PLANT RESEARCH INTERNATIONAL

Stikstofbijbemesting op basis van CropScan: milieukundige en landbouwkundige potentie

In opdracht van Milieucoöperatie Peel en Maas en in samenwerking met BoerenBond Helden Agro B.V.

E.J.J. Meurs & R. Booij

Plant Research International B.V., Wageningen
februari 2002

Nota 171

WAGENINGEN UR

Inhoudsopgave

		pagina
Voorwoord		
1.	Inleiding	1
2.	Materiaal en methoden	3
2.1	Proefopzet	3
2.2	Teeltgegevens	4
2.3	CropScan methode	5
3.	Resultaten	7
3.1	CropScan en N-advisering	7
3.2	Gewasopbrengst en N-opname	9
3.3	Milieukundige waarde	15
4.	Discussie	19
5.	Communicatie	21
6.	Conclusies	23
Bijlage I.	Proefschema's proefvelden	4 pp.

Voorwoord

Deze nota is geschreven in opdracht van de 'Milieucoöperatie Peel en Maas', Panningen en is uitgevoerd in samenwerking met de BoerenBond Helden Agro BV. Het project is gefinancierd door de provincie Limburg en vanuit het LNV programma 317.

Op initiatief van de werkgroep Akkerbouw/Vollegrondstuinbouw van de 'Milieucoöperatie Peel en Maas' en de BoerenBond Helden Agro BV hebben er begin 2001 gesprekken plaats gevonden tussen vertegenwoordigers van de 'Milieucoöperatie Peel en Maas', de werkgroep Akkerbouw/Vollegrondstuinbouw, BoerenBond Helden Agro BV, BLGG en Plant Research International (PRI).

Dit had de start van een praktijkonderzoeksproject tot gevolg, waarin voor prei de potentie van een CropScan bijmestsysteem zou kunnen worden aangegeven. Twee aspecten zouden hierbij aan de orde moeten komen, namelijk de milieukundige waarde en de landbouwkundige waarde van het systeem.

De proeven werden uitgevoerd op de bedrijven van W. Jacobs (Maasbree), Mts. Lemmen (Helden) en J. Wulms (Neer). Bij deze willen we de telers en ook E. Muijsers (BoerenBond Helden Agro BV) bedanken voor de inbreng, inzet en betrokkenheid bij het project en de prettige samenwerking.

Bert Meurs

Wageningen, 20 februari 2002

1. Inleiding

Prei wordt voornamelijk geteeld op de lichte gronden in Limburg en Brabant, welke zeer gevoelig zijn voor de uitspoeling van stikstof. De teelt van het gewas prei wordt gekenmerkt door een hoge stikstof input, welke ondermeer afkomstig is van organische mest. De benutting van deze stikstof is tamelijk laag in het gewas prei, waardoor een belangrijk deel van de stikstof in de bodem achterblijft. Deze stikstof komt door uitspoeling in het grond- en oppervlaktewater terecht, met alle kwalijke gevolgen van dien.

Om een zo hoog mogelijke benutting van de nutriënten te verkrijgen is het noodzakelijk het aanbod aan stikstof gedurende de teelt zoveel mogelijk in overeenstemming te brengen met de vraag naar stikstof door het gewas. Hierdoor gaat er minder stikstof verloren naar grond- en oppervlaktewater, zodat het milieu minder wordt belast. Dit is alleen mogelijk als de stikstof tijdens de groei van het gewas wordt toegediend door middel van deling van de gift (bijbemesting) of middels langzaam werkende meststoffen zoals Cultan en Entec.

Voor het optimaliseren van een gedeelde N-gift is het nodig over informatie te beschikken over de stikstofstatus van het gewas tijdens de teelt.

Op Plant Research International is een stikstofbijmestsysteem ontwikkeld, waarbij de stikstofstatus van het gewas prei wordt bepaald aan de hand van de gewaslichtreflectie (m.b.v. CropScan). De benodigde hoeveelheid stikstof inclusief de behoefte voor een opvolgende periode wordt berekend aan de hand van een rekenmodel. Dit in tegenstelling tot een bijmestmethode als NBS waarbij een advies wordt bepaald aan de hand van de gemeten Nmin-bodemvoorraad, de zogenaamde stikstofbuffer in de grond. In de aardappelteelt zijn al goede resultaten geboekt met het bijmestsysteem op basis van Crop-Scan en ook in de preiteelt is aangetoond dat de stikstofinput in prei flink vermindert. In vergelijking met andere stikstofbijmestsystemen heeft bijbemesting met behulp van de CropScan het grote voordeel dat direct na de meting de hoeveelheid bij te mesten stikstof bekend is en dus concreet advies op maat aan de teler gegeven kan worden.

Het bijmestsysteem is ontwikkeld onder proefveld omstandigheden en is nu toe aan een opschaling naar (semi)praktijkomstandigheden, zodat onder praktijkomstandigheden kan worden vastgesteld welke resultaten ten aanzien van milieu en productie kunnen worden gehaald. Voor de preiteelt is het in dit project de eerste keer dat het in de praktijk wordt toegepast. Het project valt onder het 'Gebieds-programma: Helden-Maasbree' ,'Thema: Landbouw en milieu' van de 'Milieucoöperatie Peel en Maas'.

Door praktijktoepassing door de telers zelf binnen de 'Werkgroep akkerbouw/vollegrond Milieu-coöperatie Peel en Maas' wordt niet alleen een toetsing van de waarde van het systeem verkregen, maar leren betrokkenen ook te werken met een dergelijk systeem, wordt al dan niet het vertrouwen ver-kregen (men heeft het met eigen ogen gezien) en kunnen aanpassingen worden gemaakt in overeen-stemming met de potentiële gebruikers.

Tevens wordt draagvlak verkregen bij andere telers om naar aanleiding van goede landbouwkundige resultaten en milieuresultaten nieuwe kennis toe te passen en op deze manier een bijdrage te leveren aan een duurzame teelt.

Doelstellingen

1. Toetsing van de praktijkwaarde, landbouwkundig en milieukundig, van stikstofbijbemesting in prei op basis van CropScan.
2. Voorlichting binnen de werkgroep/studieclubs en publiciteit om resultaten toe te passen in de praktijk bij collega-telers.
   Het project is een samenwerkingsverband tussen onderzoek en praktijk. De samenwerking met de telers heeft als voordeel dat door de directe betrokkenheid en directe communicatie er mogelijkheden worden geschapen voor een snelle kennistoepassing en –ontwikkeling. Van hieruit kan de kennis in bredere kring worden verspreid.

2. Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

De preiproeven zijn uitgevoerd op 4 percelen van 3 verschillende preitelers in Noord- en Midden Limburg. Hierbij werden de N-bemestingssystemen van de telers vergeleken met het CropScan systeem. Er zijn in totaal 3 praktijksystemen opgenomen in de proeven:

- Cultan: langzaam werkende, vloeibare meststof voor basisbemesting;
- Entec: langzaam werkende meststof, zowel voor basis- als bijbemesting;
- NBS: N-bijmestsysteem op basis van de Nmin bodemvoorraad.

Op 2 percelen zijn Cultan, Entec en CropScan opgenomen in de proef. Op 2 andere percelen is CropScan vergeleken met het NBS systeem. De proefschema's zijn opgenomen in Bijlage I.

Binnen een proef liggen de objecten (bemestingssystemen) in stroken naast elkaar. Elke strook is opgedeeld in 3 veldjes (herhalingen). Door gebruik te maken van herhalingen van een object wordt rekening gehouden met de variatie binnen het proefveld. Op deze manier wordt een betere schatting gemaakt van de gemiddelde waardes van de metingen en bepalingen. In deze nota worden de gemiddelde waardes van de 3 herhalingen vermeld.

Tijdens het groeiseizoen zijn op 15 augustus, 12 september en 9 oktober CropScan metingen uitgevoerd om de stikstofstatus van het gewas vast te leggen. Tevens is voor het CropScan object op die momenten ondermeer de opbrengst en de Nmin-bodemvoorraad bepaald en een N-gift geadviseerd aan de teler op basis van de CropScan metingen. De geadviseerde bijbemesting is toegediend in de vorm van KAS (27%).

