

Stikstofbijbemesting in zetmeelaardappelen middels CropScan: landbouwkundige en milieukundige prestaties

In opdracht van het Waterschap Hunze en AA's

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



Nota 51



Stikstofbijbemesting in zetmeelaardappelen middels CropScan: landbouwkundige en milieukundige prestaties

In opdracht van het Waterschap Hunze en AA's

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

© 2000 Wageningen, Plant Research International B.V.

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

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post@plant.wag-ur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

Inhoudsopgave

	pagina
1. Voorwoord	1
2. Inleiding	3
Doelstelling	3
3. Materiaal en methoden	5
3.1 Proefopzet	5
3.1.1 Teeltgegevens	6
3.2 Reflectiemetingen	7
4. Resultaten	9
4.1 Landbouwkundige vergelijking van de twee systemen ten aanzien van opbrengst en kwaliteit.	9
4.1.2 Bijbemesting	9
4.1.3 Opbrengst	10
4.1.4 Onderwatergewicht (OWG)	10
4.1.5 Uitbetalingsgewicht (UBG)	11
4.1.6 Loof	11
4.2 Milieukundige vergelijking van de twee systemen op basis van stikstof-input, stikstof-output (stikstofafvoer in het product) en reststikstof (N-min aan het einde van het seizoen)	11
4.2.1 Totale N-aanvoer	11
4.2.2 Totale N-afvoer	12
4.2.3 Verschillen tussen N-aanvoer en N-afvoer.	13
4.2.4 Reststikstof in de bodem (N-min)	13
5. Discussie	15
6. Conclusies	17
7. Literatuur	19
Bijlage 1.	
Basisgegevens van de afzonderlijke veldjes bij Alting, Schuring, Kruise, Mulder en Heijne	1 p.

1. Voorwoord

Deze nota werd opgesteld in opdracht van het Waterschap Hunze en AA's in deze vertegenwoordigd door G. Nijhof, welke als contactpersoon functioneerde. Het project werd gefinancierd door het Waterschap Hunze en AA's.

De proeven werden uitgevoerd op de akkerbouwbedrijven van H. Alting, A. Schuring en J. Kruise te Sellingen en op de bedrijven van B.A.M. Mulder en T. Heijne te Ter Apel. Bij deze willen wij de telers de heren H. Alting, A. Schuring, J. Kruise, B.A.M. Mulder en T. Heijne bedanken voor de plezierige samenwerking, en de tijd die ze in het project hebben gestoken.

Ook willen wij de medewerkers van de proeftechnische ondersteuning bedanken voor de uitvoering bij de veldwerkzaamheden.

Met name willen wij de medewerkers van de buitendienst van het Waterschap, de heren H. Huls en H. Klap bedanken voor de plezierige samenwerking en hun inzet bij de eindoogst.

Een bijzonder woord van dank gaat uit naar de medewerkers van het chemisch laboratorium voor de snelle afwikkeling van de gewas- en bodemanalyses, waardoor het mogelijk werd het project op te leveren binnen de gestelde termijn.

Tenslotte willen we J. Deuring (DLV-Adviesgroep) bedanken voor het leveren van bedrijfsspecifieke informatie.

Het bijzondere van het project was een vroegtijdige toetsing van het systeem onder praktijk omstandigheden. Hoewel het systeem nog niet geheel is uitontwikkeld draagt het hier beschreven onderzoek bij aan twee belangrijke aspecten, te weten:

1. de toekomstige gebruikers van het systeem zijn tijdig op de hoogte van wat er mogelijk komen gaat en kunnen hun indruk weergeven,
2. de waarde van het systeem wordt al vroeg duidelijk.

Wageningen, 13 december 2000

Dik Uenk
Remmie Booij
Jacob Begeman

2. Inleiding

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

De teelt van zetmeel aardappelen kenmerkt zich door een hoge stikstof input vanuit organische mest en of kunstmest. Deze jaarlijkse aanvoer van stikstof is niet overeenkomstig de afvoer van stikstof zodat er veelal sprake is van een stikstofoverschot. Dit stikstofoverschot vormt een potentiële bron van uitspoeling naar grond- en oppervlakte water. Het is dus van belang dat het stikstofaanbod gedurende de teelt meer in overeenstemming komt met de stikstofbehoefte van het gewas. Door Plant Research International is in de afgelopen jaren een methode ontwikkeld die het mogelijk maakt het stikstof aanbod beter af te stemmen op de behoefte. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een meting van de gewasreflectie middels de CropScan.

In 1999 is in Westerwolde op het bedrijf van dhr. Jansema de methode van stikstofbijmesting voor het eerst onderzocht, waarbij een aantal aanvullende waarnemingen zijn gedaan. De resultaten daarvan zijn in opdracht van het toenmalige Zuiveringsbeheer Provincie Groningen samengevat in een rapport Meurs *et al.*, 2000. Op basis van de verkregen resultaten kan de methode thans op grotere schaal worden ingezet onder verschillende omstandigheden.

Doelstelling

Toetsing van de waarde (milieukundig en landbouwkundig) van het systeem van N-bijbemesting met behulp van CropScan op semi-praktijkschaal bij een aantal telers van zetmeel aardappelen in Westerwolde. Deze telers nemen eveneens deel aan het project 'integraal waterbeheer op agrarische bedrijven' in Westerwolde.

3. Materiaal en methoden

3.1 Proefopzet

De proeven zijn aangelegd op 5 akkerbouwbedrijven in het gebied Westerwolde, te weten de bedrijven van H. Alting, A. Schuring, J. Kruijs, B.A.M. Mulder en T. Heijne. Per bedrijf is een praktijkperceel geselecteerd waarop aardappelen worden geteeld. Binnen elk perceel worden twee behandelingseenheden aangewezen:

Eén eenheid (Praktijkstrook) wordt bemest volgens de gangbare praktijk (de hoeveelheid toe te dienen stikstof wordt overgelaten aan de betreffende ondernemer).

