



Stikstofbijmeststelsysteem in aardappelen

Effecten op productie en milieu van aardappelen in Noordwest Overijssel

D. Uenk & R. Booij



Nota 1

IN38068.01



Stikstofbijmeststelsysteem in aardappelen

Effecten op productie en milieu van aardappelen in Noordwest Overijssel

In opdracht van de Stichting Stimuland Overijssel

D. Uenk & R. Booij

1. Voorwoord

Deze nota werd opgesteld in opdracht van de Stichting Stimuland in deze vertegenwoordigd door ing. H. K. Ruitenbergh, die tevens de projectleiding had. Het project werd gefinancierd door de provincie Overijssel.

De proeven werden uitgevoerd op de akkerbouwbedrijven van H. Veen en de maatschap Winter / Cordes te Steenwijk. Bij deze willen wij de telers de heren H. Veen, P. Winter en O. Cordes 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.

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.

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, t.w.:

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.

Dankzij de door Stimuland geboden mogelijkheid het systeem te tonen aan geïnteresseerden op de open dag in het gebied eind augustus, is er aan de methode veel aandacht besteed in de pers.

Wageningen, 15 december '99

Dik Uenk
Remmie Booij

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.

Op het AB is in de afgelopen jaren een begin gemaakt met de ontwikkeling van een stikstofbijmest-systeem voor de aardappelteelt, waarmee het stikstofaanbod kan worden afgestemd op de vraag naar stikstof zodat overdosering kan worden bestreden. Dit systeem gaat uit van een relatief lage N-gift bij aanvang van de teelt, waarbij later gedurende de groei van het gewas stikstof wordt bijgegeven. Evenwel alleen als dit uit het oogpunt van gewasgroei noodzakelijk is. In hoeverre dat daadwerkelijk nodig is wordt beoordeeld aan de stikstofstatus van het gewas. Voor het laatste is door het AB een meetmethode (Crop Scan) ontwikkeld (Booij en Uenk, 1999). Hiermee wordt de gewasreflectie bij verschillende golf-lengtes gemeten. Toepassing van het stikstofbijmeststelsysteem kan er toe leiden dat 20% minder stikstof hoeft te worden toegediend zonder dat dit ten koste gaat van de te behalen aardappelopbrengst.

Dit systeem is tot nu toe alleen op proefbedrijven getest. Voor een juiste waardebeoordeling is toetsing onder (semi-)praktijkomstandigheden nodig. Hierbij is het van belang naast de landbouwkundige waarde, de milieukundige waarde van het systeem te toetsen.

Een verdere verfijning kan worden verkregen door in te spelen op de mogelijke variatie binnen het perceel (precisielandbouw) en wat dit kan betekenen voor de stikstofbehoefte, de latere aardappelopbrengst en stikstofverliezen (o.a. ten gevolge van reststikstof).

Doelstelling

- Toetsen van het stikstofbijmeststelsysteem op (semi-)praktijkschaal op landbouwkundige waarde en de daarbij behorende stikstofinput.
- Vaststellen van de variatie in stikstofbehoefte, opbrengsten en reststikstof binnen een perceel.
- De stikstofbenutting in aardappelen verhogen.

3. Materiaal en methoden

3.1 Proefopzet

De proeven zijn aangelegd op 2 akkerbouwbedrijven in de Giethoornse polder, te weten de bedrijven van de maatschap P. Winter en O. Cordes en van H. Veen. Per bedrijf zijn twee praktijkpercelen 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).