Voor een landbouwkundige- en milieukundige vergelijking van de systemen zijn bij de eindoogst ondermeer de opbrengst, N-opname en de residuele Nmin in de bodem bepaald. Gewasparameters werden gemeten aan monsters van 2x1m geoogste prei per veldje. Onder veldopbrengst wordt verstaan de bruto opbrengst van het gewas op het veld: blad plus schacht zonder wortels. De grondmonsters werden gestoken op 6 posities (loodrecht op de rij) verdeeld tussen 2 rijen.

De Ntotaal bepalingen van de gewasmonsters zijn gedaan op het lab van het BLGG in Oosterbeek. Een Plant Research International referentiemonster gaf daar een 10% hogere waarde dan op het lab van Plant Research International wordt gemeten. Mogelijk is er dus sprake van overschatting van Ntotaal gehaltes en N-opname. De Nmin bepalingen zijn wel op het lab van Plant Research International gedaan.

2.2 Teeltgegevens

Tabel 1. Teeltgegevens.

Proefplaats	Perceelsnaam	Plantdatum	Ras	Plantaantal (per ha)
Grubbenvorst	Pompstation	4 juli 2001	Apollo F1	145.000
Helden	Smets	1 juli 2001	Apollo F1	145.000
Neer	Kappersberg	5 juli 2001	Apollo F1	145.000
	Wijers	28 juni 2001	Idaho	160.000

De proeven werden aangelegd op percelen zandgrond in Grubbenvorst, Helden en Neer (Tabel 1). De plantdatum lag voor alle percelen rond 1 juli, waarbij op 3 percelen het hybride ras Apollo F1 (late herfst prei) en op 1 perceel het ras Idaho (winterprei) werd geplant. De rijafstand was overal 75 cm. De afstand tussen de planten binnen de rij was op 3 percelen 9 cm, op 1 perceel 8.3 cm resulterend in respectievelijk 145.000 en 160.000 planten per ha. Aanvullende proefveldgegevens waaronder ligging van objecten en veldjes staan vermeld in de proefschema's (Bijlage I).

De bestrijding van ziekten en plagen alsmede P- en K bemesting zijn uitgevoerd volgens de inzichten van de telers en voor alle objecten gelijk.

De organische bemesting op de percelen staat weergegeven in Tabel 2.

In Tabel 3 is van de percelen de voorvrucht en het organische stofgehalte van de bodem vermeld.

Tabel 2. Aangewende organische bemesting op de diverse percelen.

Perceel	Tijdstip	Hoeveelheid (per ha)	Mestsoort	Geschatte N-levering (kg per ha)
Pompstation	april	15 ton	Mestvarkensdrijfmest	100
Smets	2 mei	30 ton	Mestvarkensdrijfmest	150
Kappersberg	juni	30 ton	Zeugendrijfmest	100
	juni	25 m^3	Champignonmest	80
Wijers	juni	30 ton	Zeugendrijfmest	100

Tabel 3. Voorvrucht en het organische stofgehalte van de bodem.

Perceel	Voorvrucht	Organische stofgehalte (%)
Pompstation	Prei	2.0
Smets	Maïs	3.3
Kappersberg	Suikerbieten	1.7
Wijers	Suikerbieten	3.0

De Cultan objecten zijn eenmalig bemest in de tweede helft van augustus (Tabel 4). De Entec giften zijn allen gedeelde giften geweest. Bij het NBS systeem werd 4 maal stikstof gegeven in de vorm van KAS. Ook de bemestingshoeveelheden van het CropScan object staan in de tabel genoemd.

Tabel 4. Overzicht van de N-giften gedurende het groeiseizoen (kg N per ha).

Perceel	Object	Datum										
		18-aug	20-aug	21-aug	30-aug	18-sep	3-okt	9-okt	12-okt	17-okt	24-okt	1-nov	Totaal
Pompstation	CropScan				40	45			60				**145**
	Cultan				180								**180**
	Entec				90							90	**180**
Smets	CropScan		40			35			49				**124**
	Cultan			200									**200**
	Entec		78					78			52		**208**
Kappersberg	CropScan	40				35			60				**135**
	NBS	81				49	49			56			**235**
Wijers	CropScan	40				45			68				**153**
	NBS	81				49	49			56			**235**

2.3 CropScan methode

Bij de CropScan-methode wordt de stikstofbehoefte bepaald aan de hand van de gewasreflectie.



De reflectiemetingen werden uitgevoerd met een 'CROPSCAN' reflectiemeter. De meter bestaat uit een dragende constructie met daarop de meetkop en een computer. 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. Dit alles bij 8 verschillende golflengtes. Op basis van de gewasreflectie wordt een reflectiekarakteristiek berekend.
Deze vertoont een relatie met de stikstofinhoud van het gewas, de zogenaamde stikstofstatus. Op grond van deze stikstofstatus en de uit een rekenmodel voorspelde opbrengsttoename in een opvolgende periode wordt een N-bij-bemestingsadvies geformuleerd voor die periode.

De stralingsdata, nodig voor de voorspelling door het model, zijn afkomstig van KNMI-stations in Arcen en Ell (2001) en de Bilt (1961-1990). De data van Arcen en Ell zijn per dag gemiddeld om een goed beeld te krijgen van het stralingsniveau in het gebied van de proeflocaties.

3. Resultaten

3.1 CropScan en N-advisering

Gedurende het seizoen is met behulp van de CropScan de reflectie van het gewas gemeten. De hieruit berekende reflectiekarakteristiek is een maat voor de stikstofstatus van het gewas. De momenten van meten vielen samen met de tussentijdse oogsten van het CropScan-object.

Tabel 5. De reflectiekarakteristiek tijdens het groeiseizoen.

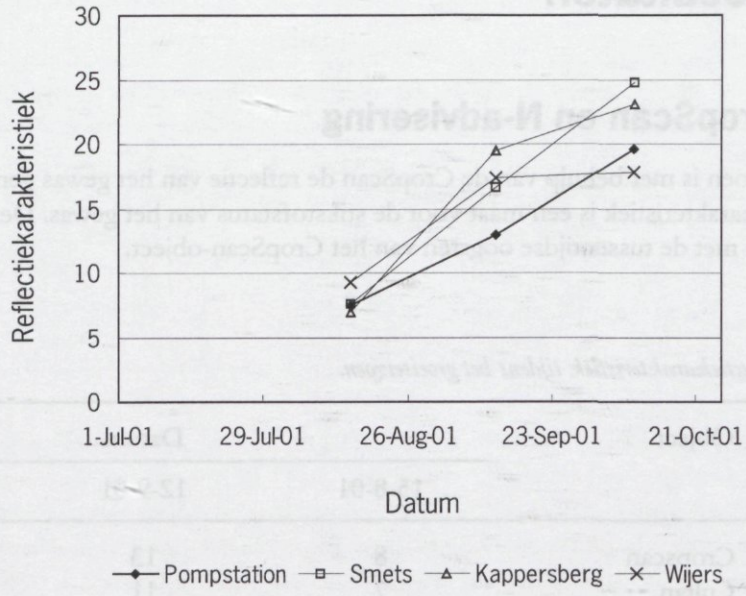
Perceel	Object	Datum		
		15-8-01	12-9-01	9-10-01
Pompstation	Cropscan	8	13	20
	Cultan	7	11	20
	Entec	8	13	19
Smets	Cropscan	8	17	25
	Cultan		17	22
	Entec		18	26
Kappersberg	Cropscan	7	19	23
	NBS	8	18	25
Wijers	Cropscan	9	17	18
	NBS		17	21

Binnen een proefveld zijn er geen constante verschillen door het seizoen heen te constateren tussen de objecten. Bij vergelijking van de proeven (Fig. 1) valt op dat perceel Pompstation al vanaf 12 september achterloopt in reflectie. Op 9 oktober heeft naast perceel Pompstation ook perceel Wijers een lagere reflectiekarakteristiek dan perceel Smets en Kappersberg.