Eén eenheid (Bijmeststrook) wordt bemest op basis van het stikstofbijmeststelsel, waar bij het potentieel minder wordt gegeven dan op het gangbare praktijk deel.

Binnen beide behandelingseenheden worden drie sub-plots gekozen. Deze sub-plots binnen een behandelingseenheid dienen om de variatie binnen een perceel in stikstofbehoefte, opbrengst en reststikstof te bepalen. Van deze sub-plots wordt gedurende het groeiseizoen op twee tijdstippen de gewasontwikkeling en de stikstofstatus (en dus stikstofbehoefte) bepaald m.b.v. de CropScan. Deze bepaling is een essentieel onderdeel van het adviesstelsel. Op basis van de aldus verkregen informatie wordt besloten of al dan niet een zekere hoeveelheid stikstof moet worden toegediend. Hiervoor wordt uitgegaan van het gemiddelde van de sub-plots per behandelingseenheid. De geadviseerde hoeveelheid stikstof moet dan op het betreffende deel (behandelingseenheid) van het perceel door de ondernemer worden toegediend.

Per sub-plot worden de volgende waarnemingen verricht:

- Lichtreflectie m.b.v. Crop Scan op twee tijdstippen in de periode half juni - half juli.
- Aardappel opbrengst (vers, droog, onderwatergewicht) aan het einde van het seizoen.
- Loof hoeveelheid (vers en droog) aan het einde van het seizoen (indien nog aanwezig).
- Bepaling stikstofgehalte in knol en loof.
- Minerale stikstof (N-min) in de bodemlaag 0-50 cm vlak voor de eind oogst.

Deze waarnemingen zijn noodzakelijk om de landbouwkundige en milieukundige waarde van het bijmeststelsel vast te stellen.

3.1.1 Teeltgegevens

Bedrijf Alting

De proef is gesitueerd op een kavel van 0,79 ha. De strook waarop het N-bijmeststelsel beproefd wordt is 32 m breed. Op de bijmeststrook is een basisgift van 140 kg N/ha gegeven, in de vorm van 20 ton varkensdrijfmest en 400 kg KAS. De praktijkstrook is bemest met 20 ton varkensdrijfmest en 189 kg vloeibare ammoniak die geïnjecteerd is. Naast de toediening van stikstof via drijfmest, geitenmest enz. wordt plaatselijk de stikstof ook toegediend in de vorm van vloeibare ammoniak die geïnjecteerd wordt (Tabel 1). De varkensdrijfmest is toegediend in augustus 1999 de KAS en de ammoniak in het voorjaar van 2000. Gepoot is het ras Seresta, met een rijafstand van 75 cm en een pootafstand van 35 cm. De aardappels zijn gepoot op 25 april. De proef is geoogst op 27 september, op het tijdstip van oogsten was het gewas op de bijmeststrook geheel afgestorven, op de praktijkstrook plaatselijk nog groen. Op beide stroken zijn loofmonsters genomen.

Bedrijf Schuring

Op het bedrijf van Schuring is de proef aangelegd op een perceel van 13,5 ha. met een proefstrook van ongeveer 30 m breed. Zowel op de proefstrook als op de praktijk is een basisbemesting gegeven van 200 kg N/ha in de vorm van 15 ton varkensdrijfmest en 158 kg ammoniak (Tabel 1). De hoge basisbemesting op de proefstrook komt doordat de bemesting reeds gegeven was voordat de proef was aangelegd. Gepoot is het ras Karakter. De aardappels zijn gepoot op 1 april, met een rijafstand van 75 cm en een pootafstand van 36 cm. De aardappels zijn gerooid op 27 september, op het oogsttijdstip was het loof al geklapt zodat geen loofmonsters genomen konden worden.

Bedrijf Mulder

De proef is aangelegd op een kavel van 3,05 ha. De strook waarop het N-bijmeststelsel beproefd wordt is 27 m breed. Op deze bijmeststrook is een basisgift van 115 kg N/ha gegeven in de vorm van 12 ton varkensdrijfmest en 61 kg ammoniak. De praktijkstrook is bemest met 12 ton varkensdrijfmest en 122 kg ammoniak (Tabel 1). Gepoot is het ras Karakter, met een rijafstand van 75 cm en een pootafstand van 30 cm. De aardappels zijn gepoot op 20 april. De proef is geoogst op 28 september. Op het tijdstip van de oogst was het loof al geklapt zodat geen loofmonsters genomen konden worden.

Bedrijf Kruise

De proef is aangelegd op een kavel van 14 ha. De strook waarop het N-bijmeststelsel beproefd wordt is 30 m breed. Op deze bijmeststrook is een basisgift van ongeveer 100 kg N/ha gegeven, in de vorm van 19 ton varkensdrijfmest. De praktijkstrook is bemest met 19 ton varkensdrijfmest en 450 kg KAS (Tabel 1). Gepoot is het ras Seresta, met een rijafstand van 75 cm en een pootafstand van 30 cm. De aardappels zijn gepoot op 17 april. De proef is geoogst op 27 september. Op het tijdstip van oogsten was het loof al geklapt zodat geen loofmonsters genomen konden worden.