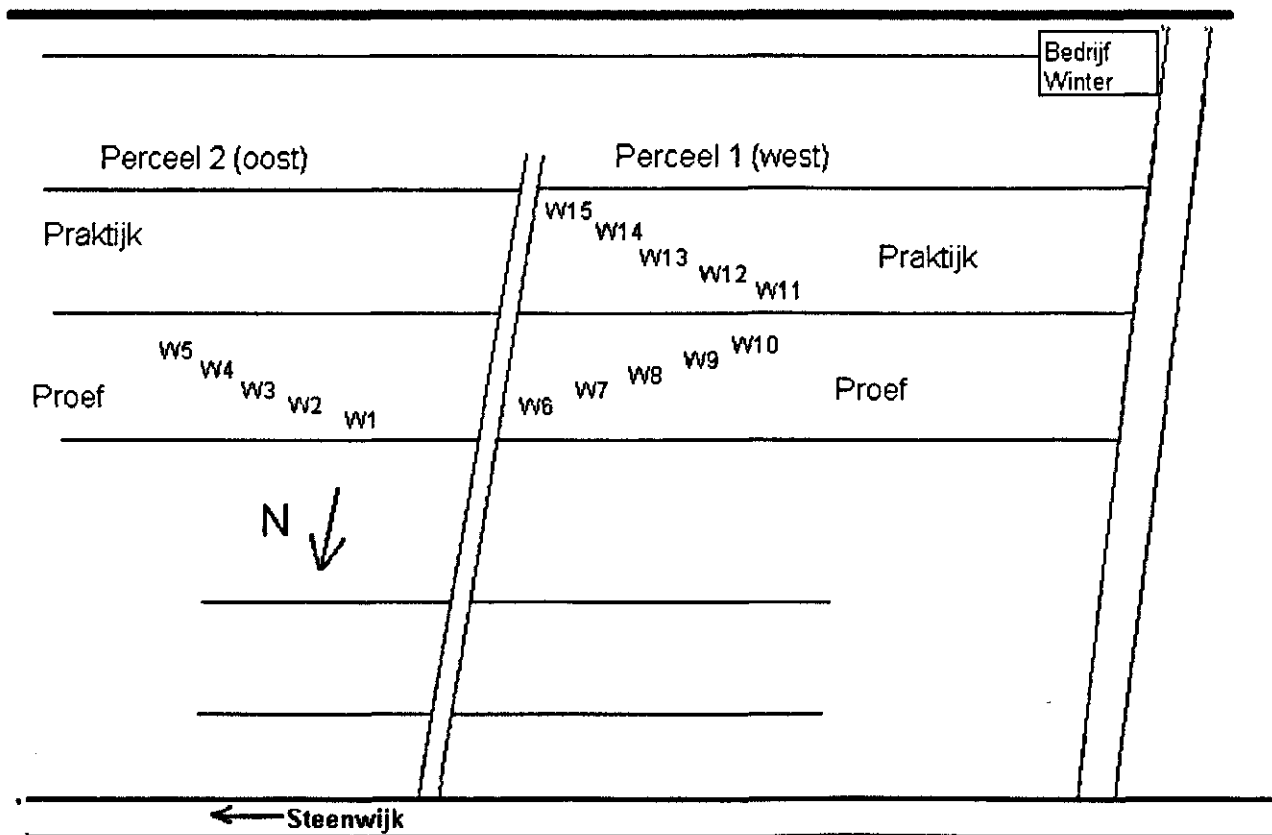
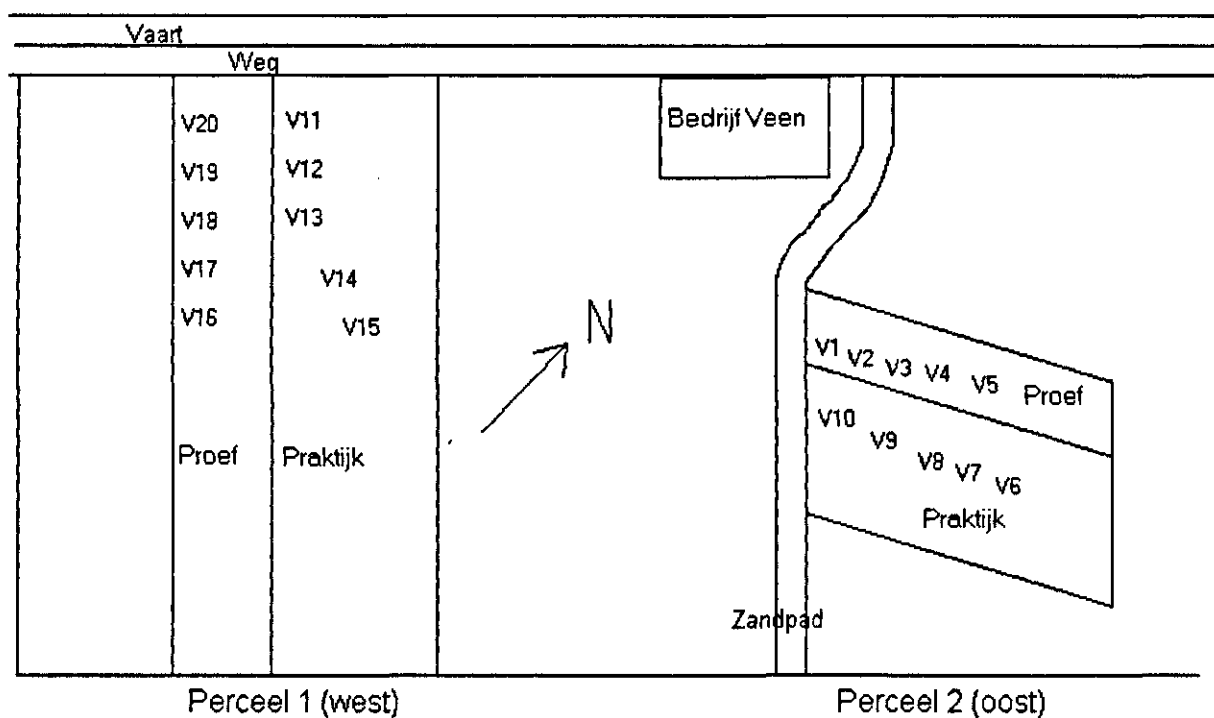
Eén eenheid (Bijmeststrook) wordt bemest op basis van het stikstofbijmeststelsel, waarbij het poten minder wordt gegeven dan op het gangbare praktijk deel.

Binnen beide behandelingseenheden worden vijf 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 een vijftal tijdstippen de gewasontwikkeling en de stikstofstatus (en dus stikstofbehoefte) bepaald m.b.v. de Crop Scan. 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. In dit stadium wordt nog geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende sub-plots voor wat betreft de stikstof toediening maar worden de gemeten waarden voor reflectie o.a. gebruikt voor het vaststellen van het gemiddelde voor dat deel van het perceel.

Per sub-plot worden de volgende waarnemingen verricht:

- Lichtreflectie m.b.v. Crop Scan op een vijftal tijdstippen in de periode half juni- begin augustus.
- 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 0-60 cm vlak voor de eind oogst.

Deze waarnemingen zijn noodzakelijk om de landbouwkundige en milieukundige waarde van het bijmeststelsel vast te stellen en om de potentie aan te geven wat betreft variabele stikstof toediening binnen het perceel.



Figuur 1. Plattegronden van de akkerbouwbedrijven van H. Veen en van de maatschap P. Winter en O. Cordes.

3.1.1 Teeltgegevens

(zie plattegrond proefveld Figuur 1.)