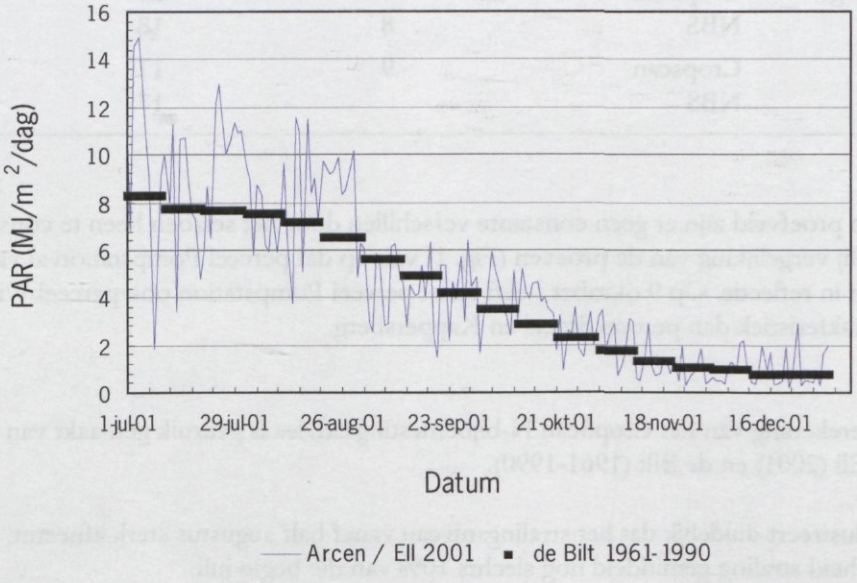
Voor de berekening van het CropScan N-bijbemestingsadvies is gebruik gemaakt van stralingsdata van Arcen en Ell (2001) en de Bilt (1961-1990).

Figuur 2 illustreert duidelijk dat het stralingsniveau vanaf half augustus sterk afneemt. Half december is de hoeveelheid straling gemiddeld nog slechts 10% van die begin juli.

Het verloop van de som van de straling in Arcen/Ell was nagenoeg gelijk aan het verloop van het meerjaarlijkse gemiddelde van de Bilt (1961-1990); de totale hoeveelheid straling eindigt slecht op een iets hoger niveau.



Figuur 1. Het verloop van de reflectiekarakteristiek van het CropScan object tijdens het groeiseizoen.



Figuur 2. De hoeveelheid straling PAR (Photosynthetic Active Radiation in MJ/m2/dag) tijdens het groeiseizoen.

De uit de reflectiekarakteristiek berekende stikstofstatus en de uit een rekenmodel voorspelde opbrengsttoename in een opvolgende periode leverden de N-bijbemestingsadviezen voor het CropScan object (Tabel 6).

Tabel 6. De geadviseerde N-giften bij het CropScan object (kg N/ha).

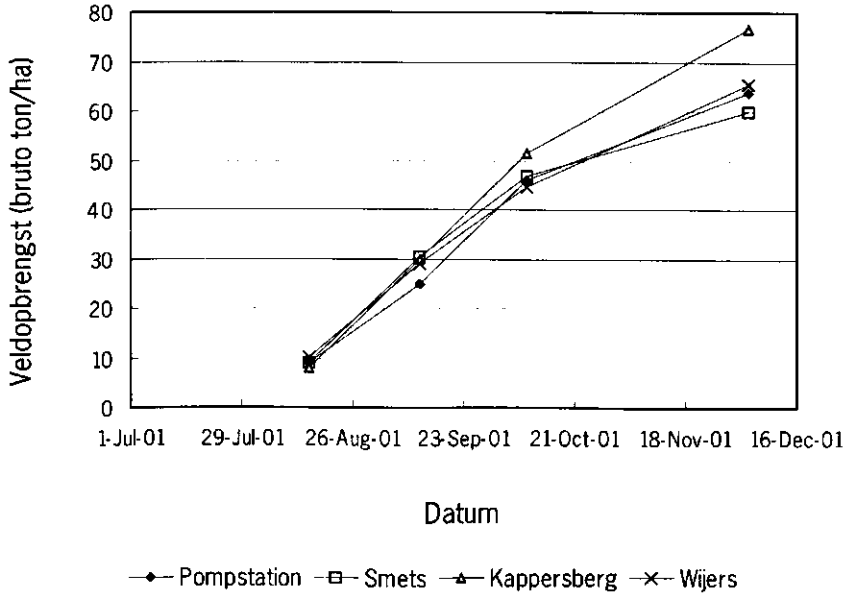
Perceel	Datum			
	15-8-01	12-9-01	9-10-01	Totaal
Pompstation	40	45	60	145
Smets	40	35	49	124
Kappersberg	40	35	60	135
Wijers	40	45	68	153

3.2 Gewasopbrengst en N-opname

Voor een landbouwkundige vergelijking van de bemestingssystemen worden eerst de verschillen behandeld in opbrengst en kwaliteit. Door middel van tussentijdse oogsten (CropScan) en een eindoogst (alle objecten) zijn een aantal gewasparameters bepaald.

3.3.1 Veldopbrengst

Vanaf 9-10-01 loopt voor de CropScan objecten perceel Kappersberg duidelijk voor in opbrengst (Fig. 3). Bij de eindoogst worden hier dan ook de hoogste opbrengsten behaald. Met een N-gift die 100 kg lager ligt scoort het CropScan object 7 ton/ha hoger dan NBS. De laagste opbrengsten worden bereikt op perceel Pompstation.



Figuur 3. Het verloop van de veldopbrengst (bruto, ton/ha) van het CropScan object tijdens het groeiseizoen.

Toepassing van het CropScan systeem levert ten opzichte van de andere systemen een minstens zo hoge opbrengst op, behalve op perceel Smets (Tabel 7). Hier werd een iets lagere opbrengst gemeten. Een opbrengstbepaling door de teler zelf toonde aan dat het verschil tussen de objecten minimaal was (1 ton/ha), ondanks een gemiddeld 80 kg lagere N-gift bij het CropScan object.

Het aandeel blad in de totale veldopbrengst (bruto) lag gedurende het groeiseizoen tot 9-10-01 vrij constant tussen de 63 en 68% (Tabel 8). Bij de eindoogst werden lagere waardes gevonden van 55 tot 63%.

Tabel 7. Veldopbrengst (bruto, ton/ha) tijdens het groeiseizoen.

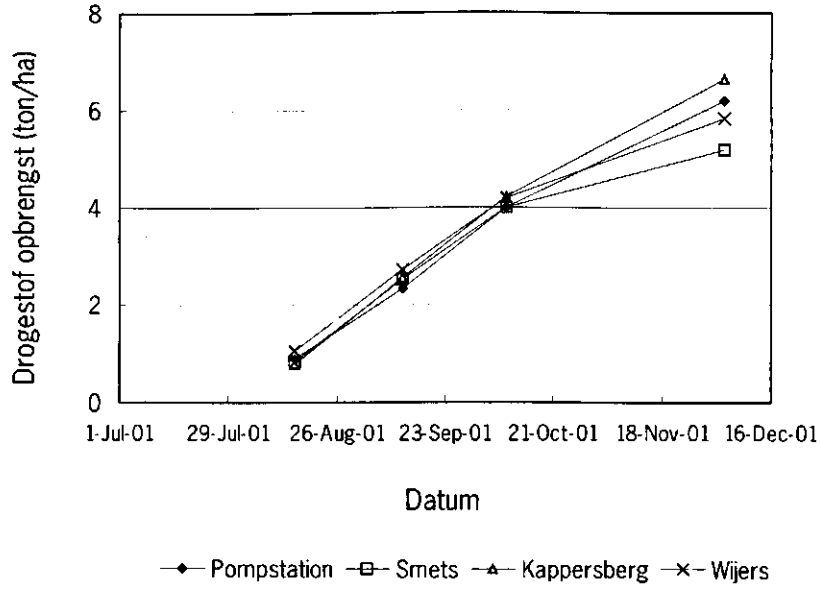
Perceel	Object	N-gift (kg/ha)	Datum			Eindoogst	Eindoogst teler (netto product)
			15-8-01	12-9-01	9-10-01	4-12-01	
Pompstation	CropScan	**145**	9	25	46	64	
	Cultan	**180**				56	
	Entec	**180**				59	
Smets	CropScan	**124**	9	30	47	60	46
	Cultan	**200**				65	47
	Entec	**208**				68	47
Kappersberg	CropScan	**135**	8	30	51	77	
	NBS	**235**				70	
Wijers	CropScan	**153**	10	29	45	65	
	NBS	**235**				63	

Tabel 8. Het aandeel blad (%) in de veldopbrengst (bruto) tijdens het groeiseizoen.

