

Demo ruggenteelt met fertigatie in prei

J.J. de Haan, J.A.M Wilms & W.C.A. van Geel

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector agv
april 2008
PPO nr. 32 530133 40

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

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

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

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer



Projectnummer: 32 530133 40

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector akkerbouw, groene ruimte en vollegrondsgroententeelt

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 – 29 11 11

Fax : 0320 – 23 04 79

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 OPZET EN UITVOERING	9
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	13
3.1 Temperatuur en neerslag tijdens het groeiseizoen.....	13
3.2 Cropscan-metingen.....	13
3.3 Opbrengst en kwaliteit.....	14
3.4 Stikstofmetingen bodem.....	14
3.5 Kosten en baten	17
3.6 Discussie	19
4 CONCLUSIES	21
BIJLAGE 1. DEMO RUGGENTEELT MET FERTIGATIE IN VOLLEGRONDSGROENTEN IN 2006 OP PROEFBOERDERIJ VREDEPEEL	23
B1.1. Inleiding.....	23
B1.2 Opzet en uitvoering	23
B1.3 Resultaten	24
B1.3.1 Stikstofgift.....	24
B1.3.2 Opbrengst en kwaliteit bij ijssla.....	25
B1.3.3. Opbrengst en kwaliteit bij broccoli	25
B1.3.4. Opbrengst en kwaliteit bij prei	26
B1.4 Bespreking van de resultaten	26
BIJLAGE 2. NEERSLAGGEGEVENS 2007 VREDEPEEL.....	27

Samenvatting

In 2007 is in een demo op proefboerderij Vredepeel nagegaan of fertigatie in combinatie met teelt op ruggen, al dan niet afgedekt met folie, leidt tot een hogere opbrengst en/of productkwaliteit. Daarbij is de gangbare teeltwijze vergeleken met twee type ruggen: aardappelruggen met één rij planten per rug en bredere aspergeruggen met twee rijen planten per rug en afdekken van de aspergerug met folie. Bij de aardappelruggen zijn de druppelslangen (T-tape) tussen elke twee ruggen gelegd c.q. midden tussen de plantenrijen. Bij de aspergerug is de T-tape midden tussen de twee plantenrijen aangebracht, bovenop de grond en onder het folie.

In principe leent fertigatie zich uitstekend voor een verfijnde bijbemesting, afgestemd op dagelijkse behoefte van het gewas en het aanbod van stikstof uit andere bronnen (N_{min} in de bodem, mineralisatie en depositie). Maar voor een nauwkeurige bijbemesting zijn wel indicatoren nodig om op te kunnen sturen, zoals de N_{min}-voorraad in de bodem of de stikstoftoestand van het gewas, gemeten met de CropScan. Naast deze twee methoden is in de demo nagegaan of de N_{min}-voorraad in de bodem kan worden gecontroleerd met behulp van rhizons: buizen die permanent op vaste plekken in de bodem worden geplaatst en waarmee bodemvocht kan worden opgezogen, waarin vervolgens het stikstofgehalte wordt gemeten.

Bij alle drie de objecten is tijdens de teelt 200 kg N/ha toegediend. De totale N-gift is gelijk gehouden, zodat eventuele verschillen in opbrengst en kwaliteit door het gewas alleen kunnen worden toegeschreven aan de wijzen van toediening van vocht en nutriënten en niet aan een verschil in N-gift. Bij het gangbaar teelsysteem is de stikstof in drie keer gestrooid als KAS. Bij de twee ruggenteeltsystemen is 11 keer gefertigeerd met kalksalpeter.

Er hoefde tijdens het groeiseizoen niet te worden beregend. Bij fertigatie echter, moest toch water worden gegeven om te meststof toe te kunnen dienen, totaal 55 mm. Uit oogpunt van vochtvoorziening echter, was er sprake van onnodig waterverbruik.

De preiteelt op aardappelruggen in combinatie met druppelslangen tussen de ruggen gaf geen betere opbrengst en kwaliteit dan de gangbare teelt. Doordat de druppelslangen tussen de ruggen lagen c.q. midden tussen de plantenrijen in plaats van ernaast, is de gefertigeerde stikstof ongunstig geplaatst of in elk geval niet beter dan bij het gangbaar systeem. Door de slangen in de ruggen aan te brengen, wordt de stikstof beter geplaatst (dichter bij de planten), maar er is tot nu toe geen apparatuur beschikbaar waarmee dit kan. Op dit moment lijkt het systeem daarom weinig perspectief te hebben.

De geleidelijke toevoer van nutriënten met fertigatie in de periode half augustus t/m eind oktober heeft ten opzichte van de grotere, gedeelde giften bij het gangbaar systeem waarschijnlijk niet tot minder uitspoelingsverlies geleid. Er viel in deze periode relatief weinig (september en oktober waren aan de droge kant). Uitspoeling in deze maanden waarschijnlijk niet of nauwelijks opgetreden.

De teelt op de aspergerug met fertigatie en folie gaf geen betere kwaliteit, maar wel een wat hogere opbrengst. Het staat echter niet vast dat dit verschil mag worden toegeschreven aan het teeltsysteem of dat het een gevolg is van veldvariatie (toeval).

De teelt op folie leek minder stikstofuitspoeling te geven. Omdat het verschil in uitspoeling waarschijnlijk met name in de late herfst en winter optrad, heeft het gewas hier geen of weinig profijt van gehad maar heeft het enkel tot minder nitraatuitspoeling naar het grondwater geleid.

Of de teelt op folie tot meer vorstschade leidt bij winterprei kon niet worden nagegaan, omdat in de winter geen strenge vorst optrad.

De teelt op ruggen met fertigatie heeft nog geen overtuigend voordeel laten zien van, maar er kan ook nog niet worden gesteld dat het geen perspectief heeft. Hiervoor zou de vergelijking nog een derde jaar moeten worden herhaald en moeten de mogelijkheden worden nagegaan om het teeltsysteem verder te optimaliseren.

Bij welke meeropbrengst een teeltsysteem met fertigatie en eventueel afdekking met folie financieel uitkan, moet per individuele bedrijfssituatie worden bekeken. Voor de extra direct toegerekende kosten, inclusief extra arbeid, zal moeten worden uitgegaan van een benodigde meeropbrengst van rond de twee ton marktbaar product per ha zonder toepassing van folie en rond de vier ton per ha met toepassing van folie. Om betrouwbaar te kunnen vaststellen of deze opbrengstverhoging kan worden verkregen, kan niet worden volstaan met een demo maar moet de vergelijking tussen de systemen in meerdere herhalingen worden uitgevoerd!

Het perspectief van het plaatsen van rhizons om bij fertigatie de Nmin-voorraad van de bodem te controleren, is twijfelachtig. Om een goed oordeel hierover te kunnen geven zou het onderzoek moeten worden voortgezet met specifieke aandacht voor de plaatsen waar de rhizons worden gezet.

De Cropscan-methode kan worden gebruikt bij fertigatie voor het sturen van de stikstofgift, maar vooralsnog alleen bij de teelt zonder folie.

1 Inleiding

In Nederland wordt in tegenstelling tot de ons omringende landen in prei weinig tot geen gebruik gemaakt van bedden- of ruggenteelt in combinatie met fertigatie via druppelslangen, eventueel met afdekking van ruggen met plastic. Een beoogd voordeel van een dergelijke teeltmethode is dat beter sturing kan worden gegeven aan bemesting en vochtvoorziening. Hierdoor kunnen meststoffen efficiënter worden ingezet, waardoor men mogelijk beter binnen de gestelde (gebruiks)normen kan bemesten met een economisch vergelijkbaar of misschien zelfs beter resultaat. De kosten van een dergelijke teeltwijze zijn hoger dan van de gangbare teelt en moeten worden terugverdiend door een hogere opbrengst en/of betere productkwaliteit c.q. een hogere financiële opbrengst.

In 2006 is op proefboerderij Vredepeel in prei, ijssla en broccoli fertigatie met ruggenteelt gedemonstreerd. De uitkomsten waren wisselvallig zonder duidelijk voordeel voor de fertigatie en ruggenteelt. Het verslag hiervan is opgenomen in bijlage 1.

De demonstratie is in 2007 herhaald in prei met twee type ruggen: aardappelruggen met één rij planten per rug en bredere aspergeruggen met twee rijen planten per rug en afdekken van de aspergerug met folie. Doel van de demo was om na te gaan of fertigatie in combinatie met teelt op ruggen, al dan niet afgedekt met folie, leidt tot een hogere opbrengst en/of productkwaliteit bij gelijke bemesting. Met het afdekken van de ruggen met folie wordt beoogd uitspoeling in natte perioden te voorkomen. Nevenvoordelen zijn onkruidonderdrukking en een warmer klimaat waardoor het gewas sneller groeit. Nadelen zijn meer opspatting van water tegen het gewas en meer kans op vorstschade bij de teelt van winterprei.

