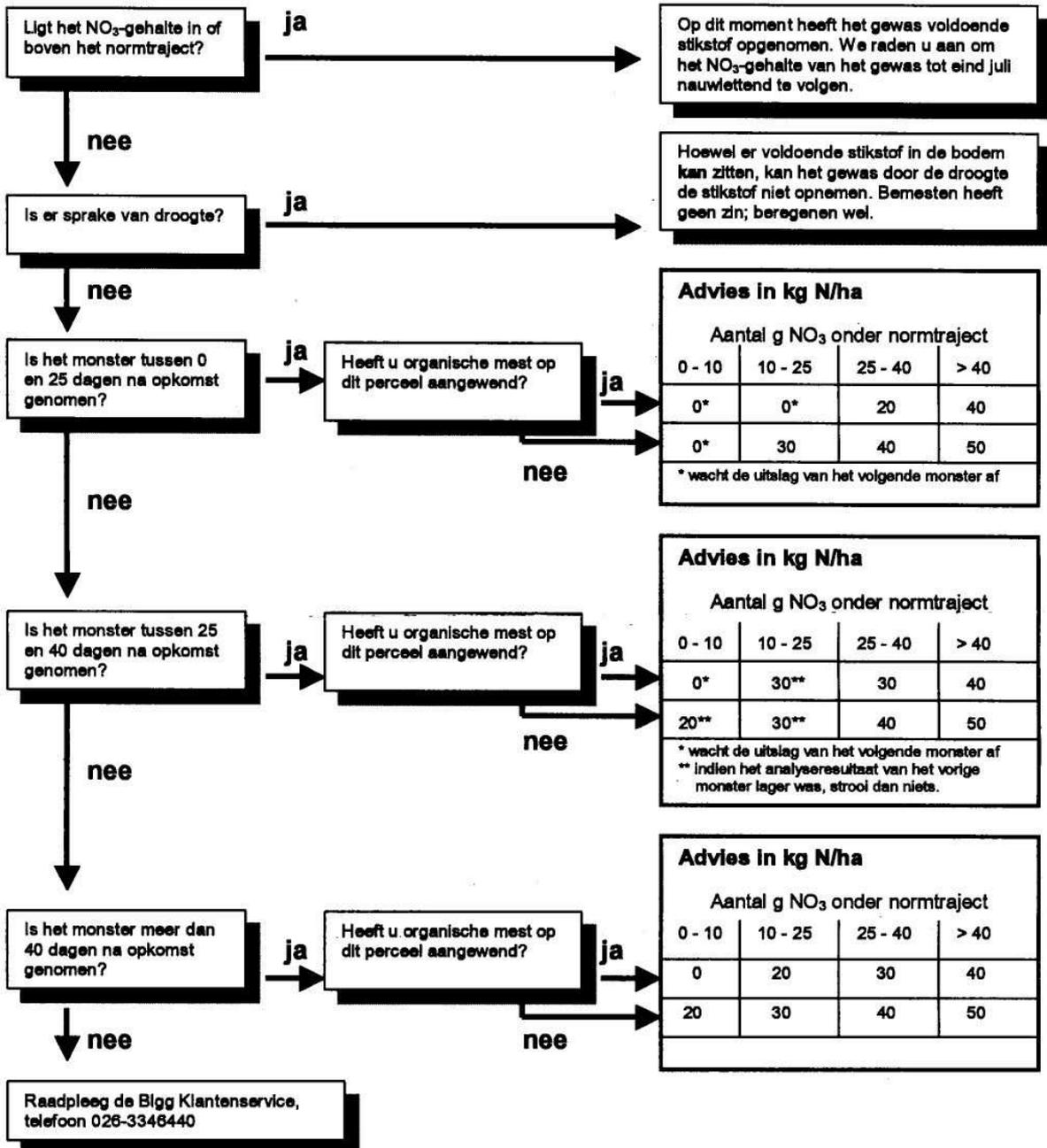


Figuur 3-1. Verloop nitraatgehalte in de bladsteeltjes op droge stofbasis in 2002 ten opzichte van de normlijn

Bemestingsadviesschema

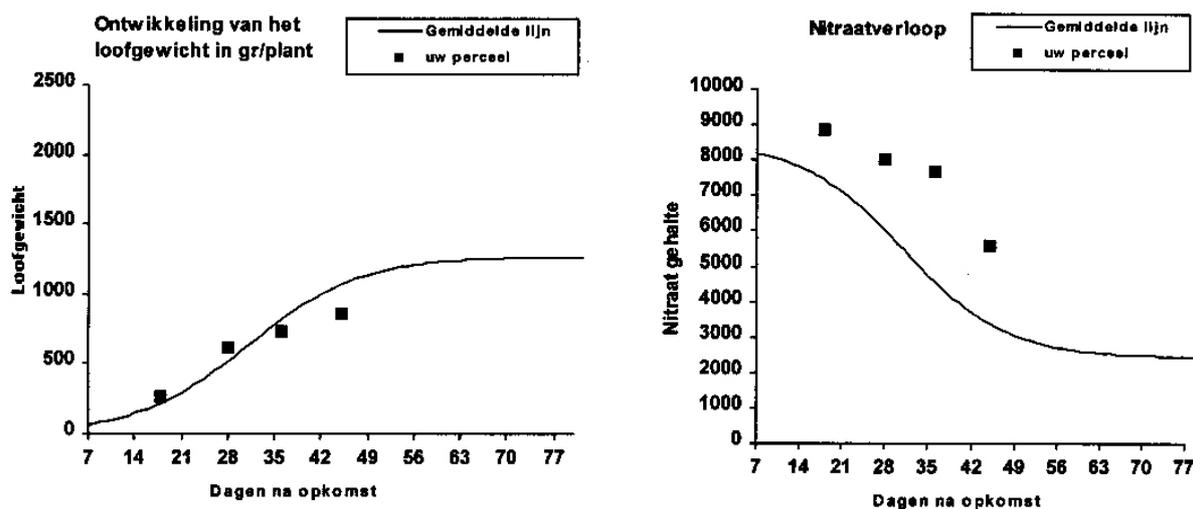
Nitraatanalyse droge stof bladsteeltjes aardappelen

START

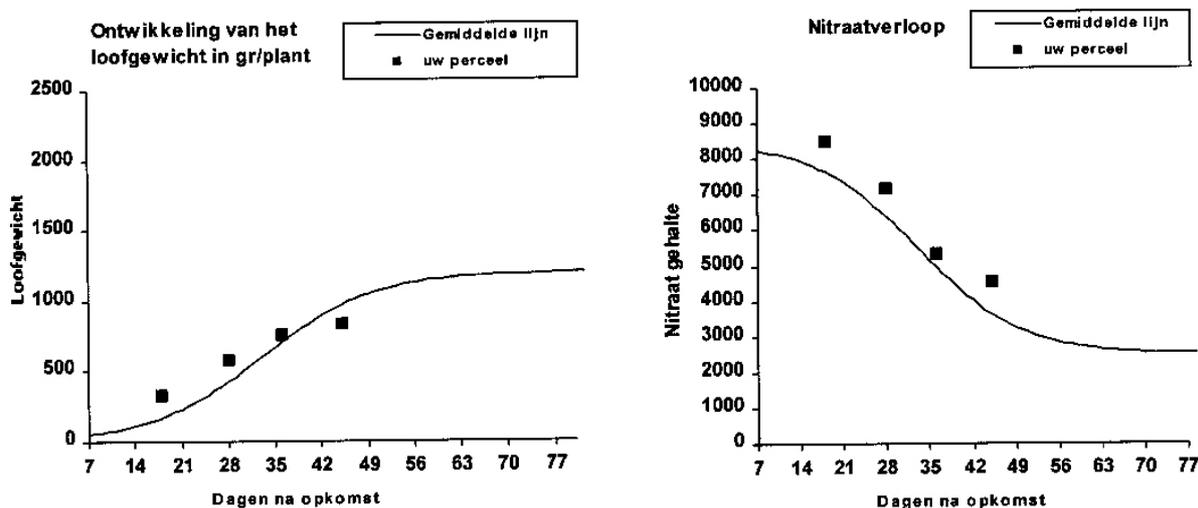


Aardappelmonitoring 2002

Volgens aardappelmonitoring van Altic verliep de ontwikkeling van het loofgewicht aanvankelijk volgens de norm (Seresta) tot iets boven de norm (Mercator), maar kwam in juli onder de normlijn. Het nitraatgehalte lag de gehele meetperiode boven de norm. Daarom is geen bijmestadvies gegeven. De achterblijvende loofontwikkeling was volgens Altic geen gevolg van stikstoftekort.



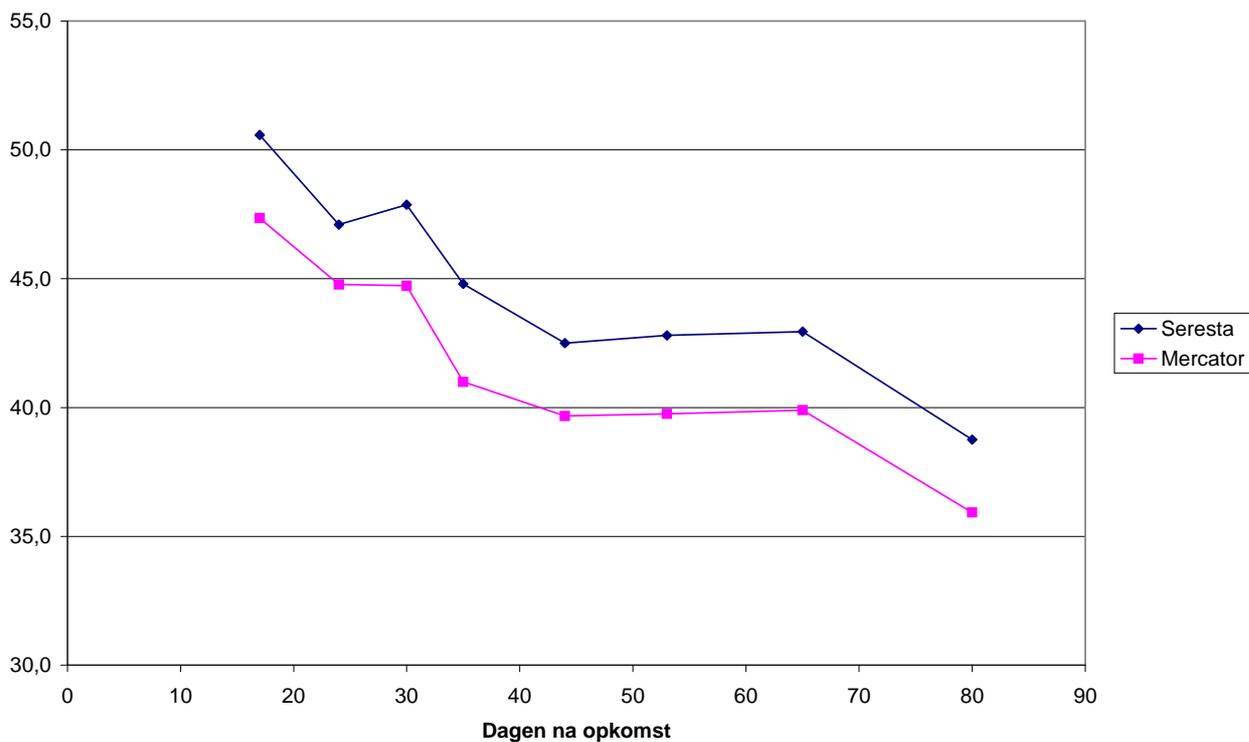
Figuur 3-2. Verloop nitraatgehalte in het sap van de bladsteeltjes en de ontwikkeling van het loofgewicht ten opzichte van de normlijnen bij Seresta in 2002



Figuur 3-3. Verloop nitraatgehalte in het sap van de bladsteeltjes en de ontwikkeling van het loofgewicht ten opzichte van de normlijnen bij Mercator in 2002

Chlorofylmetingen 2002

Bij de chlorofylmetingen lagen de meetwaarden steeds boven de norm. De methode voorspelde (zonder bijbemesting) voor Seresta 87 ton/ha als meest waarschijnlijke uitbetalingsgewicht en voor Mercator 92 ton/ha. De kans op een opbrengst <70 ton ubg per ha was nihil. Op grond hiervan is niet bijbemest.



Figuur 3-4. Verloop van de chlorofylwaarden, gemeten met de SPAD-meter, in 2002

Voorspellingen SPAD-methode 2002:

- Seresta:
voorspeld uitbetalingsgewicht (ubg) = 87 ton/ha
met kans dat ubg >70 ton/ha = 99%
en kans dat ubg >90 ton/ha = 33%.
- Mercator:
voorspeld uitbetalingsgewicht (ubg) = 92 ton/ha
met kans dat ubg >70 ton/ha = >99%
en kans dat ubg >90 ton/ha = 58%

NBS-bodem 2003

Tabel 3-2. **Berekende adviesgiften in 2003 volgens stikto^fplus (kg N per ha) en volgens de adviesbasis bemesting**

	Meting 10 juni		Meting 8 juli			
	Advies Stikto ^f plus tot 8 juli		Advies Stikto ^f plus tot einde teelt		Volgens adviesbasis bemesting tot einde teelt	
	Seresta	Mercator	Seresta	Mercator	Seresta	Mercator
N-behoefte	46	37	145	117	133	118
Opbrengstcorrectie	0	0	0	0		
Buffer	35	35	20	20	40	40
Nmin-voorraad	-31	-12	-13	-7	-13	-7
Mineralisatie	<u>-1</u>	<u>-1</u>	<u>-2</u>	<u>-2</u>	<u>-38¹</u>	<u>-38¹</u>
Berekende gift	49	59	150	128	122	113

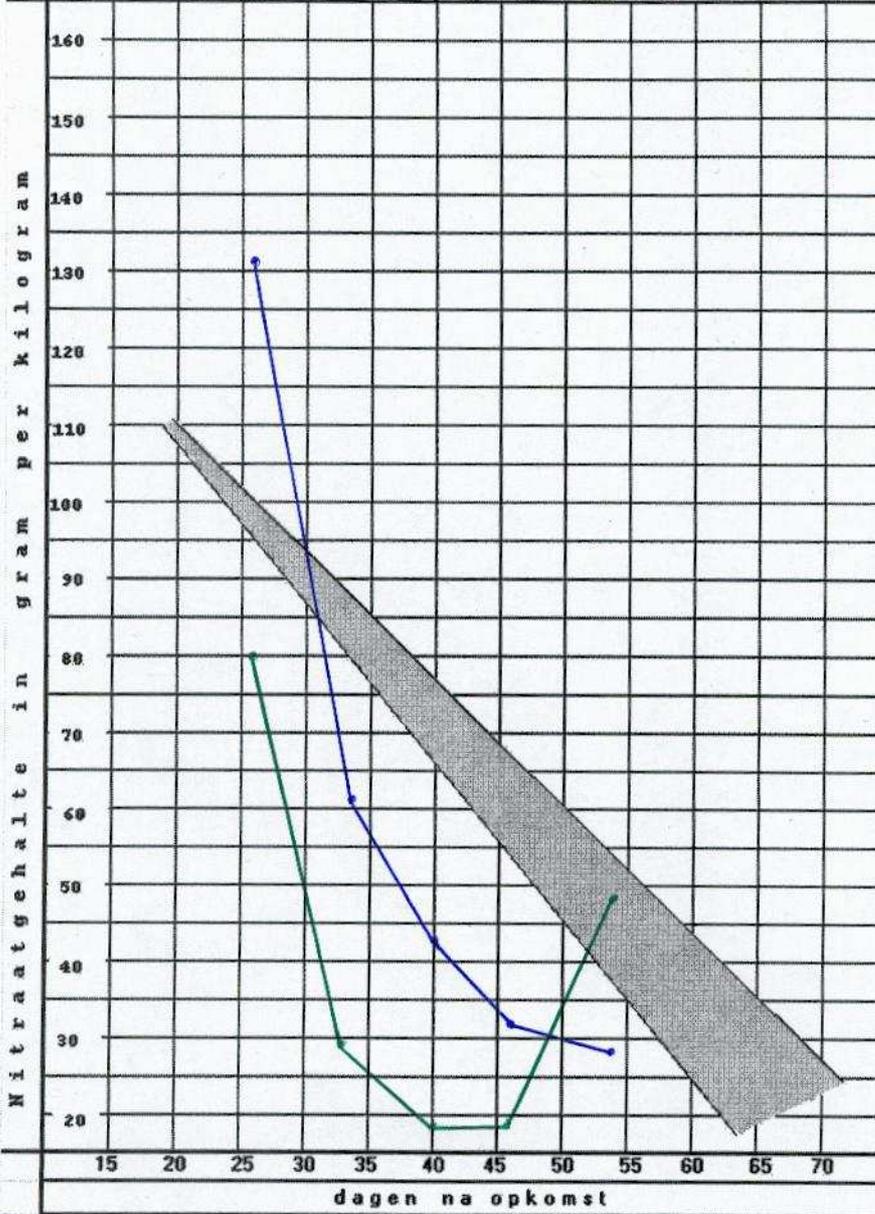
Noot 1: berekend over de periode vanaf 8 juli tot 15 augustus à 1 kg N per ha per dag.