Bedrijf Winter/Cordes

Beide proeven zijn gesitueerd op 1 kavel (4 ha) die onderverdeeld is in perceel 1 (west) en perceel 2 (oost) (Figuur 1). De stroken waarop het N-bijmeststelsel beproefd wordt zijn 27 m breed en 600 m lang (Figuur 1). Op deze bijmeststroken wordt een basisgift van ongeveer 100 kg N/ha gegeven. Op beide percelen is hetzelfde ras gepoot: Elles, met een rijafstand van 75 cm en een pootafstand van 35 cm. De aardappels zijn gepoot op 18 mei. De praktijkstroken van perceel 1 en 2 zijn verschillend bemest, perceel 1 met 18 m³ varkensdrijfmest + 75 kg KAS en perceel 2 met 20 m³ varkensdrijfmest + 75 kg KAS (Tabel 1). Rond 12 juli was het gewas gesloten. De proef is geoogst op 7 oktober.

Bedrijf Veen

Op het bedrijf van Veen is de proef op 2 percelen aangelegd. Op perceel 1 (west) 7 ha, is het ras Elles verbouwd, de proefstrook is hier 27 m breed en 350 m lang. Op perceel 2 (oost) van 3 ha groot, is het ras Camico verbouwd. Hierin is de proefstrook 27 bij 240 m (Figuur 1). Op de bijmeststroken wordt een basisbemesting van 100 kg N/ha gegeven. (Tabel 1). Op de praktijkstrook van perceel 1 is 10 ton kalkoenenmest en 30 kg N in de meststof Kemistar gegeven en op de praktijkstrook van perceel 2 is 9 ton kalkoenenmest en 30 kg N in de meststof Kemistar gegeven. Op beide percelen zijn de aardappelen gepoot met een rijafstand van 75 cm en een pootafstand van 33 cm. Op perceel 1 zijn de aardappels gepoot op 28 april en op perceel 2 op 29 april. Op 30 juni was het gewas op perceel 1 (west) gesloten, de aardappels op perceel 2 (oost) hadden toen een bedekking van ongeveer 90%. De aardappels zijn geoogst op 6 oktober.

Oogst

In zowel de bijmeststrook als de praktijkstrook zijn 5 sub-plots uitgezet waar tijdens het groeiseizoen de gewasreflectie gemeten is. Aan het eind van het groeiseizoen worden per sub-plot opbrengst bepalingen gedaan en worden grondmonsters gestoken voor N-bepaling. Per sub-plot worden 3 ruggen van 2.25 m geoogst, wat inhoud 33.75 m² per behandelingseenheid.

In eerste instantie werd verondersteld dat een verschil van 2m³ varkensdrijfmest niet te realiseren was, zodat beide percelen als gelijk bemest beschouwd moesten worden. Daarom zijn niet op beide praktijkstroken proefveldjes aangelegd, maar alleen op perceel 1.

Van het geoogste product werd het versgewicht, het onderwatergewicht (Ann., 1989) en het stikstofgehalte bepaald.

*Bemesting*Tabel 1. *Aangevende meststoffen op de verschillende percelen bij Winter/Cordes en bij Veen.*

Bedrijf: Winter/Cordes	Bijmeststrook	Praktijkstrook
Perceel 1 (west)	18 m ³ varkensdrijfmest	18 m ³ varkensdrijfmest 75 kg KAS
Perceel 2 (oost)	14 m ³ varkensdrijfmest 75 kg KAS P en K aanvullen met kunstmest tot het praktijkniveau	20 m ³ varkensdrijfmest 75 kg KAS
Bedrijf: Veen	Bijmeststrook	Praktijkstrook
Perceel 1 (west)	6 ton kalkoenenmest (75 N, 97 P ₂ O ₅ , 81 K ₂ O) 30 kg N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kemistar) 123 kg P ₂ O ₅ (Tripel 270) 140 kg K ₂ O (kalisulfaat)	10 ton kalkoenenmest (125N,163 P ₂ O ₅ , 136 K ₂ O) 30 kg N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kemistar) 57 kg P ₂ O ₅ (Tripel 125) 85 kg K ₂ O (kalisulfaat)
Perceel 2 (oost)	6 ton kalkoenenmest (75 N, 97 P ₂ O ₅ , 81 K ₂ O) 30 kg N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kemistar) 46 kg P ₂ O ₅ (Tripel 100) 40 kg K ₂ O (kalisulfaat 80)	9 ton kalkoenenmest 113 N, 146 P ₂ O ₅ , 122 K ₂ O) 30 kg N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kemistar)

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 op 19 mei, 9 juni, 16 juni, 23 juni, 6 juli en op 12 augustus.

Per perceel zijn vijf sub-plots aangelegd, per sub-plot zijn 6 reflectiemetingen uitgevoerd waarvan het gemiddelde is berekend.

De stikstofadviesing voor de reflectieadviespercelen is gebaseerd op de metingen van 6 juli.

4. Resultaten

De twee te vergelijken bemestingsstrategieën, t.w. 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.

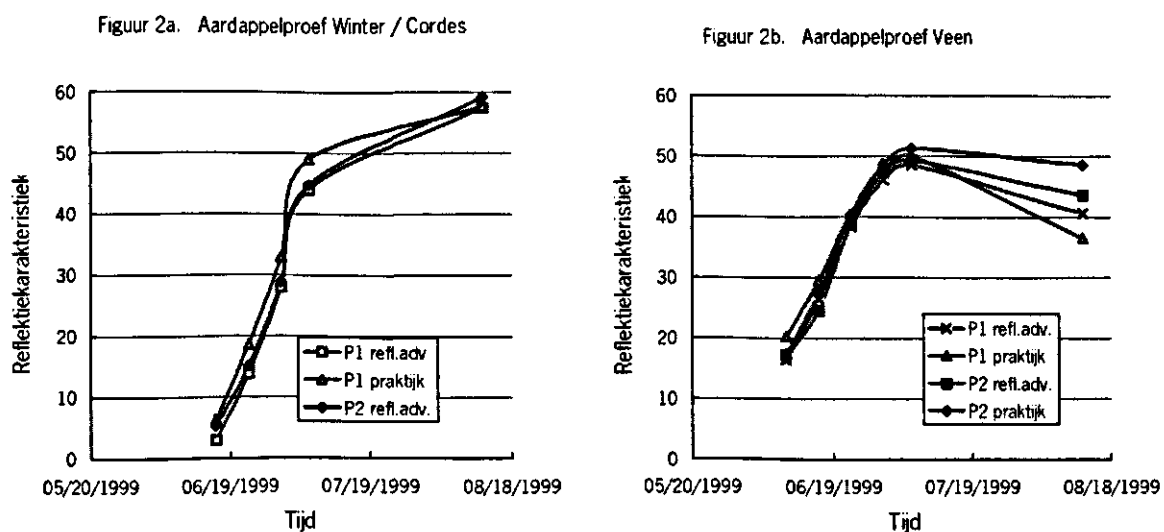
4.1 Landbouwkundige vergelijking van de twee systemen ten aanzien van opbrengst en kwaliteit.