Dit onderzoek maakt deel uit van de innovatierichting binnen de vollegrondsgroenten om meer onafhankelijk van de grond te kunnen telen. In het kader van onderzoek naar deze innovatierichting is naast dit project een perspectievenstudie uitgevoerd door PPO-AGV gefinancierd door het ministerie van LNV. Ook is op proeftuin Zwaagdijk een demonstratie uitgevoerd naar de teelt van sla op water.

In principe leent fertigatie zich uitstekend voor een verfijnde bijbemesting, afgestemd op dagelijkse behoefte van het gewas en het aanbod van stikstof uit andere bronnen (N_{min} in de bodem, mineralisatie en depositie). Door een constante, geleidelijke toediening van stikstof wordt geen hoge voorraad minerale stikstof opgebouwd in de bodem, waardoor er ook niet veel stikstof verloren kan gaan door uitspoeling. Voor een nauwkeurige bijbemesting zijn indicatoren nodig om op te sturen, zoals de N_{min} -voorraad in de bodem of de stikstoftoestand van het gewas. Een probleem bij fertigatie is echter dat de stikstof niet uniform is verdeeld in de bodem, waardoor het moeilijk is om de N_{min} -voorraad in de bodem te controleren met behulp van N_{min} -metingen. Bovendien zou in geval van afdekken met folie door het folie heen moeten worden gestoken, waardoor dit na enkele N_{min} -bemonstering vol gaten zit.

In de demo is daarom nagegaan of zogenoemde rhizons uitkomst bieden. Dit zijn buizen die permanent op vaste plekken in de bodem worden geplaatst en waarmee bodemvocht kan worden opgezogen, waarin vervolgens het stikstofgehalte kan worden gemeten.

Een alternatief voor N_{min} -metingen is meting van de stikstoftoestand van het gewas met behulp van de Cropscan. Dit apparaat meet de lichtreflectie door bodem en gewas. Dat geeft informatie over de grondbedekking c.q. gewasontwikkeling. Ook kan de stikstofinhoud van het gewas uit de refelectiemeting worden afgeleid. Met behulp van de meetgegevens wordt vervolgens bepaald hoeveel stikstof het gewas opneemt voor de periode die volgt en wordt een bijmestadvies gegenereerd.

In hoofdstuk 2 is de opzet en uitvoering van de demo beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd en bediscussieerd. Ook wordt in dit hoofdstuk ingegaan om de kosten en baten van fertigatie. Hoofdstuk 4 bevat de conclusies.

2 Opzet en uitvoering

Er zijn drie objecten aangelegd in stroken naast elkaar:

- A. ruggenteelt op 75 cm zonder folie met druppelsslagen
- B. gangbare beddenteelt: beregening en stikstof strooien
- C. aspergerug op 150 cm met folie en druppelsslagen en met twee rijen prei per rug

De objecten A en B lagen in twee herhalingen en object C in één herhaling. De stroken waren 43 meter lang en 3 meter breed bij de objecten A en B respectievelijk 1,5 m breed bij object C.

De ruggen bij object A zijn getrokken met een aardappelrugvormer en vervolgens zijn hierin (machinaal) de plantgaten geponst. De druppelsslagen (T-tape) zijn tussen elke twee ruggen gelegd c.q. midden tussen de plantenrijen. Het was met de beschikbare apparatuur niet mogelijk om de T-tape in de ruggen aan te brengen. In aardappel gebeurt dit na het poten tijdens de opbouw van de ruggen. De tape wordt daarbij bovenin de ruggen gelegd, boven de poters. In geval van prei kan dat niet. Achteraf in de zijkant van de rug aanbrengen van de tape met behulp van een kouter was evenmin mogelijk, omdat de rug grotendeels weer afbreekt indien er een kouter doorheen wordt getrokken. De tape zou gelijktijdig met het vormen van de ruggen in de zijkant van de rug moeten worden aangebracht, zodanig dat de tape niet wordt beschadigd bij het ponsen van de plantgaten. Apparatuur waarmee dit kan, is tot nu toe niet voorhanden.

De rug bij object C is opgeploegd met een aspergeploeg en hierin zijn handmatig twee rijen gaten geponst met een onderlinge afstand van 25 cm. De plantafstand in de rij bedroeg 12 cm. Bij de andere twee objecten was dat 9 cm. De T-tape is midden tussen de plantenrijen aangebracht, bovenop de grond en onder het folie.

Voorafgaand aan de teelt is in mei 50 ton runderdrijfmest toegediend op het perceel via bouwlandinjectie. Door de vele regen in juni en juli was de Nmin-voorraad aan het begin van de teelt echter laag. Tijdens de teelt is bij alle drie de objecten 200 kg N/ha toegediend. De totale N-gift is gelijk gehouden, zodat eventuele verschillen in opbrengst en kwaliteit door het gewas alleen kunnen worden toegeschreven aan de wijzen van toediening van vocht en nutriënten en niet aan een verschil in N-gift.

Bij object B is de stikstof in drie keer toegediend in de vorm van KAS, die op de bedden werd gestrooid tussen de plantenrijen. De totale N-gift is verdeeld op basis van Nmin-metingen (conform NBS-bodem). Bij de objecten A en C is vanaf half augustus tot eind oktober wekelijks gefertigeerd. De totale N-gift verdeeld op basis van het N-opnamepatroon van prei. Tabel 1 geeft een overzicht van de N-giften per object.

Bij alle objecten zijn tensiometers geplaatst om de vochttoestand van de bodem te controleren. Ook zijn bij alle drie de objecten rhizons geplaatst op 30 en 40 cm diepte, waarmee in de periode van begin september tot half november regelmatig bodemvocht is opgezogen. Hierin is het nitraatgehalte gemeten met de nitracheck. Tegelijkertijd zijn bij de objecten A en B ook Nmin-monsters gestoken, waarin het nitraatgehalte is gemeten met de nitracheck.

Verder is de gewasontwikkeling bij de objecten A en B gevolgd met behulp van de Cropscan. Bij object C was het vanwege het folie niet mogelijk om goede reflectiemetingen te doen. De Cropscan-methode is daarom (nog) niet gebruikt om bijmestadviezen te genereren.

Hoewel werd beoogd de vergelijking uit te voeren in een vroege wintersteelt, is de prei voor dat doel (te) laat geplant. Doordat pas laat bekend was of de demo wel of niet kon doorgaan en de voorbereidingen van de proef, met name rondom de aanleg van de verschillende typen ruggen, nogal veel tijd kostten, lukte het niet om eerder te planten.

Tabel 1. **Verdeling van de stikstofgift per object.**

Datum	Object	
	B	A en C
17 aug	81	25
21 aug		10
28 aug		20
4 sep		25
11 sep		25
20 sep		30
27 sep	81	25
2 okt		20
11 okt		10
18 okt		5
25 okt		5
1 nov	38	
	200	200

Overige gegevens van de proef en de uitvoering van de teelt:

voorvrucht:	triticale + bladrammenas
teeltwijze:	vroege wintersteelt
ras:	Ashton
plantgetal:	A. 148.000 planten per ha B. 148.000 planten per ha C. 111.000 planten per ha
ponsen en planten:	25 juli
Nmin begin teelt:	34 kg N/ha in de laag 0-30 cm op 8 augustus
basisbemesting:	50 ton RDM per ha (85 kg P ₂ O ₅ , 350 kg K ₂ O, 75 kg MgO en 135 kg N-NH ₃ en 85 kg N-org per ha
gewasbescherming:	volgens praktijk
oogst:	30 januari
netto oogstveldjes:	1,50 x 5 m per strook

Na oogst is de bruto-opbrengst gewogen. Vervolgens is de prei geschoond en gewassen en ingedeeld in kwaliteitsklassen en zijn de planten per sorteermaat en kwaliteitsklasse geteld en gewogen.



links: de preiteelt op een aspergerug afgedekt met folie
rechts: de preiteelt op aardappelruggen