Bladsteeltjesmethode 2003

Bij de bladsteeltjesmethode lag het nitraatgehalte vier weken na opkomst bij Seresta boven de normlijn, maar het gehalte daalde sterk en zat een week later onder de normlijn. Het bleef daarna de gehele teeltperiode onder de norm. Dit duidt erop dat het gewas waarschijnlijk stikstoftekort heeft gehad. Het gehalte steeg niet nadat er was bijbemest.

Bij Mercator zat het nitraatgehalte vier weken na opkomst al onder de normlijn en bleef daar ook geruime tijd onder. Na de 1^e bijmestgift (17 juni) daalde het nitraatgehalte verder. Na de 2^e bijmestgift (1 juli) steeg het gehalte.

Normlijn voor zetmeelaardappelen
op basis van nitraatgehalte in de droge stof van bladstelen



bijmestgift: ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ kg N/ha
 bijmestgift: 30 30 50 30 30 kg N/ha

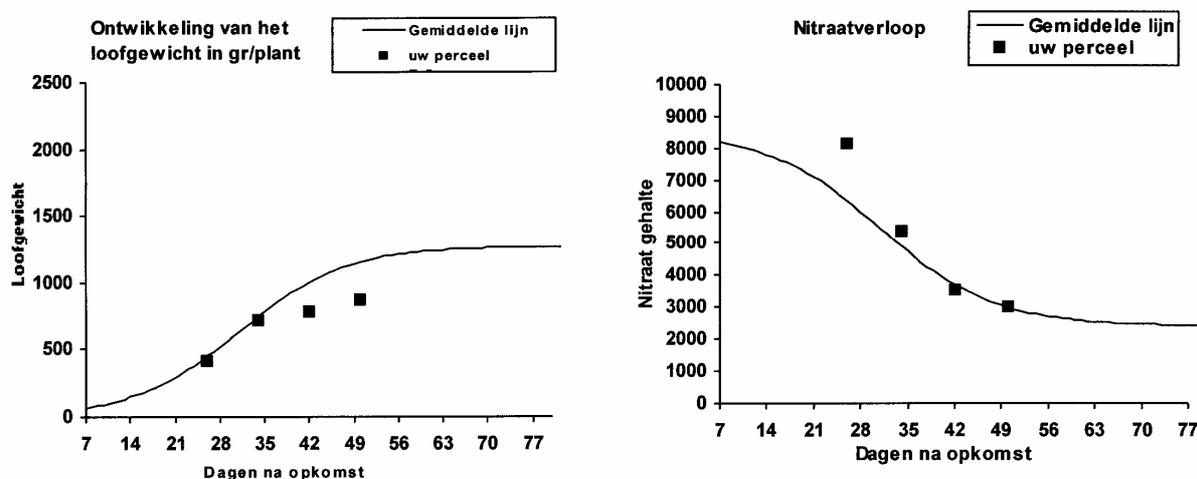
— Seresta
 — Mercator

Figuur 3-5. Verloop nitraatgehalte in de bladsteeltjes op droge stofbasis in 2003 ten opzichte van de normlijn

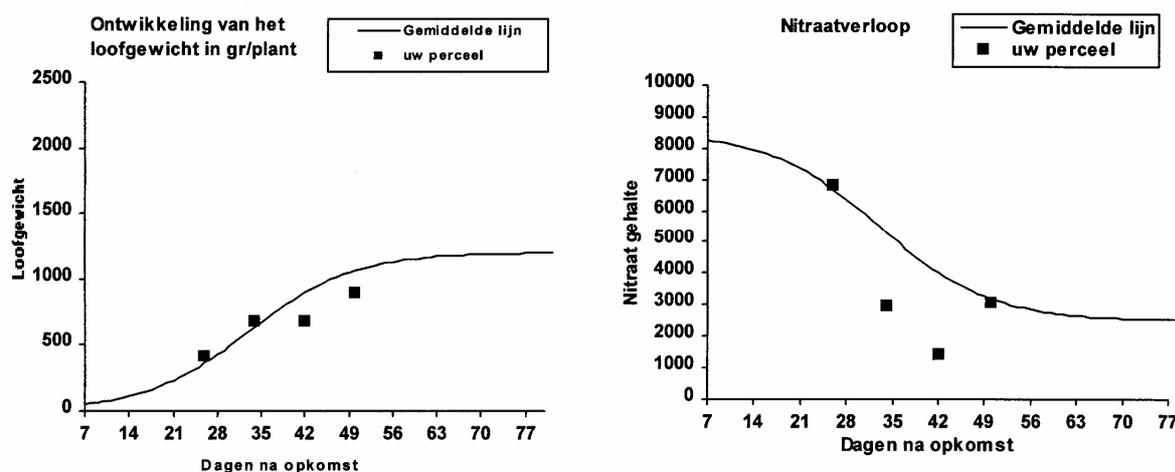
Bepaling bijmestgift: zie het bemestingsadvieschema op pagina 43.

Aardappelmonitoring 2003

Volgens aardappelmonitoring van Altic verliep de ontwikkeling van het loofgewicht bij beide rassen aanvankelijk volgens de norm, maar bleef vanaf 26 juni (dag 42 na opkomst) onder de norm. Het nitraatgehalte bij Seresta was aanvankelijk ook hoger dan de norm, maar het daalde sterk en kwam 26 juni net iets onder de norm. Altic adviseerde vervolgens 50 kg N per ha bij te bemesten (1 juli c.q. dag 47 na opkomst gegeven). Bij Mercator lag het nitraatgehalte op 10 juni boven de norm maar daalde daarna zeer snel en kwam op 18 juni onder de norm, waarna Altic adviseerde 50 kg N per ha bij te bemesten (23 juni c.q. dag 39 na opkomst gegeven). Op 26 juni was het nitraatgehalte nog verder gedaald, maar op 4 juli weer gestegen. Niettemin lag het gehalte nog steeds iets onder de norm dan wel was niet snel genoeg gestegen en is geadviseerd 20 kg N per ha bij te bemesten.



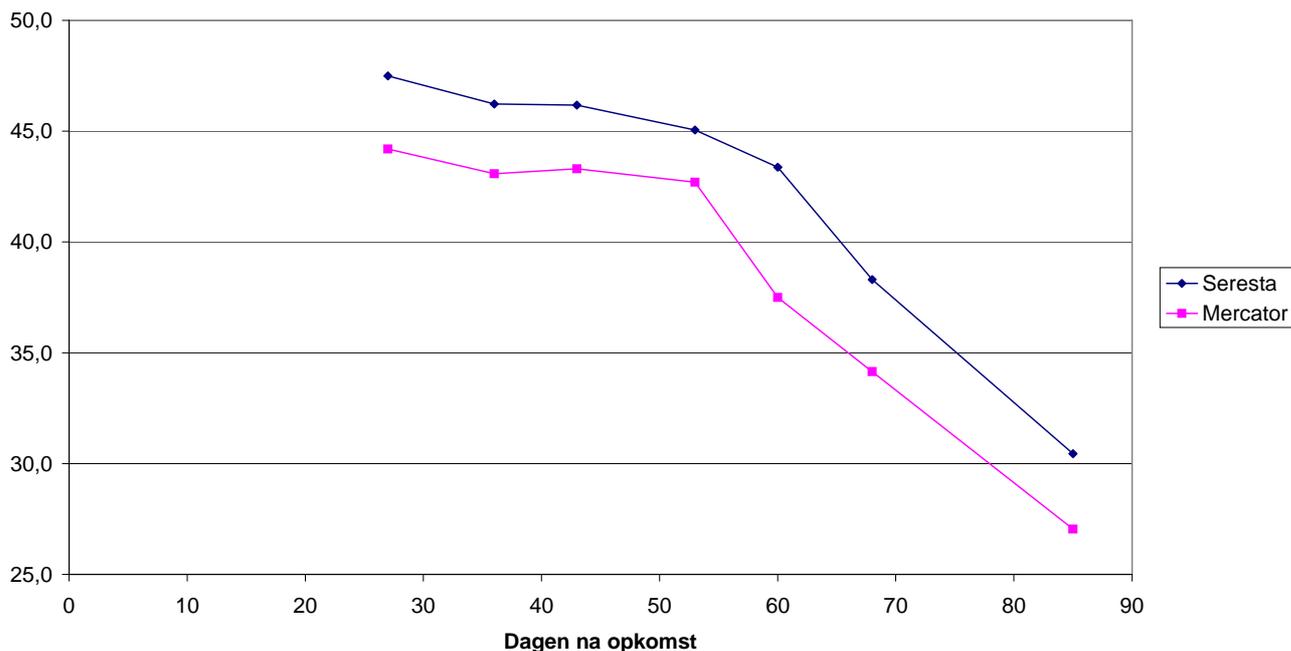
Figuur 3-6. Verloop nitraatgehalte in het sap van de bladsteeltjes en de ontwikkeling van het loofgewicht ten opzichte van de normlijnen bij Seresta in 2003



Figuur 3-7. Verloop nitraatgehalte in het sap van de bladsteeltjes en de ontwikkeling van het loofgewicht ten opzichte van de normlijnen bij Mercator in 2003

Chlorofylmetingen 2003

De chlorofylwaarden begonnen na 7 à 14 juli (53-60 dagen na opkomst) sterk te dalen. Het bijmestadvies is gegeneerd op basis van het chlorofylverloop t/m 14 juli. Bij de chlorofylmetingen lagen de meetwaarden steeds boven de norm. De methode voorspelde (zonder bijbemesting) voor Seresta 89 ton/ha als meest waarschijnlijke uitbetalingsgewicht voor Mercator 90 ton/ha. De kans op een opbrengst <70 ton ubg per ha was nihil. Op grond hiervan is niet bijbemest.



Figuur 3-8. Verloop van de chlorofylwaarden, gemeten met de SPAD-meter, in 2003

Voorspellingen SPAD-methode 2003:

- Seresta:
voorspeld uitbetalingsgewicht (ubg) = 89 ton/ha
met kans dat ubg >70 ton/ha = 99%
en kans dat ubg >90 ton/ha = 46%.
- Mercator:
voorspeld uitbetalingsgewicht (ubg) = 90 ton/ha
met kans dat ubg >70 ton/ha = >99%
en kans dat ubg >90 ton/ha = 52%

Bijlage 4. Spreiding meetuitslagen

Een probleem bij de beoordeling van bijmestsystemen onder veldomstandigheden is dat de meetuitslagen bij elk systeem (en daardoor ook de bijmestgift) worden beïnvloed door de proefveldvariatie. Daarnaast wordt de meetuitslag beïnvloed door de onnauwkeurigheid van het meetsysteem zelf.

Om hier enig inzicht in te krijgen is in 2002 op 24 en 25 juni met alle systemen in elk veldje gemeten van alle bijmestobjecten. Totaal betrof dat 20 veldjes per ras. Op dat moment hadden al deze veldjes alleen de basisgift stikstof gekregen (waren gelijk behandeld). Per veldje zijn 25 steken genomen voor de Nmin-bepaling, 40 bladstelen voor de nitraatbepaling, 5 planten voor de bepaling van het loofgewicht, is het gehele veldje met de CropScan gemeten en zijn 25 metingen met de SPAD-meter gedaan.

In 2003 is op 25 juni enkel het nitraatgehalte op drogestofbasis in de bladstelen gemeten in de veldjes van de objecten CropScan-methode en SPAD-methode, die tot dan toe alleen de basisgift stikstof hadden gekregen. Bij NBS-bodem is bij Seresta op 10 juni en 8 juli 2003 tweemaal een Nmin-monster gestoken (mengmonsters per object à 40 steken).

Vervolgens is de variantie binnen de veldjes en tussen de veldjes geschat door de naast elkaar gelegen veldjes te selecteren tot 'plots'. De variantie binnen deze 'plots' is beschouwd als de beste benadering van de variantie binnen een veldje en de variantie tussen deze 'plots' als de beste benadering van de variantie tussen veldjes binnen een proefveldblok. Op basis van deze twee varianties is geschat hoe groot de standaardafwijking is van een mengmonster dan wel gemiddelde van de vier blokken per object à:

- 10 steken per veldje voor de Nmin-bepaling
- 10 bladsteeltjes per veldje;
- 2 planten per veldje voor de bepaling van het loofgewicht;
- een CropScan-meting per veldje;
- 25 SPAD-metingen per veldje.

De uitkomst van deze benadering is weergegeven in tabel 10-1. Voor 2002 zijn de cijfers weergegeven voor beide rassen samen. Het verschil tussen de rassen was klein. Voor 2003 zijn de cijfers afzonderlijk weergegeven voor Seresta en Mercator.

Tabel 10-1. **Spreiding van de meetuitslagen per systeem**

	24-25 juni 2002					25 juni 2003		
	NBS-bodem Nmin (kg N/ha)	Bladsteeltjes- methode nitraatgehalte (g/kg d.s.)	Aardappelmonitoring nitraat- gehalte (ppm)	CropScan- methode gewas- reflectie waarde	SPAD- methode chlorofyl- waarde	Bladsteeltjesmethode nitraatgeh. (g/kg d.s.) Seresta Mercator		
Gemiddelde	18	99	6778	726	44	43	48	24
Standaardafw.	5,4	8,3	551	75	1,02	0,33	5,6	5,6
Variatiecoëff.	30%	8%	8%	10%	2,3%	0,8%	12%	24%

Tabel 10-2. **Nmin-uitslagen herhaalde meting bij Seresta – NBS-bodem op 10 juni en 8 juli 2003**

Datum	Nmin 0-30 cm	
	1 ^e meting	2 ^e meting
10 juni	31	49
8 juli	13	11

Bij NBS-bodem is de spreiding in bijmestadvies (in kg N per ha) gelijk aan de spreiding van de meetwaarden van de Nmin-voorraad in de bodem. De Nmin-voorraad was op 24 juni 2002 vrij laag. Bij hoge Nmin-voorraad was de spreiding (in absolute zin) misschien groter geweest. In 2003 werden bij de Nmin-meting in dezelfde veldjes op dezelfde dag eveneens verschillen gevonden (tabel 10-2). Absoluut gezien waren deze verschillen klein.

De gevonden spreiding van het nitraatgehalte in de droge stof van de bladsteeltjes was in 2003 absoluut gezien kleiner dan in 2002, maar relatief gezien groter, met name bij Mercator, wat een gevolg was van de lage meetwaarde.

Wanneer voor de standaardafwijking van het nitraat in de droge stof van de bladsteeltjes 12% wordt aangehouden en dit cijfer wordt betrokken op de laatste meting in 2002 (8 juli), is het bij Seresta onwaarschijnlijk dat het gevonden nitraatgehalte ook net op of boven de normlijn had kunnen liggen en dat het bijmestadvies 0 kg N per ha zou hebben bedragen in plaats van 20 kg N per ha. Bij Mercator was er wel een kleine kans dat het bijmestadvies 0 kg N per ha had kunnen bedragen. Daarentegen had het advies voor bij beide rassen met grote kans op 30 kg N per ha kunnen uitkomen. Het kan voor beide rassen worden uitgesloten dat het advies ≥ 40 kg N per ha hadden kunnen bedragen.