Perceel	Object	N-gift (kg/ha)	Datum			
			15-8-01	12-9-01	9-10-01	4-12-01
Pompstation	CropScan	**145**	63	68	66	58
	Cultan	**180**				61
	Entec	**180**				58
Smets	CropScan	**124**	63	67	64	57
	Cultan	**200**				59
	Entec	**208**				55
Kappersberg	CropScan	**135**	59	67	67	58
	NBS	**235**				63
Wijers	CropScan	**153**	62	68	66	60
	NBS	**235**				62

3.3.2 Drogestofproductie

Het verloop van de totale hoeveelheid drogestof (blad plus schacht) van de CropScan objecten is weergegeven in Figuur 4. Tot en met 09-10-01 liggen de opbrengsten dicht bij elkaar. Pas bij de eindoogst zijn er duidelijke verschillen zichtbaar tussen de percelen.



Figuur 4. Het verloop van de drogestof opbrengst (bruto, ton/ha) van het CropScan object tijdens het groeiseizoen.

De grootste verschillen tussen de objecten in veldopbrengst van het gewas zijn terug te vinden in de drogestof opbrengsten (Tabel.9). Door verschillen in drogestofgehaltes liggen de verhoudingen tussen de objecten soms net iets anders. Het drogestofgehalte van het blad is gemiddeld vrijwel gelijk aan dat van de schacht.

Tabel 9. Drogestof opbrengst (bruto, ton/ha) tijdens het groeiseizoen.

Perceel	Object	N-gift (kg/ha)	Datum			
			15-8-01	12-9-01	9-10-01	4-12-01
Pompstation	CropScan	**145**	0.9	2.3	4.0	6.2
	Cultan	**180**				5.2
	Entec	**180**				5.0
Smets	CropScan	**124**	0.8	2.5	4.0	5.2
	Cultan	**200**				5.4
	Entec	**208**				6.0
Kappersberg	CropScan	**135**	0.8	2.6	4.2	6.6
	NBS	**235**				5.9
Wijers	CropScan	**153**	1.1	2.7	4.2	5.8
	NBS	**235**				5.5

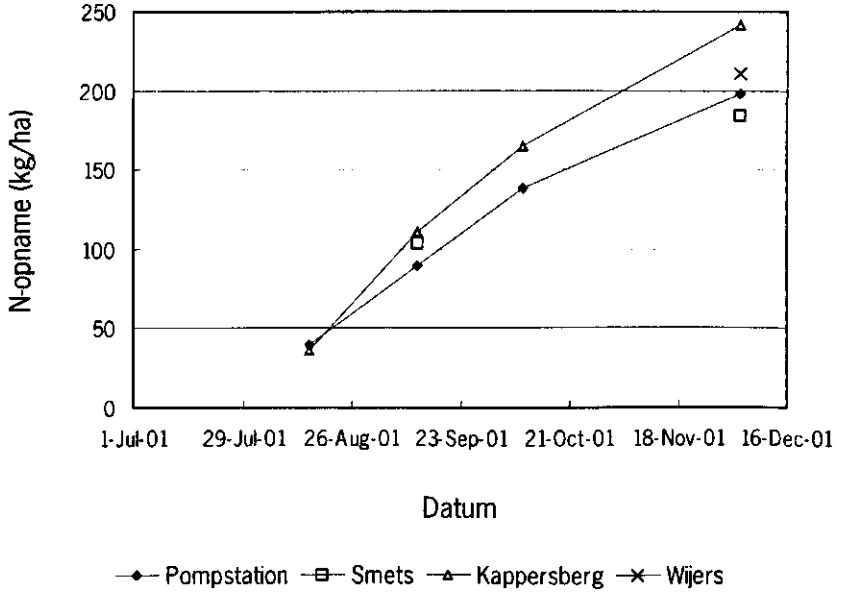
Bij vergelijking van de drogestof opbrengsten blijkt, dat net als bij de veldopbrengst, het CropScan systeem gemiddeld minstens zo goed presteert als de andere N-mest systemen ondanks de (veel) lagere N-gift.

Wat betreft kwaliteit werden door de telers geen duidelijke verschillen gemeld tussen de objecten binnen een perceel. Voor perceel Pompstation (beoordeling *half januari* i.p.v. begin december) werd de kwaliteit van alle objecten matig genoemd ; de objecten op perceel Smets werden als ruim voldoende beoordeeld en voor de percelen Kappersberg en Wijers werden er geen op het oog waarneembare verschillen geconstateerd tussen de objecten binnen een perceel.

3.3.3 N-opname

Voor een beter begrip van het effect van de verschillende bemestingssystemen op de opbrengst is het belangrijk na te gaan wat het gewas doet met de aangeboden stikstof.

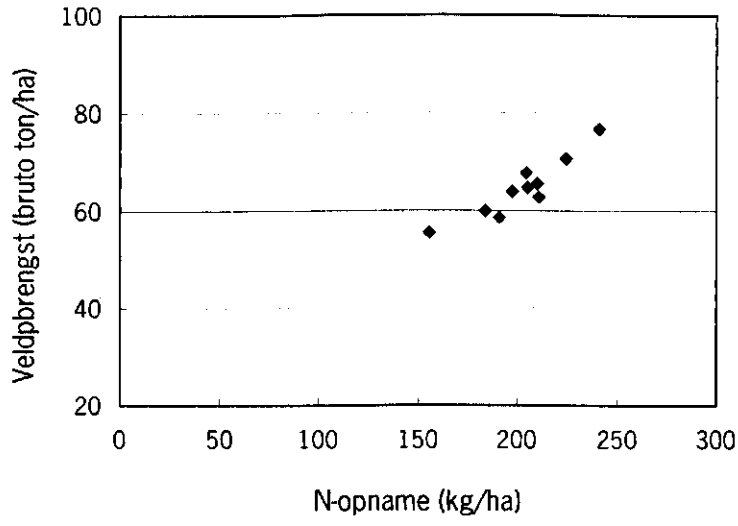
Figuur 5 toont voor de CropScan objecten de totale stikstofopname van het gewas op de verschillende oogsttijdstippen. De maximale N-inhoud werd bij de eindoogst gemeten en bedroeg voor het CropScan object op perceel Smets met de laagste opbrengst ruim 180 kg/ha en op perceel Kappersberg met de hoogste opbrengst ruim 240 kg/ha.



Figuur 5. Het verloop van de N-opname (kg/ha) van het CropScan object tijdens het groeiseizoen.

Bij de eindoogst werd een sterk verband gevonden tussen de totale N-opname van het gewas en de veldopbrengst (Fig. 6). Hierdoor volgen de verschillen in N-opname tussen de objecten min of meer hetzelfde patroon als bij de veldopbrengst (Tabel 10). Bijvoorbeeld het object met de laagste opbrengst (Pompstation, Cultan) had ook de laagste N-opname bij eindoogst.

Gezien het sterke verband tussen N-opname en opbrengst is het interessant te weten hoe de N-opname zo efficiënt mogelijk kan worden bereikt. Met andere woorden: welk systeem realiseert met een zo laag mogelijke totale N-gift een voldoende N-opname.