4.1.1 Reflectie

Uit de reflectiekenarakteristiek van een gewas is met name de loofontwikkeling af te lezen.

Een toename van de reflectiekenarakteristiek komt voort uit een toename van de bladmassa (bodembedekking). Een afname van de reflectiekenarakteristiek, wat we zien in het reflectieverloop van de aardappelproef bij Veen na 6 juli (Figuur 2b), duidt op een afname van de bladmassa c.q. bodembedekking. In het reflectieverloop zijn 2 fases te onderscheiden met een omslagpunt rond 6 juli. In de eerste fase zien we een snelle toename van de reflectie, in de tweede fase een langzame toename of zelfs afname van de reflectie (Figuur 2a en b).

Uit de reflectiekenarakteristiek blijkt dat de bemestingsstrategie geen effect heeft gehad op de ontwikkeling van de aardappels. Gedurende de tweede fase constateren we bij Veen (Figuur 2a) reflectiever verschillen tussen de bemestingsstrategieën terwijl bij Winter/Cordes (Figuur 2b) nog geen verschillen zijn waar te nemen.



Figuur 2. Verloop van de reflectiekenarakteristieken gedurende het groeiseizoen voor de proefpercelen Winter/Cordes (a) en Veen (b).

Ook tussen de percelen zien we verschillen, bij de percelen van Veen constateren we een eerdere toename van de loofontwikkeling dan bij Winter/Cordes en in de tweede fase een afname terwijl de reflectiekenarakteristiek bij de percelen van Winter/Cordes nog blijft toenemen na 6 juli.

De snelheid van toename van de loofontwikkeling is in de eerste fase, dus tot 6 juli, op beide bedrijven hetzelfde, het bereikte maximum ligt voor de percelen van Winter/Cordes hoger ook later in het seizoen. De oorzaak hiervan is de latere pootdatum.

De stikstofadviesing voor de reflectieadviespercelen is gebaseerd op de reflectiemetingen van 6 juli.

Tabel 2. Bemestingen, de gemiddelde opbrengst, het onderwatergewicht en het uitbetalingsgewicht.

Bedrijf	Perceel	Object	Basis- bemesting (kg/ha)	Bij- bemesting (kg/ha)	Op- brengst (t/ha)	OWG	Uitbetalings- gewicht (t/ha)	Loof dr. gew. (kg/ha)
Winter/Cordes	1	Bijmeststrook	117	30	58.9	482	75.1	2929
Winter/Cordes	1	Praktijkstrook	137	0	58.9	489	76.3	3472
Winter/Cordes	2	Bijmeststrook	110	30	57.5	455	68.1	2885
Winter/Cordes	2	Praktijkstrook*	150	0	58.9	489	76.3	-
Veen	1	Bijmeststrook	105	20	56.4	510	77.2	-
Veen	1	Praktijkstrook	155	0	53.2	494	70.0	-
Veen	2	Bijmeststrook	105	20	53.0	507	71.9	-
Veen	2	Praktijkstrook	143	0	53.1	507	72.1	-

* Voor de praktijkstrook van perceel 2, waar geen monsters genomen zijn, worden de gegevens van perceel 1 gebruikt.

4.1.2 Bijbemesting

Op basis van de reflectiekenarakteristieken zoals die zijn gemeten op 6 juli is nu een advies geformuleerd. Voor beide percelen van bedrijf Winter/Cordes is het advies gegeven 30 kg/ha bij te mesten. Voor de beide percelen van Veen is 20 kg/ha geadviseerd. (Tabel 2).

Voor bedrijf Winter/Cordes was de advisering op 6 juli wat aan de vroege kant omdat de aardappels hier wat laat gepoot waren, hiervoor was het eigenlijk nodig geweest later nog een meting te doen.

4.1.3 Opbrengst

Heeft verschil in bemestingsstrategie nu ook een effect op de opbrengst? De opbrengsten variëren van 53 tot 59 ton (Tabel 2). In 3 van de 4 behandelingen werd geen opbrengstverschil tussen beide bemestingsstrategieën waargenomen. In één geval was de opbrengst 3 ton/ha hoger op de bijmeststrook.

Op moment van de oogst is op beide percelen van bedrijf Veen het loof volledig afgestorven, terwijl het loof bij Winter/Cordes nog groen en recht op staat. Van de laatste percelen zijn daarom monsters van het loof genomen. Op het perceel waar de praktijkgift is gegeven staat 500 kg/ha drogestof meer dan op de percelen waar is bijbemest (Tabel 2).