In 2003 is bij Seresta besloten om 30 kg N per ha bij te bemesten na de 2^e, 4^e en 5^e meting. Het nitraatgehalte lag bij deze metingen zover onder de normlijn dat een bijmestadvies van 0 kg bijna kan worden uitgesloten. Na de 2^e meting had het advies met kleine kans 20 kg N per ha kunnen zijn en na de 5^e meting met grote kans. Anderzijds had het advies na de 2^e en 4^e meting ook 40 kg N per ha kunnen bedragen; een bijmestadvies van 50 kg N per ha kon vrijwel zeker worden uitgesloten. Na de 5^e meting kon een bijmestadvies ≥ 40 kg N per ha bijna zeker worden uitgesloten.

Bij Mercator is besloten 30 kg N per ha bij te bemesten na de 1^e meting en 50 kg N na de 3^e meting. Bij de 1^e meting was er een geringe kans dat de uitslag net op of boven de normlijn had kunnen liggen en het bijmestadvies 0 kg N per ha zou hebben bedragen, maar er was een reële kans dat het advies 20 of 40 kg N per ha zou hebben bedragen. De kans op een bijmestadvies van 50 kg N per ha kan worden uitgesloten. Bij de 3^e meting lag het gehalte zover onder normlijn dat een bijmestadvies ≤ 30 kg N per ha kan worden uitgesloten. Er had daarentegen, met een kleine kans, wel een bijmestadvies van 40 kg N per ha uit kunnen komen.

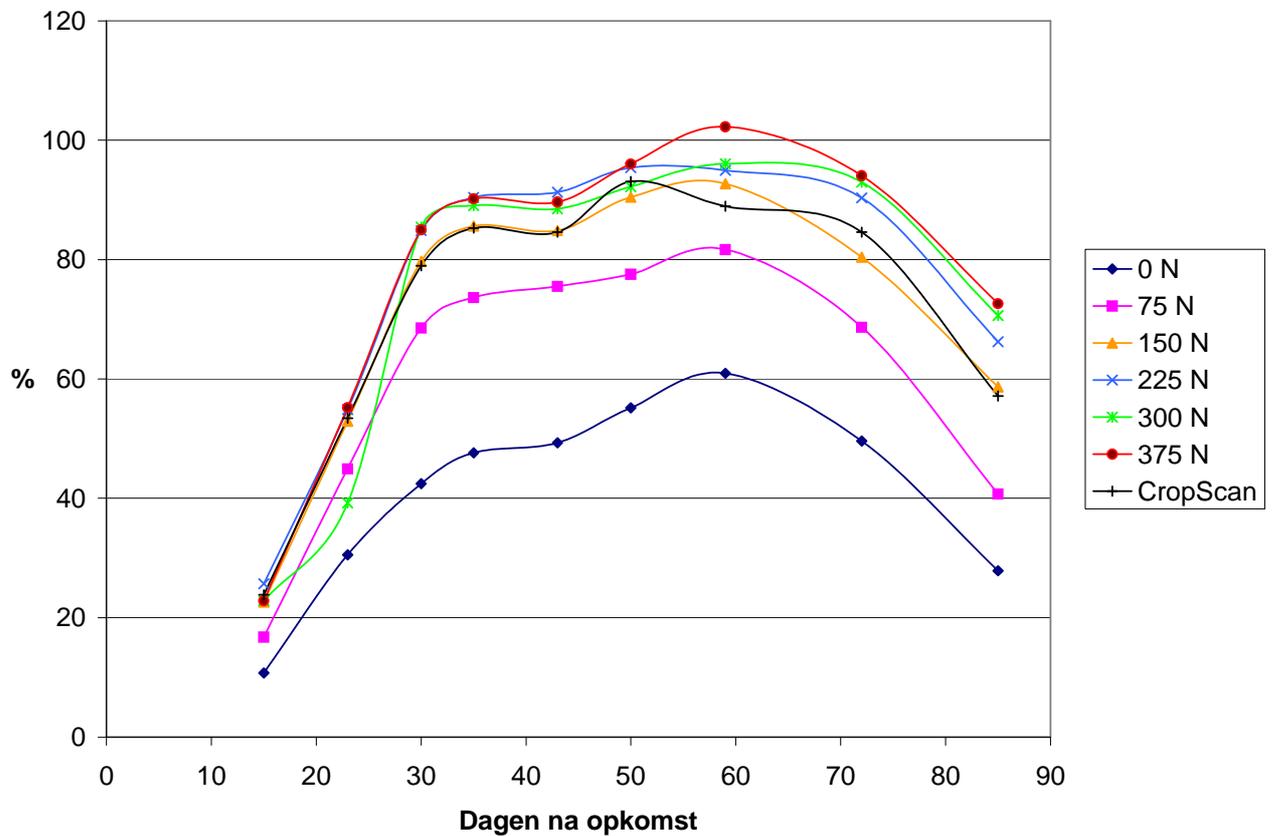
I.h.a. had na een bladsteeltjesanalyse maximaal 20 kg N per ha teveel of te weinig kunnen worden geadviseerd, als de uitslag net onder of boven de normlijn had gelegen (0-10 g nitraat per kg d.s.).

De relatieve spreiding van de meetuitslagen in 2002 was bij nitraat in het sap van de bladstelen (aardappelmonitoring) even groot als bij nitraat in de droge stof. Het loofgewicht vertoonde eenzelfde relatieve mate van spreiding. Het was bij aardappelmonitoring niet mogelijk om de consequentie voor het bijmestadvies te berekenen, omdat dit niet wordt bepaald aan de hand van de meting op één tijdstip, maar aan de hand van het verloop van de meetuitslagen in de tijd.

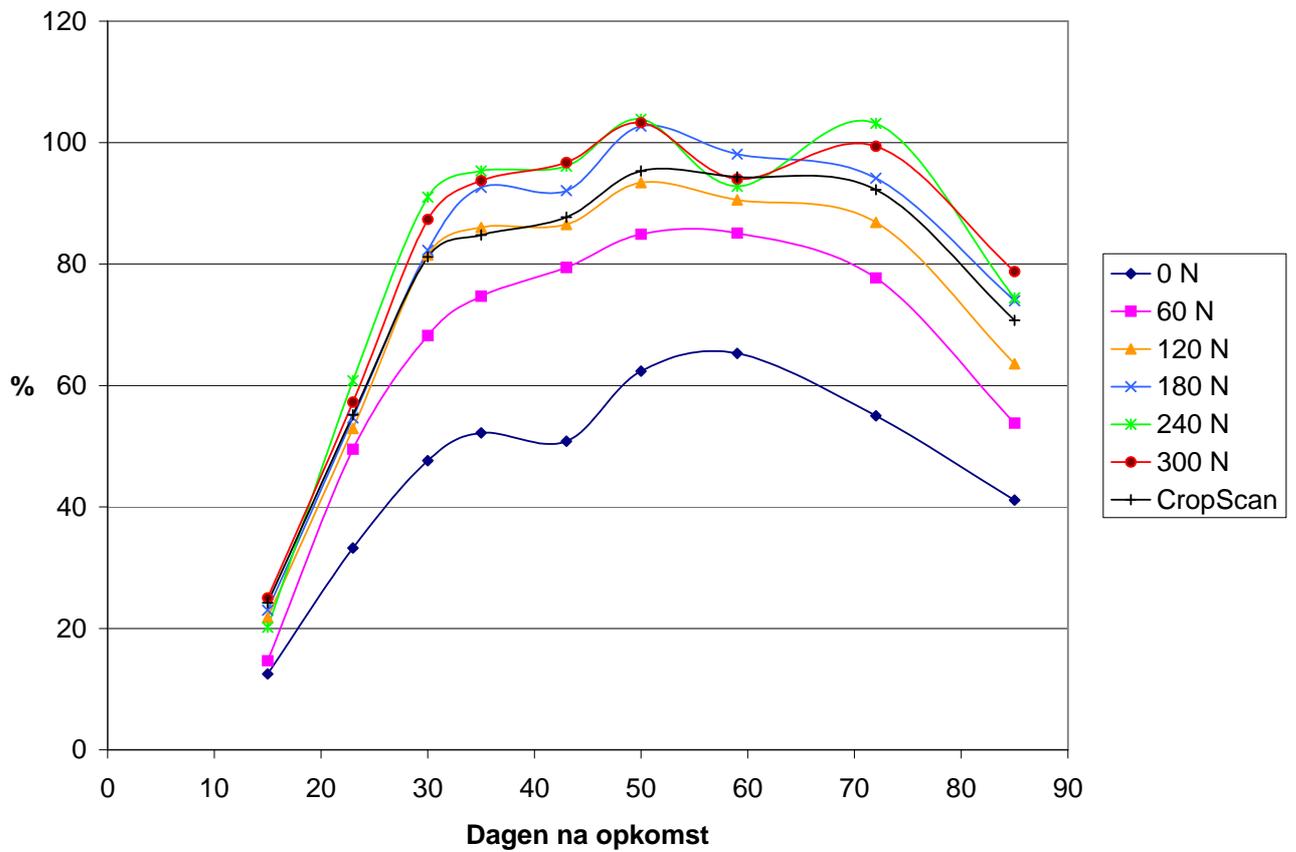
Bij de SPAD-metingen was het ook niet mogelijk de consequentie voor het bijmestadvies te berekenen. De SPAD-uitslag vertoonde echter een zeer geringe afwijking. Aangezien het advies wordt bepaald op basis van het verloop van de waarden (op meerdere metingen), zal de richting van het verloop, nauwelijks zijn beïnvloed door de afwijking van de individuele meetmomenten. Het advies van de SPAD-methode is derhalve niet of nauwelijks afhankelijk geweest van de meetfout in een individuele meting.

Bij de CropScan-methode was de spreiding van de meetuitslagen klein. De spreiding is vertaald naar een spreiding in bijmestadvies: standaardafwijking = 8 kg N per ha.

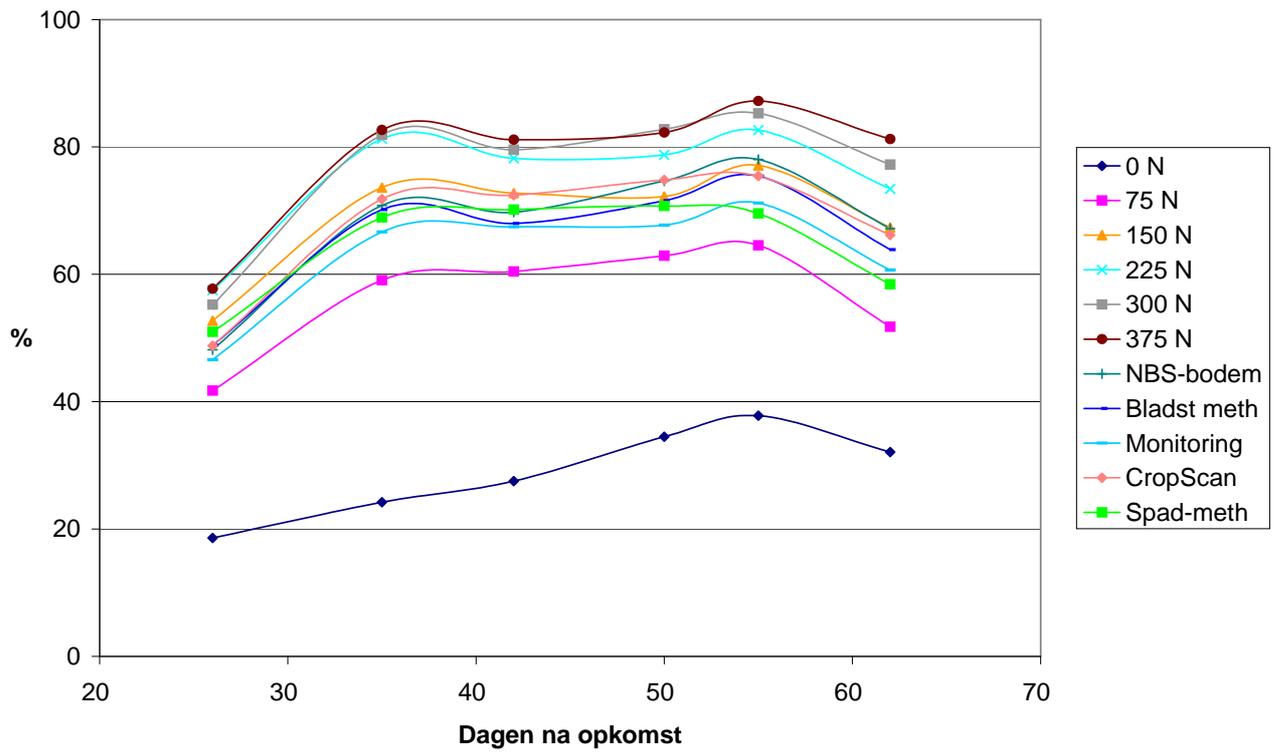
Bijlage 5. Bodembedekking, gemeten met de CropScan



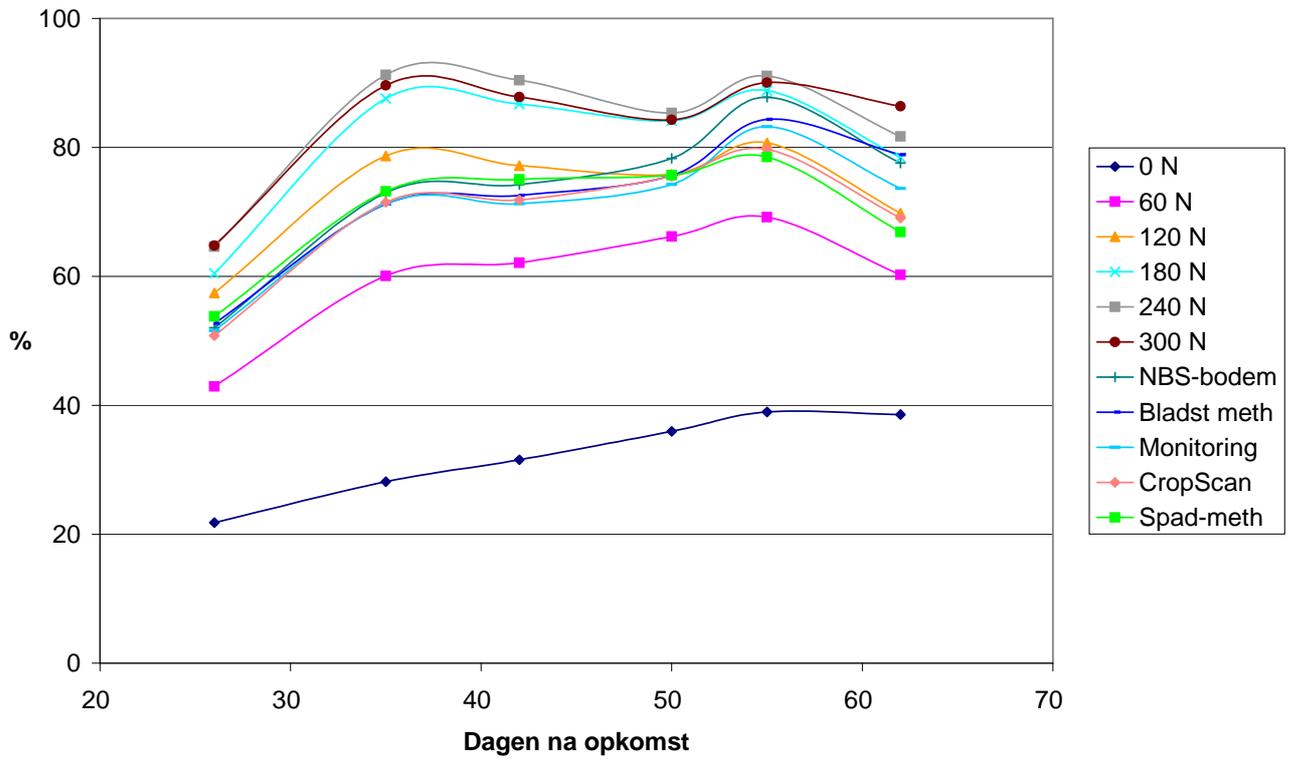
Figuur 5-1. Verloop van bodembedekking (%) in de tijd, gemeten met de CropScan, bij de verschillende N-trappen en het CropScan-object bij Seresta in 2002



Figuur 5-2. Verloop van bodembedekking (%) in de tijd, gemeten met de CropScan, bij de verschillende N-trappen en het CropScan-object bij Mercator in 2002



Figuur 5-3. Verloop van bodembedekking (%) in de tijd, gemeten met de CropScan, bij de verschillende N-trappen en het CropScan-object bij Seresta in 2003



Figuur 5-4. Verloop van bodembedekking (%) in de tijd, gemeten met de CropScan, bij de verschillende N-trappen en het CropScan-object bij Mercator in 2003

Bijlage 6. Verloop van de drogestofproductie en de stikstofopname

Jaar 2002

De via periodieke oogsten gemeten drogestofproductie en stikstofopname in 2002 bij de eenmalige stikstofgift aan de basis van 225 kg N per ha bij Seresta en 180 kg N per ha bij Mercator, zijn weergegeven in de figuren 6-1 en 6-2. Tussen half juni en 1 augustus werd een groeisnelheid vastgesteld van 220 kg d.s. per ha per dag. Daarna nam de gewasgroeisnelheid af. In de loop van het groeiseizoen bleef de drogestofproductie van Mercator wat achter bij die van Seresta. Er kan niet met zekerheid worden gezegd of dit een raseffect is of een gevolg van het verschil in stikstofgift of dat het aan het proefveld lag. Mercator behield langer groen loof en de knolgroei kwam langzamer op gang (wat van een laat ras kan worden verwacht). De knolproductie bleef het gehele groeiseizoen achter bij die van Seresta en was ook bij de oogst nog steeds lager.