Bedrijf Heijne

De proef is gesitueerd op een kavel van 15 ha. De strook waarop het N-bijmeststelsel beproefd wordt is 30 m breed. Op deze bijmeststrook is een basisgift van 128 kg N/ha gegeven. In de vorm van 5 ton slachtkuikenmest. De praktijkstrook is bemest met 8 ton slachtkuikenmest (Tabel 1). Gepoot is het ras

Karida, met een rijafstand van 75 cm en een pootafstand van 32 cm. De aardappels zijn gepoot in de derde week van april. De proef is geoogst op 28 september. Op het tijdstip van de oogst was het loof al geklapt zodat geen loofmonsters genomen konden worden.

Oogst

Aan het eind van het groeiseizoen worden op de 3 sub-plots opbrengst bepalingen gedaan en worden grondmonsters gestoken voor N-bepaling. Per sub-plot wordt 1 aardappelrug van 4.50 m geoogst. Van het geoogste product (knol en loof) werd het versgewicht, het drooggewicht, het onderwatergewicht (Ann., 1989) en het stikstofgehalte bepaald.

Bemesting

Tabel 1. *Aangewende meststoffen op de verschillende percelen bij de deelnemende bedrijven.*

	Bijmeststrook	Praktijkstrook
Bedrijf: Alting	20 ton varkensdrijfmest + 400 kg KAS	20 ton varkensdrijfmest + 189 kg ammoniak
Bedrijf: Schuring	15 ton varkensdrijfmest + 158 kg ammoniak	15 ton varkensdrijfmest + 158 kg ammoniak
Bedrijf: Mulder	12 ton varkensdrijfmest + 61 kg ammoniak	12 ton varkensdrijfmest + 122 kg ammoniak
Bedrijf: Kruise	19 ton varkensdrijfmest	19 ton varkensdrijfmest
Bedrijf: Heijne	5 ton slachtkuikenmest	8 ton slachtkuikenmest

3.2 Reflectiemetingen

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

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

Tijdens het groeiseizoen zijn op de volgende tijdstippen reflecties gemeten: bij Mulder en Heijne op 22 juni en 11 juli en bij Alting, Schuring en Kruise op 23 juni en 11 juli.

Per perceel zijn vijf plaatsen gekozen, per plaats zijn 6 reflectiemetingen uitgevoerd waarvan het gemiddelde is berekend. De stikstofadviesing voor de reflectieadviespercelen is gebaseerd op de meting van 11 juli.

4. Resultaten

De twee te vergelijken bemestingsstrategieën, te weten de praktijkmethode en een bemesting op basis van een gewasreflectiemeting in de eerste helft van juli zijn getoetst ten aanzien van hun landbouwkundige waarde, waarbij de aspecten van opbrengst en kwaliteit een rol spelen, en hun milieukundige waarde.

4.1 Landbouwkundige vergelijking van de twee systemen ten aanzien van opbrengst en kwaliteit.

Tabel 2. *Bemestingen, de gemiddelde opbrengst, het onderwatergewicht het uitbetalingsgewicht en het drooggewicht van het loof met hun standaardafwijkingen*

Bedrijf	Object	Basis bemesting (kg/ha)	Advies Bijbemesting (kg/ha)	Bijbemesting (kg/ha)	Opbrengst (t/ha)	Opbrengst std.afw.	OWG std.afw.	OWG (t/ha)	UBG (t/ha)	UBG std.afw.	Loof dr. gew. (kg/ha)
Alting	bijmeststrook	140	0	0	60,4	1,9	552	21,9	91,1	7,1	1574
	praktijkstrook	187			65,5	9,5	539	16,8	96,3	16,7	1937
Schuring	bijmeststrook	208	35	23	38,4	3,2	510	15,4	52,3	2,6	-
	praktijkstrook	208			50,4	3,6	503	6,9	67,6	3,9	-
Mulder	bijmeststrook	115	0	0	54,5	4,6	496	6,0	72,0	5,1	-
	praktijkstrook	165			53,2	3,4	503	7,8	71,4	3,8	-
Kruise	bijmeststrook	105	40	0	35,0	10,5	500	23,5	47,5	16,4	-
	praktijkstrook	226			32,6	14,7	475	41,2	42,6	21,2	-
Heijne	bijmeststrook	128	25	0	46,0	2,5	475	12,2	57,3	1,3	-
	praktijkstrook	205			61,4	1,6	489	27,9	79,6	7,0	-
Gem. 3 percelen	bijmeststrook	154,3	11,7	7,7	51,1	9,9	519	28,4	71,8	16,7	1574
	praktijkstrook	186,7			56,3	9,0	515	20,7	78,4	16,3	1937

Gemiddelde 3 percelen betreffen de percelen van Alting, Schuring en Mulder.

4.1.2 Bijbemesting

Op basis van de reflectiekenmerken zoals die zijn gemeten op 11 juli is een advies geformuleerd. Voor de percelen op de bedrijven van Alting en Mulder is het advies gegeven niets bij te mesten. Het advies voor het perceel van Schuring is om 35 kg N/ha bij te mesten. Op het perceel van Kruise is geadviseerd 40 kg N/ha en bij Heijne 25 kg N/ha bij te mesten (Tabel 2). Door verschillende oorzaken

zijn niet alle geadviseerde giften voor de bijmeststroken gegeven. Bij Schuring is 23 kg N/ha i.p.v. 35 kg gegeven. Bij Heijne is niets meer gegeven, omdat de ondernemer van mening was dat de bijbemesting zo laat in het seizoen geen effect meer zou opleveren. Op het perceel bij Kruise is ook geen bijbemesting meer uitgevoerd omdat er sprake was van een hoge mate van wateroverlast.