3 Resultaten en discussie

3.1 Temperatuur en neerslag tijdens het groeiseizoen

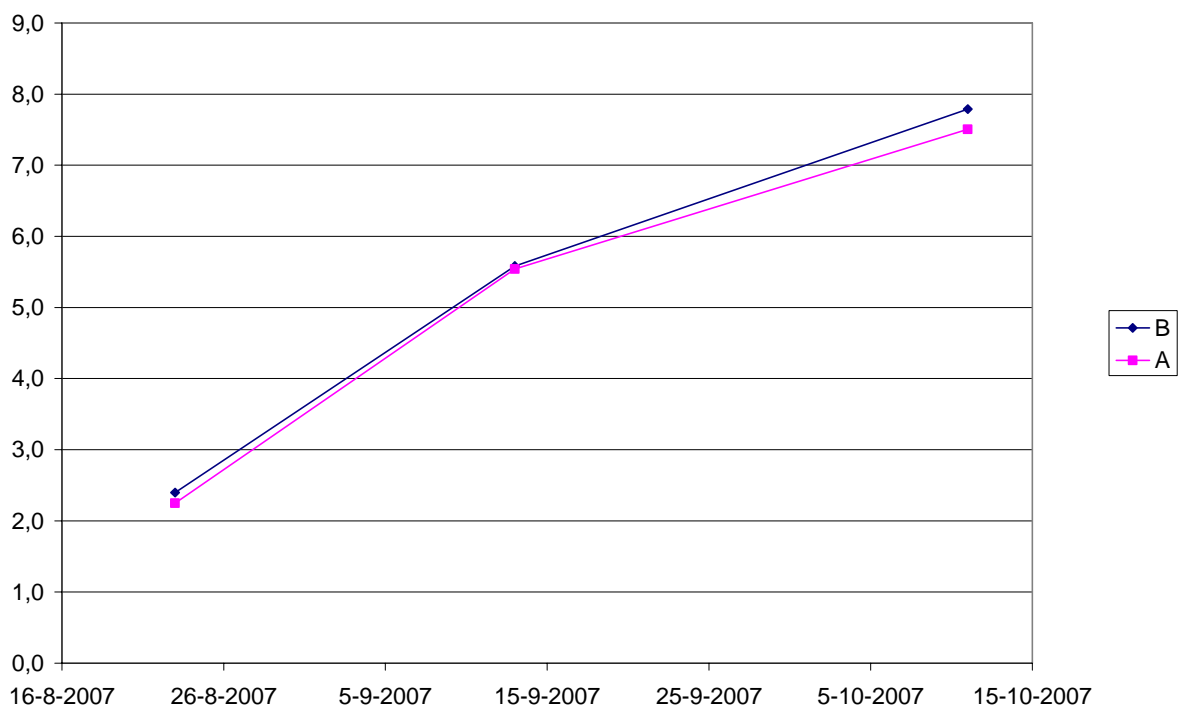
De maanden augustus, september en oktober hadden een normale temperatuur voor de tijd van het jaar. November was zacht en iets warmer dan gemiddeld. December had een normale temperatuur voor de tijd van het jaar en januari was zacht en warmer dan normaal.

Augustus was iets natter dan normaal, september t/m november echter droger. De eerste decade van december was zeer nat, maar de rest van de maand droog. Januari was iets natter dan normaal. De neerslaggegevens zijn weergegeven in bijlage 2.

September en oktober waren aan de droge kant, maar er trad geen vochtgebrek op. Er is bij het gangbaar teeltsysteem (B) niet beregend. Bij de objecten A en C is wel water gegeven om te kunnen fertigeren. Per fertigatiebeurt is 5 mm water gebruikt. Totaal is daardoor tijdens de teelt 55 mm water gegeven.

3.2 Cropscan-metingen

De resultaten van de Cropscan-metingen bij de objecten A en B zijn weergegeven in figuur 1 (reflectiewaarden). Een hoger reflectiecijfer duidt op een hogere grondbedekking c.q. meer gewasontwikkeling. De reflectiewaarde was bij object A (ruggenteelt) iets lager dan bij object B (gangbare teelt). Het verschil tussen de twee objecten was echter klein. Ook op het oog was er niet of nauwelijks verschil waarneembaar in gewasontwikkeling tussen de twee systemen.



Figuur 1. Resultaten Cropscan-metingen bij (reflectiewaarden).

Bij de ruggenteelt met fertigatie zonder folie (object A) zou de Cropscan-methode goed inzetbaar zijn om de stikstoftoestand van het gewas te controleren en de hoogte van de bijmestgiften te bepalen. Bij afdekking met folie is dat moeilijker. Het folie geeft een andere reflectie dan grond maar bovendien gaf het vaak schittering van het licht, wat de meting verstoort. Misschien is de Cropscan-methode wel bruikbaar als een stuk schoon folie op de ruggen wordt neergelegd, zonder planten erop, als achtergrondreferentie. Hierop zou de Cropscan dan eerst moeten worden geijkt. Een dergelijke toepassing moet echter eerst nog worden getoetst, alvorens het kan worden ingezet.

3.3 Opbrengst en kwaliteit

De opbrengst van de prei was over het geheel laag als gevolg van het late planttijdstip en aantasting door de bacterieziekte *Pseudomonas*. In tabel 2 zijn de opbrengst, kwaliteit en stikstofopname per strook en object weergegeven.

De plantuitval was bij de gangbare teelt (19%) hoger dan bij de ruggenteelt (8-11%). De oorzaak is niet duidelijk. Gedacht kan worden aan *Pseudomonas*, maar dit kwam niet tot uiting in het percentage rotte planten. Op de aspergerug stonden minder planten vanwege de ruimere afstand in de rij.

Zowel de bruto- en marktbaar opbrengst als wel de opbrengst in klasse 1 waren het hoogst bij de aspergerug (C) en het laagst bij de aardappelruggen (A). De prei was bij de aspergerug dikker en het percentage bladafval was lager. Er kwamen in het netto-oogstveldje geen rotte planten voor.

Bij de objecten A en B waren er aanmerkelijke opbrengst- en kwaliteitverschillen tussen de twee herhalingen van hetzelfde object (veldvariatie). Gelet op die veldvariatie kan daarom niet met zekerheid worden aangegeven of de hogere opbrengst bij object C een gevolg is van het teeltsysteem of dat het op toeval berust.

Tabel 2. **Opbrengst, kwaliteit en stikstofopname.**

Strook	Object	Aantal planten per ha bij oogst	Bruto-opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (% van netto-gewicht)	Klasse 1 (ton/ha)	Bladafval (% van bruto-gewicht)	Rot (% van netto-gewicht)
1	B: gangbaar	128.000	32,2	17,9	94,2	17,0	44,1	0,5
2	A: ruggen	136.000	24,9	13,8	87,7	12,2	44,3	0,6
3	B: gangbaar	113.333	23,3	12,5	85,6	10,8	45,9	1,0
4	A: ruggen	136.000	27,1	15,7	75,3	12,0	41,2	1,9
5	C: aspergerug	98.667	28,1	17,4	85,1	14,8	38,1	0,0
gem.	B: gangbaar	120.667	27,8	15,2	89,9	13,9	45,0	0,7
gem.	A: ruggen	136.000	26,0	14,7	81,5	12,1	42,7	1,3
	C: aspergerug	98.667	28,1	17,4	85,1	14,8	38,1	0,0

3.4 Stikstofmetingen bodem

In tabel 3 zijn de resultaten van de Nmin-metingen weergegeven, uitgevoerd met de nitracheck. Bij object C is geen Nmin gemeten omdat daarvoor door het folie kapot zou moeten worden geprikt. Op 1 en 14 november kwam er geen water in een aantal rhizons en kon geen monster worden genomen voor bepaling van het N-gehalte. Bij object C is toen besloten toch een Nmin-monster te steken door het folie heen.

Tabel 3. Resultaten nitraatmetingen in de bodem en in het bodemvocht van de rhizons.

Datum	Nmin 0-30 cm (kg N/ha)			rhizons (mg N/l)					
	A	B	C	A 30 cm	A 40 cm	B 30 cm	B 40 cm	C 30 cm	C 40 cm
3 sep	29	51		7					
12 sep	-	-	-	28	>500	>500	414	>500	323
18 sep	18	81	-	382	-	440	369	169	1440
1 okt	36	65	-	470	309	262	375	? ¹	375
16 okt	18	71	-	143	146	64	202	? ¹	211
1 nov	12	52	17	-	-		64	-	-
14 nov	8	23	11	-	11	104	-	-	-