De gemeten stikstofopname verliep vanaf opkomst in een bijna rechte lijn à gemiddeld 4,3 kg N per ha per dag tot een maximumopname van ca. 300 kg N/ha rond 1 augustus. Er was nauwelijks verschil tussen de gemeten totale stikstofopname bij Seresta en Mercator.

In de eerste helft van augustus leek de stikstoftoename in de knollen te stagneren, terwijl de drogestofproductie wel toenam. Bij Mercator leek er ook een dip in de productie te zijn opgetreden.

De stikstofhoeveelheid in het loof nam in die periode ook af. Dit was voor een klein deel het gevolg van afname van de loofmassa (ongeveer een halve ton d.s. per ha) en voor het grootste deel van daling van het stikstofgehalte in de droge stof (figuur 6-3). Op grond van de afname van de hoeveelheid stikstof in het loof had een sterkere toename van de hoeveelheid stikstof in de knollen mogen worden verwacht.

Het stikstofgehalte in de droge stof van het loof en de knollen nam gedurende de groeiperiode af, maar was op 29 juli relatief hoog ten opzichte van wat op basis van de trendmatige afname zou mogen worden verwacht. Hiervoor is geen goede verklaring. Er traden in de periode tussen 8 en 30 juli geen bijzondere groeiomstandigheden op, noch was er sprake van stagnatie van de (totale) drogestofproductie.

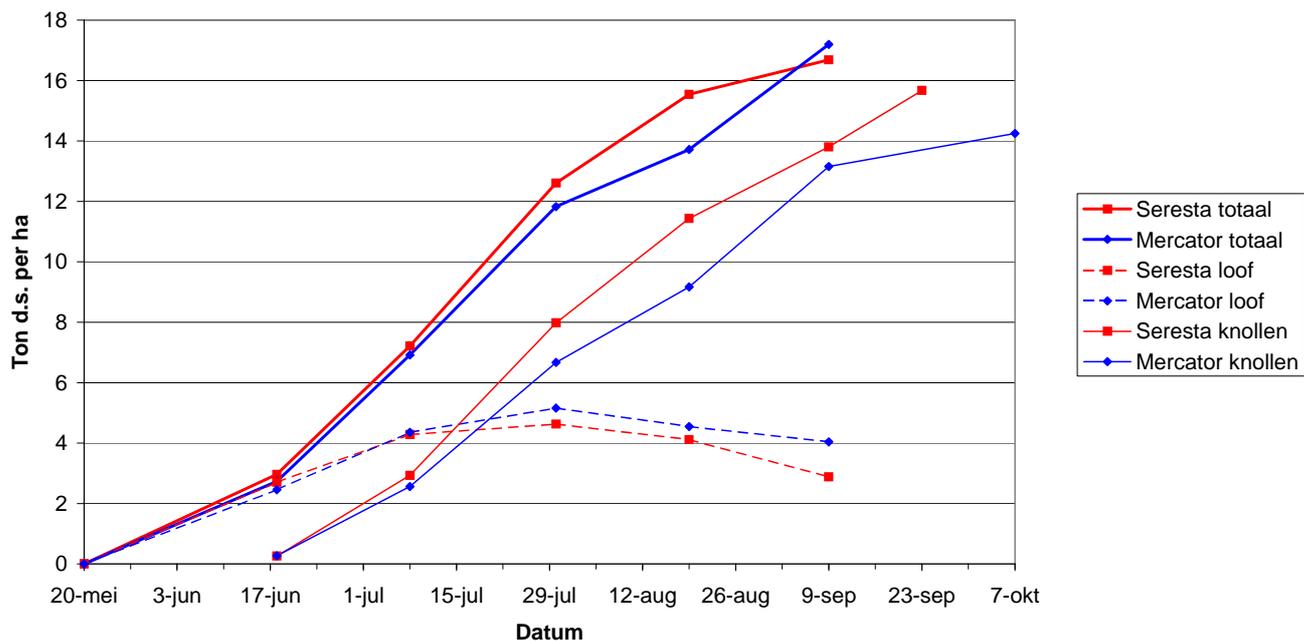
Wanneer wordt aangenomen dat de gemeten fluctuaties op toeval berusten (veldvariatie), kan door de meetpunten een trendlijn worden getrokken. Uit de meetgegevens van de tusse oogsten is in het gemeten traject (29 tot 140 dagen na opkomst) met behulp van regressie-analyse een trendmatig verloop van de drogestofproductie van het loof en de knollen berekend en van het stikstofgehalte in de droge stof. Met de gevonden waarden is vervolgens de stikstofopname berekend. De totale drogestofproductie en stikstofopname zijn berekend door die van loof en knollen op te tellen.

De drogestofproductie van het loof is voor beide rassen afzonderlijk beschreven met een kritisch exponentiële curve (figuur 6-4), die van de knollen met een logistische curve (figuur 6-5). De curves beschrijven niet het verloop tussen dag 0 en dag 29. De productie en stikstofinhoud van het gewas op de dag van opkomst (dag 0) zijn op nul gezet.

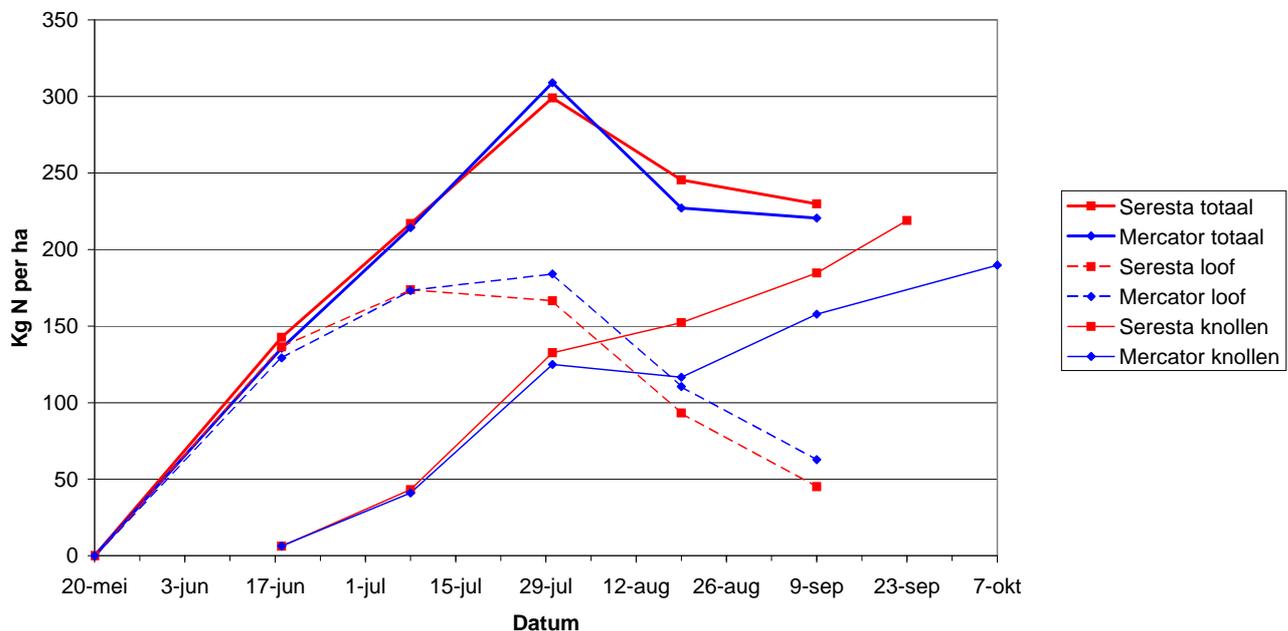
De afname van het stikstofgehalte in het loof is, voor beide rassen samen, beschreven met een rechte lijn (figuur 6-6) en dat van de knollen met een gewone exponentiële curve (figuur 6-7).

De hierboven beschreven werkwijze resulteerde in de productie- en stikstofopnamecurves die zijn weergegeven in de figuren 6-8 en 6-9. Ook bij dit berekende, trendmatig verloop blijft de knolproductie van Mercator achter bij die van Seresta. De stikstoftoename in de knollen na 1 augustus correspondeert nu beter met de afname van de hoeveelheid stikstof in het loof. De maximum stikstofopname rond 1 augustus komt op zo'n 265 kg N per ha.

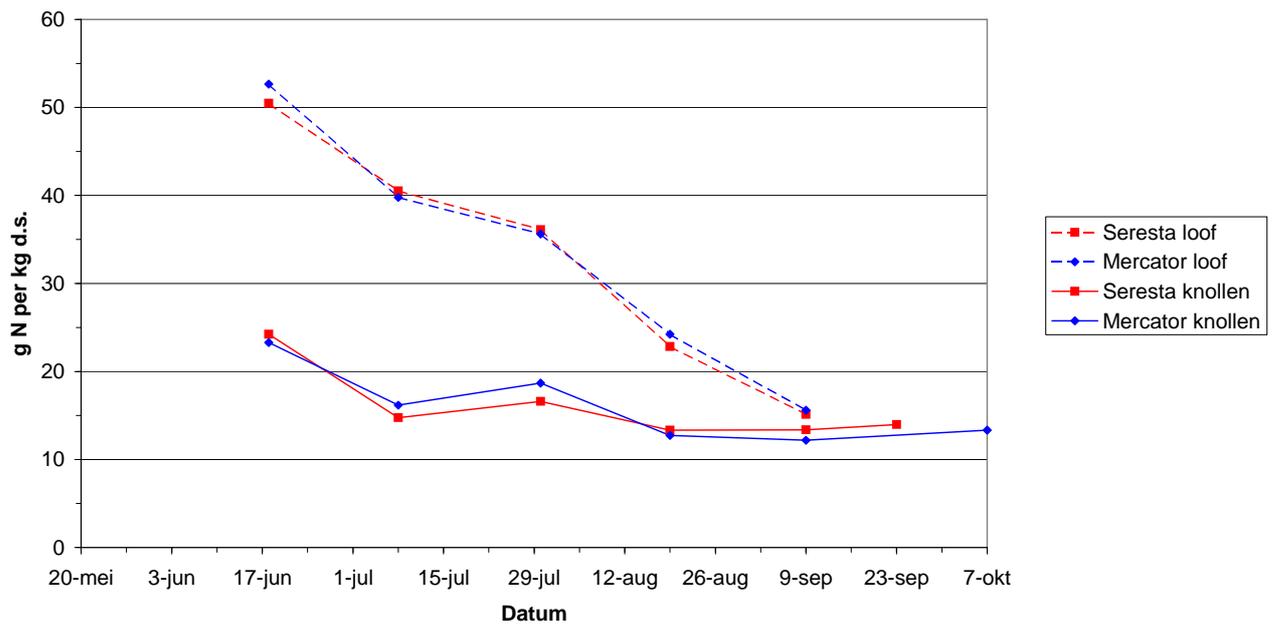
Het actuele stikstofopnameverloop dat in figuur 3 (paragraaf 3.1.2) is weergegeven, betreft het gemiddelde van Seresta en Mercator.



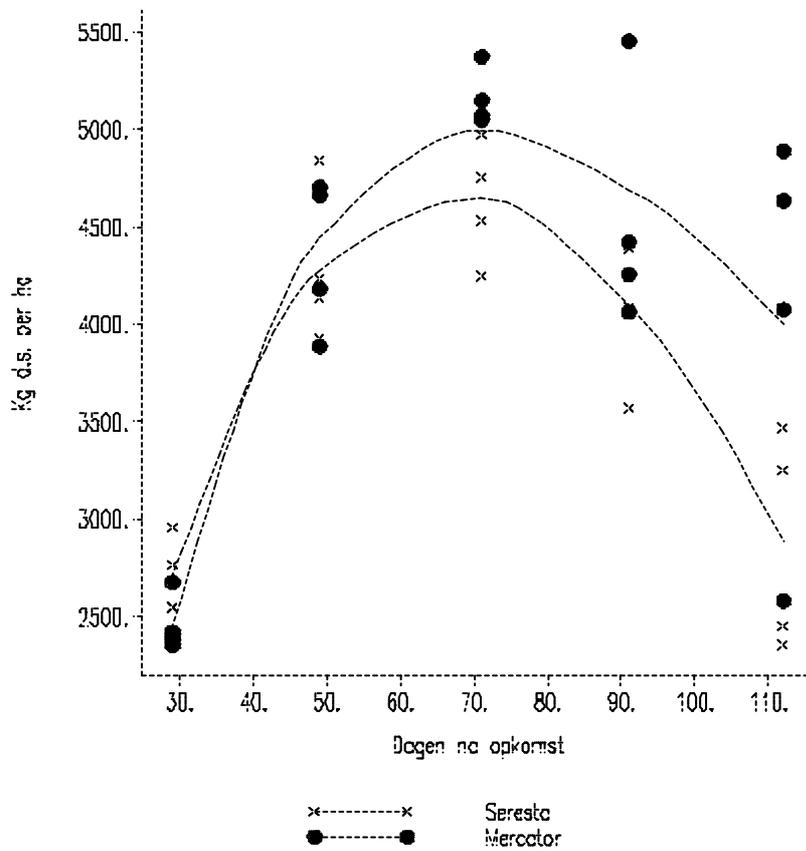
Figuur 6-1. Gemeten drogestofproductie in 2002 van het loof, de knollen en het totaal gewas bij een stikstofgift van 225 kg N per ha aan Seresta en 180 kg N per ha aan Mercator



Figuur 6-2. Gemeten stikstofopname in 2002 in het totaal gewas, het loof en de knollen bij een stikstofgift van 225 kg N per ha aan Seresta en 180 kg N per ha aan Mercator



Figuur 6-3. Gemeten stikstofgehalte in 2002 in de droge stof van het loof en de knollen bij een stikstofgift van 225 kg N per ha aan Seresta en 180 kg N per ha aan Mercator