Voor een juiste vergelijking tussen de beide systemen (bijmest en praktijk) resteren drie bedrijven met name de bedrijven van Alting Schuring en Mulder. De rijen met gemiddelde waarden voor resp. bijmeststrook en praktijkstrook onderaan tabel 2 betreffen deze drie bedrijven. De vergelijking van beide systemen moet zich daarom in deze notitie tot deze drie bedrijven beperken.

Gemiddeld is als basisbemesting op de bijmeststroken van deze drie bedrijven 154,3 kg N/ha gegeven. De gemiddelde bemesting op de praktijkstroken was 186,7 kg N/ha (Tabel 2).

4.1.3 Opbrengst

Heeft verschil in bemestingsstrategie nu ook een effect op de opbrengst? De opbrengsten variëren van 32,6 tot 65,5 ton (Tabel 2). Op de twee bedrijven waar geadviseerd was niets bij te mesten constateren we een bijna gelijke opbrengst tussen de bijmeststrook en de praktijkstrook. Op het bedrijf van Alting 60,4 om 65,5 t/ha en op het bedrijf van Mulder 54,5 om 53,2 t/ha. Op het bedrijf van Schuring gaf de bijmeststrook een lagere opbrengst te zien dan de praktijkstrook terwijl de bijmeststrook een hogere N-gift heeft gehad.

Door wateroverlast op het perceel van Kruise zijn op veel plaatsen in het perceel veel aardappels verrot waardoor moeilijk een betrouwbare opbrengst bepaling kon worden gedaan. De opbrengsten op dit perceel variëren sterk en wel van 21,3 tot 46,6 ton per ha op de bijmeststrook en van 12,0 tot 45,6 ton per ha op de praktijkstrook. In bijlage 1 zijn de basisgegevens van de afzonderlijke veldjes van de vijf betrokken bedrijven weergegeven.

Op het bedrijf van Heijne ligt de opbrengst op de bijmeststrook aanzienlijk lager dan op de praktijkstrook, 46,0 t/ha t.o.v. 61,4 t/ha. Er was hier een bijmestadvies gegeven van 25 kg N/ha maar dit is door de ondernemer niet toegediend.

Bij een vergelijking tussen de opbrengsten van de drie percelen op de bijmeststroken t.o.v. de drie percelen op de praktijkstroken, blijkt dat de opbrengsten op de praktijkstroken 5,2 ton/ha hoger liggen dan op de bijmeststroken resp. 56,3 t.o.v. 51,1 ton/ha. Dit verschil wordt met name veroorzaakt door duidelijk lagere opbrengst op de bijmeststrook op het bedrijf van Schuring. Dit verschil is evenwel niet statistisch betrouwbaar, zodat de conclusie is dat de opbrengsten gelijk zijn.

4.1.4 Onderwatergewicht (OWG)

De kwaliteit van de aardappel wordt bepaald door het zetmeelgehalte, hiervoor wordt het onderwatergewicht bepaald.

De OWG waarden variëren van 496 tot 552 (Tabel 2). Op de percelen van Alting en Schuring zijn de OWG op de bijmeststroken hoger dan op de praktijkstroken 552 om 539 en 510 om 503 op het perceel van Mulder is het OWG op de praktijkstrook hoger 503 om 496.

Een vergelijking van het gemiddelde OWG op de bijmeststroken t.o.v. de praktijkstroken op de bedrijven van Alting Schuring en Mulder laat zien dat het OWG op de bijmeststroken bijna gelijk is aan dat op de praktijkstroken 519 om 515.

4.1.5 Uitbetalingsgewicht (UBG)

Het uitbetalingsgewicht bepaalt uiteindelijk wat de boer per ha voor zijn aardappels uitbetaald krijgt. Het uitbetalingsgewicht wordt berekend uit het OWG en de veldopbrengst.

Het uitbetalingsgewicht varieert van 52,3 tot 96,3 ton. Op de twee bedrijven waar geadviseerd was niets bij te mesten te weten de bedrijven van Alting en Mulder, is het UBG op de bijmeststrook t.o.v. de praktijkstrook nagenoeg hetzelfde 91,1 om 96,3 en 72,0 om 71,4 t/ha. Op het bedrijf van Schuring was het UBG op de bijmeststrook aanzienlijk lager dan op de praktijkstrook 52,3 om 67,6. Dit lage UBG is een gevolg van de lage veldopbrengst op deze strook.

De lage UBG's op de bijmest- en praktijkstroken bij Kruise zijn eveneens een gevolg van de lage veldopbrengsten.

Vergelijken we het gemiddelde UBG op de bijmeststroken van de drie percelen bij Alting, Schuring en Mulder t.o.v. de praktijkstroken dan zien we dat de gemiddelde waarde op de praktijkstroken 6,6 ton/ha hoger ligt dan op de bijmeststroken 78,4 ton/ha t.o.v. 71,8 ton/ha. Gezien de spreiding (standaard afwijking) is dit verschil niet significant. Het verschil is toe te wijzen aan het perceel van Schuring, waar de bijmeststrook een lagere UBG te zien gaf ondanks een hogere N-gift.

4.1.6 Loof

Op het moment van de oogst was alleen op het perceel bij Alting nog loof aanwezig, hiervan zijn loofmonsters genomen. Op de andere bedrijven was het loof al geklapt. (Tabel 2).

4.2 Milieukundige vergelijking van de twee systemen op basis van stikstof-input, stikstof-output (stikstofafvoer in het product) en reststikstof (N-min aan het einde van het seizoen)

Een van de doelstellingen van het project is het vaststellen van de milieukundige waarde van het bijmeststelsel, hoe beter gedoseerd de meststoffen kunnen worden gegeven des te kleiner de verliezen zullen zijn.