¹ onwaarschijnlijk hoge meetwaarden gevonden

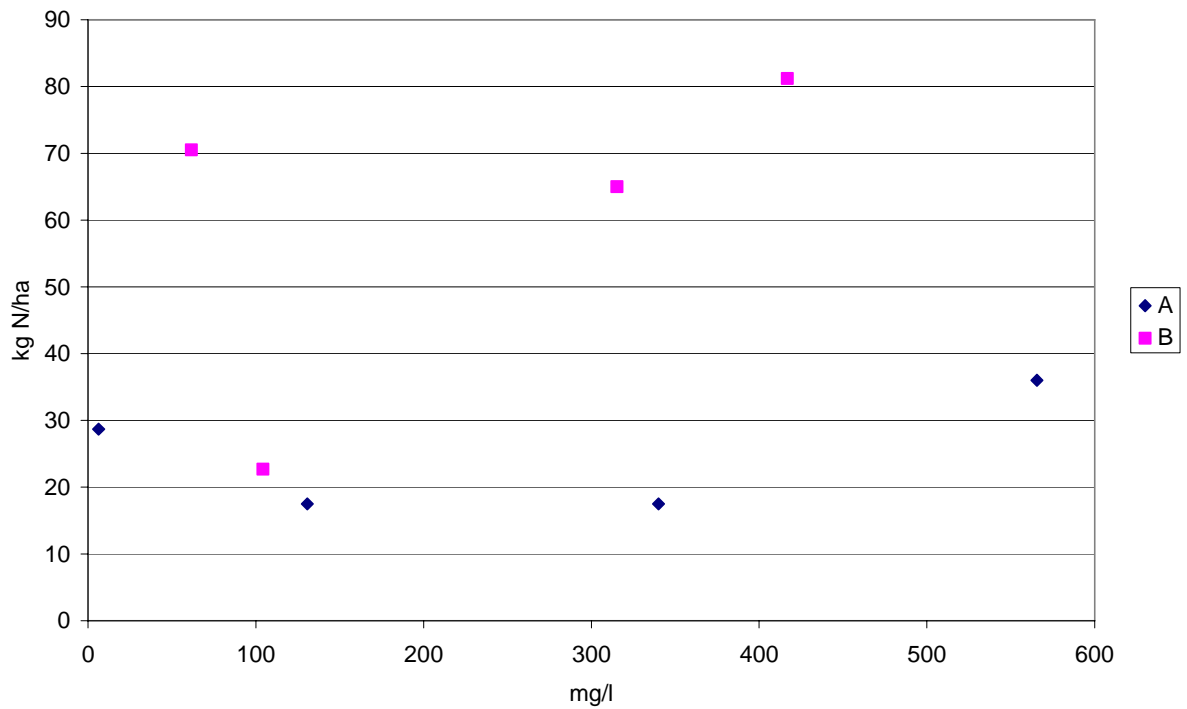
De gemeten N-concentratie in het met de rhizons opgezogen water hangt naast de hoeveelheid beschikbare stikstof af van de hoeveelheid bodemvocht. Om na te gaan of er een goede correlatie is tussen de directe Nmin-meting en het N-gehalte in het rhizonwater, is het N-gehalte gecorrigeerd voor de hoeveelheid bodemvocht. Die hoeveelheid is bepaald aan de hand van de tensiometerwaarden en in het verleden opgestelde pF-curves van enkele percelen te Vredepeel. pF-curves geven het verband voor de betreffende grond aangeven tussen de zuigspanning (gemeten met de tensiometers) en de volumefractie vocht in de bodem.

In figuur 2a is de gemeten Nmin in de laag 0-30 cm met de nitracheck uitgezet tegen de berekende N-concentraties in het rhizonwater bij pF 2,0 (veldcapaciteit) en opzuiging op 30 cm diepte. In figuur 2b, idem, bij opzuiging op 40 cm diepte. Uit figuur 2a is geen goed verband af te leiden tussen Nmin en N-concentratie. Uit figuur 2b is bij object B (gangbare teelt) ook niet een goed verband af te leiden, maar bij object A (ruggenteelt) lijkt er wel een goed verband te zijn. Het aantal meetpunten is echter te beperkt om dit goed te kunnen beoordelen.

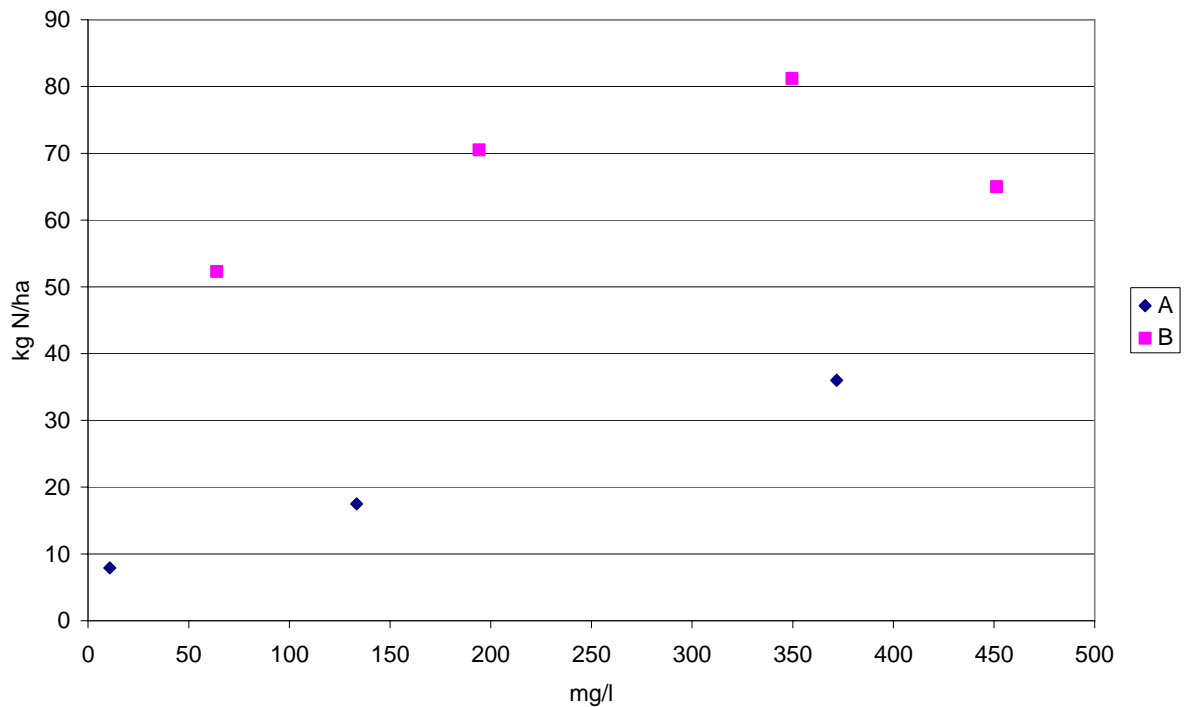
Verder valt op dat de punten in de grafieken bij object B hoger liggen dan bij object A. Dit moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan de onregelmatige stikstofverdeling in de bodem bij zowel fertigatie als bij het tussen de rijen strooien in de gangbare teelt. Bij object B is voor de Nmin-monsters afwisselend naast en midden tussen de plantenrijen gestoken. De rhizons stonden naast de plantenrijen, waar het N-gehalte het laagst is. Bij object A zijn de rhizons halverwege de zijkant van de rug in de grond geplaatst. De Nmin-monsters zijn ook halverwege de zijkant van de rug in de grond gestoken.

Voorname zou betekenen dat ook meting van bodemstikstof met behulp van rhizons gevoelig is voor een niet-uniforme verdeling van de stikstof in de bodem. Om een betrouwbaar beeld te krijgen van de hoeveelheid stikstof in de bodem moet dan een groot aantal rhizons worden geplaatst, verspreid over verschillende plaatsen naast en tussen de plantenrijen.

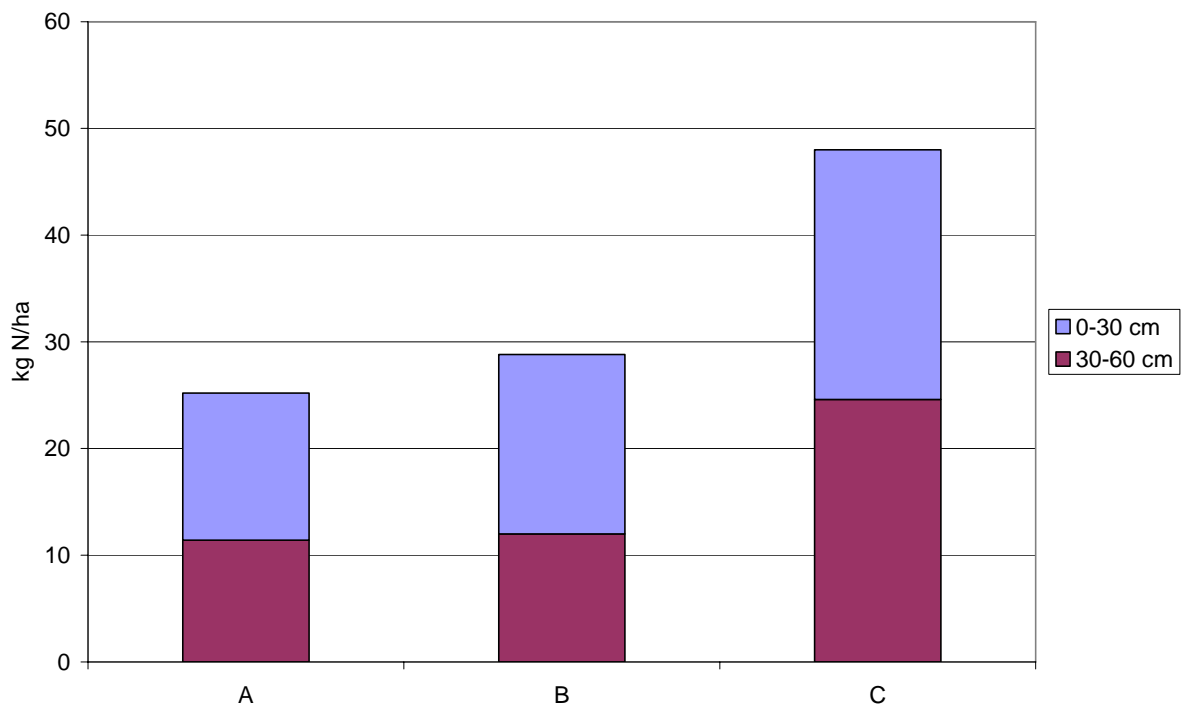
Uit de Nmin-metingen die na oogst zijn gedaan, bleek dat er bij object C nog meer stikstof in de bodem zat dan bij de objecten A en B (zie figuur 3). Het bevestigt dat stikstofuitspoeling door het afdekken met folie werd verminderd, maar waarschijnlijk vooral laat in de herfst en in de winter. September en oktober waren aan de droge kant en in deze maanden heeft uitspoeling geen rol van betekenis gespeeld. Als deze maanden natter waren geweest, was het effect van afdekken met folie mogelijk groter geweest. Door het afdekken met folie is de uitspoeling met ongeveer 20 kg N/ha verlaagd. Dan moeten de ruggen wel afgedekt blijven tot het einde van het uitspoelingsseizoen/begin van de volgende teelt, tot eind maart.