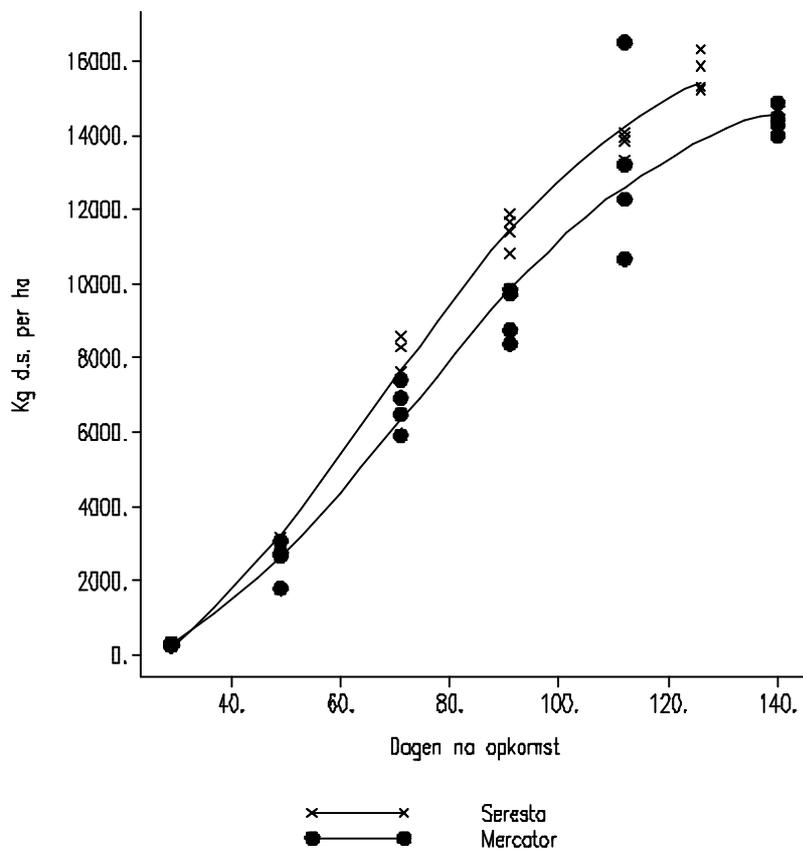
Figuur 6-4. **Trendmatig verloop drogestofproductie loof (kg per ha) in 2002** ($R^2 = 0,76$)

Seresta: $y = (27487 + 474 * x) * 0,99203^x - 29978$

Mercator: $y = (-3570 + 355 * x) * 0,9837^x - 1730$

waarbij: y = drogestofproductie

x = aantal dagen na opkomst

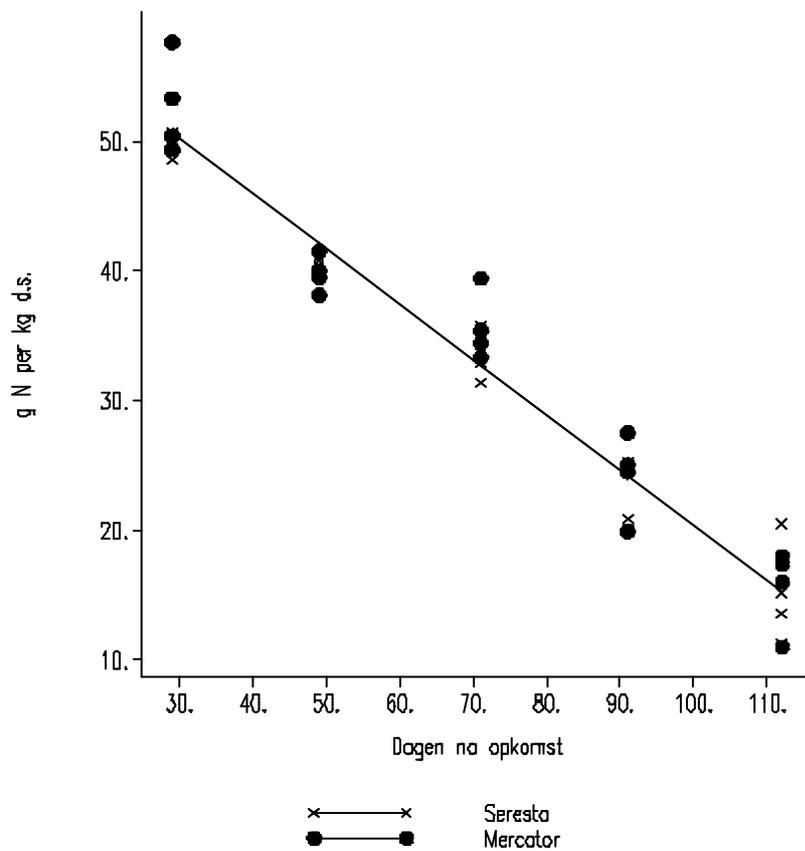


Figuur 6-5. Trendmatig verloop drogestofproductie knollen (kg per ha) in 2002

(R² = 0,98)

Seresta: $y = 21095 / (1 + \exp(-0,0391 * (x - 66,42))) - 3833$

Mercator: $y = 18087 / (1 + \exp(-0,0402 * (x - 73,12))) - 2346$

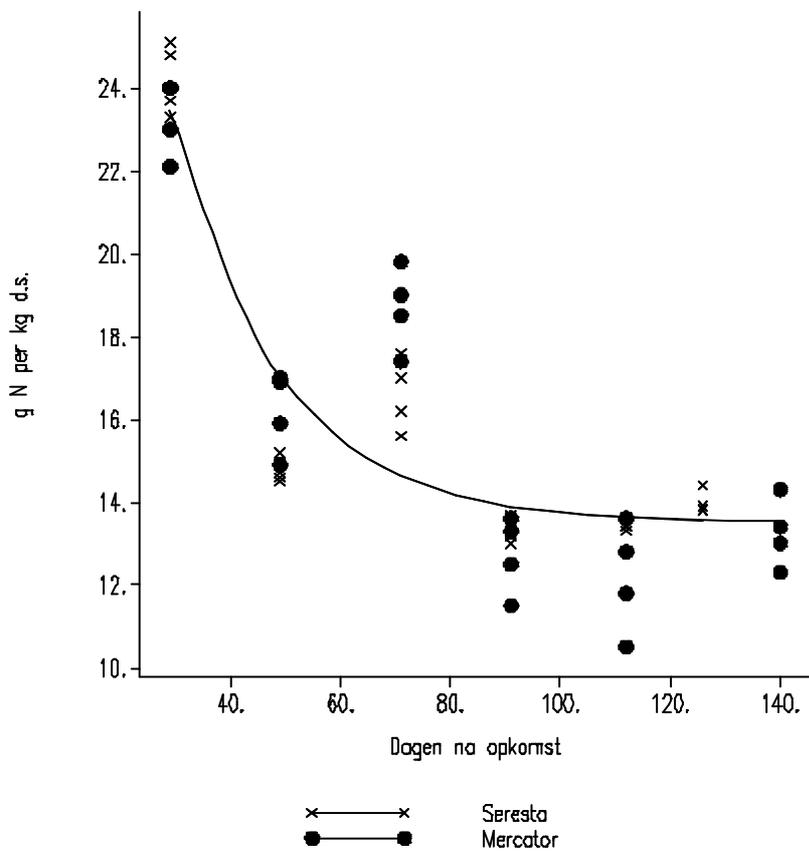


Figuur 6-6. **Trendmatig verloop stikstofgehalte in de droge stof van het loof in 2002** ($R^2 = 0,95$)

$$y = 63,1 - 0,4274 * x$$

waarbij: y = stikstofgehalte

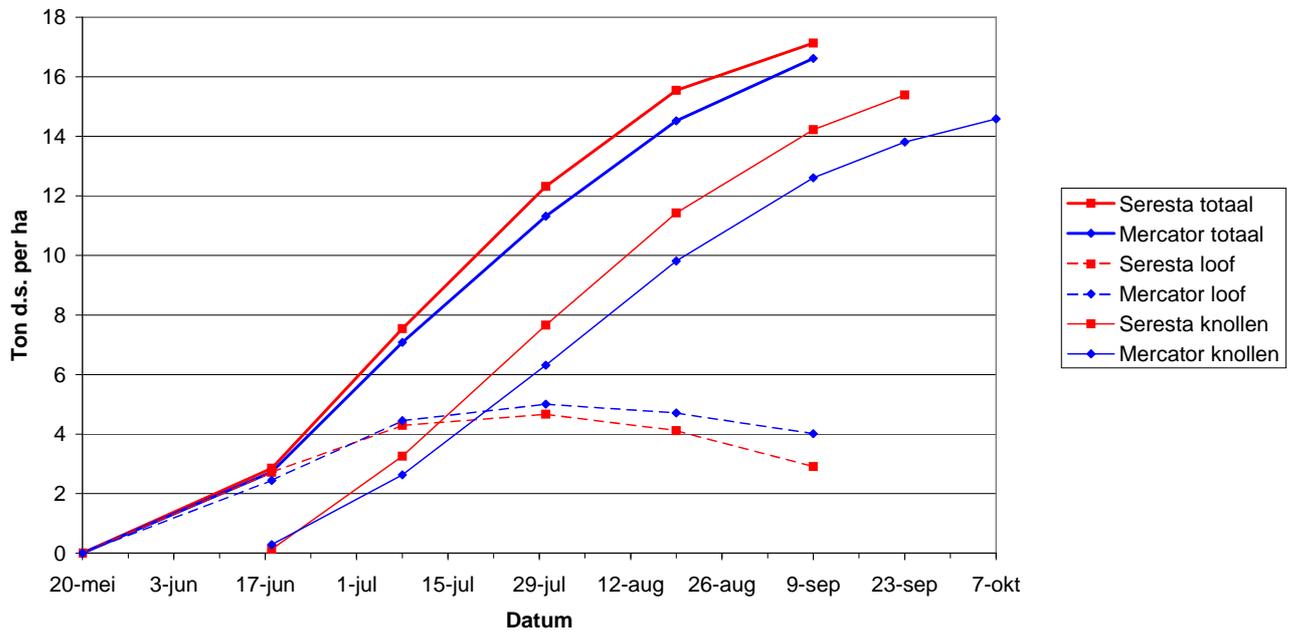
x = aantal dagen na opkomst



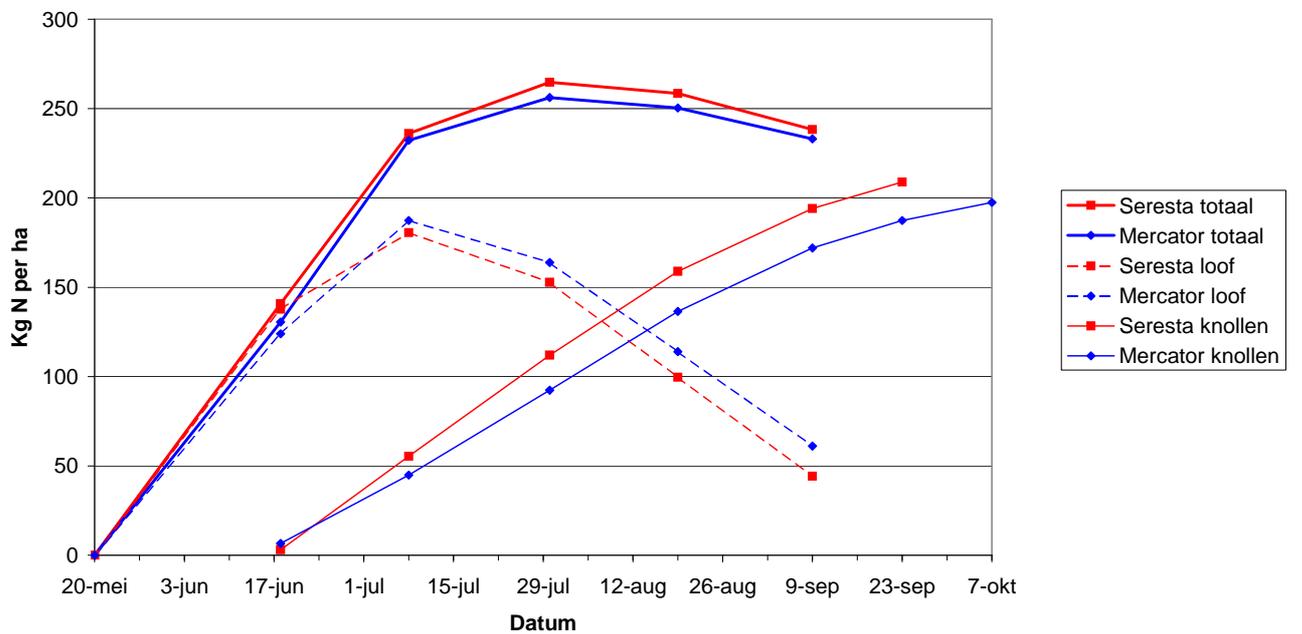
Figuur 6-7. Trendmatig verloop stikstofgehalte in de droge stof van de knollen in 2002

(R² = 0,79)

$$y = 13,5 + 44,9 * 0,9494^x$$



Figuur 6-8. Berekende trend drogestofproductie in 2002 van het loof, de knollen en het totaal gewas bij een stikstofgift van 225 kg N per ha aan Seresta en 180 kg N per ha aan Mercator



Figuur 6-9. Berekende trend stikstofopname in 2002 in het totaal gewas, het loof en de knollen bij een stikstofgift van 225 kg N per ha aan Seresta en 180 kg N per ha aan Mercator

Jaar 2003

De via periodieke oogsten gemeten drogestofproductie en stikstofopname in 2003 bij de eenmalige stikstofgift aan de basis van 225 kg N per ha bij Seresta en 180 kg N per ha bij Mercator, zijn weergegeven in de figuren 6-10 en 6-11. Tussen 10 juni en 23 juli werd een groeisnelheid gemeten van 250 kg d.s. per ha per dag bij Seresta en 230 kg N per ha per dag bij Mercator. Tussen 23 juli en half augustus bedroeg de groeisnelheid 220 kg N per dag bij Seresta en 200 kg N per ha per dag bij Mercator.

Vanaf begin juli bleef de drogestofproductie van Mercator enigszins achter bij die van Seresta. Er kan niet met zekerheid worden gezegd of dit een raseffect is of een gevolg van het verschil in stikstofgift of dat het aan het proefveld lag. Ook de hoeveelheid loofmassa was bij Mercator lager dan bij Seresta en het loof van stierf vrijwel gelijktijdig af met dat van Seresta, in tegenstelling tot in 2002. De knolproductie bleef het gehele groeiseizoen achter bij die van Seresta en was ook bij de oogst nog steeds lager.

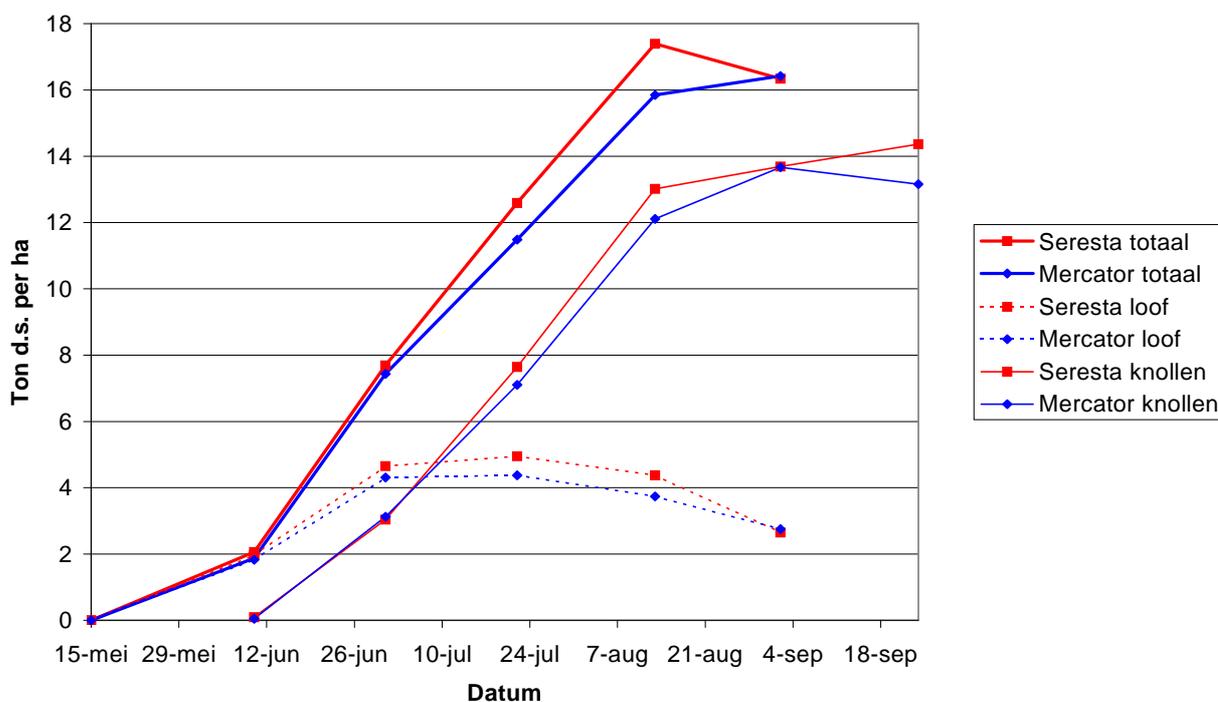
Bij geen van de objecten behaalde het loof een volledige grondbedekking tijdens het groeiseizoen (bijlage 5; figuren 5-3 en 5-4).