Ook de milieukundige vergelijking van de twee systemen (bijmest en praktijk) baseren we op de bedrijven van Alting, Schuring en Mulder. Dit wil niet zeggen dat van belang zijnde informatie van de bedrijven van Kruise en Heijne niet genoemd worden.

4.2.1 Totale N-aanvoer

Op de bedrijven van Alting, Schuring, Kruise en Mulder is varkensdrijfmest als stikstofleverancier aangewend. Bij Schuring en Mulder is de varkensdrijfmest zowel op de bijmest- als op de praktijkstrook aangevuld met vloeibare ammoniak welke geïnjecteerd is. Op het bedrijf van Alting is de varkensdrijfmest op de bijmeststrook met KAS en op de praktijkstrook met ammoniak aangevuld. Bij Kruise is alleen op de praktijkstrook KAS bijgegeven. Bij Heijne is de stikstof toegediend in de vorm van slachtkuikmest. (Tabel 1).

Om later eventueel een bijbemesting te geven is op de bijmeststrook bij het poten minder stikstof gegeven dan op de praktijkstrook. Op het bedrijf van Schuring was de volledige bemesting al gegeven voordat het proefveld uitgezet was zodat een lagere basisbemesting op de bijmeststrook niet meer gerealiseerd kon worden. Op de percelen bij Alting, Schuring en Mulder is als basisbemesting op de bijmeststroken gemiddeld 32,4 kg N/ha minder gegeven dan op de praktijkstroken (154,3 om 186,7) (Tabel 2).

Tabel 3. Gemiddelde stikstofaanvoer (werkzame N), stikstofafvoer, reststikstof in de bodem en de hoeveelheid stikstof in het loof met hun standaardafwijkingen in kg/ha

Bedrijf	Object	Totale werkzame N-aanvoer (kg/ha)	Totale N- afvoer (kg/ha)	Totale N- afvoer std. afw. (kg/ha)	N- aanvoer- N-afvoer (kg/ha)	Rest-N N-Min (0-50) (kg/ha)	Rest-N N-Min std. afw. (kg/ha)	N in loof (kg/ha)	N in loof std. afw.
Alting	bijmeststrook	140	219,1	11,9	-79,1	31,5	5,9	12,6	2,0
	praktijkstrook	187	256,8	43,1	-69,8	63,9	11,5	22,9	8,3
Schuring	bijmeststrook	231	178,2	13,2	52,8	115,2	23,0	-	-
	praktijkstrook	208	197,1	20,8	10,9	49,1	5,4	-	-
Mulder	bijmeststrook	115	198,6	22,0	-83,6	58,7	1,3	-	-
	praktijkstrook	165	209,5	5,8	-44,5	74,7	6,1	-	-
Kruise	bijmeststrook	105	120,4	29,4	-15,4	39,7	10,3	-	-
	praktijkstrook	226	141,7	59,6	84,3	52,9	11,5	-	-
Heijne	bijmeststrook	128	168,1	28,3	-40,1	80,2	52,9	-	-
	praktijkstrook	205	215,7	19,9	-10,7	63,4	7,4	-	-
Gem. 3 percelen	bijmeststrook	162	198,6	23,4	-36,6	68,5	37,5	12,6	2,0
	praktijkstrook	187	221,1	37,9	-34,5	62,6	13,3	22,9	8,3

De gemiddelde waarden betreffen de percelen van Alting, Schuring en Mulder

Van de stikstof in organische mest komt niet alle stikstof beschikbaar voor het gewas in het jaar van aanwending. Dus een deel ervan kan slechts als werkzaam worden beschouwd. Onder de totale N-aanvoer wordt daarom in het vervolg verstaan de aanvoer van werkzame stikstof.

De totale N-aanvoer aan werkzame stikstof inclusief bijbemesting varieert van 115 kg N/ha bij Mulder tot 231 kg N/ha bij Schuring (Tabel 3).

Op de bijmeststroken van Alting, Schuring en Mulder is in totaal gemiddeld 25 kg N/ha minder toegediend dan op de praktijkstroken. (resp. 162 en 187 kg N/ha), (Tabel 3). Op de bedrijven van Alting en Mulder is op de bijmeststroken gemiddeld 50 kg N/ha minder toegediend dan op de praktijkstroken. Op het bedrijf van Schuring was zowel op de praktijkstrook als op de bijmeststrook de volledige bemesting (208 kg N/ha) reeds gegeven, zodat na de bijbemesting op de bijmeststrook 23 kg N meer is gegeven dan op de praktijkstrook. Op de percelen bij Kruise en Heijne zijn door het niet toedienen van de advies bemesting de verschillen tussen de bijmeststroken en de praktijkstroken erg groot geworden bij Kruise 105 kg om 226 kg N/ha en bij Heijne 128 om 205 kg N/ha. (Tabel 3).

4.2.2 Totale N-afvoer

De totale N-afvoer is de hoeveelheid stikstof die met de knollen wordt afgevoerd.

De N-afvoer op de bedrijven van Alting, Schuring en Mulder varieert van 178,2 tot 256,8 kg N/ha (Tabel 3). Op de drie percelen is de totale N-afvoer op de praktijkstroken hoger dan op de bijmeststroken. Dit varieert van 10,9 kg N/ha op het perceel bij Mulder tot 37,7 kg N/ha op het perceel bij

Alting. De gemiddelde totale N-afvoer op de bijmeststroken van de drie percelen is 22,5 kg N/ha minder dan op de praktijkstroken resp. 198,6 kg/ha t.o.v. 221,1 kg/ha.