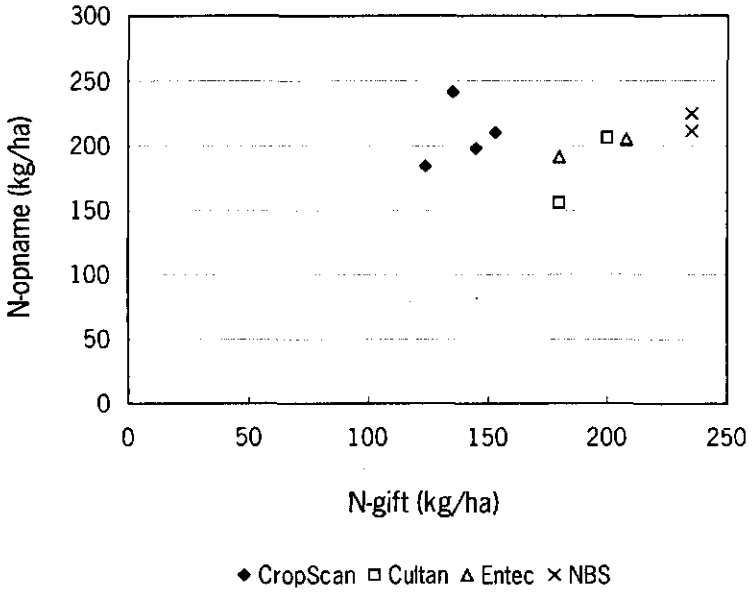
Figuur 6. Het verband tussen N-opname (kg/ha) en de veldopbrengst bij de eindoogst.

Tabel 10. N-opname (kg/ha) tijdens het groeiseizoen.

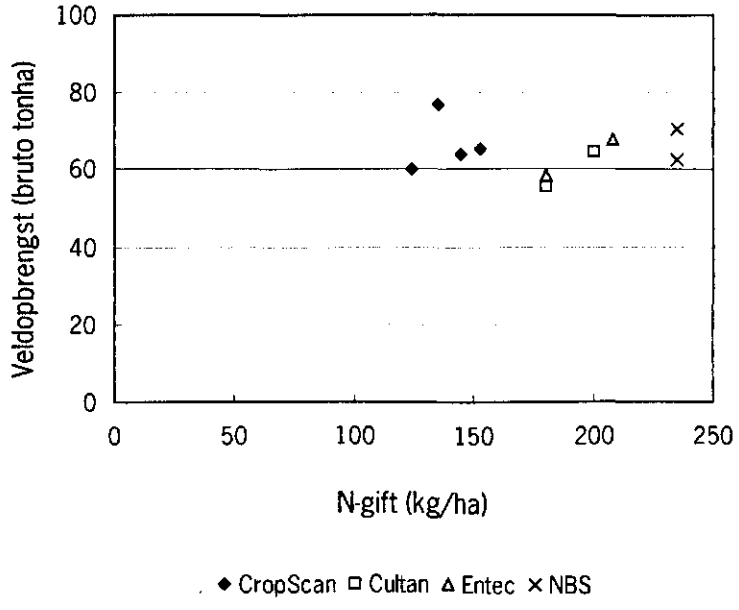
Perceel	Object	N-gift (kg/ha)	Datum			
			15-8-01	12-9-01	9-10-01	4-12-01
Pompstation	CropScan	**145**	39	90	138	198
	Cultan	**180**				156
	Entec	**180**				191
Smets	CropScan	**124**		104		184
	Cultan	**200**				206
	Entec	**208**				205
Kappersberg	CropScan	**135**	36	111	164	242
	NBS	**235**				225
Wijers	CropScan	**153**				211
	NBS	**235**				211

Een N-opname van rond de 200 kg/ha werd bereikt bij een brede range aan N-giften (124-235 kg/ha). Figuur 7 illustreert dat voor het CropScan object deze opnames werden gerealiseerd bij een N-gift van 124-153 kg/ha. Voor de Cultan en Entec objecten lag de N-gift tussen 180-208 kg/ha. De NBS giften lagen op een nog hoger niveau: 235 kg/ha. Het CropScan object realiseerde gemiddeld een N-opname bij een veel lagere N-gift.

Door het sterke verband tussen N-opname en opbrengst is de relatie tussen N-gift en opbrengst (Fig. 8) te vergelijken met die tussen N-gift en N-opname.



Figuur 7. *Het verband tussen de N-gift (kg/ha) en de N-opname (kg/ha) bij de eindoogst.*



Figuur 8. *Het verband tussen de N-gift (kg/ha) en de veldopbrengst bij de eindoogst.*

3.3 Milieukundige waarde

Door het opstellen van een eenvoudige stikstofbalans voor de verschillen bemestingssystemen kan een indicatie worden verkregen omtrent de invloed van het systeem op deze balans.

3.3.1 Stikstofbalans

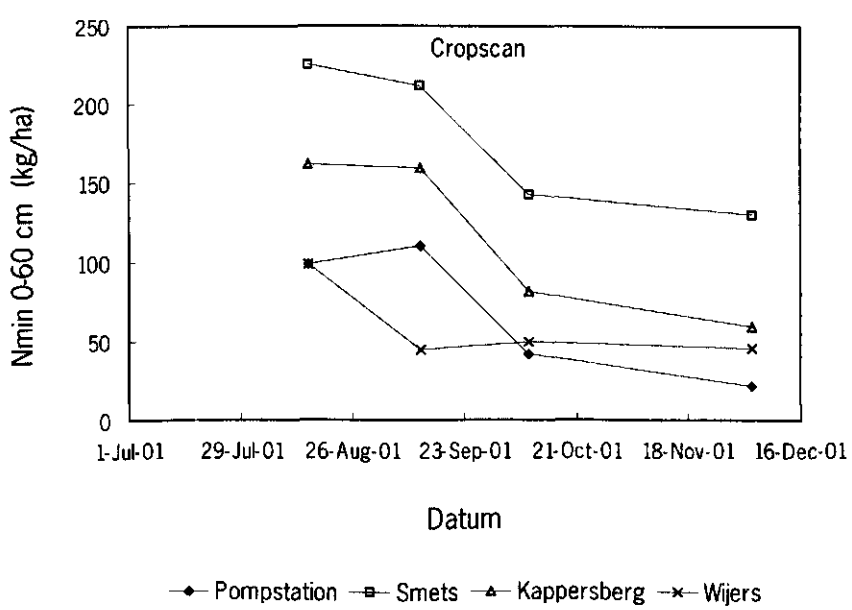
Het aanbod van stikstof is om te beginnen de N-bodemvoorraad (Nmin) aan het begin van het seizoen. Deze voorraad wordt gedurende het seizoen aangevuld door de N-mineralisatie en een eventuele N-bemesting. Afname vindt plaats door N-opname van het gewas en emissie. De werkelijke N-afvoer door het gewas bestaat bij prei uit de afvoer bij eindoogst.

Op 15 augustus waren er tussen de objecten binnen een perceel nog geen verschillen in Nmin bodemvoorraad, omdat er nog geen kunstmestgiften hadden plaatsgevonden. De Nmin voorraad, zoals die is gemeten op 15 augustus, is dus geldig voor alle objecten binnen een perceel.

Perceel Pompstation en Wijers hadden op 15 augustus een voorraad (0-60 cm) van bijna 100 kg/ha, perceel Kappersberg 162 kg/ha en perceel Smets had een voorraad van 225 kg/ha. Het verloop van de Nmin bodemvoorraad van het CropScan object is weergegeven in Figuur 9.

Bij de eindoogst was bij het CropScan object op perceel Pompstation de voorraad afgenomen tot 21 kg/ha. Perceel Smets met de hoogste voorraad op 15 augustus had ook de hoogste voorraad bij de eindoogst: 130 kg/ha.