Vanaf opkomst tot 1 juli bedroeg de stikstofopname gemiddeld 4,9 kg N per ha per dag bij Seresta en 4,4 kg N per ha per dag bij Mercator. Daarna nam de stikstofopnamesnelheid bij Seresta sterk af. De maximale stikstofopname werd op 13 augustus gemeten en bedroeg 263 kg N per ha. Bij Mercator nam de totale hoeveelheid opgenomen stikstof in de bovengrondse gewasdelen na 1 juli niet meer toe. Op dat moment was er 205 kg N per ha opgenomen. Onduidelijk is wat hiervan de oorzaak is. Mogelijk speelde het droge, warme weer een rol.

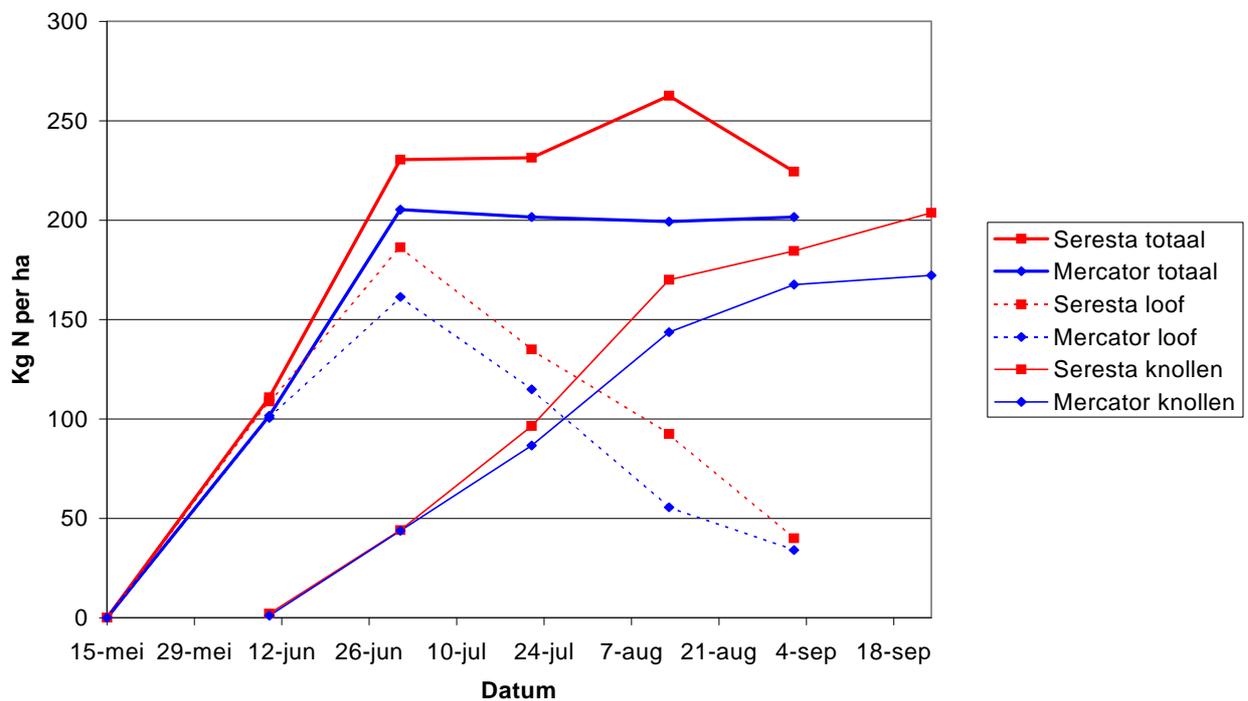
Het stikstofgehalte in het loof van Mercator nam na 22 juli wat sneller af dan bij Seresta (figuur 6-12). Half augustus was het totaal stikstofgehalte in het gewas (gewogen gemiddelde van loof en knollen op basis van droge stof) bij Mercator lager dan het minimale kritisch gehalte dat volgens Greenwood et al. (1990) in het gewas aanwezig moet zijn voor een ongeremde groei. Waarschijnlijk heeft het gewas toen stikstoftekort gehad.

Bij beide rassen stierf het loof eerder af dan in 2002 en nam de stikstofinhoud van het loof sneller af dan in 2002. De stikstoftoename in de knollen kwam overeen met de afname in het loof.

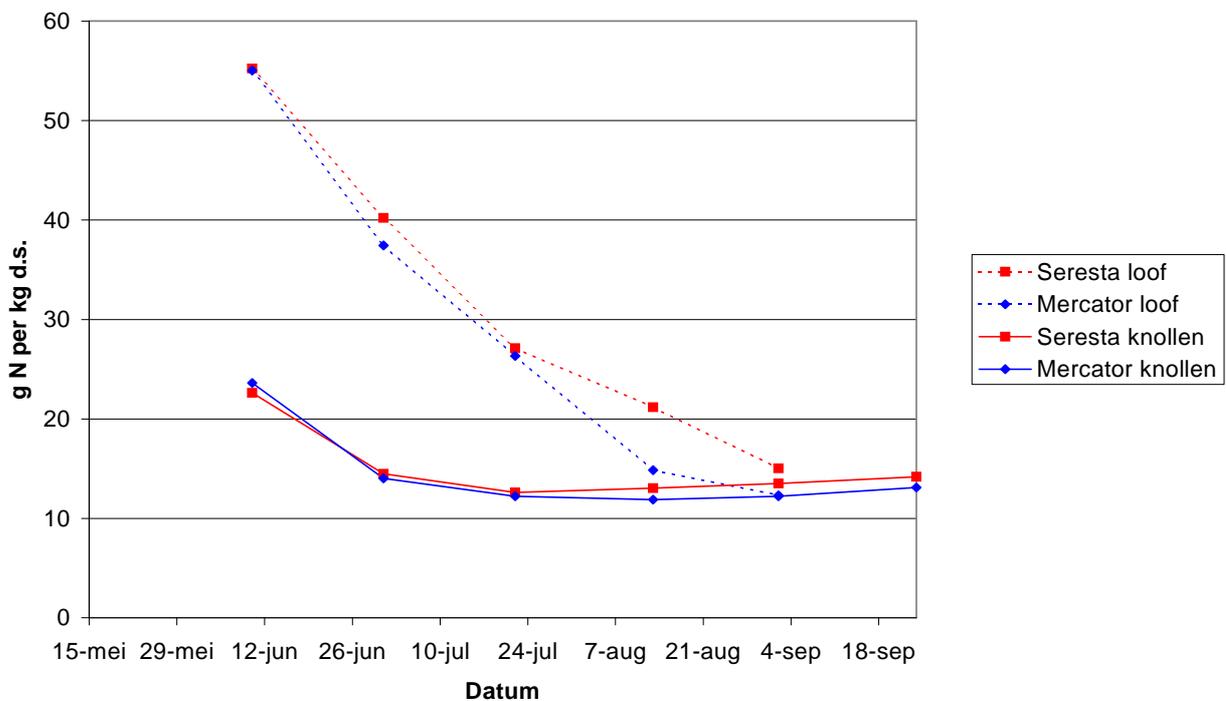
Het modelleren van de curves met behulp van regressie-analyse leverde geen wezenlijk ander beeld op dan de curves gebaseerd op werkelijke meetcijfers.



Figuur 6-10. Gemeten drogestofproductie in 2003 van het loof, de knollen en het totaal gewas bij een stikstofgift van 225 kg N per ha aan Seresta en 180 kg N per ha aan Mercator



Figuur 6-11. Gemeten stikstofopname in 2003 in het totaal gewas, het loof en de knollen bij een stikstofgift van 225 kg N per ha aan Seresta en 180 kg N per ha aan Mercator



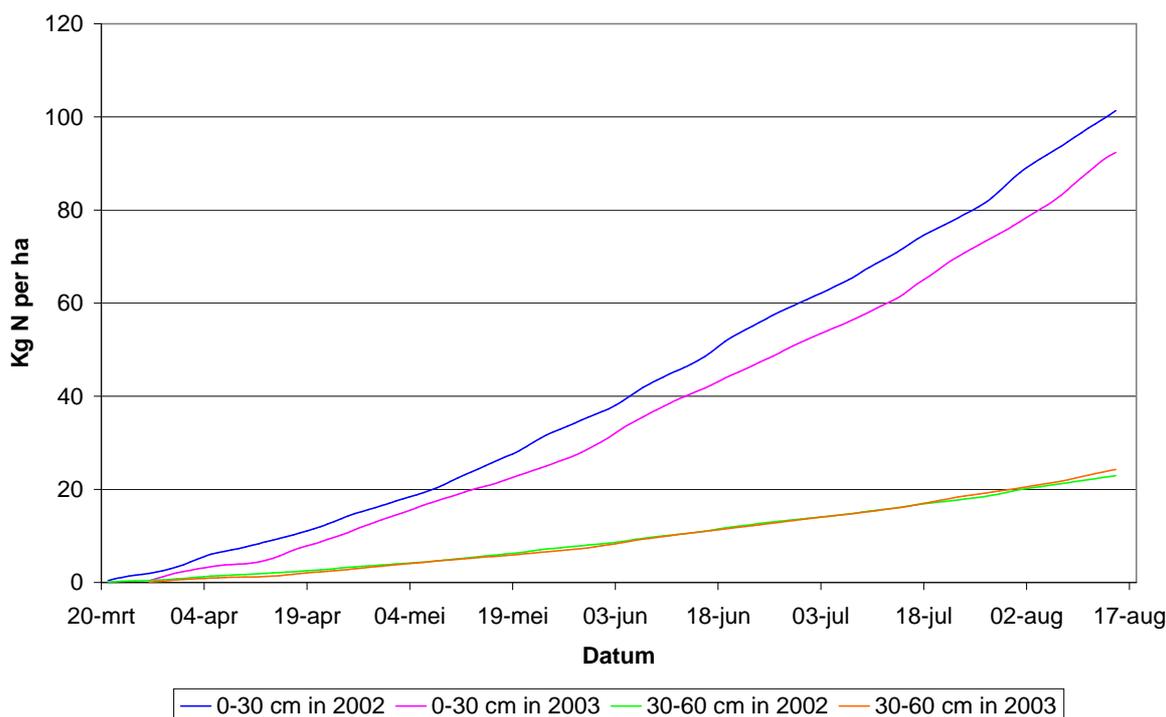
Figuur 6-12. Gemeten stikstofgehalte in 2003 in de droge stof van het loof en de knollen bij een stikstofgift van 225 kg N per ha aan Seresta en 180 kg N per ha aan Mercator

Bijlage 7. Potentiële mineralisatie

Van de eind maart genomen grondmonsters op beide proefvelden van de lagen 0-30 en 30-60 cm is via incubatie bij een constante temperatuur van 20°C en een vochtgehalte van 15% de mineralisatie bepaald. Bij inzet na 2, 6 en 12 weken is de hoeveelheid stikstof in de grond gemeten (mg N per kg droge grond). Dit is omgerekend naar kg N per ha volgens: mg N per kg droge grond * drooggewicht van de bemonsterde laag (= volume van de bemonsterd laag * volumegewicht). Het volumegewicht in de laag 0-30 cm is gebaseerd op het organische stofgehalte en berekend volgens Van Dijk, 1993: 1,31 kg per dm³ voor de laag 0-30 cm. Voor de laag 30-60 cm is een waarde van 1,4 kg per dm³ aangenomen.

De gevonden mineralisatiesnelheid bij een temperatuur van 20°C is vertaald naar veldomstandigheden met behulp van de temperatuurscorrectiefactor van Janssen/Jenkinson (Janssen, 2002). Omdat verloop van de bodemtemperatuur tijdens het groeiseizoen niet is gemeten, is uitgegaan van de dagelijkse gemiddelde luchttemperatuur op 1,5 m hoogte, gemeten door het KNMI-station te Eelde. Aangezien de temperatuur in de bodem minder fluctueert, is van de gemeten luchttemperatuur het voortschrijdend gemiddelde van drie dagen genomen. De op deze wijze berekende mineralisatie is weergegeven in figuur 7-1 en tabel 7-1.

Er was nauwelijks verschil tussen het Seresta-proefveld en het Merator-proefveld. De resultaten van beide velden zijn daarom gemiddeld.



Figuur 7-1. **Cumulatieve, geschatte mineralisatie na Nmin-bemonstering voorjaar tot half aug**

Tabel 7-1. **Geschatte mineralisatie in een aantal perioden**

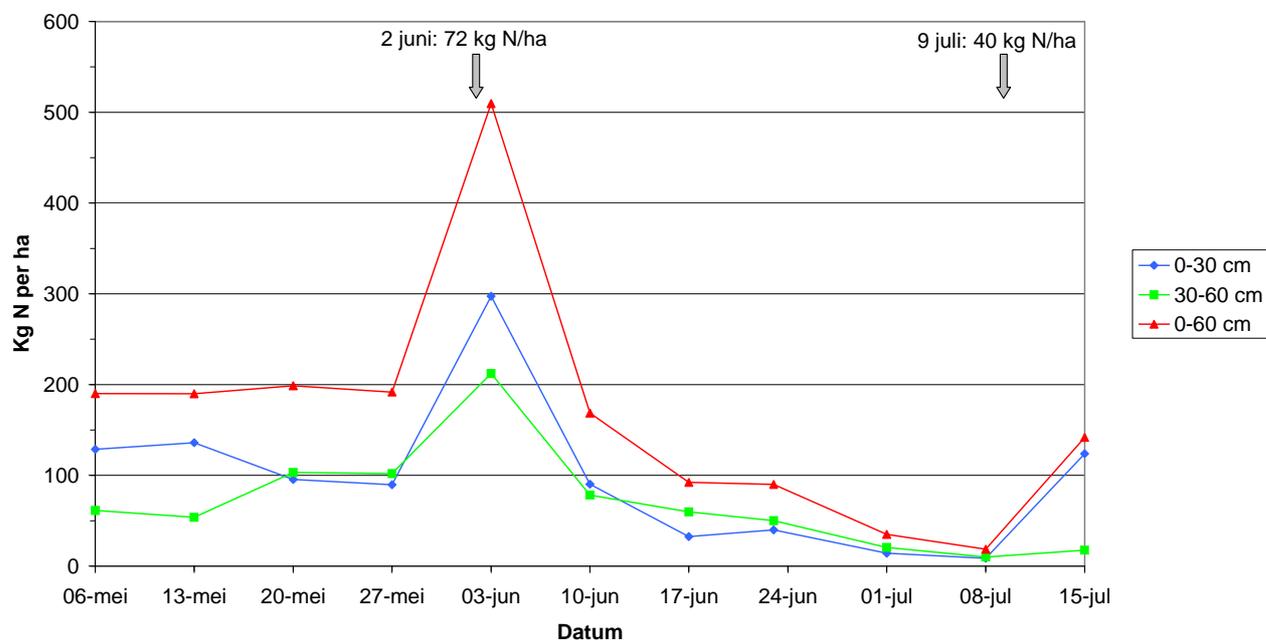
Periode	Mineralisatie in 2002		Periode	Mineralisatie in 2003	
	0-30 cm	30-60 cm		0-30 cm	30-60 cm
21 maart tot half aug	101	23	27 maart tot half aug	92	24
10 juni tot 24 juni	12	3	10 juni tot 8 juli	19	5
10 juni tot half aug	58	13	10 juni tot half aug	55	15
24 juni tot half aug	46	10	8 juli tot half aug	37	10

20/26 maart: bepaling van de bodemvoorraad stikstof na de winter in 2002 resp. 2003