Figuur 2a. **Gemeten Nmin met de nitracheck (nitraat-N) in de laag 0-30 cm en berekende N-concentratie (nitraat-N) in opgezogen bodemvocht bij pF 2,0 bij meting op 30 cm diepte.**



Figuur 2b. **Gemeten Nmin met de nitracheck (nitraat-N) in de laag 0-30 cm en berekende N-concentratie in opgezogen bodemvocht (nitraat-N) bij pF 2,0 bij meting op 40 cm diepte.**



Figuur 3. Nmin na de teelt op 13 februari.

3.5 Kosten en baten

De onderzochte systemen hebben een aantal extra kosten, maar leveren ook een aantal voordelen op. Daarnaast kunnen de systemen verder geoptimaliseerd worden waardoor kosten lager worden en de baten hoger.

Tabel 4 geeft een vergelijking van de direct toegerekende kosten van de drie systemen inclusief arbeid. De genoemde kosten voor T-tape, folie en loonwerkkosten voor opbouw van de ruggen zijn gebaseerd op de demo's van 2006 en 2007. Bij systeem A is ervan uitgegaan dat de aardappelruggen door de teler zelf worden gemaakt met een aardappelrugvormer. De kosten aan dieselgebruik van de trekker zijn gering en niet in tabel 4 opgenomen. Bij systeem C is uitgegaan van aanleg van de ruggen met folie en T-tape door een loonwerker. Hierbij is er van uitgegaan dat de werkzaamheden in één werkgang uitgevoerd kunnen worden.

Voor berekening in systeem B (standaard) is uitgegaan van een haspel. De jaarlijkse kosten hiervan voor afschrijving, rente, verzekering en onderhoud zijn vaste bedrijfskosten en daarom niet in tabel 4 opgenomen. Hoeveel hiervan per hectare aan de prei teelt moet worden toegerekend is sterk afhankelijk van de capaciteit van de beregeningsinstallatie, het aantal gewassen en aantal hectares dat wordt beregend.

De jaarlijkse vaste kosten voor de benodigde apparatuur en materialen voor een druppelsysteem zijn evenmin in tabel 4 opgenomen. Ook deze kunnen per bedrijf nogal sterk fluctueren, afhankelijk van de investeringen die men nog moet plegen en hoeveel hectare er jaarlijks wordt gedruppeld c.q. in hoeverre de beschikbare capaciteit van de apparatuur ten volle wordt benut.

De vollegrondsgroentebedrijven op zand beschikken over het algemeen al over een beregeningsinstallatie. Bij overschakeling op druppelirrigatie/-fertigatie moet opnieuw worden geïnvesteerd in vaste apparatuur en materialen. Als het bedrijf één of meerdere beregeningsinstallaties weet te besparen door gebruik van fertigatie, vervallen de jaarlijkse vaste kosten van de beregeningsapparatuur.

Voor de arbeidskosten is uitgegaan van gemiddeld vier keer beregenen tijdens de teelt en elf keer

druppelen/fertigeren. Bij alle systemen kost het water geven ook energie (dieselolie dan wel elektriciteit). Deze kosten zijn niet in tabel 4 opgenomen c.q. zijn gemakshalve tegen elkaar weggestreept. Voor de uitvoering van de bijbemestingen in het gangbaar systeem is wel een kostenpost voor dieselolie opgenomen. Bij fertigatie gaat de bemesting in één moeite door met het druppelen en kost geen extra energie. Echter, als water geven zoals in 2007 niet nodig is en er enkel moet worden gedruppeld om te kunnen fertigeren, kost het bemesten ook extra energie. Voor een gemiddelde situatie is echter niet van dit scenario uitgegaan.

De meststofkosten kunnen wat goedkoper uitvallen indien er door fertigatie op de stikstofgift wordt bespaard maar ook duurder indien duurdere meststoffen worden gebruikt. Vaste meststoffen moeten bij voorkeur van oploskwaliteit zijn. Een goedkoop alternatief is het gebruik van de vloeibare meststof urean voor fertigatie. De meststofkosten zijn niet in tabel 4 opgenomen.

Tabel 4. **Kostenvergelijking van de drie teeltsystemen (euro per ha).**

	Systeem		
	A: Fertigatie en aardappelruggen	B: Gangbaar	C: Fertigatie, aspergeruggen en folie
Verbruiksmaterialen			
• T-tape	450	-	450
• folie	-	-	550
Loonwerkkosten	-	-	250
Arbeidskosten			
• aardappelruggen maken (1 manuur)	20	-	-
• aanleg druppelsysteem (20 manuren)	300	-	300
• 11 keer druppelen/fertigeren (3,3 manuur)	66	-	66
• T-tape verwijderen (10 manuren)	150	-	150
• folie verwijderen (40 manuren)	-	-	600
• 4 keer beregenen met haspel (2 manuren)	-	40	-
• 3 keer bemesten met een rijenstrooier (2,7 manuur)	-	54	-
• Verbruik dieselolie uitvoering bemestingen	-	10	-
Totaal direct toegerekende kosten	986	104	2.366
Meerkosten ten opzichte van systeem B gangbaar	882	-	2.262

In tabel 5 is aangegeven hoe groot de meeropbrengst aan prei moet zijn om de meerkosten per ha voor combinaties van fertigatie, folie en ruggenteelt terug te verdienen bij verschillende preiprijzen.

Tabel 5. **Benodigde meeropbrengst prei (ton/ha) bij verschillende preiprijzen en kosten van fertigeren met folie om de extra kosten terug te verdienen.**

Object	Extra kosten per ha (€)	Prijs per kg prei (€)		
		0,38	0,57	0,70
A: Fertigatie en aardappelruggen	880	2,3	1,5	1,3
C: Fertigatie, aspergeruggen en folie	2.260	5,9	4,0	3,2
C zonder folie: Fertigatie en aspergeruggen	1.110	2,9	1,9	1,6
C extra kwaliteit tape en folie: Fertigatie, aspergeruggen	2.760	7,3	4,8	3,9

Fertigatie kan besparen op de tijd en kosten voor water geven en bemesten en folie bespaard tijd en kosten voor onkruidbestrijding. In droge perioden wordt door het frequent (bijvoorbeeld dagelijks) toedienen van kleine hoeveelheden water de grond op een veel constanter vochniveau gehouden dan bij beregenen. Het risico van vochtgebrek, omdat niet op tijd kan worden beregend, is afwezig. Met een constanter vochniveau kan in potentie een hogere opbrengst gehaald worden. Dit zal het meeste profijt opleveren in de zomer- en herfstteelten en minder in de winterteelten. Voor late winterteelten is fertigatie in ieder geval niet geschikt vanwege het risico op kapotvriezen van de slangen.

Fertigatie via de druppelslangen maakt een nauwkeurige bijbemesting gedurende de teelt mogelijk. In

eerste instantie wordt bemest op de opnamecurve. Dit vormt een goede basis maar het is gewenst om ook andere indicatoren te hebben waarop de stikstofgift kan worden gestuurd. In deze demonstratie zijn hiervoor Cropscanmetingen, N-min metingen, en metingen met rhizons gebruikt met wisselend resultaat. Door de stikstof geleidelijk, in kleine porties aan te voeren, wordt de bodemvoorraad stikstof relatief laag gehouden en kan er in perioden met een neerslagoverschot nooit veel stikstof ineens uitspoelen. Uit verleden onderzoek naar fertigatie in vollegrondsgroenten bleek dan ook dat fertigatie juist in natte perioden een stikstofbesparing gaf en vaak ook een hogere productie. Mogelijk kan ook bespaard worden op de stikstofgift. Hier zijn echter geen harde gegevens over beschikbaar.