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 455 tot 510. (Tabel 2). Op perceel 2 bij Veen is het onderwatergewicht op de bijmeststrook hetzelfde als op de praktijkstrook (507). Op perceel 1 van Veen in de bijmeststrook ligt het OWG hoger dan op de praktijkstrook (510 resp. 494), bij Winter/Cordes zien we het tegenovergestelde, hier ligt het OWG op de bijmeststrook lager dan op de praktijk (482 resp. 489). In vergelijking tot alle andere percelen scoort het perceel 2 van Winter/Cordes op de bijmeststrook wel erg laag (OWG 455) hetgeen met name het gevolg was van een uitzonderlijk laag OWG op een van de vijf plaatsen waar werd bemonsterd (een OWG van 421)

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 68 tot 77 ton. Bij 2 van de 4 percelen bij Veen en Winter/Cordes zijn geen verschillen in het uitbetalingsgewicht gevonden tussen de praktijkstroken en de bijmeststroken het betreft perceel 1 bij Winter/Cordes en perceel 2 bij Veen Bij de andere 2 percelen is er wel verschil in het UBG tussen de bijmeststrook en de praktijkstrook, perceel 2 bij Winter/Cordes en perceel 1 bij Veen. Op perceel 1 van bedrijf Veen ligt op de bijmeststrook de opbrengst 7 ton hoger dan op de praktijkstrook. Op het andere bedrijf vinden we het tegenovergestelde, hier ligt de opbrengst op de bijmeststrook 7 ton lager (Winter/Cordes perceel 2). Echter voor de laatste gaat de vergelijking enigszins mank, omdat er van perceel 2 geen oogst van de praktijkstrook is genomen, omdat in eerste instantie werd verondersteld dat de praktijkstroken van beide percelen gelijk waren bemest. Dit laatste bleek achteraf niet het geval te zijn (Tabel 2).

Op het perceel waar het UBG hoger was (perceel 1 Veen) werd dit bepaald door zowel een hoger OWG als een hoger veldgewicht. Op het andere perceel was dit een gevolg van alleen een lager OWG. Conclusie: Op beide bemestingsstrategieën zijn gemiddeld dezelfde opbrengsten gehaald.

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

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

4.2.1 Totale N-aanvoer

Op het ene bedrijf is varkensmest als belangrijkste stikstof leverancier aangewend en op het andere bedrijf kalkoenenmest, soms aangevuld met een kleine kunstmestgift (Tabel 1).

Om later eventueel een bijbemesting te geven is op de bijmeststrook bij het poten minder stikstof gegeven dan op de praktijkstrook. Op 3 percelen is als basisbemesting van de bijmeststrook gemiddeld ruim 40 kg N/ha minder gegeven en op 1 perceel 20 kg minder dan op de praktijkstrook (Tabel 2).

Tabel 3. Gemiddelde stikstofaanvoer, stikstofafvoer, reststikstof in de bodem en de hoeveelheid stikstof in het loof in kg/ha.

Bedrijf	Perceel	Object	Totale N-aanvoer (kg/ha)	Totale N-afvoer (kg/ha)	N-aanvoer-N-afvoer (kg/ha)	Rest-N N-Min (0-60 cm) (kg/ha)	N in loof (kg/ha)
Winter/Cordes	1	Bijmeststrook	147	176.8	-29.8	79.1	40.9
Winter/Cordes	1	Praktijkstrook	137	205.5	-68.5	88.6	62.7
Winter/Cordes	2	Bijmeststrook	140	185.3	-45.3	115.5	55.5
Winter/Cordes	2	Praktijkstrook	150	-	-	-	-
Veen	1	Bijmeststrook	125	177.4	-52.4	130.1	-
Veen	1	Praktijkstrook	155	161.9	-6.9	96.2	-
Veen	2	Bijmeststrook	125	156.1	-31.1	56.7	-
Veen	2	Praktijkstrook	143	150.7	-7.7	59.3	-

De totale N-aanvoer inclusief bijbemesting varieert van 125 tot 155 kg N/ha (Tabel 3).

Op 3 van de 4 percelen is op de bijmeststrook gemiddeld 20 kg N/ha minder toegediend dan op de praktijkstrook (Tabel 3). Op één perceel is op de bijmeststrook 10 kg N meer gegeven dan op de praktijkstrook (Winter/Cordes perceel 1).

4.2.2 Totale N-afvoer

Met de totale N-afvoer wordt bedoeld de hoeveelheid stikstof die met de knollen wordt afgevoerd. De N-afvoer varieert van 150 – 205 kg N/ha. Op de praktijkstrook van perceel 1 bij Winter/Cordes is de totale N-afvoer hoger dan op de bijmeststrook 205 kg t.o.v. 176 kg N/ha. Bij Veen concluderen we het tegenovergestelde, hier is de totale N-afvoer op de praktijkstroken lager dan op de bijmeststroken, al zijn de verschillen marginaal (6 en 16 kg N/ha).

Omdat alleen op de percelen van Winter/Cordes nog groen blad aanwezig was, en een deel van de stikstof ook in het blad zit, is alleen hier ook de totale hoeveelheid stikstof bepaald in het blad. (Tabel 3). Gemiddeld zit er 50 kg N/ha in het blad.

4.2.3 Verschillen tussen N-aan- en N-afvoer.

De totale stikstofafvoer is in alle gevallen groter dan de aanvoer. (Tabel 3). Op de bijmeststroken van bedrijf Veen is het verschil tussen de N-afvoer en N-aanvoer groter dan op de praktijkstroken. (52,4 kg N/ha t.o.v. 6.9 kg en 31.3 kg t.o.v. 7.7 kg). Met name op de percelen van Veen betekent dit dat in het geval van bijbemesting meer gebruik wordt gemaakt van de natuurlijke N leverantie. Bij Winter/Cordes zien we het tegenovergestelde, hier is het verschil tussen N-afvoer en N-aanvoer op de praktijkstrook het grootst (68 kg N/ha t.o.v 29 kg). Ook constateren we bij Winter/Cordes een groot verschil in N-afvoer bij een ongeveer gelijke N-aanvoer.