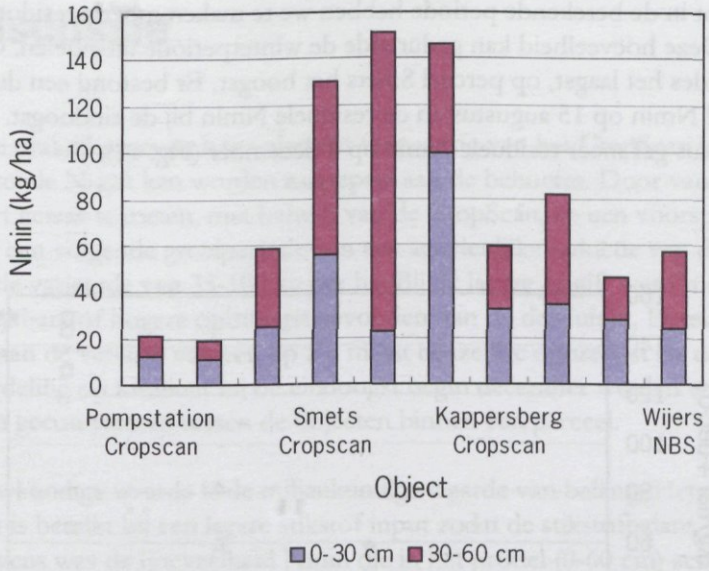
Tabel 11 en Figuur 10geven een beeld van de voorraad Nmin bij de eindoogst. Perceel Smets had hoge waardes bij de eindoogst. Opvallend was hier de grote hoeveelheid Nmin (kg/ha) in de laag 0-30 bij het Entec object: 100 kg N waarvan 54 kg (54%)in N-NH_4 vorm. Voor het Cultan object werd op perceel Smets de meeste achterblijvende Nmin gevonden in de laag 30-60 cm, waarvan maar 10 kg (8%) in N-NH_4 vorm. Het CropScan object liet over het algemeen het minste Nmin achter in het bodemprofiel.



Figuur 9. *Het verloop van de bodemvoorraad aan minerale stikstof (Nmin in kg/ha) van het CropScan object tijdens het groeiseizoen.*

Tabel 11. Het verloop van de bodemvoorraad aan minerale stikstof (Nmin in kg/ha) tijdens het groeiseizoen.

Diepte	Perceel	Object	N-gift (kg/ha)	15-8-01	12-9-01	9-10-01	4-12-01
0-30 cm	Pompstation	CropScan	**145**	45	60	26	13
		Cultan	**180**				11
		Entec	**180**				25
	Smets	CropScan	**124**	129	113	51	56
		Cultan	**200**				23
		Entec	**208**				100
	Kappersberg	CropScan	**135**	107	98	30	32
		NBS	**235**				34
	Wijers	CropScan	**153**	49	23	29	28
		NBS	**235**				24
30-60 cm	Pompstation	CropScan	**145**	54	50	17	9
		Cultan	**180**				8
		Entec	**180**				33
	Smets	CropScan	**124**	97	99	92	74
		Cultan	**200**				128
		Entec	**208**				46
	Kappersberg	CropScan	**135**	55	61	52	27
		NBS	**235**				48
	Wijers	CropScan	**153**	50	21	21	18
		NBS	**235**				33
0-60 cm	Pompstation	CropScan	**145**	99	111	42	21
		Cultan	**180**				19
		Entec	**180**				58
	Smets	CropScan	**124**	225	212	143	130
		Cultan	**200**				151
		Entec	**208**				146
	Kappersberg	CropScan	**135**	162	159	82	59
		NBS	**235**				82
	Wijers	CropScan	**153**	99	44	50	46
		NBS	**235**				57



Figuur 10. De bodemvoorraad aan minerale stikstof (Nmin in kg/ha) bij de eindoogst.

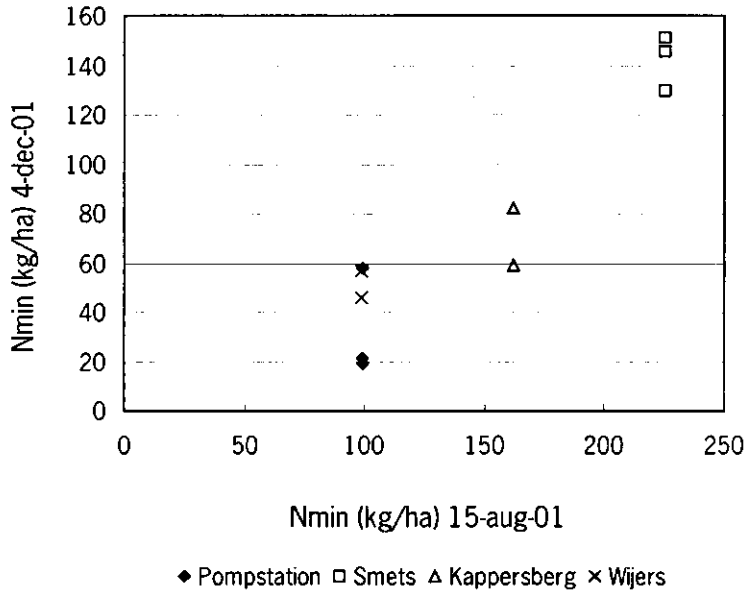
In Tabel 12 is een vereenvoudigde balans opgesteld voor de periode van 15 augustus tot de eindoogst van 4 december. De inputfactoren geven het aanbod van stikstof weer, zoals de bodemvoorraad Nmin op 15 augustus en de totale kunstmestgift na 15 augustus. De mineralisatie als input is buiten beschouwing gelaten. De output is de opname door het gewas en de bodemvoorraad Nmin bij de eindoogst. De emissie van stikstof ten gevolge van uitspoeling in deze periode is als output ook buiten beschouwing gelaten.

Van de totale input aan stikstof vinden we voor de meeste objecten lang niet alles terug in de output. Alleen voor de CropScan objecten op de percelen Kappersberg en Wijers was de output vrijwel gelijk aan de input. Ook de CropScan objecten op Pompstation en Smets hadden een relatief gunstige stikstofbalans. Zou de mineralisatie van 15 augustus tot 4 december als input zijn meegenomen, dan zou de stikstofbalans er voor alle objecten (nog) minder gunstig hebben uitgezien. Met andere woorden: het N-overschot zou (verder) toenemen. Het N-overschot is hier de hoeveelheid minerale stikstof die verloren is gegaan ten gevolge van emissie (voornamelijk uitspoeling).

Tabel 12. Vereenvoudigde stikstofbalans (kg/ha).

Perceel	Object	Input Nmin 15/8 0-60cm	Input	*Input Totaal*	Output Nmin 4/12 0-60cm	Output Gewas 4/12	*Output Totaal*	**Input-Output Totaal**
Pompstation	CropScan	99	145	*244*	21	198	*219*	**25**
	Cultan	99	180	*279*	19	156	*175*	**104**
	Entec	99	180	*279*	58	191	*249*	**30**
Smets	CropScan	225	124	*349*	130	184	*314*	**36**
	Cultan	225	200	*425*	151	206	*357*	**68**
	Entec	225	208	*433*	146	205	*351*	**83**
Kappersberg	CropScan	162	135	*297*	59	242	*301*	**-4**
	NBS	162	235	*397*	82	225	*307*	**90**
Wijers	CropScan	99	153	*252*	46	211	*257*	**-5**
	NBS	99	235	*334*	57	211	*268*	**66**

Naast het N-overschot in de berekende periode hebben we te maken met de residuele Nmin in de bodem na de oogst. Deze hoeveelheid kan gedurende de winterperiode uitspoelen. Op perceel Pompstation waren de waardes het laagst, op perceel Smets het hoogst. Er bestond een duidelijke trend tussen de hoeveelheid Nmin op 15 augustus en de residuele Nmin bij de eindoogst. Een hogere Nmin voorraad op 15 augustus gaf meer residuele Nmin op 4 december (Fig. 11).



Figuur 11. Het verband tussen de bodemvoorraad aan minerale stikstof (Nmin in kg/ha) van 15 augustus en 4 december.

De uitspoeling van nitraat naar grond- en oppervlaktewater is milieukundig de belangrijkste component van stikstofemissie. Om de milieukundige waarde van de verschillende bemestingssystemen te vergelijken moeten we zowel het N-overschot in de teeltperiode, als de Nmin die in het profiel achterblijft in de beoordeling meenemen. Wanneer we op deze basis de objecten vergelijken blijkt dat op alle percelen het CropScan object het beste scoort. De stikstofbalans valt gunstiger uit en de hoeveelheid residuele Nmin is lager.