Alleen op het perceel bij Alting was bij de oogst nog blad en stengel aanwezig, hierin is de totale hoeveelheid stikstof bepaald. Deze bedroeg 12,6 kg N/ha op de bijmeststrook en 22,9 kg op de praktijkstrook. Opgemerkt dient te worden dat deze afvoer hoger is dan de forfaitaire afvoer in het Minas systeem

4.2.3 Verschillen tussen N-aanvoer en N-afvoer.

De totale N-afvoer is op de bedrijven van Alting en Mulder groter dan de aanvoer aan werkzame N zowel op de bijmeststroken als op de praktijk, resp. 79,1 om 69,8 kg N/ha en 83,6 om 44,5 kg N/ha. (Tabel 3). Op het bedrijf van Schuring is de aanvoer van werkzame stikstof groter dan de stikstof afvoer, zowel op de bijmeststrook als op de praktijkstrook resp. 52,8 en 10,9 kg N/ha. Dat op het perceel van Schuring de totale aanvoer aan werkzame stikstof groter is dan de totale N-afvoer is te verklaren door de hoge N-giften op zowel de praktijkstrook als de bijmeststrook (resp. 208 en 231 kg N/ha) en de relatief lage opbrengsten, vooral op de bijmeststrook (38,4 ton/ha).

Op de bedrijven van Alting en Mulder is de totale aanvoer van werkzame stikstof kleiner dan de totale stikstof afvoer hier kunnen we concluderen dat er voor stikstof opname door het gewas in belangrijke mate gebruik wordt gemaakt van de natuurlijke N-leverantie door de bodem (mineralisatie), of dat de N-leverantie uit organische mest groter is geweest dan de norm. Op het bedrijf van Schuring zien we het tegenovergestelde hier is de afvoer kleiner dan de aanvoer, maar op dit perceel is de aanvoer ook aanzienlijk hoger geweest.

Gemiddeld over de drie percelen van Alting, Schuring en Mulder is er nauwelijks een verschil tussen de N-afvoer - aanvoer aan werkzame stikstof op de bijmeststroken t.o.v de praktijkstroken (36,6 om 34,5).

N.B. Voor MINAS balansen wordt niet gerekend met werkzame N maar met totale N.

4.2.4 Reststikstof in de bodem (N-min)

Naar mate er meer stikstof aan het eind van het groeiseizoen in de bodem achterblijft is de kans op uitspoeling groter. Om de hoeveelheid stikstof in de bodem te bepalen zijn op alle percelen grondmonsters gestoken tot op een diepte van 50 cm.

De hoeveelheid stikstof in de bodem (Rest-N) varieert van 31,5 kg N/ha op de bijmeststrook op het perceel van Alting tot 115 kg N/ha op de bijmeststrook bij Schuring (Tabel 3). Op de bedrijven van Alting en Mulder constateren we op de praktijkstrook een hogere Rest-N dan op de bijmeststrook (Alting 63,9 om 31,5 kg N/ha en Mulder 74,7 om 58,7 kg N/ha). Op het bedrijf van Schuring geeft de bijmeststrook een hogere Rest-N (115,2 om 49,1 kg N/ha), hier heeft de bijmeststrook ook een hogere N-gift gekregen dan de praktijkstrook en is de afvoer aanzienlijk lager geweest (Tabel 3). De hoge Rest-N waarde op de bijmeststrook bij Schuring (115 kg N/ha) is mede veroorzaakt door een uitschieter naar boven op een van de drie sub-plots op het betreffende perceel (147,7 kg N/ha) (Bijlage 1).

Vergelijken we de gemiddelde Rest -N waarden op de bijmeststroken op de drie percelen bij Alting, Schuring en Mulder t.o.v. de praktijkstroken dan zien we dat de gemiddelde waarde op de bijmeststroken 5,9 kg N/ha hoger ligt dan op de praktijkstroken 68,5 kg N/ha t.o.v. 62,6 kg N/ha.

Maar zoals eerder genoemd, dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de uitzonderlijke situatie op het bedrijf van Schuring. Op de twee andere bedrijven was de rest-N op de bijmeststrook gemiddeld 25 kg N/ha lager. Om te voorkomen dat de nitraatconcentratie hoger wordt dan 50 mg NO₃/l zou de hoeveelheid Rest-N niet hoger mogen zijn dan 88 kg/ha. Om aan de kwaliteitsnorm voor oppervlaktewater te voldoen zou deze niet hoger mogen zijn dan 55 kg/ha.

5. Discussie

Het bijmeststelsysteem moet leiden tot een vergelijkbaar rendement als van de gangbare bemestingsstrategie, maar met een kleinere of gelijke hoeveelheid stikstof-input. Door een deel van de gift achter te houden bij het poten en deze later in het seizoen (tot half juli) toe te dienen, kan worden ingespeeld op de natuurlijke stikstofleverantie door de bodem en/of organische mest. Hiervoor kan bij de tweede gift, op basis van het bijmeststelsysteem, worden gecorrigeerd.

Het bijmeststelsysteem is op vijf verschillende bedrijven getoetst. Door verschillende oorzaken is een juiste vergelijking van het systeem mogelijk op slechts drie van de vijf bedrijven. Conclusies kunnen dan ook hoofdzakelijk getrokken worden op basis van de resultaten op deze drie bedrijven.

Hoewel het systeem is vergeleken op verschillende bedrijven, is het effect van het systeem het best te vergelijken met betrekking tot het gemiddelde van de drie bedrijven, omdat het op de afzonderlijke bedrijven in principe slechts een proef in enkelvoud betreft.