Doordat de totale stikstof aanvoer kleiner is dan de totale stikstof afvoer 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).

4.2.4 Reststikstof in de bodem (N-min)

Naar mate er meer stikstof aan het eind van het groeiseizoen in de bodem achterblijft des te groter is de kans op uitspoeling.

Op twee van de drie percelen vinden we nauwelijks verschil in de hoeveelheid reststikstof tussen de bijmeststrook en de praktijkstrook (Tabel 3). Op het 3e perceel (perceel 1 Veen) vinden we ruim 30 kg N/ha meer in de bodem van de bijmeststrook dan op de praktijkstrook (130 kg t.o.v. 96 kg N/ha).

Het verschil in N-aanvoer en N-afvoer lijkt geen verband te hebben met de residuele N in de bodem.

4.3 Variatie binnen een perceel wat betreft de stikstofbehoefte, de opbrengst, de stikstofafvoer en de reststikstof.

Tabel 4. *Variatie in het Uitbetalingsgewicht, de N-afvoer, de Rest-N en de Adviesgift binnen elk object. (gem.: de gemiddelde waarde (van 5 verschillende plaatsen); min.,max.: de laagst en de hoogst waargenomen waarde.; st.afw.: standaardafwijking).*

Bedrijf	Perceel	Object	Uitbetalingsgewicht (t/ha)			
			gem.	min.	max.	st.afw.
Winter/Cordes	1	Bijmeststrook	75	66	87	7.9
Winter/Cordes	1	Praktijkstrook	76	75	78	1.3
Winter/Cordes	2	Bijmeststrook	68	56	78	8.5
Veen	1	Bijmeststrook	77	50	90	16.6
Veen	1	Praktijkstrook	70	59	80	10.1
Veen	2	Bijmeststrook	72	66	79	5.6
Veen	2	Praktijkstrook	72	54	82	10.8

Bedrijf	Perceel	Object	N-afvoer (kg/ha)			
			gem.	min.	max.	st.afw.
Winter/Cordes	1	Bijmeststrook	176.8	157.0	192.5	13.3
Winter/Cordes	1	Praktijkstrook	205.5	194.9	216.5	9.7
Winter/Cordes	2	Bijmeststrook	185.3	167.2	206.9	16.5
Veen	1	Bijmeststrook	177.4	128.1	206.6	31.5
Veen	1	Praktijkstrook	161.9	138.0	177.5	18.1
Veen	2	Bijmeststrook	156.1	145.7	174.2	12.6
Veen	2	Praktijkstrook	150.7	122.3	176.3	20.2

Tabel 4. *Vervolg.*

Bedrijf	Perceel	Object	gem.	Rest-N (kg/ha)		
				min.	max.	st.afw.
Winter/Cordes	1	Bijmeststrook	79.1	57.3	113.4	22.3
Winter/Cordes	1	Praktijkstrook	88.6	72.1	107.8	13.8
Winter/Cordes	2	Bijmeststrook	115.5	76.3	161.7	33.2
Veen	1	Bijmeststrook	130.1	86.1	187.6	37.7
Veen	1	Praktijkstrook	96.2	62.2	149.1	33.8
Veen	2	Bijmeststrook	56.7	39.7	74.2	13.3
Veen	2	Praktijkstrook	59.3	50.2	66.3	6.0

Bedrijf	Perceel	Object	gem.	Adviesgift (kg/ha)		
				min.	max.	st.afw.
Winter/Cordes	1	Bijmeststrook	56.4	32.2	92.3	23.7
Winter/Cordes	1	Praktijkstrook	20.3	0.0	57.1	23.5
Winter/Cordes	2	Bijmeststrook	52.5	2.8	70.4	29.3
Veen	1	Bijmeststrook	21.6	0.0	58.4	22.8
Veen	1	Praktijkstrook	12.8	0.0	32.2	13.9
Veen	2	Bijmeststrook	16.9	0.0	36.5	17.6
Veen	2	Praktijkstrook	9.9	0.0	49.6	22.2

Per perceel zijn op vijf verschillende plaatsen Cropscaan metingen uitgevoerd. Van het gemiddelde van deze waarnemingen is een N-advies gemaakt voor het hele perceel. Er wordt bij de bemesting geen rekening gehouden met de heterogeniteit binnen het gewas. Hierdoor zal er op de ene plaats te veel en op een andere te weinig bemest worden. Precisielandbouw is er op gericht zo te bemesten dat elke plek op een perceel de juiste hoeveelheid stikstof krijgt toegediend. Hiervoor is het noodzakelijk inzicht te krijgen in de variatie binnen een perceel. De variatie is bepaald voor het Uitbetalingsgewicht, de N-afvoer door het gewas, de Rest-N in de bodem en de Adviesgift, gebruikmakend van de waarnemingen op vijf verschillende plaatsen binnen het perceel.

4.3.1 Uitbetalingsgewicht

Binnen een perceel werd een grote variatie in het uitbetalingsgewicht aangetroffen. Het verschil tussen het hoogst waargenomen gewicht en het laagst lag veelal rond de 20 ton/ha., met een uitschieter naar boven (40 t/ha op het bedrijf van Veen op de bijmeststrook van perceel 1 en een uitschieter naar beneden 3 t/ha op de praktijkstrook van perceel 1 bij Winter/Cordes (Tabel 4).