10 juni en 24 juni: data Nmin-bemonstering voor NBS-bodem in 2002

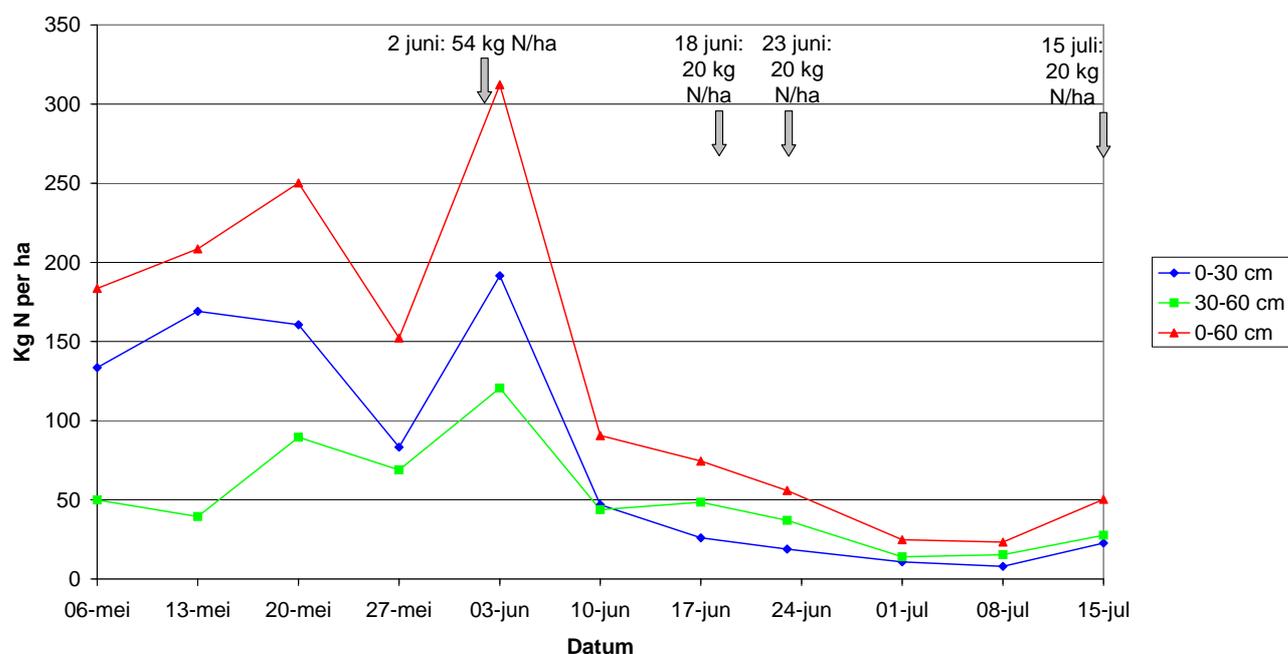
10 juni en 8 juli: idem in 2003

Bijlage 8. Nmin-verloop in de bodem te Vredepeel



Figuur 8-1. Nmin-verloop in de bodem in 2003 bij systeem 'Synthese', in het bedrijfssystemenonderzoek te Vredepeel (ras: Asterix)

Basisgift: ca. 110 kg werkzame N per ha via varkensdrijmest vóór poten, waarvan 89 kg N-mineraal; bijbemesting met KAS.



Figuur 8-2. Nmin-verloop in de bodem in 2003 bij systeem 'Analyse 2', in het bedrijfssystemenonderzoek te Vredepeel (ras: Asterix)

Basisgift: 54 kg N per ha als KAS, na poten en vóór de rugopbouw; bijbemesting met KAS en later via ureanbespuitingen à 20 kg N/ha over het gewas.

Bij systeem 'Synthese' (S) bleef de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm in mei vrij constant (figuur 8-1). In de tweede helft van mei nam de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm af en die in de laag 30-60 cm rechtevenredig toe. Bij systeem 'Analyse 2' (A2) fluctueerde het Nmin-verloop behoorlijk in mei (figuur 8-2). In de tweede helft van mei nam de gemeten Nmin-voorraad zowel in de laag 0-30 als 30-60 cm af. Opmerkelijk was ook dat bij A2 in de laag 0-30 cm een hogere Nmin-voorraad werd gemeten dan bij S, terwijl de basisgift bij A2 lager was. Waarschijnlijk is dit een gevolg van de wijze van bemesting bij A2: het toedienen van KAS na poten, waarna de meststof met het aanaarden in de ruggen terecht is gekomen c.q. niet homogeen over het veld werd verdeeld. Doordat bij de Nmin-bemonstering in de ruggen wordt gemeten en hier de meststofconcentratie hoger is dan bij homogene verdeling, wordt de Nmin-voorraad per ha overschat.

Op beide velden werd verder een zeer hoge Nmin-piek gemeten op drie juni. Hier is geen goede verklaring voor. Het lijkt samen te hangen met de bijbemesting met KAS, de dag ervoor. Echter ook de uitslag van de laag 30-60 cm was verhoogd. Bij de monsternamen zijn geen mestkorrels in het grondmonster van de laag 30-60 terecht gekomen.

In de periode 10 juni tot 8 juli nam de Nmin-voorraad in zowel de laag 0-30 cm als 30-60 cm af. Aangezien uitspoeling in die periode van geen betekenis, wijst dit erop dat het gewas ook de stikstof in de laag 30-60 cm heeft opgenomen.

Bijlage 9. Beoordeling gewasstand / mate loofafsterving

Jaar 2002

Object	Omschrijving	Seresta			Mercator		
		Stikstofgift (kg N/ha)	Gewasstand ²		Stikstofgift (kg N/ha)	Gewasstand ²	
			16 aug	3 sep		16 aug	3 sep
A	nulobject	0	5,5	5,0	0	5,0	4,8
B	vaste trap 33%	75	6,5	4,8	60	6,5	5,8
C	vaste trap 67%	150	7,5	6,4	120	7,4	7,1
D	vaste trap 100%	225	9,0	7,9	180	8,5	7,6
E	vaste trap 133%	300	9,4	8,6	240	8,9	8,8
F	vaste trap 167%	375	9,6	9,0	300	9,3	9,3
G	NBS-bodem	200	8,8	7,6	160	8,1	7,4
H	bladsteeltjesmethode	150	7,9	7,1	120	7,1	7,0
I	aardappelmonitoring	150	7,8	6,5	120	7,4	6,4
J	CropScan-methode	180	8,4	7,8	140	7,5	7,5
K	SPAD-methode	150	7,9	6,5	120	6,9	6,5
<i>Isd (p ≤ 0,05)</i>			<i>0,9</i>	<i>0,9</i>		<i>0,5</i>	<i>0,8</i>
C, H, I en K gemiddeld		150	7,8	6,6	120	7,2	6,8
<i>Isd (p ≤ 0,05)^f</i>			<i>0,7</i>	<i>0,7</i>		<i>0,4</i>	<i>0,7</i>

Noten:

1. Isd-waarde voor de vergelijking van het gemiddelde van de objecten C, H, I en K met een de overige objecten
2. beoordeling gewasstand: 10 = loof geheel groen; 1 = loof volledig afgestorven; 8 = gewenste mate van afrijping op 16 augustus, idem 7 op 3 september

Jaar 2003

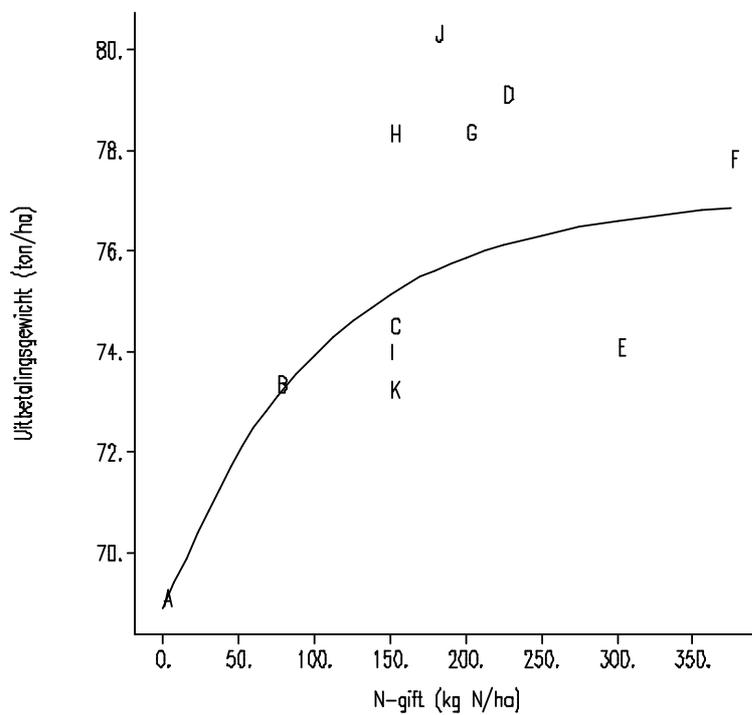
Object	Omschrijving	Seresta		Mercator	
		Stikstofgift (kg N/ha)	Gewasstand ¹ 3 sep	Stikstofgift (kg N/ha)	Gewasstand ¹ 3 sep
A	nulobject	0	2,8	0	3,3
B	vaste trap 33%	75	2,8	60	3,0
C	vaste trap 67%	150	3,8	120	4,0
D	vaste trap 100%	225	6,3	180	5,4
E	vaste trap 133%	300	7,5	240	7,4
F	vaste trap 167%	375	8,3	300	7,9
G	NBS-bodem	315	7,9	278	7,3
H	bladsteeltjesmethode	205	6,9	170	5,8
I	aardappelmonitoring	165	5,3	160	6,0
J	CropScan-methode	185	6,4	160	5,5
K	SPAD-methode	115	3,6	90	3,6
<i>Isd (p ≤ 0,05)</i>			<i>1,1</i>		<i>1,2</i>

Noot 1: 10 = loof geheel groen; 1 = loof volledig afgestorven; 7 = gewenste mate van afrijping op 3 september

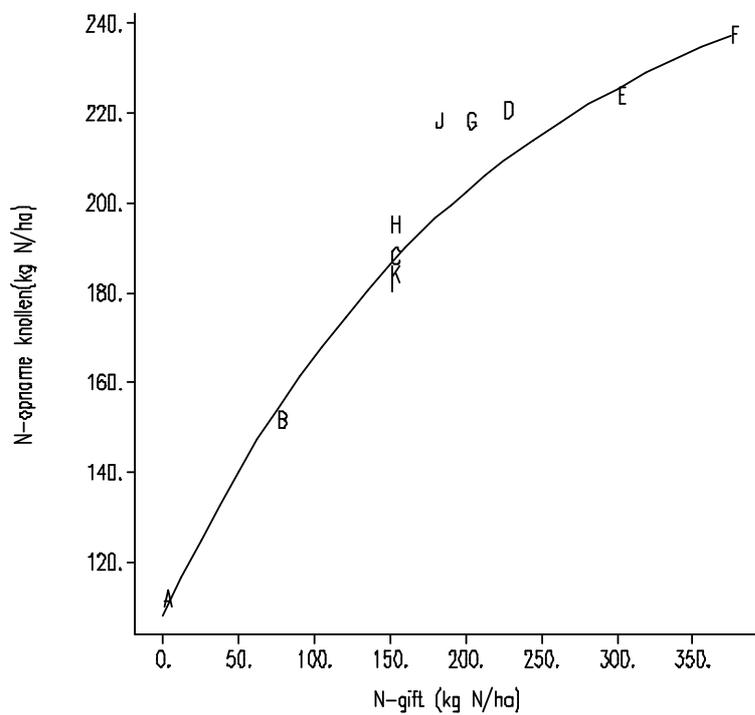
Bijlage 10. Opbrengst en N-opname

Legenda grafieken:

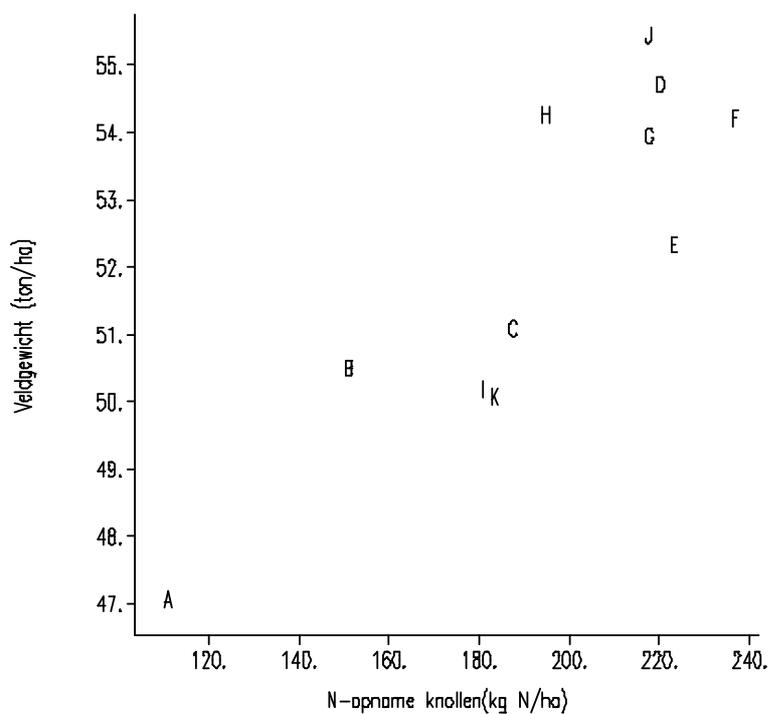
- A t/m F: vaste N-trappen als eenmalige gift aan de basis
- G: NBS-bodem
- H: bladsteeltjesmethode
- I: aardappelmonitoring
- J: CropScan-methode
- K: SPAD-methode



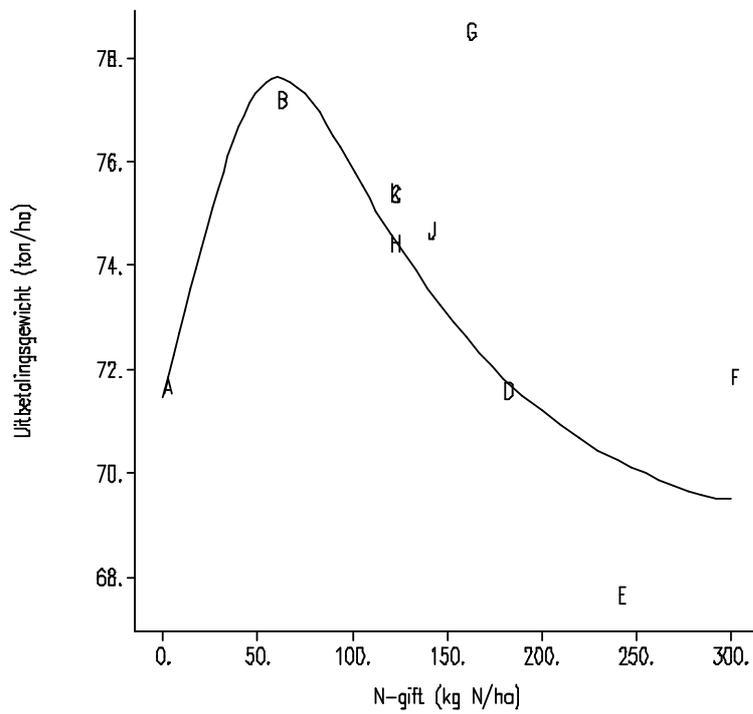
Figuur 10-1. **Effect van de stikstofgift op het uitbetalingsgewicht van Seresta in 2002**