We zijn in dit rapport er vanuit gegaan dat mogelijkheid tot berekening noodzakelijk is voor een goede teelt. In die zin is er geen verschil tussen berekening met haspel of met T-tape. Wel stelt druppelirrigatie hogere eisen aan de waterkwaliteit dan conventionele berekening. Omdat de druppelaars in de slangen gemakkelijk verstopt raken, moet het water goed worden gefilterd. Een bijzonder probleem vormt ijzerhoudend water, dat uit menige waterbron op zandgrond naar boven komt. Het ijzer kan verstopping veroorzaken in de druppelaars. Verwijdering van ijzer uit het water brengt extra kosten met zich mee. Anderzijds zijn er ook ervaringen dat met ijzerhoudend water wel gefertigeerd kan worden zonder problemen, zoals ook in deze proef.

Afdekken met folie bespaart sterk op de kosten voor onkruidbestrijding. Daarnaast kan het stikstofverlies in natte perioden worden verkleind, wat mogelijk een stikstofbesparing oplevert. Wanneer biologisch afbreekbaar folie wordt gebruikt, hoeft het folie niet te worden opgeruimd. Biologisch afbreekbaar folie anderhalf tot twee keer zo duur als normaal folie en de vraag is of het biologisch afbreekbaar folie voldoende sterk blijft bij een lange teelt van prei.

3.6 Discussie

De preiteelt op aardappelruggen in combinatie met druppelslangen tussen de ruggen gaf in de demo van 2007 geen betere opbrengst en kwaliteit dan de gangbare teelt. Doordat de druppelslangen tussen de ruggen lagen c.q. midden tussen de plantenrijen in plaats van ernaast, is de gefertigeerde stikstof ongunstig geplaatst of in elk geval niet beter dan bij het gangbaar systeem. Door de slangen in de ruggen aan te brengen, wordt de stikstof beter geplaatst (dichter bij de planten), maar zolang er geen apparatuur beschikbaar is waarmee dit kan, lijkt het systeem weinig perspectief te hebben. Een andere optie is om op nauwere rijafstand te telen bijvoorbeeld op 50 cm ruggen van witlof of peen.

De teelt op de aspergerug met fertigatie en folie gaf geen betere kwaliteit. Of het de opbrengst wat verhoogde, kan niet met zekerheid worden aangegeven, gelet op de veldvariatie. Bij één herhaling van het gangbaar teeltsysteem (strook 1; zie tabel 2) waren de opbrengst en kwaliteit minstens zo hoog. Of de extra kosten van het teeltsysteem zouden zijn terugverdiend, is dus ook niet met zekerheid aan te geven.

Of de teelt op folie tot meer vorstschade leidt bij winterprei kon niet worden nagegaan, omdat in de winter geen strenge vorst optrad (evenals in de demo van 2006).

In de demo van 2006 gaf ruggenteelt met fertigatie en wel of niet afdekken met folie geen duidelijk hogere opbrengst en kwaliteit dan het gangbaar teeltsysteem zoals toegepast in het project Nutriënten Waterproof (zie bijlage 1). De resultaten van de twee jaar tezamen laten nog geen overtuigend voordeel zien van de teelt op ruggen met fertigatie. Maar er kan ook nog niet worden gesteld dat het geen perspectief heeft. Hiervoor zou de vergelijking nog een derde jaar moeten worden herhaald en moeten de mogelijkheden worden nagegaan om het teeltsysteem verder te optimaliseren.

Uit de resultaten is geen duidelijkheid nog te krijgen over de voordelen van het gebruik van ruggen of verhoogde bedden en de beste vorm. Ruggen kunnen bijdragen aan een hogere bodemtemperatuur en daarmee een betere groei. Onderzocht moet worden in een echte proefopzet wat de meerwaarde is van ruggen of bedden ten opzichte van een vlakveldsteelt.

Er hoefde tijdens het groeiseizoen niet te worden berekend. Bij fertigatie moest toch water worden gegeven om te meststof toe te kunnen dienen, totaal 55 mm. Uit oogpunt van vochtvoorziening was er dit seizoen sprake van onnodig waterverbruik. Andere jaren kan fertigatie juist tot besparing leiden omdat met fertigatie minder dan de helft zoveel water nodig is als bij berekening met een haspel.

De geleidelijke toevoer van nutriënten met fertigatie in de periode half augustus t/m eind oktober heeft ten opzichte van de grotere, gedeelde giften bij het gangbaar systeem waarschijnlijk niet tot minder uitspoelingsverlies geleid. Er viel in deze periode niet bijzonder veel neerslag (september en oktober waren zelfs aan de droge kant) en uitspoeling was waarschijnlijk niet of nauwelijks van betekenis. Wel heeft het folie stikstof vastgehouden in de winterperiode waardoor in deze periode minder uitspoeling is opgetreden en stikstof beter voor het gewas beschikbaar blijft. Dit werd in de demo van 2006 ook gevonden (zie bijlage 1). Het gewas lijkt dit jaar echter niet geprofiteerd te hebben van het hogere stikstofaanbod tussen november en oogst. Om in de gehele winterperiode geen uitspoeling te hebben moet het folie wel blijven liggen tot eind maart.

Het perspectief van het plaatsen van rhizons om bij fertigatie de Nmin-voorraad van de bodem te controleren, is twijfelachtig. Om een goed oordeel hierover te kunnen geven zou het onderzoek moeten worden voortgezet met specifieke aandacht voor de plaatsen waar de rhizons worden gezet. Door de stikstoftoestand van het gewas als indicator te nemen in plaats van Nmin in de bodem heeft men geen last van het probleem van een niet-uniforme stikstofverdeling in de bodem en de daaruit voortvloeiende onnauwkeurigheid van Nmin-meting. Inzet van de Cropscan-methode bij toepassing van fertigatie lijkt daarom het meest perspectiefvol, mits in geval van afdekken van folie een oplossing wordt gevonden om betrouwbare metingen te kunnen uitvoeren.

Een derde, mogelijk alternatief is om de stikstofgift niet te sturen op basis van metingen tijdens de teelt maar op basis van een balansmethode opgesteld met modelberekeningen. Enkel wordt dan nog de Nmin bij aanvang van de teelt gemeten. Het verdere verloop van de Nmin-voorraad in de bodem wordt berekend via:

- voorspelling van de actuele N-opname door het gewas aan de hand van straling of temperatuur;
- voorspelling van de stikstofmineralisatie in de bodem en depositie;
- de N-giften;
- schatting van eventueel het N-verlies door uitspoeling na veel regenval (niet in geval van afdekking met folie).

Als de berekende Nmin onder een kritische waarde komt, moet worden bijbemest. Een dergelijke methode is nu niet kant en klaar beschikbaar voor fertigatie in prei maar kan waarschijnlijk wel worden ontwikkeld.

Bij welke meeropbrengst een teeltsysteem met fertigatie en eventueel afdekking met folie financieel uitkan, is afhankelijk van de productprijs van de prei (die sterk fluctueert), de extra direct toegerekende kosten per ha en de benodigde investering in vaste apparatuur en materialen, die bedrijfsafhankelijk is. In feite moet het bedrijfseconomische perspectief van fertigatie dus per individuele bedrijfssituatie worden bekeken. Om de extra direct toegerekende kosten terug te verdienen zal gemiddeld moeten worden uitgegaan van een benodigde meeropbrengst van rond de twee ton marktbaar product per ha zonder toepassing van folie en rond de vier ton per ha met toepassing van folie. Om betrouwbaar te kunnen vaststellen of deze opbrengstverhoging kan worden verkregen, kan niet worden volstaan met een demo maar moet de vergelijking tussen de systemen in meerdere herhalingen worden uitgevoerd (meer dan twee en bij voorkeur minstens vier)!