Hoe groter de verschillen tussen minimum en maximum hoe hoger de standaardafwijking (st.afw.). Met het begrip standaardafwijking wordt bedoeld dat 2/3 van de waarnemingen (66%) binnen het traject ligt dat begrensd wordt door het gemiddelde min de standaardafwijking en het gemiddelde plus de standaardafwijking. Met andere woorden bij een opbrengst van 60 ton met een standaardafwijking van 5,4 wil dat zeggen dat 66% van de waarnemingen tussen de 54.6 en 65.4 ton ligt.

Bij 2 van de 3 percelen ligt de standaardafwijking voor het uitbetalingsgewicht op de bijmeststrook hoger dan op de praktijkstrook (Winter/Cordes perceel 1 en Veen perceel 1). Op het 3e perceel is de standaardafwijking op het praktijkperceel hoger.

4.3.2 N-afvoer

Ook in de N-afvoer werden grote variaties binnen de percelen gemeten, van 22 kg N/ha op de praktijkstrook van perceel 1 bij Winter/Cordes tot 78 kg N/ha op de bijmeststrook van perceel 1 bij Veen. (Tabel 4). Eveneens werden redelijk grote verschillen in standaardafwijking waargenomen tussen de praktijkstroken en de bijmeststroken van de verschillende percelen, op perceel 1 op het bedrijf van Veen een verschil van 13 kg N/ha en 8 kg N/ha op perceel 2.

4.3.3 Rest-N in de bodem.

Ook in Rest-N werden grote variaties binnen de percelen gevonden, deze varieerde van 16 kg N/ha tot 101 kg N/ha. (Tabel 4).

Op alle 3 de percelen is op de bijmeststrook de standaardafwijking hoger dan op de praktijkstroken. Een grote variatie in Rest-N constateren we op het perceel 1 bij Veen zowel op de bijmeststrook als op de praktijkstrook (st.afw. 37.7 kg N/ha resp. 33.8 kg N/ha) ook op de bijmeststrook van perceel 2 bij Winter/Cordes zien we een grote variatie in Rest-N (std.afw. 33.2 kg N/ha).

4.3.4 Adviesgift

De adviesgift is berekend uit de Cropscanmetingen zoals die zijn gemeten op een vijftal plaatsen binnen het perceel. Dit zijn dezelfde plaatsen als waar de hierboven beschreven waarnemingen zijn uitgevoerd. Binnen alle percelen zijn grote variaties in adviesgift waargenomen. De minimum en maximum waarden voor de berekende adviesgift variëren binnen de percelen van 32 kg N/ha op de praktijkstrook van perceel 1 bij Veen tot 68 kg N/ha op de bijmeststrook van perceel 2 bij Winter/Cordes (Tabel 4). Tussen de bijmeststrook en de praktijkstrook op perceel 1 bij Winter/Cordes zien we geen verschil in standaardafwijking voor de adviesgift, wel liggen de waarden aan de hoge kant (23.7 kg N/ha en 23.5 kg N/ha). Bij Veen constateren we wel verschillen in standaardafwijking tussen de bijmeststroken en de praktijkstroken op perceel 1 (22,8 kg N/ha en 13,9 kg N/ha) en op perceel 2 (17,6 kg N/ha en 22,2 kg N/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 bijmeststelsysteem, worden gecorrigeerd.

De proeven in de Giethoornse polder hebben aangetoond dat het bijmeststelsysteem aan deze belangrijke eis voldoet, er was gemiddeld sprake van een vergelijkbare opbrengst bij een kleinere totale stikstofgift. Onder de gegeven proefomstandigheden werd een reductie aan totale stikstofgift bereikt van ongeveer 10% (Tabel 3). Dit is gezien de omstandigheden goed te noemen, omdat de totale stikstof-input laag is (minder dan 150 kg/ha). Dit is begrijpelijk, gezien de omstandigheden, namelijk een hoge stikstofleverantie vanuit de bodem ten gevolge van mineralisatie. Dit komt ook tot uiting in een grotere stikstofafvoer dan stikstofaanvoer (Tabel 3). 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 bijmeststelsysteem van groot nut zijn, omdat daarmee beter kan worden ingespeeld op de hoeveelheid stikstof welke vrijkomt door mineralisatie van bodemorganische stof.

Een punt van discussie rondom het bijmeststelsysteem, is met name het tijdstip waarop de waarneming wordt gedaan voor de uiteindelijke advisering. Het uitgangspunt was dit te doen in de eerste week van juli. Echter het lijkt noodzakelijk hierop een correctie te maken met betrekking tot de pootdatum (c.q. opkomstdatum). De huidige proeven lieten zien dat dit moment van advisering te vroeg was voor het perceel dat duidelijk later was gepoot (Winter/Cordes). Het daar aangetroffen verloop van de reflectie-karakteristiek laat zien dat een latere advisering zeker mogelijk was geweest (Figuur 2a). In Figuur 2a is te zien dat de reflectie karakteristiek ook nog sterk toeneemt na de eerste week juli. Een latere advisering zou geleid hebben tot een lagere bijmest gift. Tevens blijkt uit de huidige proeven dat een lage begin gift, gevolgd door een bijbemesting zeker mogelijk is, namelijk de waargenomen verschillen in gewasontwikkeling tussen de praktijkgift en de verlaagde gift waren tot het moment van bijbemesting klein.

Het directe effect op het milieu is in deze omstandigheden (gronden met een hoog organische stofgehalte) moeilijk aan te geven, vanwege de hoge stikstofleverantie vanuit de bodem (mineralisatie). Onder deze omstandigheden lijkt er geen enkel verband te zijn tussen de stikstofgift, de stikstofonttrekking door het gewas en de hoeveelheid residuele stikstof in het bodemprofiel aan het einde van de teelt (Tabel 3). Dit betekent dat de stikstofuitspoeling vanuit de bodem naar grond- en oppervlakte water niet direct minder hoeft te worden bij toepassing van het bijmeststelsysteem, omdat onder de omstandigheden, zoals die in de Giethoornse polder zijn, de hoeveelheid reststikstof niet beïnvloed lijkt te worden door de hoeveelheid stikstof welke wordt aangevoerd. Op de lange duur zal een verminderde gift, gebruikmakend van het stikstof-bijmeststelsysteem, leiden tot een geringere hoeveelheid residuele stikstof. Dit effect zal eerder zichtbaar worden naarmate de hoeveelheid organische stof in de bodem kleiner zal zijn.