4. Discussie

De resultaten van de praktijkproeven laten zien dat toepassing van het CropScan bijmestsysteem bij prei (late herfst) de totale N-gift kan worden aangepast aan de behoefte. Door vanaf half augustus de stikstofstatus van het gewas te meten, met behulp van de CropScan, en een voorspelling te doen over de N-behoefte voor een volgende groeiperiode kan een aanzienlijke reductie van de N-gift worden bereikt. Deze reductie varieerde van 35-100 kg per ha. Bij de lagere N-gift werd met de CropScan methode een vergelijkbare of hogere opbrengst gevonden dan bij de Cultan, Entec of NBS methode. Hiermee is voldaan aan de vereiste van een op z'n minst eenzelfde opbrengst als de gangbare methodes. Bij beoordeling op kwaliteit bij de eindoogst begin december werden er door de telers geen duidelijke verschillen geconstateerd tussen de objecten binnen een perceel.

Naast deze landbouwkundige waarde is de milieukundige waarde van belang. Het opbrengstniveau van het CropScan object is bereikt bij een lagere stikstof input zodat de stikstofbalans (input minus output) gunstiger uitviel. Tevens was de hoeveelheid Nmin die in het profiel (0-60 cm) achterbleef lager dan bij de andere objecten binnen een perceel. De potentiële emissie naar het milieu (uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater) gedurende het winterseizoen is dus ook lager.

Bemesting met langzaamwerkende meststoffen als Entec en Cultan heeft tot doel de stikstof langer als ammoniumstikstof ($N\text{-}NH_4$) in de bodem te houden. De ammoniumstikstof is minder gevoelig voor uitspoeling dan de nitraatstikstof ($N\text{-}NO_3$). Entec liet zowel op perceel Pompstation als op perceel Smets relatief veel Nmin achter in de bodem. De Nmin uit Cultan was op perceel Pompstation begin december vrijwel verdwenen en de bodemvoorraad was te vergelijken met die van het CropScan object. Op perceel Smets bleef bij het Entec object 100 kg Nmin achter in de laag 0-30 cm, waarvan 54% in de vorm van ammoniumstikstof. Kennelijk is de gift te hoog geweest. Omdat relatief nog veel aanwezig is in de vorm van ammoniumstikstof is het (nog) niet uitgespoeld. Op perceel Smets werd bij de eindoogst voor het Cultan object het grootste aandeel van de relatief hoge bodemvoorraad teruggevonden in de laag 30-60. Hier zat nog een voorraad van 128 kg Nmin waarvan 8% in de vorm van ammoniumstikstof. Het overgrote deel was dus aanwezig in de vorm van de uitspoelingsgevoelige nitraatstikstof. Ook voor Cultan is dus de gift te hoog geweest en heeft geleid tot een grote hoeveelheid stikstof die gedurende het winterseizoen verloren kan gaan door uitspoeling.

Tussen de percelen waren er grote verschillen in Nmin bodemvoorraad en N-gift. Milieukundig scoren de percelen met een hoge Nmin bodemvoorraad half augustus in combinatie met een hoge N-gift het slechtst. Het positieve milieukundige effect van de CropScan methode was hier het grootst. Milieukundig is het aan te bevelen de Nmin bodemvoorraad aan het begin van de teelt beperkt te houden en vanaf half augustus de N-gift aan te passen aan de behoefte van het gewas.

5. Communicatie

In deze nota zijn de resultaten behandeld van een toetsing van het CropScan systeem in de praktijk. Belangrijk doel van het project was ook om te komen tot een goede kennisuitwisseling met de praktijk. Naast het uitgeven van deze nota is er op diverse andere manieren aandacht besteed aan de CropScan methode. Hieronder staat een opsomming van publiciteit, erop gericht om kennis uit het CropScan onderzoek onder de aandacht te brengen.

Presentaties

- Stikstofbijbemesting op basis van CropScan
  Neer, 26 oktober 2001
  Gewasgroep prei LTO-Groeiservice

- Ervaringen met de CropScan-methode
  Oirlo (Saweco), 7 november 2001
  Stichting Innovatief Platteland (Venray)

- Stikstofbijbemesting op basis van CropScan: milieukundige en landbouwkundige potentie
  Maasbree, 28 maart 2002
  Gewasgroep prei LTO-Groeiservice

Persvermeldingen (n.a.v. bijeenkomsten, interviews etc.)

- CropScan meet stikstofbehoefte prei van bovenaf.
  Groenten & Fruit - week 47 2001.

- Milieucoöperatie Peel en Maas brengt CropScan methode bij de preiteelt in de praktijk.
  LTO Groeiservice Gewasnieuws Prei Jaargang 4, nummer 3, 18 juli 2001.

- Meten tijdens groei leidt tot nauwkeuriger bemesten.
  Boerderij/Akkerbouw 86 - no. 7 (3 april 2001).

- Bijbemesten tot op de vierkante meter nauwkeurig.
  Boerderij/Akkerbouw 86 - no. 11 (29 mei 2001).

- Hightech CropScan bepaalt stikstofbehoefte door lichtreflectie
  Land en Vee, 22 juni 2001

Publicaties

Meurs, E.J.J. & R. Booij, Plant Research International, Wageningen, nota 171, februari 2002.
Stikstofbijbemesting op basis van CropScan: milieukundige en landbouwkundige potentie.

6. Conclusies

- Door toepassing van het CropScan stikstofbijmestsysteem in prei (late herfst) kan de N-gift worden aangepast aan de behoefte van het gewas.

- De landbouwkundige waarde van het CropScan systeem in termen van opbrengst en kwaliteit was gelijk aan of beter dan die van het Cultan-, Entec- of NBS systeem.

- De hierboven genoemde landbouwkundige waarde werd bereikt bij een 35 – 100 kg lagere N-gift (per ha). Afstemming van de N-gift op de behoefte door middel van CropScan metingen resulteerde dus in een reductie van de N-gift.

- Naast de landbouwkundige waarde is een beoordeling op de milieukundige waarde van belang. Door de lagere N-giften was voor het CropScan systeem gemiddeld de stikstofbalans (input minus output) gunstiger en de hoeveelheid stikstof (Nmin) in de bodem na de oogst lager. Dit laatste betekent minder uitspoeling in de winterperiode.

- Bij vergelijking van de verschillende percelen bleek dat een hogere bodemvoorraad aan stikstof (Nmin) half augustus resulteerde in een hogere hoeveelheid stikstof (Nmin) in de bodem na de oogst.

Bijlage I.

Proefschema's proefvelden

Stikstofbijbemesting van prei op basis van CropScan

Plant Research International - Wageningen

Projectnr.	:	3300067
Proefnr.	:	1
Proefplaats	:	Grubbenvorst
Perceel	:	Grubbenvorst pompstation
Grondsoort	:	zand
Gewas	:	prei cv. Apollo F1
Plantdatum	:	4 juli 2001
Voorvrucht	:	prei
Rijafstand	:	75 cm
Plantafstand	:	ca. 9 cm ---> (ca. 145.000 planten/ha)
Veldjes (bruto)	:	6 x 10 m
Aantal herhalingen	:	3
Proeffactor	:	N-giften

N-giften (kg/ha)	**N-vorm**	**Veldjesnr.**		
Systeem Teler	= **Cultan**	**1, 2, 3**	**geen advies Plant Research International**	!
Systeem Teler	= **Entec**	**4, 5, 6**	**geen advies Plant Research International**	!
Systeem CropScan	= **KAS**	**7, 8, 9**	**advies van Plant Research International a.d.h. van CropScan meting**	