4 Conclusies

- De preiteelt op aardappelruggen in combinatie met druppelslangen tussen de ruggen gaf geen betere opbrengst en kwaliteit dan de gangbare teelt. Zolang er geen apparatuur beschikbaar is waarmee de druppelslangen in de ruggen kunnen worden gelegd in plaats van ertussen, lijkt het systeem weinig perspectief te hebben.
- Fertigatie kan leiden tot onnodige waterverbruik.
- De besparingsmogelijkheid op stikstof door fertigatie is mede afhankelijk van het neerslagpatroon en risico van stikstofuitspoeling tijdens de teelt. Juist in natte perioden kan het een stikstofbesparing geven en vaak ook een hogere productie. In de demo van 2007 was uitspoeling in de periode van bemesting van geen of weinig van betekenis.
- De teelt op de aspergerug met fertigatie en folie gaf geen betere kwaliteit. Of het de opbrengst wat verhoogde, kan niet met zekerheid worden aangegeven, gelet op de veldvariatie. Of de extra kosten van het teeltsysteem zouden zijn terugverdiend, is dus ook niet met zekerheid aan te geven.
- Het afdekken met folie gaf minder stikstofuitspoeling in de winter.
- Er kon niet worden beoordeeld of de teelt op folie tot meer vorstschade leidt bij winterprei.
- De resultaten van demo's in 2006 en 2007 tezamen laten nog geen overtuigend voordeel zien van de teelt op ruggen met fertigatie. Maar er kan ook nog niet worden gesteld dat het geen perspectief heeft. Hiervoor zou de vergelijking moeten worden voortgezet en moeten ook de mogelijkheden worden nagegaan om het teeltsysteem verder te optimaliseren.
- Bij welke meeropbrengst een teeltsysteem met fertigatie en eventueel afdekking met folie financieel uitkan, moet per individuele bedrijfssituatie worden bekeken. Voor de extra direct toegerekende kosten, inclusief extra arbeid, zal moeten worden uitgegaan van een benodigde meeropbrengst van rond de twee ton marktbaar product per ha zonder toepassing van folie en rond de vier ton per ha met toepassing van folie. Om betrouwbaar te kunnen vaststellen of deze opbrengstverhoging kan worden verkregen, kan niet worden volstaan met een demo maar moet de vergelijking tussen de systemen in meerdere herhalingen worden uitgevoerd!
- Het perspectief van het plaatsen van rhizons om bij fertigatie de N_{min}-voorraad van de bodem te controleren, is twijfelachtig. Om een goed oordeel hierover te kunnen geven zou het onderzoek moeten worden voortgezet met specifieke aandacht voor de plaatsen waar de rhizons worden gezet.
- De Cropscan-methode kan worden gebruikt bij fertigatie voor het sturen van de stikstofgift, maar vooralsnog alleen bij de teelt zonder folie.

Bijlage 1. Demo ruggenteelt met fertigatie in vollegrondsgroenten in 2006 op proefboerderij Vredepeel

B1.1. Inleiding

In opdracht van de Stichting Proef en Selectie is in 2006 op proefboerderij Vredepeel door middel van een demo nagegaan of de teelt op ruggen in combinatie met fertigatie via druppelslangen perspectief biedt voor de vollegrondsgroententeelt om met minder stikstof te kunnen volstaan c.q. om dichterbij de EU-nitraatnorm te komen. Ook is hierbij gekeken naar het wel of niet afdekken van de ruggen met folie.

Door regelmatig kleine hoeveelheden water te druppelen blijft de bodemvoorraad vocht op een constanter niveau dan bij beregenen, wat de gewasgroei en vooral de productkwaliteit ten goede komt. Ook is de ziektedruk lager dan bij beregenen. Verder kan via de druppelslangen geleidelijk stikstof worden toegediend, precies afgestemd op de gewasbehoefte. Bovendien spoelt in regenrijke perioden minder stikstof uit, omdat er nooit veel ineens wordt gegeven. Vooral in natte perioden leidt dat tot een besparing op stikstof en vaak ook een hogere productie.

Voordelen van de teelt op ruggen afgedekt met folie zijn: onkruidonderdrukking, geen uitspoeling in natte perioden, omdat het water van de ruggen afloopt en een warmer klimaat waardoor het gewas sneller groeit. Een nadeel is meer opspatting van water en gronddeeltjes tegen het gewas. Bij de teelt van winterprei zou de kans op vorstschade kunnen toenemen door de grondbedekking. De hogere kosten van deze teelsystemen moeten worden terugverdiend via een hogere opbrengst en/of kwaliteit. De kosten in deze demo bedroegen (exclusief arbeid): €450 voor T-tape, €550 voor folie en €250 loonwerkkosten.

Het onderzoek is uitgevoerd vollegrondsgroentenbedrijfssysteem van het project Nutriënten Waterproof (NWP) in herfstteelten ijssla, broccoli en prei. Het teeltsysteem van NWP fungeerde hierbij als referentie: beddenteelt, vochtvoorziening via beregenen en zo scherp mogelijk bemesten met KAS aan de hand van een stikstofbijmestingsysteem (NBS). Dit betrof NBS-bodem in sla en broccoli en in prei een NBS waarin de Cropscan-methode en het NBS-bodem zijn geïntegreerd.

Daarnaast is het onderzoek ook uitgevoerd in aardbeien, waarvan een apart verslag is gemaakt. Dit (beknopt) verslag gaat in op de resultaten van de drie eerstgenoemde gewassen.

B1.2 Opzet en uitvoering

In alle drie de gewassen zijn de volgende fertigatievarianten opgenomen:

- Fertigatie + NBS: fertigatie met bronwater, waarbij de totale N-gift in broccoli en prei gelijk is gehouden aan die in NWP, waar een NBS is gehanteerd. De verdeling van de gift over het groeiseizoen was wel anders dan in NWP. Bij ijssla is minder stikstof toegediend dan bij NWP.
- Fertigatie + bronwater: fertigatie met bronwater, waarbij de opeenvolgende N-giften telkens zijn afgestemd op de verwachte N-opname per periode volgens een standaard N-opnamecurve van het betreffende gewas.
- Fertigatie + drainwater: fertigatie met opvangen drainwater van het vollegrondsgroentenbedrijfssysteem van NWP om reeds uitgespoelde mineralen te hergebruiken. Voor de opeenvolgende N-giften is eveneens uitgegaan van de verwachte N-opname per periode.

Bij elk van de drie bovengenoemde objecten is het wel of niet afdekken van de ruggen met folie vergeleken. De demo is in twee herhalingen uitgevoerd.

De ruggenteelt vroeg om een aanpassing van het plantverband ten opzichte van een beddenteelt. Bij ijssla konden drie rijen op een rug worden geplant tegenover vier rijen op een bed in NWP, resulterend in een lager plantgetal per ha (zie tabel 1). Bij broccoli en prei zijn twee rijen op een rug geplant met een onderlinge afstand van 55 cm en een afstand van 95 cm tussen de rijen van twee naast elkaar gelegen ruggen. Bij de teelt zonder folie is dezelfde rijenafstand gehanteerd als bij de teelt met folie. In NWP is

tussen alle rijen een afstand van 75 cm gehanteerd. Het totale aantal planten per ha was bij prei en broccoli in alle teeltsystemen gelijk.

De stikstofgiften per systeem zijn weergegeven in tabel 2. De gewasbescherming vond volgens praktijk plaats. Door technische problemen bij de aanleg van het druppelsysteem kon pas op 23 augustus worden gestart met fertigeren, wat in de ijssla en broccoli vrij laat was.

Tabel 1. **Plant- en oogstdata en plantgetal per teelt.**

	Ijssla		Broccoli		Prei	
	demo (ruggenteelt)	NWP (beddenteelt)	demo (ruggenteelt)	NWP (beddenteelt)	demo (ruggenteelt)	NWP (beddenteelt)
Plantdatum	21 juli '06	19 juli '06	21 juli '06	19 juli '06	29 juni '06	28 juni '06
Planten/ha	60.000	76.000	38.000	38.000	148.000	148.000
Oogstdatum	5 sep '06	5 sep '06	18 + 21 sep '06	18 sep '06	9 jan '07	9 jan '07

Tabel 2. **Stikstofgiften per teelt en systeem.**

Datum	Ijssla				Broccoli				Prei			
	Fertigatie + NBS	Fertigatie + bronwater	Fertigatie + drainwater	NWP	Fertigatie + NBS	Fertigatie + bronwater	Fertigatie + drainwater	NWP	Fertigatie + NBS	Fertigatie + bronwater	Fertigatie + drainwater	NWP
7 juli												40
8 aug								120				
16 aug				50								
17 aug												55
23 aug	30	25	25		30	25	25		30	10	10	
29 aug					30	30	30		30	20	20	
5 sep					30	30	30		30	25	25	
12 sep					30	25	25		30	25	25	
13 sep												60
19 sep									30	30	30	
26 sep										20	25	
5 okt										20	20	
10 okt										10	10	
27 okt												20
31 okt									25	5	5	
Totaal	30	25	25	50	120	110	110	120	175	165	170	175

B1.3 Resultaten

B1.3.1 Stikstofgift

Bij ijssla en broccoli is bij geen van de systemen stikstof gegeven bij het planten, omdat de Nmin-voorraad in de bodem hoog was: 136 kg N/ha in de laag 0-30 cm. In augustus daalde de Nmin-voorraad sterk door de grote hoeveelheden neerslag. In NWP is in de ijssla 50 kg N/ha bijbemest en in de broccoli 120 kg N/ha. Bij fertigatie + NBS is in de ijssla slechts 30 kg N/ha bijbemest en bij de andere twee fertigatieobjecten slechts 25 kg N/ha. Er is minder gegeven dan volgens het N-opnamepatroon van ijssla. De N-gift in broccoli was bij fertigatie + NBS gelijk aan die van NWP en bij de andere twee fertigatieobjecten 10 kg N/ha lager.