De variatie in opbrengst, stikstofonttrekking, reststikstof en advies gift was groot binnen het perceel (Tabel 4). Op geringe afstand werden deze grote verschillen aangetroffen. De vraag is nu wat de bijdrage is als ook plaats specifiek wordt bemest, in plaats van het gehele perceel met dezelfde hoeveelheid. Een eerste aanpak zou zijn een variabele bemesting uit te voeren op basis van de gemeten variatie in de gewas stikstofstatus, zoals wordt waargenomen door gewasreflectie. Dit zal evenwel alleen leiden

tot een andere totaal stikstof-input, als de variatie in stikstofstatus niet normaal is verdeeld. In hoeverre dit het geval is kan op basis van de huidige data-set niet worden beoordeeld, omdat deze daarvoor te klein is.

De grote variatie stelt ook nadrukkelijk eisen aan de proeftechniek, namelijk om duidelijke verschillen aan te tonen tussen behandelingen, zal een flink aantal waarnemingen moeten worden gedaan om daadwerkelijke verschillen aan te tonen. Om deze reden is het perceel van Winter/Cordes buiten beschouwing gelaten in de vergelijking omdat in de praktijkstrook van perceel 2 geen waarnemingen zijn gedaan en de variatie het niet toeliet hiervoor de gegevens van perceel 1 te gebruiken.

6. Conclusies

- Een systeem van bijbemesting op basis van een gewasreflectie meting blijkt onder omstandigheden van een hoge mineralisatie bruikbaar.
- De bijbemesting resulteerde in een gemiddeld gelijke opbrengst bij een 10% lagere stikstofgift, vergeleken met de praktijkgift.
- Het directe milieu effect is minder goed aantoonbaar, dit ten gevolge van de grote natuurlijke stikstofleverantie.
- Bijstelling van het bijmeststyteem is nodig, met name wat betreft het moment van advisering in relatie tot het poot- of opkomsttijdstip.
- 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
Consulentschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond.
Publicatie nr. 47.

Remmie Booij and Dik Uenk (1999)

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

Uenk, D., Bouman, B.A.M. en 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 I.

Basisgegevens van de afzonderlijke veldjes bij Winter/Cordes en bij Veen.

Perceel	Object	Herh	N- adviesgift in kg/ha	Veld- opbrengst in t/ha	onderw. gew. OWG	Uitbetalings gewicht in t/ha	N-afvoer in kg/ha	Rest N bodem N kg/ha
Winter/Cordes								
1	Bijmeststrook	1	92.3	55	458	66	157.0	65.8
1	Bijmeststrook	2	56.3	59	463	71	176.3	88.2
1	Bijmeststrook	3	32.2	64	504	87	192.5	113.4
1	Bijmeststrook	4	38.3	56	498	74	174.1	70.7
1	Bijmeststrook	5	62.9	61	487	78	184.2	57.3
1	Praktijkstrook	1	0.0	56	506	76	194.9	72.1
1	Praktijkstrook	2	18.7	61	479	78	196.0	86.8
1	Praktijkstrook	3	25.6	60	477	75	208.1	107.8
1	Praktijkstrook	4	57.1	58	487	75	212.2	95.9
1	Praktijkstrook	5	0.0	59	495	78	216.5	80.5
2	Bijmeststrook	1	28.0	60	450	70	182.6	135.1
2	Bijmeststrook	2	76.0	52	421	56	167.2	161.7
2	Bijmeststrook	3	19.8	62	456	73	197.0	102.2
2	Bijmeststrook	4	51.3	62	474	78	206.9	102.2
2	Bijmeststrook	5	87.4	51	472	64	173.0	76.3
Veen								
1	Bijmeststrook	1	5.6	66	508	90	201.3	138.6
1	Bijmeststrook	2	23.1	63	515	87	183.3	111.3
1	Bijmeststrook	3	0.0	52	517	72	167.8	126.7
1	Bijmeststrook	4	21.0	63	512	87	206.6	187.6
1	Bijmeststrook	5	58.4	38	498	50	128.1	86.1
1	Praktijkstrook	1	21.1	45	491	59	147.2	76.3
1	Praktijkstrook	2	10.9	56	495	73	171.1	107.1
1	Praktijkstrook	3	0.0	46	486	60	138.0	86.1
1	Praktijkstrook	4	32.2	59	505	80	177.5	62.2
1	Praktijkstrook	5	0.0	60	492	78	175.9	149.1
2	Bijmeststrook	1	7.3	50	502	67	149.6	53.5
2	Bijmeststrook	2	0.0	59	503	79	174.2	74.2
2	Bijmeststrook	3	5.4	54	494	71	164.5	65.1
2	Bijmeststrook	4	36.5	49	508	66	145.7	51.0
2	Bijmeststrook	5	35.4	53	528	76	146.7	39.7
2	Praktijkstrook	1	0.0	53	507	72	145.2	61.3
2	Praktijkstrook	2	49.6	40	502	54	122.3	61.3
2	Praktijkstrook	3	0.0	57	507	77	147.9	50.2
2	Praktijkstrook	4	0.0	56	509	76	176.3	66.3
2	Praktijkstrook	5	0.0	60	510	82	162.0	57.5