Tijdstip N-gift CropScan

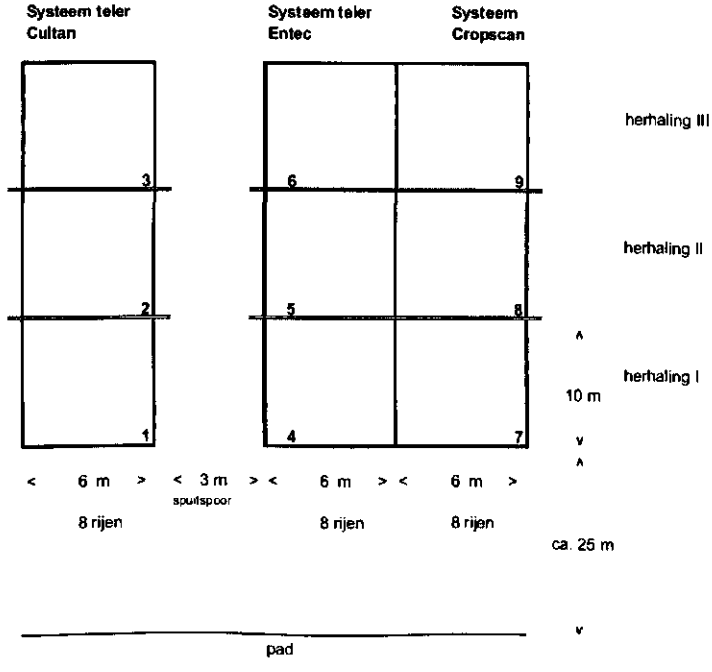
O1 = half augustus

O2 = september

O3 = oktober

Oogsttijdstip Teler en CropScan

O4 = december



Stikstofbijbemesting van prei op basis van CropScan

Plant Research International - Wageningen

Projectnr.	:	3300067
Proefnr.	:	2
Proefplaats	:	Helden
Perceel	:	Smets
Grondsoort	:	zand
Gewas	:	prei cv. Apollo F1
Plantdatum	:	1 juli 2001
Voorvrucht	:	maïs
Rijafstand	:	75 cm
Plantafstand	:	ca. 9 cm ---> (ca. 145.000 planten/ha)
Veldjes (bruto)	:	4.5 x 10 m
Aantal herhalingen	:	3
Proeffactor	:	N-giften

N-giften (kg/ha)		**N-vorm**	**Veldjesnr.**		
Systeem Teler	=	**Cultan**	**1, 2, 3**	**geen advies Plant Research International**	**!**
Systeem Teler	=	**Entec**	**4, 5, 6**	**geen advies Plant Research International**	**!**
Systeem CropScan	=	**KAS**	**7, 8, 9**	**advies van Plant Research International a.d.h. van CropScan meting**	

Tijdstip N-gift CropScan

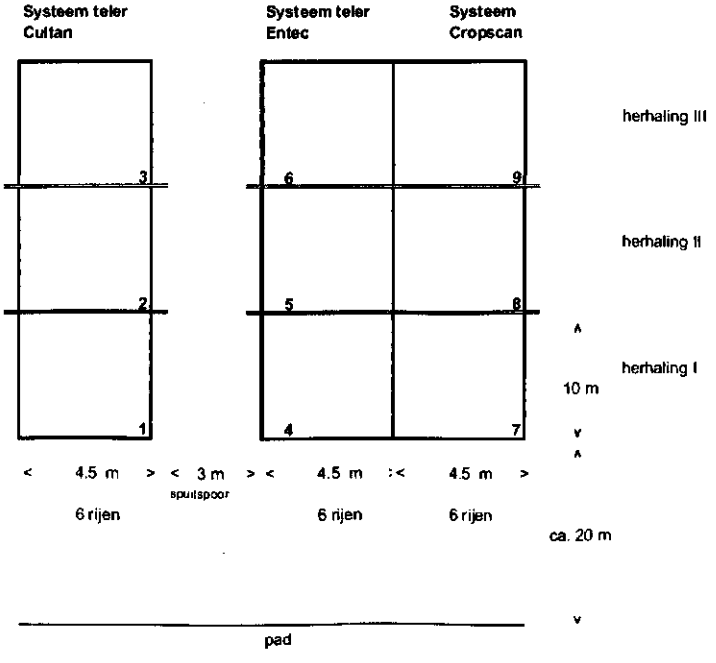
O1 = half augustus

O2 = september

O3 = oktober

Oogsttijdstip Teler en CropScan

O4 = december



Stikstofbijbemesting van prei op basis van CropScan

Plant Research International - Wageningen

Projectnr.	:	3300067
Proefnr.	:	3
Proefplaats	:	Neer
Perceel	:	Kappersberg
Grondsoort	:	zand
Gewas	:	prei cv. Apollo F1
Plantdatum	:	5 juli 2001
Voorvrucht	:	suikerbieten
Rijafstand	:	75 cm
Plantafstand	:	ca. 9 cm ---> (ca. 145.000 planten/ha)
Veldjes (bruto)	:	6 x 10 m
Aantal herhalingen	:	3
Proeffactor	:	N-giften

N-giften (kg/ha)		**N-vorm**	**Veldjesnr.**	
Systeem Teler	=	**NBS**	**1, 2, 3**	**geen advies Plant Research International** !
Systeem CropScan	=	**KAS**	**4, 5, 6**	**advies van Plant Research International a.d.h. van CropScan meting**

Tijdstip N-gift CropScan

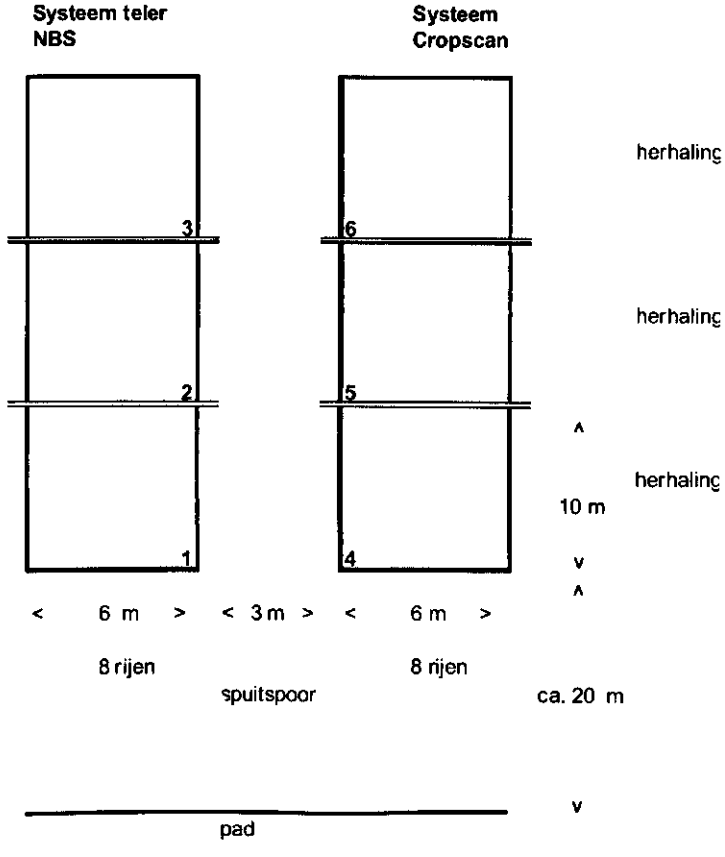
O1 = half augustus

O2 = september

O3 = oktober

Oogsttijdstip Teler en CropScan

O4 = december



Stikstofbijbemesting van prei op basis van CropScan

Plant Research International - Wageningen

Projectnr.	:	3300067
Proefnr.	:	4
Proefplaats	:	Wulms
Perceel	:	Wijers
Grondsoort	:	zand
Gewas	:	prei cv. Idaho
Plantdatum	:	28 juni 2001
Voorvrucht	:	suikerbieten
Rijafstand	:	75 cm
Plantafstand	:	ca. 8.3 cm ---> (ca. 160.000 planten/ha)
Veldjes (bruto)	:	6 x 10 m
Aantal herhalingen	:	3
Proeffactor	:	N-giften

N-giften (kg/ha)	**N-vorm**	**Veldjesnr.**	
Systeem Teler	**= NBS**	**1, 2, 3**	**geen advies Plant Research International** !
Systeem CropScan	**= KAS**	**4, 5, 6**	**advies van Plant Research International a.d.h. van CropScan meting**

Tijdstip N-gift CropScan

O1 = half augustus

O2 = september

O3 = oktober

Oogsttijdstip Teler en CropScan

O4 = december