De proeven in Westerwolde hebben aangetoond dat het bijmeststelsysteem gedeeltelijk aan deze belangrijke eis ten aanzien van het systeem voldoet, op twee bedrijven was gemiddeld sprake van een vergelijkbare opbrengst bij een kleinere totale stikstofgift (Tabel 2). Onder de gegeven proefomstandigheden werd op deze twee bedrijven een reductie aan totale stikstofgift bereikt van ongeveer 27% (Tabel 3). Hierdoor kwam de hoeveelheid residuele stikstof in het bodemprofiel bij de oogst op het bijmeststelsysteem onder de norm die gesteld kan worden voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Op het andere bedrijf, dat van Schuring, lag de opbrengst op de proefstrook aanzienlijk lager dan op de praktijkstrook bij een hogere N-gift. Op het betreffende perceel van Schuring was de basisgift op het bijmestdeel gelijk aan het praktijkadvies. Volgens de CropScan werd geadviseerd bij te mesten (Tabel 3) maar de opbrengst op de bijmeststrook was uiteindelijk lager dan op de praktijkstrook (Tabel 2). Dit kan verschillende oorzaken hebben n.l. 1) de opbrengstbepaling is niet juist geweest, 2) de bijmeststrook heeft toevallig op een ongunstig deel van het perceel gelegen of 3) de bijbemesting heeft geleid tot supra-optimaal stikstofaanbod. Optie 1) lijkt niet aan de orde te zijn, omdat ook de residuele N erg hoog is (Tabel 3) hetgeen betekent dat ook de stikstofopname achter is gebleven. Ook optie 3) lijkt niet van toepassing te zijn, hoewel deze niet kan worden uitgesloten omdat de basisgift niet exceptioneel hoog is geweest (Tabel 1). Het lijkt er dus op dat de bijmeststrook door andere oorzaken dan de stikstofbeschikbaarheid is achtergebleven ten opzichte van de praktijkstrook. Aan de andere kant is het vreemd dat op basis van een CropScan waarneming het advies is gegenereerd om bij te mesten, terwijl er in vergelijking met de praktijkstrook al voldoende stikstof beschikbaar was. Het lijkt er dus op dat bijbemesting op basis van CropScan het best functioneert als de basisgift sub-optimaal is. Een bijstelling in de voorschriften voor het gebruik van het systeem in deze richting zou daarom gewenst zijn. Juist ook door uit te gaan van een sub-optimale basisgift kan het milieueffect maximaal worden uitgebuit.

Op de bijmeststrook van Kruise werd geadviseerd 40 kg N/ha bij te mesten. De ondernemer heeft dit niet uitgevoerd omdat er op dat moment al sprake was van wateroverlast. Dit blijkt een juiste beslissing te zijn geweest omdat de opbrengst op de voor bijbemesting bedoelde strook niet lager was (Tabel 2). De CropScan waarneming constateert niet dat er sprake is van wateroverlast, in dat soort gevallen is dus een aanvullende waarneming van de teler noodzakelijk om te beoordelen of de opbrengstverwachting moet worden bijgesteld om daarop het advies bij te stellen.

In de meeste gevallen was op de praktijkstrook de N-afvoer groter dan de N-aanvoer (Tabel 3). Een belangrijke uitzondering was het perceel van Kruise. Dit laatste kan worden toegewezen aan een sterke opbrengstreductie tengevolge van wateroverlast. Ook op de praktijkstrook van Schuring was sprake

van een iets kleinere afvoer dan aanvoer (Tabel 3). Dit geeft mogelijk aan dat de basisgift op het praktijkdeel aan de hoge kant is geweest.

Het feit dat de stikstofafvoer groter is dan de stikstofaanvoer, betekent niet dat er geen verliezen aan stikstof optreden. Zicht op de werkelijke verliezen kan worden verkregen als er ook een deel van het perceel in het geheel niet zou zijn bemest. Dit deel van het perceel zou dan een maat geven voor de mineralisatie die is opgetreden tijdens het groeiseizoen. Echter ook onder deze omstandigheden kan een bijmeststroom van groot nut zijn, omdat daarmee beter kan worden ingespeeld op de hoeveelheid stikstof welke vrijkomt door mineralisatie van bodem organischestof.

Het is jammer dat op het perceel bij Heijne op de bijmeststrook, ondanks het advies tot bij bemesten, geen stikstof meer gegeven is. Als wel was gegeven dan had het idee 'het is te laat om nog te geven' kunnen worden getoetst. Nu is de opbrengst op de bijmeststrook lager, hetgeen aangeeft dat het advies om bij te mesten juist is geweest. (Uenk en Booij, 2000) en (Uenk, Begeman en Booij, 2000) lieten zien dat een relatief late bijbemesting (eind 1^e week juli) mogelijk is, zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van de opbrengst. In de beleving van de ondernemers was dit aan de late kant, maar de resultaten lieten zien dat dit niet het geval was.

In de meeste gevallen kon de basisgift op de bijmeststrook worden verlaagd door de kunstmest uit de KAS of ammoniak geheel of gedeeltelijk achterwege te laten.

Een bijkomend probleem van het geven van alleen organische mest is dat bij het weglaten van een deel hiervan op de bijmeststrook hier niet allen minder N wordt gegeven maar ook minder K en P gegeven wordt. Voor een goede vergelijking had dit gecorrigeerd moeten worden met P en K houdende kunstmest.

Voor het waterschap is het belangrijk te weten wat de effecten van de toepassing van het bijmeststroom op de kwaliteit van oppervlaktewater zijn. De resultaten laten zien dat toepassing leidt tot een verminderde N-input met als gevolg daarvan een vermindering van de hoeveelheid minerale stikstof in het doorwortelbare deel van het bodemprofiel bij de oogst (Tabel 3).