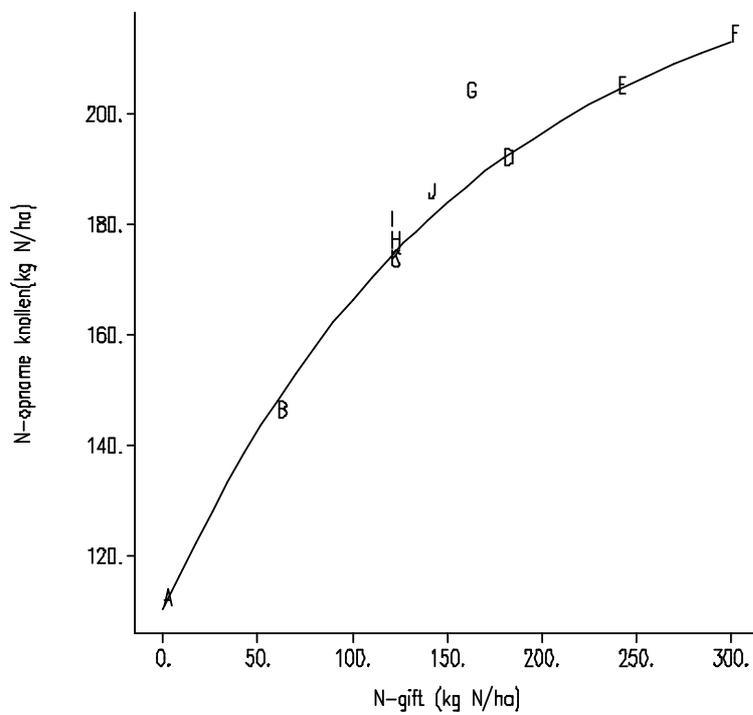
Figuur 10-2. **Stikstofopname in de knollen van Seresta in 2002**



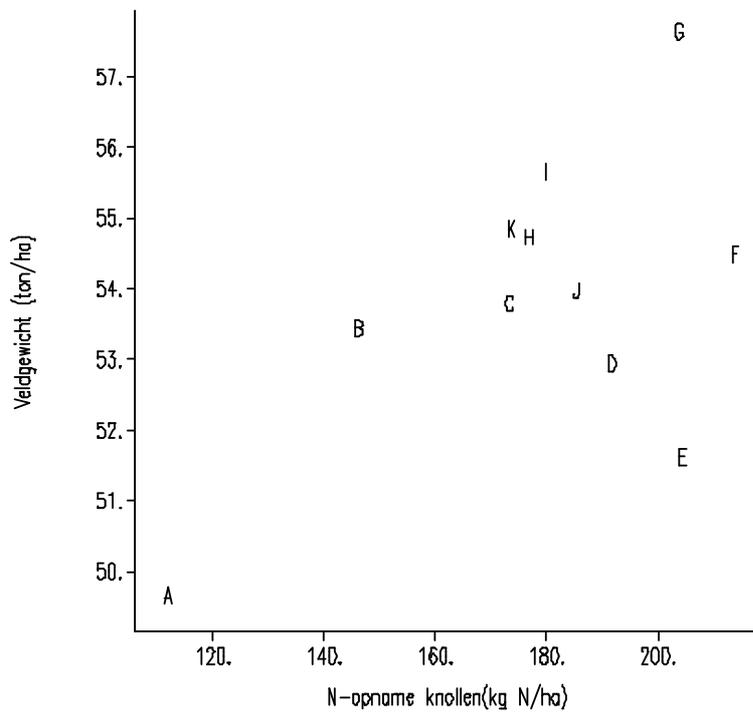
Figuur 10-3. **Veldopbrengst van Seresta in 2002 uitgezet tegen de stikstofopname in de knollen**



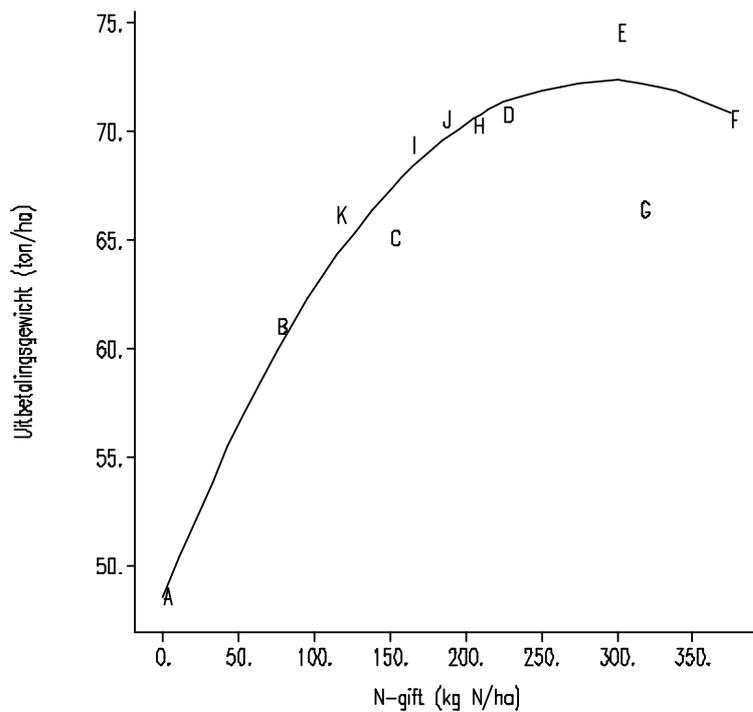
Figuur 10.4. **Effect van de stikstofgift op het uitbetalingsgewicht van Mercator in 2002**



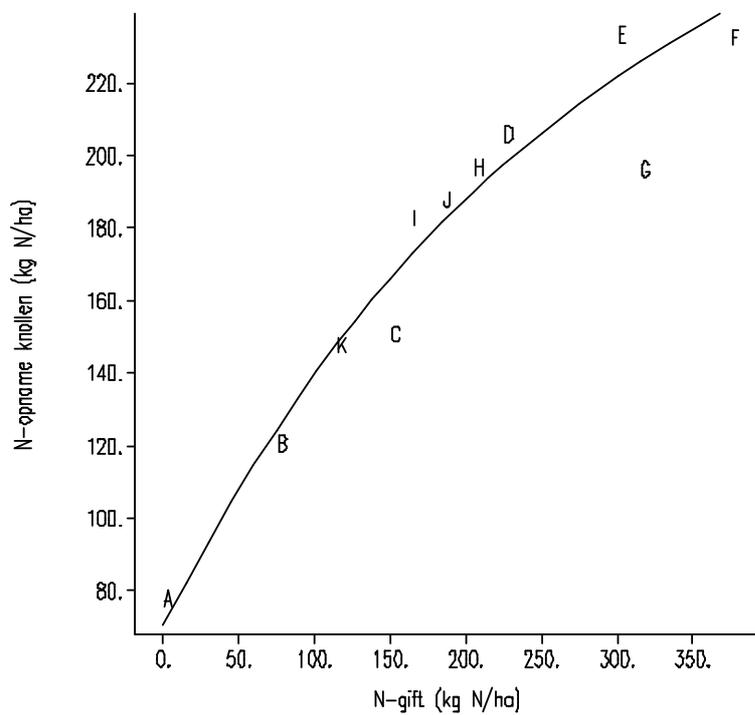
Figuur 10.5. **Stikstofopname in de knollen van Mercator in 2002**



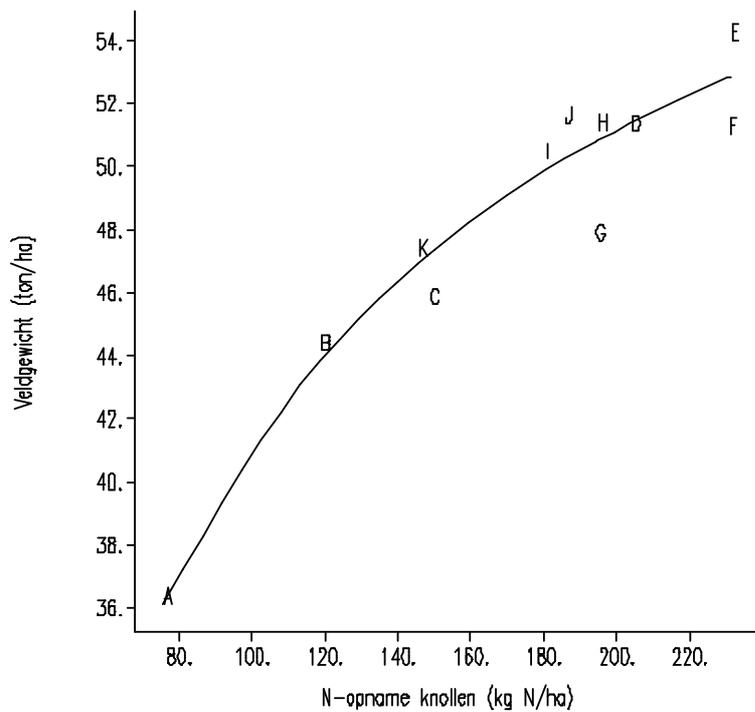
Figuur 10-6. **Veldopbrengst van Mercator in 2002 uitgezet tegen de stikstofopname in de knollen**



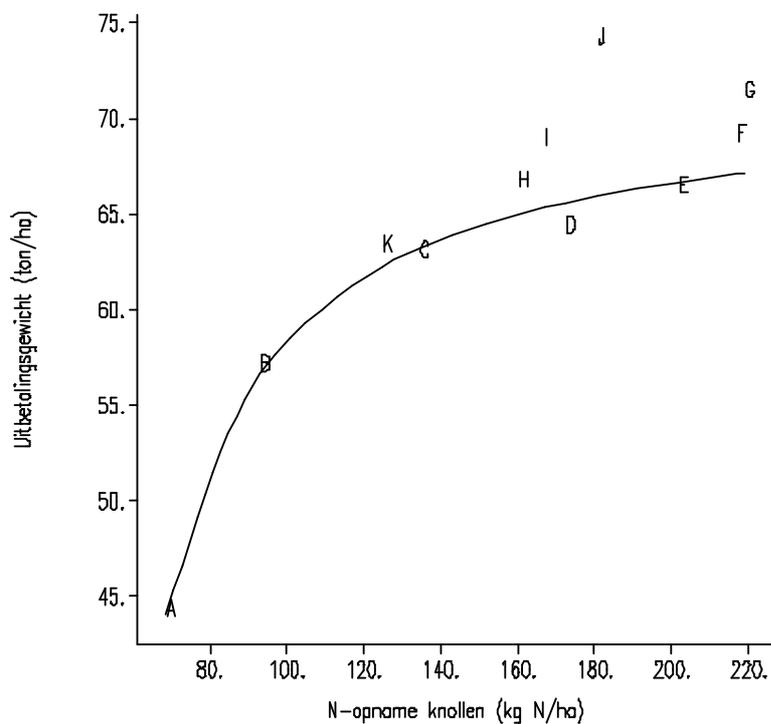
Figuur 10-7. **Effect van de stikstofgift op het uitbetalingsgewicht van Seresta in 2003**



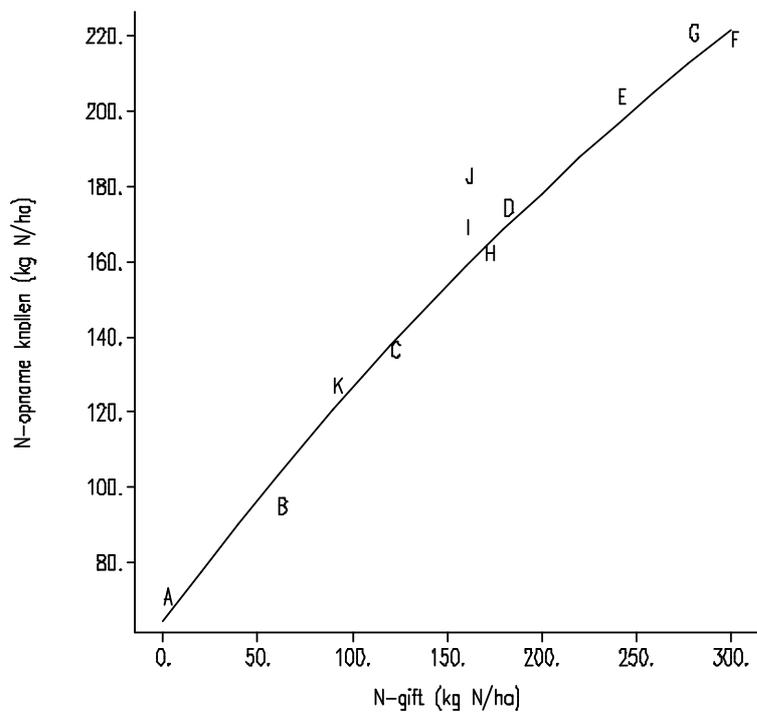
Figuur 10-8. **Stikstofopname in de knollen van Seresta in 2003**



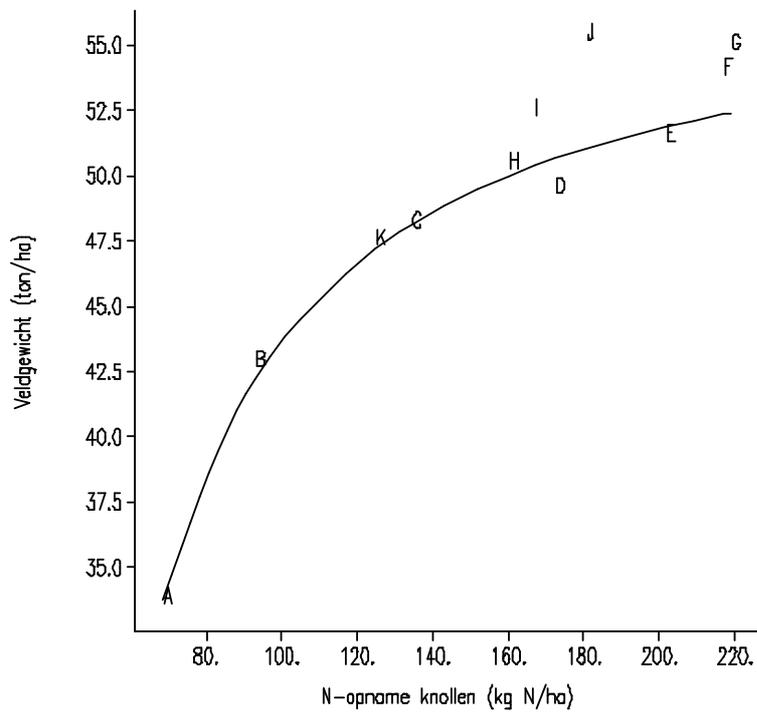
Figuur 10-9. **Veldopbrengst van Seresta in 2003 uitgezet tegen de stikstofopname in de knollen**



Figuur 10-10. Effect van de stikstofgift op het uitbetalingsgewicht van Mercator in 2003



Figuur 10-11. Stikstofopname in de knollen van Mercator in 2003



Figuur 10-12. Veldopbrengst van Mercator in 2003 uitgezet tegen de stikstofopname in de knollen

Bijlage 11. Kosten voor bemonsteringen of metingen

NBS-bodem

Uitgangspunten:

- 1 monster per maximaal 2 ha, exclusief advies
- 2 bemonsteringsmomenten, laag 0-30 cm

Kosten per ha (euro):

- monstername + analyse door Blgg: 44
- monstername door teler + analyse door Blgg: 26 (incl. verzendkosten)

Bladsteeltjesmethode

Uitgangspunten:

- 1 monster per maximaal 2 ha, exclusief advies
- 4 bemonsteringsmomenten

Kosten per ha (euro):

- monstername + analyse door Blgg: 64
- monstername door teler + analyse door Blgg: 40 (incl. verzendkosten)

Aardappelmonitoring

Uitgangspunten:

- 1 monster per 4 à 5 ha
- vaste prijs à 149 euro voor 4 keer analyse + advies
- teler moet zelf de monsters nemen

Kosten per ha (euro): 37 (bij 4 ha)

CropScan-methode

Uitgangspunt: 1 meting per 2 à 4 ha, inclusief advies

Kosten: €45 per meting (bij 3 ha: €15 per ha)

SPAD-methode

Aangezien de SPAD-methode niet wordt gebruikt in praktijk, is er geen tarief voor vastgesteld. Er moet minstens vijf keer worden gemeten. Laten verrichten van de metingen wordt erg duur (arbeidstijd). Bij toepassing in praktijk ligt het daarom het meest voor de hand dat de teler een SPAD-meter aanschaft en zelf de metingen doet, waarna hij de meetdata per e-mail opstuurt naar een centraal systeem en vervolgens een advies retour krijgt.