In prei is bij NWP vier keer tijdens de teelt bemest. Totaal is 175 kg N/ha gestrooid. Kort na planten is al voor de eerste keer bemest omdat de Nmin-voorraad vrij laag was: 43 kg N/ha in de laag 0-30 cm. Bij

fertigatie is geen N-gift aan de basis gegeven en is pas op 23 aug voor het eerst stikstof toegediend. De totale N-gift bij fertigatie + NBS was gelijk aan die van NWP en bij de andere twee fertigatieobjecten 5-10 kg N/ha lager. Bij de hierna weergegeven resultaten is voor fertigatie het gemiddelde van de drie objecten genomen.

B1.3.2 Opbrengst en kwaliteit bij ijssla

Bij ijssla was het gemiddeld bolgewicht van alle bollen op het veld als wel van de bollen >300 gram bij fertigatie zonder folie gelijk aan dat bij NWP, ondanks de lagere N-gift (tabel 3). Het aantal bollen in de klasse 500-700 gram bleef echter wat achter.

Bij de teelt op folie was het gemiddelde bolgewicht ca. 100 gram hoger dan zonder folie. Waarschijnlijk is dit een gevolg van minder stikstofverlies in de natte augustusmaand en mogelijk ook van een warmer klimaat. Bij alle teelten werd op 18 augustus meer stikstof in de laag 0-30 cm aangetroffen met folie dan zonder folie (tabel 4).

De kwaliteit bij NWP viel tegen: slechts 68% van het totaal aantal slabollen op het veld was marktbaar in klasse 1. De slechte kwaliteit was een gevolg van de weersomstandigheden: extreme hitte in de periode direct na planten, relatief koel en zeer nat weer in augustus en het optreden van valse meeldauw aan het eind van de teelt.

De kwaliteit was bij fertigatie was beter: 83% in klasse 1. Er was geen duidelijk kwaliteitsverschil tussen de teelt op folie en zonder folie. Op folie kwam wel minder valse meeldauw voor. De betere kwaliteit bij fertigatie is vermoedelijk een gevolg van de regelmatigere vochtvoorziening via het druppelsysteem. Door het lagere plantgetal bij fertigatie, was echter het aantal bollen per ha in klasse 1 niet hoger dan bij het gangbare teeltsysteem van NWP. Per ha zou het daarom geen financiële meeropbrengst opleveren. Door het lagere plantgetal zijn de kosten voor het plantmateriaal €480,- per ha lager (16.000 x 3 cent), maar daartegenover staan de extra kosten voor de aanleg van het druppelsysteem en het eventueel aanbrengen van folie.

Tabel 3. **Gemiddeld bolgewicht ijssla.**

Systeem	Folie	Gemiddeld bolgewicht (g)		500-700 g
		alle bollen	bollen >300 g	
Fertigatie	geen	515	538	39%
Fertigatie	wel	627	639	55%
NWP	geen	534	538	55%

Tabel 4. **Nmin-voorraad bij de ruggenteelt op 18 augustus.**

Gewas	Folie	Nmin 0-30 cm (kg N/ha)
Ijssla	geen	2
Ijssla	wel	19
Broccoli	geen	2
Broccoli	wel	29
Prei	geen	2
Prei	wel	10

B1.3.3 Opbrengst en kwaliteit bij broccoli

Door de technische problemen bij de aanleg van het druppelsysteem kon in broccoli niet op tijd stikstof worden gegeven via fertigatie, waardoor het gewas een groeiachterstand opliep en de opbrengst over het geheel lager was dan bij NWP. De schermopbrengst 10-18 cm bedroeg 10,2 ton per ha zonder folie en 12,8 ton per ha met folie. Gemiddeld kwam 44% van de opbrengst in de meest gewenste maat 14-18 cm terecht, zowel met als zonder folie. Er was geen duidelijk kwaliteitsverschil tussen wel of geen folie. Gemiddeld kwam 97% van de schermen in klasse 1.

Bij NWP bedroeg de opbrengst aan schermen 10-18 cm 13,9 ton per ha, waarvan 60% in de meest gewenste maat 14-18 cm. Alle schermen vielen in kwaliteitsklasse 1.

B1.3.4. Opbrengst en kwaliteit bij prei

In prei was er geen duidelijk verschil in marktbaar opbrengst tussen fertigatie met of zonder folie. Ook was er geen verschil met NWP. Gemiddeld bedroeg de marktbaar opbrengst 35 ton per ha. De kwaliteit was bij fertigatie met drainwater iets lager alsook bij de teelt op folie. De verschillen waren echter gering (tabel 5).

Tabel 5. **Kwaliteit bij prei.**

Systeem	Folie	Klasse 1
Fertigatie + bronwater	geen	99%
Fertigatie + bronwater	wel	95%
Fertigatie + drainwater	geen	96%
Fertigatie + drainwater	wel	94%
NWP	geen	98%

B1.4 Bespreking van de resultaten

In deze demo werd bij fertigatie een geringe hoeveelheid stikstof bespaard en zouden de extra kosten van de aanleg van het druppelsysteem niet zijn terugverdiend via een betere opbrengst en kwaliteit per ha. Een positief effect van fertigatie op de kwaliteit kwam alleen in ijssla naar voren, maar door het lagere plantgetal bij de ruggenteelt ten opzichte van de beddenteelt, zou het per ha geen financiële meeropbrengst opleveren. Indien fertigatie was toegepast in de teelt met vier rijen op een bed en daar eenzelfde positief effect op de kwaliteit had gehad, zouden er per ha 11.400 extra bollen in klasse 1 kunnen worden vermarkt, wat bij een stuksprijs van 35 cent overeenkomt met bijna 4.000 euro. De kosten van fertigatie zouden dan ruimschoots zijn terugverdiend.

De slechte kwaliteit in het gangbaar systeem hing samen met de groeiomstandigheden van 2006. Onder betere groeiomstandigheden wordt veelal een hogere kwaliteit behaald. Aan het resultaat van één jaar kunnen daarom nog geen harde conclusies worden verbonden. Daarvoor zou de vergelijking meerdere jaren moeten plaatsvinden om na te gaan of fertigatie gemiddeld over de jaren een hoger rendement oplevert dan het gangbaar teeltsysteem. Een suggestie voor eventueel vervolgonderzoek is om fertigatie in de beddenteelt te vergelijken met het gangbaar systeem bij een gelijk plantgetal per ha.

Over het perspectief van fertigatie in broccoli valt op grond van deze demo nog niets te zeggen, omdat niet optimaal is gefertigeerd. Anderzijds zijn technische problemen ook een aspect waarbij men bij fertigeren in praktijk rekening moet houden.

De teelt op folie leek tot minder stikstofverlies te leiden. Dit zou tot een lagere stikstofgift kunnen leiden als bij fertigatie naast de verwachte N-opname ook rekening wordt gehouden met de Nmin-voorraad in de bodem. Dit is in de demo vooralsnog niet gebeurd: de stikstofgift is bij de teelt met en zonder folie steeds gelijk gehouden.

De teelt op folie leidde niet toe een betere kwaliteit, maar wel tot een hoger bolgewicht in ijssla en een hogere schermopbrengst in broccoli. Financieel zou dit in ijssla niet of nauwelijks voordeel hebben opgeleverd, omdat het aantal bollen per ha in klasse 1 maatgevend is voor de financiële opbrengst. De meeropbrengst in broccoli à 2,6 ton per ha komt bij een productprijs van 77 cent per kg overeen met 2.000 euro per ha. De kosten voor het aanbrengen van folie en T-tape (exclusief arbeid) zijn daarmee ruimschoots terugverdiend. Het verdient aanbeveling om het perspectief van de broccoliteelt op folie in combinatie met fertigatie nader te onderzoeken. Het effect op vorstschade bij winterprei kon niet worden nagegaan, omdat in de winter geen strenge vorst optrad.

Er is niet gemeten wat het effect is op de uitspoeling van fertigatie en afdekken van de ruggen. Ook dit zou in een eventueel vervolgonderzoek wel kunnen worden opgenomen.

Bijlage 2. Neerslaggegevens 2007 Vredepeel

Maand	Decade ¹	Actueel (mm)	Normaal (mm) ²
augustus	I	34,5	16,4
	II	10,4	18,4
	III	<u>21,2</u>	<u>23,0</u>
		66,1	57,8
september	I	11,2	20,6
	II	19,9	22,2
	III	<u>20,6</u>	<u>18,3</u>
		51,7	61,1
oktober	I	12,7	23,0
	II	2,6	16,8
	III	<u>29,7</u>	<u>21,9</u>
		45,0	61,7
november	I	32,2	20,5
	II	13,9	28,7
	III	<u>21,5</u>	<u>21,5</u>
		67,6	70,6
december	I	50,8	17,7
	II	0,7	27,1
	III	<u>4,7</u>	<u>24,3</u>
		56,2	69,1
januari	I	16,9	24,7
	II	29,9	14,8
	III	<u>21,5</u>	<u>23,5</u>
		68,3	63,0
Totaal		354,9	383,0

1 I = dag 1 t/m 10; II = dag 11 t/m 20; III = dag 21 t/m 30 of 31

2 langjarig gemiddelde KNMI-station IJsselsteyn