De hoeveelheid residuele stikstof in het bodemprofiel was in het geval van de bijmeststrook zodanig dat bij een gemiddeld neerslag overschot het nitraatgehalte in het grond- en oppervlakte water voldoet aan toekomstige normen (50 mg nitraat/l in het grond water en 30 mg nitraat/l in het oppervlaktewater) (de Buck *et al.*, 2000)

6. Conclusies

- Een systeem van bijbemesting op basis van een gewasreflectie meting blijkt bruikbaar.
- De toepassing van het bijmeststelsysteem resulteerde op twee bedrijven in een gemiddeld gelijke opbrengst bij een 27% lagere stikstofgift, vergeleken met de praktijkgift.
- Een juiste toepassing van het systeem leidt tot een verlaging van de residuele stikstof in het bodemprofiel.
- Een gereduceerde gift bij het poten leidt niet direct tot een verminderde gewasontwikkeling gedurende de begingroei.

7. Literatuur

Anoniem (1989)

Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond 1989, Proefstation en Consulentenschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond. Publicatie nr. 47.

Booij, R. & D. Uenk (1999)

Nitrogen application in potatoes based on crop light reflection. 2nd European Conference on Precision Agriculture, Odense (Denmark), 11-15 July 1999.

Booij, R., (2000)

Voorwaarts met de milieuprestaties van de open-teelten: een verkenning naar 2020. Plant Research International, Wageningen. Rapport 6.

Buck, D.J. de, F.J. de Ruyter, F. Wynands, P.C.A. van Enckevoort, W. van Dijk, A.A Pronk, J. de Haan & R. Booij (2000).

Voorwaarts met de milieuprestaties van de open-teelten: een verkenning naar 2020. Plant Research International, Wageningen. Rapport 6.

Meurs, E.J.J., P. de Willigen & R. Booij (2000)

Reductie van stikstofemissie naar het oppervlaktewater door gebruik van een stikstofbijmest-systeem. Plant Research International, Wageningen. Nota 2.

Uenk, D. & R. Booij (2000)

Stikstofbijmeststelsel in aardappelen.

Effecten op productie en milieu van aardappelen in Noordwest Overijssel. Plant Research International, Wageningen. Nota 1.

Uenk, D., Bouman, B.A.M. & Van Kasteren, H.W.J., (1992)

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

Bijlage 1.

Basisgegevens van de afzonderlijke veldjes bij Alting, Schuring, Kruise, Mulder en Heijne

Bedrijf	Object	Veld nr.	Veld-opbrengst t/ha	Onderw. gew. OWG	Uitbetalings gew. in t/ha UBG	Loof dr gew kg/ha	N-afvoer in kg/ha (knollen)	Rest N bodem kg/ha	N in loof kg/ha
Alting	Bijmest-strook	1	61,5	568	96,0	1546	210,5	39,8	12,3
Alting	Bijmest-strook	2	57,8	521	81,0	1898	210,8	27,9	15,2
Alting	Bijmest-strook	3	61,9	566	96,2	1278	235,9	26,7	10,4
Alting	Praktijkstrook	4	52,8	516	73,3	1582	198,4	59,0	13,4
Alting	Praktijk-strook	5	67,9	556	103,2	2150	270,8	79,8	21,8
Alting	Praktijk-strook	6	75,7	546	112,5	2081	301,3	53,0	33,7
Schuring	Bijmest-strook	10	40,3	505	54,4	0	180,9	98,4	0,0
Schuring	Bijmest-strook	11	41,1	494	53,9	0	192,8	147,7	0,0
Schuring	Bijmest-strook	12	34,0	531	48,7	0	160,9	99,5	0,0
Schuring	Praktijk-strook	7	45,4	512	62,4	0	167,9	41,5	0,0
Schuring	Praktijk-strook	8	52,0	496	68,6	0	208,8	53,7	0,0
Schuring	Praktijk-strook	9	53,7	501	71,8	0	214,5	52,2	0,0
Mulder	Bijmest-strook	22	60,7	490	78,9	0	229,7	60,4	0,0
Mulder	Bijmest-strook	23	53,4	495	70,3	0	180,4	58,4	0,0
Mulder	Bijmest-strook	24	49,5	504	66,7	0	185,8	57,3	0,0
Mulder	Praktijk-strook	19	53,3	511	73,0	0	208,1	66,3	0,0
Mulder	Praktijk-strook	20	48,9	505	66,1	0	203,2	80,4	0,0
Mulder	Praktijk-strook	21	57,3	492	74,9	0	217,3	77,4	0,0
Kruise	Bijmest-strook	16	46,6	523	65,8	0	142,5	31,2	0,0
Kruise	Bijmest-strook	17	21,3	468	26,1	0	78,9	33,7	0,0
Kruise	Bijmest-strook	18	37,2	509	50,7	0	139,9	54,2	0,0
Kruise	Praktijk-strook	13	40,0	516	55,4	0	176,0	44,8	0,0
Kruise	Praktijk-strook	14	45,6	492	59,6	0	191,2	44,8	0,0
Kruise	Praktijk-strook	15	12,0	419	12,8	0	57,9	69,2	0,0
Heijne	Bijmest-strook	28	44,1	486	56,7	0	143,2	37,2	0,0
Heijne	Bijmest-strook	29	44,3	481	56,2	0	153,3	48,7	0,0
Heijne	Bijmest-strook	30	49,5	458	59,1	0	207,6	154,8	0,0
Heijne	Praktijk-strook	25	63,6	513	87,5	0	199,2	55,7	0,0
Heijne	Praktijk-strook	26	60,0	504	80,9	0	204,3	61,3	0,0
Heijne	Praktijk-strook	27	60,4	450	70,5	0	243,6	73,4	0,0